

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

Задача 1

Небольшое тело, начав двигаться из состояния покоя, проходит равноускоренно расстояние $s = 32$ м. Разделите это расстояние на четыре части h_1, h_2, h_3 и h_4 так, чтобы на прохождение каждой из них телу потребовалось одно и то же время. Найдите значения h_1, h_2, h_3 и h_4 .

Возможное решение

Пусть на прохождение расстояния h_1 телу потребовалось время τ , и $h_1 = \frac{a\tau^2}{2}$.

Тогда расстояние s пройдено за время 4τ , и $s = \frac{a(4\tau)^2}{2}$. Отсюда $h_1 = \frac{s}{16} = 2$ м.

На прохождение расстояния $h_1 + h_2$ затрачено время 2τ , т.е. $h_2 = 3h_1 = 6$ м. Рассуждая аналогично, получим $h_3 = 5h_1 = 10$ м и $h_4 = 14$ м.

При решении можно воспользоваться соотношением Галилея для перемещений при равноускоренном движении без начальной скорости за последовательные равные промежутки времени. Эти перемещения соотносятся как $1 : 3 : 5 : 7$. Тогда за первый временной интервал тело проходит $1/16$ полного перемещения, или 2 м, за второй 6 м и т.д.

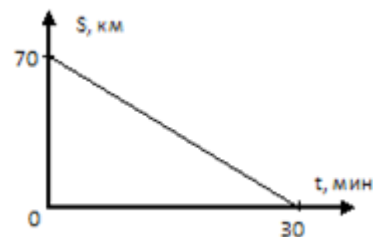
Критерии оценивания

1. Записано уравнение для перемещения на первом интервале **2 балла**
2. Записано уравнение для всего перемещения **2 балла**
3. Установлена связь между первым и общим перемещением **2 балла**
4. Получено численное значение для перемещения на первом интервале **1 балл**
5. Получены выражения и численные значения для других интервалов **3 балла**

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 2

Деревня находится на расстоянии $L = 70$ км от города. Населенные пункты соединяет прямолинейный участок шоссе. Одновременно из города и деревни навстречу начинают движение легковой автомобиль и автобус. Скорость автомобиля равна $v = 90$ км/ч. На рисунке представлен график, на котором показано, как изменялось расстояние между ними с момента выезда до момента встречи. Найдите скорость автобуса. Какое время потребовалось автобусу на путь от места встречи до города? Считать, что автобус и автомобиль движутся с постоянными скоростями во время всего движения.

**Возможное решение**

Из графика следует, что скорость сближения автомобиля и автобуса 140 км/ч. Следовательно, скорость автобуса равна 140 км/ч $- 90$ км/ч $= 50$ км/ч. Расстояние от места встречи до города равно произведению скорости автомобиля на время движения до встречи, или 45 км. Тогда, оставшееся время движения автобуса до города равно отношению расстояния к скорости автобуса: 45 км/ 50 км/ч $= 0,9$ ч $= 54$ мин.

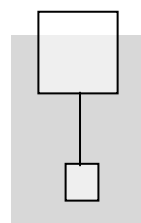
Критерии оценивания

1. Из графика найдена скорость сближения **2 балла**
2. Определена скорость автобуса **3 балла**
3. Найдено расстояние от места встречи до города **3 балла**
4. Найдено оставшееся время движения автобуса **2 балла**

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 3

Два кубика, связанные нитью, находятся в воде (см. рисунок). Верхний, с ребром $a = 60$ см, плавает, погрузившись в воду на две трети объёма. Ребро нижнего кубика $a/2$, но его плотность в 2 раза больше, чем у верхнего. Определите плотность ρ материала верхнего кубика и найдите модуль T силы натяжения нити, связывающей кубики. Плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м³, ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².



Возможное решение

Пусть объём нижнего кубика V , тогда объём верхнего $8V$, и он погружён на $\frac{16}{3}V$.

