

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Государственное бюджетное учреждение
дополнительного образования
Краснодарского края
«ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОДАРЕННОСТИ»

350000 г. Краснодар,
ул. Красная, 76
тел. 259-84-01
E-mail: cro.krd@mail.ru

Всероссийская олимпиада школьников
по физике

2017-2018 учебный год

Муниципальный этап

10 класс, ответы

Председатель предметно-методической
комиссии: Богатов Н.М., д.ф.-м.н.,
профессор

Задача 1. При остановке автомобиль за последнюю секунду проехал одну восьмую часть тормозного пути. Определите полное время торможения автомобиля, если он двигался равнозамедленно.

Решение:

Пусть автомобиль тормозил с ускорением a . Тогда за последнюю секунду ($t_1 = 1$ с) он проехал расстояние $S_1 = at_1^2/2$. За все время t торможения автомобиль проехал расстояние

$S = at^2/2$. Так как $S = 8S_1$, то $t^2 = 8t_1^2$ или $t = 2\sqrt{2}t_1 \approx 2,8$ с.

Разбалловка.

1) написание формулы пути при равнозамедленном движении – 1 балл; 2) написание формулы ускорения при равнозамедленном движении – 1 балл; 3) вывод (обоснование) формулы пути, который автомобиль проехал за последнюю секунду – 2 балла; 4) вывод (обоснование) формулы пути, пройденного за все время движения – 2 балла; 5) нахождение формулы времени движения – 3 балла; 6) получение числового ответа – 1 балл.

Итого 10 баллов.

Задача 2. Система уравновешена, если на правый груз поставлена гиря. Если гирю убрать, то правый груз поднимается с ускорением a . С каким ускорением a' этот груз будет опускаться, если на него поставить две таких гири? Ускорение свободного падения g . (Смотреть рисунок 1)

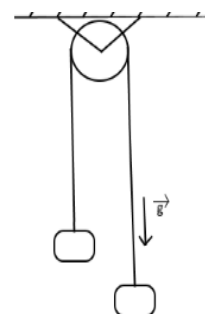


Рисунок 1.

Решение:

Введём обозначения M_1 – масса левого груза, M_2 – масса правого груза, m – масса гири, $T(T')$ – сила натяжения нити при движении грузов в первом (во втором) случае. Из условий равновесия системы имеем $M_1 = M_2 + m$. Из уравнений движения системы без гири $M_1 a = M_1 g - T$, $M_2 a = T - M_2 g$ получим $a = g \cdot (M_1 - M_2) / (M_1 + M_2) = mg / (2M_2 + m)$. Из уравнений движения с двумя гирями $M_1 a' = T' - M_1 g$, $(M_2 + 2m) a' = (M_2 + 2m) g - T'$ получим $a' = g(M_2 - M_1 + 2m) / (M_1 + 2m + M_2) = mg / (2M_2 + 3m)$. Таким образом, $2M_2/m = g/a - 1$ и $a' = ga / (g + 2a)$.

Разбалловка.

1) запись условия равновесия системы грузов – 1 балл; 2) запись уравнения движения системы грузов без гири – 1 балл; 3) вывод формулы ускорения грузов без гири – 2 балла; 4) запись уравнения движения системы грузов с двумя гирями – 1 балл; 5) вывод формулы ускорения системы с двумя гирями – 2 балла; 4) вывод формулы ускорения системы a' – 3 балла.

Итого 10 баллов.

Задача 3. В стоящем вертикально закрытом цилиндрическом сосуде объема V разделенные одинаковыми поршнями $\nu_1=1$ моль кислорода, $\nu_2=2$ моля водорода, и некоторое количество ν_3 гелия занимают одинаковые объемы. Какие объемы займут газы, если сосуд расположить горизонтально. Трением поршней и весом газов пренебречь. (Смотреть рисунок 2)

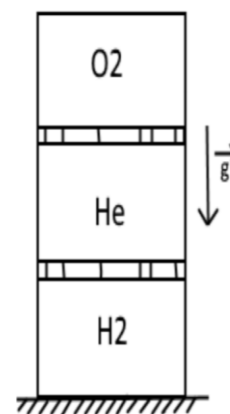


Рисунок 2.

Решение:

Введем обозначения: T – температура газов, p_1 (p_2 , p_3) – давление кислорода (водорода, гелия) в вертикально стоящем сосуде, p – давление газов в горизонтально расположенном сосуде, m – масса поршня S – площадь основания сосуда. Уравнение состояния газов в вертикально стоящем сосуде:

$$p_1 \frac{1}{3} V = \nu_1 RT, \quad p_2 \frac{1}{3} V = \nu_2 RT, \quad p_3 \frac{1}{3} V = \nu_3 RT. \quad \text{Из условий равновесия поршней}$$

$$p_3 = p_1 + \frac{mg}{S}, \quad p_2 = p_3 + \frac{mg}{S} \quad \text{получим} \quad \frac{mg}{S} = p_3 - p_1 = p_2 - p_3,$$

$$p_3 = \frac{1}{2} (p_1 + p_2). \quad \text{С учетом уравнений состояния газов} \quad \nu_3 = \frac{1}{2} (\nu_1 + \nu_2) = 1,5$$

моля. При горизонтальном расположении сосуда давления газов будут одинаковыми и уравнения состояния газов $pV_1 = \nu_1 RT$, $pV_2 = \nu_2 RT$, $pV_3 = \nu_3 RT$,

$$V_1 + V_2 + V_3 = V. \quad \text{Так как} \quad RT/p = \frac{V_1}{\nu_1} = \frac{V_2}{\nu_2} = \frac{V_3}{\nu_3}, \quad \text{то} \quad V_1 = \frac{\nu_1}{\nu_1 + \nu_2 + \nu_3} V = \frac{2}{9} V, \quad V_2 =$$

$$\frac{\nu_2}{\nu_1 + \nu_2 + \nu_3} V = \frac{4}{9} V,$$

$$V_3 = \frac{v_3}{v_1 + v_2 + v_3} V = \frac{1}{3} V.$$

Разбалловка.

