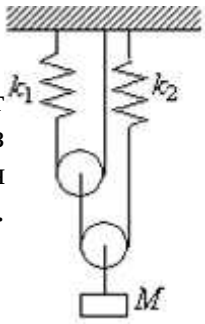
Критерии оценивания
заданий по физике для проведения муниципального этапа
Всероссийской олимпиады школьников
на территории Калининградской области
в 2015/2016 учебном году

Всероссийская олимпиада школьников 2015-2016
физика (муниципальный этап)
Калининград
9 класс

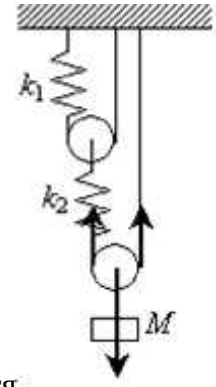
Задача №1

10 баллов



В системе, изображенной на рисунке, пружины имеют жесткости k_1=100 Н/м и k_2=200 Н/м. К нижнему блоку подвешивают груз массой M=8 кг. Система приходит в равновесие. На сколько сместился нижний блок? Пружины, нити и блоки невесомы. Нити нерастяжимы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

Решение №1



Рассмотрим положение равновесия. На нижний блок действует вес груза численно равный Mg и направленный вниз, и две силы натяжения нити T, направленные вверх. Поскольку блок находится в равновесии,

$$T = Mg/2. \quad (1)$$

Следовательно, пружина 2 растянута на

$$x_2=Mg/2k_2. \quad (2)$$

Аналогично, пружина 1 растянута с силой $Mg/4$, и ее удлинение равно

$$x_1=Mg/4k_1. \quad (3)$$

Поскольку пружина 1 удлинилась на x_1, верхний блок опустился на $x_1/2$. Далее, поскольку верхний блок опустился на $x_1/2$, а пружина 2 удлинилась на x_2, нижний блок опустился на

$$(x_1/2+x_2)/2=x_1/4+x_2/2. \quad (4)$$

Подставляя значения x_1 и x_2, получаем искомую велчичну

$$h=Mg/16k_1+Mg/4k_2. \quad (5)$$

Ответ: h=15 см.

Критерии оценки задачи №1:

1	Найдено натяжение нити T и сила упругости пружины 2 (1)	2 балла
2	Найдено удлинение x_2 (2)	2 балла
3	Найдено удлинение x_1 (3)	2 балла
4	Записано соотношение между удлинениями (4)	2 балла
5	Получена искомая величина смещения блока (5)	2 балла

Задача №2

10 баллов

На теннисный мяч с высоты 1 м падает кирпич и подскакивает почти на прежнюю высоту. На какую высоту подпрыгнет мяч?

Решение №2

В тот момент, когда кирпич отрывается от мяча, скорость кирпича равна скорости верхней точки мяча. Обозначим эту скорость через v. Далее кирпич движется свободно и, применив к нему закон сохранения энергии, учитывая что кирпич подскакивает почти на ту же высоту:

$$\frac{Mv^2}{2}=Mgh \quad (1)$$

(где h – высота подъёма кирпича, M – масса кирпича), найдём, что

$$v=\sqrt{2gh} \qquad (2)$$

Скорость нижней точки мяча в тот момент, когда кирпич отрывается от него, равна нулю. Поэтому ясно, что скорость центра масс мяча равна

$$v_ц = \frac{v}{2} \qquad (3)$$

Записав для мяча закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_ц^{\,2}}{2}=mgh_1 \qquad (4)$$

(где h_1 – высота подъёма мяча), найдём

$$h_1=\frac{h}{4}\approx 25\text{см} \qquad (5)$$

Ответ: $h_1=\frac{h}{4}\approx 25\text{см}$

Критерии оценки задачи №2:

