

Решения
9 класс

1. В калориметр, содержащий $m_1 = 100$ г льда при температуре $t_1 = -20^\circ\text{C}$, наливают $V_2 = 100$ миллилитров горячей воды при температуре $t_2 = 50^\circ\text{C}$ и впускают порцию водяного пара при температуре $t_3 = 100^\circ\text{C}$ массой $m_3 = 100$ г. Какая температура установится в калориметре? Сколько жидкости при этом будет в калориметре? Удельная теплоемкость льда $c_1 = 2100$ Дж/(кг \cdot °C), удельная теплоемкость воды $c_2 = 4200$ Дж/(кг \cdot °C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 335$ кДж/кг, удельная теплота парообразования воды $L = 2,26$ МДж/кг (при 100°C), плотность воды $\rho = 1$ г/см 3 .

Решение

При конденсации пара может выделиться количество теплоты $Q_1 = Lm_3 = 226$ кДж.

Для плавления льда и нагревания воды массой $m_1 + m_2$ до 100°C требуется теплота $Q_2 = c_1 m_1 (0 - t_1) + \lambda m_1 + c_2 m_1 100 + c_2 m_2 (100 - t_2) = 100,7$ кДж.

Так как $Q_1 > Q_2$ сконденсируется не весь, а только $\Delta m = m_3 \cdot \frac{Q_2}{Q_1} = 44,6$ г пара. При этом в сосуде окажется 55,4 г пара и 244,6 г воды при 100°C .

| № | Этап решения | Соотношения и значения | Баллы |
|---|--|--|-------|
| 1 | Использованы верные выражения для количества теплоты при плавлении, нагреве и конденсации | $Q = Lm$ $Q = \lambda m$ $Q = cm\Delta t$ | 3 |
| 2 | Получены верные значения количества тепла по этим формулам | | 3 |
| 3 | Проведено сравнение требуемых количеств теплоты нагрева и плавления льда, и нагрева воды с теплотой, выделяющейся при конденсации пара. Сделан вывод о неполной конденсации пара | | 2 |
| 4 | Определена масса сконденсировавшегося пара, получен верный ответ | 55,4 г пара и 244,6 г воды при 100°C | 2 |

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
2016-2017 учебный год
Алтайский край

2. Имеются два мотка медной проволоки диаметрами $d_1 = 0,2$ мм и $d_2 = 0,3$ мм. Массы мотков равны. Во сколько раз сопротивление у первого мотка больше, чем у второго?

Решение

Отношение сопротивлений $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\gamma l_1}{S_1} : \frac{\gamma l_2}{S_2} = \frac{m}{\rho S_1^2} : \frac{m}{\rho S_2^2} = \frac{S_2^2}{S_1^2} = \frac{d_2^4}{d_1^4} = \frac{81}{16}$.

Здесь γ – удельное сопротивление проволоки, m – масса мотка, ρ – плотность. Таким образом, сопротивление у первого мотка в 5,0625 раза больше.

| № | Этап решения | Соотношения и значения | Баллы |
|---|--|--------------------------|-------|
| 1 | Используется выражение для сопротивления мотка проволоки | $R = \frac{\gamma l}{S}$ | 2 |
| 2 | Длина проволоки в мотке выражена через массу и геометрические размеры | $l = \frac{m}{\rho S}$ | 2 |
| 3 | Использована формула для связи площади поперечного сечения с диаметром проволоки | $S = \frac{\pi d^2}{4}$ | 2 |
| 4 | Получен верный ответ | 5,0625 раза | 4 |

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
2016-2017 учебный год
Алтайский край

3. В двух цилиндрических сообщающихся сосудах, расположенных вертикально в поле тяжести находится ртуть. Диаметры сосудов отличаются в два раза. Насколько повысится уровень ртути в одном колене, если в другое налить столб воды высотой $h = 136$ мм? Плотность ртути $\rho_1 = 13,6$ г/см³, плотность воды $\rho_2 = 1$ г/см³.

