

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ. 2017–2018 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС



1. Электричка без начальной скорости с постоянным ускорением начинает заезжать в тоннель, имеющий длину L . Машинист в головном вагоне заметил, что он проехал тоннель за время $t = 38$ с. Сколько времени находился в тоннеле кондуктор, сидящий в конце последнего вагона, если длина электрички $4L$, а ускорение не меняется до выезда кондуктора из тоннеля?

Возможное решение

Для перемещения машиниста в тоннеле можно записать: $L = \frac{at^2}{2}$. К моменту въезда кондуктора в тоннель: $4L = \frac{at_1^2}{2}$, а к выезду $5L = \frac{at_2^2}{2}$. Откуда $t_2 - t_1 = (\sqrt{5} - 2)t \approx 9$ с.

Критерии оценивания

1. Выражение для перемещения машиниста 2 балла
2. Выражение для перемещения к моменту въезда кондуктора 2 балла
3. Выражение для перемещения к моменту выезда кондуктора 2 балла
4. Идея нахождения времени пребывания кондуктора в тоннеле как разности времен 1 балл
5. Выражение для времени пребывания кондуктора в тоннеле 2 балла
6. Численное значение времени пребывания кондуктора в тоннеле 1 балл

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

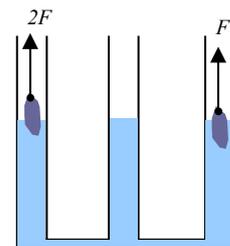
Из графика следует, что скорость сближения автомобиля и автобуса 140 км/ч. Следовательно, скорость автобуса равна 140 км/ч $- 90$ км/ч $= 50$ км/ч. Расстояние от места встречи до города равно произведению скорости автомобиля на время движения до встречи, или 45 км. Тогда, оставшееся время движения автобуса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

города равно отношению расстояния к скорости автобуса: $45 \text{ км}/50 \text{ км/ч} = 0,9 \text{ ч} = 54 \text{ мин}$.

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 |

3. Три одинаковых цилиндрических сосуда, частично заполненных водой, соединены снизу трубками. Площадь поперечного сечения каждого сосуда $S = 10 \text{ см}^2$. В правый и левый сосуды помещены льдинки, которые удерживают в равновесии за нити, прикладывая к ним вертикально направленные силы $F = 1 \text{ Н}$ и $2F$. Льдинки начинают таять. В течение всего процесса таяния их продолжают удерживать в равновесии. На сколько изменится уровень воды в среднем сосуде после того, как обе льдинки растают? Повысится он или понизится? Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.



Возможное решение

Рассмотрим внешние силы, действующие на содержимое сосудов, в которое включим воду и льдинки. Сила тяжести компенсируется тремя внешними силами F , $2F$ и силой реакции со стороны дна. Последняя, в свою очередь, равна по модулю силе давления на дно со стороны жидкости. Из условия равновесия в начальной ситуации следует: $F + 2F + 3S\rho gh_1 = m_{\text{содерж}}g$. После таяния льдинок масса содержимого сохраняется, но изменяется уровень и, следовательно, давление воды около дна. Кроме того, перестают действовать силы F и $2F$. Новое условие равновесия примет вид: $3S\rho gh_2 = m_{\text{содерж}}g$. Вычитая из первого уравнения второе, получим: $\Delta h = h_2 - h_1 = \frac{F}{\rho g S} = 10 \text{ см}$. Так как эта величина положительная, то уровень повысится.

Критерии оценивания

- | | |
|---|---------|
| 1. Записано условие равновесия содержимого в начальной ситуации | 2 балла |
| 2. Записано условие равновесия содержимого в конечной ситуации | 2 балла |
| 3. Получено выражение для изменения уровня жидкости | 2 балла |

(Если задача решалась через объемы погруженных льдинок и изменение объемов при таянии льда, то за верное выражение для изменения уровня 6 баллов)

- | | |
|--|---------|
| 4. Численное значение для изменения уровня | 2 балла |
| 5. Явное указание на повышение уровня | 2 балла |

4. Вася принёс домой с улицы снежок массой 200 г, слеппенный 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 $c_{\text{в}} = 4,2$ кДж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Потерями теплоты пренебречь.

Возможное решение

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

$$(1 - x)m\lambda + c_{\text{в}}mt_1 = c_{\text{в}}M(t_2 - t_1),$$

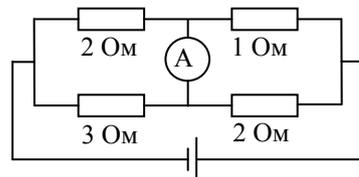
где m – масса «мокрого» снега, $t_1 = 18$ °С, $t_2 = 25$ °С, $M = 2$ кг. Отсюда получаем:

$$x = 1 - \frac{c_{\text{в}}M(t_2 - t_1) - c_{\text{в}}mt_1}{m\lambda} = 1 - \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot (2 \cdot 7 - 0,2 \cdot 18)}{0,2 \cdot 3,3 \cdot 10^5} \cong 34\%.$$

Критерии оценивания

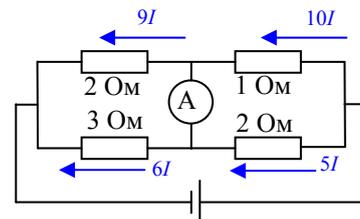
1. Составлено верное уравнение теплового баланса (в любом виде) 5 баллов
2. Получено выражение для процентного содержания воды 3 балла
3. Найдено численное значение процентного содержания воды 2 балла

5. Найдите показания идеального амперметра в схеме на рисунке, если напряжение на батарейке $U = 4$ В. Значения сопротивлений резисторов указаны на рисунке в Омах.



Возможное решение

Сопротивление идеального амперметра равно нулю, поэтому можно считать, что резисторы 2 Ом и 3 Ом, а также 1 Ом и 2 Ом включены попарно параллельно. Общее сопротивление цепи $6/5$ Ом + $2/3$ Ом = $28/15$ Ом. Сила тока, текущего через источник, $60/28 = 15/7$ А. В верхней ветви цепи текут токи $10/7$ А и $9/7$ А, в нижней ветви – $5/7$ А и $6/7$ А. Поэтому сила тока, текущего через амперметр, равна $1/7$ А $\approx 0,143$ А.



Распределение токов в цепи показано на схеме (для удобства введено обозначение $I = 1/7$ А).

Критерии оценивания

1. Эквивалентная замена амперметра перемычкой 1 балл

2. Расчет 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