1	Записан закон сохранения механической энергии для кирпича (1)	2 балла
2	Найдена скорость отрыва кирпича (2)	2 балла
3	Установлено, что скорость центра масс мяча $v_ц = \frac{v}{2}$	3 балла
4	Записан закон сохранения механической энергии для мяча (4)	2 балла
5	Приведён ответ (5) $h_1=\frac{h}{4}\approx 25\text{см}$	1 балл

Задача №3

10 баллов

Мальчик бежит по прямой линии так, что его скорость обратно пропорциональна расстоянию до точки старта. В тот момент, когда он находился в точке 1 на расстоянии l_1 от старта, его скорость была равна V_1. За какое время мальчик добежит от точки 1 до точки 2, которая находится на расстояние l_2 от места старта?

Решение №3.

При решении данной задачи нельзя пользоваться обычными формулами для средней скорости поскольку скорость зависит от времени не по линейному закону. Но если приведенную в условии задачи зависимость скорости движения от расстояния $V = k/l$ представить в виде графика зависимости $1/v$ от l (рис. 1), то задача имеет простое решение. Искомое время t численно равно площади под графиком на участке от l_1 до l_2; т.е.

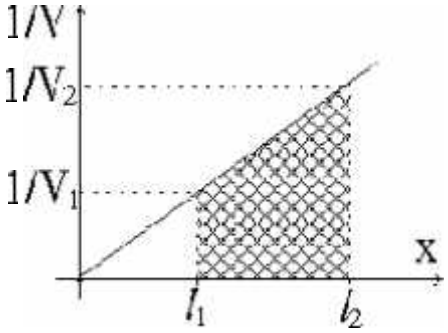


рис. 1

$$t=\left(\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}\right)\cdot\frac{l_2-l_1}{2} \qquad (1)$$

Поскольку $$\frac{1}{v_2}=\frac{l_2}{l_1\cdot v_1} \quad , \qquad (2)$$

то окончательно: $t = \frac{l_2^2 - l_1^2}{2v_1 l_1}$. (3)

Ответ: $t = \frac{l_2^2 - l_1^2}{2v_1 l_1}$

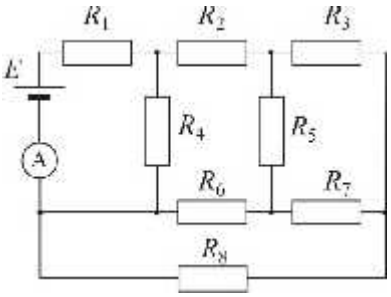
Критерии оценки задачи №3:

1	Представление графика зависимости 1/v от l	3 балла
2	Нахождение времени, как площади под графиком по (1)	3 балла
3	Записано соотношение (2)	2 балла
4	Найдено значение времени (3)	2 балла

Задача №4

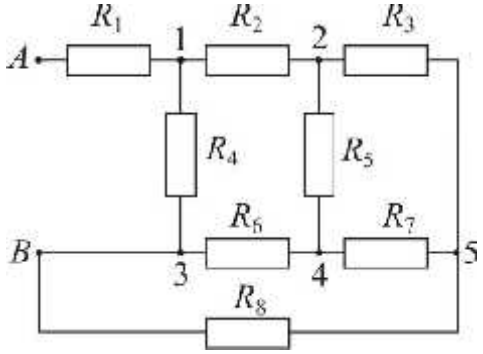
10 баллов

Сопротивления всех резисторов в электрической цепи, изображенной на рисунке, одинаковы и равны $R=300$ Ом. Включенный в цепь амперметр показывает величину силы тока $I=10$ мА. Найдите ЭДС E батарейки. Сопротивлениями амперметра и батарейки можно пренебречь.

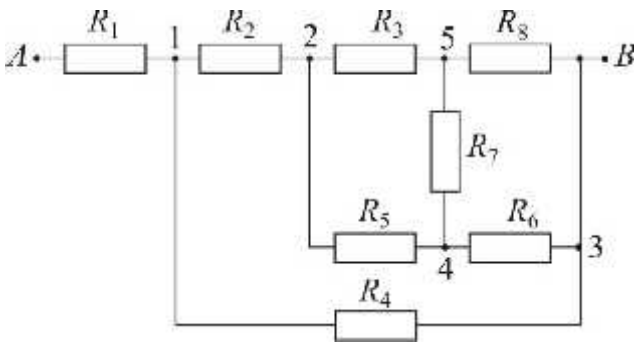


Решение №4.

