

**РАЗРАБОТАНО СПЕЦИАЛИСТАМИ
ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ ЕГЭ**

25

**К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ**

ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

ЕГЭ

2017

**ТИПОВЫЕ
ТЕСТОВЫЕ
ЗАДАНИЯ**

25 вариантов заданий

- Решения заданий 27–31
- Ответы
- Бланки ответов



Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

25 вариантов заданий

Инструкция

Решения заданий 27–31

Ответы

Бланки ответов

*Издательство
«ЭКЗАМЕН»*

МОСКВА
2017

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
Л84

Лукашева Е. В.

Л84 ЕГЭ 2017. Физика. Типовые тестовые задания. 25 вариантов заданий / Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова. — М. : Издательство «Экзамен», 2017. — 278, [2] с. (Серия «ЕГЭ. 30 вариантов. Типовые тестовые задания»)

ISBN 978-5-377-11084-2

Типовые тестовые задания по физике содержат 25 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2017 году. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2017 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

В сборнике даны ответы на все варианты тестов, а также решения наиболее сложных задач во всех 25 вариантах. Кроме того, приведены образцы бланков, используемых на ЕГЭ.

Авторский коллектив — члены федеральной предметной комиссии ЕГЭ по физике.

Пособие адресовано учителям для подготовки учащихся к экзамену по физике, а учащимся-старшеклассникам — для самоподготовки и самоконтроля.

Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

Формат 60×90/8. Гарнитура «Школьная». Бумага газетная.
Уч.-изд. л. 10,53. Усл. печ. л. 35. Тираж 50 000 экз. Заказ № 1783/16.

ISBN 978-5-377-11084-2

© Лукашева Е. В., Чистякова Н. И., 2017
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция по выполнению работы	5
ВАРИАНТ 1	10
Часть 1	10
Часть 2	16
ВАРИАНТ 2	18
Часть 1	18
Часть 2	24
ВАРИАНТ 3	26
Часть 1	26
Часть 2	32
ВАРИАНТ 4	34
Часть 1	34
Часть 2	40
ВАРИАНТ 5	42
Часть 1	42
Часть 2	48
ВАРИАНТ 6	51
Часть 1	51
Часть 2	58
ВАРИАНТ 7	60
Часть 1	60
Часть 2	66
ВАРИАНТ 8	68
Часть 1	68
Часть 2	74
ВАРИАНТ 9	76
Часть 1	76
Часть 2	82
ВАРИАНТ 10	85
Часть 1	85
Часть 2	91
ВАРИАНТ 11	93
Часть 1	93
Часть 2	99
ВАРИАНТ 12	102
Часть 1	102
Часть 2	108
ВАРИАНТ 13	111
Часть 1	111
Часть 2	118
ВАРИАНТ 14	120
Часть 1	120
Часть 2	126
ВАРИАНТ 15	128
Часть 1	128
Часть 2	134

ВАРИАНТ 16.....	137
Часть 1	137
Часть 2	143
ВАРИАНТ 17.....	146
Часть 1	146
Часть 2	151
ВАРИАНТ 18.....	154
Часть 1	154
Часть 2	159
ВАРИАНТ 19.....	162
Часть 1	162
Часть 2	168
ВАРИАНТ 20.....	170
Часть 1	170
Часть 2	176
ВАРИАНТ 21.....	178
Часть 1	178
Часть 2	185
ВАРИАНТ 22.....	187
Часть 1	187
Часть 2	193
ВАРИАНТ 23.....	196
Часть 1	196
Часть 2	203
ВАРИАНТ 24.....	205
Часть 1	205
Часть 2	212
ВАРИАНТ 25.....	214
Часть 1	214
Часть 2	220
ОТВЕТЫ. СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ.....	223

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Для выполнения репетиционной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ: 7,5 см. В бланке:

3	7	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Ответ:

А	Б
4	1

 В бланке:

7	4	1																	
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу в бланк ответов № 1.

Ответ: ВПРАВО. В бланке:

1	3	В	П	Р	А	В	О												
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. В бланке:

2	2	1	,	4	0	,	2												
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ к заданиям 27–31 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} / \text{с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13 600 кг/м ³
Удельная теплоемкость			
воды	4,2 · 10 ³ Дж/(кг · К)	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	2,1 · 10 ³ Дж/(кг · К)	меди	380 Дж/(кг · К)
железа	460 Дж/(кг · К)	чугуна	500 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3 · 10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5 · 10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3 · 10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия давление 10⁵ Па, температура 0 °С

Молярная масса			
азота	28 · 10 ⁻³ кг/моль	гелия	4 · 10 ⁻³ кг/моль
аргона	40 · 10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32 · 10 ⁻³ кг/моль
водорода	2 · 10 ⁻³ кг/моль	лития	6 · 10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29 · 10 ⁻³ кг/моль	неона	20 · 10 ⁻³ кг/моль
воды	18 · 10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44 · 10 ⁻³ кг/моль

Бланк ответов № 1



Заполнять гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ по следующим образцам:

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ 7 6 5 4 3 2 1 0
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Region, Code, Subject Name input fields

С правилами экзамена ознакомлен и согласен. Совпадение номеров вариантов в задании и бланке регистрации подтверждаю. Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка

Variant Number input fields

ВНИМАНИЕ! Данный бланк использовать только совместно с двумя другими бланками из данного пакета

Результаты выполнения заданий с ответом в краткой форме

Grid for entering answers for 40 tasks, numbered 1 to 40 in two columns.

Additional grid for entering answers, consisting of four rows of boxes.

→ Единый государственный экзамен

→ *Бланк
ответов № 2*



Регион

Код
предмета

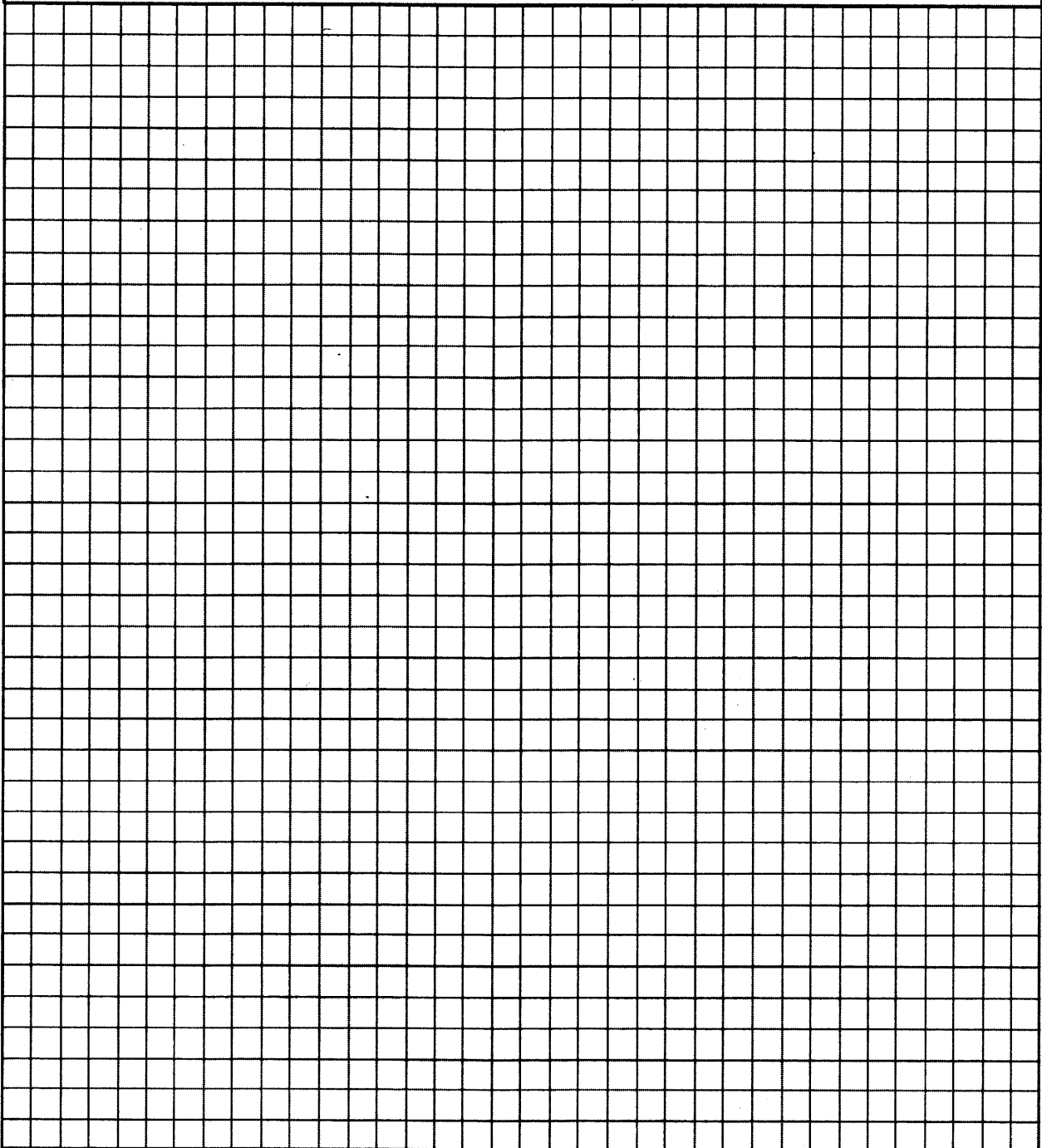
Название предмета

Номер варианта

Перепишите значения указанных выше полей из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания теста, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете.
Условия задания переписывать не нужно.

ВНИМАНИЕ!

Данный бланк использовать только совместно с двумя другими бланками из данного пакета



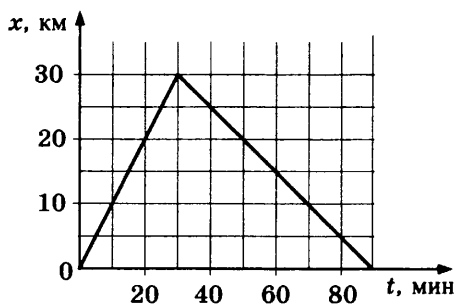
При недостатке места для ответа используйте обратную сторону бланка

ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график движения автобуса по прямой дороге, расположенной вдоль оси X . Определите проекцию скорости автобуса на ось X в интервале времени от 0 до 30 мин.



Ответ: _____ км/ч.

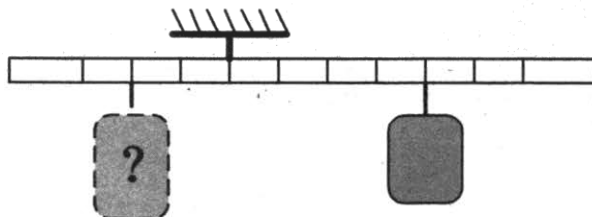
2. Тело равномерно движется по горизонтальной плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 10 Н, сила трения 2,5 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ: _____.

3. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз уменьшится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет вдвое меньше?

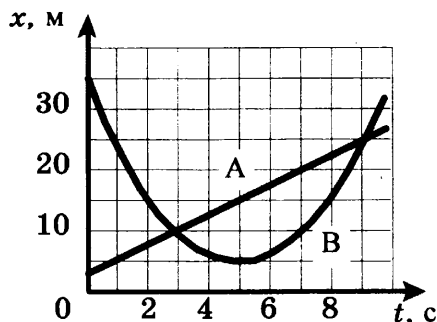
Ответ: в _____ раз(а).

4. Тело массой 0,1 кг подвесили к четвертому делению правого плеча невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить ко второму делению левого плеча рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

5. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось Х. Выберите два верных утверждения о движении тел.



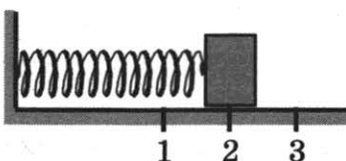
- 1) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 6 с.
- 2) Тело А движется со скоростью 3 м/с.
- 3) Тело А движется равноускоренно.
- 4) За первые 5 с тело А прошло 15 м.
- 5) Тело В движется с постоянным ускорением.

Ответ:

--	--

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и модуль ускорения груза при движении от точки 2 к точке 1?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза маятника	Модуль ускорения груза

7. Два пластилиновых бруска, массы которых равны $m_1 = m$ и $m_2 = 3m$, скользят без трения друг за другом по горизонтальной плоскости со скоростями $v_1 = v$, $v_2 = 3v$. Второй брусок догоняет первый, и между ними происходит абсолютно неупругое столкновение. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) Модуль скорости второго бруска после столкновения
- Б) Кинетическая энергия первого бруска после столкновения

- 1) $\frac{5}{2}v$
- 2) $2mv^2$
- 3) $2v$
- 4) $\frac{25}{8}mv^2$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Давление газа равно 100 кПа. При постоянной температуре объем газа увеличили в 4 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ кПа.

9. В идеальном тепловом двигателе, работающем по циклу Карно, температура нагревателя равна 500 К, а холодильника 27°C. Определите КПД этого двигателя.

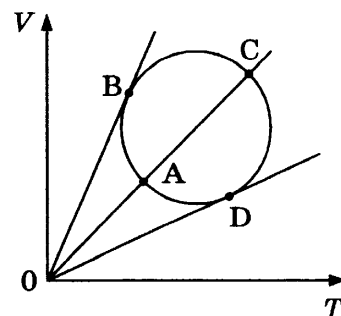
Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?

Ответ: _____ Дж.

11. Зависимость объема постоянной массы идеального газа от температуры показана на V - T -диаграмме (см. рисунок). Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем с газом.

- 1) Давление газа максимально в состоянии D.
- 2) При переходе из состояния D в состояние A внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При переходе из состояния B в состояние C работа газа все время положительна.
- 4) Давление газа в состоянии C больше, чем давление газа в состоянии A.
- 5) При переходе из состояния B в состояние C внутренняя энергия газа увеличивается.



Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа, v — количество газа).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) Изобарное расширение при $v = \text{const}$
 Б) Изотермическое сжатие при $v = \text{const}$

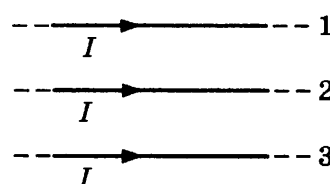
ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U > 0, A = 0$
 2) $\Delta U > 0, A > 0$
 3) $\Delta U = 0, A > 0$
 4) $\Delta U = 0, A < 0$

Ответ:

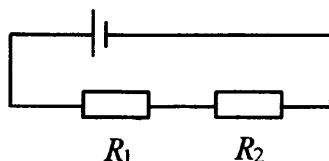
А	Б

13. По трем тонким длинным прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 3 со стороны двух других (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*)? Расстояния между соседними проводниками одинаковы. Ответ запишите словом (словами).



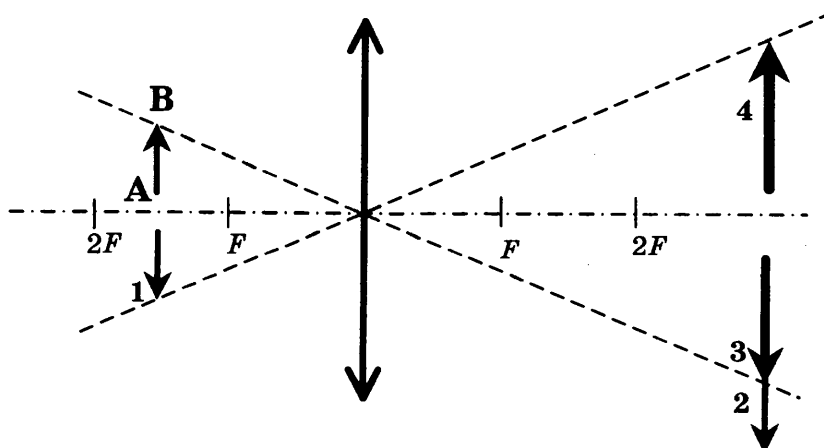
Ответ: _____.

14. В электрической цепи, представленной на рисунке, сопротивления резисторов равны $R_1 = 20$ Ом и $R_2 = 30$ Ом. Чему равно отношение выделяющихся на резисторах мощностей $\frac{P_2}{P_1}$?



Ответ: _____.

15. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

$t, \text{ мкс}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I, \text{ А}$	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

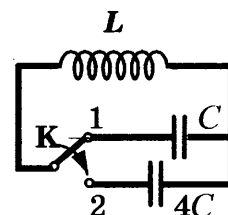
Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент $t = 1 \text{ мкс}$ напряжение на конденсаторе минимально.
- 2) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 4 \text{ мкс}$.
- 3) Частота электромагнитных колебаний равна 25 кГц .
- 4) В момент $t = 2 \text{ мкс}$ заряд конденсатора максимален
- 5) В момент $t = 6 \text{ мкс}$ энергия магнитного поля катушки максимальна.

Ответ:

--	--

17. Как изменятся частота собственных колебаний и максимальная сила тока в катушке колебательного контура (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2 в тот момент, когда заряд конденсатора равен 0?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота собственных колебаний	Максимальная сила тока в катушке

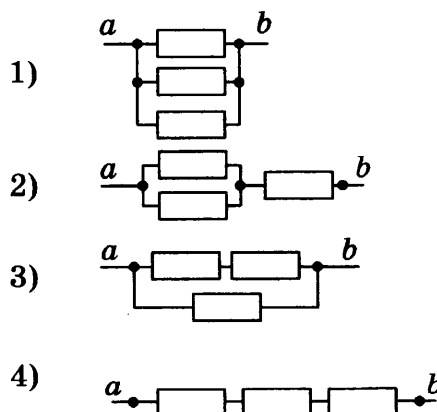
18. Установите соответствие между сопротивлением участка цепи постоянного тока и схематическим изображением этого участка цепи. Сопротивления всех резисторов на рисунках одинаковы и равны R .

СОПРОТИВЛЕНИЕ
УЧАСТКА ЦЕПИ

А) $\frac{R}{3}$

Б) $\frac{3R}{2}$

УЧАСТОК ЦЕПИ
ПОСТОЯННОГО ТОКА



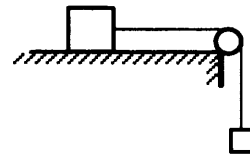
Ответ:

А	Б

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. По горизонтальному столу движется брусок массой $0,8$ кг, соединенный с грузом массой $0,2$ кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Груз движется с ускорением $1,2$ м/с². Определите коэффициент трения бруска о поверхность стола.



Ответ: _____ .

25. В баллоне объемом $16,62$ м³ находятся 14 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа? Ответ выразите в килопаскалях.

Ответ: _____ кПа.

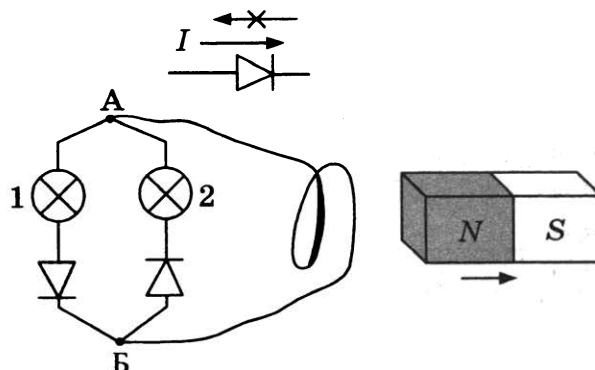
26. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,1$ м, по которому течет ток, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл и расположен под углом 90° к вектору \vec{B} . Какова сила тока, если сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна $0,2$ Н?

Ответ: _____ А.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 27–31 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

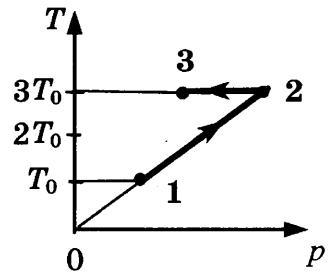
27. Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединенных, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если отодвигать от витка северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения



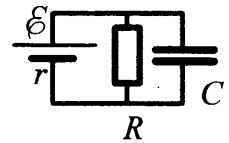
Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно друг другу и равны $v_{пл} = 15$ м/с и $v_{бр} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

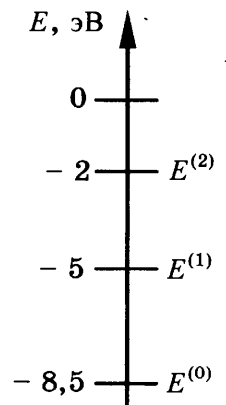
29. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят $Q_{23} = 2,5$ кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



30. Какой должна быть ЭДС \mathcal{E} источника тока, чтобы напряженность электрического поля в плоском конденсаторе была равна $E = 2$ кВ/м, если внутреннее сопротивление источника тока $r = 2$ Ом, сопротивление резистора $R = 10$ Ом, расстояние между пластинами конденсатора $d = 2$ мм (см. рисунок)?



31. Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон в результате столкновения с одним из таких атомов приобрел некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $p_1 = 1,2 \cdot 10^{-24}$ кг м/с. Определите кинетическую энергию E_0 электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

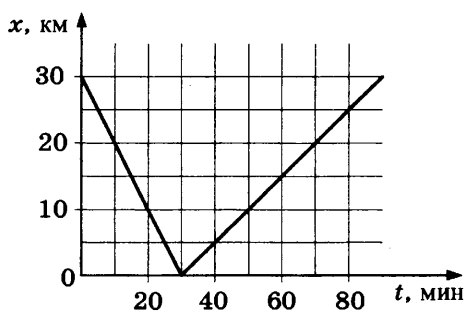


ВАРИАНТ 2

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график движения автобуса по прямой дороге, расположенной вдоль оси X . Определите проекцию скорости автобуса на ось X в интервале времени от 0 до 30 мин.



Ответ: _____ км/ч.

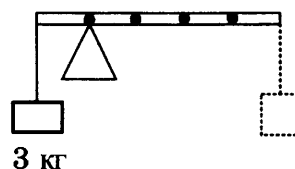
2. Тело скользит по горизонтальной плоскости. С какой силой тело давит на плоскость, если сила трения, действующая на тело, равна 9 Н, а коэффициент трения скольжения равен 0,2?

Ответ: _____ Н.

3. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз увеличится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет в три раза больше?

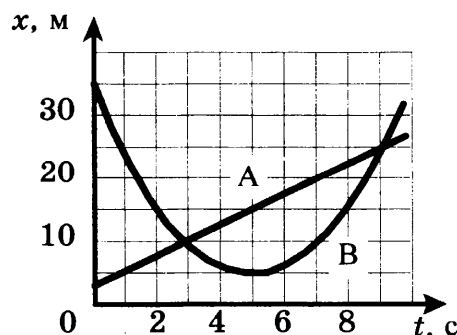
Ответ: в _____ раз.

4. К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3 кг (см. рисунок). Стержень расположили на опоре, отстоящей от груза на 0,2 длины. Груз какой массы надо подвесить к правому концу, чтобы стержень находился в равновесии?



Ответ: _____ кг.

5. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось X . Выберите два верных утверждения о движении тел.

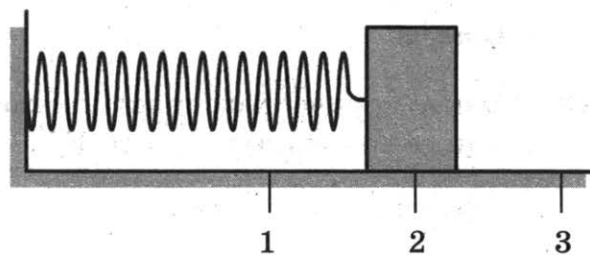


- 1) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 4 с.
- 2) Тело А движется со скоростью 2,5 м/с.
- 3) Тело А движется равноускоренно.
- 4) За первые 5 с тело В прошло 30 м.
- 5) Тело В движется равномерно.

Ответ:

--	--

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются потенциальная энергия пружины маятника и скорость груза при движении груза маятника от точки 3 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины	Скорость груза

7. Два пластилиновых бруска, массы которых равны $m_1 = m$ и $m_2 = 3m$, скользят навстречу друг другу по гладкой горизонтальной плоскости со скоростями $v_1 = v$, $v_2 = 2v$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение брусков после абсолютно неупругого столкновения, и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Модуль скорости первого бруска после столкновения
- Б) Кинетическая энергия второго бруска после столкновения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{5}{4}v$
- 2) $\frac{75}{32}mv^2$
- 3) $\frac{7}{4}v$
- 4) $\frac{25}{8}mv^2$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Давление газа равно 100 кПа. При постоянной температуре объем газа уменьшили в 2 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ кПа.

9. В идеальном тепловом двигателе, работающем по циклу Карно, температура нагревателя равна 580 К, а холодильника 17°C. Определите КПД этого двигателя.

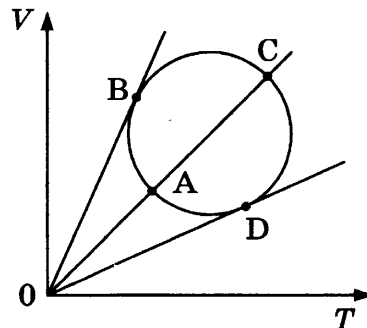
Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты отдает чугунная деталь массой 10 кг при понижении ее температуры на 20 К?

Ответ: _____ кДж.

11. Зависимость объема постоянной массы идеального газа от температуры показана на V - T -диаграмме (см. рисунок). Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем с газом.

- 1) Давление газа минимально в состоянии А.
- 2) При переходе из состояния D в состояние А внутренняя энергия уменьшается.
- 3) При переходе из состояния В в состояние С работа газа все время отрицательна.
- 4) Давление газа в состоянии С больше, чем давление газа в состоянии А.
- 5) Давление газа в состоянии D больше, чем давление газа в состоянии А.



Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа, ν — количество газа).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) Изохорное нагревание при $\nu = \text{const}$
 Б) Адиабатическое сжатие при $\nu = \text{const}$

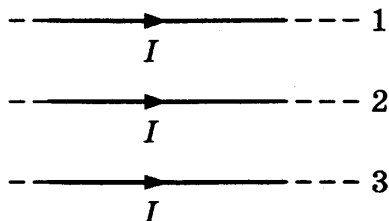
ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U > 0, A = 0$
- 2) $\Delta U > 0, A > 0$
- 3) $\Delta U = 0, A > 0$
- 4) $\Delta U > 0, A < 0$

Ответ:

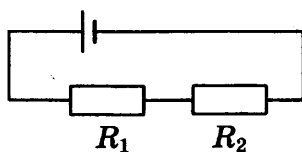
А	Б

13. По трем тонким длинным прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлена сила Ампера (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*), действующая на проводник 1 со стороны двух других? Расстояния между соседними проводниками одинаковы. Ответ запишите словом (словами).



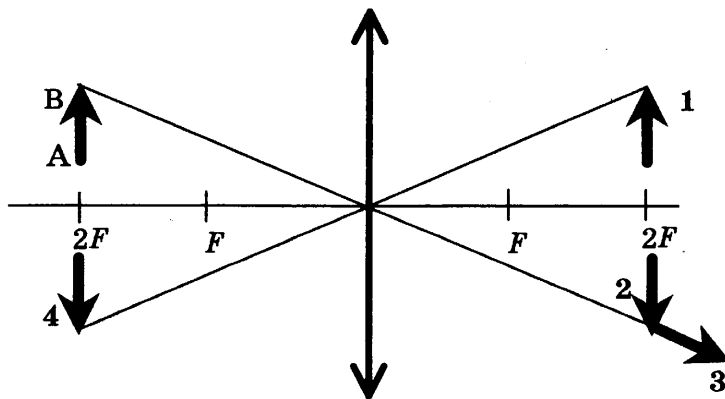
Ответ: _____.

14. В электрической цепи, представленной на рисунке, тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе $R_1 = 20$ Ом, равна 2 кВт. Чему равна мощность, выделяющаяся на резисторе $R_2 = 30$ Ом?



Ответ: _____ кВт.

15. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: образ _____.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

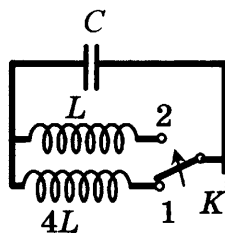
t , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I , А	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент $t = 2$ мкс напряжение на конденсаторе минимально.
- 2) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 8$ мкс.
- 3) Частота колебаний равна 8 кГц.
- 4) В момент $t = 3$ мкс заряд конденсатора максимален
- 5) В момент $t = 4$ мкс энергия магнитного поля катушки минимальна.

Ответ:

17. Как изменятся частота собственных колебаний и максимальный заряд конденсатора колебательного контура (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2 в тот момент, когда заряд конденсатора максимален?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

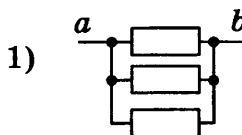
Частота собственных колебаний	Максимальный заряд конденсатора

18. Установите соответствие между сопротивлением участка цепи постоянного тока и схематическим изображением этого участка цепи. Сопротивления всех резисторов на рисунках одинаковы и равны R .

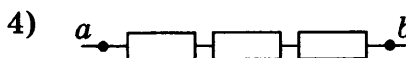
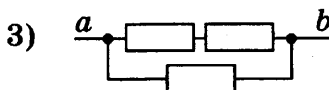
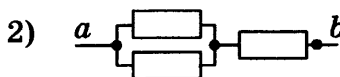
СОПРОТИВЛЕНИЕ
УЧАСТКА ЦЕПИ

УЧАСТОК ЦЕПИ
ПОСТОЯННОГО ТОКА

А) $3R$



Б) $\frac{2R}{3}$



Ответ:

А	Б

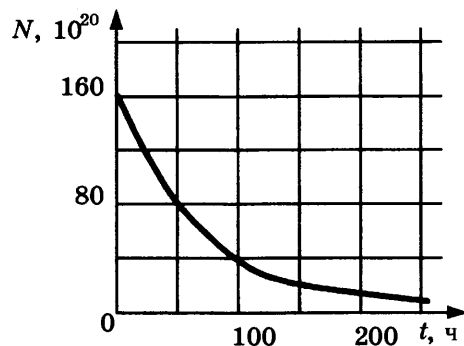
19. Укажите число протонов и число нейтронов в ядре бора ${}^{11}_5\text{B}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия ${}_{68}^{172}\text{Er}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа эрбия.



Ответ: _____ ч.

21. Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся энергия фотонов $E_{\text{ф}}$ падающего излучения и работа выхода электронов $A_{\text{вых}}$ с поверхности металла, если увеличить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия фотонов $E_{\text{ф}}$	Работа выхода $A_{\text{вых}}$

22. При определении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 40 колебаний, которое оказалось равным 20,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,4 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) с.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от массы шарика?

№ маятника	Длина маятника	Объем сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	сталь
2	1,2 м	5 см ³	сталь
3	2,0 м	5 см ³	алюминий
4	1,5 м	8 см ³	сталь
5	1,0 м	5 см ³	медь

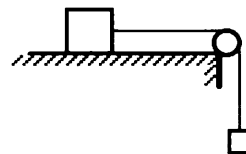
В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. По горизонтальному столу движется брусок массой $0,7$ кг, соединенный с грузом массой $0,3$ кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен $0,2$. Определите ускорение бруска.



Ответ: _____ м/с².

25. В баллоне находятся 28 кг азота при температуре 300 К и давлении 300 кПа. Определите объем баллона.

Ответ: _____ м³.

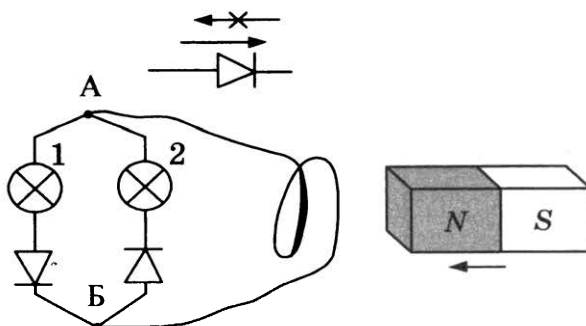
26. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,2$ м, по которому течет ток $I = 2$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл и расположен параллельно вектору \vec{B} . Определите модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.

Ответ: _____ Н.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 27–31 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединенных, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если приближать к витку северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

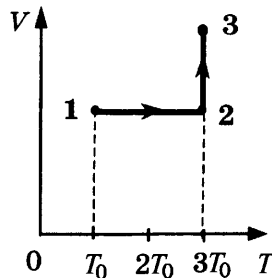


Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с числовым ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

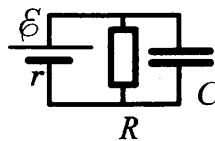
28. Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 100$ м/с, пробивает стоящий на горизонтальной поверхности льда брусок и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $\frac{v_0}{2}$. Масса бруска в 10 раз больше массы пули.

Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние L сместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 20%?

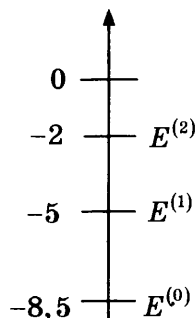
29. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят количество теплоты $Q_{23} = 2,5$ кДж. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



30. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряженность электрического поля E между пластинами конденсатора?



31. Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, движущийся с кинетической энергией $E_0 = 1,5$ эВ, в результате столкновения с одним из таких атомов приобрел некоторую дополнительную энергию. Определите импульс p_1 электрона после столкновения, считая, что до столкновения атом покоился. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

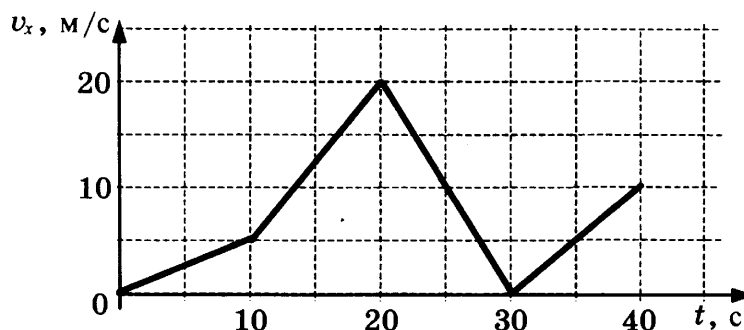


ВАРИАНТ 3

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в промежуток времени от 10 с до 20 с?



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 2 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $\frac{m}{2}$ под действием силы $2\vec{F}$ в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с².

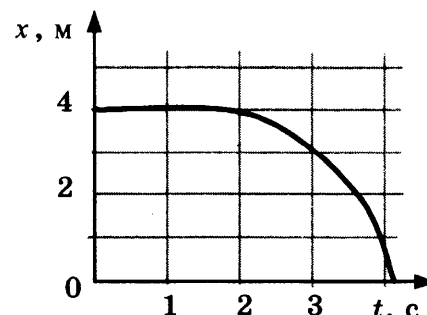
3. Охотник, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда $0,04 \text{ кг}$. Скорость дробинок при выстреле равна 300 м/с . Какова масса охотника, если его скорость после выстрела равна $0,2 \text{ м/с}$?

Ответ: _____ кг.

4. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Определите силу, с которой действует масло на пробку площадью 5 см^2 , если расстояние от уровня масла в сосуде до пробки равно 20 см .

Ответ: _____ Н.

5. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите два верных утверждения о движении шарика.



- 1) Первые 2 с шарик покоился, а затем двигался с возрастающей скоростью.
- 2) На шарик действовала все увеличивающаяся сила.
- 3) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 4) Путь, пройденный шариком за первые 3 с, равен 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ:

--	--

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Как изменятся период колебаний маятника и период изменения его потенциальной энергии, если увеличить массу маятника, не изменяя жесткость пружины? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1) увеличится | 3) не изменится |
| 2) уменьшится | |

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Период изменения потенциальной энергии

7. Шайба съезжает из состояния покоя с горки высотой H . Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Трение шайбы о горку пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) масса шайбы
 Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

ФОРМУЛА

- 1) $E_k \sqrt{\frac{2}{gH}}$
- 2) $\frac{\sqrt{2E_k}}{gH}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gH}}$
- 4) $\frac{E_k}{gH}$

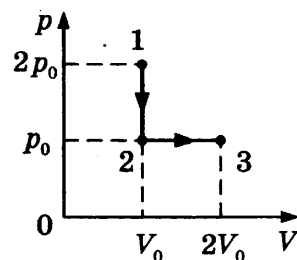
Ответ:

А	Б

8. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз.

9. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершенная газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 80$ кПа, $V_0 = 2$ л?



Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда за счет движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ %.

11. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 80 °С.
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- 3) Через 4 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
- 4) Через 12 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 5) Через 14 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.

Ответ:

12. Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику?

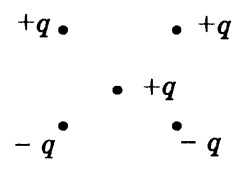
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

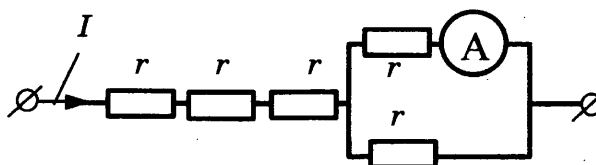
КПД теплового двигателя	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы

13. Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Кулона \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 6$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

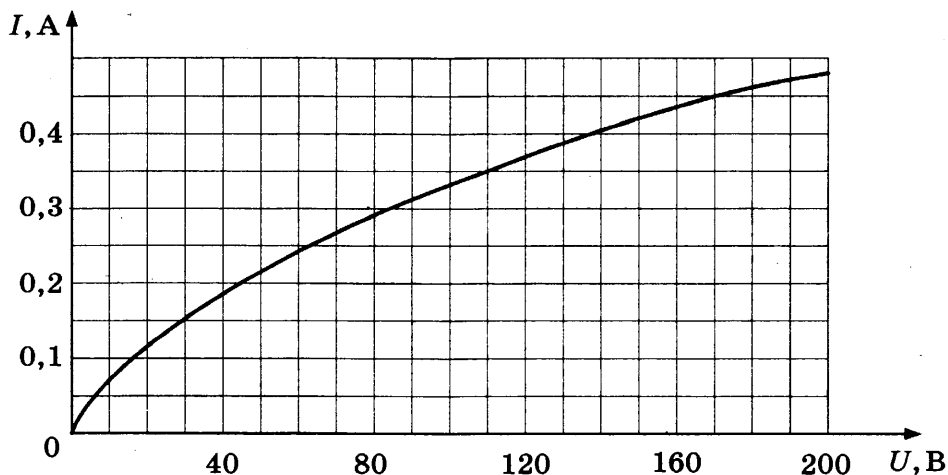


Ответ: _____ А.

15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отраженным лучами равен 60° . Определите угол между отраженным лучом и зеркалом.

Ответ: _____ $^\circ$.

16. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите два верных утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график.



- 1) Сопротивление лампы не зависит от приложенного напряжения.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 38,5 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 40 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,15 А равно 200 Ом.
- 5) Сопротивление лампы при напряжении 100 В равно 400 Ом.

Ответ:

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

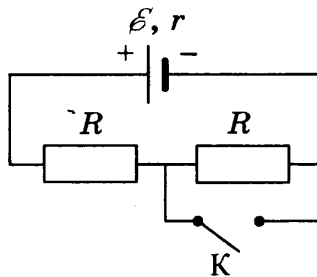
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и первым дифракционным максимумом

18. На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при замкнутом ключе К
- Б) сила тока через источник при разомкнутом ключе К

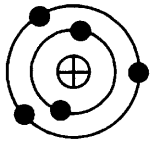
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
- 2) $\frac{2\mathcal{E}r}{2R+r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена модель нейтрального атома. Масса атома равна 11 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов
-	-

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 5,2 года?

Ответ: _____ г.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. Как изменятся при этом массовое число и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

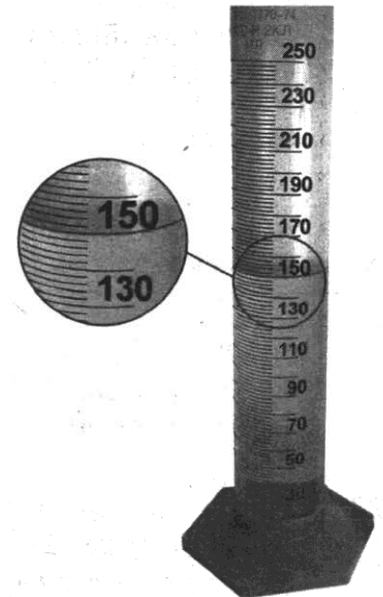
- 1) увеличивается 3) не изменяется
2) уменьшается

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра
-	-

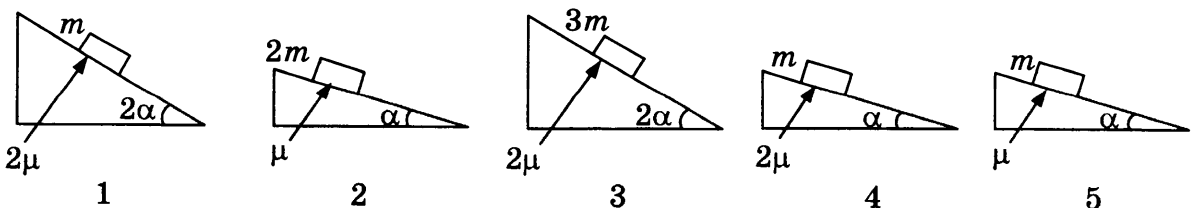
22. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объема равна цене деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды?

Ответ: (_____ ± _____) мл.



В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от коэффициента трения груза о плоскость. Какие две установки из изображенных ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки высотой 10 м и проехал по горизонтали до остановки 50 м. Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 80 Н. Чему равна общая масса мальчика с санками?

Ответ: _____ кг.

25. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой – водород, концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 4 раза меньше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул водорода?

Ответ: _____.

26. Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$, если напряжение на нем 3,6 В, а модуль вектора магнитной индукции 1 Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ Н.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 27–31 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

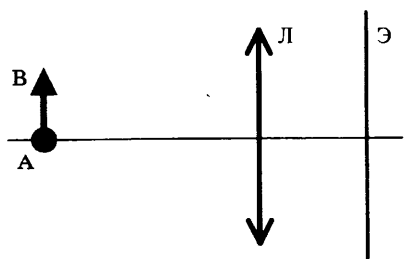


Рис.1

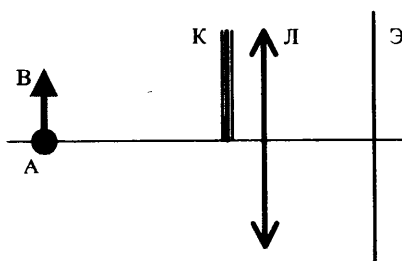
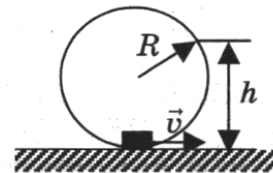


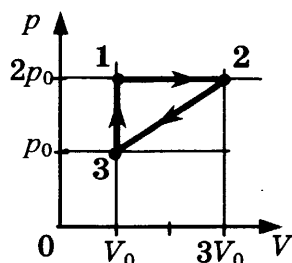
Рис.2

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

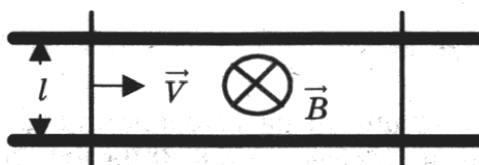
28. Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?



29. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{ц} = 5$ кДж. Какое количество теплоты $Q_{н}$ газ получает за цикл от нагревателя?



30. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый – покоится. С какой скоростью \vec{v} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



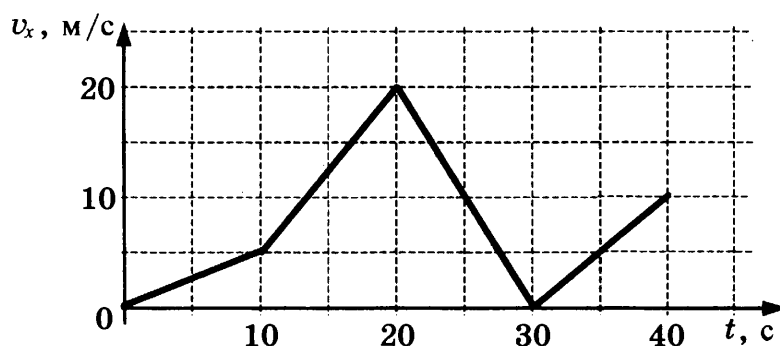
31. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектрона?

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в момент времени от 20 с до 30 с?



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 8 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $2m$ под действием силы $\frac{\vec{F}}{2}$ в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с².

3. Охотник массой 60 кг , стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда $0,03 \text{ кг}$. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с . Определите скорость охотника после выстрела.

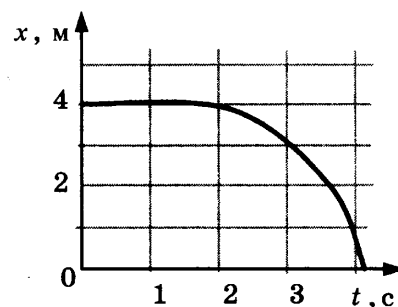
Ответ: _____ м/с.

4. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Каково расстояние от уровня масла в сосуде до пробки, если сила, с которой действует масло на пробку площадью 10 см^2 , равна $3,6 \text{ Н}$?

Ответ: _____ см.

5. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите два верных утверждения о движении шарика.

- 1) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 2) Скорость шарика все время увеличивалась.
- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на шарик, была равна 0.
- 4) За первые 3 с шарик переместился на 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.



Ответ:

--	--

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях жесткости пружины маятника. Как изменятся период колебаний маятника и период изменения его кинетической энергии, если увеличить жесткость пружины, не изменяя массу маятника? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Период изменения кинетической энергии

7. Шайба массой m съезжает с горки из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Трение шайбы о горку пренебрежимо мало. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) высота горки
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

ФОРМУЛА

- 1) $E_k \sqrt{\frac{2m}{g}}$
- 2) $\sqrt{2mE_k}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gm}}$
- 4) $\frac{E_k}{gm}$

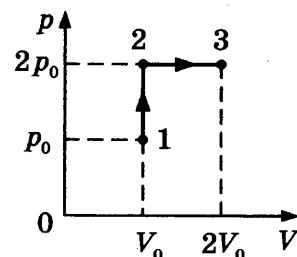
Ответ:

А	Б

8. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно нагревая его. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз(а).

9. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершенная газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 50$ кПа, $V_0 = 2$ л?



Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 20%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда за счет движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ %.

11. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 95 °С.
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 3) Через 9 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
- 4) Через 13 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- 5) Через 10 мин после начала измерений жидкость начала конденсироваться.

Ответ:

--	--

12. Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл?

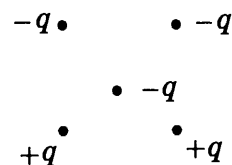
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

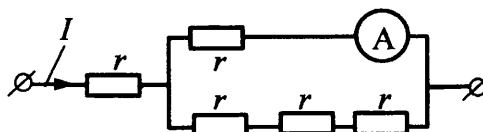
КПД теплового двигателя	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

13. Как направлена сила Кулона (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*), действующая на отрицательный точечный заряд $-q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 10$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

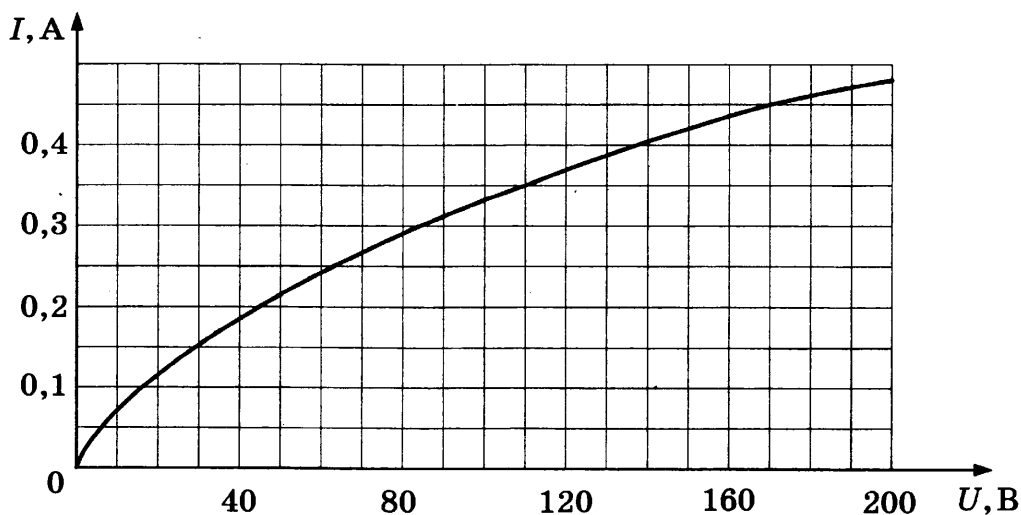


Ответ: _____ А.

15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и зеркалом равен 30° . Определите угол между падающим и отраженным лучами.

Ответ: _____ $^\circ$.

16. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите два верных утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график.



- 1) Сопротивление лампы уменьшается при увеличении силы тока, текущего через нее.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 50 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 76,5 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,35А равно 200 Ом.
- 5) Мощность, выделяемая в лампе, увеличивается при увеличении силы тока.

Ответ:

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменится длина волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и вторым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

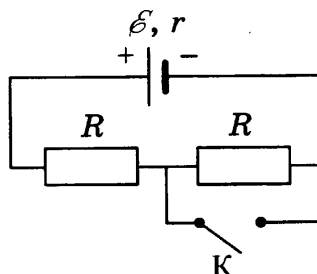
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и вторым дифракционным максимумом

18. На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при разомкнутом ключе К
- Б) сила тока через первый резистор при замкнутом ключе К

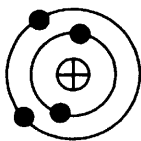
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
- 2) $\frac{2\mathcal{E}R}{2R+r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена модель нейтрального атома. Масса атома равна 11 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 7,8 лет?

