

Школьный этап олимпиады по физике.

10 класс

60 минут

1. Средняя скорость.

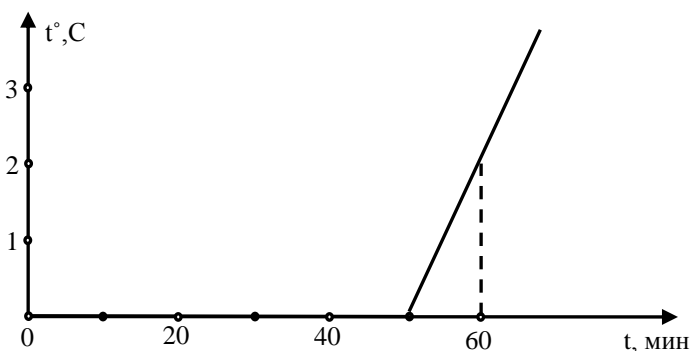
Путешественник добирался из города А до города Б сначала на поезде, а потом на верблюде. Какой была средняя скорость путешественника, если две трети пути он проехал на поезде, а одну треть пути – на верблюде? Скорость поезда 90 км/ч, скорость верблюда 15 км/ч.

2. Эскалатор.

Эскалатор метро поднимает стоящего на нем пассажира за 1 мин. Если же человек будет идти по остановившемуся эскалатору, на подъем уйдет 3 мин. Сколько времени понадобится на подъем, если человек будет идти по движущемуся вверх эскалатору?

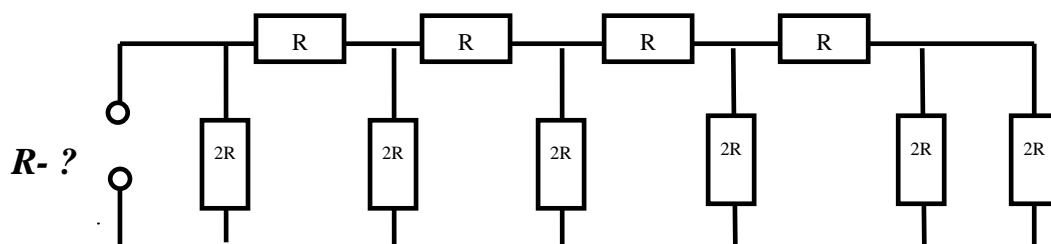
3. Ведро со льдом.

В ведре находится смесь воды со льдом общей массой $M = 10$ кг. Ведро внесли в комнату и сразу же начали измерять температуру смеси. Получившаяся зависимость температуры от времени изображена на рисунке. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг °С). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 340000$ Дж/кг. Определите массу льда в ведре, когда его внесли в комнату. Теплоемкостью ведра пренебречь.



4. Эквивалентная схема.

Найдите сопротивление показанной на рисунке цепи.



5. Баллистический маятник.

В ящик массой M , подвешенный на тонкой нити, попадает пуля массой m , летевшая горизонтально со скоростью v_0 , и застревает в нем. На какую высоту H поднимается ящик после попадания в него пули?

Ответы, указания, решения к олимпиадным задачам

1. Путешественник добирался из города А до города Б сначала на поезде, а потом на верблюде. Какой была средняя скорость путешественника, если две трети пути он проехал на поезде, а одну треть пути – на верблюде? Скорость поезда 90 км/ч, скорость верблюда 15 км/ч.

Решение.

1) Обозначим расстояние между пунктами через s .

$$\text{Тогда время движения на поезде: } t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{2s}{3v_1}.$$

$$2) \text{ Время движения на верблюде: } t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{s}{3v_2}.$$

$$3) \text{ На весь путь будет затрачено время: } t = t_1 + t_2 = \frac{2s}{3v_1} + \frac{s}{3v_2} = \frac{s(v_1 + 2v_2)}{3v_1v_2}.$$

$$4) \text{ Средняя скорость на всем пути: } v_{cp} = \frac{s}{\frac{s(v_1 + 2v_2)}{3v_1v_2}} = \frac{3v_1v_2}{v_1 + 2v_2}.$$

$$5) v_{cp} = 33,75 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Критерии оценивания:

- ✓ Запись формулы нахождения времени на первом этапе пути – 1 балл
- ✓ Запись формулы нахождения времени на втором этапе движения – 1 балл
- ✓ Нахождение всего времени движения – 3 балла
- ✓ Вывод расчетной формулы для нахождения средней скорости (запись формулы в общем виде, без промежуточных вычислений) – 3 балла
- ✓ Математические расчеты – 2 балла.

