

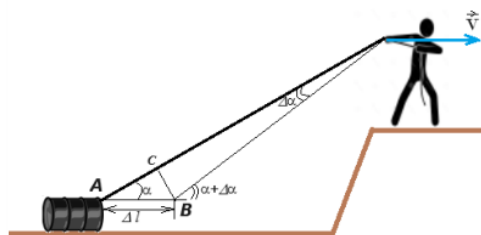
**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
2024-2025 учебный год
ФИЗИКА
9 класс**

Критерии оценивания

Выставление премиальных баллов сверх максимальной оценки за задание не допускается.

Задание 1

Ученик 9 класса с помощью сильного магнита на веревке, стоя на берегу, очищал дно реки от металлического мусора. Захватив магнитом очередную железяку, ученик стал тянуть веревку в горизонтальном направлении со



скоростью $V = 1$ м/с, оставаясь при этом на месте. Считая дно горизонтальным, определите скорость железяки, скользящей по дну в тот момент, когда веревка составляла с горизонтальным дном угол $\alpha = 60^\circ$.

Пусть скорость железяки U . За один и тот же малый промежуток времени Δt железяка перемещается на $AB = \Delta l$, а шнур выбирают на длину $AC = \Delta l \cdot \cos \alpha$. (угол BCA можно считать прямым из-за малости $\Delta \alpha$). Поэтому имеем:

$$\frac{\Delta l}{U} = \frac{\Delta l \cos \alpha}{V}$$

Откуда $U = \frac{V}{\cos \alpha}$

То есть, скорость выбирания веревки равна проекции скорости железяки на направление веревки.

$$U = \frac{1}{\cos 60} = 2 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Критерии оценивания

Установлена взаимосвязь движения веревки и железяки с учетом малости промежутка времени – 3 балла.

Установлена взаимосвязь скорости движения веревки и железяки с учетом равенства времени их движения – 3 балла.

Получена формула расчета скорости движения железяки – 2 балла.

Получено численное значение скорости железяки – 2 балла.

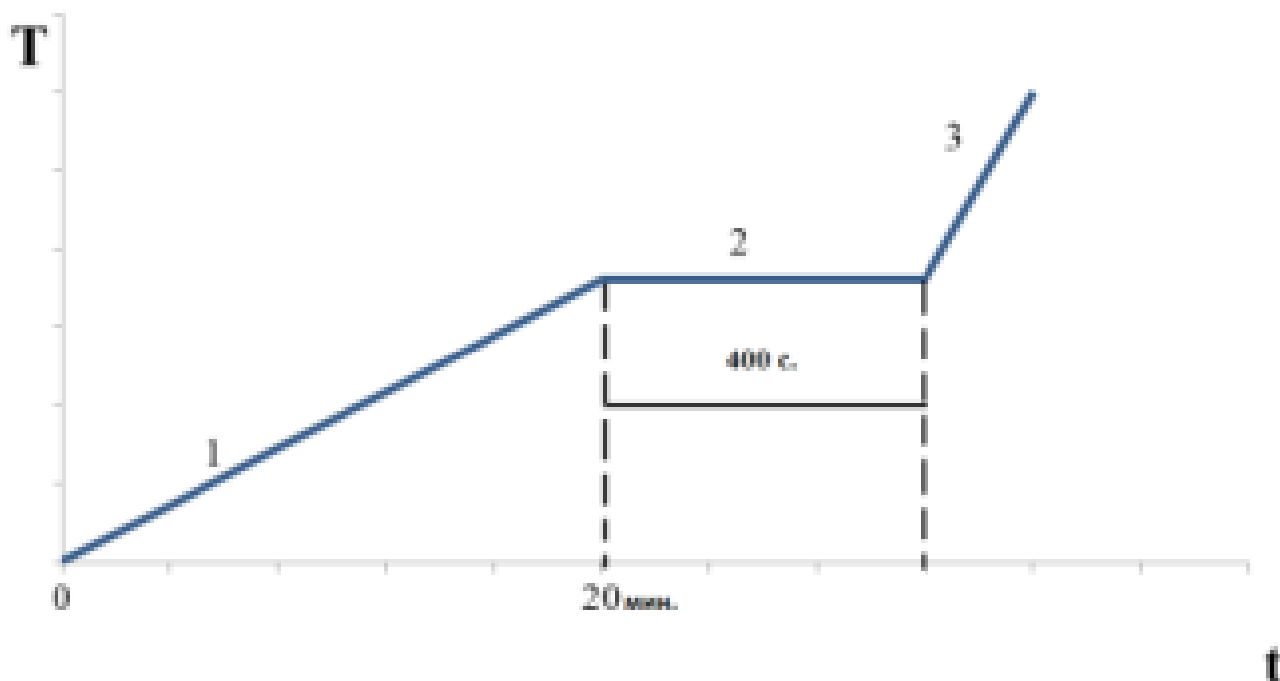
Максимальный балл – 10.

