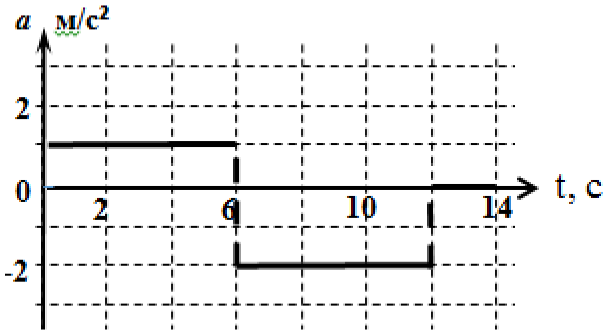
II ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ по ФИЗИКЕ 2019 год

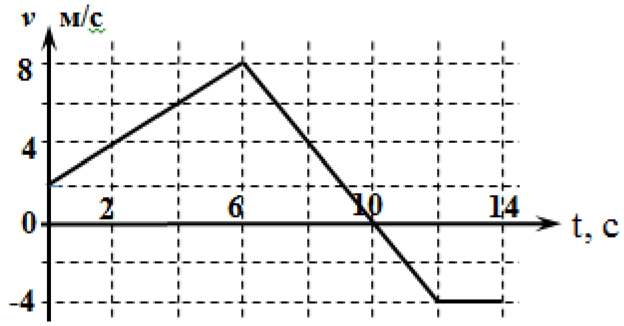
9 Класс.

Задача № 1. *Модель*



Вдоль прямой движется детская управляемая модель машины. В начальный момент времени скорость точки V_0 = 2 м/с . Зависимость ускорения точки изменяется со временем так, как это показано на рис. Какой путь пройдёт за всё время движения. Определить момент времени, когда тело окажется на максимальном расстоянии от исходной точки движения. Каково это расстояние?

Возможное решение



1. По данным графика в условии задачи построим изменение скорости от времени $v(t)$
2. Из графика скорости видно, что первые 10 с модель ехала в одну сторону.
3. В 10-ю секунду модель развернулась и поехала в обратную сторону, Следовательно, в конце 10-й секунде машина была на максимальном удалении.
4. Максимальное удаление равно площади под графиком скорости от времени за 10с.

$$S_{max} = \frac{8+2}{2} \cdot 6 + \frac{8}{2} \cdot (10-6) = 50 \text{ (м)}$$

5. Для определения полного пути модели надо к S_{max} добавить площадь под графиком $v(t)$ с 10-й по 14-ю секунду ($S_п$). $S_п = \frac{4}{2} \cdot (14-10) = 8$ (м)

   Тогда весь путь $S_{весь} = 50 + 8 = 58$ (м)

Критерии оценивания

За 1-й пункт - 3 балла

За 2-й пункт - 1 балла

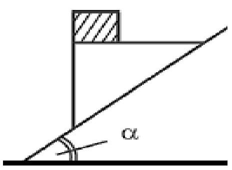
За 3-й пункт 2 балла

За 4-й пункт - 2 балла

За 5-й пункт - 2 балла

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2 баллов.

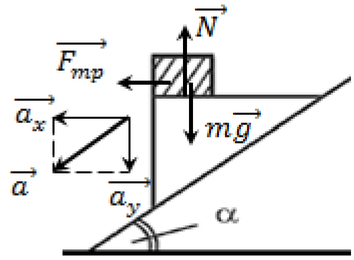
Задача № 2. *Брусок и клин*



С наклонной плоскости соскальзывает без трения клин (см. рис.), на верхней горизонтальной грани клина находится брусок массой m = 100 г. Угол наклона плоскости к горизонту равен $\alpha = 30°$. Брусок по клину не скользит. Найти силу трения, действующую на брусок при движении клина. Найти силу давления, с которой брусок давит на клин при движении клина.

Возможное решение

1. Находим ускорение, с которым система «клин + брусок» соскальзывает с наклонной плоскости. Т.к. клин скользит по наклонной плоскости без трения, то его ускорение вдоль плоскости a = g·sin α
2. На рисунке из условия расставим силы, действующие на неподвижный брусок.



3. Вектор усорения бруска разложим горизонтальную (х) и вертикальную (у) составляющие, т.е. a_x = g·sin α·cos α ; a_y = g·sin²α . . Тогда второй закон Ньютона надо записать в проекциях по осям.
4. Проекция на ось Ох : $ma_x = F_{тр}$, откуда: $F_{тр}$ = mg·sin α·cos α = $\frac{1}{2}$ · mg · sin2α = 0,63 Н
5. Проекция на ось Оу : ma_y = mg – N

откуда: N = mg – ma_y = mg·(1 - sin²α) = g·cos²α = 0,75 (Н)

Критерии оценивания

За 1-й пункт - 2 балла

За 2-й пункт - 2 балла

За 3-й пункт 2 балла

За 4-й пункт - 2 балла

За 5-й пункт - 2 балла

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2 баллов.