Ответ: _____ г.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность испускания атомным ядром электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

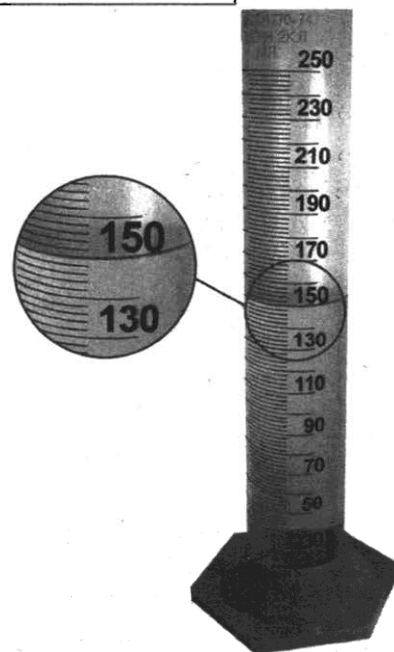
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

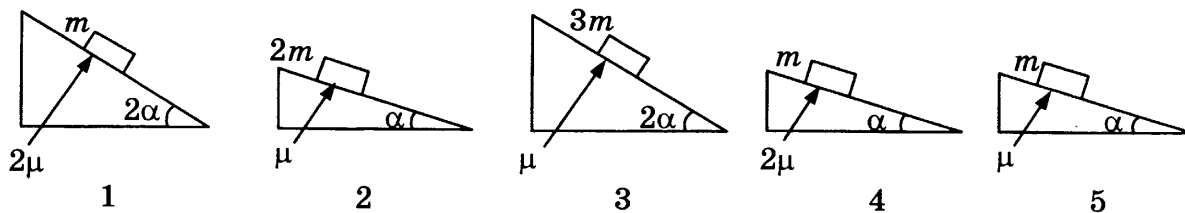
22. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объема равна половине цены деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды?

Ответ: (_____ ± _____) мл.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.



23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от массы груза. Какие две установки из изображенных ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки, а затем проехал до остановки по горизонтальной поверхности 30 м. Коэффициент трения при его движении по горизонтальной поверхности равен 0,2. Чему равна высота горки? Масса мальчика вместе с санями равна 50 кг.

Ответ: _____ м.

25. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой – азот. И концентрация, и давление кислорода в 2 раза больше концентрации и давления азота. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул азота?

Ответ: _____.

26. При помещении в магнитное поле на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $3 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$ действует сила Ампера, равная 0,6 Н. Чему равен модуль вектора магнитной индукции, если напряжение на проводнике равно 2,4 В? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ Тл.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 27–31 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если нижнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

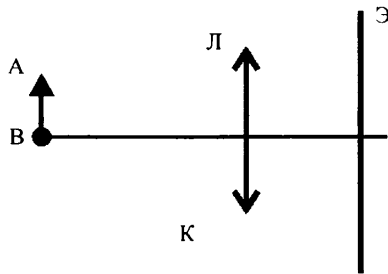


Рис.1

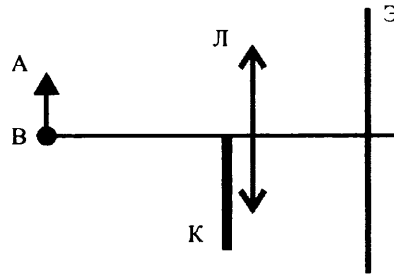
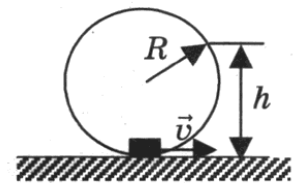


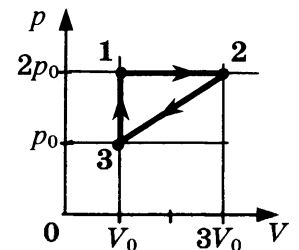
Рис.2

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

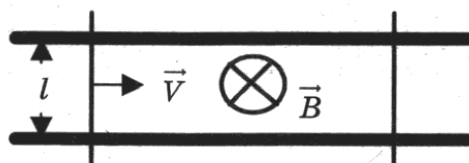
28. Небольшая шайба массой $m = 0,2$ кг после толчка приобретает скорость $v = 3$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. С какой силой F шайба давит на поверхность кольца в тот момент, когда она находится на высоте $h = 0,2$ м от нижней точки кольца?



29. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{н}} = 2300$ Дж. Какую работу газ совершает за цикл?



30. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый — покоится. С какой скоростью \vec{v} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в два раза увеличить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



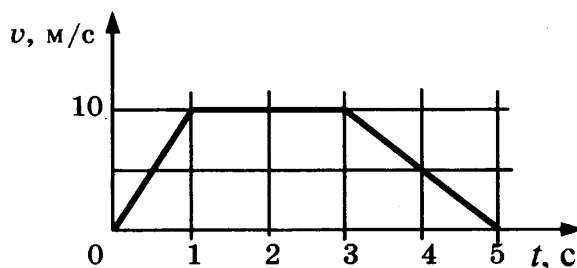
31. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_3 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите путь, пройденный автомобилем за первую секунду движения.



Ответ: _____ м.

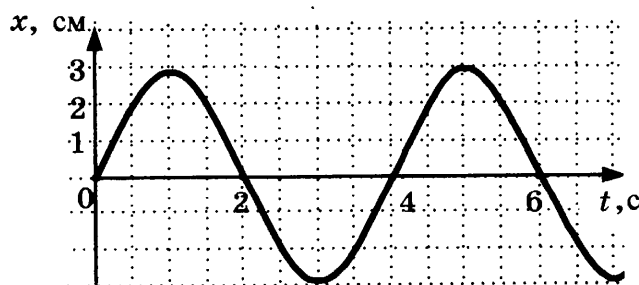
2. Пружина жесткости $k = 10^4$ Н/м одним концом прикреплена к неподвижной опоре, а к другому ее концу приложили силу $F = 1000$ Н. Определите растяжение пружины.

Ответ: _____ см.

3. Отец везет сына на санках по горизонтальной заснеженной дороге с постоянной скоростью. Отец совершил механическую работу, равную 2000 Дж, проделав путь 50 м. Определите модуль силы трения, действовавшей на санки во время движения.

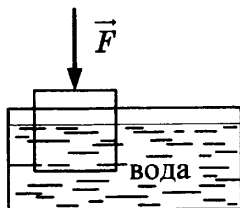
Ответ: _____ Н.

4. На рисунке приведен график зависимости координаты колеблющегося тела от времени. Чему равна частота колебаний тела?



Ответ: _____ Гц.

5. Деревянный кубик с ребром 10 см плавает частично погруженный в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии частично или полностью погруженный в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите два верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы, F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0

- 1) В опыте № 6 сила Архимеда, действующая на кубик, меньше, чем в опыте № 2.
- 2) В опыте № 7 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) В опыте № 4 кубик погружен в воду на половину своего объема.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3 .

Ответ:

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли и скорость его движения по орбите?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Скорость движения по орбите

7. Тело брошено с горизонтальной поверхности со скоростью U под углом α к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение тела, и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длительность полета тела t
 Б) расстояние S от точки броска до точки падения

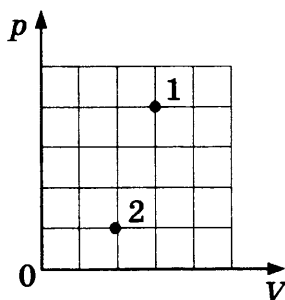
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2v\sin\alpha}{g}$
 2) $\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g}$
 3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$
 4) $\frac{v\sin\alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Определите отношение температур газа $\frac{T_1}{T_2}$ в состояниях 1 и 2 (см. рисунок).



Ответ: _____

9. Какое количество теплоты передано газу, если его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж, а газ совершил работу, равную 500 Дж?

Ответ: _____ Дж.

10. Воспользовавшись таблицами, приведенными на стр. 6–7, определите, какое должно быть примерное отношение масс $\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Al}}}$ железного и алюминиевого тел, чтобы при получении одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ .

11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль водорода. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня два утвер-

ждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.

- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде не изменилось.
- 3) Концентрация гелия увеличилась.
- 4) В начале опыта концентрации газов были одинаковые.
- 5) В начале опыта массы газов были одинаковые.

Ответ:

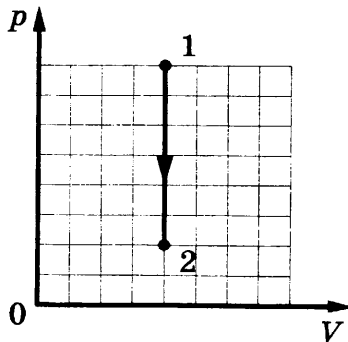
--	--

12. На рисунках А и Б приведены графики двух процессов 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах $p-V$ и $V-T$, где p – давление, V – объем и T – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

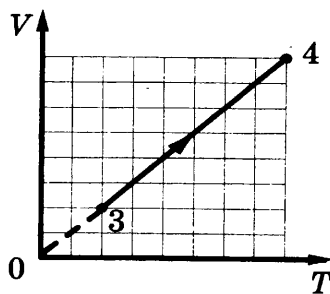
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



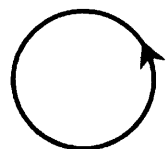
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдает теплоту.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ получает теплоту и совершает работу.

Ответ:

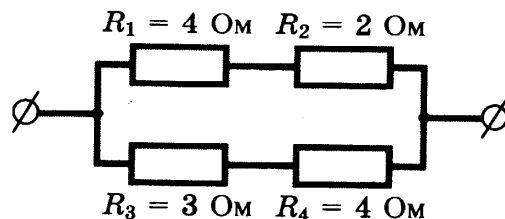
А	Б

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Куда направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля тока в центре витка? Ответ запишите словом (словами).



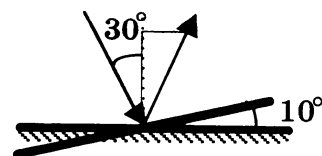
Ответ: _____.

14. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_1/Q_2 , выделившихся на резисторах R_1 и R_2 за одно и то же время?



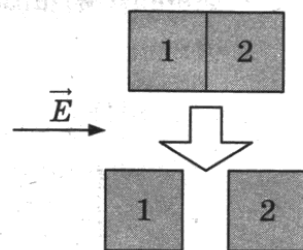
Ответ: _____ .

15. Угол падения света на горизонтально расположенное плоское зеркало равен 30° . Каким станет угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ $^\circ$.

16. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.



- 1) После того, как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался отрицателен, заряд второго — положителен.
- 2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
- 3) После того, как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.
- 4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно.
- 5) До разделения кубиков в электрическом поле правая поверхность 2-го кубика была заряжена отрицательно.

Ответ:

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты и кинетической энергией частицы при увеличении скорости ее движения?

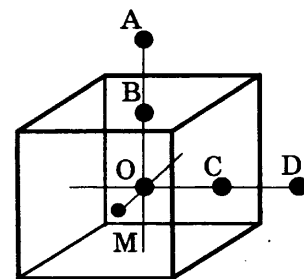
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Кинетическая энергия частицы

18. Заряд неподвижного металлического уединенного кубика равен q . Точка O – центр кубика, точки B и C – центры его граней, $AB = OB$, $CD = OC$, $OM = \frac{OB}{2}$. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A равен E_A .



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

А) модуль напряженности электростатического поля кубика в точке D

1) 0

Б) модуль напряженности электростатического поля кубика в точке M

2) E_A

3) $4E_A$

4) $16E_A$

Ответ:

А	Б

19. В результате серии радиоактивных распадов уран ${}^{238}_{92}\text{U}$ превращается в свинец ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Какое количество α -распадов и β -распадов он испытывает при этом?

Ответ:

Число α -распадов	Число β -распадов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа висмута 19 мин. За какой промежуток времени распадется 75% ядер висмута в исследуемом образце?

Ответ: за _____ мин.

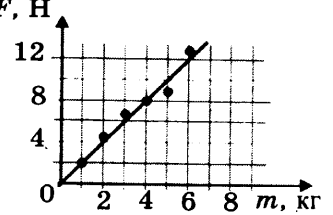
21. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится работа выхода фотоэлектронов из металла и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max} , вылетающих с поверхности металла, если увеличить интенсивность падающего света, не изменяя его частоту? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max}

22. Ученики исследовали зависимость силы трения скольжения от массы груза. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке. Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1 Н.

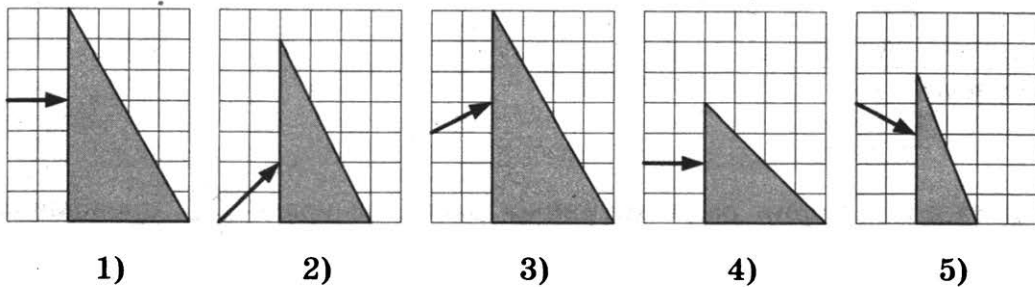


Чему равна с учетом погрешности измерений сила трения, действующая на груз массы 1 кг?

Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

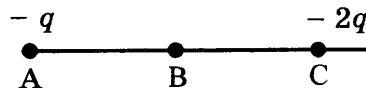
Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Какое количество теплоты выделилось при ударе, если перед ударом кинетическая энергия мяча была равна 20 Дж?

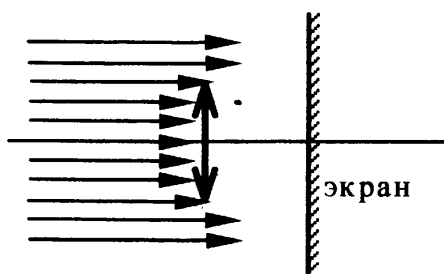
Ответ: _____ Дж.

25. Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ ($q = 1$ нКл) расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой положительный заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы модуль напряженности электрического поля в точке В увеличился в 2 раза?



Ответ: _____ нКл.

26. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран расположен за линзой на расстоянии 10 см. Рассчитайте внешний диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране.



Ответ: _____ см.

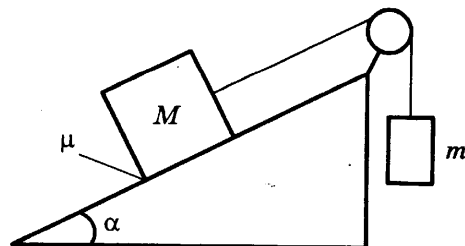
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 27–31 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

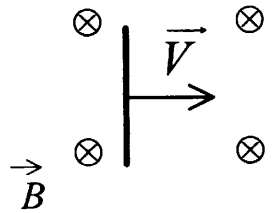
28. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно



максимальное значение массы m , при котором система грузов еще не выходит из первоначального состояния покоя?

29. Воздушный шар объемом $V = 2500 \text{ м}^3$ с массой оболочки $m_{об} = 400 \text{ кг}$ имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры t_1 нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой $m_{г} = 200 \text{ кг}$? Температура окружающего воздуха $t = 7 \text{ }^\circ\text{С}$, его плотность $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

30. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл. Скорость проводника направлена горизонтально, перпендикулярно проводнику (см. рисунок). Начальная скорость проводника равна нулю, а его ускорение 8 м/с^2 . Какова ЭДС индукции на концах проводника в тот момент, когда он переместился на 1 м?



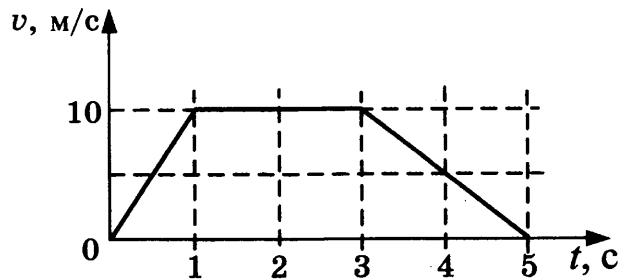
31. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300 \text{ нм}$. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450 \text{ нм}$. Какое запирающее напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?

ВАРИАНТ 6

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Чему равен путь автомобиля за промежуток времени от 3 с до 5 с?



Ответ: _____ м.

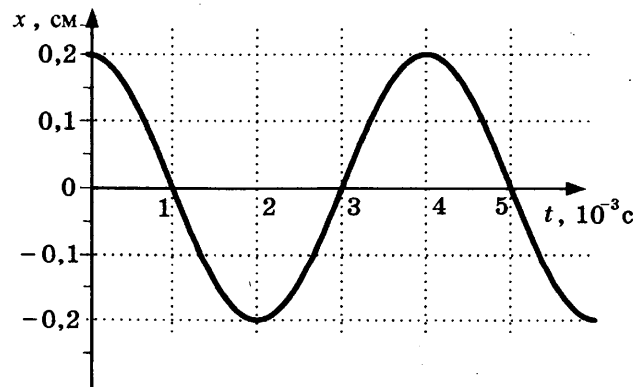
2. Пружина одним концом прикреплена к неподвижной опоре, а к другому ее концу приложили силу $F = 10$ Н, при этом пружина растянулась на $\Delta l = 2$ см. Определите жесткость пружины k .

Ответ: _____ Н/м.

3. Отец везет сына на санках с постоянной скоростью по горизонтальной заснеженной дороге. Модуль силы трения санок о снег равен 30 Н. Отец совершил механическую работу, равную 3000 Дж. Определите пройденный путь.

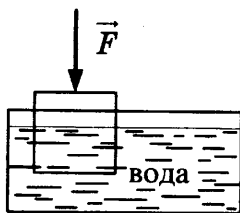
Ответ: _____ м.

4. На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Чему равен период этих колебаний?



Ответ: _____ мс.

5. Деревянный кубик с ребром 10 см плавает частично погруженный в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии частично или полностью погруженный в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите два верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0

- 1) В опыте № 8 сила Архимеда, действующая на кубик, больше, чем в опыте № 7.
- 2) В опыте № 5 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) При выполнении опытов № 1 – № 5 сила Архимеда, действующая на тело, увеличивалась.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м³.

Ответ:

--	--

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода кинетическая энергия спутника и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Период обращения вокруг Земли

7. Тело брошено с поверхности земли со скоростью v под углом α к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение тела, и формулами, по которым их можно определить.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

**ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ**

- А) время подъема t на
максимальную высоту
Б) максимальная высота
 h над горизонтом

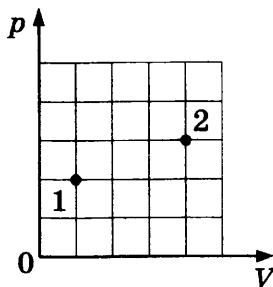
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
2) $\frac{v \cos^2 \alpha}{g}$
3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{2g}$
4) $\frac{v \sin \alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Определите $\frac{T_2}{T_1}$ отношение температур газа в состояниях 2 и 1 (см. рисунок).



Ответ: _____.

9. Какое количество теплоты газ отдал окружающим телам, если его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж, а внешние силы совершили над газом работу, равную 500 Дж?

Ответ: _____ Дж.

10. Воспользовавшись таблицами, приведенными на стр. 6–7, определите, каково должно быть примерное отношение масс $\frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\text{Cu}}}$ свинцового и медного тел, чтобы при получении одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____.

11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль гелия. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.

- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде уменьшилось.
- 3) Концентрация водорода увеличилась.
- 4) В начале опыта концентрации водорода была больше, чем концентрация гелия.
- 5) В начале опыта масса гелия была больше, чем масса водорода.

Ответ:

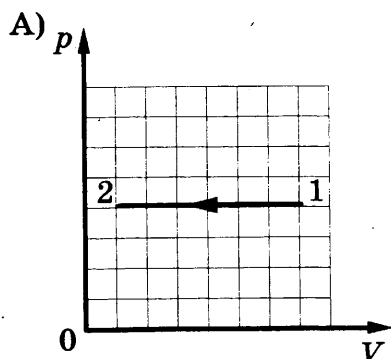
--	--

12. На рисунках А и Б приведены графики двух процессов 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах p – V и p – T , где p – давление, V – объем и T – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

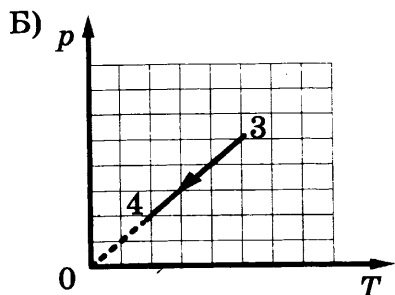
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

УТВЕРЖДЕНИЯ



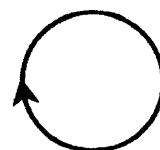
- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ совершает работу.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ отдает теплоту, но не совершает работы.



Ответ:

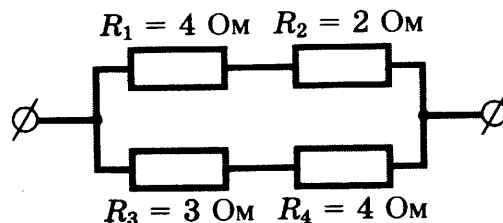
А	Б

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Куда направлен (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) вектор индукции магнитного поля тока в центре витка? Ответ запишите словом (словами).



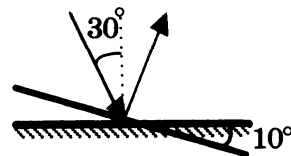
Ответ: _____ .

14. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_3/Q_4 , выделившихся на резисторах R_3 и R_4 за одно и то же время?



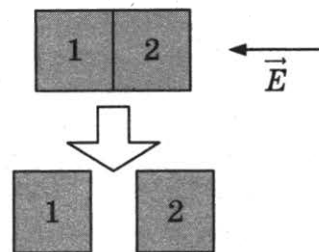
Ответ: _____ .

15. Угол падения света на горизонтально расположенное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ .

16. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизил вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально влево, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули (нижняя часть рисунка). Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.



- 1) После того как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался положительным, заряд второго — отрицательным.
- 2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
- 3) После того как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.
- 4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно.
- 5) После того как кубики раздвинули, правые поверхности обоих кубиков оказались заряжены отрицательно.

Ответ:

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с периодом обращения и радиусом орбиты частицы при уменьшении скорости ее движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

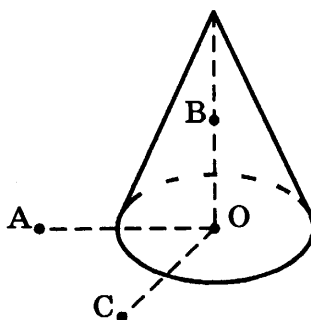
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период обращения	Радиус орбиты

18. Заряд металлического уединенного конуса высотой H и радиусом основания $R = \frac{H}{2}$ равен q . Точка O — центр основания конуса, $OA = OC = 2R$, $OB = R$, угол AOC прямой, отрезки OA и OC лежат в плоскости основания конуса. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке C равен E_C .

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- | | |
|---|------------|
| А) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке А | 1) 0 |
| Б) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке В | 2) E_C |
| | 3) $2 E_C$ |
| | 4) $4 E_C$ |

Ответ:

А	Б

19. В результате серии радиоактивных распадов торий ${}^{232}_{90}\text{Th}$ превращается в радий ${}^{224}_{88}\text{Ra}$. Какое количество α -распадов и β -распадов он испытывает при этом?

Ответ:

Число α -распадов	Число β -распадов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа радона ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ 3,8 дня. Через какое время масса радона уменьшится в 32 раза?

Ответ: _____ дней.

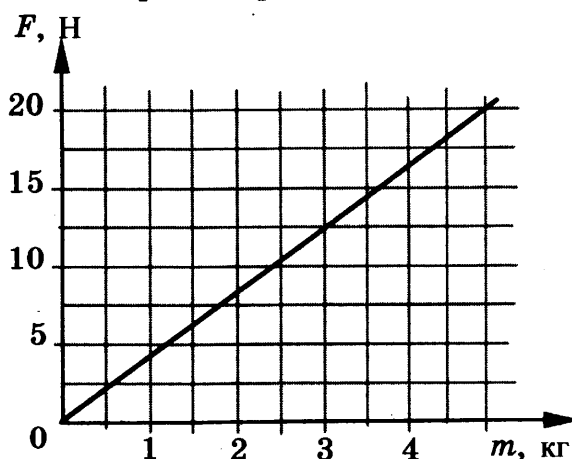
21. В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж освещают светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$ и максимальная кинетическая энергия электронов $E_{\text{мах}}$, вылетающих с поверхности металла, если увеличить частоту падающего света, не меняя его интенсивности? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$	Максимальная кинетическая энергия электронов $E_{\text{мах}}$

22. Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на открытой ими планете. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке.



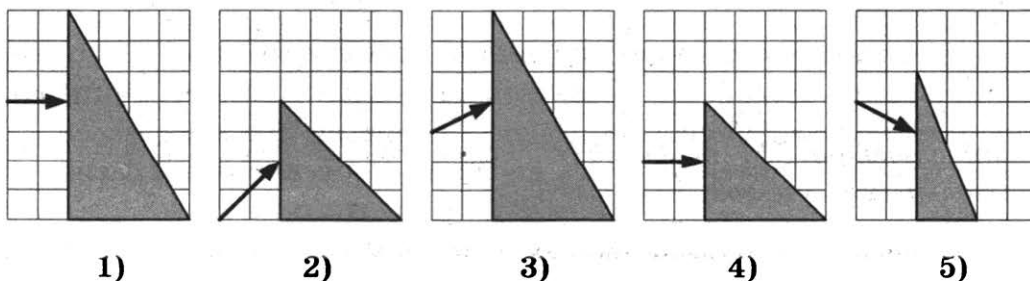
Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1,5 Н.

Чему равна с учетом погрешности измерений масса тела, на которое действует сила тяжести, равная 12,5 Н?

Ответ: (_____ ± _____) кг.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от геометрических размеров призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



1)

2)

3)

4)

5)

В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

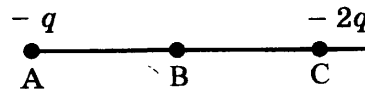
Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Найдите кинетическую энергию мяча перед ударом, если при ударе выделилось количество теплоты, равное 15 Дж.

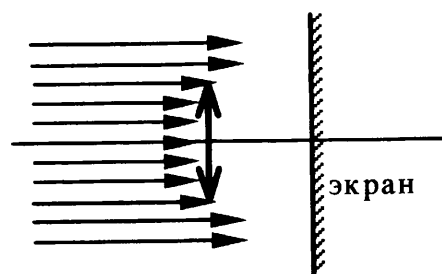
Ответ: _____ Дж.

25. Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ ($q = 2$ нКл) расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой положительный заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы напряженность электрического поля в точке В увеличилась в 4 раза?



Ответ: _____ нКл.

26. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см и оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран освещен неравномерно. Выделяется более освещенная часть экрана (в форме кольца). Рассчитайте внешний диаметр светлого кольца, создаваемого на экране. Экран находится на расстоянии 50 см от линзы.



Ответ: _____ см.

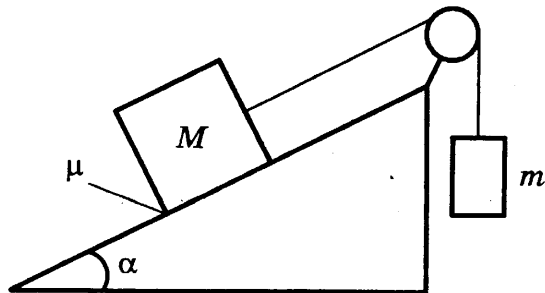
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 27–31 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно минимальное значение массы m , при котором система грузов еще не выходит из первоначального состояния покоя?



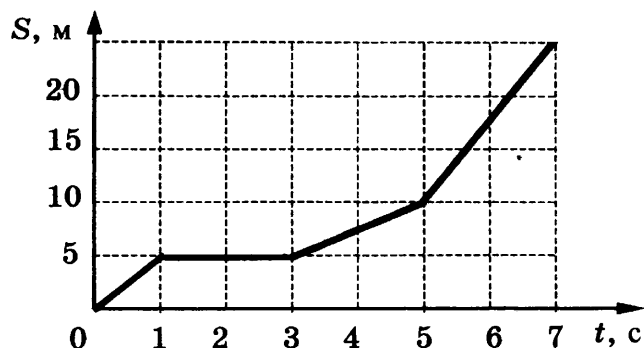
29. Воздушный шар объемом $V = 2500$ м³ с массой оболочки $m_{об} = 400$ кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Какова максимальная масса груза m_r , который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры $t_1 = 77$ °С? Температура окружающего воздуха $t = 7$ °С, его плотность $\rho = 1,2$ кг/м³. Оболочку шара считать нерастяжимой.
30. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле. Скорость проводника направлена горизонтально и перпендикулярно проводнику (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении 8 м/с² он переместился на 1 м. Какова индукция магнитного поля, в котором двигался проводник, если ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равна 2 В?
-
31. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Если облучать катод светом с длиной волны λ , то фототок прекращается при запирающем напряжении между анодом и катодом $U = 1,4$ В. Определите длину волны λ .

ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в промежуток времени от 3 с до 5 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Масса Марса в 10 раз меньше массы Земли, а расположен он в 1,5 раза дальше от Солнца, чем Земля. Во сколько раз сила притяжения Земли к Солнцу больше силы притяжения Марса к Солнцу? (Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по окружностям.)

Ответ: _____ .

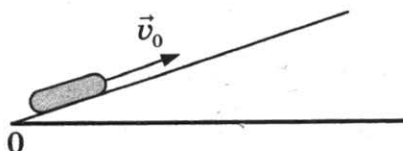
3. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

Ответ: _____ кг.

4. Какова частота колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде $v = 500$ м/с, а длина волны $\lambda = 2$ м?

Ответ: _____ Гц.

5. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно. Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Время движения шайбы вверх равно времени движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз меньше u_0 .
- 3) При движении вверх и вниз работа силы трения шайбы о плоскость одинакова.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении до верхней точки равно кинетической энергии шайбы сразу после удара
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх меньше, чем модуль ускорения при движении вниз.

Ответ:

--	--

6. В первой серии опытов исследовались малые свободные колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити большей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковые.

Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся период и амплитуда (максимальное смещение от положения равновесия) свободных колебаний груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Амплитуда колебаний

7. Брусок массой m соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости высотой h и длиной S . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила трения, действующая на брусок
 Б) время движения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\sqrt{2g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}$
- 2) $\frac{mg}{S}(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\sqrt{\frac{2S^2}{g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}}$
- 4) $\frac{\mu mg}{S}\sqrt{S^2 - h^2}$

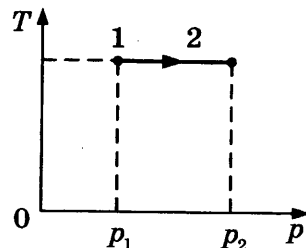
Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в закрытом сосуде было равно 40 кПа. При неизменной температуре концентрацию молекул газа увеличили в 3 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

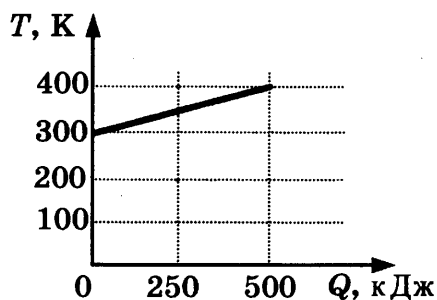
Ответ: _____ кПа.

9. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдал 50 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Определите работу внешних сил над газом в этом процессе, если $p_2 = 2 p_1$.



Ответ: _____ кДж.

10. На рисунке приведена зависимость температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



Ответ: _____ кДж/(кг·К).

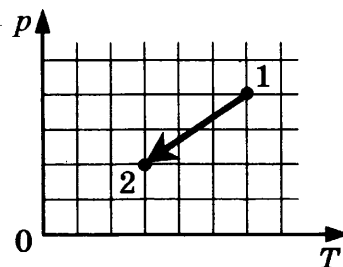
11. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 3 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) При уменьшении объема сосуда в 2,5 раза на стенках появляется роса.
- 2) Давление пара в сосуде все время увеличивается.
- 3) В конечном и начальном состоянии масса пара в сосуде одинакова.
- 4) При уменьшении объема в 2 раза относительная влажность воздуха в сосуде стала равна 80%.
- 5) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.

Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Масса газа не меняется. Как изменяются объем газа V и средняя кинетическая энергия теплового движения его молекулы E_k в ходе указанного процесса?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объем газа V	Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул E_k

13. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов: $+q$ и $-q$ ($q > 0$). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

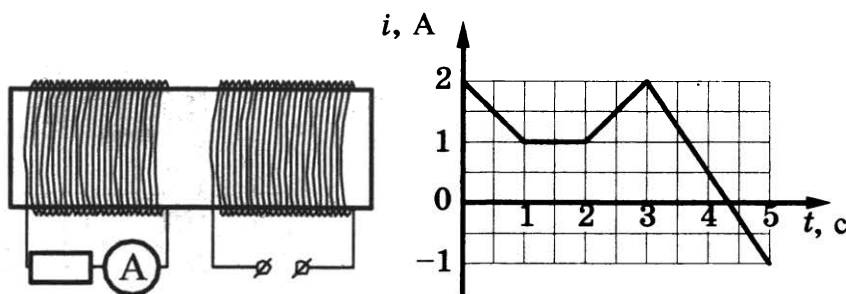
14. Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны 10 Ом, 20 Ом и 30 Ом. Каким должно быть сопротивление четвертого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым трем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 2 раза?

Ответ: _____ Ом.

15. Расстояние между предметом и плоским зеркалом равно 6 см. Каким будет расстояние между предметом и его изображением, если расстояние от предмета до зеркала увеличить в два раза?

Ответ: _____ см.

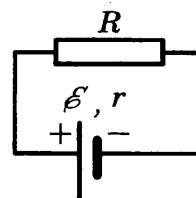
16. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику. На основании этого графика выберите два верных утверждения. Индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 2–3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Все время измерений сила тока через амперметр была отлична от 0.
- 5) В промежутках 0–1 с и 2–3 с сила тока в левой катушке была одинаковой.

Ответ:

17. Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на внешнем сопротивлении

18. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воде — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| А) скорость света в воздухе | 1) $\lambda \cdot \nu$ |
| Б) скорость света в воде | 2) $\frac{\lambda}{\nu}$ |
| | 3) $\lambda \cdot \nu \cdot n$ |
| | 4) $\frac{\lambda}{\nu} \cdot n$ |

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 ₀₃ 6 _{7,4}	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	Sc СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	29 МЕДЬ 63 ₉₉ 65 ₃₁	Cu	30 ЦИНК 64 ₄₀ 66 ₂₈ 68 ₃₉	Zn	31 ГАЛЛИЙ 69 ₈₀ 71 ₄₀

Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа меди.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение частоты света в первом пучке к частоте света во втором пучке?

Ответ: _____ .

21. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$
 Б) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{hc}{A_{\text{вых}}}$
 2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$
 3) $\frac{2}{m_e} \sqrt{h\nu - A_{\text{вых}}}$
 4) $h\nu - A_{\text{вых}}$

Ответ:

А	Б

22. При определении массы масла плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$ ученик измерил объем масла с использованием мерного цилиндра: $V = (15,0 \pm 0,5) \text{ см}^3$. Запишите в ответ массу масла с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от массы тела?

№ установки	Материал опоры	Объем сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	сталь	25 см^3	сталь
2	сталь	50 см^3	сталь
3	сталь	25 см^3	алюминий
4	чугун	25 см^3	сталь
5	чугун	50 см^3	медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

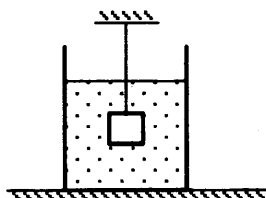
Ответ:

--	--

Часть 2

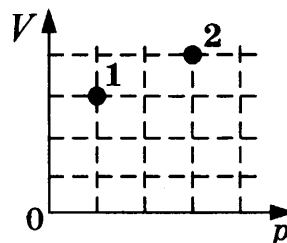
Ответом к заданиям 24–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Груз массой $m = 2,0$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рис.). Модуль силы натяжения нити $T = 13$ Н. Найдите объем груза.



Ответ: _____ л.

25. В сосуде находится 1 моль идеального одноатомного газа. В состоянии 1 температура газа равна 100 К. Определите внутреннюю энергию газа в состоянии 2 (см. рис.). Ответ приведите в кДж, округлив до целых.



Ответ: _____ кДж.

26. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 2$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скорости частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение кинетических энергий частиц $\frac{W_2}{W_1}$, если радиусы их траекторий одинаковы, отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____ .

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

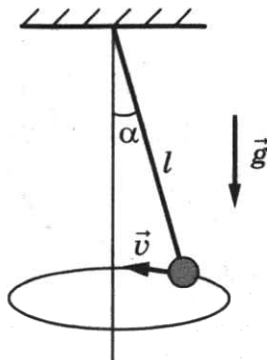
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают

длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 15$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$. С какой скоростью движется груз?



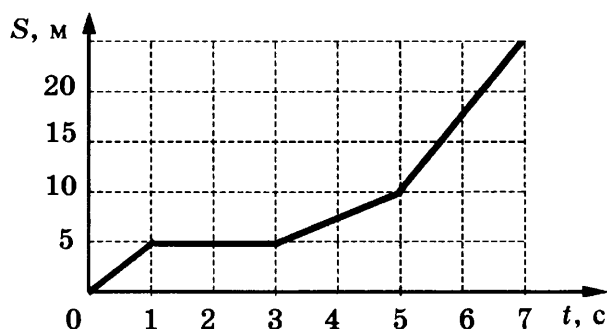
29. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\phi = 40\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть α водяных паров сконденсировалась после сжатия?
30. Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?
31. Определите коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей за неделю уран-235 (${}_{92}^{235}\text{U}$) массой 1,4 кг, если ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.

ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в промежуток времени от 1 с до 3 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если и масса спутника, и расстояние от него до центра Земли увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ .

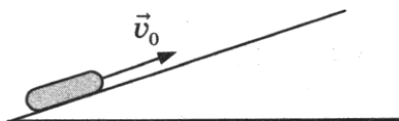
3. Легковой автомобиль и грузовик массами $m = 1000$ кг и $M = 5000$ кг движутся с постоянными скоростями. Отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 2, скорость автомобиля равна $v_1 = 110$ км/ч. Какова скорость грузовика?

Ответ: _____ км/ч.

4. Какова длина звуковой волны в среде, если скорость звука в этой среде $v = 600$ м/с, а частота колебаний $\nu = 200$ Гц?

Ответ: _____ м.

5. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно. Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Время движения шайбы вверх меньше, чем время ее движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз равен v_0 .
- 3) При движении вверх и вниз модуль работы силы тяжести, действующей на шайбу, одинаков.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении от точки удара до верхней точки больше кинетической энергии шайбы сразу после удара.
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх равен модулю ускорения при движении вниз.

Ответ:

--	--

6. В первой серии опытов исследовались малые свободные колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити меньшей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковые.

Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся частота и амплитуда (максимальное смещение от положения равновесия) свободных колебаний груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Амплитуда колебаний

7. Брусок массой m соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости высотой h и длиной S . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль силы нормального давления бруска на плоскость
 Б) модуль ускорения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{mg}{S} \sqrt{S^2 - h^2}$
- 2) $\frac{mg}{S} (h - \mu \sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\frac{g}{S} (h - \mu \sqrt{S^2 - h^2})$
- 4) $\frac{\mu mg}{S} \sqrt{S^2 - h^2}$

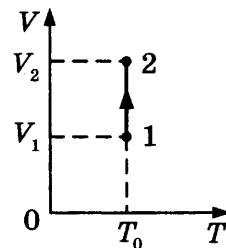
Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в закрытом сосуде было равно 40 кПа. Концентрацию молекул газа уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив его температуру в 3 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

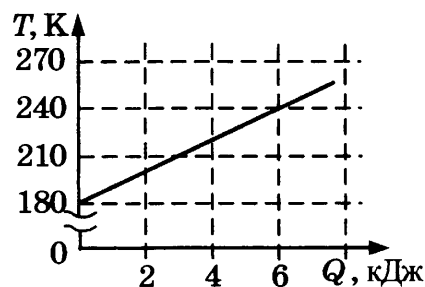
Ответ: _____ кПа.

9. На $V-T$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ получил 40 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Определите работу газа в этом процессе, если $V_2 = 2V_1$.



Ответ: _____ кДж.

10. На графике представлена зависимость температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела 0,2 кг. Чему равна удельная теплоемкость вещества в этом процессе?



Ответ: _____ Дж/(кг·К).

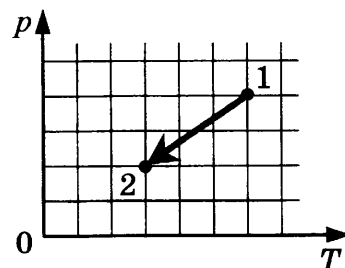
11. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 50%. Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 4 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Плотность пара в сосуде все время увеличивается.
- 2) Давление пара сначала увеличивается, а затем остается постоянным.
- 3) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.
- 4) После уменьшения объема в 3 раза относительная влажность воздуха в сосуде равна 150%.
- 5) В конечном состоянии масса пара в сосуде в 2 раза меньше начальной массы пара.

Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как изменяются плотность газа ρ и его внутренняя энергия U в ходе указанного на диаграмме процесса?



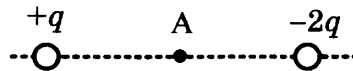
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность газа	Внутренняя энергия

13. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-2q$ ($q > 0$). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

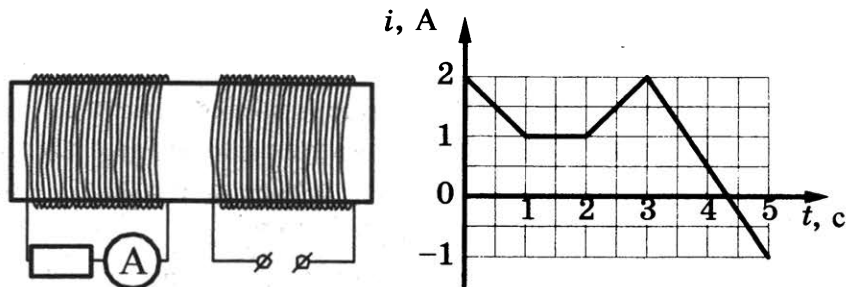
14. Участок цепи состоит из четырех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом и 4 Ом. Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?

Ответ: _____ Ом.

15. Расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале равно 10 см. Каким будет расстояние между предметом и его изображением, если расстояние от предмета до зеркала увеличить на 2 см?

Ответ: _____ см.

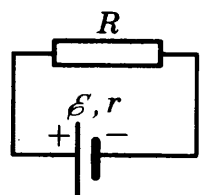
16. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику. На основании этого графика выберите два верных утверждения. Индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с ЭДС индукции в левой катушке равна 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 3–5 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Сила тока через амперметр была отлична от 0 только в промежутках 0–1 с и 3–5 с.
- 5) Сила тока в левой катушке в промежутке 0–1 с была больше, чем в промежутке 2–3 с.

Ответ:

17. Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление уменьшили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на источнике?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на источнике

18. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воздухе — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ФОРМУЛЫ**

- А) длина волны в воде
Б) скорость света в воде

- 1) $\lambda \cdot \nu$
2) $\frac{\lambda}{n}$
3) $\lambda \cdot \nu \cdot n$
4) $\frac{\lambda \nu}{n}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6,74	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 ₇	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	Sc СЦИЛИЙ 45 ₁₀₀
	V	29	Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	30	Zn ЦИНК 64 ₄₀ 66 ₂₈ 68 ₁₀	31

Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа кальция.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение периода колебаний электрического поля в первом пучке света к периоду колебаний этого поля во втором пучке?

Ответ: _____ .

21. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона, e — модуль заряда электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) модуль запирающего напряжения

$U_{\text{зап}}$

Б) максимальная скорость фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{hc}{eA_{\text{вых}}}$

2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$

3) $\sqrt{\frac{2}{m_e}(h\nu - A_{\text{вых}})}$

4) $\frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{e}$

Ответ:

А	Б

22. При определении скорости v равномерно прямолинейно движущейся тележки ученик измерил время движения по очень точному электронному секундомеру: $t = 10,00$ с. Пройденный тележкой за это время путь был измерен с помощью рулетки: $S = 150 \pm 1$ см. Запишите в ответ модуль скорости тележки с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) см/с.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от материала опоры?

№ установки	Материал опоры	Объем сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	сталь	25 см ³	сталь
2	сталь	50 см ³	сталь
3	сталь	25 см ³	алюминий
4	чугун	25 см ³	сталь
5	чугун	50 см ³	медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

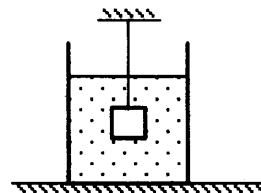
Ответ:

--	--

Часть 2

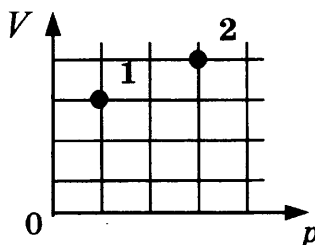
Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Груз объемом $V = 1$ л, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рис.). Модуль силы натяжения нити $T = 15$ Н. Найдите массу груза.



Ответ: _____ кг.

25. В сосуде находится 1 моль одноатомного идеального газа. В состоянии 2 температура газа равна 600 К. Определите внутреннюю энергию газа в состоянии 1 (см. рис.). Ответ запишите в кДж, округлив до целых.



Ответ: _____ кДж.

26. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скоростям частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение времен $\frac{T_2}{T_1}$, затраченных частицами на один оборот, если радиусы их траекторий одинаковы, а отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

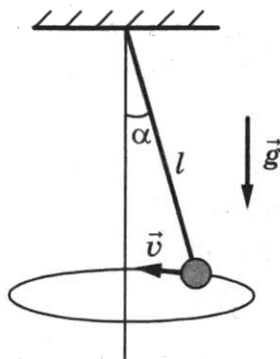
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной отрицательным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните,

как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить положительный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 20$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$. Определите период τ вращения груза.



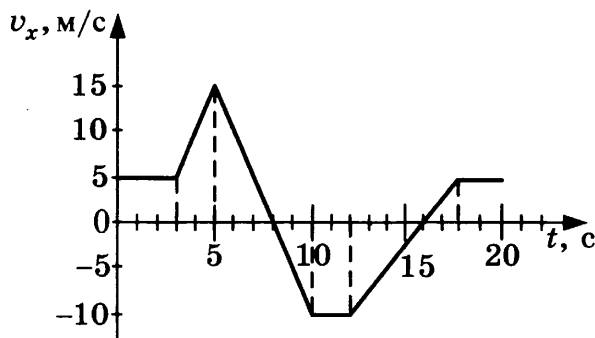
29. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 80\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 3 раза. Какая масса m_0 водяных паров была в сосуде, если после сжатия в нем осталось $m_1 = 10$ г водяных паров?
30. Колебательный контур радиоприемника настроен на частоту $\nu = 10^7$ Гц. Емкость плоского воздушного конденсатора контура $C = 0,2$ мкФ, расстояние между его пластинами $d = 1$ мм. Какова максимальная напряженность электрического поля конденсатора E_{\max} в ходе колебаний, если максимальный ток в катушке индуктивности равен $I_{\max} = 1$ А?
31. Коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей уран-235 (${}_{92}^{235}\text{U}$), равен $\eta = 25\%$, а ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ. Какая масса урана-235 необходима для работы электростанции в течение недели?

ВАРИАНТ 9

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела на ось Ox от времени. Определите проекцию ускорения тела на ось Ox в промежуток времени от 12 с до 16 с.

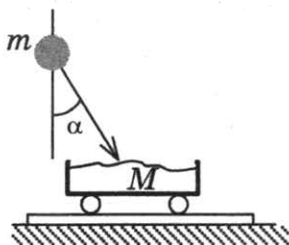


Ответ: _____ м/с².

2. Камень массой 100 г брошен вертикально вверх с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска.

Ответ: _____ Н.

3. Камень массой $m = 4$ кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью 10 м/с в тележку с песком общей массой $M = 16$ кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Определите скорость тележки с камнем после падения в нее камня.

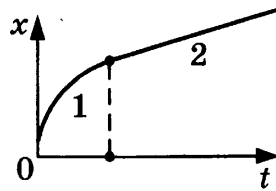


Ответ: _____ м/с.

4. Пружинный маятник совершает гармонические колебания с периодом 0,5 с. В момент времени $t = 0$ отклонение груза маятника от положения равновесия максимально. Сколько раз кинетическая энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени $t = 2$ с?

Ответ: _____.

5. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите два верных утверждения о движении бусинки.

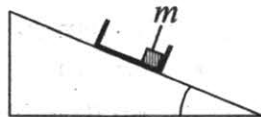


- 1) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — увеличивается.
- 2) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 2 проекция ускорения a_x бусинки положительна.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остается неизменным.
- 5) Направление движения бусинки не изменялось.

Ответ:

--	--

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения по наклонной плоскости и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $2m$? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

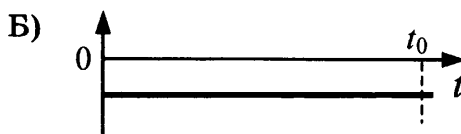
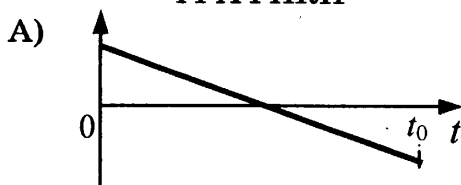
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время движения	Модуль работы силы тяжести

7. В момент времени $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



Ответ:

А	Б

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шарика y
- 2) проекция скорости шарика v_y
- 3) проекция ускорения шарика a_y
- 4) модуль силы тяжести, действующей на шарик

8. Давление идеального газа в сосуде с жесткими стенками при температуре $t = 27\text{ }^\circ\text{C}$ равно $p = 90\text{ кПа}$. Каким будет давление в сосуде, если газ нагреть до температуры $127\text{ }^\circ\text{C}$?

Ответ: _____ кПа.

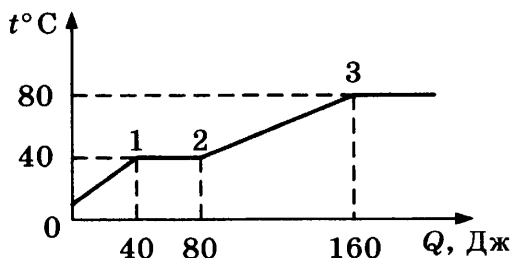
9. Температура нагревателя 500 К , температура холодильника на 200 К меньше, чем у нагревателя. Чему равен максимально возможный КПД теплового двигателя, работающего с этими нагревателем и холодильником?

Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты нужно сообщить $1,5\text{ кг}$ воды, нагретым до температуры $100\text{ }^\circ\text{C}$, чтобы она полностью выкипела?

Ответ: _____ МДж.

11. В цилиндре под поршнем находится твердое вещество. Цилиндр поместили в раскаленную печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Температура плавления вещества равна $80\text{ }^\circ\text{C}$.
- 2) В состоянии 2 вещество полностью расплавилось.
- 3) Теплоемкость вещества в жидком состоянии меньше, чем в твердом.
- 4) Для того, чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать 40 Дж теплоты.
- 5) На участке 2–3 происходит переход вещества в газообразное состояние.

Ответ:

--	--

12. В сосуде находится идеальный одноатомный газ, концентрация которого равна n . Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа равна E . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана).
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

А) давление газа p

1) $\frac{2}{3}nE$

Б) температура T

2) $\frac{2E}{3k}$

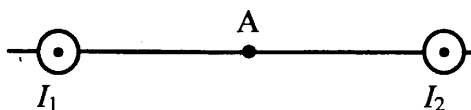
3) $\frac{3E}{2k}$

4) $\frac{2}{3}nkE$

Ответ:

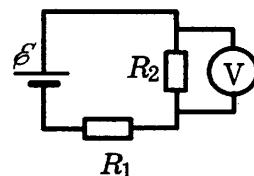
А	Б

13. Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке А двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и $I_2 > I_1$, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля в точке А? Точка А расположена на середине отрезка, соединяющего провода. Ответ запишите словом (словами).



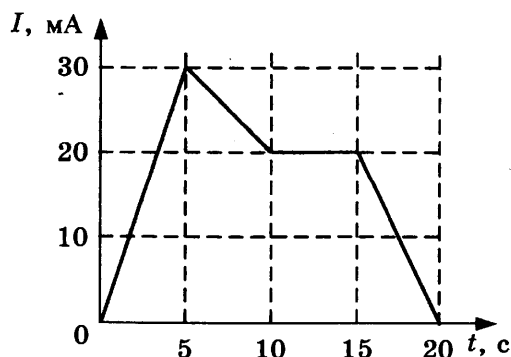
Ответ: _____.

14. В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

15. На рисунке приведен график зависимости силы тока I от времени t в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ В.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Период колебаний равен $8 \cdot 10^{-6}$ с.
- 2) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора минимальна.
- 3) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре максимальна.
- 4) В момент $t = 6 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 25 кГц.

Ответ:

--	--

17. К концам длинного однородного проводника приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Как изменятся при этом сила тока и сопротивление проводника? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Сопротивление проводника

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние от линзы до нити равно $2F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

- 1) действительное, перевернутое, равное по размерам
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, увеличенное, перевернутое
- 4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

19. Определите число протонов и число нейтронов в ядре, которое образовалось из ядра радиоактивного полония ${}_{84}^{218}\text{Po}$ после одного α -распада и двух электронных β -распадов.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В образце имеется $2 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия ${}_{55}^{137}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся нераспавшимися $0,25 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?

Ответ: _____ лет.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй — только желтый.

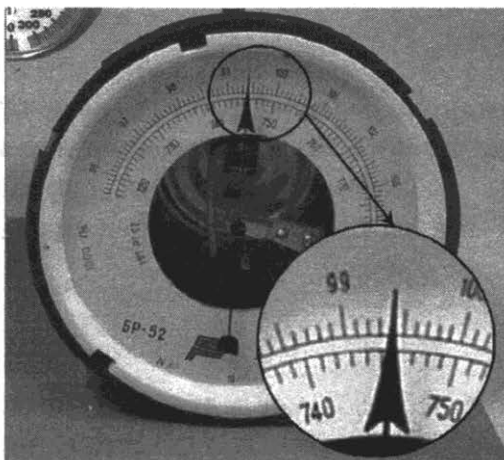
Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

22. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра.

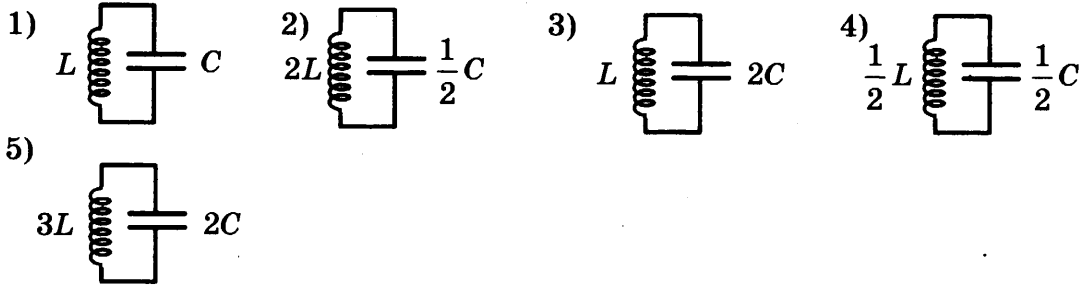


Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в кПа, с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) кПа.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает зависимость периода электромагнитных колебаний в контуре от емкости конденсатора. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?



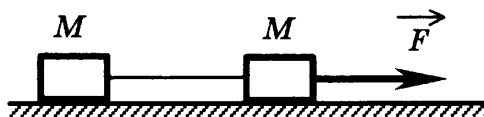
В ответе запишите номера выбранных контуров.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Два груза одинаковой массы M , связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к одному из грузов (см. рисунок). Минимальная сила F , при которой нить обрывается, равна 12 Н. При какой силе натяжения обрывается нить?



Ответ: _____ Н.

25. Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при 0°C . Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада 30°C . Сколько целых кубиков надо бросить в лимонад, чтобы установилась температура 15°C ? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость лимонада такая же, как у воды.

Ответ: _____ .

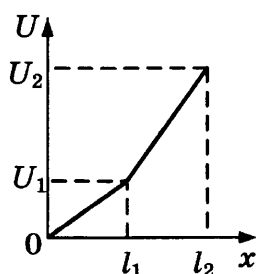
26. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600 \text{ нм}$. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов?

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

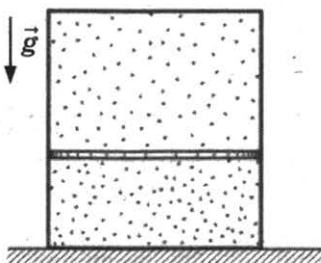
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Цилиндрический проводник постоянного поперечного сечения и длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.



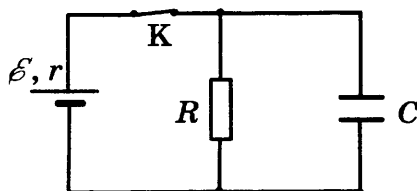
Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от нее. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . На какое расстояние по горизонтали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 1 м/с .



29. Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделен подвижным поршнем массой 11 кг на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре 361 К . Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.

30. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените предельный размер пятна, если при фокусном расстоянии объектива $F = 50$ мм и диаметре входного отверстия $D = 5$ мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более $d = 5$ м от объектива. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.
31. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. Заряд конденсатора $q = 2$ мкКл, ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, ее внутреннее сопротивление $r = 5$ Ом, сопротивление резистора $R = 25$ Ом. Найдите количество теплоты, которое выделяется на резисторе после размыкания ключа K в результате разряда конденсатора. Потерями на излучение пренебречь.

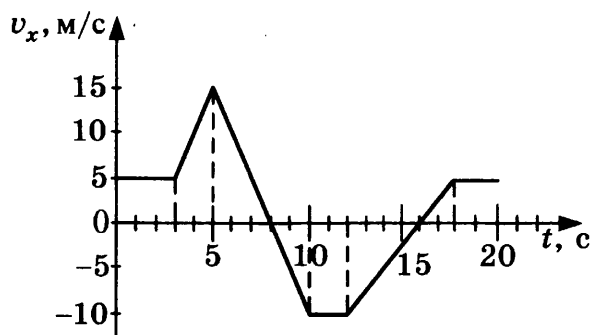


ВАРИАНТ 10

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела на ось Ox от времени. Чему равна проекция ускорения тела на ось Ox в промежуток времени от 5 с до 10 с?

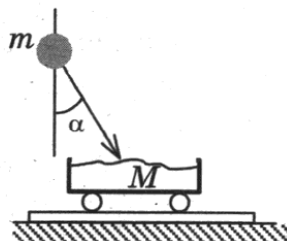


Ответ: _____ м/с².

2. Камень массой 100 г брошен под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v = 10$ м/с. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска?

Ответ: _____ Н.

3. Камень падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью $v = 10$ м/с в тележку с песком общей массой $M = 18$ кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Скорость тележки с камнем после падения в нее камня равна 0,5 м/с. Определите массу камня.

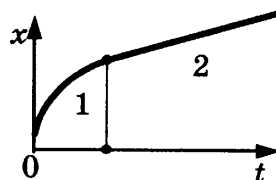


Ответ: _____ кг.

4. Математический маятник совершает гармонические колебания с периодом 2 с. В момент времени $t = 0$ груз маятника проходит положение равновесия. Сколько раз потенциальная энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени $t = 4$ с?

Ответ: _____.

5. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите два верных утверждения о движении бусинки.



- 1) На участке 1 проекция ускорения a_x бусинки отрицательна.
- 2) На участке 1 модуль скорости остается неизменным, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остается неизменным.
- 5) В процессе движения вектор скорости бусинки менял направление на противоположное.

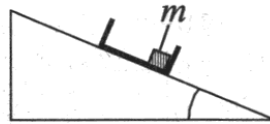
Ответ:

--	--

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся ускорение коробочки и модуль работы силы трения, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $\frac{m}{2}$?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится



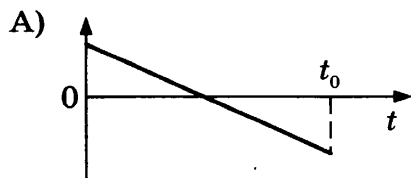
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Модуль работы силы трения

7. В момент $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шарика y
- 2) проекция скорости шарика v_y
- 3) проекция ускорения шарика a_y
- 4) проекция F_y силы тяжести, действующей на шарик

Б)

Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в сосуде объемом $V = 1$ л равно $p = 90$ кПа. Каким будет давление в сосуде, если объем сосуда изотермически увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ кПа.

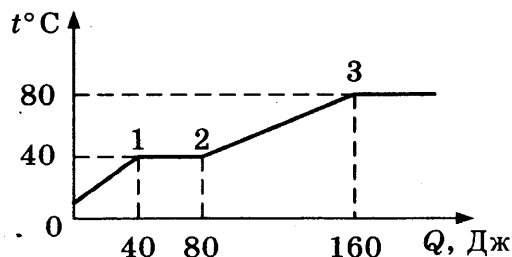
9. Температура нагревателя теплового двигателя, работающего по циклу Карно, 327 °С, температура холодильника 27 °С. Чему равен КПД теплового двигателя?

Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты нужно 100 г льда, имеющему температуру 0 °С, чтобы он полностью растаял?

Ответ: _____ кДж.

11. В цилиндре под поршнем находится твердое вещество. Цилиндр поместили в раскаленную печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Температура кипения вещества равна 80 °С.
- 2) В состоянии 1 вещество полностью расплавилось.
- 3) Теплоемкость вещества в жидком состоянии больше, чем в твердом.
- 4) Для того, чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать 80 Дж теплоты.
- 5) На участке 2–3 происходит переход вещества в жидкое состояние.

Ответ:

--	--

12. В сосуде при температуре T находится идеальный одноатомный газ, концентрация которого равна n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа E
 Б) давление газа p

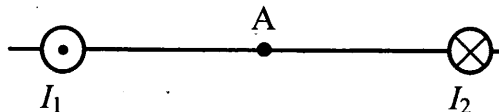
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{3}{2} kT$
- 2) $\frac{3}{2} nkT$
- 3) nkT
- 4) $\frac{kT}{n}$

Ответ:

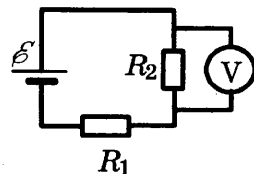
А	Б

13. Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке А двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и $I_2 > I_1$, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлены вектор \vec{B} в точке А? Как направлен (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) вектор индукции магнитного поля в точке А? Точка А расположена на середине отрезка, соединяющего провода. Ответ запишите словом (словами).



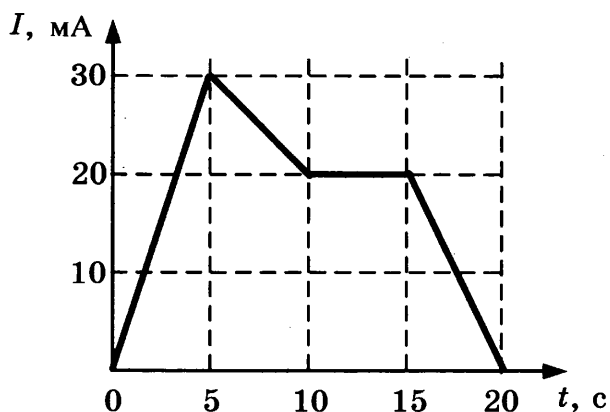
Ответ: _____ .

14. В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна $\mathcal{E} = 10$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

15. На рисунке приведен график зависимости силы тока I от времени t в электрической цепи, индуктивность которой 1 Гн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 с до 10 с.



Ответ: _____ мВ.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре:

- 1) Период колебаний равен $4 \cdot 10^{-6}$ с.
- 2) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с энергия катушки максимальна.
- 3) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора минимальна.
- 4) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 125 кГц.

Ответ:

17. К концам длинного однородного проводника приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Как изменятся при этом мощность тока и удельное сопротивление проводника? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Мощность тока	Удельное сопротивление проводника

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние от линзы до нити равно $1,5F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- 1) действительное, перевернутое, равное по размерам
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, увеличенное, перевернутое
- 4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

19. Определите число протонов и число нейтронов в ядре, которое образовалось из ядра радиоактивного изотопа натрия полония ${}_{11}^{24}\text{Na}$ в результате β -распада.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В образце имеется $4 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия ${}_{55}^{137}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет распадется $3 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?

Ответ: _____ лет.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — только зеленый.

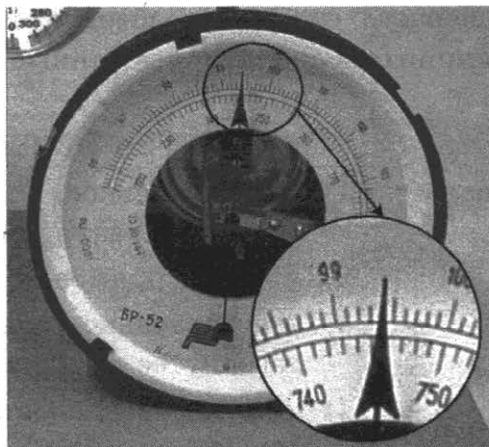
Как изменяются частота световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

22. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра.

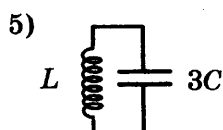
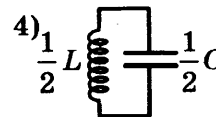
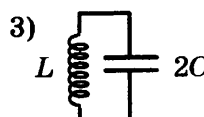
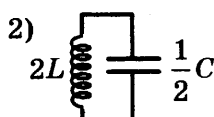
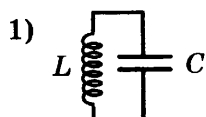


Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в мм рт. ст., с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает зависимость периода электромагнитных колебаний в контуре от индуктивности катушки. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?



В ответе запишите номера выбранных контуров.

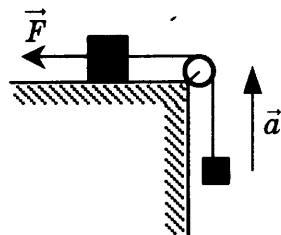
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Груз, лежащий на столе, связан легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой $0,25$ кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила F , равная 9 Н (см. рисунок). Второй груз движется с ускорением 2 м/с², направленным вверх. Трением между грузом и поверхностью стола пренебречь. Какова масса первого груза?



Ответ: _____ кг.

25. В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0$ °С заливают $m = 1$ кг воды с температурой $t_2 = 44$ °С. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде? Ответ выразите в граммах.

Ответ: _____ г.

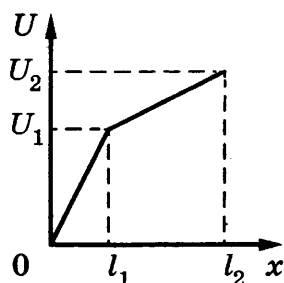
26. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{кр} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

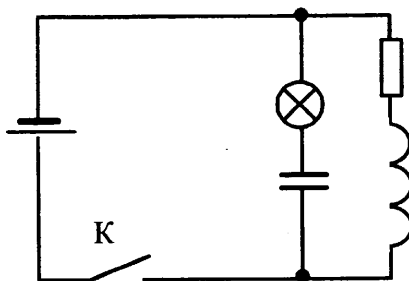
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x площадь поперечного сечения проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от нее. Угол наклона плоскости к горизонту равен 45° . На какое расстояние по вертикали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 2 м/с .
29. В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещен столбик ртути длиной $d = 15 \text{ см}$, который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на $\Delta T = 60 \text{ К}$. При этом объем, занимаемый воздухом, не изменился. Атмосферное давление $p_0 = 750 \text{ мм рт.ст.}$ Определите температуру воздуха T_0 в лаборатории.
30. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените диаметр входного отверстия объектива D , если при фокусном расстоянии $F = 80 \text{ мм}$ резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более $d = 4 \text{ м}$ от объектива. Предельный размер пятна равен $\delta = 0,2 \text{ мм}$. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.
31. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$; емкость конденсатора $C = 2 \text{ мФ}$; индуктивность катушки $L = 5 \text{ мГн}$, сопротивление лампы $r = 5 \text{ Ом}$ и сопротивление резистора $R = 3 \text{ Ом}$. В начальный момент времени ключ K замкнут. Какое количество теплоты Q выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока, катушки и проводов пренебречь.

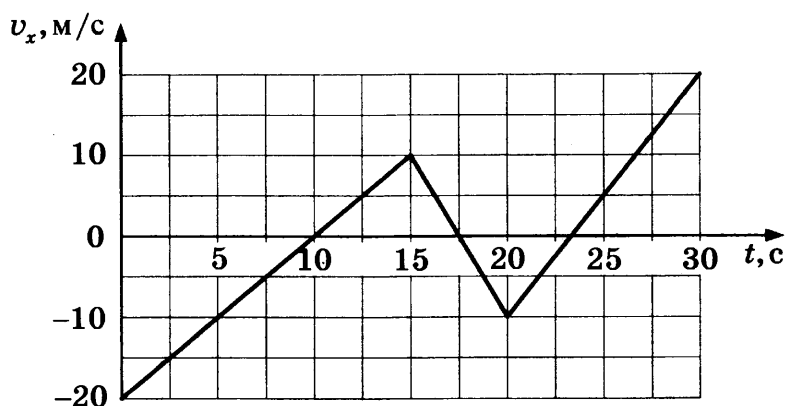


ВАРИАНТ 11

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела U_x от времени. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ м.

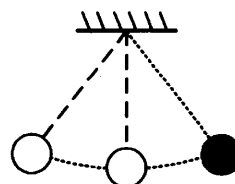
2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой $m = 2$ кг ускорение \vec{a} . Чему равна масса тела, которое под действием силы $\frac{1}{2}\vec{F}$ в этой системе отсчета имеет ускорение $\frac{1}{4}\vec{a}$?

Ответ: _____ кг.

3. Равномерно поднимая веревку, человек достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м. Масса ведра 1,5 кг, масса воды в ведре 10 кг. Какую работу он при этом совершил? Массой веревки пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4. Математический маятник с периодом колебаний 4 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). Через какое время после этого потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет минимального значения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: _____ с.

5. В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 500$ г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Какие два вывода из приведенных ниже соответствуют результатам эксперимента?

$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) В течение всего эксперимента тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 3 с равнялась 6 м/с.
- 3) Сила, действующая на тело в момент времени 6 с, равна 2 Н.
- 4) Кинетическая энергия тела сначала увеличивалась, а потом оставалась постоянной.
- 5) За первые 2 с действующая на тело сила совершила работу 10 Дж.

Ответ:

--	--

6. Брусок скользит без трения вниз по наклонной плоскости. Как меняются при этом движении его потенциальная энергия и сила реакции наклонной плоскости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия бруска	Сила реакции наклонной плоскости

7. Подвешенный на пружине груз совершает вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой ν .

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот процесс, и частотой их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия груза
- Б) скорость груза

ЧАСТОТА ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) $\frac{\nu}{2}$
- 2) ν
- 3) 2ν
- 4) $\frac{\nu}{4}$

Ответ:

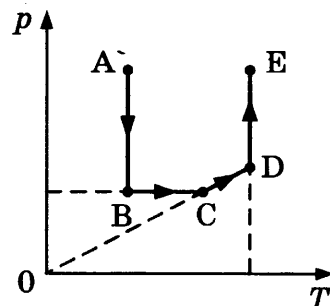
А	Б

8. Масса воздуха в цилиндре при нагревании изменилась, так как крышка, закрывавшая цилиндр, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в цилиндре в конечном и начальном состояниях $\frac{m_2}{m_1}$, если при увеличении температуры воздуха в 2 раза давление увеличилось в 1,5 раза.

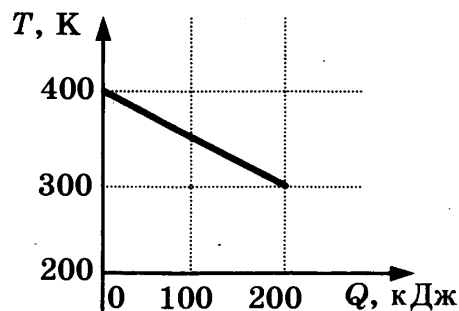
Ответ: _____ .

9. Чему равна работа газа в процессе CD (см. рисунок), если он получил в этом процессе 20 кДж теплоты?

Ответ: _____ кДж.

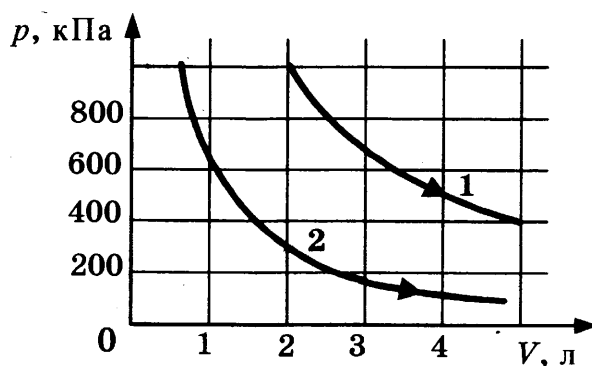


10. На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите два верных утверждения о процессах, происходящих с газом.



- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) В процессе 1 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 3) Процесс 1 идет при более высокой температуре.
- 4) Процесс 2 идет при более высокой температуре.
- 5) В процессе 1 объем увеличивается.

Ответ:

--	--

12. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его объем?

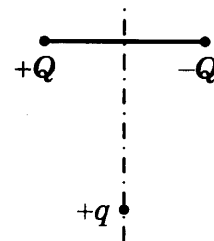
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Объем гелия

13. Заряд $+q > 0$ находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов $+Q > 0$ и $-Q$, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рисунок). Куда направлено (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? Ответ запишите словом (словами).



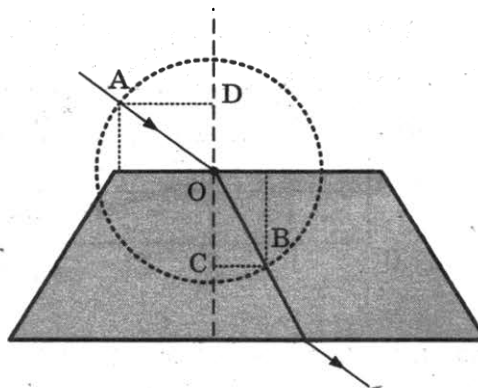
Ответ: _____.

14. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно 2 Ом, а второго — 4 Ом. Каким станет общее сопротивление этого участка, если и длину, и площадь поперечного сечения первого проводника уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ Ом.

15. На рисунке показан ход светового луча через стеклянную пластину, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. $AD = OC = 7$ см, $BC = OD = 5$ см.

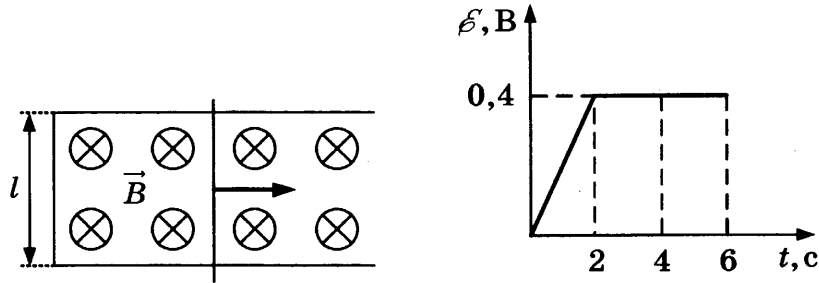
Чему равен показатель преломления стекла n ?



Ответ: _____.

16. По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см. рисунок). На графике приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при ее движении в магнитном поле. Пренебрегая со-

противлением проводника, выберите два верных утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,4$ Тл, длина проводника $l = 0,1$ м.



- 1) Проводник все время двигался с одинаковой скоростью.
- 2) Через 2 с проводник остановился.
- 3) В момент времени 4 с скорость проводника была равна 10 м/с.
- 4) Первые 2 с сила тока в проводнике увеличивалась.
- 5) Через 2 с проводник начал двигаться в противоположную сторону.

Ответ:

17. Плоский конденсатор подключен к батарейке. Как изменятся емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках, если увеличить зазор между обкладками конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

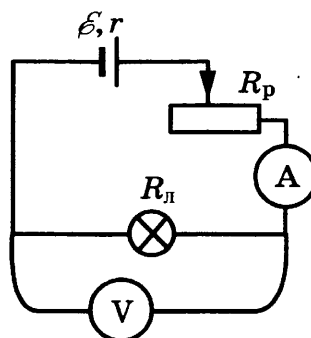
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

18. Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке.

Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и вольтметра в этой схеме. Измерительные приборы считать идеальными.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
 Б) показания вольтметра

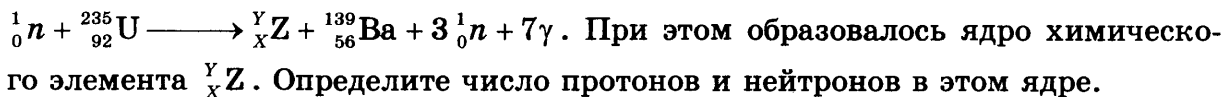
**ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ
 ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ**

- 1) $\frac{\mathcal{E} R_{\text{л}}}{R_{\text{л}} + R_{\text{п}} + r}$
 2) $\mathcal{E} R_{\text{л}} - \mathcal{E} (R_{\text{п}} + r)$
 3) $\mathcal{E} (R_{\text{л}} + R_{\text{п}} + r)$
 4) $\frac{\mathcal{E}}{R_{\text{л}} + R_{\text{п}} + r}$

Ответ:

А	Б

19. Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Определите отношение частоты электромагнитных колебаний рентгеновских лучей в дефектоскопе к частоте электромагнитных колебаний рентгеновских лучей в медицинском аппарате.

Ответ: _____ .

21. Большое число N радиоактивных ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}^{203}_{81}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 139,8 суток, а дочерних появится за 93,2 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ

- А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 139,8 суток
 Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 93,2 суток

ИХ ЗНАЧЕНИЕ

- 1) $\frac{N}{8}$
 2) $\frac{N}{4}$
 3) $\frac{3N}{4}$
 4) $\frac{7N}{8}$

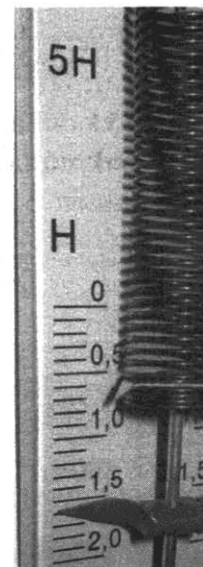
Ответ:

А	Б

22. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учетом погрешности измерений .

Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.



23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	медь
4	10 м	0,5 мм	алюминий
5	10 м	1,0 мм	медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

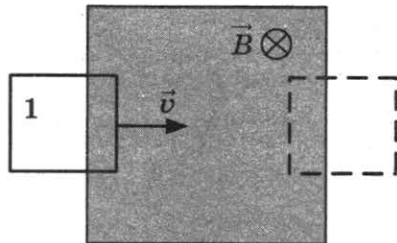
24. Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению. Под каким углом к этому направлению полетит второй осколок, если его масса 1 кг, а скорость 400 м/с?

Ответ: _____ °.

25. Идеальный газ изобарно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а объем увеличивается в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите конечную температуру газа по шкале Кельвина.

Ответ: _____ К.

26. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно плоскости рисунка, $B = 0,1$ Тл. Проволочную квадратную рамку сопротивлением $R = 10$ Ом и стороной $l = 10$ см перемещают в плоскости рисунка поступательно со скоростью $v = 1$ м/с. Чему равен индукционный ток в рамке в состоянии 1?

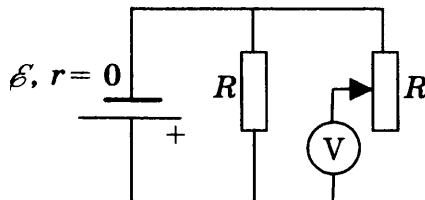


Ответ: _____ мА.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , ее внутреннее сопротивление ничтожно мало ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых h и $\frac{5}{2}h$ (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Скорость шайбы на левой вершине горки оказалась равной v . Найдите отношение масс шайбы и горки.



29. В калориметре находился лед при температуре $t_1 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$. Какой была масса m_1 льда, если после добавления в калориметр $m_2 = 4 \text{ кг}$ воды, имеющей температуру $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, причем в калориметре была только вода?

30. На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 – схема его включения. Напряжение на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05 \text{ А} < I < 0,2 \text{ А}$. Чему равно R сопротивление резистора, включенного последовательно с диодом, если ЭДС источника $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$? Сила тока в цепи равна $0,15 \text{ А}$. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

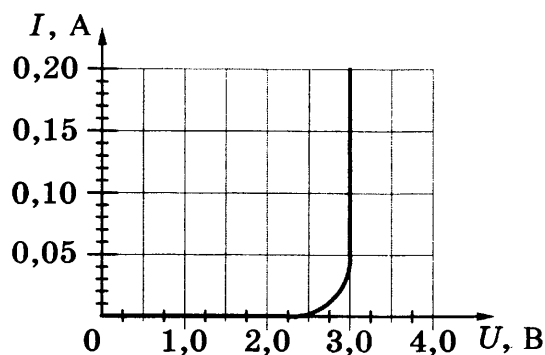


Рис. 1

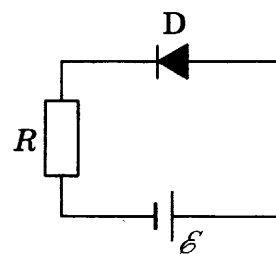
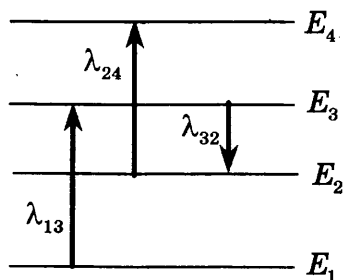


Рис. 2

31. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250 \text{ нм}$. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545 \text{ нм}$, $\lambda_{24} = 400 \text{ нм}$?

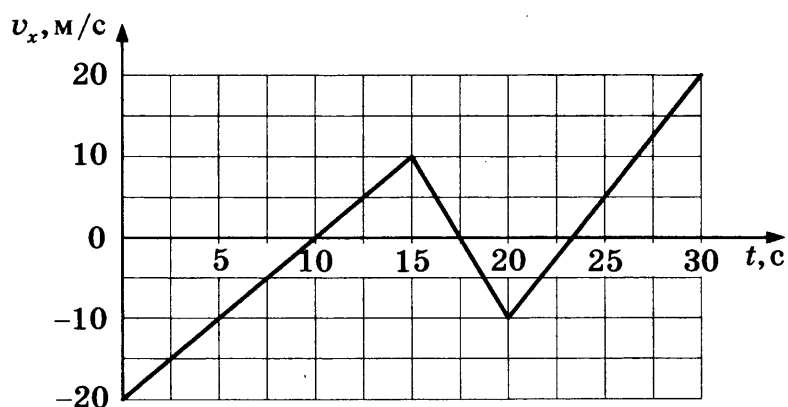


ВАРИАНТ 12

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 0 с до 10 с.



Ответ: _____ м.

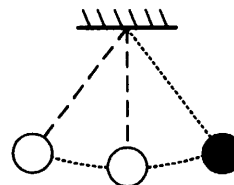
2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Модуль силы равен $F = 4$ Н. Определите модуль силы, которая сообщает телу массой $4m$ ускорение $\frac{1}{2}\vec{a}$ в этой системе отсчета.

Ответ: _____ Н.

3. Равномерно поднимая веревку, человек достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м, совершив при этом работу, равную 1400 Дж. Масса ведра, 2 кг. Определите массу воды в ведре. Массой веревки пренебречь.

Ответ: _____ кг.

4. Математический маятник с периодом колебаний 6 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). Через какое время после этого кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет максимального значения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: _____ с.

5. В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 500$ г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Какие два вывода из приведенных ниже соответствуют результатам эксперимента?

$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) первые 3 с тело двигалось равномерно, а затем тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 8 м/с.
- 3) Кинетическая энергия тела в момент времени 3 с равна 12 Дж.
- 4) Сила, действующая на тело, все время возрастала.
- 5) За первые 3 с действующая на тело сила совершила работу 9 Дж.

Ответ:

--	--

6. Брусок скользит без трения вниз по наклонной плоскости. Как меняются при этом движении его ускорение и кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение бруска	Кинетическая энергия бруска

7. Подвешенный на пружине груз совершает вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой ν .

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот процесс, и частотой их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия пружины
- Б) смещение груза от положения равновесия

ЧАСТОТА ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) $\frac{\nu}{2}$
- 2) ν
- 3) 2ν
- 4) $\frac{\nu}{4}$

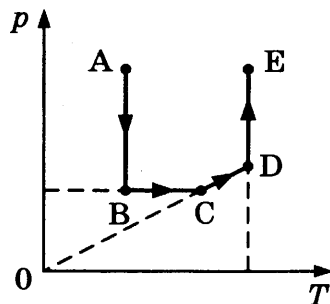
Ответ:

А	Б

8. Масса воздуха в цилиндре при охлаждении изменилась, так как крышка, закрывавшая цилиндр, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в цилиндре в конечном и начальном состояниях $\frac{m_2}{m_1}$, если при уменьшении температуры воздуха в 3 раза давление уменьшилось в 1,5 раза.

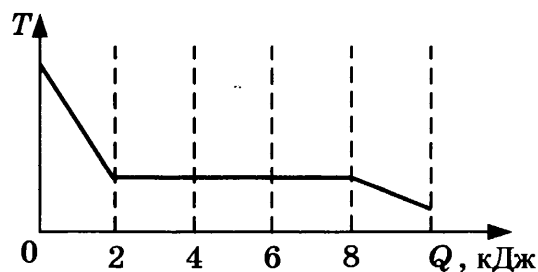
Ответ: _____ .

9. Чему равна работа газа в процессе АВ (см. рисунок), если он получил в этом процессе 20 кДж теплоты?



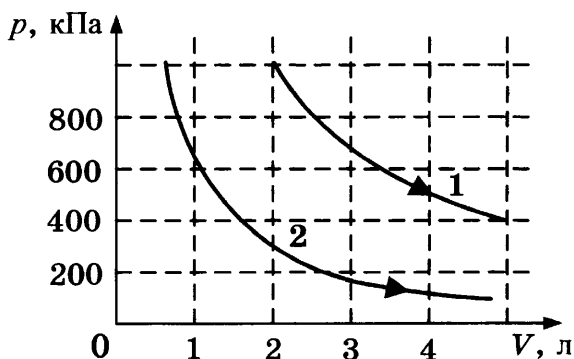
Ответ: _____ кДж.

10. Зависимость температуры 0,2 кг первоначально газообразного вещества от количества выделенной им теплоты при остывании представлена на рисунке. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите два верных утверждения о процессах, происходящих с газом.



- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) В процессе 2 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 3) Процесс 1 идет при более низкой температуре.
- 4) Процесс 2 идет при более низкой температуре.
- 5) В процессе 1 давление уменьшается.

Ответ:

--	--

12. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия уменьшается. Как изменяются при этом давление гелия и его температура?

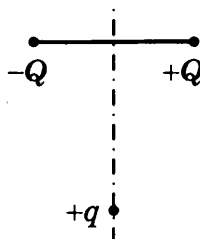
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

13. Заряд $+q > 0$ находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов $+Q > 0$ и $-Q$, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рисунок). Куда направлено (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? Ответ запишите словом (словами).



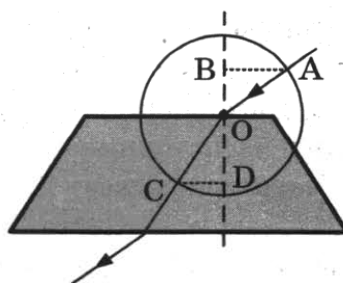
Ответ: _____.

14. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно 2 Ом, а второго — 5 Ом. Каким станет общее сопротивление этого участка, если удельное сопротивление и площадь поперечного сечения первого проводника увеличить вдвое?

Ответ: _____ Ом.

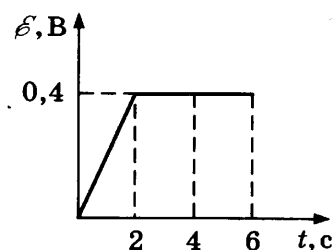
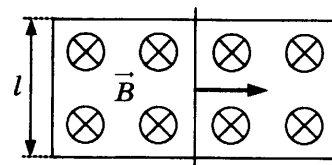
15. На рисунке показан ход луча света через стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. $AB = OD = 15$ см, $OB = CD = 10$ см.

Чему равен показатель преломления стекла n ?



Ответ: _____.

16. По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см. рисунок). На графике приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при ее движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите два верных утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,2$ Тл, длина проводника $l = 0,15$ м.



- 1) Проводник сначала двигался равноускоренно, а затем равномерно.
- 2) Через 2 с скорость проводника была равна 10 м/с.
- 3) В момент времени 4 с сила Ампера на проводник не действовала.
- 4) В промежуток времени от 2 с до 6 с сила тока в проводнике не изменялась.
- 5) Через 6 с проводник остановился.

Ответ:

--	--

17. Плоский конденсатор подключен к батарее. Расстояние между обкладками конденсатора уменьшают. Как изменятся при этом емкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

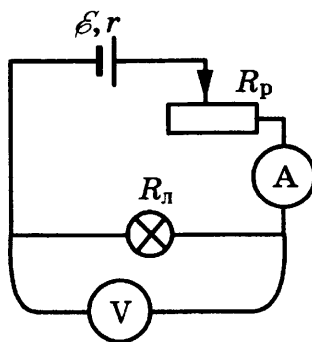
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18. Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке.

Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и напряжения на источнике тока. Измерительные приборы считать идеальными. Вольтметр показывает напряжение U .

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
- Б) напряжение на источнике тока

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\frac{U}{R_{\text{л}}}$
- 2) $\frac{U}{R_{\text{л}} + r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}R_{\text{л}} - Ur}{R_{\text{л}}}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}R_{\text{л}} + Ur}{R_{\text{л}}}$

Ответ:

А	Б

19. Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией

${}^1_0n + {}^{233}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^Y_X\text{Z} + {}^{131}_{52}\text{Te} + 5 {}^1_0n + 6\gamma$. При этом образовалось ядро химического элемента ${}^Y_X\text{Z}$. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: _____

21. Большое число N радиоактивных ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}^{203}_{81}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 93,2 суток, а дочерних появится за 139,8 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ

А) количество ядер $^{203}_{80}\text{Hg}$ через 93,2 суток

Б) количество ядер $^{203}_{81}\text{Tl}$ через 139,8 суток

ИХ ЗНАЧЕНИЕ

1) $\frac{N}{8}$

2) $\frac{N}{4}$

3) $\frac{3N}{4}$

4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

22. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.



23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его длины. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	медь
4	10 м	0,5 мм	алюминий
5	10 м	1,5 мм	медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

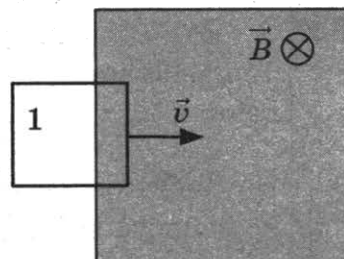
24. Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса второго осколка, если его скорость равна 400 м/с?

Ответ: _____ кг.

25. Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а давление увеличивается в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную температуру газа по шкале Кельвина.

Ответ: _____ К.

26. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка, с индукцией $B = 0,1$ Тл. Квадратную проволочную рамку, сопротивление которой 10 Ом и длина стороны 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью v . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 1 мА. Какова скорость движения рамки?

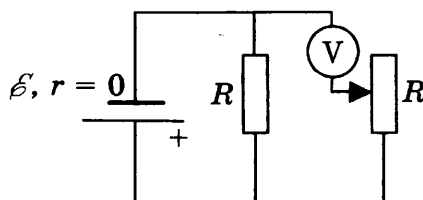


Ответ: _____ м/с.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

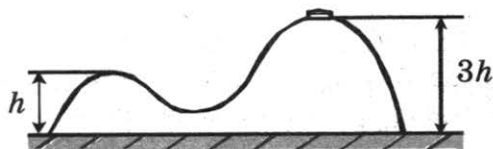
27. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , ее внутреннее сопротивление ничтожно ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Горка с двумя вершинами, высоты которых h и $3h$, покоится на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рис.). На правой вершине горки находится шайба, масса которой в 12 раз меньше массы горки. От незначитель-

ного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Найдите скорость горки u в тот момент, когда шайба окажется на левой вершине горки.



29. В калориметре находился $m_1 = 1$ кг льда. Какой была температура льда t_1 , если после добавления в калориметр $m_2 = 15$ г воды, имеющей температуру $t_2 = 20$ °С, в калориметре установилось тепловое равновесие при $t = -2$ °С? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

30. На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 — схема его включения. Напряжение на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05 \text{ А} < I < 0,2 \text{ А}$. Этот светодиод соединен последовательно с резистором R и подключен к источнику с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 6 \text{ В}$. При этом сила тока в цепи равна $0,1 \text{ А}$. Какова сила тока, текущего через светодиод, при замене источника на другой с ЭДС $\mathcal{E}_2 = 4,5 \text{ В}$? Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

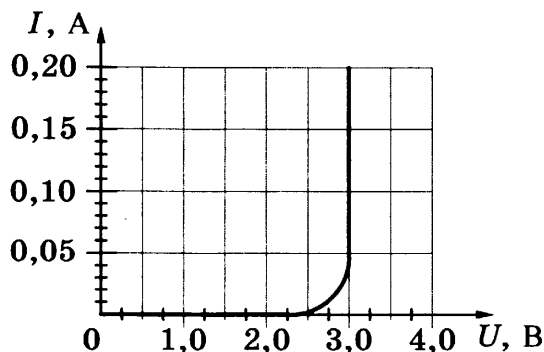


Рис. 1

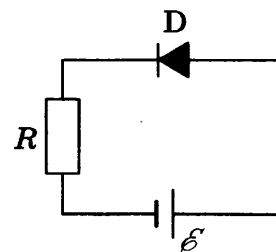
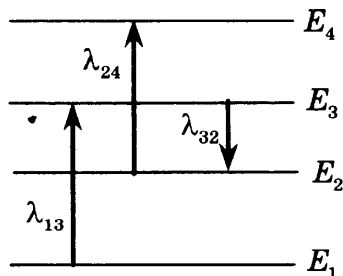


Рис. 2

31. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 200 \text{ нм}$. Какова величина λ_{24} , если $\lambda_{32} = 500 \text{ нм}$, $\lambda_{13} = 250 \text{ нм}$?

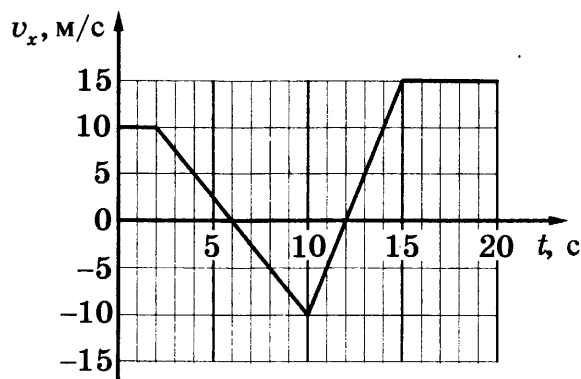


ВАРИАНТ 13

Часть 1

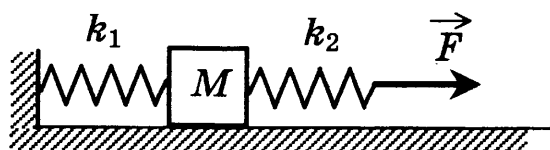
Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 2 до 10 с?



Ответ: _____ м/с².

2. К системе из кубика массой $M = 1$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жесткости пружин равны $k_1 = 400$ Н/м и $k_2 = 100$ Н/м. Удлинение первой пружины равно 2 см. Насколько растянута вторая пружина?



Ответ: _____ см.

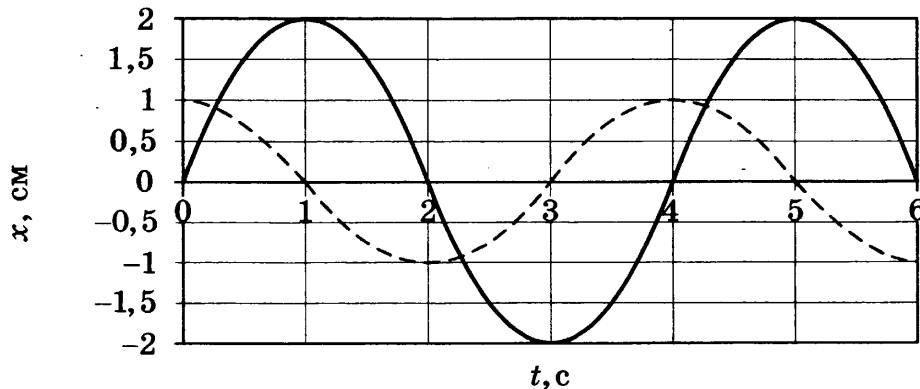
3. Шар массой 2 кг, летящий со скоростью 10 м/с, врезается в стоящую на горизонтальной площадке платформу с песком массой 20 кг под углом 60° к горизонту и застревает в песке. Какой импульс приобретет в результате этого платформа с шариком? Считать, что платформа может двигаться горизонтально без трения.

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Для экспериментального определения скорости звука ученик встал на расстоянии 33 м от стены и хлопнул в ладоши. В момент хлопка включился электронный секундомер, который выключился отраженным звуком. Время, отмеченное секундомером, равно 0,2 с. Чему равна скорость звука, определенная учеником?

Ответ: _____ м/с.

5. На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикрепленных к одинаковым пружинам. Выберите два верных утверждения о движении тел. Сплошной линией изображены колебания груза m_1 , пунктиром – тела m_2 . Выберите два верных утверждения о движении тел.



- 1) Периоды колебаний тел одинаковы.
- 2) Амплитуды колебаний тел одинаковы.
- 3) Масса тела 1 в два раза меньше массы тела 2 ($m_2 = 2m_1$).
- 4) Максимальная кинетическая энергия груза 1 в четыре раза больше, чем максимальная кинетическая энергия груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин одинаковы.

Ответ:

--	--

6. Высота полета искусственного спутника над Землей уменьшилась с 400 км до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника и период его обращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Период обращения

7. Деревянный брусок, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_3 . Коэффициент трения бруска об опору равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) масса бруска

1) $\frac{F}{3\mu g}$

Б) ускорение бруска

2) $\frac{F}{\mu g}$

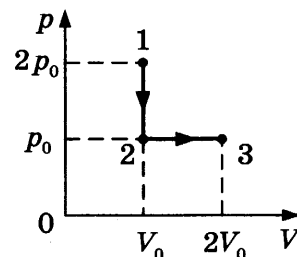
3) 0

4) $\frac{\mu g}{3}$

Ответ:

А	Б

8. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на диаграмме $p-V$. Чему равна температура газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура равна 400 К?



Ответ: _____ К.

9. Газ получил количество теплоты 300 Дж, а его внутренняя энергия увеличилась на 100 Дж. Какая работа была совершена при этом газом?

Ответ: _____ Дж.

10. В сосуде при температуре 100 °С находится влажный воздух. Парциальное давление водяных паров в сосуде равно 60 кПа. Определите относительную влажность воздуха в сосуде.

Ответ: _____ %.

11. При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занес в таблицу результаты измерения температуры и давления одного того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие два из приведенных ниже утверждений соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	200	180	150	100	110	150	200
t , °С	27	27	27	27	57	177	327

- 1) Объем газа в состоянии 4 в 2 раза меньше объема газа в состоянии 1.
- 2) В опытах 4–7 объем газа был одинаковым.
- 3) Внутренняя энергия газа в опыте 6 в 3 раза больше, чем в опыте 5.
- 4) При переходе от состояния 2 к состоянию 3 газ получал тепло.
- 5) При переходе от состояния 5 к состоянию 6 газ совершал работу.

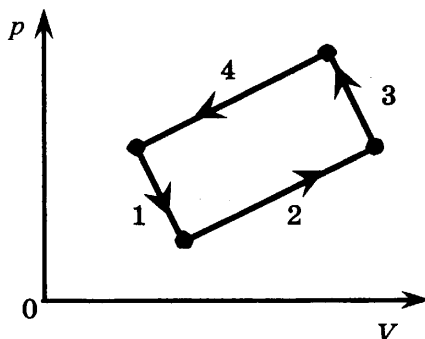
Ответ:

--	--

12. На рисунке изображена диаграмма четырех последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. В каком из процессов газ совершает наименьшую работу, а в каком из процессов модуль работы внешних сил максимален?

Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) работа газа минимальна
- Б) модуль работы внешних сил максимален

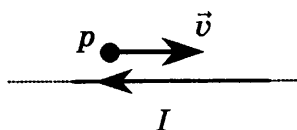
НОМЕРА ПРОЦЕССОВ

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

А	Б

13. Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на протон сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

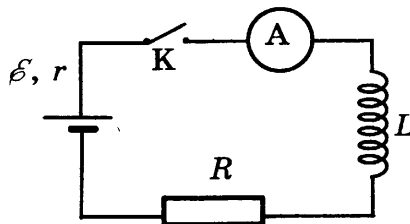
14. Комната освещается четырьмя одинаковыми параллельно включенными лампочками. Расход электроэнергии за час равен 800 кДж. Каким будет расход электроэнергии в час, если число этих лампочек уменьшить вдвое?

Ответ: _____ кДж.

15. В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения $B_{\text{макс}}$ за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 8 мВ. Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если T увеличить в 2 раза, а $B_{\text{макс}}$ в 2 раза уменьшить

Ответ: _____ мВ.

16. В схеме, показанной на рисунке, ключ K замыкают в момент времени $t = 0$. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице. Сопротивление резистора равно 100 Ом . Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.



$t, \text{ мс}$	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
$I, \text{ мА}$	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В контуре происходят затухающие колебания силы тока.
- 2) Напряжение на резисторе не меняется с течением времени.
- 3) ЭДС источника равна 6 В .
- 4) Напряжение на катушке в момент времени 700 мс равно 0 .
- 5) Напряжение на резисторе в момент времени 600 мс равно 0 .

Ответ:

--	--

17. При настройке контура радиопередатчика его индуктивность увеличили. Как при этом изменятся период колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

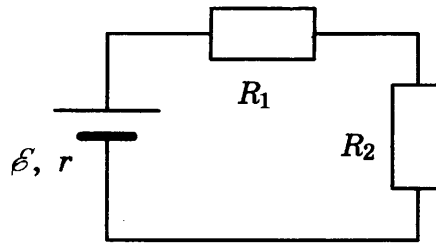
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18. Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). Сопротивление первого резистора равно R_1 , напряжение на нем равно U_1 . Напряжение на втором резисторе равно U_2 .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сопротивление резистора R_2
- Б) внутреннее сопротивление источника тока r

ФОРМУЛЫ

- 1) $R_1 \cdot \frac{U_1}{U_2}$
- 2) $R_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}$
- 3) $R_1 \cdot \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_2}{U_2}$
- 4) $R_1 \cdot \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_2}{U_1}$

Ответ:

А	Б

19. Определите число нуклонов и электронов в нейтральном атоме азота ${}^{12}_7\text{N}$.

Ответ:

Число нуклонов	Число электронов

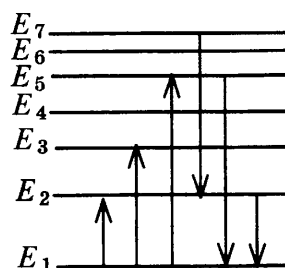
В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Поток фотонов с энергией 15 эВ выбивает из металла электроны, максимальная кинетическая энергия которых 8 эВ. Какова работа выхода электронов с поверхности данного металла?

Ответ: _____ эВ.

21. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Установите соответствие между отмеченными стрелками переходами между энергетическими уровнями и происходящими при этом процессами.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение фотона максимальной частоты
 Б) излучение фотона минимальной частоты

ПЕРЕХОДЫ

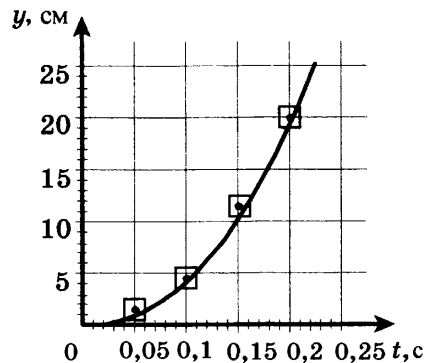
- 1) с уровня 1 на уровень 5
 2) с уровня 1 на уровень 2
 3) с уровня 5 на уровень 1
 4) с уровня 2 на уровень 1

Ответ:

А	Б

22. Ученик исследовал движение шарика, брошенного горизонтально. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения. По результатам исследования он заполнил таблицу и построил график зависимости координаты шарика y от времени t :

t, c	0	0,05	0,10	0,15	0,20
x, cm	0	5,5	13,5	17,5	24
y, cm	0	1,5	4,5	11,5	20



Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени — 0,01 с. Чему равна y -координата шарика в момент времени 0,18 с? Запишите в ответ значение координаты y с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) см.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости жесткости проволоки от ее длины. Для этого использовали установки, состоящие из закрепленной на потолке проволоки и подвешенного к ней груза. Какие две установки из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование? Все проволоки имели одинаковый диаметр.

№ установки	Длина проволоки	Материал проволоки	Масса груза
1	1,0 м	медь	10 кг
2	1,5 м	медь	2 кг
3	2,0 м	медь	5 кг
4	0,5 м	алюминий	5 кг
5	0,5 м	медь	5 кг

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

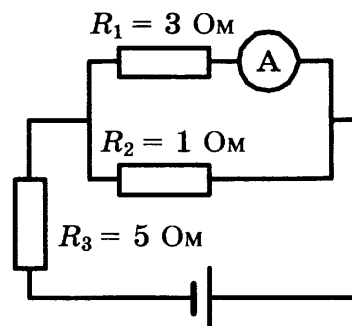
Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Невесомая недеформированная пружина лежит на горизонтальном столе. Один ее конец закреплен, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на том же столе. Брусок сдвигают вдоль оси пружины, сжимая пружину на $\Delta x = 1$ см, и отпускают. При последующем движении брусок приобретает максимальную скорость, равную 1 м/с. Определите жесткость пружины. Трение не учитывать.

Ответ: _____ Н/м.

25. В цепи, изображенной на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите напряжение на резисторе R_3 .



Ответ: _____ В.

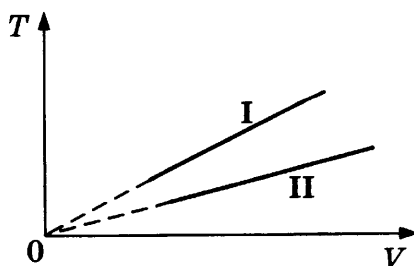
26. Линза с фокусным расстоянием $F = 2$ м дает на экране изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?

Ответ: _____ м.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

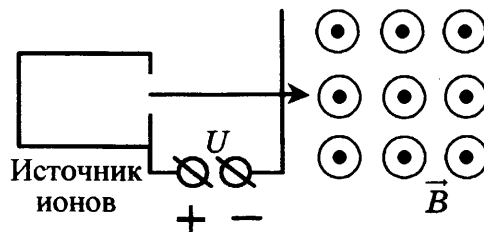
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. На рисунке изображены графики двух процессов, проведенных с идеальным газом при одном и том же давлении. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Снаряд, движущийся со скоростью v_0 , разрывается на две равные части, одна из которых продолжает движение в том же направлении, а другая летит в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счет энергии взрыва на величину ΔE . Скорость осколка, движущегося вперед по направлению движения снаряда, равна v_1 . Найдите массу m осколка.
29. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление изменяется обратно пропорционально квадрату объема. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?
30. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции \vec{B} (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q} = 5 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебречь.



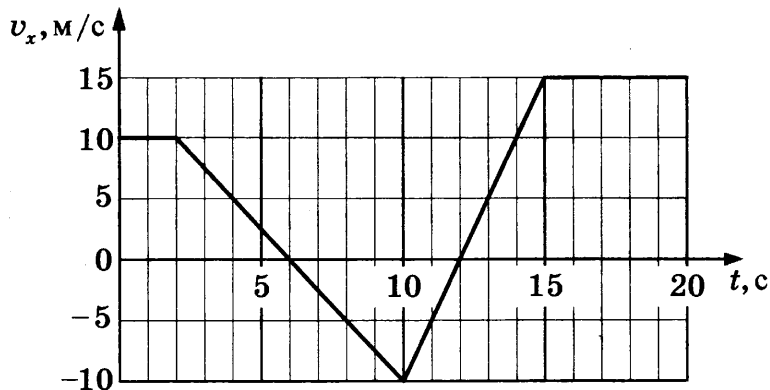
31. Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряженностью 130 В/м, причем вектор \vec{E} направлен в сторону пластины и перпендикулярен ее поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

ВАРИАНТ 14

Часть 1

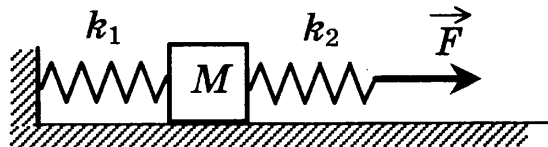
Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 15 до 20 с?



Ответ: _____ м/с².

2. К системе из кубика массой $M = 0,5$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жесткости пружин равны $k_1 = 400$ Н/м и $k_2 = 200$ Н/м. Удлинение второй пружины равно 2 см. Насколько растянута первая пружина?



Ответ : _____ см.

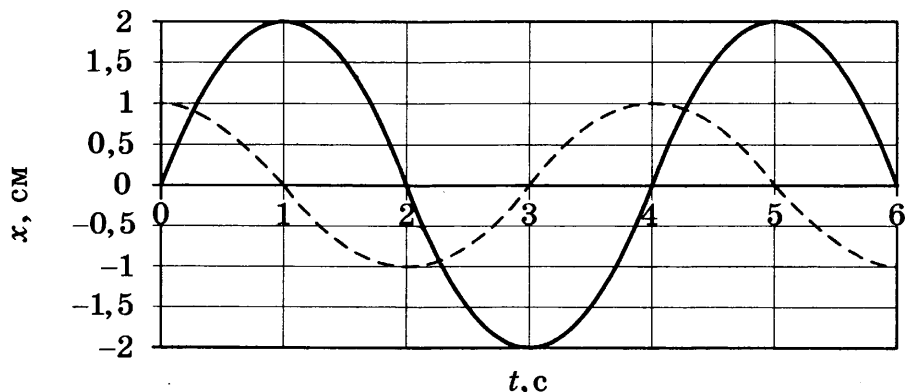
3. Камень массой 1 кг врежется в стоящую на горизонтальной площадке платформу с песком массой 20 кг под углом 60° к горизонту и застревает в песке. После удара импульс платформы с камнем стал равен 4 кг · м/с. Определите скорость камня перед ударом. Считать, что платформа может двигаться горизонтально без трения.

Ответ: _____ м/с.

4. На расстоянии 495 м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью копра. Каково время между видимым ударом молота о сваю и звуком удара, услышанным наблюдателем? Скорость звука в воздухе 330 м/с.

Ответ: _____ с.

5. На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикрепленных к одинаковым пружинам. Выберите два верных утверждения о движении тел. Сплошной линией изображены колебания груза m_1 , пунктиром – тела m_2 . Выберите два верных утверждения о движении тел.



- 1) Период колебаний тела 1 в два раза больше периода колебаний тела 2.
- 2) Амплитуды колебаний тел одинаковы.
- 3) Масса тела 1 равна массе тела 2 ($m_1 = m_2$).
- 4) Максимальная кинетическая энергия груза 1 в два раза больше, чем максимальная кинетическая энергия груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин отличаются в 4 раза.

Ответ:

--	--

6. Высота полета искусственного спутника над Землей уменьшилась с 600 км до 400 км. Как изменились в результате этого его кинетическая энергия и центростремительное ускорение?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Центростремительное ускорение

7. Деревянный брусок, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_2 . Коэффициент трения бруска об опору равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) масса бруска
 Б) сила нормальной реакции опоры

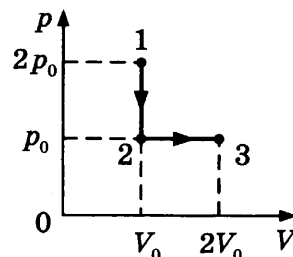
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{F}{2\mu g}$
 2) $\frac{F}{\mu g}$
 3) $\frac{F}{2}$
 4) $\frac{F}{\mu}$

Ответ:

А	Б

8. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на диаграмме p - V . Чему равна температура газа в состоянии 3, если в состоянии 2 температура равна 100 К?



Ответ: _____ К.

9. Внешние силы совершили над газом работу 300 Дж, а внутренняя энергия газа увеличилась на 500 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающей среды?

Ответ: _____ Дж.

10. В сосуде при температуре 100 °С находится влажный воздух с относительной влажностью 80%. Определите парциальное давление водяных паров в сосуде.

Ответ: _____ кПа.

11. При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занес в таблицу результаты измерения температуры и давления одного того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие два из утверждений, приведенных ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	200	180	150	100	110	150	200
t , °С	27	27	27	27	57	177	327

- 1) Объем газа в состоянии 4 в 2 раза больше объема газа в состоянии 1.
 2) В опытах 1–3 объем газа был одинаковым.
 3) Внутренняя энергия газа в опыте 6 в 3 раза больше, чем в опыте 5.
 4) При переходе от состояния 5 к состоянию 6 газ отдавал тепло.
 5) При переходе от состояния 2 к состоянию 3 газ совершал работу.

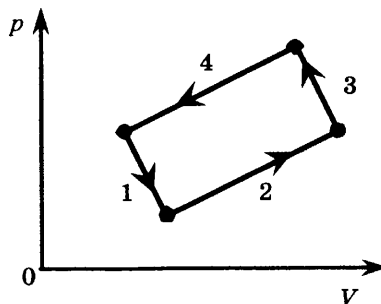
Ответ:

--	--

12. На рисунке изображена диаграмма четырех последовательных изменений состояния 3 моль идеального газа. В каком из процессов газ совершает максимальную работу, а в каком из процессов модуль работы внешних сил минимален?

Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) работа газа максимальна
- Б) модуль работы внешних сил минимален

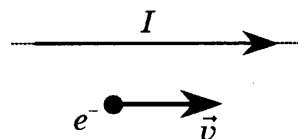
НОМЕРА ПРОЦЕССОВ

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

	А	Б

13. Электрон e^- имеет горизонтальную скорость \vec{v} , направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рис.). Куда направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

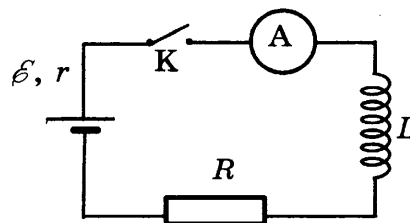
14. Комната освещается люстрой из четырех одинаковых параллельно включенных лампочек. Расход электроэнергии за час равен 600 кДж. Каким будет расход электроэнергии в час, если включить еще одну такую же люстру параллельно первой?

Ответ: _____ кДж.

15. В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно убывает от максимального значения $B_{\text{макс}}$ до 0 за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 10 мВ. Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если T и $B_{\text{макс}}$ в уменьшить 2 раза

Ответ: _____ мВ.

16. В схеме, показанной на рисунке, ключ К замыкают в момент времени $t = 0$. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице. Сопротивление резистора равно 100 Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.



$t, \text{ мс}$	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
$I, \text{ мА}$	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Напряжение на резисторе сначала увеличивается, а затем не меняется.
- 2) Напряжение на резисторе не меняется с течением времени.
- 3) ЭДС источника равна 3,4 В.
- 4) Напряжение на катушке в момент времени 300 мс равно 0.
- 5) Напряжение на катушке в момент времени 0 мс максимально.

Ответ:

--	--

17. При настройке контура радиопередатчика его емкость увеличили. Как при этом изменятся частота колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

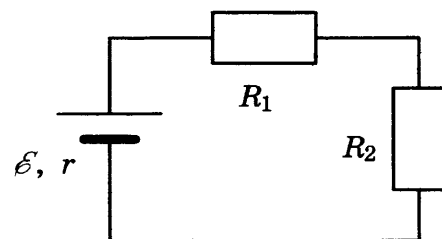
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18. Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). Сопротивление второго резистора равно R_2 , напряжение на нем равно U_2 . Напряжение на первом резисторе равно U_1 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сопротивление резистора R_1
- Б) мощность, выделяемая в цепи

ФОРМУЛЫ

- 1) $R_2 \frac{U_1}{U_2}$
- 2) $R_2 \frac{U_2}{U_1}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}U_2}{R_2}$
- 4) $\frac{(\mathcal{E} + U_1 + U_2)^2}{R_2}$

Ответ:

А	Б

19. Определите число нуклонов и электронов в нейтральном атоме бора ${}^{10}_5\text{B}$.

Ответ:

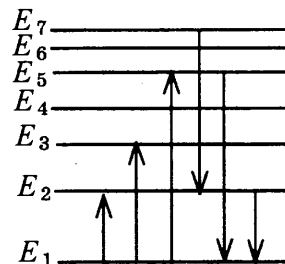
Число нуклонов	Число электронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Поток фотонов с энергией 10 эВ выбивает из металла электроны. Какова максимальная кинетическая энергия электронов, если работа выхода электронов с поверхности данного металла равна 6 эВ?

Ответ: _____ эВ.

21. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Установите соответствие между отмеченными стрелками переходами между энергетическими уровнями и происходящими при этом процессами.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение фотона с максимальным импульсом
 Б) излучение фотона с максимальной длиной волны

ПЕРЕХОДЫ

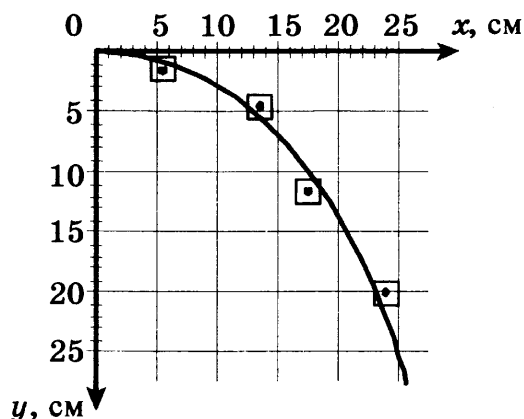
- 1) с уровня 1 на уровень 5
 2) с уровня 1 на уровень 3
 3) с уровня 7 на уровень 2
 4) с уровня 2 на уровень 1

Ответ:

А	Б

22. Ученик исследовал движение шарика, брошенного горизонтально. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения. По результатам исследования он заполнил таблицу и построил график траектории движения шарика (зависимость координаты шарика y от координаты x):

t, c	0	0,05	0,10	0,15	0,20
x, cm	0	5,5	13,5	17,5	24
y, cm	0	1,5	4,5	11,5	20



Погрешность измерения координат равна 1 см, а погрешность измерения промежутков времени 0,01 с. Чему равна y -координата шарика в тот момент, когда координата x равна 25 см? Запишите в ответ значение координаты y с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) см.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости жесткости проволоки от ее материала. Для этого использовали установки, состоящие из закрепленной на потолке проволоки и подвешенного к ней груза. Какие две установки из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование? Все проволоки имели одинаковый диаметр.

№ установки	Длина проволоки	Материал проволоки	Масса груза
1	1,0 м	медь	10 кг
2	1,5 м	медь	2 кг
3	2,0 м	медь	5 кг
4	0,5 м	алюминий	5 кг
5	0,5 м	медь	5 кг

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

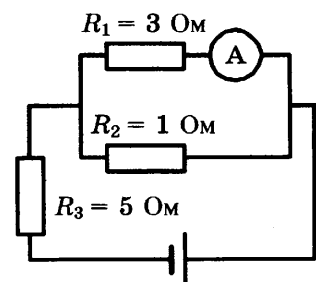
Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Горизонтально расположенная невесомая пружина с жесткостью $k = 1000$ Н/м находится в недеформированном состоянии. Один ее конец закреплен, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину, и отпускают. На какую длину Δx была сжата пружина, если после отпускания бруска его скорость достигла величины $v = 1$ м/с? Трением пренебречь.

Ответ: _____ см.

25. В цепи, изображенной на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.



Ответ: _____ В.

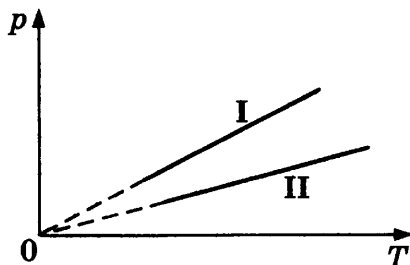
26. Линза с фокусным расстоянием $F = 1$ м дает на экране изображение предмета, уменьшенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?

Ответ: _____ м.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

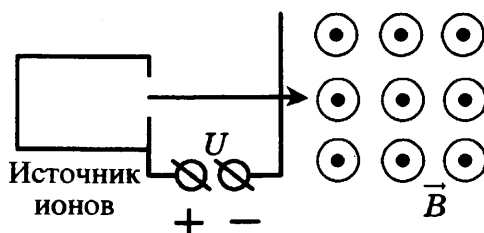
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объема. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Снаряд массой $2m$ разрывается в полете на две равные части, одна из которых продолжает движение в том же направлении, а другая летит в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счет энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .
29. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600\text{ K}$ и давлении $p_1 = 9 \cdot 10^4\text{ Па}$, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление обратно пропорционально квадрату объема. Конечное давление газа $p_2 = 10^4\text{ Па}$. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1500\text{ Дж}$?
30. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10\text{ кВ}$ и влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции \vec{B} (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2\text{ м}$, модуль индукции магнитного поля $B = 0,5\text{ Тл}$. Определите отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q}$. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебречь.



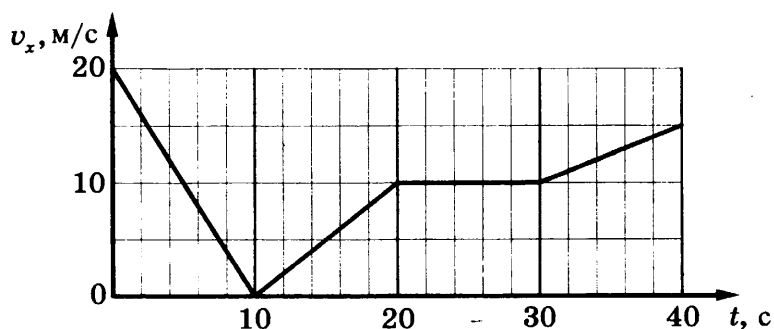
31. Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}\text{ Гц}$. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряженностью 130 В/м , причем вектор напряженности \vec{E} поля направлен к пластине перпендикулярно ее поверхности. Измерения показали, что на расстоянии $L = 10\text{ см}$ от пластины максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна $E = 15,9\text{ эВ}$. Определите работу выхода электронов из данного металла.

ВАРИАНТ 15

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции его скорости на ось Ox от времени. Ось Ox направлена параллельно улице. Определите путь, пройденный автомобилем за промежуток времени от 30 с до 40 с.



Ответ: _____ м.

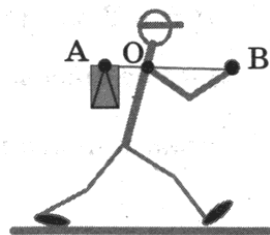
2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который движется по круговой орбите на расстоянии двух радиусов Земли от земной поверхности?

Ответ: _____ Н.

3. Груз массой 1 кг под действием силы 30 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 2 м. Чему равна работа этой силы?

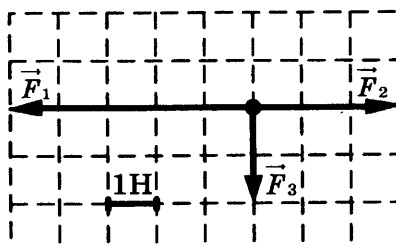
Ответ: _____ Дж.

4. Человек несет груз на палке (см. рисунок). Определите, какую минимальную по величине силу человек должен приложить к концу В невесомой палки, чтобы удержать в равновесии груз массой 2 кг. Расстояние AO равно 0,2 м, расстояние OB равно 0,4 м.



Ответ: _____ Н.

5. На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на небольшой шарик массой $m = 400$ г. В начальный момент времени шарик удерживали неподвижным. Выберите из перечисленных ниже два верных утверждения о движении шарика, после того как он был отпущен и никаких других сил на него не действовало.



- 1) После того как шарик отпустили, он остался неподвижным.
- 2) Модуль ускорения шарика равен 7 м/с^2 .
- 3) Через две секунды после отпускания скорость шарика равна $8,4 \text{ м/с}$.
- 4) Шарик движется прямолинейно.
- 5) Модуль импульса шарика за 3 с после отпускания изменился на $6 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный вертикально вверх с поверхности земли с начальной скоростью v_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдет со временем полета и высотой подъема шарика, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время полета	Высота подъема

7. Два пластилиновых шарика массами $2m$ и m находятся на горизонтальном гладком столе. Первый из них движется ко второму со скоростью \vec{v} , а второй покоится относительно стола. Между ними происходит абсолютно неупругий удар. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) модуль изменения скорости первого шарика в результате удара

- 1) v
- 2) $2v$

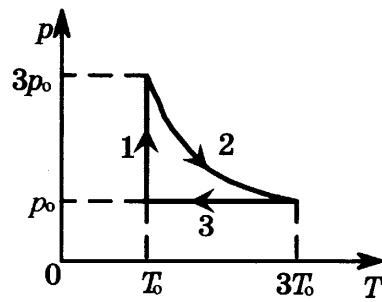
Б) модуль изменения скорости второго шарика в результате удара

- 3) $\frac{1}{3}v$
- 4) $\frac{2}{3}v$

Ответ:

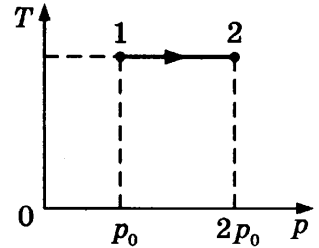
А	Б

8. На p - T -диаграмме отображена последовательность трех процессов ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$) изменения состояния 2 моль идеального газа. При давлении p_0 и температуре T_0 газ занимает объем 6 л. Какой объем занимает газ в конце процесса 1?



Ответ: _____ л.

9. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Работа, совершенная над газом, равна 80 кДж. Какое количество теплоты отдал газ окружающей среде?

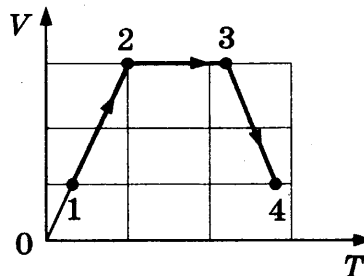


Ответ: _____ кДж.

10. В сосуде под поршнем находится воздух с относительной влажностью 40%. Определите отношение плотности пара в сосуде к плотности насыщенного пара при этой температуре.

Ответ: _____ .

11. Газ в количестве 5 моль последовательно перешел из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Выберите два верных утверждения о процессах, происходящих с газом.



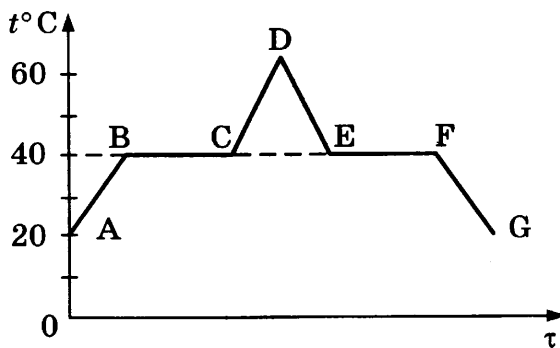
- 1) На участке 1–2 работа газа равна нулю.
- 2) На участке 2–3 работа газа равна нулю.
- 3) На участке 1–2 давление газа увеличивалось.
- 4) Давление газа максимально в состоянии 3.
- 5) Внутренняя энергия газа максимальна в состоянии 4.

Ответ:

--	--

12. Изначально цилиндр был заполнен жидким эфиром, отделенным от атмосферы легким подвижным поршнем. Цилиндр с эфиром начали нагревать. Эфир нагрелся, затем закипел. После того как весь эфир превратился в пар, а пар немного нагрелся, нагреватель отключили, и эфир начал остывать. Установите соответствие между физическими процессами и участками графика зависимости температуры эфира от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

УЧАСТКИ ГРАФИКА

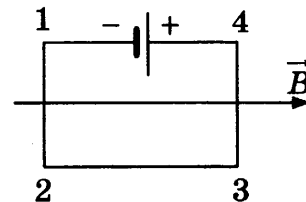
- А) нагрев паров эфира
 Б) конденсация паров эфира

- 1) АВ
 2) CD
 3) DE
 4) EF

Ответ:

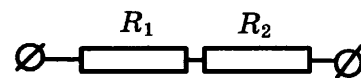
А	Б

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных проводников (1-2, 2-3, 3-4, 4-1), лежащих в горизонтальной плоскости, и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции \vec{B} которого направлен горизонтально вправо (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 1-2? Ответ запишите словом (словами).



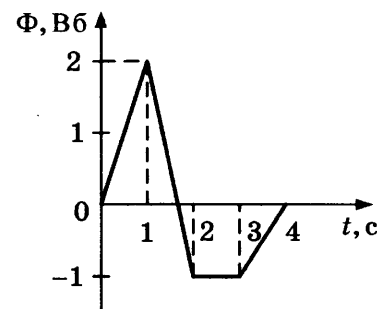
Ответ: _____.

14. По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 1 \text{ кОм}$ и $R_2 = 3 \text{ кОм}$ (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 10 \text{ мА}$. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1 \text{ мин}$?



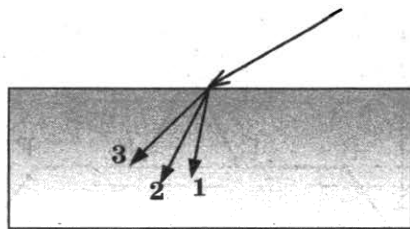
Ответ: _____ Дж.

15. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. Чему равен модуль ЭДС индукции в промежутке времени от 0 с до 1 с?



Ответ: _____ В.

16. Ученик изучал законы преломления света на границе раздела воздух-стекло. При падении на поверхность стекла узкого пучка белого света он разделился на несколько лучей разных цветов – красного, фиолетового и зеленого (см. рисунок). Выберите два верных утверждения о результатах данного опыта.



- 1) Луч 2 — зеленый
- 2) Угол преломления луча фиолетового цвета больше, чем красного.
- 3) Данное оптическое явление называется интерференцией.
- 4) Показатель преломления стекла для зеленого света меньше, чем для фиолетового.
- 5) Волны фиолетового цвета распространяются в стекле с самой большой скоростью (из цветов, рассмотренных в данном опыте).

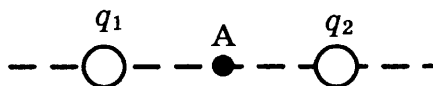
Ответ:

--	--

17. Два небольших металлических шарика одинакового диаметра имеют заряды $q_1 = +5$ нКл и $q_2 = -3$ нКл и находятся на некотором расстоянии друг от друга (см. рисунок). Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменятся при этом модуль силы взаимодействия шариков и модуль напряженности электрического поля в точке А?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы взаимодействия шариков	Модуль напряженности электрического поля в точке А

18. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

1) $\frac{q^2}{2C}$

2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$

3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$

4) $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

19. Ядро магния ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ захватило электрон. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Ответ:

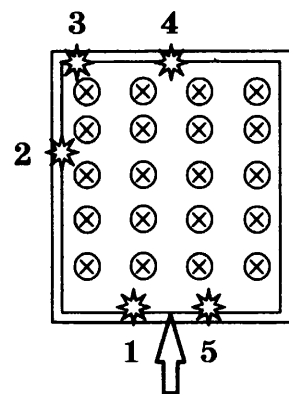
Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. Насколько нужно увеличить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ эВ.

21. В камере прибора создано магнитное поле (см. рисунок), направленное перпендикулярно плоскости рисунка от нас. В прибор влетают с одинаковыми скоростями разные частицы, являющиеся продуктами различных ядерных реакций (электроны ${}_{-1}^0e$, позитроны ${}_{+1}^0e$, протоны ${}_{+1}^1p$, нейтроны ${}_{0}^1n$ и α -частицы ${}_{+2}^4\text{He}$). Установите соответствие между вспышками на экране и частицей, попавшей в данное место экрана.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЧАСТИЦА

ВСПЫШКА

- А) позитрон
Б) протон

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ:

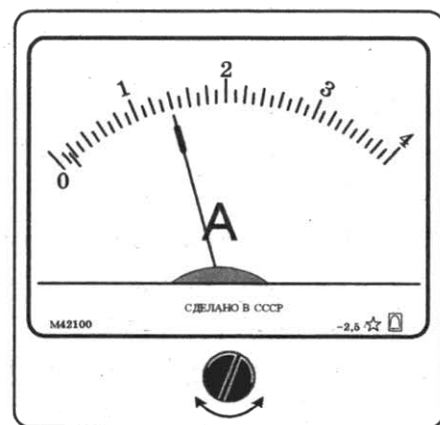
А	Б

22. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна цене деления шкалы амперметра.

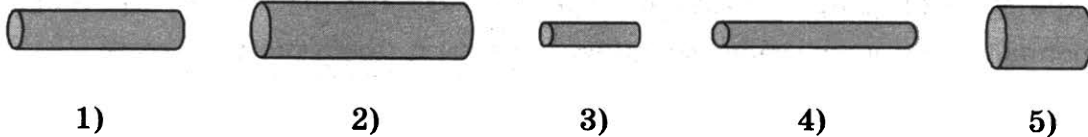
Запишите в ответ величину силы тока в цепи, с учетом погрешности измерений.

Ответ: (____ ± ____) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.



23. Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от ее диаметра?



В ответе запишите номера выбранных проводников.

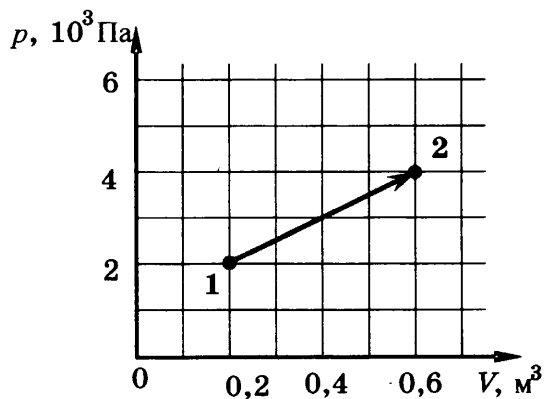
Ответ:

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

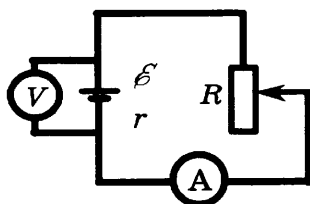
Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза, и он перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ними мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



Ответ: _____ .

25. При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 6 В, амперметр — 1 А (см. рисунок). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 4 В и 2 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



Ответ: _____ Ом.

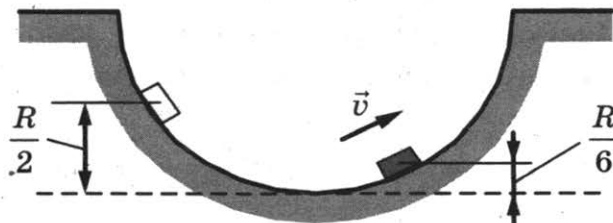
26. Кольцо площадью 10 см^2 из тонкой проволоки с сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого составляют угол 30° с плоскостью кольца. За какое время в кольце выделится количество теплоты 32 мкДж , если магнитная индукция возрастает со скоростью $0,08 \text{ Тл/с}$?

Ответ: _____ с.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

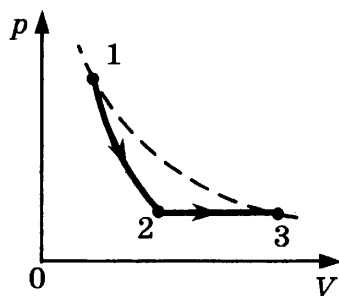
27. Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R . Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$ относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо-вверх, находясь на высоте $\frac{R}{6}$ над нижней точкой поверхности (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.



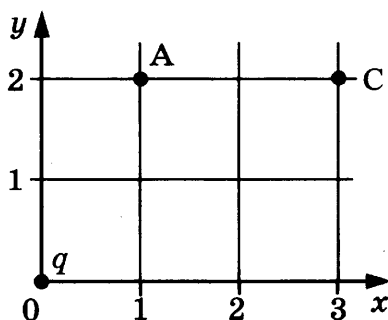
Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Полый конус с углом при вершине 2α вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина конуса обращена вверх. На внешней поверхности конуса находится небольшая шайба, коэффициент трения которой о поверхность конуса равен μ . При каком максимальном расстоянии L от вершины конуса шайба будет неподвижна относительно него? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шайбу.

29. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатически, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). При адиабатическом расширении газ совершил работу, равную $A_{12} = 3$ кДж. Какова работа газа A_{123} за весь процесс?



30. Точечный заряд q , помещенный в начало координат, создает в точке А (см. рисунок) электростатическое поле напряженностью $E_1 = 65$ В/м. Какова напряженность поля E_2 в точке С?



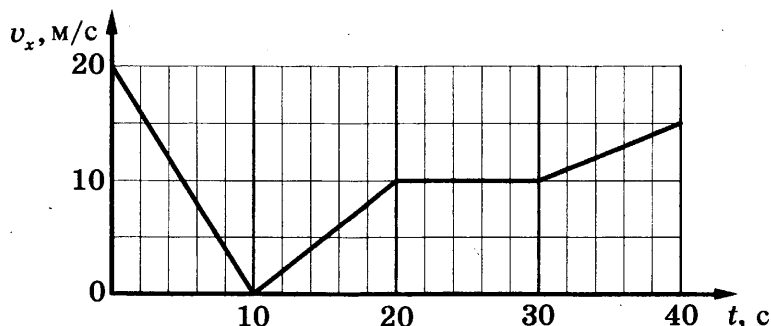
31. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж), освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?

ВАРИАНТ 16

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции его скорости на ось Ox от времени. Ось Ox направлена параллельно улице. Определите путь, пройденный автомобилем за промежуток времени от 0 с до 10 с.



Ответ: _____ м.

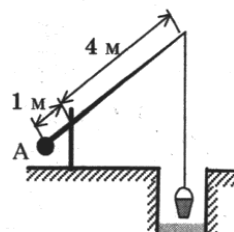
2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который с помощью реактивных двигателей удерживается неподвижно относительно Земли на расстоянии трех ее радиусов от центра Земли?

Ответ: _____ Н.

3. На тело, лежащее на горизонтальной поверхности, действуют с силой 10 Н, направленной вверх под углом 60° к горизонту. Под действием этой силы тело сдвинулось вдоль поверхности на 5 м. Определите работу этой силы.

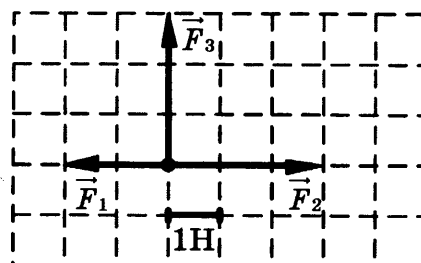
Ответ: _____ Дж.

4. Каким должен быть груз А колодезного журавля (см. рисунок), чтобы он уравновешивал ведро массой 10 кг? (Рычаг считайте невесомым.)



Ответ: _____ кг.

5. На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на небольшой шарик массой $m = 40$ г. В начальный момент времени шарик удерживали неподвижным. Выберите из перечисленных ниже два верных утверждения о движении шарика после того, как он был отпущен и никаких других сил не него не действовало.



- 1) После того как шарик отпустили, он стал двигаться горизонтально вправо.
- 2) Модуль ускорения шарика равен $5,6 \text{ м/с}^2$.
- 3) Через 1 секунду после отпускания скорость шарика стала равна 79 м/с .
- 4) Траекторией движения шарика является парабола.
- 5) После того как шарик отпустили, его кинетическая энергия стала увеличиваться.

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный от поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью v_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдет с ускорением шарика и его максимальной потенциальной энергией относительно земной поверхности, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение шарика	Максимальная потенциальная энергия

7. Два пластилиновых шарика массами m и $3m$ находятся на горизонтальном гладком столе. Первый из них движется ко второму со скоростью \vec{v} , а второй покоится относительно стола. Между ними происходит абсолютно неупругий удар. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

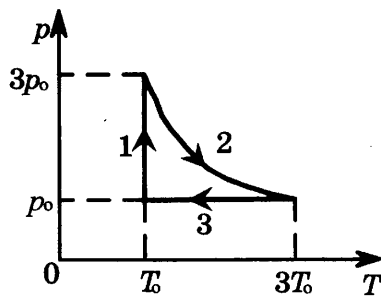
- А) модуль изменения скорости первого шарика в результате удара
- Б) модуль изменения скорости второго шарика в результате удара

- 1) v
- 2) $3v$
- 3) $\frac{1}{4}v$
- 4) $\frac{3}{4}v$

Ответ:

А	Б

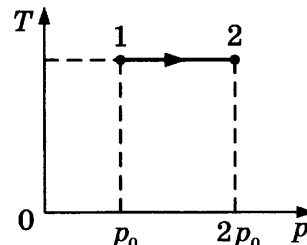
8. На p - T -диаграмме изображена последовательность трех процессов ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$) изменения состояния 2 моль идеального газа. При давлении p_0 и температуре T_0 газ занимает объем 2 л. Какой объем занимает газ в конце процесса 2?



Ответ: _____ л.

9. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. В этом процессе газ отдал окружающей среде 20 кДж теплоты. Какую работу совершили над газом внешние силы?

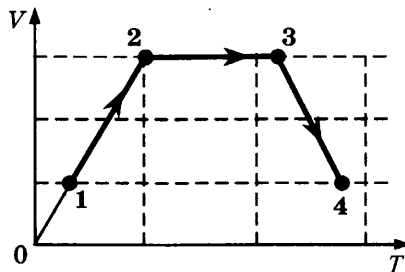
Ответ: _____ кДж.



10. В сосуде под поршнем находится воздух с относительной влажностью 60%. Определите отношение концентрации молекул водяного пара в сосуде к концентрации молекул насыщенного пара при этой же температуре.

Ответ: _____ .

11. Газ в количестве 3 моль последовательно перешел из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Выберите два верных утверждения о процессах, происходящих с газом.



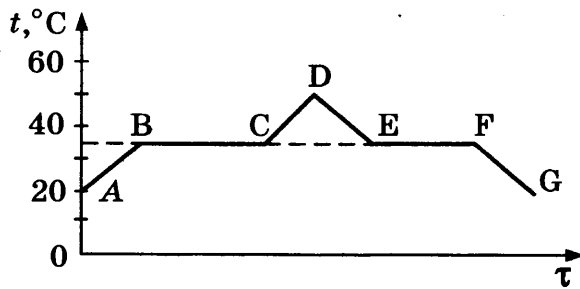
- 1) На участке 1–2 внутренняя энергия газа увеличивалась.
- 2) На участке 1–2 работа газа равна нулю.
- 3) На участке 2–3 давление газа не менялось.
- 4) Давление газа максимально в состоянии 4.
- 5) Внутренняя энергия газа максимальна в состоянии 3.

Ответ:

--	--

12. Изначально цилиндр был заполнен жидким эфиром, отделенным от атмосферы легким подвижным поршнем. Цилиндр с эфиром начали нагревать. Эфир нагрелся, затем закипел. После того как весь эфир превратился в пар, а пар немного нагрелся, нагреватель отключили, и эфир начал остывать. Установите соответствие между физическими процессами и участками графика зависимости температуры эфира от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кипение жидкого эфира
 Б) охлаждение жидкого эфира

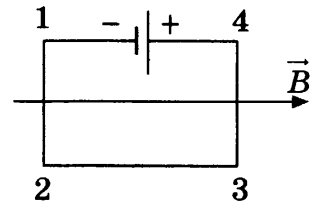
УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) АВ
 2) ВС
 3) DE
 4) FG

Ответ:

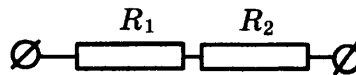
А	Б

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных проводников (1-2, 2-3, 3-4, 4-1), лежащих в горизонтальной плоскости, и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции \vec{B} которого направлен горизонтально вправо (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3-4? Ответ запишите словом (словами).



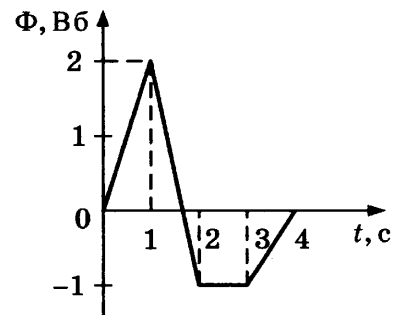
Ответ: _____ .

14. По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 2$ кОм и $R_2 = 4$ кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 10$ мА. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1$ мин?



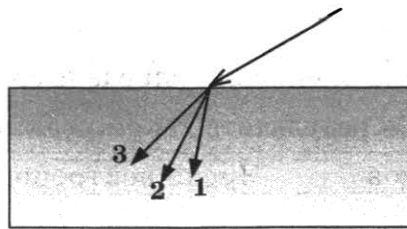
Ответ: _____ Дж.

15. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. Чему равен модуль ЭДС индукции в промежутке времени от 3 с до 4 с?



Ответ: _____ В.

16. Ученик изучал законы преломления света на границе раздела воздух-вода. При падении на поверхность воды узкого пучка белого света он разделился на несколько лучей разных цветов – красного, желтого и синего (см. рисунок). Выберите два верных утверждения о результатах данного опыта.



- 1) Луч 2 — красный
- 2) Угол преломления луча красного цвета больше, чем у синего.
- 3) Данное оптическое явление называется дифракцией.
- 4) Показатель преломления стекла для желтого света, меньше, для синего.
- 5) Волны синего цвета распространяются в стекле с самой большой скоростью (из цветов, рассмотренных в данном опыте).

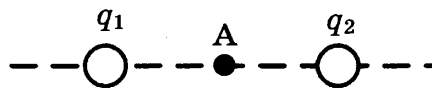
Ответ:

--	--

17. Два небольших металлических шарика одинакового диаметра имеют заряды $q_1 = +6$ нКл и $q_2 = +8$ нКл и находятся на некотором расстоянии друг от друга (см. рисунок). Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменятся при этом модуль силы взаимодействия шариков и модуль напряженности электрического поля в точке А?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы взаимодействия шариков	Модуль напряженности электрического поля в точке А

18. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока в контуре равна I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия магнитного поля катушки
 Б) максимальный заряд конденсатора

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{CI^2}{2}$
- 2) $\frac{LI^2}{2}$
- 3) $I\sqrt{\frac{L}{C}}$
- 4) $I\sqrt{LC}$

Ответ:

А	Б

19. Ядро фтора ${}^{18}_9\text{F}$ захватило электрон. Определите число протонов и нейтронов в ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Ответ:

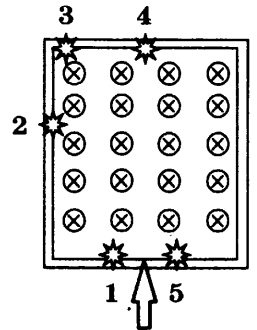
Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. Насколько нужно уменьшить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов уменьшилась в 2 раза?

Ответ: _____ эВ.

21. В камере прибора создано магнитное поле (см. рисунок), направленное перпендикулярно плоскости рисунка от нас. В прибор влетают с одинаковыми скоростями разные частицы, являющиеся продуктами различных ядерных реакций (электроны ${}^0_{-1}e$, позитроны ${}^0_{+1}e$, протоны 1_1p , нейтроны 1_0n и α -частицы ${}^4_2\text{He}$). Установите соответствие между вспышками на экране и частицей, попавшей в данное место экрана.



ЧАСТИЦА	ВСПЫШКА
А) нейтрон	1) 1
Б) α -частица	2) 2
	3) 3
	4) 4

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

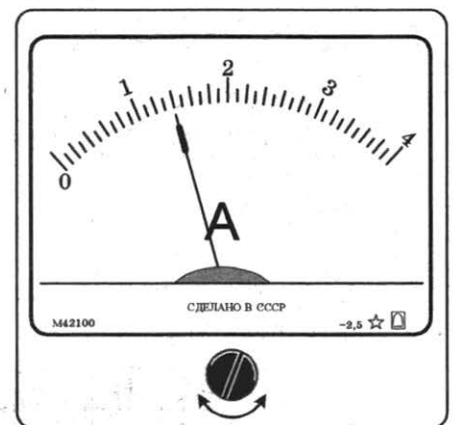
Ответ:

А	Б

22. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра.

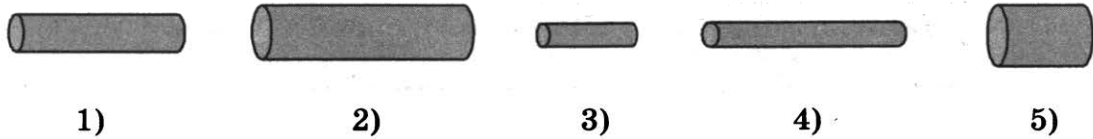
Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) А.



В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от ее длины?



В ответе запишите номера выбранных проводников.

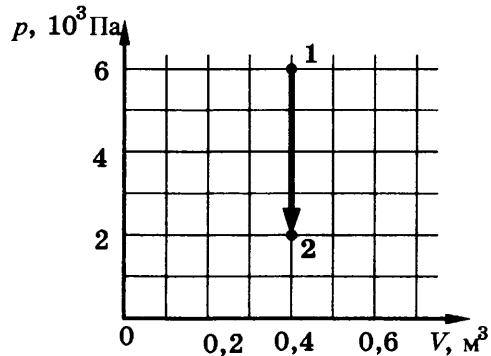
Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

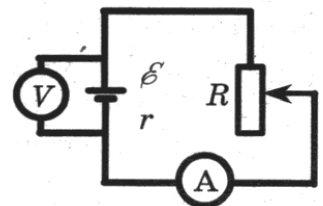
24. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, и он перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа молекул газа в сосуде в начале и конце опыта.

Воздух считать идеальным газом.



Ответ: _____ .

25. При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 8 В, амперметр — 1 А (см. рисунок). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 6 В и 2 А. Чему равна ЭДС источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



Ответ: _____ В.

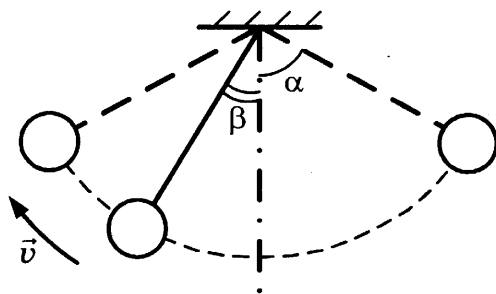
26. Кольцо площадью 10 см^2 из тонкой проволоки с сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого составляют угол 30° с плоскостью кольца. Какое количество теплоты выделится в кольце за 100 с , если магнитная индукция возрастает со скоростью $0,06 \text{ Тл/с}$?