Задание 2

Ученик девятого класса одолжил у Капитана Америка щит из вибраниума для научных исследований. Поместив щит в калориметр и подключив нагревательный элемент мощностью 3кВт ученик зафиксировал следующую зависимость температуры от времени.

T, °C	0	360	720	1080	1440	1800
t, мин	0	4	8	12	16	20

Затем в течении шести минут и сорока секунд температура оставалась постоянной, а потом снова стала расти. Опишите процессы, происходившие с материалом. Зная, что удельная теплота плавления вибраниума 240 кДж/кг, вычислите массу щита Капитана Америка и удельную теплоемкость вибраниума. Потерями теплоты и теплоемкостью калориметра пренебречь.



1 – нагревание твёрдого вибраниума

2 – плавление

3 – нагревание жидкого вибраниума

Для 2-го участка:

$$\begin{cases} Q_{\text{пл}} = m\lambda \\ Q_{\text{пл}} = Nt_{\text{пл}} \end{cases};$$

$$m\lambda = Nt_{\text{пл}};$$

$$m = \frac{Nt_{\text{пл}}}{\lambda}$$

$$m = \frac{Nt_{\text{пл}}}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^2}{240 \cdot 10^3} = 5 \text{ кг.}$$

Для 1-го участка:

$$\begin{cases} Q_{\text{нагр}} = mc(T_{\text{к}} - T_{\text{н}}) \\ Q_{\text{нагр}} = Nt_{\text{нагр}} \end{cases}$$

$$c = \frac{Nt_{\text{нагр}}}{m(T_{\text{к}} - T_{\text{н}})}$$

$$c = \frac{Nt_{\text{нагр}}}{m(T_{\text{к}} - T_{\text{н}})} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 60}{5 \cdot 1800} = 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

Ответ: масса 5 кг, удельная теплоемкость 400 Дж/(кг*К)

Критерии оценивания

Построена зависимость температуры от времени – 2 балла.

Получена система уравнений для процесса плавления – 2 балла.

Получена формула расчета массы щита – 1 балл.

Получено числовое значение массы щита – 1 балл.

Получена формула расчета удельной теплоемкости – 1 балл

Получено числовое значение удельной теплоемкости – 1 балл

Максимальный балл – 10

Задание 3

Готовясь к экспериментальному туру олимпиады по физике,

мальчик Паша спаял схему, изображённую на рисунке. К

точкам С и D он подсоединил выводы мультиметра. В

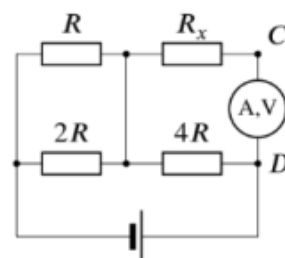
результате измерений Паши оказалось, что в режиме

вольтметра мультиметр показывает 6 В, а в режиме

амперметра — 5 мА. Чему равно сопротивление резистора R_x , если $R = 700 \text{ Ом}$?

Мультиметр в обоих режимах можно рассматривать как соответствующий идеальный

прибор. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.



Решение: Рассмотрим случай, когда мультиметр включён в режиме вольтметра. Напряжение на резисторе $4R$ равно 6 В, а общее сопротивление равно $R \cdot 2R/(R + 2R) + 4R = 14R/3$. Следовательно, напряжение на источнике равно

$$U_0 = \frac{6 \text{ В}}{4R} \cdot \frac{14R}{3} = 7 \text{ В}.$$

Во втором случае, когда мультиметр включён в режиме амперметра, сила тока через резистор R_x равна $I_0 = 5 \text{ мА}$. Сила тока через резистор $4R$, соответственно, составляет $I_{4R} = I_0 R_x / (4R)$. На левой паре параллельных резисторов R и $2R$ суммарный ток $I_0 + I_{4R}$ делится в отношении 2 : 1, и, например, сила тока через резистор R равна

$$I_R = \frac{2(I_0 + I_{4R})}{3} = \frac{2I_0}{3} \left(1 + \frac{R_x}{4R} \right).$$

Определим отсюда общее напряжение в цепи и приравняем его U_0 :

$$U_0 = I_R R + I_0 R_x = \frac{2I_0 R}{3} + \frac{7I_0 R_x}{6} \Rightarrow R_x = \frac{6}{7I_0} \left(U_0 - \frac{2I_0 R}{3} \right) = 800 \text{ Ом}.$$

Критерии оценивания

Найдено верное значение напряжения источника U_0 - 2 балла

Записано верное выражение для тока через $4R$ во втором случае - 2 балла

Записано верное выражение для тока через какой-либо левый резистор во втором случае - 2 балла

Записана верная связь между U_0 током через R_x во втором случае и сопротивлениями - 2 балла

Получено верное значение R_x - 2 балла

Максимальный балл – 10

Указание проверяющим:

- 1) В пункте 1 достаточно найти, что $U_0 = 7/6 \cdot U_V$, где U_V — показание вольтметра. Балл в этом случае ставится.
- 2) Если учащийся смог каким-либо иным (не авторским, но корректным) способом получить верную связь из пункта 4, баллы за пункты 2 и 3 ставить автоматически.