2. Эскалатор метро поднимает стоящего на нем пассажира за 1 мин. Если же человек будет идти по остановившемуся эскалатору, на подъем уйдет 3 мин. Сколько времени понадобится на подъем, если человек будет идти по движущемуся вверх эскалатору?

Решение.

1) l – длина эскалатора, v_1 – скорость эскалатора, v_2 – скорость пассажира (эскалатор неподвижен), t_1 – время подъема пассажира на движущемся эскалаторе, t_2 – время подъема человека по неподвижному эскалатору, t – время подъема движущегося пассажира по движущемуся эскалатору.

2) Составим уравнения движения для этих случаев: $l = v_1 t_1$; $l = v_2 t_2$; $l = (v_1 + v_2) t$.

$$3) \text{ Решая эту систему уравнений, получим: } t = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$$

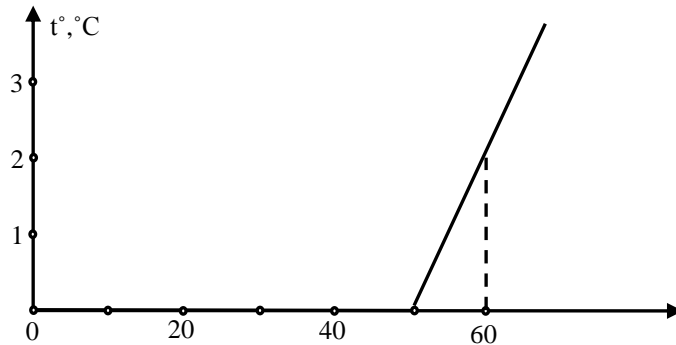
$$4) t = 45 \text{ с.}$$

Критерии оценивания:

- ✓ Составление уравнения движения для пассажира на движущемся эскалаторе – 1 балл
- ✓ Составление уравнения движения для пассажира, движущегося на неподвижном эскалаторе – 1 балл
- ✓ Составление уравнения движения для движущегося пассажира, на движущемся эскалаторе – 2 балла

- ✓ Решение системы уравнений, нахождение времени движения для движущегося пассажира на движущемся эскалаторе (вывод расчетной формулы в общем виде без промежуточных вычислений) – 4 балла
- ✓ Математические расчеты – 1 балл

3. В ведре находится смесь воды со льдом общей массой $M = 10$ кг. Ведро внесли в комнату и сразу же начали измерять температуру смеси. Получившаяся зависимость температуры от времени изображена на рисунке. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг °С). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 340000$ Дж/кг. Определите массу льда в ведре, когда его внесли в комнату. Теплоемкостью ведра пренебречь.



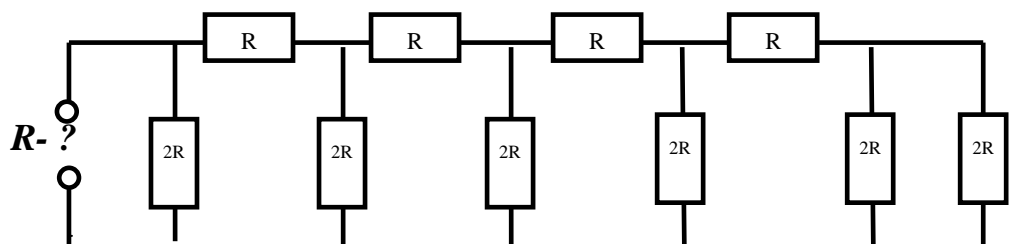
Решение.