Ответ: _____ мкДж.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

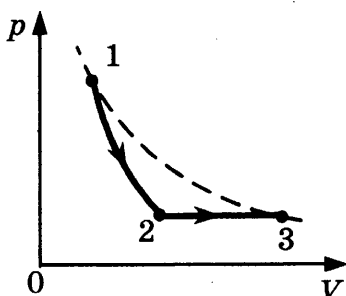
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленький шарик, подвешенный к потолку на легкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево-вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

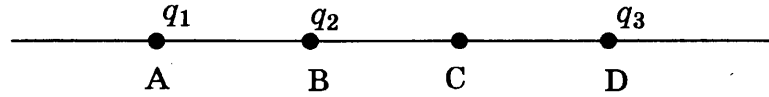


Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Конус с углом при вершине 2α вращается вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина конуса обращена вверх. На поверхности конуса находится небольшая шайба. При какой минимальной угловой скорости вращения конуса шайба не будет соскальзывать с него, если коэффициент трения о поверхность конуса равен μ и шайба находится на расстоянии L от вершины конуса? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шайбу.
29. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатически, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). За весь процесс газом совершается работа, равная $A_{123} = 3$ кДж. Какую работу A_{12} совершает газ при адиабатическом расширении?



30. Точки A , B , C и D расположены на прямой и разделены равными промежутками L (см. рисунок). В точке A помещен заряд $q_1 = 8 \cdot 10^{-12}$ Кл, в точке B — заряд $q_2 = -5 \cdot 10^{-12}$ Кл. Какой заряд q_3 надо поместить в точку D , чтобы напряженность поля в точке C была равна нулю?



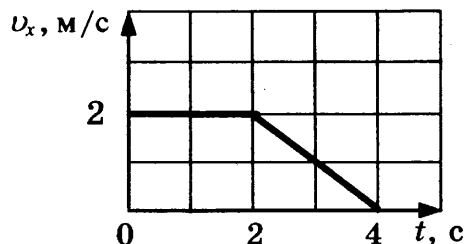
31. Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 225$ нм. Работа выхода электронов из кальция равна $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом $R = 5$ мм. Каков модуль индукции магнитного поля B ?

ВАРИАНТ 17

Часть 1

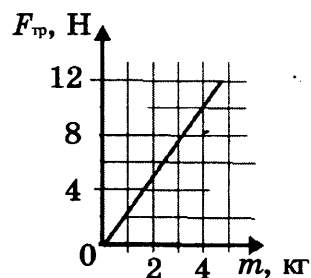
Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело движется вдоль оси X . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось X от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?



Ответ: _____ м.

2. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Определите с помощью графика коэффициент трения в этом исследовании.



Ответ: _____ .

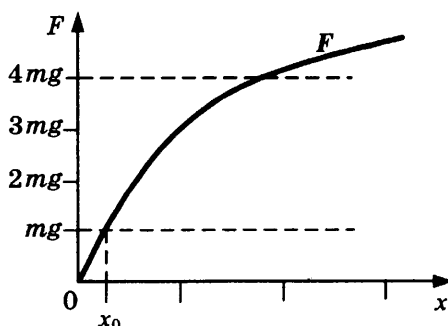
3. Два автомобиля одинаковой массы 1000 кг движутся со скоростями 10 м/с и 20 м/с относительно Земли в противоположных направлениях. Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Струна создает звуковую волну, которая распространяется в воздухе со скоростью 340 м/с. Длина звуковой волны равна 0,68 м. Какова частота колебаний струны?

Ответ: _____ Гц.

5. Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резинового жгуте, равен T_0 .



Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) Зависимость силы упругости резинового жгута от удлинения не подчиняется закону Гука.
- 2) При увеличении силы упругости в 2 раза удлинение увеличивается в 2 раза.
- 3) При силе упругости, равной $4mg$, удлинение $x < 4x_0$.
- 4) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T = 2T_0$.
- 5) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T > 2T_0$.

Ответ:

--	--

6. Груз массой m , подвешенный к пружине, совершает свободные вертикальные колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с периодом и максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде уменьшить массу груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

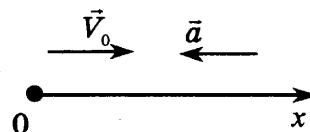
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины

7. Тело равноускоренно движется вдоль оси X . Ускорение тела \vec{a} , начальная скорость тела \vec{V}_0 , время движения t . Направление начальной скорости и ускорения тела указаны на рисунке.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) проекция перемещения тела за время t
- Б) проекция скорости тела в некоторый момент времени t

ФОРМУЛЫ

- 1) $V_0 t + at^2/2$
- 2) $V_0 t - at^2/2$
- 3) $V_0 + at^2/2$
- 4) $V_0 - at$

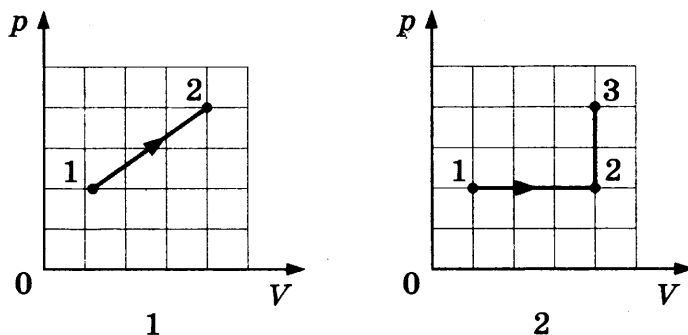
Ответ:

А	Б

8. При сжатии идеального газа и его объем, и температура уменьшились в 2 раза. Каким стало конечное давление газа, если начальное давление равно 80 кПа?

Ответ: _____ кПа.

9. На рисунке приведены графики двух процессов, происходящих с одним и тем же количеством идеального газа. Определите отношение работ газа в $\frac{A_1}{A_2}$ этих процессах.

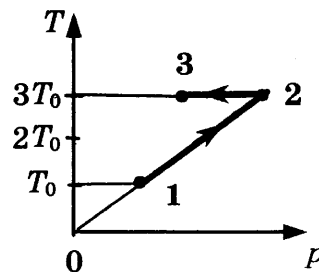


Ответ: _____.

10. Температура алюминиевой детали массой 2 кг увеличилась от 200 °С до 400 °С. Какое количество теплоты получила деталь?

Ответ: _____ кДж.

11. Зависимость температуры одного моля одноатомного идеального газа от давления показана на рисунке. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого эксперимента.



- 1) В процессе 1–2 объем газа увеличился в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 к газу подводили тепло.
- 5) Объем газа в состоянии 3 равен объему газа в состоянии 1.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между формулами и процессами в идеальном газе, которые они описывают (N — число частиц, p — давление, V — объем, T — абсолютная температура).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{p}{T} = \text{const}$

Б) $\frac{V}{T} = \text{const}$

ПРОЦЕССЫ

1) изобарный процесс при $N = \text{const}$

2) изотермический процесс при $N = \text{const}$

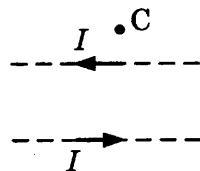
3) изохорный процесс при $N = \text{const}$

4) адиабатный процесс при $N = \text{const}$

Ответ:

А	Б

13. По двум тонким длинным прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлено (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) создаваемое ими магнитное поле в точке C ? Ответ запишите словом (словами).

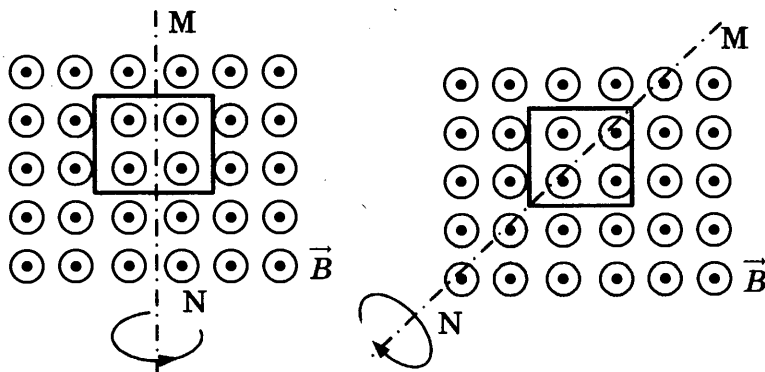


Ответ: _____.

14. Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 8 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 2 раза больше, чем в первом случае?

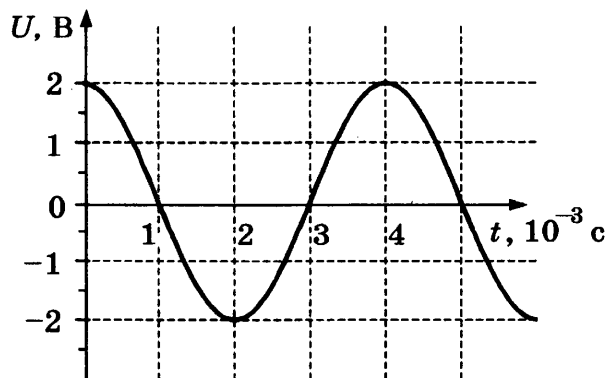
Ответ: _____ мкН.

15. На рисунке показаны два способа вращения квадратной проволочной рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены из плоскости чертежа к нам. Вращение происходит вокруг оси MN , лежащей в плоскости рисунка. В первом случае максимальная величина ЭДС индукции, возникающей в рамке, равна 4 мВ. Определите максимальную величину ЭДС индукции, возникающей в рамке во втором случае, если частота вращения рамки в обоих случаях одинакова.



Ответ: _____ мВ.

16. Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какие два верных вывода можно сделать по результатам этого опыта?



- 1) В промежутке от $3 \cdot 10^{-3}$ с до $4 \cdot 10^{-3}$ с энергия магнитного поля катушки увеличивается до максимального значения.

21. Радиоактивное ядро испытало β -распад. Как изменились в результате этой ядерной реакции заряд и число нейтронов в ядре?

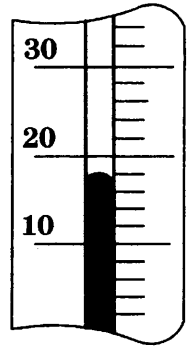
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нейтронов в ядре

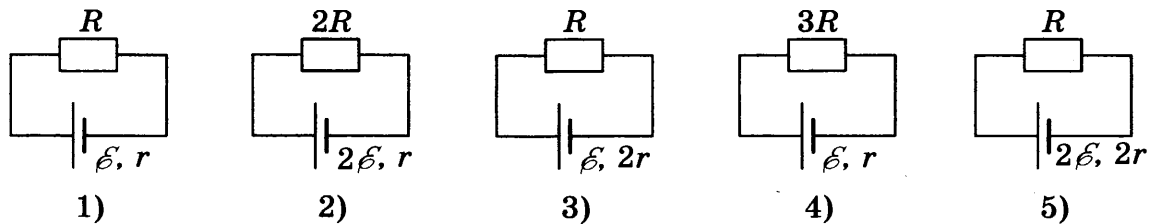
22. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ температуру воздуха в комнате с учетом погрешности измерений.



Ответ: (\pm) °С.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Для выполнения лабораторной работы ученику требуется проверить зависимость тепловой мощности, выделяющейся на резисторе, от его сопротивления. В его распоряжении имеется 5 установок, показанных на рисунке. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы выполнить эту работу?



В ответе запишите номера выбранных установок.

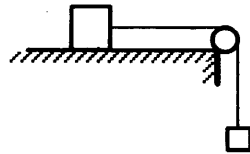
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. По гладкому горизонтальному столу из состояния покоя движется массивный брусок, соединенный с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Ускорение груза равно 2 м/с^2 . Чему равна масса бруска?



Ответ: _____ кг.

25. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 18°C находится $0,924 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

Ответ: _____ %.

26. Две частицы с отношением зарядов $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{2}$ и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4}$ движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обеих частиц равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих частиц $\frac{W_2}{W_1}$ спустя одно и то же время после начала движения.

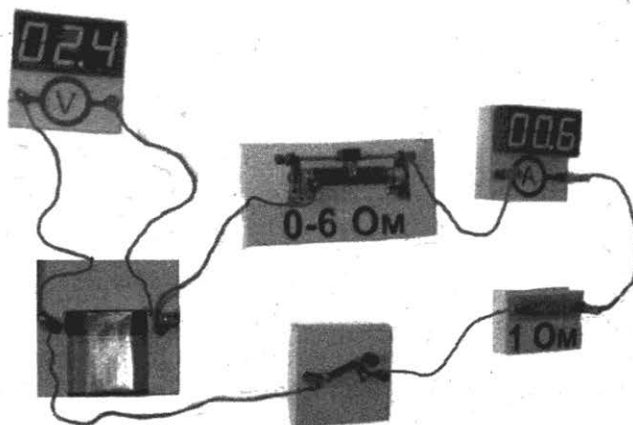
Ответ: _____ .

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

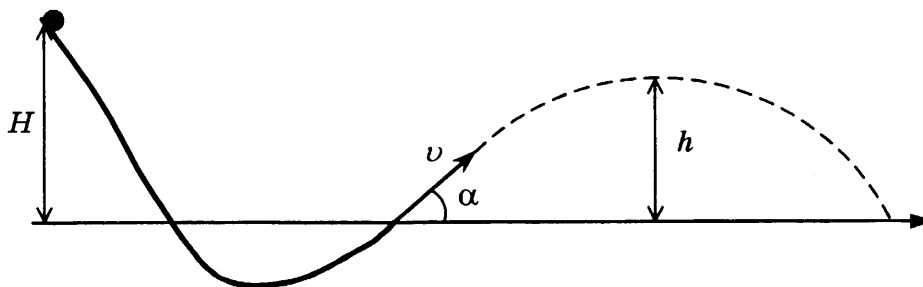
27. На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

Используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

28. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова высота полета h на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.



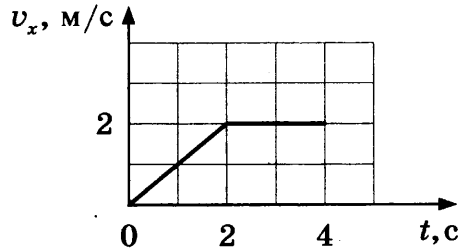
29. С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину ΔT . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на ΔT . Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Масса азота $m = 1$ кг.
30. Полый шарик массой $m = 0,3$ г с зарядом $q = 6$ нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен модуль напряженности электрического поля E ?
31. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается, при напряжении между анодом и катодом $U = 1,5$ В. Определите длину волны λ .

ВАРИАНТ 18

Часть 1

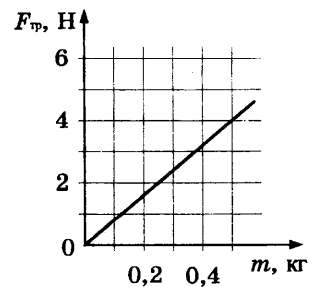
Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело движется по оси X . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось X от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 3$ с?



Ответ: _____ м.

2. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Определите с помощью графика коэффициент трения в этом исследовании.



Ответ: _____ .

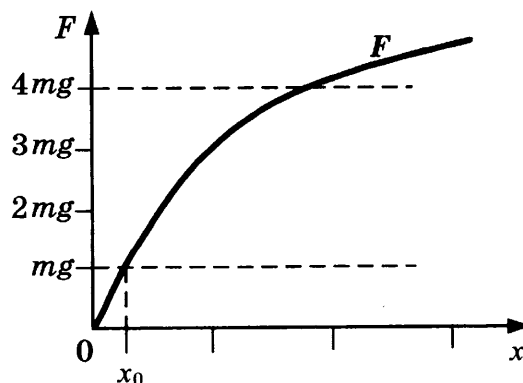
3. Два автомобиля одинаковой массы 1000 кг движутся со скоростями 20 м/с и 10 м/с относительно Земли в одном и том же направлении. Чему равен модуль импульса первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем?

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Частота колебаний струны равна 250 Гц. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Какова длина звуковой волны?

Ответ: _____ м.

5. Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Частота малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резинового жгуте, равна ν_0 .



Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) Зависимость силы упругости резинового жгута от удлинения подчиняется закону Гука.
- 2) При силе упругости, равной $4mg$, удлинение $x = 4x_0$.
- 3) При силе упругости, равной $4mg$, удлинение $x > 4x_0$.
- 4) Частота ν малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $\nu < 2\nu_0$.
- 5) Частота ν малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $\nu > 2\nu_0$.

Ответ:

--	--

6. Груз массой m , подвешенный к пружине, совершает свободные вертикальные колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с периодом и максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде увеличить массу груза?

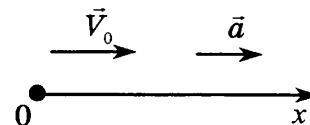
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины

7. Тело равноускоренно движется вдоль оси X . Ускорение тела a , начальная скорость тела V_0 , время движения t . Направление начальной скорости и ускорения тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) проекция скорости тела в некоторый момент времени t
- Б) проекция перемещения тела за время t

ФОРМУЛЫ

- 1) $V_0t + at^2/2$
- 2) $V_0t - at^2/2$
- 3) $V_0 + at^2/2$
- 4) $V_0 + at$

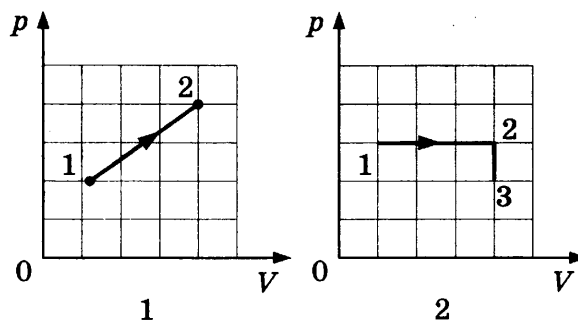
Ответ:

А	Б

8. При нагревании идеального газа и его давление, и температура увеличились в 2 раза. Каким стал конечный объем газа, если начальный объем равен 2 л?

Ответ: _____ л.

9. На рисунке приведены графики двух процессов, происходящих с одним и тем же количеством идеального газа. Определите отношение работ газа в $\frac{A_1}{A_2}$ этих процессах.

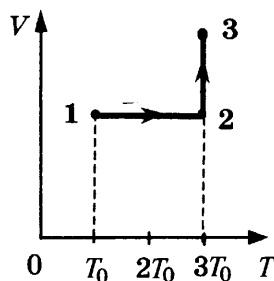


Ответ: _____ .

10. Температура чугунной детали массой 3 кг увеличилась от 100 °С до 300 °С. Какое количество теплоты получила деталь?

Ответ: _____ кДж.

11. Зависимость объема одного моля одноатомного идеального газа от температуры показана на рисунке. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого эксперимента.



- 1) В процессе 1–2 давление газа увеличилось в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 от газа отводили тепло.
- 5) Объем газа в состоянии 3 равен объему газа в состоянии 1.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между формулами и процессами в идеальном газе, которые они описывают (N — число частиц, p — давление, V — объем, Q — количество теплоты).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $pV = \text{const}$

Б) $Q = 0$

ПРОЦЕССЫ

1) изобарный процесс при $N = \text{const}$

2) изотермический процесс при $N = \text{const}$

3) изохорный процесс при $N = \text{const}$

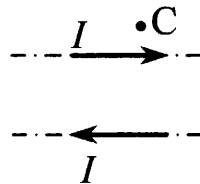
4) адиабатный процесс

Ответ:

А	Б

А	Б

13. По двум тонким длинным прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции \vec{B} создаваемого ими магнитного поля в точке C ? Ответ запишите словом (словами).

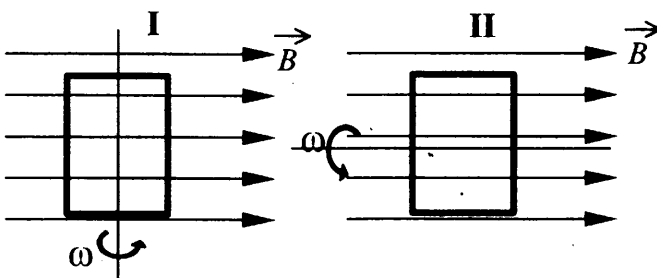


Ответ: _____.

14. Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 9 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 3 раза больше, чем в первом случае?

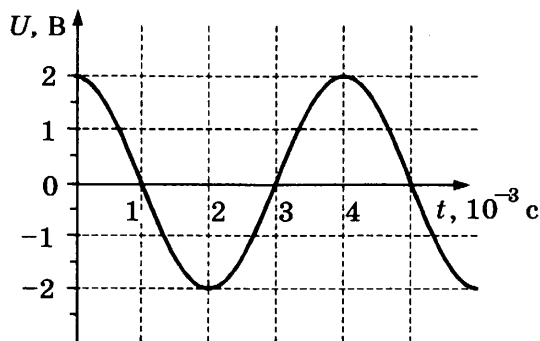
Ответ: _____ мкН.

15. На рисунке показаны два способа вращения проводящей рамки в однородном магнитном поле. В первом случае при вращении рамки в ней возникает индукционный ток, максимальная сила которого равна 0,1 А. Какова максимальная сила тока во втором случае, если угловые скорости вращения рамки одинаковы в обоих случаях?



Ответ: _____ А.

16. Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какие два верных вывода можно сделать по результатам этого опыта?

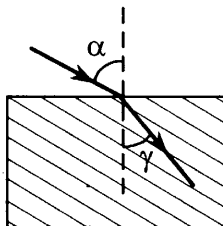


- 1) В промежутке от $2 \cdot 10^{-3}$ с до $3 \cdot 10^{-3}$ с энергия магнитного поля катушки увеличивается от нуля до максимального значения.
- 2) Период изменения энергии магнитного поля катушки равен $2 \cdot 10^{-3}$ с.
- 3) В момент времени $4 \cdot 10^{-3}$ с заряд конденсатора равен 0.
- 4) В промежутке от $3 \cdot 10^{-3}$ с до $4 \cdot 10^{-3}$ с энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки.
- 5) В момент времени $4 \cdot 10^{-3}$ с сила тока через катушку контура максимальна.

Ответ:

--	--

17. Световой пучок переходит из воздуха в стекло (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Длина волны

18. Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 соединили последовательно и подключили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки U .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока через батарейку
- Б) напряжение на резисторе с сопротивлением R_1

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 2) $U(R_1 + R_2)$
- 3) $\frac{UR_1}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{U}{R_1}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и электронов содержит нейтральный атом меди ${}^{63}_{29}\text{Cu}$?

Ответ:

Число протонов	Число электронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада радиоактивного изотопа цезия ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ составляет 30 лет. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов ${}^{137}_{55}\text{Cs}$, то сколько их примерно будет через 60 лет?

Ответ: _____ $\cdot 10^{24}$ атомов.

21. Радиоактивное ядро испытало β -распад. Как изменились в результате этой ядерной реакции число нуклонов в ядре и число протонов в ядре?

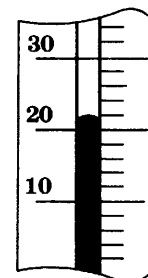
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 3) не изменилась
 2) уменьшилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число нуклонов в ядре	Число протонов в ядре

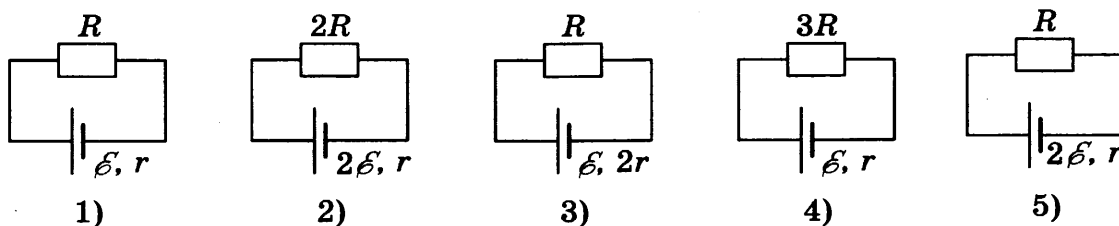
22. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ температуру воздуха в комнате с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ \pm _____) °С.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Для выполнения лабораторной работы ученику требуется проверить зависимость тепловой мощности, выделяющейся на резисторе, от ЭДС аккумулятора. В его распоряжении имеется 5 установок, показанных на рисунке. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы выполнить эту работу?



В ответе запишите номера выбранных установок.

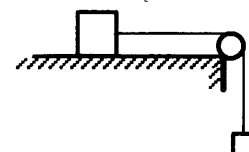
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. По гладкому горизонтальному столу движется брусок массой 1,6 кг, соединенный с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Каково ускорение бруска?



Ответ: _____ м/с².

25. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 22 °С находится $0,776 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

Ответ: _____ %.

26. Два иона с отношением зарядов $\frac{q_2}{q_1} = 3$ и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$ движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обоих ионов равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих ионов $\frac{W_2}{W_1}$ спустя одно и то же время после начала движения.

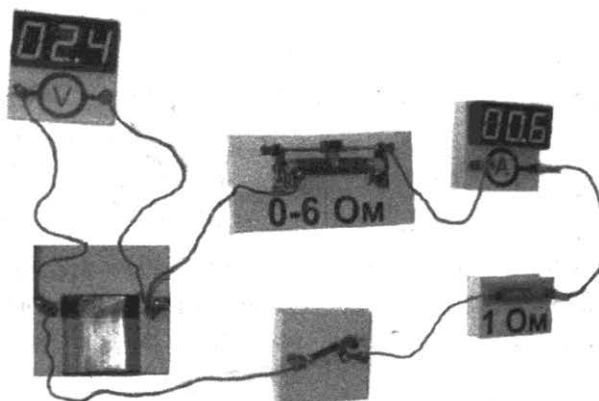
Ответ: _____ .

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

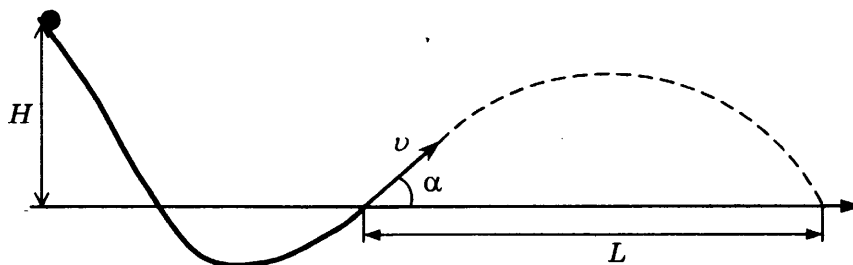
27. На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

Используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова дальность полета L на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.



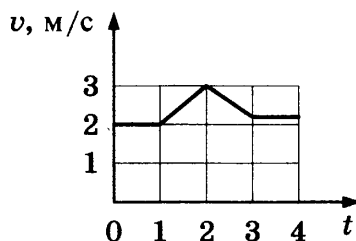
29. С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на 1 К. Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на 1 К. Определите массу азота в опытах.
30. Полый заряженный шарик массой $m = 0,4$ г движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Модуль напряженности электрического поля $E = 500$ кВ/м. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен заряд q шарика?
31. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 220$ нм. При каком напряжении между анодом и катодом фототок прекращается?

ВАРИАНТ 19

Часть 1

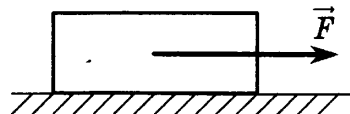
Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке изображен график зависимости модуля скорости велосипедиста от времени. Определите модуль ускорения велосипедиста в промежутке времени от 1 с до 2 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Тело массой 1 кг равномерно движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 3$ Н (см. рисунок). Определите коэффициент трения между телом и плоскостью.



Ответ: _____ .

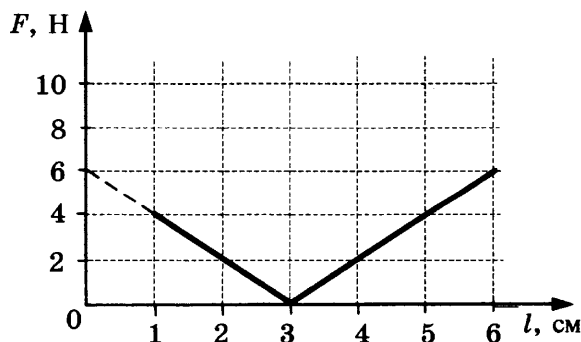
3. Автомобиль массой $2 \cdot 10^3$ кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

Ответ: _____ кДж.

4. Амплитуда свободных вертикальных колебаний груза на пружине равна 5 см. Какой путь прошел груз за 3 периода колебаний?

Ответ: _____ см.

5. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.



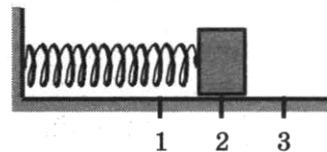
Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) При действии силы 4 Н пружина сжимается или растягивается на 2 см.
- 2) При действии силы, равной 4 Н, пружина разрушается.
- 3) При растяжении пружина не подчиняется закону Гука.
- 4) Жесткость пружины равна 200 Н/м.
- 5) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.

Ответ:

--	--

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и скорость груза при движении груза маятника от точки 1 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

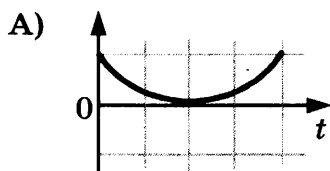
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза

7. В момент $t = 0$ камень бросили вертикально вверх с поверхности Земли (см. рисунок). Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

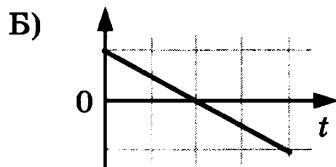


ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось y
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня на ось y
- 4) энергия взаимодействия камня с Землей



Ответ:

А	Б

8. При нагревании и давление, и объем идеального газа увеличились в 2 раза. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул?

Ответ: в _____ раза.

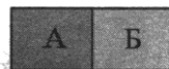
9. Газ в цилиндре расширился, совершив работу 25 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 30 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 50%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в 3 раза. Определите относительную влажность воздуха в цилиндре после сжатия.

Ответ: _____ %.

11. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 283 К, а в части В равна 40 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания.

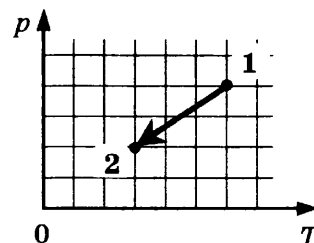


- 1) Температура газа в части В повысилась.
- 2) Внутренняя энергия газа в части А не изменилась.
- 3) При теплообмене газ в части В отдавал теплоту, а газ в части А ее получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными 25 °С.
- 5) В результате теплообмена газ в части В совершил работу.

Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса объем газа и его внутренняя энергия?



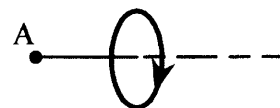
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

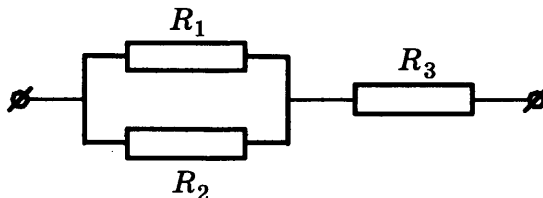
Объем	Внутренняя энергия

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка А находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля тока в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 и сопротивления R_3 . Общее сопротивление участка 4 Ом. Чему равно сопротивление R_1 , если сопротивление $R_3 = 3$ Ом?

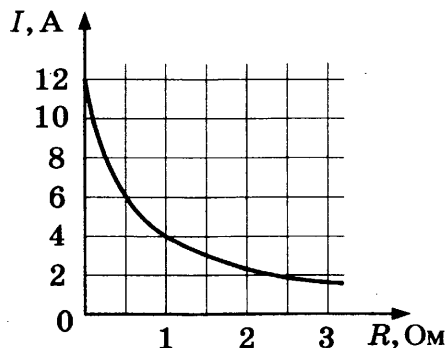


Ответ: _____ Ом.

15. Индуктивность витка проволоки равна $2 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 12 мВб?

Ответ: _____ А.

16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равно 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате увеличивается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 6 А равно 3 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.

Ответ:

17. Пылинка массой m , имеющая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v .

Как изменятся радиус траектории и период обращения пылинки при увеличении скорости ее движения?

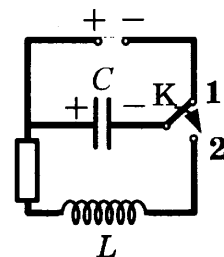
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

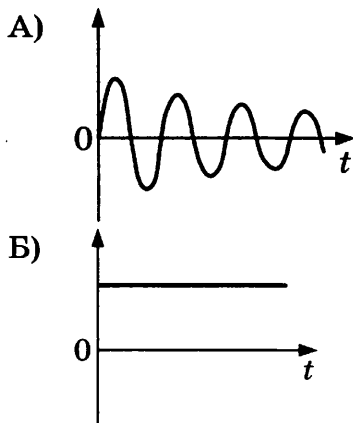
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус траектории	Период обращения

18. Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) индуктивность катушки

Ответ:

А	Б

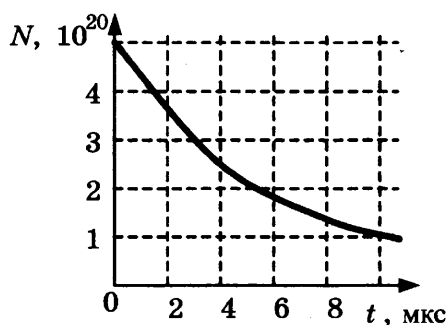
19. В результате реакции ядра ${}_{13}^{27}\text{Al}$ и α -частицы ${}_{2}^{4}\text{He}$ появились протон ${}_{1}^{1}\text{H}$ и ядро кремния. Сколько протонов и нейтронов содержит это ядро?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер полония ${}_{84}^{213}\text{Po}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ мкс.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (λ — длина волны фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца

подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

А) импульс фотона

1) $hc\lambda$

Б) энергия фотона

2) λ / hc

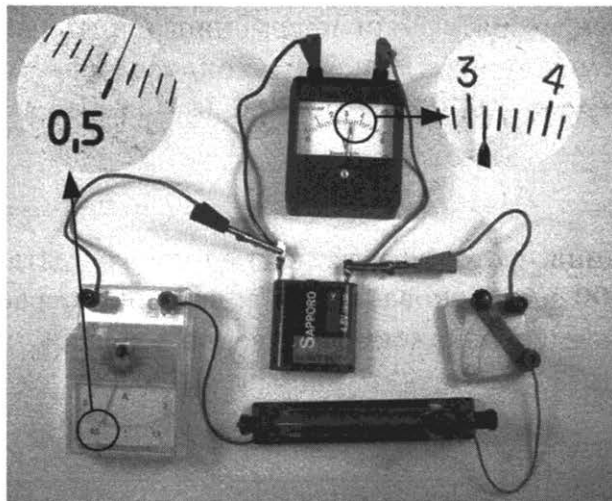
3) hc / λ

4) h / λ

Ответ:

А	Б

22. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из батарейки, реостата, ключа, вольтметра и амперметра. Ключ замкнут, и приборы показывают силу тока в цепи и напряжение на зажимах батарейки. Абсолютная погрешность измерения силы тока равна 0,05 А.



Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

Какие два маятника нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от жесткости пружины?

№ маятника	Жесткость пружины	Объем сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	сталь
2	20 Н/м	50 см ³	сталь
3	10 Н/м	50 см ³	алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	сталь
5	50 Н/м	80 см ³	дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Для определения удельной теплоемкости вещества тело массой 450 г, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30 °С. Определите удельную теплоемкость вещества исследуемого тела. Округлите до целых. Теплоемкостью калориметра пренебечь.

Ответ: _____ Дж/(кг · К).

25. Емкость конденсатора в цепи переменного тока равна 50 мкФ. Зависимость напряжения между обкладками конденсатора от времени имеет вид: $U = a \sin(bt)$, где $a = 60$ В и $b = 500 \text{ с}^{-1}$. Найдите амплитуду колебаний силы тока.

Ответ: _____ А.

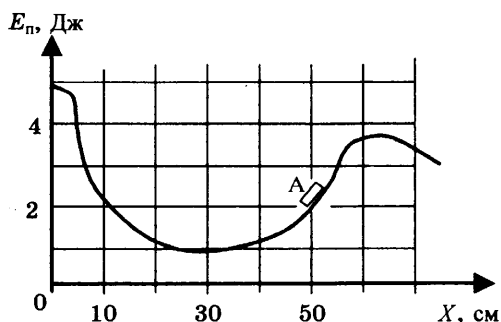
26. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от ее координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой $x = 50$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

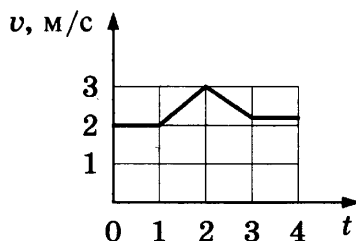
28. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. В результате абсолютно неупругого соударения общая кинетическая энергия брусков становится равной 2,5 Дж. Определите высоту наклонной плоскости h . Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.
29. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и наполнен гелием. Какова масса гелия в шаре, если на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па, шар может удерживать в воздухе груз массой 225 кг? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
30. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. На какую величину ΔT изменится температура проводника за 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.)
31. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30° , свая отбрасывает на дно водоема тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

ВАРИАНТ 20

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке изображен график зависимости модуля скорости велосипедиста от времени. Определите модуль ускорения велосипедиста в промежутке времени от 3 с до 4 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Тело массой 2 кг равномерно движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 4$ Н (см. рисунок). Определите коэффициент трения между телом и плоскостью.



Ответ: _____.

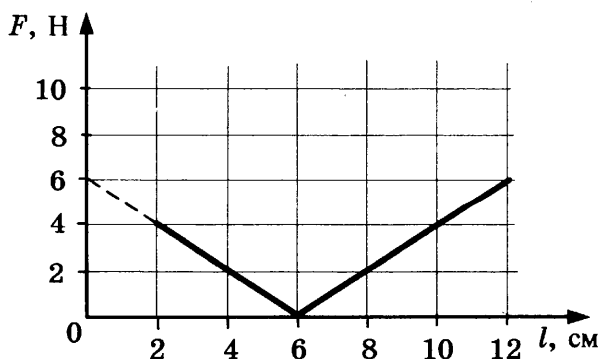
3. Мяч массой 0,6 кг летит со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия мяча?

Ответ: _____ Дж.

4. Амплитуда свободных вертикальных колебаний груза на пружине равна 0,1 м. Какой путь прошел груз за 5 периодов колебаний?

Ответ: _____ м.

5. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.



Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) При действии силы, равной 6 Н, пружина разрушается.
- 2) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 3) При деформации, равной 2 см, в пружине возникает сила упругости 4 Н.
- 4) Жесткость пружины равна 100 Н/м.
- 5) В процессе опыта жесткость пружины сначала уменьшается, а затем увеличивается.

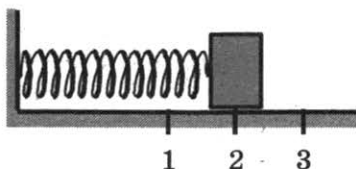
Ответ:

--	--

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются скорость груза и жесткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 3?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется



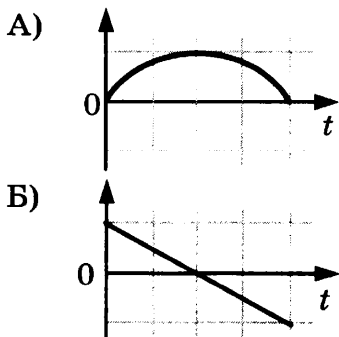
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость груза	Жесткость пружины

7. В момент $t = 0$ камень бросили вертикально вверх с поверхности Земли. Считая сопротивление воздуха пренебрежимо малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось y
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня на ось y
- 4) энергия взаимодействия камня с Землей

Ответ:

А	Б

8. При охлаждении идеального газа его давление и объем уменьшились в 3 раза. Во сколько раз уменьшилась средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул?

Ответ: в _____ раз.

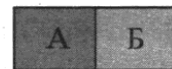
9. В процессе эксперимента газ совершил работу 15 Дж и отдал окружающей среде количество теплоты, равное 20 Дж. Насколько уменьшилась внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Определите относительную влажность воздуха в цилиндре после сжатия.

Ответ: _____ %.

11. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 303 К, а в части Б равна 10 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания.

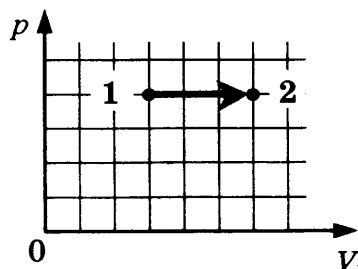


- 1) Температура газа в части Б повысилась.
- 2) Внутренняя энергия газа в части Б не изменилась.
- 3) При теплообмене газ в части Б отдавал теплоту, а газ в части А ее получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными 293 К.
- 5) В результате теплообмена газ в сосуде А совершил работу.

Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ в сосуде с поршнем переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса давление газа и его внутренняя энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

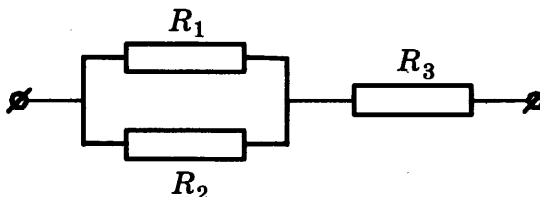
Давление	Внутренняя энергия

13. На рисунке изображен длинный прямой цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____ .



14. Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 , каждый с сопротивлением 4 Ом, и резистора R_3 с сопротивлением 3 Ом. Определите общее сопротивление участка цепи.

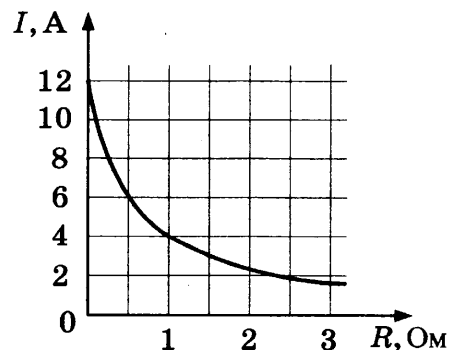


Ответ: _____ Ом.

15. Индуктивность витка проволоки равна $3 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 15 мВб?

Ответ: _____ А.

16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 1 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равно 6 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, уменьшается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 2 А равно 10 В.
- 5) Напряжение на источнике уменьшается при уменьшении силы тока.

Ответ:

17. Пылинка массой m , имеющая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Как изменятся радиус траектории и кинетическая энергия частицы, если в том же магнитном поле с той же скоростью будет двигаться частица той же массы m , но имеющая больший заряд?

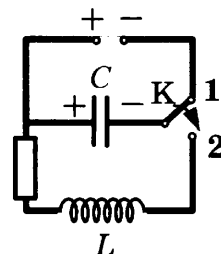
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

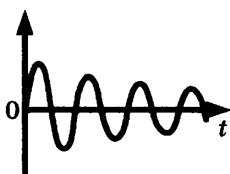
Радиус траектории	Кинетическая энергия

18. Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

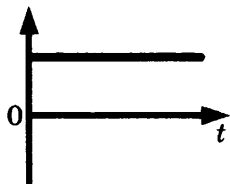


ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) энергия электрического поля катушки
- 4) емкость конденсатора

Ответ:

А	Б

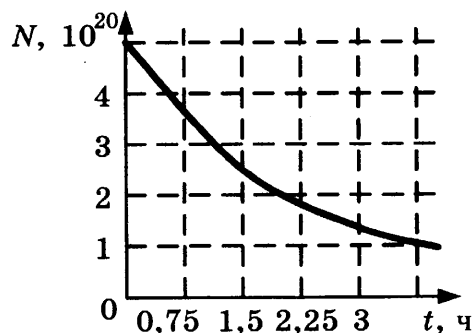
19. При распаде ядра изотопа лития ${}^8_3\text{Li}$ образовались два одинаковых ядра и электрон. Сколько протонов и нейтронов содержит каждое из образовавшихся ядер?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер радия ${}^{230}_{88}\text{Ra}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ ч.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, E — энергия фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) импульс фотона

1) $\frac{h \cdot \nu}{c}$

Б) длина волны фотона

2) $\frac{h \cdot c}{\nu}$

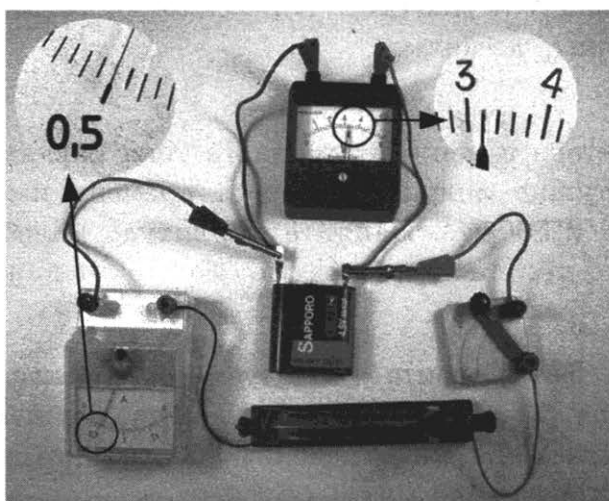
3) $\frac{h \cdot c}{E}$

4) $\frac{h}{\nu}$

Ответ:

А	Б

22. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из батарейки, реостата, ключа, вольтметра и амперметра. Ключ замкнут, и приборы показывают силу тока в цепи и напряжение на зажимах батарейки. Абсолютная погрешность измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Запишите в ответ величину напряжения на зажимах батарейки с учетом погрешности измерений.

Ответ: (____ ± ____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

Какие два маятника нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от массы груза?

№ маятника	Жесткость пружины	Объем сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	сталь
2	20 Н/м	50 см ³	сталь
3	30 Н/м	50 см ³	алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	сталь
5	10 Н/м	10 см ³	дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Тело, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30 °С. Определите массу тела, если удельная теплоемкость вещества, из которого сделано тело, равна 187 Дж/(кг · К). Теплоемкостью калориметра пренебречь. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ г.

25. Емкость конденсатора в цепи переменного тока равна 50 мкФ. Зависимость силы тока на катушке индуктивности от времени имеет вид: $I = a \sin(bt)$, где $a = 1,5$ А и $b = 500$ с⁻¹. Найдите амплитуду колебаний напряжения на конденсаторе.

Ответ: _____ В.

26. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{кр} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов?

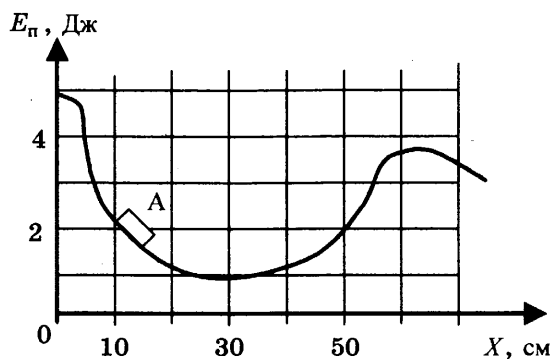
Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от ее координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой

натой $x = 10$ см и двигалась налево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок поясняющий решение.

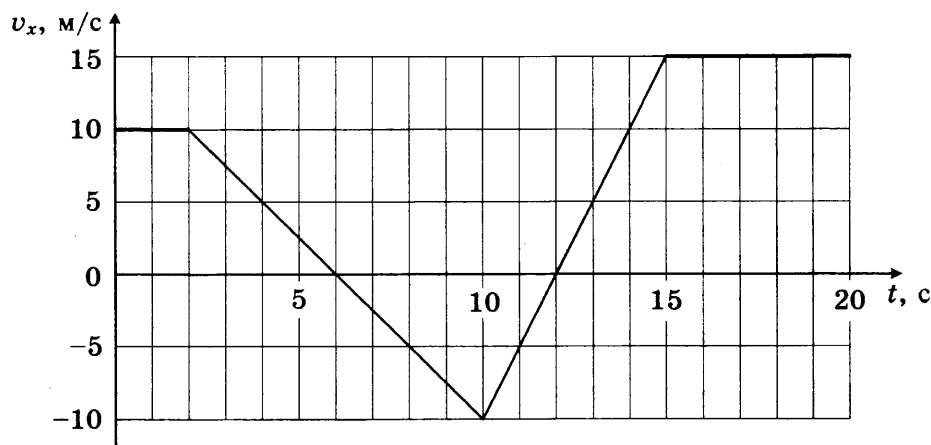
28. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите общую кинетическую энергию брусков после столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.
29. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
30. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если за 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.)
31. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая. Высота сваи 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30° . Определите длину тени сваи на дне водоема. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

ВАРИАНТ 21

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 2 с до 5 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Две пружины, прикрепленные одним концом к потолку, растягиваются за другой конец одинаковыми силами F . Жесткость первой пружины в 1,5 раза больше жесткости второй пружины. Удлинение второй пружины равно 30 см. Чему равно удлинение первой пружины?

Ответ: _____ см.

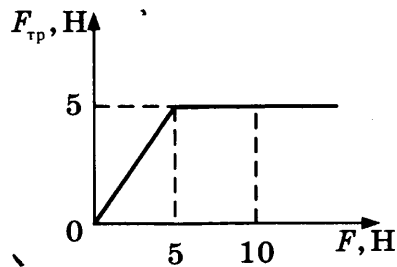
3. С неподвижной лодки массой 50 кг на берег прыгнул мальчик массой 40 кг со скоростью 1 м/с относительно берега, направленной горизонтально. Какую скорость относительно берега приобрела лодка?

Ответ: _____ м/с.

4. Период собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равен 1,2 с. Каким станет период колебаний, если массу груза пружинного маятника уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ с.

5. В лаборатории изучали свойства силы трения. На рисунке приведен график зависимости модуля силы трения, действующей на тело массой 1 кг, лежащее на горизонтальной опоре, от модуля горизонтальной силы, действующей на него. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.



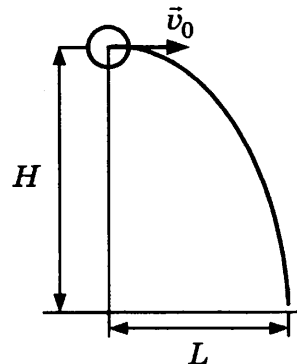
- 1) Максимальная сила трения, действующая на тело, равна 5 Н.
- 2) Сначала тело двигалось равномерно, а затем равноускоренно.
- 3) Если сила, действующая на тело, больше 5 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,2.
- 5) Когда сила, действующая на тело, равна 10 Н, тело движется с ускорением 5 м/с^2 .

