

**ПЕРВЫЙ ЭТАП РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ОЛИМПИАДЫ
ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ФИЗИКА»
2021/2022 УЧЕБНЫЙ ГОД
X КЛАСС**

1. На рисунке 1 показана электрическая цепь, состоящая из четырех резисторов, амперметра, ключа K и источника регулируемого напряжения. Когда ключ разомкнут, амперметр показывает силу тока $I = 2,5 \text{ A}$, а на резисторах выделяется мощность $P_1 = P_4 = 5,0$, $P_2 = P_3 = 10,0$. Определите, какая мощность будет выделяться на резисторе R_2 , если ключ K замкнуть, а напряжение на клеммах источника тока изменить так, чтобы амперметр опять показывал силу тока $I = 2,5 \text{ A}$. Сопротивлением амперметра пренебречь.

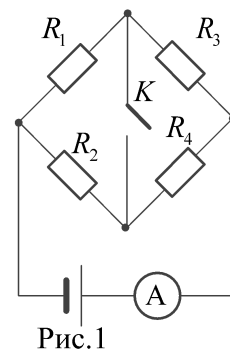


Рис. 1

2. Мошка ползет вдоль главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы с постоянной скоростью, модуль которой $v = 1,5 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ (рис. 2). Определите среднюю скорость движения изображения мошки за время ее перемещения из точки A , совпадающей с двойным фокусным расстоянием, в точку B , совпадающую с главным фокусом линзы.

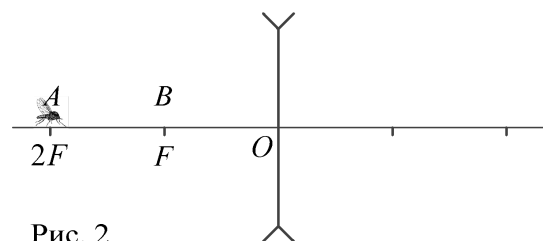


Рис. 2

3. Мальчик, двигаясь равноускоренно и прямолинейно, съехал на ледянке (рис. 3) с горы длиной $l_1 = 50$ за промежуток времени $\Delta t_1 = 10$, и, проехав по горизонтальному участку пути с постоянным ускорением еще $l_2 = 25$, остановился. Найдите модуль ускорения мальчика на горизонтальном участке пути, если на горе начальная скорость движения мальчика была равна нулю.



Рис. 3

4. К концам тонкой легкой нерастяжимой нити привязали два маленьких груза. Нить положили на боковую поверхность гладкого горизонтально расположенного цилиндра (рис. 4). Сначала нить удерживали, а грузы m_1 и m_2 располагались на одном горизонтальном уровне. Затем нить отпустили без начальной скорости, и грузы пришли в движение. Какова масса более тяжелого груза m_2 , если более легкий груз m_1 оторвался от поверхности цилиндра в его верхней точке. Масса груза $m_1 = 10,7$. Цилиндр закреплен на краю стола.

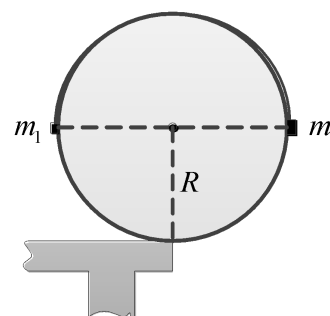


Рис. 4

5. В одной половине сосуда, разделенного перегородкой, находится азот массой $m_1 = 56$, в другой – водород массой $m_2 = 6,4$. Давление азота $p_0 = 100 \text{ Па}$. Какие давления газов установятся в каждой половине сосуда спустя длительное время, если перегородка проницаема только для водорода? Молярная масса

азота $M_1 = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, водорода $M_2 = 2 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Температуры газов одинаковые и остаются постоянными на протяжении всего времени изменения состояний газов.

Решения задач первого этапа республиканской олимпиады по физике.