Условие равновесия всей системы имеет вид:

$$8V\rho g + V \cdot 2\rho g = \left(V + \frac{16}{3}V \right) \rho_0 g, \text{ откуда } \rho = \frac{19}{30} \rho_0 \approx 633 \text{ кг/м}^3.$$

Из условия равновесия для нижнего кубика: $T + V\rho_0 g = V \cdot 2\rho g$ следует,

$$\text{что } T = \frac{4}{15} V \rho_0 g = \frac{4}{15} \frac{a^3}{8} \rho_0 g = 72 \text{ Н.}$$

Критерии оценивания

1. Условие плавания всей системы (или отдельно верхнего кубика).... **2 балла**
2. Найдена связь между плотностями тела и воды **2 балла**
3. Численное значение плотности кубика **1 балл**
4. Условие равновесия нижнего кубика **2 балла**
5. Выражение для модуля силы натяжения нити **2 балла**
6. Численное значение модуля силы натяжения нити **1 балл**

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 4

Вася принёс домой с улицы снежок массой 200 г, слепленный из «мокрого» снега. «Мокрым» называют снег, содержащий воду. Температура снежка 0 °С. Вася поместил снежок в ведёрко, в котором было 2 л воды при температуре 25 °С. При этом температура общей массы получившейся воды стала равной 18 °С. Определить процентное содержание по массе влаги (воды), которое было в снеге. Удельная теплоемкость воды $c_B = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{°С)}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$. Потерями теплоты пренебречь.

Возможное решение

Пусть x – массовая доля воды в мокром снеге. Запишем уравнение теплового баланса:

$$(1 - x)m\lambda + c_B m t_1 = c_B M(t_2 - t_1),$$

где m – масса «мокрого» снега, $t_1 = 18 \text{ °С}$, $t_2 = 25 \text{ °С}$, $M = 2 \text{ кг}$. Отсюда получаем:

$$x = 1 - \frac{c_B M(t_2 - t_1) - c_B m t_1}{m\lambda} = 1 - \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot (2 \cdot 7 - 0,2 \cdot 18)}{0,2 \cdot 3,3 \cdot 10^5} \cong 34\%.$$

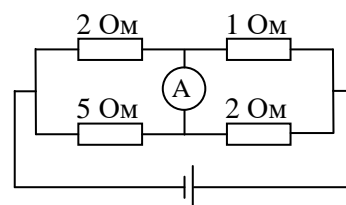
Критерии оценивания

1. Составлено верное уравнение теплового баланса
(в любом виде) **5 баллов**
2. Получено выражение для процентного содержания воды **3 балла**
3. Найдено численное значение процентного
содержания воды **2 балла**

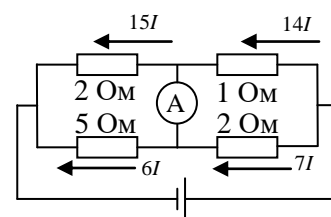
Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 5

Найдите показания идеального амперметра в цепи, схема которой показана на рисунке, если напряжение на батарее $U = 44$ В. Значения сопротивлений резисторов указаны на рисунке.

**Возможное решение**

Сопротивление идеального амперметра равно нулю, поэтому можно считать, что резисторы включены попарно параллельно. Это позволяет изобразить токи в схеме, с учётом симметрии и закона Ома, обратно пропорционально сопротивлениям параллельных ветвей. Для удобства (это делать не обязательно) можно подобрать общий ток кратным суммам сопротивлений параллельных резисторов (7 и 3), чтобы коэффициенты при токах получились целочисленными.



С учётом закона сохранения заряда для узлов ток, текущий через амперметр, равен I . Напряжение на всей схеме $U = 30IR + 14IR = 44IR$, где $R = 1$ Ом.

Тогда $I = \frac{U}{44R} = 1$ А.

Критерии оценивания

1. Эквивалентная замена амперметра перемычкой **1 балл**
2. Расчёт общего сопротивления схемы попарно
параллельных резисторов **2 балла**
3. Нахождение общего тока **1 балл**
4. Нахождение токов через отдельные резисторы **4 балла**
5. Нахождение тока через амперметр **2 балла**

Максимум за задачу 10 баллов.

Всего за работу 50 баллов.