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет с дальностью полета и ускорением шарика, если на этой же установке уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Дальность полета	Ускорение

7. Грузовик массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v , совершает торможение до полной остановки. При торможении колеса грузовика не вращаются. Коэффициент трения между колесами и дорогой равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль силы трения, действующей на грузовик
 Б) тормозной путь грузовика

ФОРМУЛЫ

- 1) μmg
 2) μg
 3) $\frac{v}{\mu g}$
 4) $\frac{v^2}{2\mu g}$

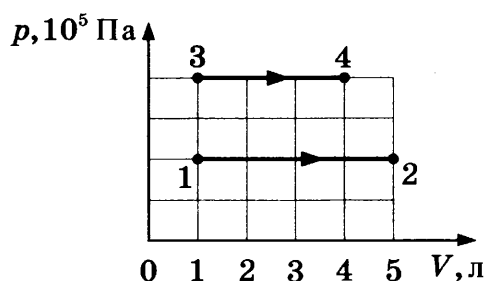
Ответ:

А	Б

8. Идеальный газ находится в сосуде под поршнем. Давление газа увеличили в 2 раза при постоянной температуре. Чему равно отношение концентраций газа в конечном и начальном состоянии $\frac{n_2}{n_1}$?

Ответ: _____ .

9. На рисунке показано расширение водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Во сколько раз работа в процессе 3–4 больше работы в процессе 1–2?



Ответ: _____ раз(а).

10. В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре 100°C под давлением 50 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объем пара в 3 раза?

Ответ: _____ кПа.

11. Объем сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1 моль гелия. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Концентрация водорода и гелия в сосуде одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде не изменилась.
- 4) Давление в сосуде не изменилось.
- 5) Парциальное давление водорода не изменилось.

Ответ:

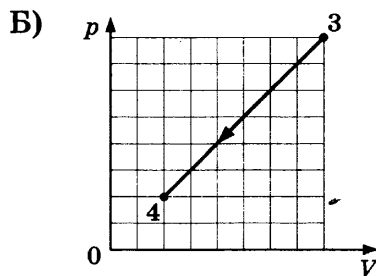
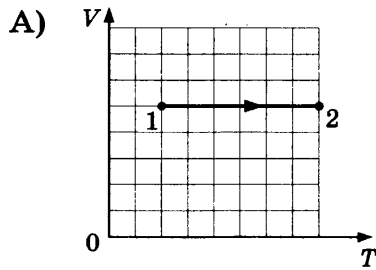
--	--

12. На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 молем гелия. Графики построены в координатах $V-T$ и $p-V$, где

p — давление; V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



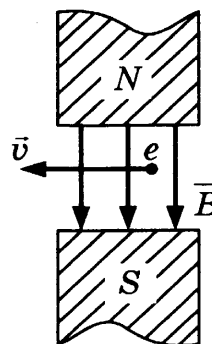
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает тепло
- 3) Газ получает тепло и совершает работу
- 4) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается

Ответ:

А	Б

13. Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной горизонтально. Вектор индукции \vec{B} магнитного поля направлен вертикально (см. рисунок). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

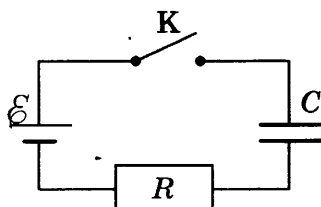
14. Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 3 мН. Расстояние между ними уменьшили в 3 раза, а заряд одного из тел уменьшили в 9 раз. Определите величину силы кулоновского взаимодействия тел в этом случае.

Ответ: _____ мН.

15. При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в той же плоскости и в том же направлении со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 4 раза. Чему равно отношение v_1/v_2 ?

Ответ: _____.

16. Конденсатор подключен к батарейке последовательно с резистором $R = 20$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Внутренним сопротивлением батарейки и сопротивлением проводов пренебречь. Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 6 В.
- 4) В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 0,6 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

Ответ:

--	--

17. По проволочному резистору течет ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе	Сопротивление резистора

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние от линзы до нити равно $3F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- 1) действительное, перевернутое, равное по размерам
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, перевернутое, уменьшенное
- 4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

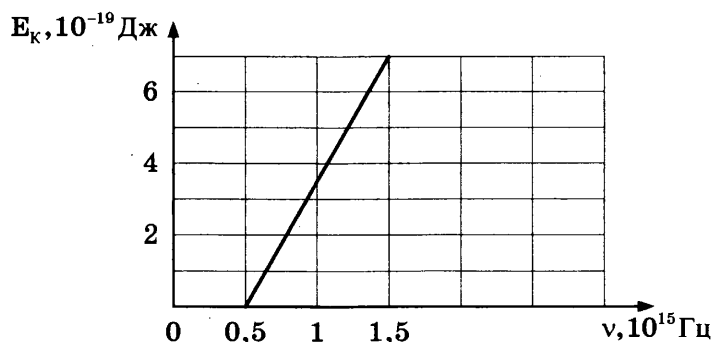
19. Элемент менделевий был получен при бомбардировке α -частицами ядер элемента X в соответствии с реакцией $X + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{256}_{101}\text{Md} + {}^1_0\text{n}$. Какое число протонов и нейтронов содержалось в ядре элемента X?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Слой оксида кальция облучается светом и испускает электроны. На рисунке показан график изменения максимальной энергии фотоэлектронов в зависимости от частоты падающего света. Чему равна частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта?



Ответ: _____ · 10¹⁵ Гц.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зеленый. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменится частота световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

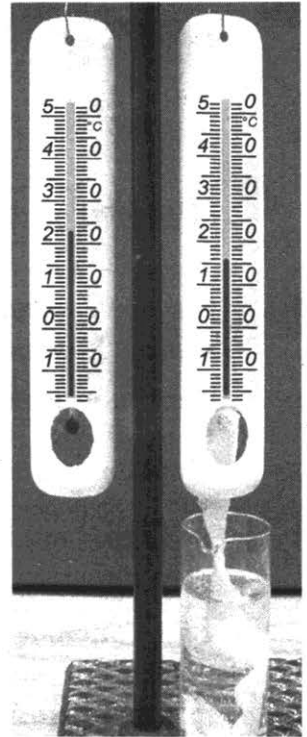
Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Запирающее напряжение

22. Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра (двух термометров, колбочка одного из которых обернута влажной тканью; см. фотографию). Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра.

Запишите в ответ величину показаний сухого термометра с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) °C

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.



23. Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментаторов имеются спектрометры, состоящие из источника света — светодиода, дифракционной решетки и экрана, параметры которых приведены в таблице.

Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от длины волны света?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решетке	Расстояние от дифракционной решетки до экрана
1	красный	50	2 м
2	зеленый	100	3 м
3	синий	50	2 м
4	красный	200	3 м
5	желтый	100	1,5 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:

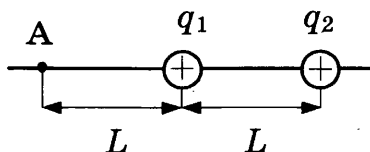
Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, начальная температура воды $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: _____ г.

25. Два точечных положительных заряда: $q_1 = 85\text{ нКл}$ и $q_2 = 140\text{ нКл}$ — находятся в вакууме на расстоянии $L = 2\text{ м}$ друг от друга. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке А, расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого заряда (см. рисунок).



Ответ: _____ В/м.

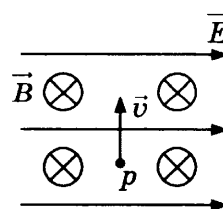
26. Заряженная частица движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом $2 \cdot 10^{-3}\text{ м}$. Сила, действующая на частицу со стороны магнитного поля, равна $1,6 \cdot 10^{-13}\text{ Н}$. Какова кинетическая энергия движущейся частицы?

Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

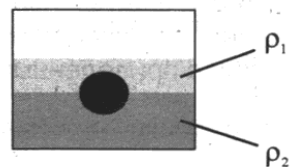
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряженностью \vec{E} и магнитное поле индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} , как показано на рисунке. Модули напряженности электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

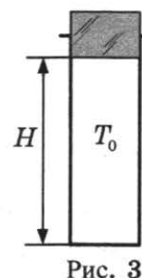
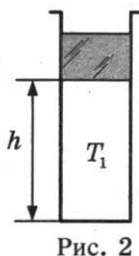
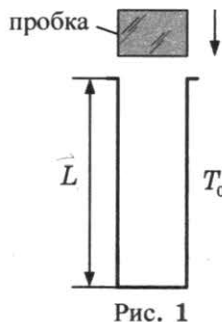


Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

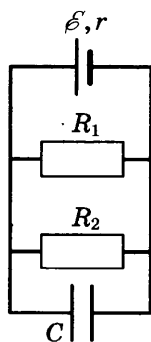
28. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 400 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 2\rho_1$, плавает однородный шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна четверть его объема?



29. В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300 \text{ К}$ находится открытый цилиндрический сосуд (рисунок 1). Высота сосуда $L = 50 \text{ см}$. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры T_1 . В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным $h = 40 \text{ см}$ (рисунок 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46 \text{ см}$ (рисунок 3). Чему равно T_1 ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.



30. Источник постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 0,4 \text{ Ом}$ подсоединен к параллельно соединенным резисторам $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$ и конденсатору. Определите емкость конденсатора C , если энергия электрического поля конденсатора равна $W = 60 \text{ мкДж}$.



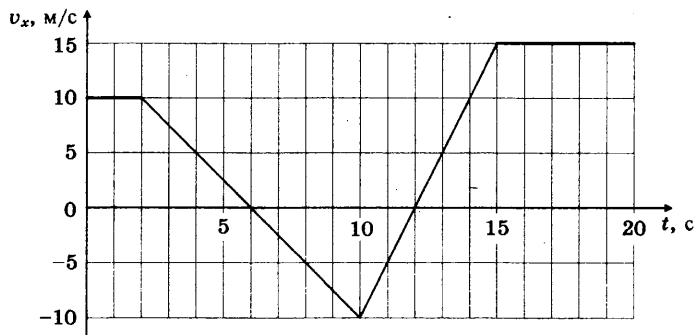
31. В открытый контейнер поместили $1,5 \text{ г}$ изотопа полония-210 ($^{210}_{84}\text{Po}$). Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определите объем контейнера. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна $45 \text{ }^\circ\text{C}$. Атмосферное давление равно 10^5 Па .

ВАРИАНТ 22

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Две пружины, прикрепленные одним концом к потолку, растягиваются за другой конец одинаковыми силами F . Жесткость первой пружины в 2 раза больше жесткости второй пружины. Удлинение первой пружины равно 20 см. Чему равно удлинение второй пружины?

Ответ: _____ см.

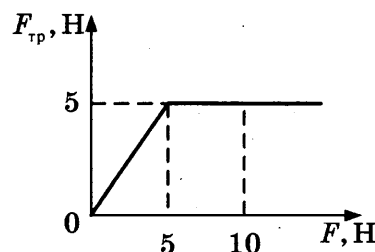
3. С неподвижной лодки массой 50 кг на берег прыгнул мальчик со скоростью 1 м/с относительно берега, направленной горизонтально. В результате лодка приобрела относительно берега скорость 0,6 м/с. Чему равна масса мальчика?

Ответ: _____ кг.

4. Период собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равен 1,2 с. Каким станет период колебаний, если массу груза пружинного маятника увеличить в 4 раза?

Ответ: _____ с.

5. В лаборатории изучали свойства силы трения. На рисунке приведен график зависимости модуля силы трения, действующей на тело массой 1 кг, лежащее на горизонтальной опоре, от модуля горизонтальной силы, действующей на него. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

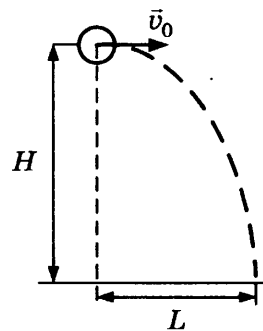


- 1) Максимальная сила трения, действующая на тело, равна 10 Н.
- 2) Сначала тело покоилось, а затем двигалось равномерно.
- 3) Если сила, действующая на тело, меньше 5 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,5.
- 5) Когда сила, действующая на тело, равна 10 Н, тело движется с ускорением 2 м/с².

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет с дальностью полета и ускорением шарика, если на этой же установке увеличить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:



- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Дальность полета	Ускорение

7. Автобус массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v , совершает торможение до полной остановки. При торможении колеса автобуса не вращаются. Коэффициент трения между колесами и дорогой равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль работы силы трения
- Б) время, необходимое для полной остановки автобуса

ФОРМУЛЫ

- 1) $\mu g v$
- 2) $\frac{mv^2}{2\mu g}$
- 3) $\frac{v}{\mu g}$
- 4) $\frac{mv^2}{2}$

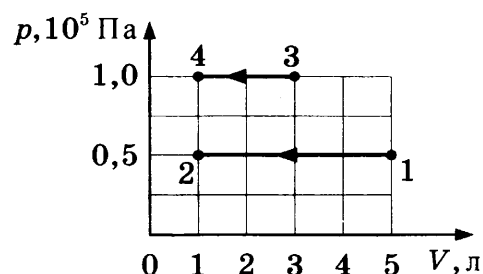
Ответ:

А	Б

8. Идеальный газ находится в сосуде под поршнем. Давление газа уменьшили в 4 раза при постоянной температуре. Чему равно отношение концентраций газа в конечном и начальном состоянии $\frac{n_2}{n_1}$?

Ответ: _____ .

9. На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Найдите отношение работ A_{12}/A_{34} внешних сил при этих процессах.



Ответ: _____ .

10. В закрытом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$. Каким будет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объем пара в 2 раза?

Ответ: _____ кПа.

11. Объем сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1 моль гелия. Температура в сосуде уменьшилась в 2 раза. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Концентрация водорода в сосуде увеличилась.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде не изменилось.
- 5) Парциальное давление гелия в сосуде больше, чем парциальное давление водорода.

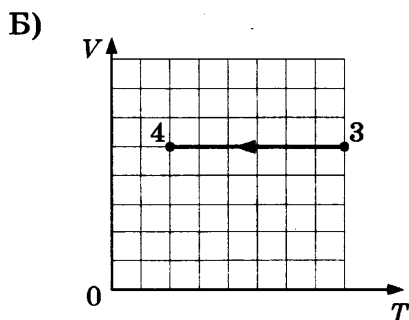
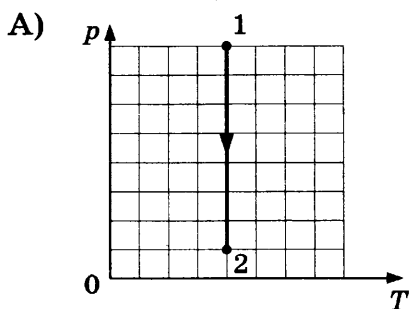
Ответ:

--	--

12. На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах p – T и V – T , где p — давление, V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



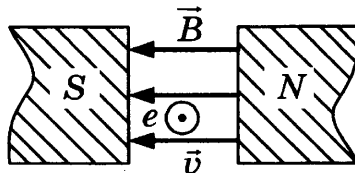
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Газ получает количество теплоты и совершает работу.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдает количество теплоты.

Ответ:

А	Б

13. Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной к наблюдателю перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок, где кружок с точкой показывает направление движения электрона). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на него сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

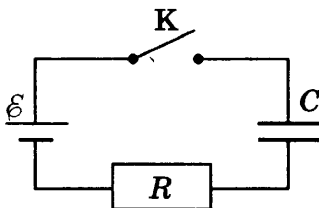
14. Силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами были равны 3 мН. Расстояние между телами увеличили в 3 раза, а заряд одного из тел увеличили в 9 раз. Определите величину сил кулоновского взаимодействия.

Ответ: _____ мН.

15. При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в той же плоскости и в том же направлении со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника увеличилась в 2 раза. Чему равно отношение скоростей v_1/v_2 ?

Ответ: _____.

16. Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором $R = 20$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения уменьшается.
- 2) Через 2 с после замыкания ключа конденсатор остается полностью разряженным.
- 3) ЭДС источника тока составляет 12 В.
- 4) В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 6 В.

Ответ:

17. По проволочному резистору течет ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 2 раза и увеличении силы тока вдвое следующие величины: напряжение на резисторе и его сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение на резисторе	Сопротивление резистора

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние от линзы до нити равно $0,5F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- 1) действительное, перевернутое, уменьшенное
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, увеличенное, перевернутое
- 4) мнимое, прямое, увеличенное

Ответ:

А	Б

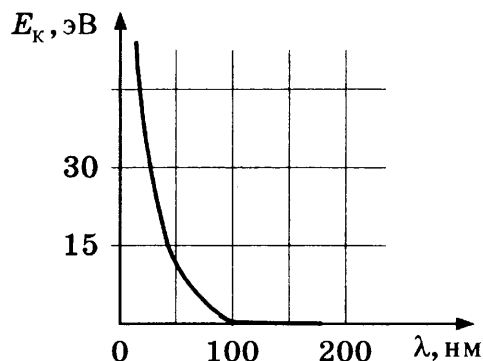
19. Какое число протонов и нейтронов содержится в элементе X , которое образуется в реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{10}_5\text{B} + X$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии электронов, выбитых из металла при фотоэффекте, от длины волны падающего света. Чему равна частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта, для данного металла?



Ответ: _____ · 10¹⁵ Дж.

21. На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого следующие величины: число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

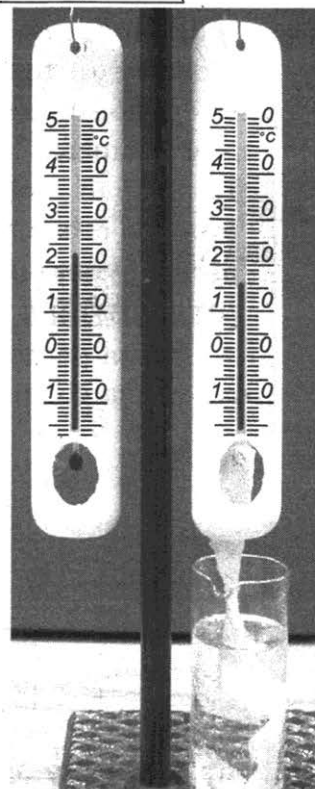
Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

22. Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра (двух термометров, колбочка одного из которых обернута влажной тканью; см. фотографию). Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра.

Запишите в ответ величину показаний влажного термометра с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) °С.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.



23. Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментаторов имеются спектрометры, состоящие из источника света — светодиода, дифракционной решетки и экрана, параметры которых приведены в таблице.

Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от периода решетки?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решетке	Расстояние от дифракционной решетки до экрана
1	зеленый	100	3 м
2	синий	50	2 м
3	красный	200	3 м
4	желтый	100	1,5 м
5	красный	50	3 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:

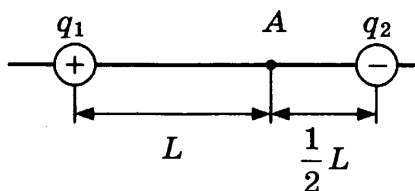
Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда $0\text{ }^\circ\text{C}$, начальная температура воды $15\text{ }^\circ\text{C}$. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: _____ г.

25. Два точечных заряда: положительный $q_1 = 30\text{ нКл}$ и отрицательный $q_2 = -20\text{ нКл}$ — находятся в вакууме. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды на расстоянии L от первого и $\frac{1}{2}L$ от второго заряда. $L = 3\text{ м}$.



Ответ: _____ В/м.

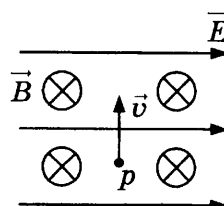
26. Ион, заряд которого равен элементарному заряду, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,15\text{ Тл}$ в плоскости, перпендикулярной \vec{B} . Радиус дуги, по которой движется ион, равен 10^{-3} м . Каков импульс иона?

Ответ: _____ $\cdot 10^{-24}\text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

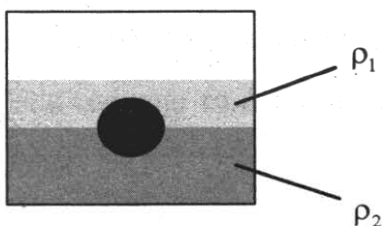
27. В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряженностью \vec{E} и магнитное поле индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} , как по-



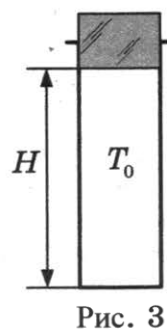
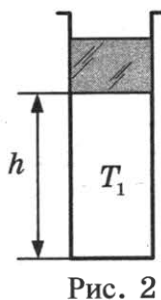
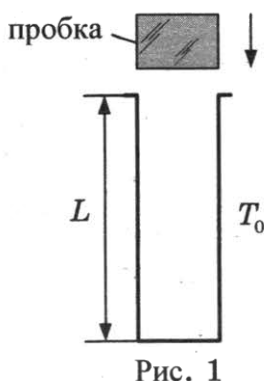
казано на рисунке. Модули напряженности электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если увеличить модуль напряженности электрического поля, оставив его направление без изменения? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

28. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает однородный шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объема?

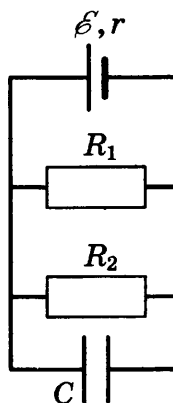


29. В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300 \text{ К}$ находится открытый цилиндрический сосуд (рисунок 1). Высота сосуда $L = 50 \text{ см}$. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры $T_1 = 240 \text{ К}$. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным h (рисунок 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46 \text{ см}$ (рисунок 3). Чему равно h ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.



30. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0,4 \text{ Ом}$ подсоединен к параллельно соединенным резисторам $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$ и

конденсатору емкости $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника \mathcal{E} , если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



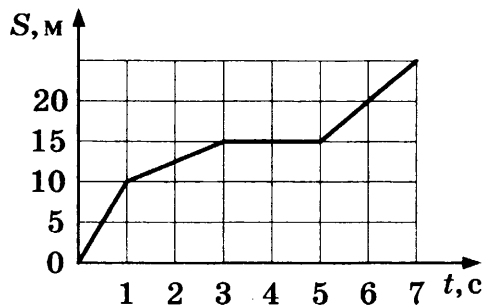
31. В открытый контейнер объемом 80 мл поместили изотоп полония-210 ${}_{84}^{210}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,3 \cdot 10^5$ Па. Какую массу полония первоначально поместили в контейнер? Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45°C . Атмосферное давление равно 10^5 Па.

ВАРИАНТ 23

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите модуль скорости точки в интервале времени от 1 с до 2 с.

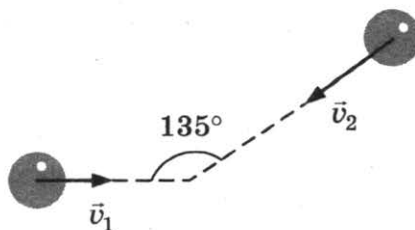


Ответ: _____ м/с.

2. Тележку массой $m = 3$ кг, равномерно движущуюся по гладкому горизонтальному столу, толкают с силой $F = 6$ Н в направлении движения. Каково ускорение тележки в инерциальной системе отсчета, связанной со столом?

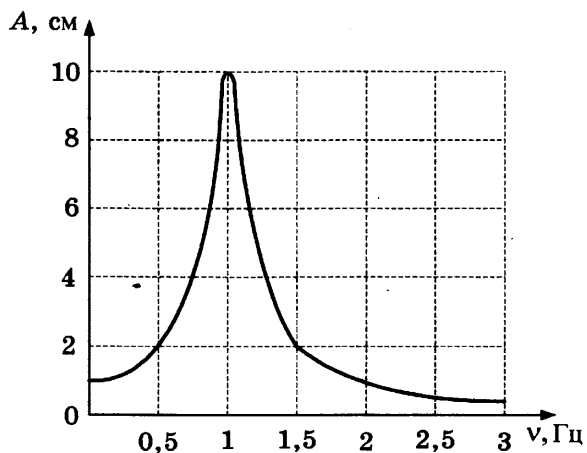
Ответ: _____ м/с².

3. Одинаковые шары массой 1 кг каждый движутся со скоростями, направления которых показаны на рисунке, и сталкиваются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 7$ м/с, а $v_2 = v_1 \cdot \sqrt{2}$?



Ответ: _____ кг·м/с.

4. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Во сколько раз увеличилась максимальная скорость маятника при переходе от частоты 0,5 Гц к частоте 1 Гц?



Ответ: увеличилась в _____ раз(а).

5. Четыре тела одинаковой массы 200 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ м}$	0	2	4	6	8	10
$x_2, \text{ м}$	0	0	0	0	0	0
$x_3, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Первое тело двигалось равноускоренно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Ускорение третьего тела равно 1 м/с^2 .
- 4) Период колебаний третьего тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия первого тела была равна 0,4 Дж.

Ответ:

--	--

6. На гладком горизонтальном столе пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания. Затем пружину заменяют на пружину большей жесткости, а амплитуду колебаний оставляют неизменной. Как изменятся при этом период колебаний и максимальная потенциальная энергия маятника?

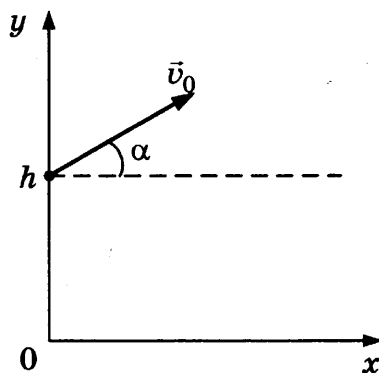
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия маятника

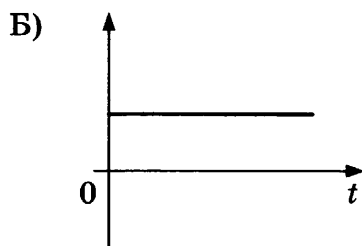
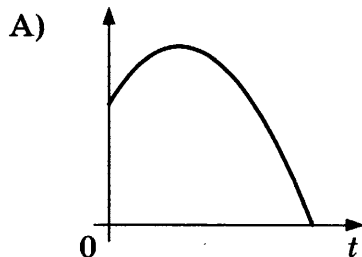
7. Мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x мячика
- 2) проекция скорости мячика на ось x
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) координата y мячика

Ответ:

А	Б

8. При охлаждении одноатомного идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Определите отношение абсолютных температур газа в начальном и конечном состоянии $\frac{T_1}{T_2}$.

Ответ: _____

9. Газ совершил работу 10 Дж и получил количество теплоты 6 Дж. Насколько уменьшилась при этом внутренняя энергия газа?

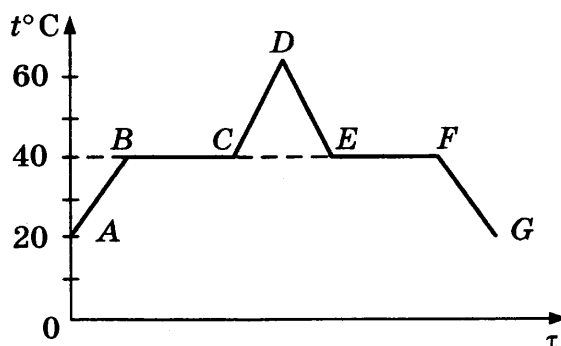
Ответ: _____ Дж.

10. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 18°C находится $1,155 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

t $^{\circ}\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}} \cdot 10^{-2}$ кг/м ³	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

Ответ: _____ %.

11. В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения.



Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Температура кипения эфира равна 60°C .
- 2) В момент F в сосуде находился только жидкий эфир.
- 3) На участке BC внутренняя энергия эфира увеличивалась.
- 4) В момент G эфир отвердел.
- 5) Время, за которое весь эфир выкипел, меньше, чем время, за которое он сконденсировался.

Ответ:

--	--

12. В процессе расширения 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия все время остается неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

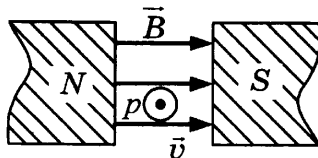
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

13. Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально и перпендикулярно вектору индукции \vec{B} магнитного поля (см. рисунок, на котором кружок с точкой указывает

направление движения протона). Куда направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

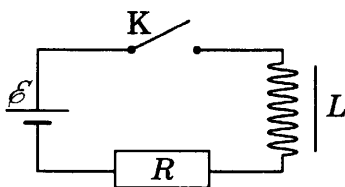
14. К батарее с ЭДС, равной 24 В, и внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор с сопротивлением 4 Ом. Какова сила тока в цепи?

Ответ: _____ А.

15. Тень на экране от предмета, освещенного точечным источником света, имеет размеры в 3 раза большие, чем сам предмет. Расстояние от источника света до предмета равно 1 м. Определите расстояние от предмета до экрана.

Ответ: _____ м.

16. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 40$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ К замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01$ А, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения не изменяется.
- 2) Через 5 с после замыкания ключа ток через катушку полностью прекратился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 12 В.
- 4) В момент времени $t = 3,0$ с ЭДС самоиндукции катушки равна 0,29 В.
- 5) В момент времени $t = 1,0$ с напряжение на резисторе равно 7,6 В.

Ответ:

17. Плоский воздушный конденсатор подключен к гальваническому элементу. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора следующие величины: емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

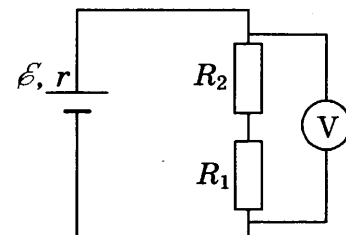
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18. В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна \mathcal{E} , его внутреннее сопротивление r , а сопротивления резисторов R_1 и R_2 .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) показания вольтметра
 Б) сила тока, текущего в цепи

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$
- 2) $\frac{\mathcal{E}}{r + R_1 + R_2}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}r}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}(R_1 + R_2)}{r + R_1 + R_2}$

Ответ:

А	Б

19. Какое число протонов и нейтронов содержится в ядре элемента, образовавшемся из ядра ${}_{102}^{252}\text{No}$ после двух последовательных α -распадов?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Из ядер таллия ${}_{81}^{208}\text{Tl}$ при β -распаде с периодом полураспада 3 мин образуются стабильные ядра свинца. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер таллия. Через какое время образуется $6 \cdot 10^{20}$ ядер свинца?

Ответ: _____ мин.

21. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: массовое число ядра и заряд ядра?

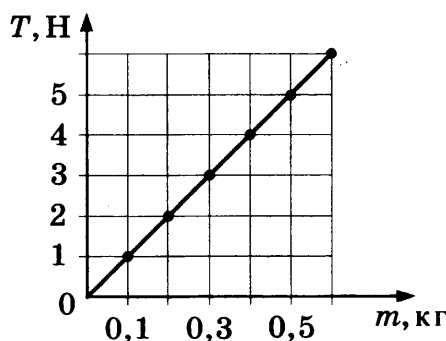
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

22. Ученики исследовали зависимость модуля силы натяжения нити T от массы подвешенного на нее груза m . График, построенный по результатам измерений, представлен на рисунке. Погрешность измерения массы равна 0,05 кг, силы — 0,5 Н.



Запишите в ответ модуль силы натяжения нити, на которую подвешен груз массой 0,40 кг, с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. В лаборатории экспериментально изучают зависимость частоты колебаний струны, закрепленной с двух сторон, от ее натяжения. Какие две установки нужно использовать для проведения такого эксперимента?

№ установки	Сила натяжения струны	Диаметр струны	Материал струны
1	15 Н	0,5 мм	сталь
2	10 Н	1 мм	сталь
3	10 Н	0,5 мм	медь
4	25 Н	1 мм	сталь
5	20 Н	1 мм	пластик

В ответе запишите номера выбранных установок

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите скорость в начале торможения, если общий тормозной путь поезда составил 4 км, а торможение было равнозамедленным.

Ответ: _____ м/с.

25. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объемом $1,2 \text{ м}^3$ под давлением $4 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Определите внутреннюю энергию этого газа.

Ответ: _____ Дж.

26. Частица массой 1 мг переместилась за 3 с на расстояние 0,45 м по горизонтали в однородном горизонтальном электрическом поле напряженностью 5000 В/м. Начальная скорость частицы равна нулю. Каков заряд частицы? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-11}$ Кл.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

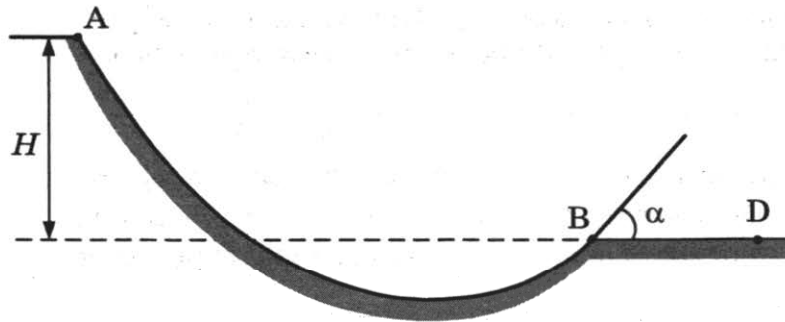
27. При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором — на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок.

Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

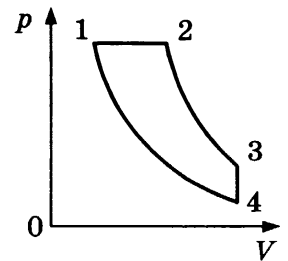
Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

28. Шайба массой $m = 100 \text{ г}$ начинает движение по желобу АВ из точки А из состояния покоя. Точка А расположена выше точки В на высоте $H = 6 \text{ м}$. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения

уменьшается на величину ΔE . В точке В шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D, находящейся на одной горизонтали с точкой В (см. рисунок). $BD = 4$ м. Найдите величину ΔE . Сопротивлением воздуха пренебречь.

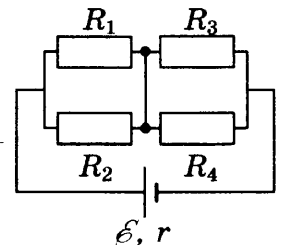


29. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на p - V -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары.

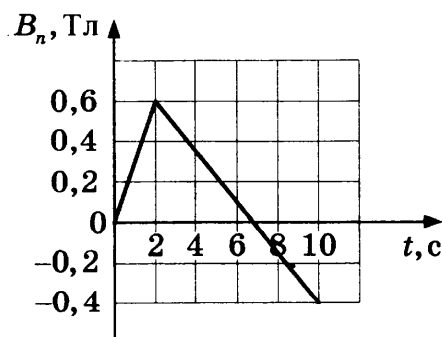


Зная, что КПД этого цикла $\eta = 15\%$, а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе $t_{\min} = 37^\circ\text{C}$ и $t_{\max} = 302^\circ\text{C}$, определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.

30. Какая тепловая мощность будет выделяться на резисторе R_1 в схеме, изображенной на рисунке, если резистор R_2 перегорит (превратится в разрыв цепи)? Все резисторы, включенные в схему, имеют одинаковое сопротивление $R = 20$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом; его ЭДС $\mathcal{E} = 110$ В.



31. Квадратная проволочная рамка со стороной $l = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10$ с в рамке выделяется количество теплоты $Q = 0,1$ мДж. Каково сопротивление проволоки, из которой сделана рамка?

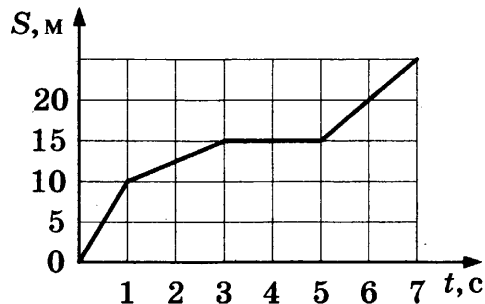


ВАРИАНТ 24

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите модуль скорости точки в интервале времени от 5 с до 7 с.

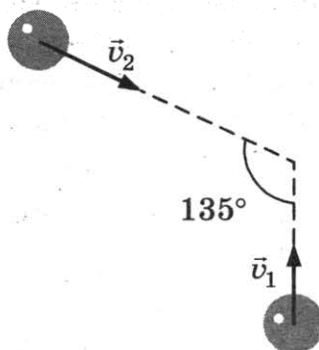


Ответ: _____ м/с.

2. Тележка равномерно движется по гладкому горизонтальному столу. Ее толкают с силой $F = 6 \text{ Н}$ в направлении движения. Ускорение тележки в инерциальной системе отсчета, связанной со столом, равно 3 м/с^2 . Какова масса тележки?

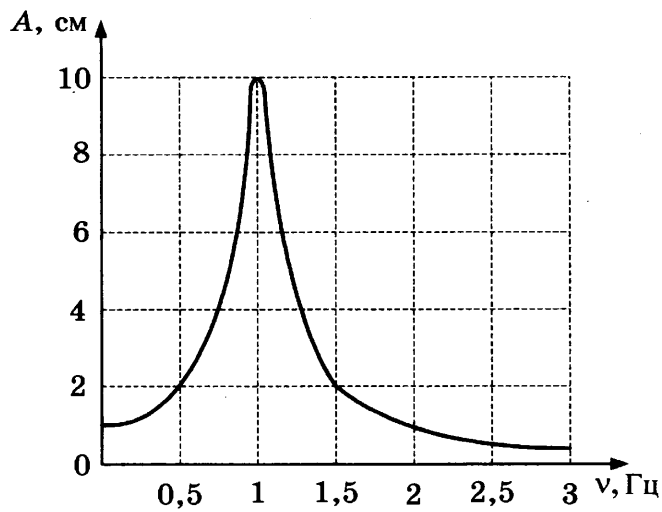
Ответ: _____ кг.

3. Одинаковые шары массой $0,4 \text{ кг}$ каждый движутся со скоростями, направления которых показаны на рисунке, и сталкиваются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 3,5 \text{ м/с}$, а $v_2 = v_1 \cdot \sqrt{2}$?



Ответ: _____ кг·м/с.

4. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Во сколько раз увеличилась максимальная скорость маятника при переходе от частоты $0,5 \text{ Гц}$ к частоте $1,5 \text{ Гц}$?



Ответ: увеличилась в _____ раз(а).

5. Четыре тела одинаковой массы 200 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ м}$	0	2	4	6	8	10
$x_2, \text{ м}$	0	0	0	0	0	0
$x_3, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Сумма сил, действующих на первое тело, равна нулю.
- 2) Скорость второго тела равна 2 м/с.
- 3) Ускорение третьего тела равно 2 м/с².
- 4) Период колебаний третьего тела равен 1 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия первого тела была равна 0,6 Дж.

Ответ: .

6. На гладком горизонтальном столе пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания. Затем пружину заменяют на пружину меньшей жесткости, а амплитуду колебаний оставляют неизменной. Как изменятся при этом частота колебаний и максимальная кинетическая энергия груза маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

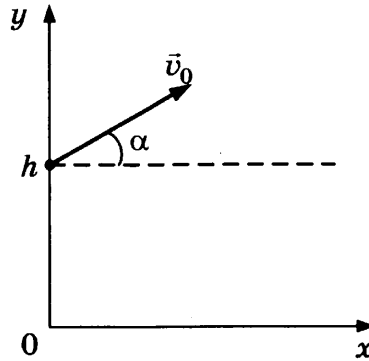
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Максимальная кинетическая энергия груза маятника
<input type="text"/>	<input type="text"/>

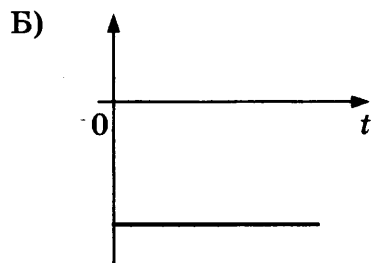
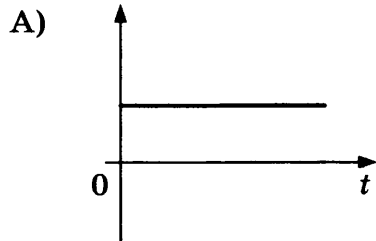
7. В момент времени $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t . Сопротивлением воздуха пренебречь.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.)

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия мячика
- 2) полная механическая энергия мячика
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) проекция ускорения мячика на ось y

Ответ:

А	Б

8. При нагревании одноатомного идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Определите отношение абсолютных температур газа в конечном и начальном состоянии $\frac{T_2}{T_1}$.

Ответ: _____ .

9. Газ совершил работу 20 Дж и получил количество теплоты 5 Дж. Насколько уменьшилась при этом внутренняя энергия газа?

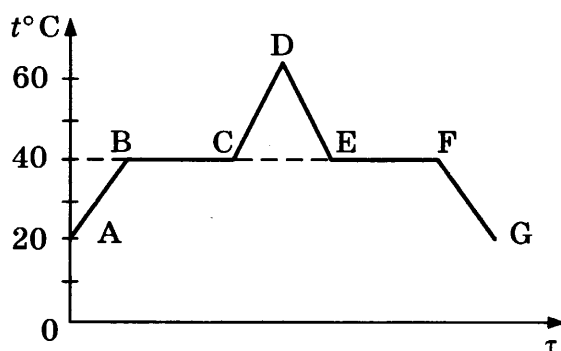
Ответ: _____ Дж.

10. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 25°C находится $1,38 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

t °C	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2}$ кг/м ³	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

Ответ: _____ %.

11. В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения.



Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Температура кипения эфира равна 40°C .
- 2) В момент F в сосуде находился эфир в жидком и газообразном состояниях.
- 3) На участке EF внутренняя энергия эфира увеличивалась.
- 4) В момент C эфир закипел.
- 5) Время, за которое весь эфир испарился равно времени, за которое он сконденсировался.

Ответ:

--	--

12. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

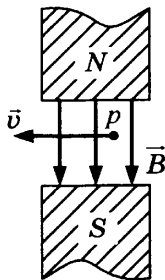
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

13. Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , которая перпендикулярна вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

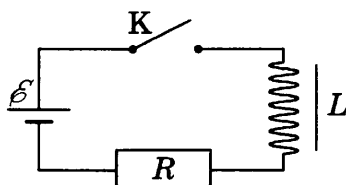
14. К батарее с внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор с сопротивлением 4 Ом. При этом сила тока в цепи оказалась равной 3 А. Какова ЭДС батареи?

Ответ: _____ В.

15. Маленькая лампочка освещает экран через непрозрачную перегородку с круглым отверстием радиуса 0,2 м. Расстояние от лампочки до экрана в 4 раза больше расстояния от лампочки до перегородки. Каков радиус освещенного пятна на экране?

Ответ: _____ м.

16. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 60$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01$ А, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа ток через катушку достиг минимального значения.
- 3) ЭДС источника тока составляет 18 В.
- 4) В момент времени $t = 2,0$ с ЭДС самоиндукции катушки равна 2,4 В.
- 5) В момент времени $t = 3,0$ с напряжение на резисторе равно 15 В.

Ответ:

17. Плоский воздушный конденсатор с диэлектриком между пластинами подключен к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

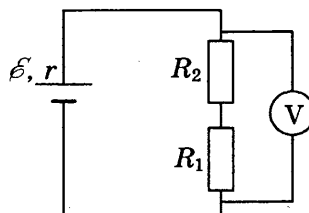
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18. В схеме, изображенной на рисунке, показания вольтметра равны U , внутреннее сопротивление источника r , а сопротивления резисторов R_1 и R_2 .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) ЭДС источника
- Б) сила тока, текущего в цепи

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 2) $\frac{U}{r + R_1 + R_2}$
- 3) $\frac{Ur}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{U(r + R_1 + R_2)}{R_1 + R_2}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько нейтронов и электронов содержит нейтральный атом ${}_{13}^{30}\text{Al}$?

Ответ:

Число нейтронов	Число электронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Из ядер эрбия ${}_{68}^{171}\text{Er}$ при β -распаде с периодом полураспада 8 ч образуются ядра тулия. В момент начала наблюдения в образце содержится $16 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Через какое время число ядер тулия будет равно $14 \cdot 10^{20}$?

Ответ: _____ ч.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона?

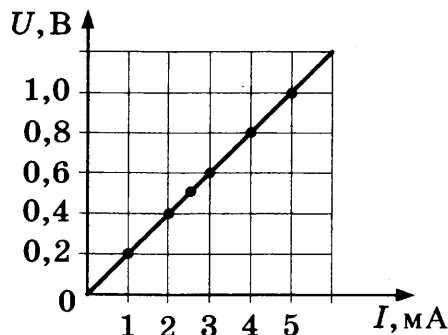
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

22. При изучении закона Ома для участка цепи получили зависимость напряжения на реостате от силы тока в цепи. Результаты измерений представлены на графике. Погрешность измерения силы тока равна 0,1 мА, напряжения 0,05 В.



Запишите в ответ величину напряжения на реостате при силе тока в цепи 4,0 А с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. В лаборатории экспериментально изучают зависимость частоты колебаний струны, закрепленной с двух сторон, от диаметра. Какие две установки нужно использовать для проведения такого эксперимента?

№ установки	Сила натяжения струны	Диаметр струны	Материал струны
1	10 Н	1 мм	сталь
2	15 Н	0,5 мм	медь
3	10 Н	0,5 мм	сталь
4	25 Н	1 мм	сталь
5	20 Н	1 мм	пластик

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите общий тормозной путь поезда, если скорость в начале торможения была равна 25 м/с и торможение было равнозамедленным.

Ответ: _____ м.

25. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объемом 1 м^3 . Его внутренняя энергия равна 9 кДж. Определите давление этого газа.

Ответ: _____ кПа.

26. В области пространства, где находится частица с зарядом $2 \cdot 10^{-11} \text{ Кл}$, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью 5000 В/м. Какова масса частицы, если за 2 с она переместилась по горизонтали на расстояние 0,4 м от точки, из которой она начала двигаться из состояния покоя? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ мг.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

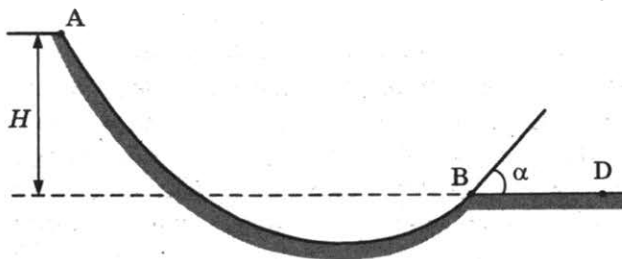
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. На площадку падает зеленый свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени? Укажите закономерности, которые вы использовали при обосновании своего ответа.

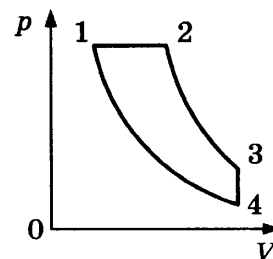
Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

28. Массивная шайба начинает движение по желобу АВ из точки А из состояния покоя. Точка А расположена выше точки В на высоте $H = 6 \text{ м}$. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2 \text{ Дж}$. В точке В шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к

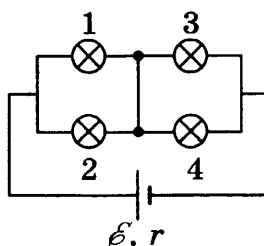
горизонту и падает на землю в точке D, находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). Найдите массу шайбы, если $BD = 2$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.



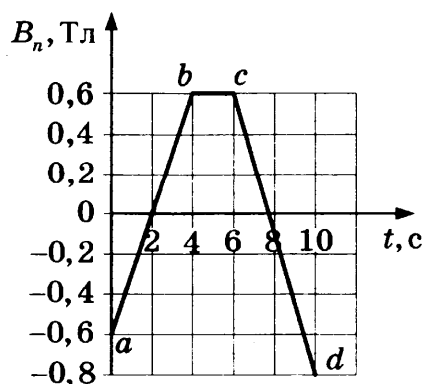
29. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на p - V -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе ΔT_{12} к изменению его температуры ΔT_{34} при изохорном процессе.



30. Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4 в цепи, собранной по схеме, изображенной на рисунке? Сопротивление ламп 1 и 2 $R_1 = 20$ Ом, ламп 3 и 4 $R_2 = 10$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 5$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В.



31. Проволочная рамка с сопротивлением $R = 0,2$ Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10$ с в рамке выделилось количество теплоты $Q = 4,1$ мДж. Какова площадь рамки?



ВАРИАНТ 25

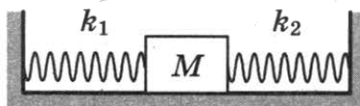
Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Шарик движется по окружности радиусом $r = 1$ м со скоростью $v = 2$ м/с. Каким будет его центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 2 раза, оставив скорость шарика прежней?

Ответ: _____ м/с².

2. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Жесткость правой пружины $k_2 = 800$ Н/м. Левая пружина действует на кубик с силой 16 Н. Насколько сжата правая пружина?



Ответ: _____ см.

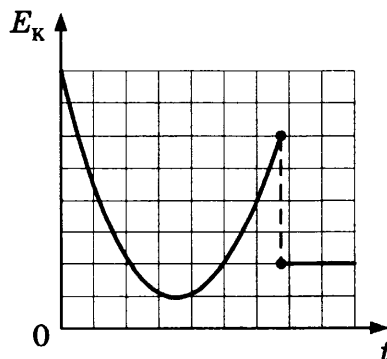
3. Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды равно 4?

Ответ: _____ кг.

4. Подвешенный на нити алюминиевый кубик целиком погружен в воду и не касается дна сосуда. Длина ребра кубика равна 10 см. Определите выталкивающую силу, действующую на кубик.

Ответ: _____ Н.

5. На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите два верных утверждения, описывающих движение в соответствии с данным графиком.

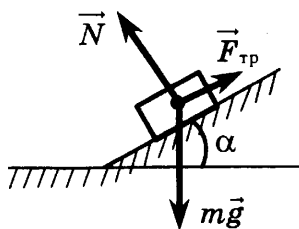


- 1) В конце наблюдения кинетическая энергия тела отлична от нуля.
- 2) Кинетическая энергия тела в течение всего времени наблюдения уменьшается.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало на балкон.
- 4) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на землю.
- 5) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало в кузов проезжающего мимо грузовика.