1) написаны 3 уравнения состояний газов для вертикально расположенного сосуда – 1 балл; 2) написаны уравнения равновесия поршней – 1 балл; 3) найдено давление p_3 – 1 балл; 4) вычислено количество вещества v_3 – 2 балла; 5) записаны уравнения состояния газов для горизонтально расположенного сосуда – 2 балла; 6) найдены объемы каждой части – 3 балла.

Итого 10 баллов.

Задача 4. Цепь, изображенная на рисунке, составлена из четырех одинаковых резисторов сопротивлением $R = 765$ Ом и резистора $R_1 = 1$ Ом. На клеммах АВ поддерживается постоянное напряжение $U = 14$ В. На какую величину ΔI изменится сила тока, текущего через резистор R_1 после замыкания ключа К? Сопротивлением проводов и ключа пренебречь. (Смотреть Рисунок 3)

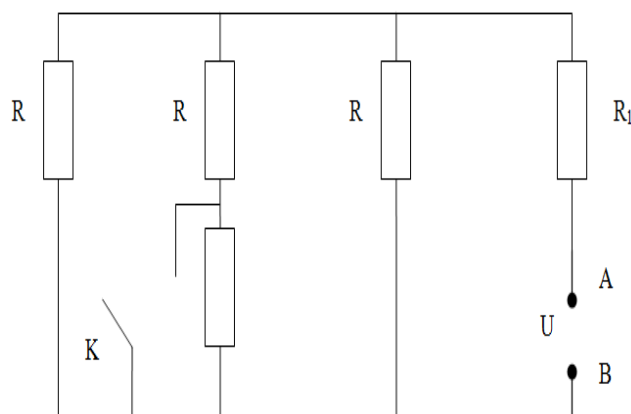


Рисунок 3.

Решение:

Когда ключ разомкнут, полное сопротивление цепи равно $R^* = R_1 + \frac{2R}{5}$. При замкнутом ключе ток течет в обход резистора, к которому подсоединен ключ, и полное сопротивление цепи становится равным $R^{**} = R_1 + \frac{R}{3}$. Изменение силы тока, текущего через резистор R_1 определяется как $\Delta I = \frac{U}{R^{**}} - \frac{U}{R^*}$.

Ответ: $\Delta I = \frac{UR}{(3R_1 + R)(5R_1 + 2R)} = 0,5$ А.

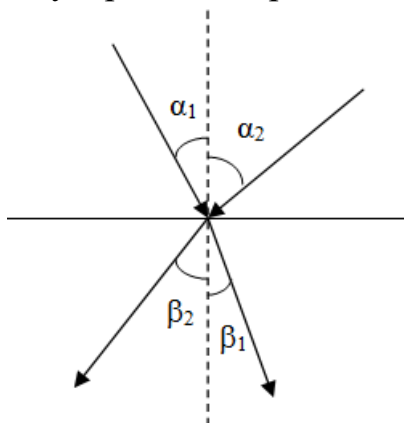
Разбалловка.

- 1) Записана формула для сопротивления последовательно соединенных проводников – 1 балл.
- 2) Записана формула для сопротивления параллельно соединенных проводников – 1 балл.

- 3) Получена формула полного сопротивления цепи (допускается решение по этапам: рассчитано полное сопротивление цепи и сила тока через сопротивление R_1), когда ключ разомкнут – 2 балла.
- 4) Нарисована эквивалентная схема включенных резисторов или дано словесное описание изменения схемы, когда ключ замкнут – 1 балл.
- 5) Получена формула полного сопротивления (допускается решение по этапам: рассчитано полное сопротивление цепи и сила тока через сопротивление R_1) при замкнутом ключе – 2 балла.
- 6) Получена формула изменения силы тока через сопротивление R_1 – 2 балла, рассчитано правильное числовое значение изменения силы тока – 1 балл (если выполнялось решение по этапам, то рассчитано правильное числовое значение изменения силы тока – 3 балла).

Итого 10 баллов.

Задача 5. Два луча света падают из воздуха в жидкость. Углы преломления лучей равны $\beta_1 = 30^\circ$ и $\beta_2 = 45^\circ$. Найти показатель преломления жидкости n , если известно, что падающие лучи перпендикулярны друг другу и лежат в одной плоскости, перпендикулярной поверхности жидкости.



Решение:

Ход лучей изображен на рисунке по закону преломления $\sin\alpha_1 = n \sin\beta_1$, $\sin\alpha_2 = n \sin\beta_2$. Учитывая, что, по условию, $\alpha_2 = \frac{\pi}{2} - \alpha_1$, перепишем равенство в виде $\cos\alpha_1 = n \sin\beta_2$. Возведя записанные равенства в квадрат и сложив их, получаем: $\sin^2\alpha_1 + \cos^2\alpha_1 = n^2(\sin^2\beta_1 + \sin^2\beta_2)$. С использованием известного тригонометрического тождества $\sin^2\alpha_1 + \cos^2\alpha_1 = 1$, находим: $n = \frac{1}{\sqrt{\sin^2\beta_1 + \sin^2\beta_2}} = 1,15$.

Разбалловка.

- 1) Сделан чертёж с указанием углов падения и преломления – 2 балла.
- 2) Записаны законы преломления для 1 и 2 углов падения – 4 балла.
- 3) Сделаны математические преобразования и найдена формула для нахождения показателя преломления – 3 балла.
- 4) Найдено верное числовое значение – 1 балл.

Итого 10 баллов.