Задание 4

Электрон помещён в электрическое поле, действующее на заряды с постоянной силой. Через пять секунд в это же поле помещают ещё один электрон. Найти, через какое время после начала движения первого электрона расстояния, пройденные этими частицами, будут отличаться в два раза. Известно, что оба электрона не имели начальной скорости и их взаимодействием между собой можно пренебречь.

В однородном электрическом поле заряженная частица движется равноускорено. Обозначим ускорение частиц a . Так как электроны начинают двигаться с нулевой начальной скоростью, то первый движется по закону:

$$S_1 = \frac{at^2}{2}, \quad (1)$$

а второй, начавший движение спустя время τ после первого, движется по закону:

$$S_2 = \frac{a(t - \tau)^2}{2} \quad (2)$$

Определим, через какое время после начала движения первого электрона расстояния, пройденные этими частицами, будут отличаться в два раза, т.е. когда выполнится условие:

$$S_1 = 2S_2 \quad (3)$$

Подставив (1) и (2) в (3) и сократив на a , получим квадратное уравнение:

$$t^2 = 2(t - \tau)^2$$

Решая квадратное уравнение, находим: $t_{1,2} = (2 \pm \sqrt{2})\tau$

Корень $t_2 = (2 - \sqrt{2})\tau \leq \tau$ не подходит, так как в этот момент времени второй электрон ещё не пришёл в движение.

Ответ: $t = (2 + \sqrt{2})\tau$, т.е. примерно через 17 с.

Критерии оценивания:

Записано уравнение равноускоренного движения для первого электрона - 2 балла

Записано уравнение равноускоренного движения для второго электрона - 2 балла

Составлено квадратное уравнение – 1 балл

Найдены корни квадратного уравнения – 3 балла.

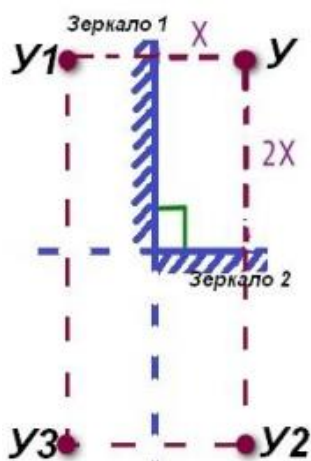
Сделан правильный выбор одного из корней уравнения:

с объяснением выбора – 2 балла,

без пояснения – 1 балл

Максимальный балл – 10

Задание 5



Ученик девятого класса одолжил у Волан-де-Морта оптическую систему из двух зеркал Еиналеж, расположенных под прямым углом друг к другу. Сколько собственных отражений увидит ученик если расстояние от него до первого зеркала в два раза больше, чем до второго? Сколько он увидит изображений если расстояние станет в пять раз больше? При построении считать ученика материальной точкой.

Два изображения $У1$ и $У2$ расположены симметрично точке $У$ относительно зеркал 1 и 2. Эти мнимые изображения образованы лучами, отразившимися от одного из зеркал. Но часть лучей, отразившись сначала от зеркала 1, отражается затем и от зеркала 2. После первого отражения пучок этих лучей как бы «исходит» из точки $У1$ (в этой точке пересекаются их продолжения). Значит, после второго отражения появится еще мнимое изображение $У3$ точки $У1$ в зеркале 2.

Изображение точки $У2$ в зеркале 1 тоже попадет в точку $У3$. Более двух отражений не испытывает не один луч. Следовательно, других изображений нет. Это видно из того, что точка $У3$ уже не может отразиться от какого-либо зеркала: для обоих зеркал она находится в «зазеркалье».

Изменение расстояний ни на что не влияет.

Критерии оценивания:

Правильно сделан чертеж. Указаны точки $У1$ и $У2$ - 2 балла.

Правильно сделан чертеж. Указаны точки $У3$, дано полное объяснение ее появления – 3 балла.

Показана симметрия построения $У3$ относительно любого зеркала - 1 балл

Дано пояснение отсутствия других точек - 2 балла

Дано пояснение неизменности картины при изменении расстояний - 2 балла

Максимальный балл – 10