Ответ:

--	--

6. Брусок покоится на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Для того чтобы брусок скользил по опоре, необходимо увеличить его массу в 2 раза. Как изменятся модуль силы трения и модуль силы нормальной реакции опоры, если увеличить массу тела в 1,5 раза?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

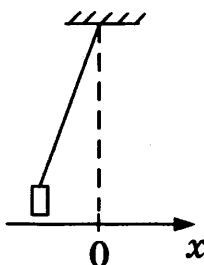
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

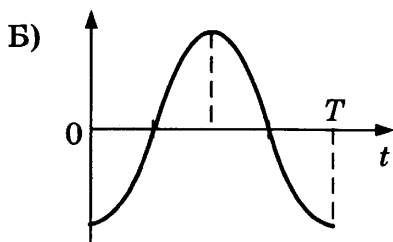
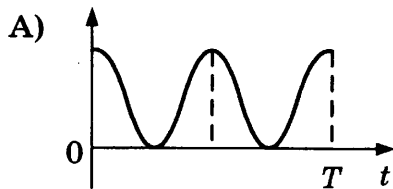
Модуль силы трения	Модуль силы нормальной реакции опоры

7. В момент времени $t = 0$ груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



Ответ:

А	Б

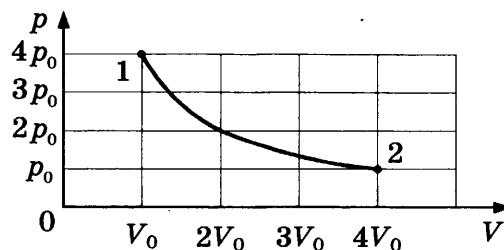
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x
- 2) проекция скорости v_x
- 3) кинетическая энергия E_k
- 4) потенциальная энергия E_p

8. При сжатии неизменного количества идеального газа его объем уменьшился в 2 раза, а температура возросла в 2 раза. Каким стало давление газа, если первоначально оно было равно 50 кПа?

Ответ: _____ кПа.

9. На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объема. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершил работу, равную 5 кДж. Чему равно количество теплоты, полученное газом при этом переходе?

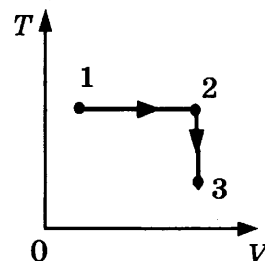


Ответ: _____ кДж.

10. В сосуде под поршнем находится влажный воздух с относительной влажностью 60%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объем изотермически увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

11. В лаборатории изучали процессы, происходящие с газом. График зависимости температуры от объема постоянной массы газа приведен на рисунке. Считая газ идеальным, выберите два верных утверждения, описывающих процессы, происходящие с газом в соответствии с данным графиком.



- 1) На участке 1–2 внутренняя энергия газа увеличивалась.
- 2) На участке 2–3 газ совершал работу.
- 3) Давление газа в состоянии 2 меньше давления в состоянии 1.
- 4) На участке 2–3 от газа отводили тепло.
- 5) В состояниях 1 и 3 температура газа одинакова.

Ответ:

--	--

12. В калориметр с водой, имеющей комнатную температуру, положили кусок льда при 0°C . Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие величины: удельная теплоемкость льда и масса воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Удельная теплоемкость льда	Масса воды

13. На рисунке изображен проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) вектор индукции магнитного поля проводника в точке С? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

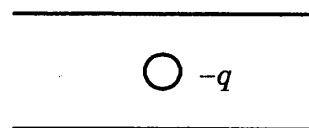
14. В цепи из двух одинаковых последовательно включенных резисторов за час выделяется количество теплоты 20 кДж. Какое количество теплоты будет выделяться за час в цепи, в которой количество резисторов и подводимое к ним напряжение увеличено в 3 раза?

Ответ: _____ кДж.

15. При вращении квадратной рамки в однородном магнитном поле в ней возникает ЭДС индукции, максимальная величина которой равна 2 мВ. Какой будет максимальная ЭДС индукции, если сторону рамки увеличить в 2 раза, а угловую скорость вращения в 2 раза уменьшить? Ориентация рамки относительно линий индукции магнитного поля не изменилась.

Ответ: _____ мВ.

16. Между горизонтально расположенными пластинами плоского конденсатора находится в равновесии отрицательно заряженная капелька масла (см. рисунок). Какие два утверждения верно описывают наблюдаемое явление?



- 1) Верхняя пластина конденсатора заряжена отрицательно.
- 2) Вектор напряженности электрического поля конденсатора направлен вертикально вниз.
- 3) Сила тяжести, действующая на капельку масла, равна силе, действующей на каплю со стороны электрического поля конденсатора.
- 4) На капельку не действуют никакие силы.
- 5) Напряжение между пластинами конденсатора равно нулю.

Ответ:

--	--

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается лучом света лазерной указки, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина световой волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при удалении воды из сосуда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и первым дифракционным максимумом

18. Колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре с периодом T , максимальный заряд пластины конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2\pi^2 q^2 L}{T^2}$
- 2) $\frac{q^2 L}{4\pi^2 T^2}$
- 3) $\frac{2\pi q}{T}$
- 4) $\frac{q^2}{2L}$

Ответ:

А	Б

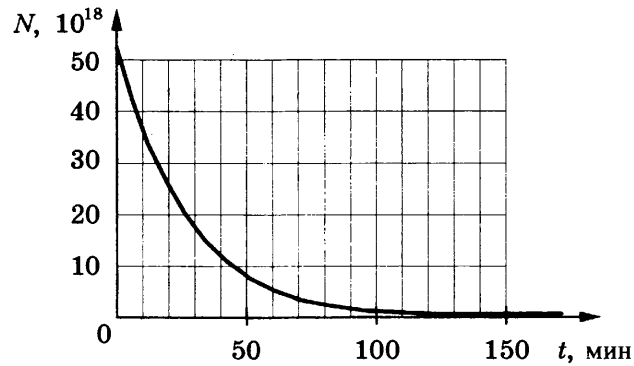
19. Ядро ${}_{84}^{216}\text{Po}$ образовалось в результате двух последовательных α -распадов. Какое число протонов и нейтронов содержало ядро элемента, из которого образовалось ядро полония?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

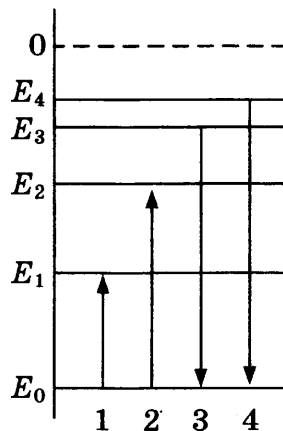
20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер ртути $^{190}_{80}\text{Hg}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути?



Ответ: _____ мин.

21. На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырех переходов связаны с поглощением кванта света с наименьшей энергией и излучением света наименьшей длины волны?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС

- А) поглощение фотона с наименьшей энергией
 Б) излучение света наименьшей длины волны

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

- 1) 1
 2) 2
 3) 3
 4) 4

Ответ:

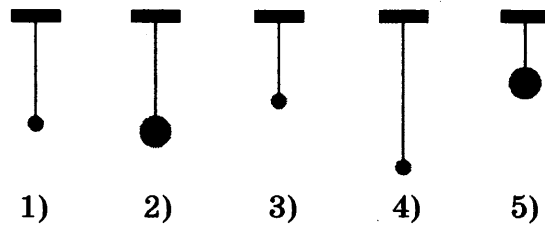
А	Б

22. Маятник совершает $N = 20$ колебаний за $t = (24,0 \pm 0,2)$ с. Запишите в ответ величину периода колебаний маятника с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально проверить зависимость периода колебаний маятника от массы груза. Какие два маятника нужно выбрать, чтобы провести такое исследование? Все грузы сплошные и сделаны из одного материала.



В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Летящая горизонтально со скоростью 20 м/с пластилиновая пуля массой 9 г попадает в груз, неподвижно висящий на нити длиной 40 см, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальный угол отклонения нити от вертикали при этом равен $\alpha = 60^\circ$. Какова масса груза?

Ответ: _____ г.

25. При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

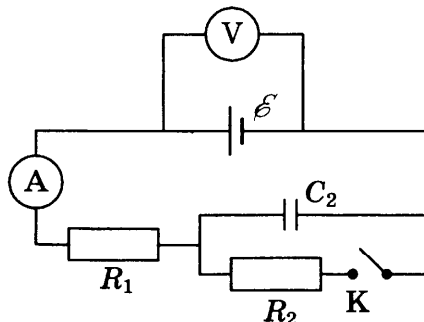
26. Предмет высотой 6 см расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 30 см от ее оптического центра. Высота действительного изображения предмета 12 см. Найдите фокусное расстояние линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

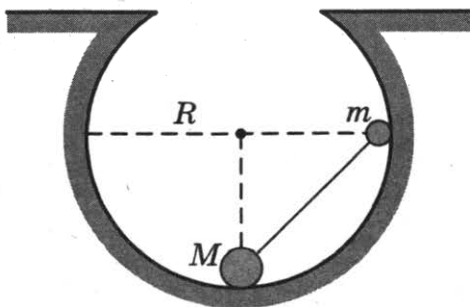
27. На рисунке показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ К, а также идеальные амперметр и вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



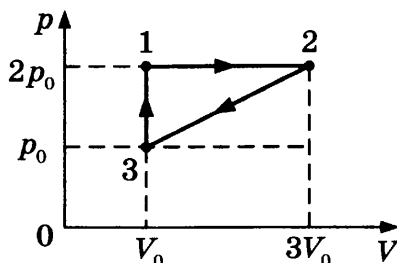
Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

28. Небольшие шарики, массы которых $m = 30$ г и $M = 60$ г, соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку.

В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъема шарика массой M относительно нижней точки выемки оказалась равной 12 см. Каков радиус выемки R ?

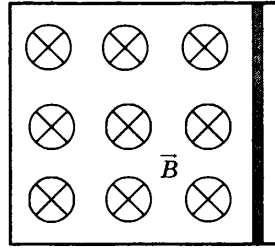


29. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу $A_{12} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ отдает за цикл холодильнику?



30. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплен в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1 м. Сопротивление пе-

ремычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемиычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемиычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемиычку.



31. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе с верхнего уровня энергии на нижний атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т.д. Найдите отношение β минимальной частоты фотона в серии Бальмера к максимальной частоте фотона в серии Пашена.

ОТВЕТЫ

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

Задания с кратким ответом

Задание с кратким ответом считается выполненным, если записанный в бланке № 1 ответ совпадает с верным ответом.

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 24–26 части 2 оцениваются 1 баллом.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки.

Ответы на задания с кратким ответом обрабатываются автоматически после сканирования бланков ответов № 1.

Задание с развернутым ответом оценивается двумя экспертами с учетом правильности и полноты ответа. Максимальный первичный балл за задания с развернутым ответом составляет 3 балла.

№ задания	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5	Вар. 6	Вар. 7	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10
1	60	-60	1,5	2	5	10	2,5	0	2,5	-5
2	0,25	45	8	2	10	500	22,5	2	1	1
3	4	9	60	0,15	40	100	3000	44	1	2
4	0,2	0,75	0,9	40	0,25	4	250	3	8	4
5	15 или 51	24 или 42	14 или 41	34 или 43	23 или 32	45 или 54	23 или 32	13 или 31	45 или 54	14 или 41
6	21	21	11	22	12	21	11	12	31	32
7	14	12	41	42	13	41	43	13	23	21
8	25	200	6	1,5	6	6	120	60	120	45
9	40	50	160	200	700	300	50	40	40	50
10	260	100	100	80	2	3	2,5	500	3,45	33
11	15 или 51	25 или 52	15 или 51	34 или 43	24 или 42	15 или 51	14 или 41	25 или 52	24 или 42	13 или 31
12	24	14	21	22	14	24	32	32	12	13
13	вверх	вниз	вниз	вниз	к наблюдателю	от наблюдателя	влево	вправо	вниз	вверх
14	1,5	3	3	7,5	2	0,75	60	20	3	4
15	3	2	60	120	20	40	24	14	0	2
16	25 или 52	15 или 51	24 или 42	35 или 53	34 или 43	35 или 53	15 или 51	12 или 21	13 или 31	25 или 52
17	23	13	32	22	11	32	21	12	12	13
18	12	43	13	24	21	21	31	24	21	23
19	1113	56	56	47	86	22	2934	2020	84130	1212

№ задания	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5	Вар. 6	Вар. 7	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10
20	4	50	52	26	38	19	2	0,5	78	52
21	13	23	32	31	33	31	14	43	12	11
22	0,900,01	0,500,01	1502	1501	21	3,00,1	12,00,4	15,00,1	99,40,1	7461
23	12 или 21	15 или 51	45 или 54	13 или 31	13 или 31	14 или 41	12 или 21	14 или 41	13 или 31	24 или 42
24	0,1	1,6	40	6	15	20	0,7	2,5	6	3
25	75	8,31	0,25	1	1	6	5	2	4	560
26	5	0	0,6	1	3	9	2	2	400	400

№ задания	Вар. 11	Вар. 12	Вар. 13	Вар. 14	Вар. 15	Вар. 16	Вар. 17	Вар. 18	Вар. 19	Вар. 20
1	25	100	-2,5	0	125	100	6	4	1	0
2	4	8	8	1	80	80	0,25	0,8	0,3	0,2
3	1150	12	10	8	60	25	30000	10000	400	120
4	1	1,5	330	1,5	10	40	500	1,36	60	2
5	12 или 21	25 или 52	14 или 41	35 или 53	24 или 42	35 или 53	15 или 51	34 или 43	14 или 41	24 или 42
6	23	31	12	11	22	32	23	13	11	23
7	32	32	23	24	34	43	24	41	21	41
8	0,75	2	200	200	2	6	80	2	4	9
9	0	20	200	200	80	20	1,5	1	55	35
10	500	30	60	80	0,4	0,6	360	300	100	100
11	35	45 или 54	24 или 42	15 или 51	25 или 52	14 или 41	24 или 42	12 или 21	34 или 43	14 или 41
12	12	22	14	23	24	24	31	24	32	31
13	вправо	влево	вверх	вниз	от наблюдателя	к наблюдателю	от наблюдателя	к наблюдателю	вправо	от наблюдателя
14	6	7	400	1200	24	36	32	81	2	5
15	1,4	1,5	2	10	2	1	4	0	6	5
16	34 или 43	14 или 41	34 или 43	15 или 51	14 или 41	24 или 42	23 или 32	12 или 21	14 или 41	23 или 32
17	22	13	11	21	22	12	31	32	13	23
18	41	13	24	13	13	24	12	13	24	24
19	3658	4058	127	105	1113	810	2222	2929	1416	22
20	2	4000	7	4	0,2	0,1	1	1	4	1,5
21	13	24	14	14	12	43	12	31	43	13
22	1,60,1	4,30,1	151	251	1,40,1	1,400,05	182	222	0,500,05	3,20,2
23	25 или 52	13 или 31	35 или 53	45 или 54	35 или 53	34 или 43	14 или 41	15 или 51	14 или 41	15 или 51
24	60	1	1000	1	3	1,5	1,6	2	187	449
25	540	300	20	27	2	10	60	40	1,5	60
26	1	1	2,5	5	20	90	1	18	400	400

№ задания	Вар. 21	Вар. 22	Вар. 23	Вар. 24	Вар. 25
1	-2,5	5	2,5	5	2
2	20	40	2	2	2
3	0,8	30	7	3,5	4000
4	0,6	2,4	10	3	10
5	15 или 51	34 или 43	25 или 52	13 или 31	15 или 51
6	23	13	21	22	11
7	14	43	42	24	41
8	2	0,25	2	4	200
9	1,5	1	4	15	5
10	100	100	75	60	30
11	14 или 41	23 или 32	23 или 32	15 или 51	34 или 43
12	42	34	32	11	31
13	отнаблюдателя	вверх	вверх	кнаблюдателю	отнаблюдателя
14	3	3	4	18	60
15	4	0,5	3	0,8	4
16	35 или 53	14 или 41	35 или 53	34 или 43	23 или 32
17	32	32	11	22	11
18	23	24	42	41	13
19	99154	01	98146	1713	88136
20	0,5	3	6	24	20
21	22	13	13	23	14
22	231	161	4,00,5	0,800,05	1,200,01
23	13 или 31	35 или 53	22 или 4,00,5	13 или 31	12 или 21
24	550	1100	20	6250	81
25	270	110	7200	6	800
26	1000	24	2	0,5	20

ВАРИАНТ 1

27. При отодвигании магнита от витка будет уменьшаться магнитный поток поля магнита сквозь виток и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому входящие в виток линии индукции этого поля будут сонаправлены с линиями индукции поля магнита. Для создания такого поля согласно правилу буравчика индукционный ток в цепи витка должен быть направлен против часовой стрелки, а в цепи ламп – от А к Б. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 1, она и будет гореть.

28. Выберем ось X , сонаправленную со скоростью бруска. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$4m v_{\text{бр}} - m v_{\text{пл}} = 5m u, \quad (1)$$

где m — масса пластилина, u — скорость слипшихся тел после соударения. По закону изменения механической энергии при торможении тел:

$$\frac{5m u^2}{2} - \frac{5m(0,7u)^2}{2} = \mu \cdot 5mgL. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$L = \frac{0,51u^2}{2\mu g} = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4v_{\text{бр}} - v_{\text{пл}}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4v_{\text{бр}} - v_{\text{пл}}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$$

29. Так как процесс 1–2 — изохорный $\left(\frac{T}{p} = \text{const} \right)$, то работа на этом участке не совершается: $A_{12} = 0$, поэтому $Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(3T_0 - T_0) = 3\nu RT_0$.

Так как процесс 2–3 — изотермический, то изменение внутренней энергии $\Delta U_{23} = 0$ и $Q_{23} = A_{23}$.

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} = A_{23}, \quad Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}.$$

Окончательно получим:

$$\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

$$\text{Ответ: } \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

30. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы:

$$U_C = U_R = IR, \quad (1)$$

где I — сила тока, текущего через резистор.

По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$. (2)

Напряженность поля в плоском конденсаторе равна $E = \frac{U_C}{d}$. (3)

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$\mathcal{E} = Ed \left(\frac{R+r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = Ed \left(\frac{R+r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$

31. Импульс электрона после столкновения $p_1 = \sqrt{2m_e E_1}$, (1)

где $E_1 = E_0 + \Delta E$ — энергия электрона после столкновения, m_e — масса электрона, ΔE — дополнительная энергия, приобретенная при столкновении.

Согласно постулатам Бора $\Delta E = E^{(1)} - E^{(0)}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получим: $E_0 = \frac{p_1^2}{2m_e} - (E^{(1)} - E^{(0)}) = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$

Ответ: $E_0 = \frac{p_1^2}{2m_e} - (E^{(1)} - E^{(0)}) = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$

ВАРИАНТ 2

27. При приближении магнита к витку будет увеличиваться магнитный поток поля магнита сквозь виток и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому входящие в виток линии индукции этого поля будут направлены противоположно линиям индукции поля магнита. Для создания такого поля согласно правилу буравчика индукционный ток в цепи витка должен быть направлен по часовой стрелке, а в цепи ламп — от Б к А. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 2, она и будет гореть.

28. Выберем ось X , сонаправленную со скоростью пули. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$m\nu_0 = m \frac{\nu_0}{2} + 10m\nu, \quad (1)$$

где m — масса пули, u — скорость бруска после соударения с пулей.

По закону изменения механической энергии при торможении тел:

$$\frac{10mu^2}{2} - \frac{10m(0,8u)^2}{2} = \mu \cdot 10mgL. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$L = \frac{0,36u^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{v_0}{20} \right)^2 = 4,5 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{0,36u^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{v_0}{20} \right)^2 = 4,5 \text{ м.}$$

29. Так как процесс 1–2 — изохорный, то работа на этом участке не совершается: $A_{12} = 0$, поэтому $Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(3T_0 - T_0) = 3\nu RT_0$.

Так как процесс 2–3 — изотермический, то изменение внутренней энергии $\Delta U_{23} = 0$ и $Q_{23} = A_{23}$.

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} = A_{23}, \quad Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}.$$

Окончательно получим:

$$\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

$$\text{Ответ: } \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

30. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы: $U_C = U_R = IR$, (1)

где I — сила тока, текущего через резистор.

$$\text{По закону Ома для полной цепи } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}. \quad (2)$$

$$\text{Напряженность поля в плоском конденсаторе равна } E = \frac{U_C}{d}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$E = \frac{\mathcal{E}R}{d(R + r)} = 4 \text{ кВ/м.}$$

$$\text{Ответ: } E = \frac{\mathcal{E}R}{d(R + r)} = 4 \text{ кВ/м.}$$

31. Импульс электрона после столкновения $p_1 = \sqrt{2m_e E_1}$, (1)

где $E_1 = E_0 + \Delta E$ — энергия электрона после столкновения, m_e — масса электрона, ΔE — дополнительная энергия, приобретенная при столкновении.

$$\text{Согласно постулатам Бора } \Delta E = E^{(1)} - E^{(0)}. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$p_1 = \sqrt{2m_e(E_0 + (E^{(1)} - E^{(0)}))} = 1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

$$\text{Ответ: } p_1 = \sqrt{2m_e(E_0 + (E^{(1)} - E^{(0)}))} = 1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

ВАРИАНТ 3

27. Все лучи от любой точки предмета, после прохождения данной линзы давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К перекрывает верхние лучи, но никак не влияет на ход нижних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвуют в построении изображения.

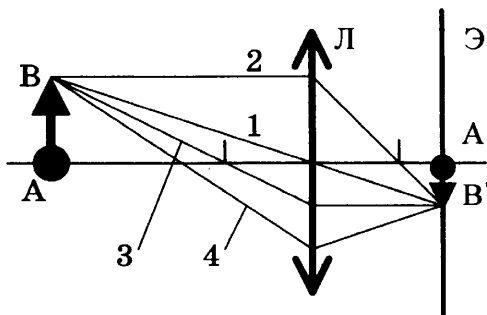


Рис. 1

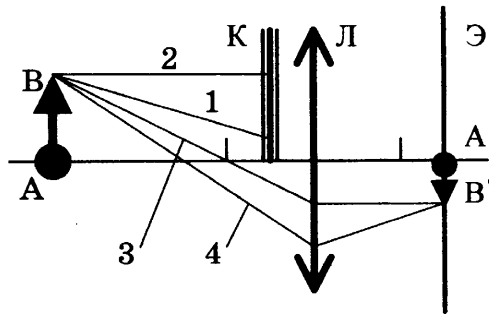


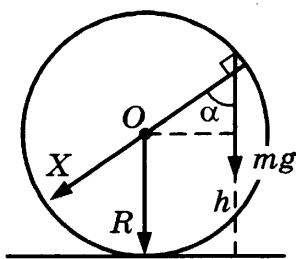
Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

28. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh, \quad (1)$$

где u — скорость шайбы в момент отрыва от кольца на высоте h .



В точке отрыва сила нормальной реакции опоры равна 0: $N = 0$. Центростремительное ускорение шайбы $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ найдем из второго закона Ньютона (см.

рис.):

$$ma_{\text{цс}} = mg \cos \alpha. \quad (2)$$

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$$

Ответ: $h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$

29. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты Q_H :

$$\begin{aligned} Q_H &= Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 2p_0 2V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0. \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$Q_H = \frac{23}{2} A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж.}$$

$$\text{Ответ: } Q_H = \frac{23}{2} A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж.}$$

30. Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$,

где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -B v_{\text{отн}} l$, где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников.

Поскольку силу Ампера надо уменьшить втрое, ЭДС индукции в контуре надо в три раза уменьшить. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна $v = \frac{2}{3} V$.

$$\text{Ответ: } v = \frac{2}{3} V.$$

31. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_2 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \quad (2)$$

где учтено, что $A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}$.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

$$\text{Ответ: } v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

ВАРИАНТ 4

27. Все лучи от любой точки предмета, после прохождения данной линзы давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К перекрывает нижние лучи, но никак не влияет на ход верхних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвуют в построении изображения.

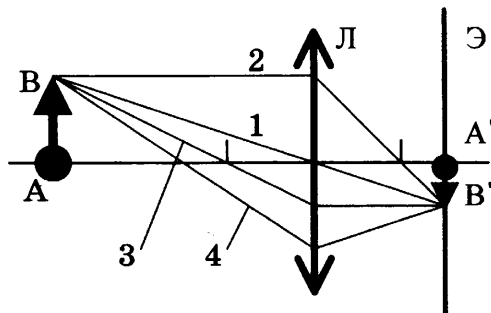


Рис. 1

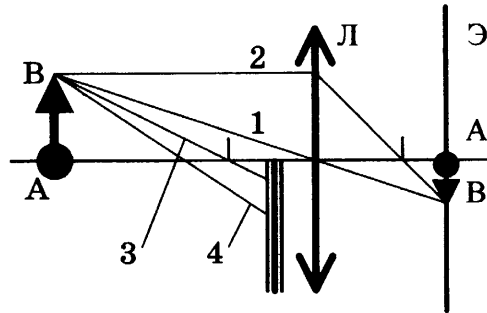


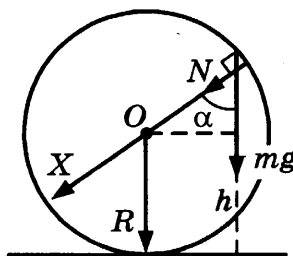
Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

28. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh, \quad (1)$$

где u — скорость шайбы в момент, когда она находится на высоте h от нижней точки кольца.



Центростремительное ускорение шайбы $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ найдем из второго закона

Ньютона (см. рис.):

$$ma_{\text{цс}} = mg \cos \alpha + N, \quad (2)$$

где N — модуль силы нормальной реакции опоры. По третьему закону Ньютона $N = F$.

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н.}$

29. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты Q_H :

$$Q_H = Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 2p_0 2V_0 = \\ = \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0. \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_H = 200 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_H = 200 \text{ Дж.}$$

30. Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -B v_{\text{отн}} l$, где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников.

Поскольку силу Ампера надо увеличить в два раза, ЭДС индукции в контуре надо тоже увеличить в два раза. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна $v = 3V$.

$$\text{Ответ: } v = 3V.$$

31. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_3 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \text{ где учтено, что } A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}. \quad (2)$$

Учитывая, что максимальный импульс фотоэлектрона равен $p = m_e v_{\text{max}}$, и объединяя (1) и (2), получим:

$$p = \sqrt{2m_e ((E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}})} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

$$\text{Ответ: } p = \sqrt{2m_e ((E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}})} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

ВАРИАНТ 5

27. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

28. Если масса m достаточно велика, но грузы еще покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вниз вдоль наклонной плоскости.

Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат:

на первое тело действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити и сила трения:

$$\begin{cases} T_1 - Mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0 & (\text{ось направлена вверх вдоль наклонной плоскости}); \\ N - Mg \cos \alpha = 0 & (\text{ось направлена вверх перпендикулярно наклонной плоскости}); \end{cases}$$

на второе тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити:

$$mg - T_2 = 0 \quad (\text{ось направлена вертикально вниз}).$$

Учтем, что $T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет), $F_{\text{тр}} \leq \mu N$ (сила трения покоя).

Получим:

$$m_{\text{max}} = M (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76 \text{ кг.}$$

$$\text{Ответ: } m_{\text{max}} = M (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76 \text{ кг.}$$

29. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда

$$(m_{\text{об}} + m_{\text{г}} + m) g = \rho g V, \quad (1)$$

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева–Клапейрона

$$m = \frac{\rho V \mu}{RT_1}, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}, \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$T_1 = \frac{\rho V T}{\rho V - m_{\text{об}} - m_{\text{г}}} = 350 \text{ К}, \quad t_1 = 77 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\text{Ответ: } T_1 = \frac{\rho V T}{\rho V - m_{\text{об}} - m_{\text{г}}} = 350 \text{ К.}$$

30. ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле:

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \mathcal{E}}{\Delta t}.$$

Изменение магнитного потока за малое время Δt : $\Delta \mathcal{E} = B \Delta S$,

где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , т.е. $\Delta \mathcal{E} = Bl\Delta x$.

Следовательно, $|\mathcal{E}| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax} = 2$ В.

Ответ: $|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax} = 2$ В.

31. Чтобы фототок прекратился, должно выполняться условие $eU = \frac{m_e v_{\max}^2}{2}$, где

e — модуль заряда электрона, m_e — масса электрона.

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\max}^2}{2}.$$

Учитывая, что $\nu = \frac{c}{\lambda}$, $h\nu_0 = A_{\text{вых}}$, получим:

$$U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \approx 1,4 \text{ В.}$$

Ответ: $U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \approx 1,4$ В.

ВАРИАНТ 6

27. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

28. Если масса m достаточно мала, но грузы еще покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вверх вдоль наклонной плоскости.

Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат.

На первое тело действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити и сила трения:

$$\begin{cases} Mg \sin \alpha - T_1 - F_{\text{тр}} = 0 & (\text{ось направлена вверх вдоль наклонной плоскости}); \\ Mg \sin \alpha - T_1 - F_{\text{тр}} = 0 & (\text{ось направлена вверх перпендикулярно наклонной плоскости}); \end{cases}$$

На второе тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити:

$$mg - T_2 = 0 \text{ (ось направлена вертикально вниз).}$$

Учтем, что $T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет),
 $F_{\text{тр}} \leq \mu N$ (сила трения покоя).

Получим:

$$m_{\min} = M (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 0,24 \text{ кг.}$$

$$\text{Ответ: } m_{\min} = M (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 0,24 \text{ кг.}$$

29. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда

$$(m_{\text{об}} + m_{\text{r}} + m)g = \rho g V, \quad (1)$$

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева–Клапейрона

$$m = \frac{pV\mu}{RT_1}, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}, \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$m_{\text{r}} = \rho V - m_{\text{об}} - \frac{\rho VT}{T_1} = 200 \text{ кг.}$$

$$\text{Ответ: } m_{\text{r}} = \rho V - m_{\text{об}} - \frac{\rho VT}{T_1} = 200 \text{ кг.}$$

30. ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле:

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Изменение магнитного потока за малое время Δt : $\Delta\Phi = B\Delta S$,

где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$.

Следовательно, $|\mathcal{E}| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax}$, отсюда $B = \frac{|E|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5 \text{ Тл.}$

$$\text{Ответ: } B = \frac{|E|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

31. Чтобы фототок прекратился, должно выполняться условие $eU = \frac{m_e v_{\max}^2}{2}$, где e — модуль заряда электрона, m_e — масса электрона.

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\max}^2}{2}.$$

Учитывая, что $\nu = \frac{c}{\lambda}$, $h\nu_0 = A_{\text{вых}}$, получим:

$$\lambda = \frac{hc}{eU + hc/\lambda_0} \approx 2,98 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Ответ: $\lambda = \frac{hc}{eU + hc/\lambda_0} \approx 2,98 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$

ВАРИАНТ 7

27. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, частота свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g :

$$\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить отрицательный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила, равная по величине $|q| \cdot E$ и направленная вертикально вниз.

В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарiku ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника увеличится, так как $\nu_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{l}}$.

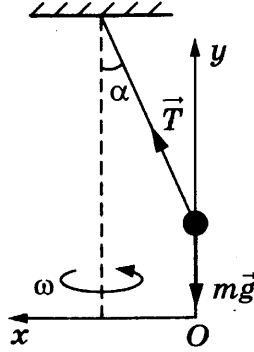
Ответ: частота свободных колебаний маятника увеличится.

28. На груз действуют сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$, как указано на рисунке.

В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона:

$$ma_x = T \sin \alpha,$$

$$0 = T \cos \alpha - mg.$$



Здесь $a_x = \frac{v^2}{l \sin \alpha}$ — центростремительное ускорение.

Решая полученную систему, получим:

$$v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с.}$

29. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{нп}} = 0,4 p_{\text{нп}}$, где $p_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара.

Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, где T — температура пара, V — объем сосуда, M — молярная масса воды, m_0 — начальная масса водяного пара в сосуде.

После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась до m_1 :

$$p_2 = p_{\text{нп}} = \frac{m_1}{M(V/5)} RT.$$

Получаем $\alpha = \frac{m_0 - m_1}{m_0} = 0,5$.

Ответ: $\alpha = 0,5$.

30. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \quad (1)$$

(C — емкость конденсатора, U_{max} — максимальное напряжение на конденсаторе.)

Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (2)$$

Длина волны выражается через период колебаний, как $\lambda = cT$ (3)

(c — скорость света.)

Максимальная напряженность поля конденсатора равна:

$$E_{\max} = \frac{U_{\max}}{d}. \quad (4)$$

Решив систему уравнений (1)–(4), получим $I_{\max} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\max} \approx 0,27$ мА.

Ответ: $I_{\max} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\max} \approx 0,27$ мА.

31. Коэффициент полезного действия электростанции $\eta = \frac{E_1}{E_2}$, (1)

где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана.

$$E_1 = Pt, \quad (2)$$

где P — мощность электростанции, t — время ее работы, а $E_2 = NE_0$, где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся атомов равно $N = \frac{m}{\mu} N_A$. (3)

Объединяя (1), (2) и (3), получаем:

$$\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = \frac{38 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,235}{1,4 \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \approx 0,2 = 20\%.$$

Ответ: $\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = 20\%$.

ВАРИАНТ 8

27. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, частота свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g : $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить положительный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила, равная по величине и направленная вертикально вниз.

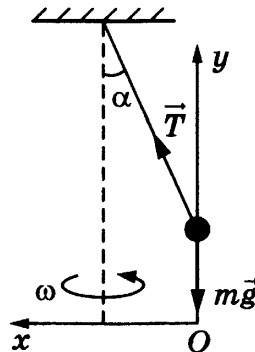
В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарiku ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, период свободных колебаний маятника уменьшится, так как $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$.

Ответ: период свободных колебаний маятника уменьшится.

28. На груз действуют сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$, как указано на рисунке. В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона:

$$ma_x = T \sin \alpha,$$

$$0 = T \cos \alpha - mg.$$



Здесь $a_x = \omega^2 l \sin \alpha$ — центростремительное ускорение, где $\omega = \frac{2\pi}{\tau}$ — угловая скорость груза.

Решая полученную систему, получим:

$$\tau = 2\pi\sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}} \approx 0,83 \text{ с.}$$

Ответ: $\tau = 2\pi\sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}} \approx 0,83 \text{ с.}$

29. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{P}{P_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было — равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} P_{\text{нп}} = 0,8 P_{\text{нп}}$, где $P_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара.

Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, где T — температура пара, V — объем сосуда, M — молярная масса воды.

После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась $p_2 = P_{\text{нп}} = \frac{m_1}{M(V/3)} RT$.

Получаем $m_0 = 2,4m_1 = 24$ г.

Ответ: $m_0 = 2,4m_1 = 24$ г.

30. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}, \quad (1)$$

где C — емкость конденсатора, U_{max} — максимальное напряжение на конденсаторе.

Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре $T = 2\pi\sqrt{LC}$. $\nu = \frac{1}{T}$. (2)

Максимальная напряженность поля конденсатора равна:

$$E_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{d}. \quad (3)$$

Решив систему уравнений (1)–(3), получим $E_{\text{max}} = \frac{1}{2\pi\nu Cd} I_{\text{max}} \approx 80$ В/м.

Ответ: $E_{\text{max}} = \frac{1}{2\pi\nu Cd} I_{\text{max}} \approx 80$ В/м.

31. Коэффициент полезного действия электростанции $\eta = \frac{E_1}{E_2}$, где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана.

$$E_1 = Pt,$$

где P — мощность электростанции, t — время ее работы, а $E_2 = NE_0$,

где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся атомов равно $N = \frac{m}{\mu} N_A$.

Объединяя вышеизложенное, получаем:

$$m = \frac{Pt\mu}{\eta E_0 N_A} = 1,1 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = \frac{Pt\mu}{\eta E_0 N_A} = 1,1 \text{ кг.}$

ВАРИАНТ 9

27. По проводнику течет постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R определяется соотношением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление этой части проводника; S — площадь поперечного сечения проводника.

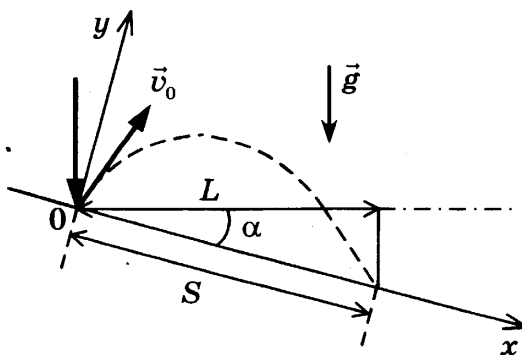
При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, удельное сопротивление проводника постоянно.

При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, удельное сопротивление проводника на этом участке тоже постоянно. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются быстрее, чем на первом, поэтому удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

Ответ: удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

28. Законы движения шарика имеют вид:

$$x = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, \quad y = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}.$$



В момент второго соударения шарика с плоскостью

$x = S, y = 0$, следовательно,

$$\begin{cases} S = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, & (1) \\ 0 = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}. & (2) \end{cases}$$

Совместное решение (1) и (2) приводит к $t = \frac{2v_0}{g}$ и $S = \frac{4v_0^2 \sin \alpha}{g}$.

Из рисунка видно, что $L = S \cos \alpha = \frac{2v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \approx 0,173$ м.

Ответ: $L \approx 0,173$ м.

29. Запишем уравнения состояния газа для верхней и нижней частей:

$$p_1 V_1 = \nu RT,$$

$$p_2 V_2 = \nu RT,$$

где V_1 и V_2 — объемы верхней и нижней частей.

$V_1 = S(H - h)$, $V_2 = Sh$, где S — сечение поршня, H — высота сосуда, h — высота, на которой находится поршень.

Условие равновесия поршня $p_1 S + mg - p_2 S = 0$, где m — масса поршня.

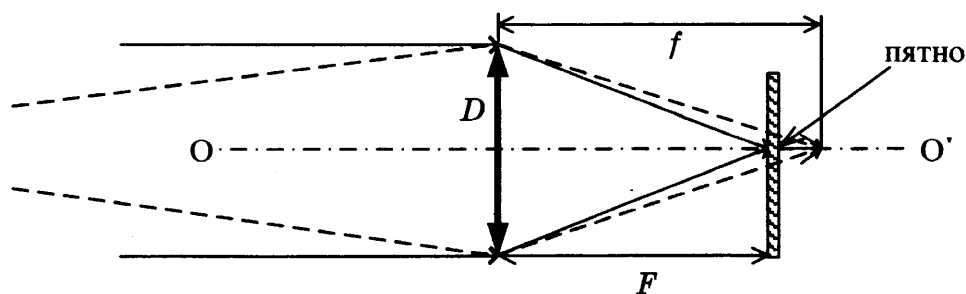
Получим соотношение для количества молей газа:

$$\nu = \frac{mg}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H - h} \right)} \approx 0,022 \text{ моль.}$$

$$\text{Ответ: } \nu = \frac{mg}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H - h} \right)} \approx 0,022 \text{ моль.}$$

30. Лучи, идущие от предмета на расстоянии d , собираются на расстоянии f , которое больше фокусного расстояния, и поэтому образуют на пленке пятно диаметром δ . Из подобия треугольников получаем соотношение:

$$\frac{\delta}{D} = \frac{f - F}{f}. \quad (1)$$



Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ находим: $\frac{f - F}{f} = \frac{F}{d}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получаем окончательно: $\delta = \frac{FD}{d} = 0,05$ мм.

Ответ: $\delta = \frac{FD}{d} = 0,05$ мм.

31. Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа:

$$Q = W_c = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}. \quad (1)$$

Напряжение на конденсаторе равно падению напряжения на резисторе.

С учетом закона Ома для полной цепи $U = IR = \xi R / (r + R)$. (2)

Объединяя (1) и (2), находим: $Q = \frac{q\xi R}{2(R + r)} = 20$ мкДж.

Ответ: $Q = \frac{q\xi R}{2(R + r)} = 20$ мкДж.

ВАРИАНТ 10

27. По проводнику течет постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R определяется соотношением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление проводника; S — площадь поперечного сечения этой части проводника.

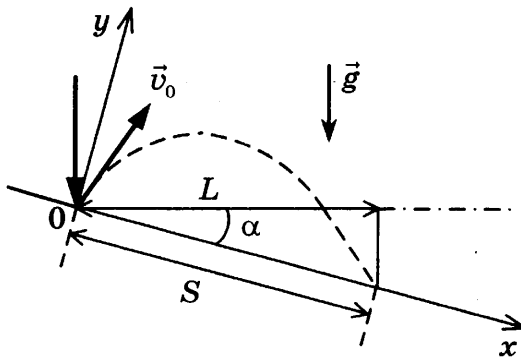
При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, площадь поперечного сечения проводника постоянна.

При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, площадь поперечного сечения проводника на этом участке тоже постоянна. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются медленнее, чем на первом, поэтому площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

Ответ: площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

28. Законы движения шарика имеют вид:

$$x = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, \quad y = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}.$$



В момент второго соударения шарика с плоскостью

$x = S, y = 0$, следовательно,

$$\begin{cases} S = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, & (1) \\ 0 = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}. & (2) \end{cases}$$

Совместное решение (1) и (2) приводит к $t = \frac{2v_0}{g}$ и $S = \frac{4v_0^2 \sin \alpha}{g}$.

Из рисунка видно, что $H = S \sin \alpha = \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = 0,8$ м.

Ответ: $H = \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = 0,8$ м.

29. Условие равновесия столбика ртути определяет давление воздуха в вертикальной трубке: $p = p_0 + \rho g d$, где $p_0 = \rho g H$ — атмосферное давление. Здесь $H = 750$ мм, ρ — плотность ртути.

Поскольку нагрев воздуха в трубке происходит до температуры $T = T_0 + \Delta T$ и объем, занимаемый воздухом, не изменился, то, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева:

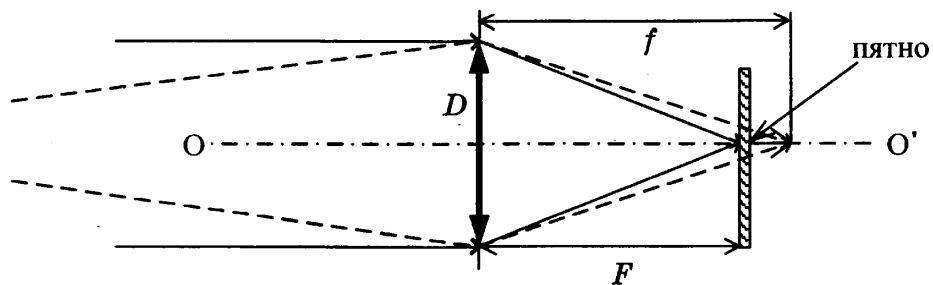
$$\frac{T}{T_0} = \frac{p}{p_0} = 1 + \frac{d}{H}.$$

Окончательно получим: $T_0 = \Delta T \frac{H}{d} = 300$ К.

Ответ: $T_0 = \Delta T \frac{H}{d} = 300$ К.

30. Лучи, идущие от предмета на расстоянии d , собираются на расстоянии f , которое больше фокусного расстояния, и поэтому образуют на пленке пятно диаметром δ . Из подобия треугольников получаем соотношение:

$$\frac{\delta}{D} = \frac{f - F}{f}. \quad (1)$$



Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ находим: $\frac{f-F}{f} = \frac{F}{d}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получаем окончательно: $D = \frac{\delta d}{F} = 1$ см.

Ответ: $D = \frac{\delta d}{F} = 1$ см.

31. Пока ключ замкнут, через катушку течет ток I , определяемый сопротивлением резистора: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, конденсатор заряжен до напряжения: $U = \mathcal{E}$.

Энергия магнитного поля катушки равна $\frac{LI^2}{2}$, энергия электрического поля конденсатора равна $\frac{C\mathcal{E}^2}{2}$.

После размыкания ключа начинаются электромагнитные колебания и вся энергия, запасенная в конденсаторе и катушке, выделится в лампе и резисторе:

$$E = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{\mathcal{E}^2}{2R^2} L.$$

Согласно закону Джоуля–Ленца выделяемая в резисторе мощность пропорциональна его сопротивлению. Следовательно, энергия E распределится в лампе и резисторе пропорционально их сопротивлениям, и на лампу приходится

$$Q = \frac{r}{R+r} E = \frac{r\mathcal{E}^2(C + L/R^2)}{2(R+r)} = 0,115 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{r\mathcal{E}^2(C + L/R^2)}{2(R+r)} = 0,115 \text{ Дж.}$$

ВАРИАНТ 11

27. Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах реостата равно 0. Таким образом,

показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

28. На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox системы отсчета, связанной со столом, сохраняется. Из закона сохранения импульса:

$$Mu - mv = 0, \quad (1)$$

где m — масса шайбы, M — масса горки, u — скорость горки в тот момент, когда скорость шайбы равна v .

Из закона сохранения механической энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + mgh = \frac{5}{2}mgh. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим: $\frac{m}{M} = \frac{3gh}{v^2} - 1$.

Ответ: $\frac{m}{M} = \frac{3gh}{v^2} - 1$.

29. Количество теплоты, полученное при нагревании льда, находящегося в калориметре, до температуры 0°C :

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1). \quad (1)$$

Количество теплоты, полученное льдом при его таянии при 0°C :

$$Q_2 = \lambda m_1. \quad (2)$$

Количество теплоты, отданное водой при охлаждении ее до 0°C :

$$Q = c_2 m_2 (t_2 - 0). \quad (3)$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (4)$$

Объединяя (1)–(4), получим: $m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} \approx 1$ кг.

Ответ: $m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} \approx 1$ кг.

30. Как следует из рис. 1, при силе тока $I = 0,15$ А напряжение на светодиоде $U_D = 3$ В.

По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе, по которому течет этот ток (последовательное включение), $U = IR$.

По закону Ома для полной (замкнутой) цепи $\mathcal{E} = U + U_D$.

Решение системы дает: $U = IR = \mathcal{E} - U_D$.

Сопротивление резистора $R = \frac{\mathcal{E} - U_D}{I} = 20 \text{ Ом}$.

Ответ: $R = 20 \text{ Ом}$

31. Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

$$\lambda_0 = \lambda_{41}, \text{ и } \nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0}.$$

$$\nu_{24} = \frac{c}{\lambda_{24}}; \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому

$$\nu_{13} = \nu_{14} - \nu_{24} + \nu_{32} = c \left(\frac{1}{\lambda_{14}} - \frac{1}{\lambda_{24}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \right)$$

$$\lambda_{13} = \frac{c}{\nu_{13}} = \frac{\lambda_{14}\lambda_{24}\lambda_{32}}{\lambda_{24}\lambda_{32} - \lambda_{14}\lambda_{32} + \lambda_{14}\lambda_{24}} \approx 3 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Ответ: $\lambda_{13} = \frac{\lambda_{14}\lambda_{24}\lambda_{32}}{\lambda_{24}\lambda_{32} - \lambda_{14}\lambda_{32} + \lambda_{14}\lambda_{24}} \approx 300 \text{ нм.}$

ВАРИАНТ 12

27. Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах реостата равно 0. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$,

а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учи-

тывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

28. На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox системы отсчета, связанной со столом, сохраняется. Из закона сохранения импульса:

$$Mu - mv = 0, \quad (1)$$

где m — масса шайбы, $M = 12m$ — масса горки, v — скорость шайбы на левой вершине горки.

Согласно закону сохранения механической энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{12mu^2}{2} + mgh = 3mgh. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.

Ответ: $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.

29. Количество теплоты, необходимое для нагревания льда, находящегося в калориметре, до температуры t :

$$Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1).$$

Количество теплоты, отдаваемое водой при охлаждении ее до 0°C :

$$Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - 0).$$

Количество теплоты, выделяющейся при отвердевании воды при 0°C :

$$Q_2 = \lambda m_2.$$

Количество теплоты, выделяющейся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры t :

$$Q_3 = c_1 m_2 (0 - t).$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

Получим: $t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} \approx -5^\circ\text{C}.$

Ответ: $t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} \approx -5^\circ\text{C}.$

30. По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе, по которому течет этот ток (последовательное включение), $U_1 = I_1 R$.

По закону Ома для полной (замкнутой) цепи $\mathcal{E}_1 = U_1 + U_D$.

Решение системы дает: $U_1 = I_1 R = \mathcal{E}_1 - U_D$, сопротивление резистора

$$R = \frac{\mathcal{E}_1 - U_D}{I_1} = 30 \text{ Ом}.$$

Напряжение на диоде не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05 \text{ A} \leq I \leq 0,2 \text{ A}$, поэтому $U_2 = \mathcal{E}_2 - U_D$ для любой силы тока из этого интервала, следовательно, сила тока в цепи при изменении ЭДС источника

$$I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{\mathcal{E}_2 - U_D}{R} = I_1 \frac{\mathcal{E}_2 - U_D}{\mathcal{E}_1 - U_D} = 0,1 \frac{1,5}{3} = 0,05 \text{ A}.$$

Полученное значение укладывается в интервал применимости выбранной модели, когда сила тока не зависит от приложенного напряжения.

Ответ: $I_2 = 0,05 \text{ A}$.

31. Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

$$\lambda_0 = \lambda_{41}, \text{ и } \nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0}.$$

$$\text{Имеем: } \nu_{13} = \frac{c}{\lambda_{13}}; \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому

$$\nu_{24} = \nu_{14} - \nu_{13} + \nu_{32} = c \left(\frac{1}{\lambda_{14}} - \frac{1}{\lambda_{13}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \right)$$

$$\lambda_{24} = \frac{\lambda_{13} \lambda_{14} \lambda_{32}}{\lambda_{13} \lambda_{32} - \lambda_{14} \lambda_{32} + \lambda_{14} \lambda_{13}} \approx 333 \cdot 10^{-9} \text{ м}.$$

$$\text{Ответ: } \lambda_{24} = \frac{\lambda_{13} \lambda_{14} \lambda_{32}}{\lambda_{13} \lambda_{32} - \lambda_{14} \lambda_{32} + \lambda_{14} \lambda_{13}} \approx 333 \text{ нм}.$$

ВАРИАНТ 13

27. Для описания изобарного расширения идеального газа используем уравнение Менделеева–Клапейрона: $pV = \nu RT$, где ν — число молей газа. Отсюда следует, что при одинаковых давлении и объеме $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1}$.

Как следует из рисунка, $T_1 > T_2$ (при одинаковых давлении и объеме). Поэтому $\nu_1 < \nu_2$.

Ответ: количество вещества в первой порции газа меньше, чем во второй.