- 1) Температура смеси начала меняться, когда весь лед растаял, и в ведре оказалась одна вода.
- 2) За 10 минут (с 50-й по 60-ю) температура воды увеличилась на 2°C .
- 3) Количество теплоты, полученное водой в комнате: $Q_B = cM\Delta t$.
- 4) Лед плавился 50 минут (с 0-й по 50-ю), а значит, и тепла получил в 5 раз больше: $Q_L = 5Q_B$.
- 5) Найдем массу льда, первоначально находившегося в ведре: $m = \frac{Q_L}{\lambda}$.
- 6) Следовательно, $m = \frac{5cM\Delta t}{\lambda}$.
- 7) $m \approx 1,2\text{кг}$.

Критерии оценивания:

- ✓ Составление уравнения количества теплоты, полученного водой – 2 балла
- ✓ Составление уравнения количества теплоты, необходимого для плавления льда – 3 балла
- ✓ Запись уравнения теплового баланса – 1 балл
- ✓ Решение системы уравнений (запись формулы в общем виде, без промежуточных вычислений) – 3 балла
- ✓ Математические расчеты – 1 балл

4. Найдите сопротивление цепи, показанной на рисунке.



Решение:

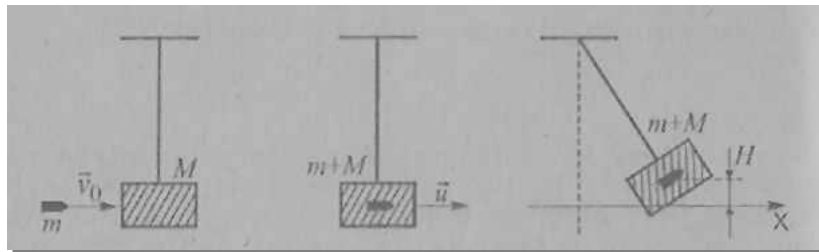
- 1) Два правых сопротивления соединены параллельно и вместе дают R .
- 2) Это сопротивление подсоединено последовательно самому правому сопротивлению величиной R . Вместе они дают сопротивление величиной $2R$.
- 3) Далее процесс повторяется.
- 4) Таким образом, двигаясь от правого конца цепи к левому, получим, что общее сопротивление между входами цепи равно R .

Критерии оценивания:

- ✓ Расчет параллельного соединения двух резисторов – 2 балла
- ✓ Расчет последовательного соединения двух резисторов – 2 балла
- ✓ Эквивалентная схема цепи – 5 баллов
- ✓ Математические вычисления – 1 балл

5. В ящик массой M , подвешенный на тонкой нити, попадает пуля массой m , летевшая горизонтально со скоростью v_0 , и застревает в нем. На какую высоту H поднимается ящик после попадания в него пули?

Решение.



- 1) Рассмотрим систему: ящик-нить-пуля. Эта система является замкнутой, но в ней внутренняя неконсервативная сила трения пули о ящик, работа которой не равна нулю, следовательно, механическая энергия системы не сохраняется.

Выделим три состояния системы:

- ✓ Первое – пуля движется со скоростью v_0 , ящик покоится.
- ✓ Второе – пуля застряла в ящике, ящик вместе с ней приобретает некоторую скорость u ; нить вертикальна, т.к. время соударения мало.
- ✓ Третье – ящик с пулей внутри поднялся на высоту H ; его скорость равна нулю.

- 2) При переходе системы из 1 состояния во 2 ее механическая энергия не сохраняется. Поэтому во втором состоянии применяем закон сохранения импульса в проекции на ось

$$X: p_{до} = p_{после} \quad m v_0 = (M + m) u \Rightarrow u = \frac{m v_0}{M + m}.$$

- 3) Закон сохранения энергии при переходе системы из второго в третье состояние:

$$\frac{(M + m) u^2}{2} = (m + M) g H.$$

- 4) Решая систему уравнений, находим искомую величину $H = \frac{u^2}{2g} = \left(\frac{m}{M + m} \right)^2 \frac{v_0^2}{2g}$.

Критерии оценивания:

- ✓ Выделение трех состояний системы, наличие рисунка к каждому состоянию – 2 балла
- ✓ Запись закона сохранения импульса в проекции на ось X , решение уравнения – 2 балла
- ✓ Запись закона сохранения механической энергии – 2 балла

- ✓ *Решение системы двух уравнений – 3 балла*
- ✓ *Вывод единиц измерения – 1 балл*