2021/2022 учебный год

Х класс

1. До замыкания ключа на резисторах R_1 и R_3 выделяется такая же суммарная мощность, как и на резисторах R_2 и R_4 . Так как верхняя ветвь (резисторы R_1, R_3) и нижняя ветвь (резисторы R_2, R_4) соединены параллельно, то напряжение на них одинаковое. Из этих рассуждений следует, что во всех резисторах сила тока одинаковая и

равна $\frac{I}{2}$. Сопротивления резисторов, на которых выделяется одинаковая мощность, равны: $R_1 = R_4$, $R_2 = R_3$. Мощности, выделяющиеся на

резисторах: $P_1 = \frac{I^2}{4} R_1$ (1), $P_2 = \frac{I^2}{4} R_2$ (2). Из уравнений (1) и (2) найдем

сопротивления резисторов: $R_1 = \frac{4P_1}{I^2}$ (3), $R_2 = \frac{4P_2}{I^2}$ (4). На рисунке 1 показана

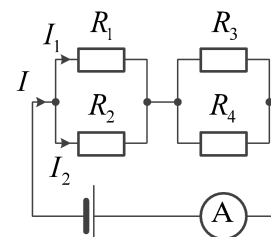


Рис. 1

электрическая цепь после замыкания ключа. Так как общее сопротивление резисторов R_1 и R_2 равно общему сопротивлению резисторов R_3 и R_4 , то напряжения на всех резисторах одинаковы. Запишем два уравнения: $I_1 R_1 = I_2 R_2$ (5), $I = I_1 + I_2$ (6). Из (5) и (6)

найдем силу тока, проходящего через второй (R_2) резистор: $I_2 = \frac{IR_1}{R_1 + R_2}$ (7). Подставив

(3) и (4) в (7), получим $I_2 = \frac{IP_1}{P_1 + P_2}$ (8). Искомая мощность, выделяющаяся на втором

резисторе: $P_2' = I_2^2 R_2$ (9). Из уравнений (4), (8) и (9) найдем ответ задачи:

$$P_2' = \frac{4P_2 P_1^2}{(P_1 + P_2)^2} = 3 \text{ Вт}$$

Примерная схема оценивания задачи 1 (10 класс)		
1	Доказано, что до замыкания ключа через все резисторы протекает одинаковый ток	2 балла
2	Записаны уравнения (1) и (2)	1 балл
3	Найдены сопротивления резисторов R_1 и R_2	1 балл
4	Доказано, что при замкнутом ключе напряжение на всех резисторах одинаково	1 балл
5	Записаны уравнения (5) и (6)	2 балла
6	Найдена сила тока I_2	1 балл
7	Записано уравнение (9)	1 балл
8	Найден ответ задачи	1 балл
9	Даны комментарии и пояснения задачи	1 балл
Всего		11 баллов

2. Построим изображение мошки, когда она находилась в точке A (рис. 2). Изображением мошки является точка D .

Из подобных треугольников COD и DFM следует $\frac{CO}{FM} = \frac{DO}{FD}$. Из подобных треугольников AOC и OFM следует $\frac{CO}{FM} = \frac{AO}{FO}$. Из записанных уравнений

$$DO = \frac{2}{3}F$$

следует, что расстояние от первоначального положения изображения мошки до линзы

от изображения до линзы $KO = \frac{1}{2}F$. Время движения мошки $\Delta t = \frac{F}{v}$. За это время

изображение мошки переместится на $s = \frac{2F}{3} - \frac{F}{2} = \frac{F}{6}$. Таким образом, средняя скорость

пути изображения мошки, сформированное линзой, $\langle v \rangle = \frac{s}{\Delta t} = \frac{F}{6} : \frac{F}{6} = v$ или $\langle v \rangle = 2,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$.

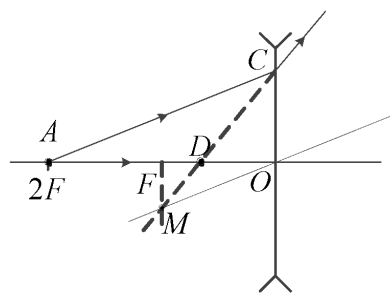


Рис. 2

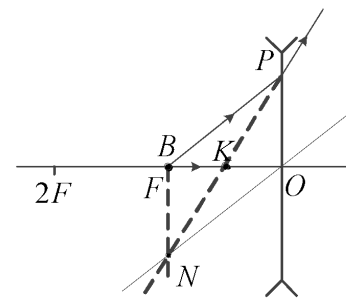


Рис. 3

Примерная схема оценивания задачи 2 (10 класс)		
1	Построены два изображения мошки	2 балла
2	Найдено расстояние DO	2 балла
3	Найдено расстояние KO	2 балла
4	Найден путь s	1 балл
5	Найдено время Δt	1 балл
6	Записано уравнение средней скорости	1 балл
7	Выполнены математические преобразования и получен ответ задачи	1 балл
8	Даны комментарии и пояснения решения задачи	2 балла
Всего		12 баллов