Решение

Давление столба воды высотой 136 мм такое же, как столба ртути высотой 10 мм, так как плотности их отличаются в 13,6 раза. Следовательно, результат будет таким же, как если бы вместо воды долили столб ртути высотой 10 мм. Повышение уровня ртути при этом будет одинаковым в обоих сосудах. Однако необходимо учесть, что площади сосудов отличаются в четыре раза и в большем сосуде добавится $4/5$ долитого объема ртути. Следовательно, уровень ртути во втором сосуде, в который вода не доливалась, повысится либо на 2 мм (если это большой сосуд), либо на 8 мм (если это малый сосуд).

| № | Этап решения | Соотношения и значения | Баллы |
|---|--|------------------------|-------|
| 1 | Идея замены столба воды столбом ртути | | 4 |
| 2 | Определена высота столба ртути, который доливается вместо воды | 10 мм | 1 |
| 3 | Указано, что подъем уровня жидкости одинаков для обоих сосудов | | 1 |
| 4 | Учтена возможность добавления воды в любой из двух сосудов | | 2 |
| 5 | Получен верный ответ в обоих случаях | 2 мм или 8 мм | 2 |

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
2016-2017 учебный год
Алтайский край

4. Камень, брошенный вертикально вверх, побывал в некоторой точке A дважды с интервалом времени $t_1 = 1$ с. Чему равен подобный временной интервал t_2 , через который тело побывает дважды в точке B . Точка B находится на одной вертикали с точкой A , ниже на $h = 15$ м.

Решение

Время полета камня до верхней точки траектории составляет $\frac{t_1}{2} = 0,5$ с. От верхней точки назад до точки A камень падает в течение тех же 0,5 с и пролетает при этом $y_1 = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{t_1}{2}\right)^2 = 1,25$ м. Расстояние от верхней точки до точки B составляет $y_2 = y_1 + h = 16,25$ м. Это расстояние камень пролетает за время $\frac{t_2}{2} = \sqrt{\frac{2y_2}{g}} \approx 1,81$ с, а все время $t_2 \approx 3,62$ с.

| № | Этап решения | Соотношения и значения | Баллы |
|---|--|---|-------|
| 1 | Определено время движения камня от верхней точки | $\frac{t_1}{2} = 0,5$ с | 4 |
| 2 | Определено расстояние до точки A | $y_1 = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{t_1}{2}\right)^2 = 1,25$ м | 2 |
| 3 | Определено расстояние до точки B | $y_2 = y_1 + h = 16,25$ м | 1 |
| 4 | Найдено время движения от верхней точки до B | $\frac{t_2}{2} = \sqrt{\frac{2y_2}{g}} \approx 1,81$ с | 2 |
| 5 | Найден интервал времен прохождения точки B | $t_2 \approx 3,62$ с | 1 |

5. Две электрички идут навстречу друг другу по параллельным путям с равными скоростями. Одна из них составлена из $k_1 = 9$ вагонов, вторая из $k_2 = 10$ вагонов. Между путями бодро шагает в школу со скоростью $V = 4$ км/час ученик. Он обратил внимание на то, что первые вагоны поравнялись друг с другом как раз напротив него и, как ни странно, последние вагоны разошлись друг с другом тоже строго напротив него. Можно ли по этим данным определить скорость электричек?

Решение

Расстояние между точками, где поравнялись первые вагоны и разошлись последние, равно половине разницы длин поездов, то есть половине длины вагона. Это расстояние ученик преодолевает за время $t = \frac{l}{2V}$. Здесь l – длина одного вагона. Время от момента встречи первых вагонов до момента расхождения последних составляет $t = \frac{k_1 l + k_2 l}{2V_0}$, где V_0 – скорость электрички. Приравнивая эти времена, получим $V_0 = V \cdot (k_1 + k_2) = 76$ км/ч.

| № | Этап решения | Соотношения и значения | Баллы |
|---|--|---|-------|
| 1 | Установлено, что расстояние между точками встречи и расхождения вагонов равно половине длины вагона | | 3 |
| 2 | Получено выражение для времени между встречей первых вагонов и расхождением последних | $t = \frac{k_1 l + k_2 l}{2V_0}$ | 2 |
| 3 | Получено выражение для времени, затраченного учеником для преодоления расстояния между точками встречи и расхождения | $t = \frac{l}{2V}$ | 1 |
| 4 | Составлено верное уравнение для определения скорости поезда | $\frac{k_1 l + k_2 l}{2V_0} = \frac{l}{2V}$ | 3 |
| 5 | Получен верный численный ответ | 76 км/ч | 1 |