Найдем сопротивление электрической цеп между точками A и B. Для этого перерисуем схему.



Из



симметрии участка схемы с резисторами R_3, R_5, R_6, R_7 и R_8 следует, что сила тока, текущего через резистор R_7, равна нулю. Поэтому при удалении этого резистора из цепи силы токов через остальные резисторы и общее сопротивление цепи не изменяется.

Сопротивление цепи после удаления этого резистора равно $R_{AB} = \frac{5}{3}R$. Следовательно,

$$E = I \cdot R_{AB} = \frac{5}{3} I \cdot R = 5 \text{ В}.$$

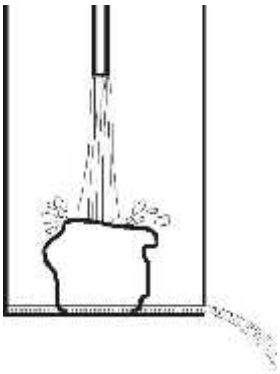
Ответ: 5 В

Критерии оценки задачи №4:

1	Построена эквивалентная схема	5 баллов
2	Исключен резистор R_7	2 балла
3	Определено суммарное сопротивление цепи	2 балла
4	Определено значение ЭДС	1 балл

Задача №5

10 баллов



Имеется сосуд с небольшим отверстием у дна. В сосуд помещен большой кусок кристаллического льда при температуре $T_0=0°C$. Сверху на лед падает струя воды, ее температура $T_1=20°C$, а расход $q=1$ г/с. Найдите расход воды, вытекающей из сосуда, если ее температура $T=3°C$. Теплообменом с окружающим воздухом и с сосудом можно пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c=4{,}2\text{Дж}/(\text{г}\cdot°C)$, удельная теплота плавления льда $\lambda=340\text{Дж}/\text{г}$. Вода в сосуде не накапливается.

Решение №5.

За время Δt в сосуд втекает масса воды $\Delta m=q\Delta t$, имеющей температуру T_1. Она плавит лед и нагревает получившуюся воду до температуры T. Втекающая вода отдает количество тепла

$$Q_1=c\Delta m(T_1-T)=cq\Delta t(T_1-T) \qquad (1)$$

а при плавлении льда и нагревании получившейся воды поглощается количество тепла

$$Q_2=\lambda\Delta m_1+c\Delta m_1(T-T_0), \qquad (2)$$

где Δm_1 - масса растаявшего за время Δt льда. Из уравнения теплового баланса следует, что $Q_1=Q_2$, откуда

$$\Delta m_1=\frac{cq\Delta t(T_1-T)}{\lambda+c(T-T_0)}. \qquad (3)$$

Из сосуда за время Δt вытекает вода, которая в него за это время втекла, и дополнительно, вода, получившееся при плавлении льда. Следовательно, расход вытекающей из сосуда воды равен

$$q'=\frac{\Delta m+\Delta m_1}{\Delta t} \qquad (4)$$

Учитывая найденные значения Δm и Δm_1, находим

$$q'=q\left(1+\frac{T_1-T}{T-T_0+(\lambda/c)}\right)\approx 1{,}2 \text{ г/с}.$$

Критерии оценки задачи №4:

1	Определена масса воды, втекающей в сосуд за время Δt	1 балл
2	Определено количество теплоты, которое она отдает	1 балл
3	Определено количество теплоты, поглощаемое при плавлении льда и нагреве получившейся воды	2 балла
4	Определена масса образовавшейся воды	2 балла
5	Определен расход воды	3 балла
6	Получен правильный ответ	1 балла