28. Запишем закон сохранения импульса и закон изменения механической энергии:

$$\begin{cases} 2m\nu_0 = m\nu_1 - m\nu_2; \\ m\nu_0^2 + \Delta E = \frac{m\nu_1^2}{2} + \frac{m\nu_2^2}{2}, \end{cases}$$

где ν_2 — модуль скорости летящего назад осколка снаряда.

Решая систему уравнений, получим:

$$v_1^2 - 2v_0v_1 + v_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0,$$

откуда искомая масса равна:

$$m = \frac{\Delta E}{(v_1 - v_0)^2}.$$

$$\text{Ответ: } m = \frac{\Delta E}{(v_1 - v_0)^2}.$$

29. Аргон является идеальным одноатомным газом, внутренняя энергия которого пропорциональна температуре $U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1$, $U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_2$.

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева и условия расширения $p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2$ определяем конечную температуру $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$.

$$\text{Уменьшение внутренней энергии равно } \Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right).$$

В соответствии с первым началом термодинамики:

$$|Q| = |\Delta U + A| = \left| \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) + A \right| \approx 1247 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } |Q| = \left| \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) + A \right| \approx 1247 \text{ Дж.}$$

30. При ускорении в электрическом поле ион приобретает кинетическую энергию $\frac{mv^2}{2} = qU$, где m , v и q — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца $F_{\text{л}} = qvB$, сообщающая ему центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{R}$. По второму закону Ньютона:

$$qvB = m \frac{v^2}{R}.$$

Решая систему уравнений, находим:

$$B = \frac{1}{R} \sqrt{2U \frac{m}{q}} = \frac{1}{0,2} \sqrt{2 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

$$\text{Ответ: } B = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2mU}{q}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

31. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A + \frac{m\nu^2}{2}. \quad (1)$$

Электрическое поле ускоряет электроны, увеличивая их кинетическую энергию на $\Delta E = eU = eEL$, (2)

где U — разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии $L = 10$ см от нее.

Объединяя (1) и (2), получим искомую кинетическую энергию

$$\varepsilon = h\nu - A + eEL = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 1,6 \cdot 10^{15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} - 3,7 + 130 \cdot 0,1 = 15,9 \text{ эВ.}$$

Ответ: $\varepsilon = h\nu - A + eEL = 15,9$ эВ.

ВАРИАНТ 14

27. Для описания изохорного нагревания идеального газа используем уравнение Менделеева–Клапейрона: $p = \nu RT/V$, где ν — число молей газа. Отсюда следует, что при одинаковых давлении и объеме $p_1 / p_2 = \nu_1 / \nu_2$.

Как следует из рисунка, $p_1 > p_2$ (при одинаковых температуре и объеме). Поэтому

$$\nu_1 > \nu_2.$$

Ответ: количество вещества в первой порции газа больше, чем во второй.

28. Запишем закон сохранения импульса и закон изменения механической энергии:

$$\begin{cases} 2m\nu_0 = m\nu_1 - m\nu_2; \\ m\nu_0^2 + \Delta E = \frac{m\nu_1^2}{2} + \frac{m\nu_2^2}{2}. \end{cases}$$

Решая систему уравнений, получим:

$$\frac{4\Delta E}{m} = (\nu_1 + \nu_2)^2.$$

$$\text{Откуда найдем } \Delta E = \frac{m}{4}(\nu_1 + \nu_2)^2.$$

$$\text{Ответ: } \Delta E = \frac{m}{4}(\nu_1 + \nu_2)^2$$

29. Аргон является идеальным одноатомным газом, внутренняя энергия которого пропорциональна температуре $U_1 = \frac{3}{2}\nu RT_1$, $U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_2$.

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева и условия расширения

$$p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2 \text{ определяем конечную температуру } T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}.$$

$$\text{Уменьшение внутренней энергии равно } \Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right).$$

В соответствии с первым началом термодинамики:

$$-Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) + A,$$

$$\text{откуда получим: } A = -\frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) - Q = 3486 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } A = -\frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) - Q = 3486 \text{ Дж.}$$

30. При ускорении в электрическом поле ион приобретает кинетическую энергию $\frac{mv^2}{2} = qU$, где m , v и q — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца $F_{\text{л}} = qvB$, сообщаящая ему центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{R}$. По второму закону Ньютона:

$$qvB = m \frac{v^2}{R}.$$

Решая систему уравнений, находим:

$$\frac{m}{q} = \frac{R^2 B^2}{2U} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 25 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^4} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$$

$$\text{Ответ: } \frac{m}{q} = \frac{R^2 B^2}{2U} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$$

31. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

Электрическое поле ускоряет электроны, увеличивая их кинетическую энергию на $\Delta E = eU = eEL$, (2)

где U — разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии L от нее.

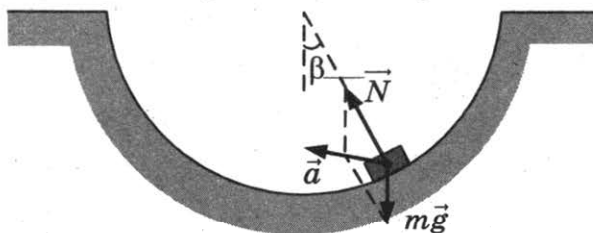
Объединяя (1) и (2), получим искомую работу выхода фотоэлектронов:

$$A = h\nu - \varepsilon + eEL = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 1,6 \cdot 10^{15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} - 15,9 + 130 \cdot 0,1 = 3,7 \text{ эВ.}$$

$$\text{Ответ: } A = h\nu - \varepsilon + eEL = 3,7 \text{ эВ.}$$

ВАРИАНТ 15

27. К шайбе приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила реакции опоры \vec{N} , направленная по радиусу вверх. Ускорение шайбы \vec{a} направлено внутрь траектории левее направления силы \vec{N} (см. рисунок).



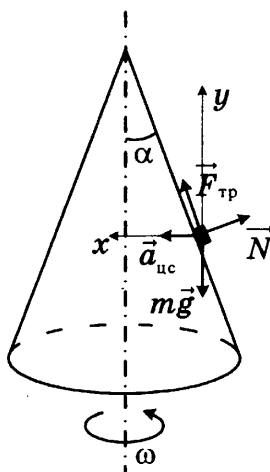
В промежуточной точке скорость шайбы $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шайбы есть центростремительное ускорение $\vec{a}_n \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шайба.

Проекция ускорения шайбы на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шайбы есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_\tau \neq 0$, направленная в сторону нижней точки сферы.

Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$ направлено внутрь сферической поверхности левее направления силы \vec{N} .

Ответ: ускорение шарика направлено внутрь сферической поверхности левее направления силы \vec{N} .

28. На шайбу действуют силы: трения, тяжести, нормальной реакции опоры (см. рисунок).



Запишем проекции уравнения движения шайбы на оси X и Y :

$F_{\text{тр}} \sin \alpha - N \cos \alpha = m a_{\text{uc}}$, где $a_{\text{uc}} = \omega^2 L \sin \alpha$ — центростремительное ускорение шайбы.

$$F_{\text{тр}} \cos \alpha + N \sin \alpha - mg = 0,$$

$F_{\text{тр}} = \mu N$ — максимальная сила трения покоя.

Получаем: $L = \frac{g(\mu - \operatorname{ctg} \alpha)}{\omega^2(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$.

Ответ: $L = \frac{g(\mu - \operatorname{ctg} \alpha)}{\omega^2(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$.

29. Так как процесс 1-2 адиабатический, то $Q_{12} = 0 = \Delta U_{12} + A_{12}$,

откуда $A_{12} = -\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2)$.

Учитывая, что $T_3 = T_1$, получим $T_3 - T_2 = \frac{2}{3} \frac{A_{12}}{\nu R}$.

Работа газа в процессе 2-3 равна $A_{23} = p (V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2) = \frac{2}{3} A_{12}$.

Работа газа A_{123} за весь процесс равна $A_{123} = A_{12} + A_{23} = \frac{5}{3} A_{12} = 5 \text{ кДж}$.

Ответ: $A_{123} = \frac{5}{3} A_{12} = 5 \text{ кДж}$.

30. Модуль напряженности поля точечного заряда равен $E = k \frac{q}{r^2}$,

где r — расстояние от заряда до рассматриваемой точки. Тогда $E_1 = k \frac{q}{r_A^2}$,

$$E_2 = k \frac{q}{r_C^2}. \quad (1)$$

Из (1) получим: $E_2 = E_1 \frac{r_A^2}{r_C^2}$.

Из рисунка получим, что $\frac{r_A^2}{r_C^2} = \frac{5}{13}$, тогда $E_2 = \frac{5}{13} E_1 = 25 \text{ В/м}$.

Ответ: $E_2 = \frac{5}{13} E_1 = 25 \text{ В/м}$.

31. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта $h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{m\nu^2}{2}$.

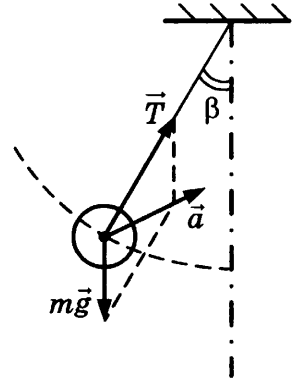
В магнитном поле на электрон действует сила Лоренца, которая сообщает ему центростремительное ускорение: $e\nu B = \frac{m\nu^2}{R}$.

Получим $R = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB} \approx 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Ответ: $R = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB} \approx 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

ВАРИАНТ 16

27. К шарикау приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила натяжения нити \vec{T} , направленная по нити вверх. Ускорение шарика \vec{a} направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} (см. рис.). В промежуточной точке скорость шарика $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шарика есть центростремительное ускорение $\vec{a}_n \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шарик.

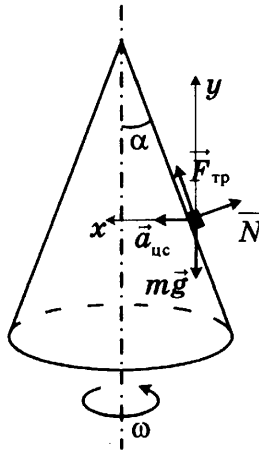


Проекция ускорения шарика на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шарика есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_t \neq 0$, направленная в сторону положения равновесия.

Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$ направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} .

Ответ: ускорение шарика направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} .

28. На шайбу действуют силы: трения, тяжести, нормальной реакции опоры (см. рис.).



Запишем проекции уравнения движения шайбы на оси X и Y:

$F_{\text{тр}} \sin \alpha - N \cos \alpha = ma_{\text{цс}}$, где $a_{\text{цс}} = \omega^2 L \sin \alpha$ — центростремительное ускорение шайбы.

$$F_{\text{тр}} \cos \alpha + N \sin \alpha - mg = 0,$$

$F_{\text{тр}} = \mu N$ — максимальная сила трения покоя.

Объединяя вышеизложенное, получаем: $\omega = \sqrt{\frac{g(\mu - \text{ctg } \alpha)}{L(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}}$.

Ответ: $\omega = \sqrt{\frac{g(\mu - \text{ctg } \alpha)}{L(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}}$.

29. Так как процесс 1–2 адиабатический, то $Q_{12} = 0 = \Delta U_{12} + A_{12}$,

$$\text{откуда } A_{12} = -\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_1 - T_2).$$

$$\text{Учитывая, что } T_3 = T_1, \text{ получим } T_3 - T_2 = \frac{2}{3} \frac{A_{12}}{\nu R}.$$

$$\text{Работа газа в процессе 2–3 равна } A_{23} = p(V_3 - V_2) = \nu R(T_3 - T_2) = \frac{2}{3} A_{12}.$$

Работа газа A_{123} за весь процесс равна $A_{123} = A_{12} + A_{23} = \frac{5}{3} A_{12}$, откуда полу-

$$\text{чим } A_{12} = \frac{3}{5} A_{123} = 1,8 \text{ кДж.}$$

$$\text{Ответ: } A_{12} = \frac{3}{5} A_{123} = 1,8 \text{ кДж.}$$

30. Модуль напряженности поля точечного заряда равен $E = k \frac{|q|}{r^2}$, где r — расстояние от заряда q до рассматриваемой точки. Тогда $E_1 = k \frac{|q_1|}{(2L)^2}$,

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{L^2}, \quad E_3 = k \frac{|q_3|}{L^2}.$$

Выберем ось X , направленную от A к D . Учитывая направления векторов напряженности в точке C , получим:

$$E_{12} = k \frac{|q_1|}{(2L)^2} - k \frac{|q_2|}{L^2}.$$

Чтобы напряженность поля в точке C равнялась нулю, нужно, чтобы напряженность поля третьего заряда была равна по модулю E_{12} и направлена в противоположную сторону.

$$\text{Тогда } q_3 = \left(\frac{|q_1|}{4} - |q_2| \right) = -3 \cdot 10^{-12} \text{ Кл.}$$

$$\text{Ответ: } q_3 = \left(\frac{|q_1|}{4} - |q_2| \right) = -3 \cdot 10^{-12} \text{ Кл.}$$

31. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

В магнитном поле на электрон действует сила Лоренца, которая сообщает

$$\text{ему центростремительное ускорение: } e\nu B = \frac{mv^2}{R}. \quad (2)$$

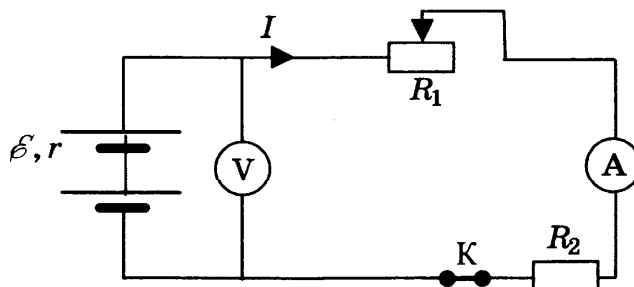
$$\text{Объединяя (1) и (2), получим } B = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eR} \approx 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Тл.}$$

$$\text{Ответ: } B = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eR} \approx 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Тл.}$$

ВАРИАНТ 17

27. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.



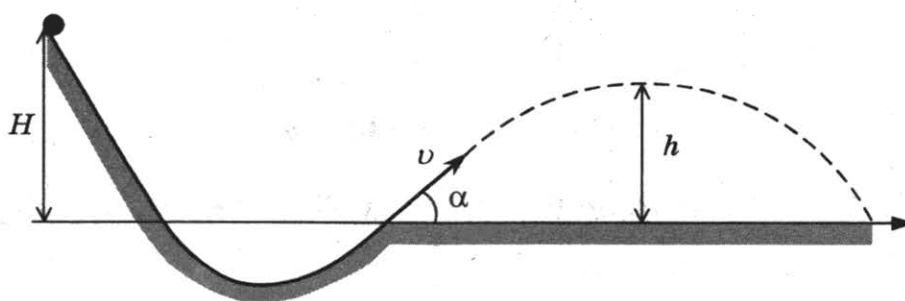
Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \mathcal{E} - Ir$.

При перемещении движка реостата вправо его сопротивление увеличивается, что приводит к увеличению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом уменьшается, а напряжение на батарее растёт.

- 28.



Модель гонщика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью \vec{v} , направленной под углом α к горизонту. Дальность полета определяется из выражения $S = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$. А высота полета

$h = \frac{v^2}{2g} \sin^2 \alpha$. Модуль начальной скорости определяется из закона сохранения энергии

$\frac{mv^2}{2} = mgH$, так что $\frac{v^2}{2g} = H$. При $\alpha = 30^\circ$ получаем

$$h = H \sin^2 \alpha = \frac{H}{4}.$$

Ответ: высота подъема $h = \frac{H}{4}$.

29. Согласно первому началу термодинамики $Q_1 = \Delta U$, (1)

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что $A = p\Delta V$ (3)

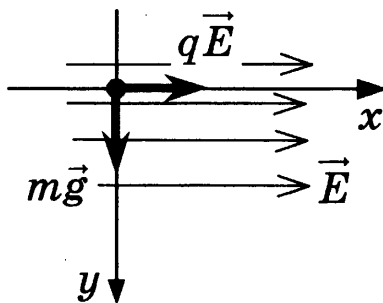
(ΔV — изменение объема газа).

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа: $p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T$. (4)

Решая систему уравнений (1) – (4), будем иметь: $\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR}$.

Ответ: $\Delta T \approx 1\text{К}$.

30. На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.



В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона, вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно, $\text{tg}\alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$.

Отсюда $E = \frac{mg}{q}$.

Ответ: $E = 0,5 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 500 \text{ кВ/м}$.

31. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$. (1)

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:

$$\frac{hc}{\lambda_0} = A. \quad (2)$$

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле: $\frac{mv^2}{2} = eU$. (3)

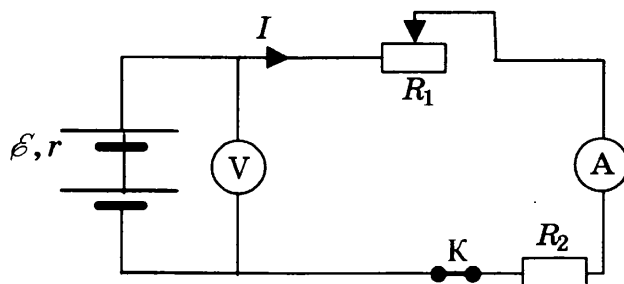
Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем: $\lambda = \frac{hc\lambda_0}{hc + eU\lambda_0}$.

Ответ: $\lambda \approx 215$ нм.

ВАРИАНТ 18

27. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.



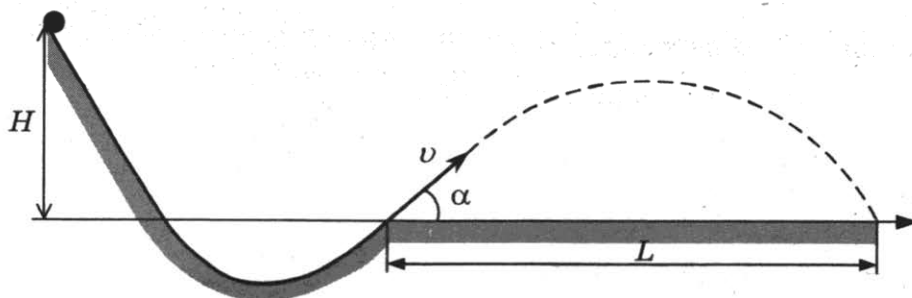
Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \mathcal{E} - Ir$.

При перемещении движка реостата влево его сопротивление уменьшается, что приводит к уменьшению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом возрастает, а напряжение на батарее уменьшается.

28.



Модель гонщика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью \vec{v} , направленной под углом α к горизонту. Дальность полета определяется из выражения $L = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$. Модуль начальной скорости

определяется из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgH$, так что $\frac{v^2}{g} = 2H$.

При $\alpha = 30^\circ$ получаем $L = 2H \sin 2\alpha = H\sqrt{3}$.

Ответ: дальность полета $L = H\sqrt{3}$.

29. Согласно первому началу термодинамики $Q_1 = \Delta U$, (1)

$Q_2 = \Delta U + A$, (2)

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что $A = p\Delta V$, (3)

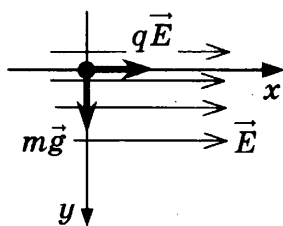
ΔV — изменение объема газа.

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа: $p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T$. (4)

Решая систему уравнений (1)–(4), будем иметь: $m = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{R\Delta T}$.

Ответ: $m = 1$ кг.

30. На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.



В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно, $\operatorname{tg}\alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$.

Отсюда $q = \frac{mg}{E}$.

Ответ: $q = 8 \cdot 10^{-9}$ Кл = 8 нКл.

31. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$. (1)

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:

$$\frac{hc}{\lambda_0} = A. \quad (2)$$

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле:

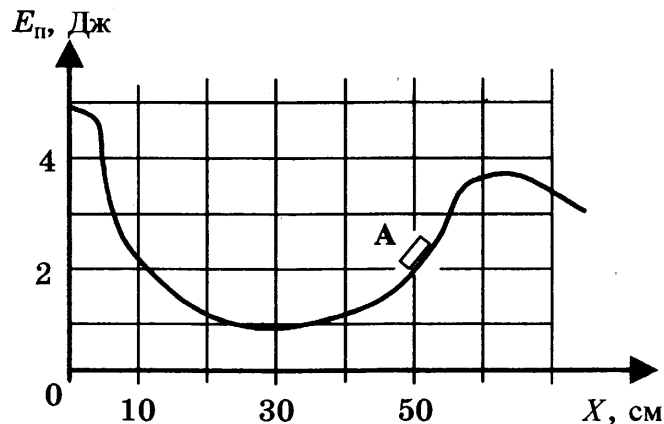
$$\frac{mv^2}{2} = eU. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем: $U = \frac{hc}{e} \cdot \frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda\lambda_0} \approx 1,36$ В.

Ответ: $U \approx 1,36$ В.

ВАРИАНТ 19

27.



Льдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.

Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке А позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия немного больше 4 Дж.

Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на вершину этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

28. Кинетическая энергия брусков после столкновения $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$,

где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 gh$, что дает выражение

$$E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 gh.$$

$$\text{Следовательно, } h = \frac{E(m_1 + m_2)}{gm_1^2}.$$

Подставляя значения, получим $h = 0,8$ м.

Ответ: $h = 0,8$ м.

29. Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\Gamma}g - m_{\text{В}}g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, m_{Γ} — масса гелия, а $F = m_{\text{В}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует:

$$M + m = m_{\text{В}} - m_{\Gamma}.$$

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона—

Менделеева, $pV = \frac{m_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} RT = \frac{m_{\text{В}}}{\mu_{\text{В}}} RT$, где μ_{Γ} — молярная масса гелия,

$\mu_{\text{В}}$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

$$\text{Отсюда: } m_{\text{В}} = m_{\Gamma} \frac{\mu_{\text{В}}}{\mu_{\Gamma}};$$

$$m_{\text{В}} - m_{\Gamma} = m_{\Gamma} \left(\frac{\mu_{\text{В}}}{\mu_{\Gamma}} - 1 \right) = m_{\Gamma} \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25m_{\Gamma}; \quad M + m = 6,25m_{\Gamma}.$$

Следовательно, $m_{\Gamma} = 100$ (кг).

Ответ: 100 кг.

30. Количество теплоты, согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = ct \Delta T, \quad (2)$$

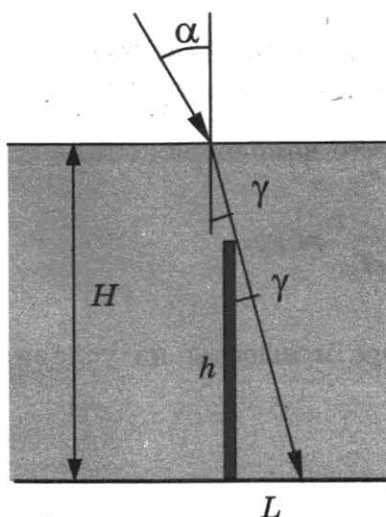
$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

(S — площадь поперечного сечения проводника.)

$$\text{Сопrotивление проводника: } R = (\rho_{\text{эл}} l)/S. \quad (4)$$

Из (1)–(4) получаем: $\Delta T = U^2 t / (c \rho l^2 \rho_{\text{эл}}) \approx 16$ К.

Ответ: 16 К.



Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$,

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

Следовательно, $L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}$, а высота сваи $h = L \sqrt{(4n^2 - 1)}$.

Ответ: $h \approx 2$ м.

ВАРИАНТ 20

27. Льдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.

Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке А позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия немного больше 4 Дж.

Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

28. Кинетическая энергия брусков после столкновения $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$,

где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 gh$, что дает выражение

$$E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 gh.$$

Подставляя значения масс и высоты из условия, получим численное значение $E_k = 2,5$ Дж.

Ответ: 2,5 Дж.

29. Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\Gamma}g - m_{\text{В}}g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, m_{Γ} — масса гелия, а $F = m_{\text{В}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует:

$$M + m = m_{\text{В}} - m_{\Gamma}.$$

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона—

Менделеева, $pV = \frac{m_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} RT = \frac{m_{\text{В}}}{\mu_{\text{В}}} RT$, где μ_{Γ} — молярная масса гелия,

$\mu_{\text{В}}$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

Отсюда: $m_{\text{В}} = m_{\Gamma} \frac{\mu_{\text{В}}}{\mu_{\Gamma}}$;

$$m_{\text{В}} - m_{\Gamma} = m_{\Gamma} \left(\frac{\mu_{\text{В}}}{\mu_{\Gamma}} - 1 \right) = m_{\Gamma} \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25 m_{\Gamma}; \quad M + m = 6,25 m_{\Gamma}.$$

Следовательно, $m = 6,25 m_{\Gamma} - M = 6,25 \cdot 100 - 400 = 225$ кг.

Ответ: 225 кг.

30. Количество теплоты, согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = ct \Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

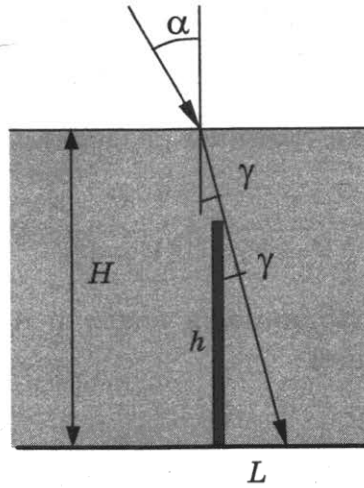
(S — площадь поперечного сечения проводника).

$$\text{Сопrotивление проводника: } R = (\rho_{\text{эл}} l)/S. \quad (4)$$

$$\text{Из (1)–(4) получаем: } U = \sqrt{\frac{c\rho_{\text{эл}} l^2 \Delta T}{t}}.$$

$$U \approx 10 \text{ В.}$$

Ответ: 10 В.



Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды.

Согласно закону преломления $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$,

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

$$\text{Следовательно, } L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{2}{\sqrt{4 \cdot \frac{16}{9} - 1}} = \frac{6}{\sqrt{55}} \approx 0,8 \text{ (м)}.$$

Ответ: $L \approx 0,8$ м.

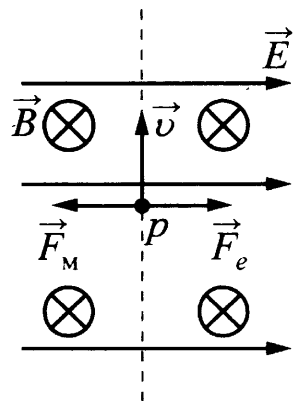
ВАРИАНТ 21

27. 1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.

2. На протон действуют магнитное поле силой $F_M = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, \vec{F}_e сонаправлена с \vec{E} , а по правилу левой руки \vec{F}_M направлена противоположно силе \vec{F}_e .

Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

3. Сила действия электрического поля не зависит от скорости протона, а сила действия магнитного поля с увеличением его скорости возрастает. Поскольку приращение \vec{F}_M , а также вызываемое им ускорение направлены влево, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от первоначального направления движения протона влево.



28. Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землей. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравнивает действующую на него силу тяжести: $\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho (V_1 + V_2) g$ (здесь V_1 и V_2 — соответственно объемы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела). Отсюда:

$$\rho_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + \rho_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \rho. \quad (1)$$

Доли объема шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} + \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 1. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1)–(2), получаем:

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1}.$$

По условию задачи $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1}{4}$, так что $\frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{1}{4}$, откуда

$$\rho = \frac{1}{4}(\rho_1 + 3\rho_2) = \frac{7}{4}\rho_1 = 700 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$.

29. Пусть p_0 — давление азота в камере;

p_1 — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;

p_2 — давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта;

S — площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры азота в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0}, \text{ откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1 :

$$p_0 S - F_{\text{тр1}} - p_1 S = 0, \text{ откуда } F_{\text{тр1}} = (p_0 - p_1) S.$$

Параметры азота в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$\frac{p_2 H S}{T_0} = \frac{p_0 L S}{T_0}, \text{ откуда } p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}.$$

Условие равновесия пробки в конечном состоянии:

$$p_2 S - p_0 S - F_{\text{тр1}} = 0,$$

откуда

$$p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{тп1}}}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Приравнивая друг к другу два выражения для p_2 , получаем равенство

$$\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

$$\text{Отсюда: } T_1 = T_0 \cdot \frac{h}{L} \cdot \left(2 - \frac{L}{H}\right) \approx 219 \text{ К.}$$

Ответ: $T_1 \approx 219 \text{ К.}$

30. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течет. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течет ток силы, где $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где

$R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2).

Так как конденсатор подключен параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = \frac{\mathcal{E}R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$.

Определим энергию электрического поля конденсатора:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2, \text{ откуда найдем емкость конденсатора } C:$$

$$C = 2W \left(\frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{\mathcal{E}R_1 R_2} \right)^2 = 120 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{0,4 \cdot 10 + 24}{24 \cdot 10} \right)^2 \approx 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$$

Ответ: $C \approx 1,6 \text{ мкФ.}$

31. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 , т.е. $p = p_0 + p_1$.

Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона–Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, где V — объем контейнера; T_0 — абсолютная температура в нем, m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

К определенному моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада: $N_1 = N_0 - N$ и $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, где $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ — соответственно начальная масса полония

и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония.

Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}$, следовательно,

$$\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right).$$

В результате математических преобразований получаем:

$$V = \frac{mRT_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right)}{(p - p_0)\mu} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7,5}{140}} \right)}{(1,4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0,21} =$$

$$= \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}} \right)}{(1,4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0,21} \approx 75 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \approx 75 \text{ см}^3.$$

Ответ: $\approx 75 \text{ см}^3$.

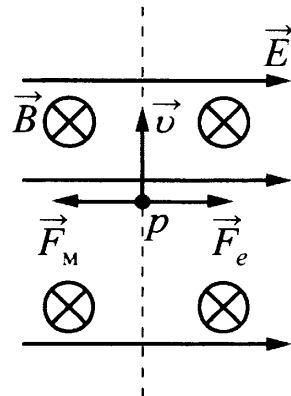
ВАРИАНТ 22

27. 1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой вправо.

2. На протон действуют магнитное поле силой $F_M = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, \vec{F}_e сонаправлена с \vec{E} , а по правилу левой руки \vec{F}_M направлена противоположно силе \vec{F}_e .

Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

3. Сила действия электрического поля увеличивается при увеличении модуля напряженности поля, а сила действия магнитного поля не меняется. Поскольку приращение \vec{F}_M , а также вызываемое им ускорение направлены вправо, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от первоначального направления движения протона вправо.



28. Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землей. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравнивает действующую на него силу тяжести:

$\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho (V_1 + V_2) g$ (здесь V_1 и V_2 — соответственно объемы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела). Отсюда:

$$\rho_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + \rho_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \rho. \quad (1)$$

Доли объема шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} + \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 1. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1)–(2), получаем:

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1}.$$

По условию задачи $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1}{3}$, так что $\frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{1}{3}$, откуда

$$\rho = \frac{1}{3}(\rho_1 + 2\rho_2) = \frac{7}{3}\rho_1 = 2100 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 2100 \text{ кг/м}^3$.

29. Пусть p_0 — давление азота в камере;

p_1 — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;

p_2 — давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта;

S — площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры газа в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0} \text{ откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1 :

$$p_0 S - F_{\text{пр1}} - p_1 S = 0, \text{ откуда } F_{\text{пр1}} = (p_0 - p_1) S.$$

Параметры газа в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$\frac{p_2 H S}{T_0} = \frac{p_0 L S}{T_0}, \text{ откуда } p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}.$$

Условие равновесия пробки в конечном состоянии:

$$p_2 S - p_0 S - F_{\text{пр1}} = 0,$$

откуда

$$p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{пр1}}}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Приравнивая друг к другу два выражения для p_2 , получаем равенство

$$\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

$$\text{Отсюда } h = \frac{L \cdot \frac{T_1}{T_0}}{2 - \frac{L}{H}} \approx 43,8 \text{ см.}$$

Ответ: $h \approx 43,8 \text{ см.}$

30. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течет. Согласно закону Ома

для замкнутой цепи через источник течет ток силы $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где

$R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2).

Так как конденсатор подключен параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = \frac{\mathcal{E}R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$.

Определим энергию электрического поля конденсатора:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2, \text{ откуда найдем ЭДС источника:}$$

$$\mathcal{E} = \sqrt{\frac{2W}{C}} \cdot \frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{R_1 R_2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-6}}} \frac{0,4 \cdot 12 + 20}{20} = 2,48 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 2,48 \text{ В.}$

31. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 , т.е. $p = p_0 + p_1$.

Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона–Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, где V — объем контейнера; T_0 — абсолютная температура в нем; m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

К определенному моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада: $N_1 = N_0 - N$ и $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, где $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ — соответственно начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония.

Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}$, следовательно,

$$\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_1}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right).$$

В результате математических преобразований (в решении они должны быть представлены) получаем:

$$m = \frac{(p - p_0) V \mu}{RT_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7,5}{140}} \right)} =$$

$$= \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}}\right)} \approx 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 1,2 \text{ г.}$$

Ответ: $m \approx 1,2 \text{ г.}$

ВАРИАНТ 23

27. Сила давления света во втором опыте больше, чем в первом.

В обоих опытах происходит поглощение световой волны. Этот процесс можно рассматривать как поглощение за время t большого числа $N \gg 1$ квантов света — фотонов. Каждый фотон при поглощении передает пластинке импульс $p_\phi = \frac{h\nu}{c}$, поэтому пластинка получает импульс, равный сумме импульсов

$$\text{поглощенных фотонов: } p_\Sigma = Np_\phi = N \frac{h\nu}{c}.$$

В результате поглощения света пластинкой, покрытой сажей, она приобретает за время t импульс p_Σ в направлении распространения света от лазера. В соответствии с законом изменения импульса тела в инерциальной системе отсчета скорость изменения импульса тела равна силе, действующей на него со стороны других тел или полей:

$$F_1 = \frac{p_\Sigma}{t} = \frac{N}{t} \cdot \frac{h\nu}{c}.$$

В результате отражения света от зеркальной пластины отраженный квант имеет импульс, противоположный по знаку импульсу кванта падающей волны: $p'_\phi = -p_\phi$, поэтому отраженная волна имеет импульс $p'_\Sigma = -N'p_\phi = -N' \frac{h\nu}{c}$.

В итоге за время t импульс волны под действием зеркальной пластинки изменился. Это изменение

$$\Delta p_\Sigma = (-p'_\Sigma) - p_\Sigma = -(N + N') p_\phi.$$

Импульс системы «световая волна + зеркальная пластинка» сохраняется: $\Delta(p_\Sigma + p_{\text{пл}}) = 0$, поэтому $\Delta p_{\text{пл}} = -\Delta p_\Sigma$. Но изменение импульса тела в инерциальной системе отсчета происходит только под действием других тел или полей и характеризуется силой

$$F_2 = \frac{p_{\text{пл}}}{t} = \frac{N + N'}{t} \cdot \frac{h\nu}{c}.$$

Для хорошего зеркала $N \approx N'$, поэтому $F_2 \approx 2F_1$.

Сравнивая выражения для силы F_1 , действующей на пластинку, покрытую сажей, и силы F_2 , действующей на зеркало, приходим к выводу, что $F_1 < F_2$.

28. Скорость шайбы v в точке В найдем из баланса энергии шайбы в точках А и

$$\text{В с учетом потерь на трение: } \frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E.$$

$$\text{Отсюда: } v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}.$$

Определим время полета t шайбы из точки В в точку D из соотношения $y = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$, где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчета с началом координат в точке В. Отсюда: $t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$.

Дальность полета BD определим, подставляя это значение t в выражение для горизонтальной координаты x шайбы в той же системе отсчета:

$$BD = v \cos \alpha \cdot t = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha.$$

Подставляя в выражение для BD значение v^2 , получаем

$$BD = 2 \left(H - \frac{\Delta E}{mg} \right) \sin 2\alpha. \text{ Отсюда: } \Delta E = mg \left(H - \frac{BD}{2 \sin 2\alpha} \right).$$

Ответ: $\Delta E = 2$ Дж.

Допускается ответ $\Delta E = -2$ Дж, если из текста решения следует, что речь идет об изменении механической энергии.

29. При изобарном расширении на участке 1–2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3–4 отдает холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику: $A = Q_{12} - Q_{34}$.

По определению КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$, что позволяет

найти теплоту, полученную от нагревателя: $Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta}$, если известно Q_{34} .

Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3–4, равно уменьшению внутренней энергии газа на этом участке:

$Q_{34} = |\Delta U_{34}|$. Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолют-

ной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2} RT$.

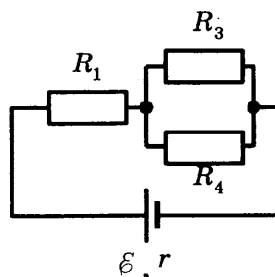
В итоге получим: $Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta} = \frac{3}{2} \frac{R(t_{\max} - t_{\min})}{1 - \eta}$.

Подставляя значения физических величин, получим:

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8,31 \cdot 265}{0,85} \approx 3886 \text{ Дж.}$$

Ответ: $Q_{12} \approx 3886$ Дж.

- 30.



После перегорания резистора R_2 данную электрическую схему можно заменить эквивалентной схемой (см. рисунок). Тогда сопротивление внешней цепи $R_0 = R + \frac{R}{2} = 1,5R$.

По закону Ома для полной цепи сила тока, текущего через источник в схеме, $I = \frac{\mathcal{E}}{1,5R + r}$.

Сила тока, текущего через резистор R_1 , равна силе тока, текущего через источник. По закону Джоуля–Ленца мощность, выделяющаяся на нем,

$$P = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(1,5R + r)^2} = \frac{12100 \cdot 20}{1024} \approx 236 \text{ Вт.}$$

Ответ: $P \approx 236$ Вт.

31. При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью $S = l^2$ изменяется, что создает в ней ЭДС индукции \mathcal{E} . В соответствии с законом индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} S$. Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется

$$\text{закон Ома для замкнутой цепи: } I = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} \frac{S}{R}.$$

За время Δt по рамке пройдет заряд $q = I\Delta t$ и ЭДС индукции совершит работу $A = \mathcal{E}q = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} I\Delta t = -I\Delta\Phi$, которая перейдет в тепло.

Подставляя сюда выражения для силы тока и изменения потока: $\Delta\Phi = S\Delta B$, получим работу ЭДС индукции:

$$A = \frac{S^2 (\Delta B_n)^2}{R \Delta t} = \frac{l^4 (\Delta B_n)^2}{R \Delta t}.$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 2$ с на первом участке $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = 0,6$ Тл, а на втором участке $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 8$ с и $\Delta B_2 = B_2 - B_1 = -1,0$ Тл, поэтому суммарное количество выделившейся теплоты

$$Q = A = A_1 + A_2 = \frac{l^4}{R} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2} \right].$$

$$\text{Отсюда находим сопротивление рамки: } R = \frac{l^4}{Q} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2} \right].$$

Подставляя значения физических величин, получим:

$$R = \frac{(0,1)^4}{10^{-4}} \left[\frac{0,36}{2} + \frac{1}{8} \right] = 0,18 + 0,125 \approx 0,3 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R \approx 0,3$ Ом.

ВАРИАНТ 24

27. Увеличивается.

Свет, падающий на предмет, можно представить как поток фотонов с энергией $E_\phi = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Известно, что длина волны зеленого света меньше длины

волны красного света; следовательно, частота зеленого света больше, чем красного. Так как энергия фотона $E = h\nu$, то энергия фотонов зеленого света больше, чем красного.

Мощность светового излучения, падающего на площадку, $P = E_{\phi} \cdot \frac{\Delta N}{\Delta t}$, где Δt — интервал времени измерения (например, $\Delta t = 1$ с); ΔN — число фотонов, упавших на площадку за это время. В данном случае $P_1 = P_2$, $E_{\phi 1} > E_{\phi 2}$,

$$\text{откуда } \frac{\Delta N_2}{\Delta N_1} = \frac{E_{\text{фот.зел.}}}{E_{\text{фот.кр.}}} > 1.$$

Следовательно, число фотонов увеличится.

28. Скорость шайбы v в точке В найдем из баланса энергии шайбы в точках А и В с учетом потерь на трение: $\frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E$.

$$\text{Отсюда: } v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}.$$

Время t полета шайбы из точки В в точку D определим из зависимости:

$$y = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0,$$

где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчета с началом координат в точке В. Отсюда $t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$.

Дальность полета BD определяется из выражения для горизонтальной координаты x шайбы в той же системе отсчета:

$$BD = v \cos \alpha \cdot t = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha.$$

Подставляя в выражение для BD значение v^2 , получаем:

$$BD = 2 \left(H - \frac{\Delta E}{mg} \right) \sin 2\alpha.$$

$$\text{Отсюда находим массу шайбы: } m = \frac{2\Delta E \sin 2\alpha}{g(2H \sin 2\alpha - BD)} = 0,05 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = 0,05$ кг.

29. При изобарном расширении на участке 1–2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3–4 отдает холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику $A = Q_{12} - Q_{34}$, а КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$.

Количество теплоты Q_{12} , полученное при изобарном расширении на участке 1–2, равно сумме увеличения внутренней энергии газа при увеличении его температуры и работы газа на этом участке: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$. Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2}RT$, а ее изменение

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}R\Delta T_{12}.$$

Работа газа при изобарном расширении $A_{12} = p_1(V_2 - V_1)$. Выражая ее через изменение температуры с помощью уравнения Клапейрона–Менделеева $pV = RT$, получим:

$$A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = R\Delta T_{12}.$$

$$\text{Отсюда } Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{5}{2}R\Delta T_{12}.$$

Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3–4, равно уменьшению внутренней энергии газа на этом участке:

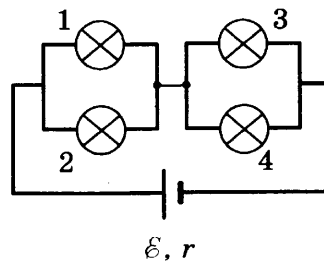
$$Q_{34} = |\Delta U_{34}| = \frac{3}{2}R|\Delta T_{34}|.$$

$$\text{В итоге получим: } \eta = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}} = 1 - \frac{3|\Delta T_{34}|}{5\Delta T_{12}}.$$

$$\text{Отсюда находим: } \frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2.$$

$$\text{Ответ: } \frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2.$$

30. Сопротивление внешней цепи $R_0 = \frac{R_1}{2} + \frac{R_2}{2} = \frac{R_1 + R_2}{2}$.



По закону Ома для полной цепи ток, текущий через источник в цепи,

$$I = \frac{\varepsilon}{R_0 + r} = \frac{2\varepsilon}{R_1 + R_2 + 2r}.$$

Сила тока, текущего через лампу 4, равна половине силы тока, текущего через источник. По закону Джоуля–Ленца мощность, выделяющаяся на лампе 4,

$$P = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R_2 = \frac{\varepsilon^2 R_2}{(R_1 + R_2 + 2r)^2} = \frac{10000 \cdot 10}{1600} = 62,5 \text{ Вт.}$$

Ответ: $P = 62,5 \text{ Вт}$.

31. При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью S изменяется, что создает в ней ЭДС индукции ε . В соответствии с законом индукции Фарадея $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} S$.

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} \frac{S}{R}$.

За время Δt по рамке пройдет заряд $q = I\Delta t$ и ЭДС индукции совершит работу $A = \varepsilon q = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} I\Delta t = -I\Delta\Phi$, которая перейдет в тепло.

Подставляя сюда выражения для силы тока и изменения потока $\Delta\Phi = S\Delta B_n$,

$$\text{получим работу ЭДС индукции: } A = \frac{S^2 (\Delta B_n)^2}{R \Delta t}.$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 4$ с на участке графика ab изменение $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = 1,2$ Тл. На участке bc индукционный ток не возникает. На третьем участке cd — $\Delta t_3 = t_3 - t_1 = \Delta t_1 = 4$ с и $\Delta B_3 = B_2 - B_1 = -1,4$ Тл, поэтому суммарное количество теплоты

$$Q = A = A_1 + A_2 = \frac{S^2}{R} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_3)^2}{\Delta t_3} \right].$$

$$\text{Отсюда } S = \sqrt{\frac{QR\Delta t_1}{(\Delta B_1)^2 + (\Delta B_3)^2}}.$$

Подставляя значения физических величин, получим:

$$S = \sqrt{\frac{4,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 \cdot 4}{1,2^2 + 1,4^2}} = \sqrt{\frac{32,8}{3,4}} \cdot 10^{-2} \approx 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Ответ: $S \approx 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$.

ВАРИАНТ 25

27. До замыкания ключа ток в цепи не течет, поэтому показания амперметра равны нулю, а показания вольтметра равны ЭДС источника.

Замыкание ключа вызовет появление тока в цепи, поэтому показания вольтметра уменьшатся на величину напряжения на внутреннем сопротивлении источника. По закону Ома для полной цепи $U = \mathcal{E} - Ir$

Показания амперметра станут отличными от нуля, а показания вольтметра уменьшатся.

28. Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется, так как выемка гладкая и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}} = \text{const}.$$

В начальный момент и момент подъема на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому ее потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова:

$$E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = E_{\text{пот}}^{\text{конеч}}.$$

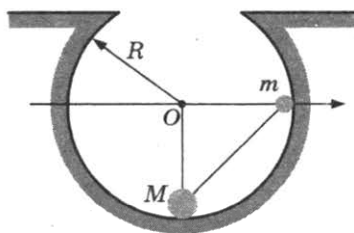


Рис. 1

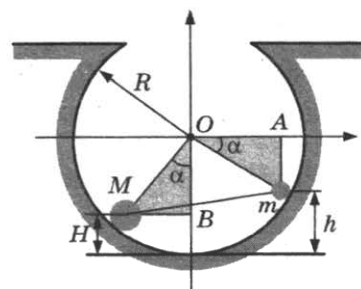


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное — на рис. 2. Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = mgR$, а ее конечная потенци-

альная энергия $E_{\text{пот}}^{\text{конеч}} = mgh + MgH$. Закон сохранения энергии приводит к уравнению, из которого следует, что $(R - h) = \frac{M}{m}H$.

При движении гантели по поверхности выемки высота подъема большого и малого грузов связаны. Заметим, что в прямоугольных треугольниках OmA и OMB

$$MB = mA = R - h, OA = OB = R - H, OM = Om = R,$$

и воспользуемся теоремой Пифагора:

$$(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2.$$

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$.

Подставим сюда выражение $(R - h) = \frac{M}{m}H$, полученное из закона сохранения энергии, и получим: $R = \frac{H}{2} \left(1 + \frac{M^2}{m^2} \right)$.

$$R = \frac{H}{2} \left(1 + \frac{M^2}{m^2} \right).$$

Подставляя сюда значения физических величин, получим: $R = 6(1 + 4) = 30$ см.

Ответ: $R = 30$ см.

29. Из анализа графика цикла работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2:

$$A_{12} = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4p_0V_0.$$

Количество теплоты, переданное газом за цикл холодильнику, согласно первому началу термодинамики:

$$\begin{aligned} |Q_x| = |Q_{23}| &= (U_2 - U_3) + A_{32} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 3p_0V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 3p_0V_0 = \frac{21}{2}p_0V_0 = \frac{21}{8}A_{21}. \end{aligned}$$

Ответ: $|Q_x| \approx 13$ кДж.

30.

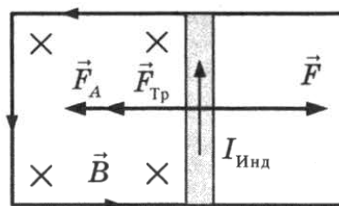


Рис. 1

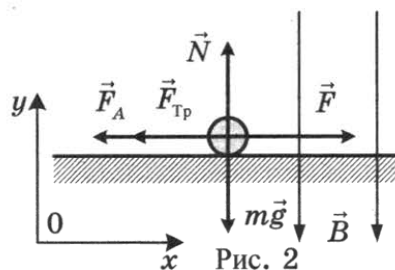


Рис. 2

При движении перемычки в однородном магнитном поле на ее концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = Bvl$, где B — индукция магнитного поля; v и l — соответственно скорость и длина перемычки. Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток:

ток: $I_{\text{инд}} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bvl}{R}$, где R — сопротивление перемычки. Поскольку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовать увеличению магнитного потока при движении перемычки, т.е. против

часовой стрелки (см. рисунок 1). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнет действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону:

$$F_A = BI_{\text{инд.}} l = \frac{B^2 l^2 V}{R}.$$

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения $\vec{F}_{\text{тр.}}$, сила Ампера \vec{F}_A и сила \vec{F} , приложенная к перемычке (см. рисунок 2). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому ее ускорение равно нулю. Проекция второго закона Ньютона имеют вид: $Ox: 0 = F - F_{\text{тр.}} - F_A$; $Oy: 0 = N - mg$.

Сила трения скольжения $F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu mg$. В итоге получаем:

$$V = \frac{(F - \mu mg) R}{(Bl)^2} = \frac{(1,13 - 0,25 \cdot 0,092 \cdot 10) \cdot 0,1}{(0,15 \cdot 1)^2} = 4 \text{ м/с.}$$

Ответ: $V = 4 \text{ м/с.}$

31. В серии Бальмера энергия фотона равна $E_n - E_2$, где $n = 3, 4, \dots$. Аналогично в серии Пашена энергия фотона равна $E_n - E_3$, где $n = 4, 5, \dots$.

Частота фотона связана с его энергией равенством $h\nu = E$, где h — постоянная Планка.

$$\text{Поэтому } \beta = \frac{E_3 - E_2}{E_4 - E_3} = \frac{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}}{\frac{1}{3^2} - 0} = 1,25.$$

Ответ: $\beta = 1,25.$

Справочное издание

Лукашева Екатерина Викентьевна

Чистякова Наталия Игоревна

ЕГЭ

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат
№ РОСС RU.ПЩ01.Н00199 от 19.05.2016 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*

Редактор *Г. А. Лонцова*

Технический редактор *Л. В. Павлова*

Корректоры *Е. Ю. Салтыкова, И. Д. Баринская*

Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*

Компьютерная верстка *О. Н. Савина*

107045, Москва, Луков пер., д. 8.

www.examen.biz

Е-mail: по общим вопросам: info@examen.biz;

по вопросам реализации: sale@examen.biz;

тел./факс 8(495)641-00-30 (многоканальный)

Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт», г. Тверь, www.pareto-print.ru

По вопросам реализации обращаться по тел.: 8(495)641-00-30 (многоканальный).