3. Средняя скорость движения мальчика при равноускоренном прямолинейном

движении по склону горы $\langle v \rangle = \frac{v}{2}$ (1) или $\langle v \rangle = \frac{l_1}{\Delta t_1}$ (2). Из уравнений (1) и (2) найдем

модуль скорости v , которой достиг мальчик, выезжая на горизонтальный участок пути:

$v = \frac{2l_1}{\Delta t_1}$ (3). Модуль ускорения мальчика на горизонтальном участке пути $a_2 = \frac{v^2}{2l_2}$ (4).

Подставив (3) в (4), найдем ответ задачи: $a_2 = \frac{2l_1^2}{\Delta t_1^2 l_2} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Примерная схема оценивания задачи 3 (10 класс)		
1	Найден модуль скорости v	3 балла
2	Записано уравнение (4)	1 балл
3	Выполнены математические преобразования и получен ответ задачи	2 балла
4	Даны комментарии и пояснения решения задачи	2 балла
Всего		8 баллов

4. За нулевой уровень отсчета потенциальной энергии примем горизонтальную плоскость, проходящую через центр основания цилиндра. Запишем закон сохранения механической энергии для начального состояния системы и состояния, когда груз m_1

оторвется от поверхности цилиндра:

$$0 = \frac{m_1 v^2}{2} + \frac{m_2 v^2}{2} + m_1 g R - m_2 g \frac{\pi R}{2} \quad (1), \text{ где } v - \text{модуль}$$

скорости движения грузов во втором состоянии, $\frac{\pi R}{2}$ (2) – расстояние, на которое опустится более тяжелый груз. Поскольку легкий груз оторвался от цилиндра в его верхней точке, то сила давления легкого груза на цилиндр в этой точке равна нулю. Следовательно, сила реакции опоры равна нулю. Запишем второй закон Ньютона для первого груза, проходящего верхнюю точку цилиндра: $m_1 g = m_1 a$ (3). Модуль

центростремительного ускорения $a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$ (4). Из (3) и (4) получим: $v^2 = gR$ (5).

Подставив (5) в (1), получим $m_2 = \frac{3m_1}{\pi - 1}$ или $m_2 = 15$.

Примерная схема оценивания задачи 4 (10 класс)		
1	Указан нулевой уровень отсчета потенциальной энергии взаимодействия тела и Земли	1 балл
2	Найдено расстояние (2), на которое опустится груз m_2	1 балл
3	Записан закон сохранения механической энергии (1)	1 балл
4	Указано, что в момент отрыва легкого груза от поверхности цилиндра, сила реакции опоры равна нулю	1 балл
5	Записан второй закон Ньютона (3)	1 балл
6	Записано уравнение (4)	1 балл
7	Выполнены математические преобразования и получен ответ задачи	2 балла
8	Даны комментарии и пояснения решения задачи	2 балла
Всего		10 баллов

5. В конечном состоянии в одной половине сосуда будет находиться азот с водородом, а в другой – только водород. Для решения задачи воспользуемся уравнением

Клапейрона-Менделеева: $p_0 V = \frac{m_1}{M_1} RT$ (1) – для азота, $pV = \frac{m_2}{M_2} RT$ (2) – для водорода в

начальном состоянии, где p – начальное давление водорода, V – объем половины

сосуда. Из уравнений (1) и (2) найдем начальное давление водорода: $p = p_0 \frac{m_2 M_1}{m_1 M_2}$ (3).

Конечное давление водорода будет в два раза меньше начального, так как занимаемый объем водорода увеличится в два раза. Таким образом, давление водорода станет:

$$p_2 = p_0 \frac{m_2 M_1}{2m_1 M_2} = 80 \text{ Па}$$

. Давление смеси азота и водорода найдем по закону Дальтона:

$$p_1 = p_0 + \frac{p}{2} \quad (4) \text{ или } p_1 = p_0 \left(\text{Па} \frac{m_2 M_1}{2m_1 M_2} \right) = 1,8 \cdot 10^5$$