Задача № 3. ***Ледяная смесь***

Теплоизолированный сосуд содержит смесь, состоящую из воды m_1 = 10 кг и льда m_2 = 2 кг , находящиеся в тепловом равновесии. В сосуд подают водяной пар при t = 100°C в количестве m_3 = 2 кг. Найти установившуюся температур равновесной системы.

<u>*Справка*</u>. Удельная теплоёмкость воды – c = 4,2·10³ Дж/(кг·К). Удельная теплота плавления льда – λ = 3,3·10⁵ Дж/кг. Удельная теплота парообразования воды – r = 2,3·10⁶ Дж/кг

В о з м о ж н о е р е ш е н и е

1. Количество теплоты, выделенной при конденсации пара – $Q_1 = r \cdot m_3$
2. Количество теплоты, выделенной при охлаждении воды, полученной из пара от 100°С до температуры равновесного состояния θ $Q_2 = c \cdot m_3 \cdot (100^oC - \theta)$
3. Количество теплоты, поглощённой при таянии льда – $Q_3 = \lambda \cdot m_2$
4. Количество теплоты, поглощённой при нагревании воды растаявшего льда до температуры равновесного состояния θ – $Q_4 = c \cdot (m_1 + m_2) \cdot \theta$
5. Уравнение теплового баланса в этом процессе: $Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$ или

$$r \cdot m_3 + c \cdot m_3 \cdot (100^oC - \theta) = \lambda \cdot m_2 + c \cdot (m_1 + m_2) \cdot \theta \ .$$

6. Определение установившейся температуры:

$$\frac{rm_3+cm_3\theta - \lambda m_1}{c(m_1+m_2+m_3)} \approx 81^oC$$

Критерии оценивания

За 1-й пункт - 1 балла

За 2-й пункт - 1 балла

За 3-й пункт   1 балла

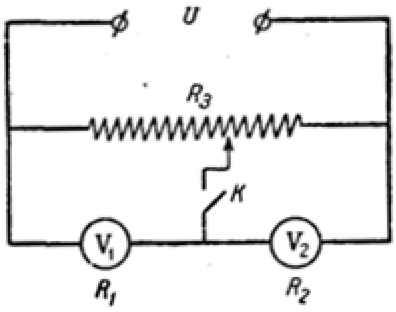
За 4-й пункт   - 2 балла

За 5-й пункт - 3 балла

За 6-й пункт - 2 балла

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2 баллов.

Задача № 4. *Два вольтметра*



Два вольтметра с внутренними сопротивлениями $R_1 = 6$ кОм и $R_2 = 4$ кОм соединены последовательно. Параллельно к ним включено сопротивление $R_3 = 10$ кОм. На эту систему подано напряжение $U = 180$ В.

1. Что показывают вольтметры при разомкнутом ключе **К** ?

2. Каковы показания вольтметров, когда ключ **К** замкнут, а движок соединен с серединой сопротивления R_3 ?

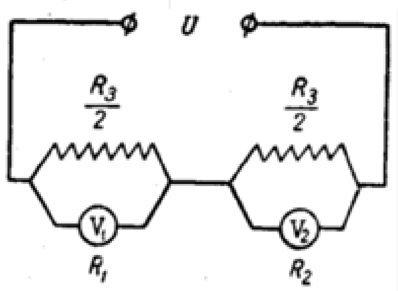
Возможное решение

1. При разомкнутом ключе **К** на вольтметры, соединённые последовательно между собой подано напряжение $\boldsymbol{U}$, поэтому сила тока одинакова $\boldsymbol{U_1 / R_1 = U_2 / R_2}$ $\boldsymbol{U = U_1 + U_2}$

2. Решив эту систему получим $\boldsymbol{U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2}}$ = 108 В ; $\boldsymbol{U_2}$ = 72 В/

3. Когда ключ **К** замкнут, то схема примет вид, изображенный на рисунке, тогда сопротивление схемы при первом вольтметре $\boldsymbol{R_1'}$

$$R_1' = \frac{R_1 \cdot \frac{R_3}{2}}{R_1 + \frac{R_3}{2}}$$



Сопротивление схемы при втором вольтметре $\boldsymbol{R_2'}$

$$R_2' = \frac{R_2 \cdot \frac{R_3}{2}}{R_2 + \frac{R_3}{2}}$$

Сумма напряжений сохраняется $\boldsymbol{U = U_1' + U_2'}$ и так же $\boldsymbol{U_1'/R_1' = U_2'/R_2'}$.

4. Решая аналогично для исходной схемы, получим

$$U_1' = U \frac{R_1 (R_3 + 2R_2)}{4R_1 R_2 + R_3 (R_1 + R_2)}$$

Подставив числовые получим $\boldsymbol{U_1'}$ = 99 В , $\boldsymbol{U_2'}$ = 81 В

Критерии оценивания

За 1-й пункт   - 2 балла

За 2-й пункт - 2 балла

За 3-й пункт   4 балла

За 4-й пункт   - 2 балла

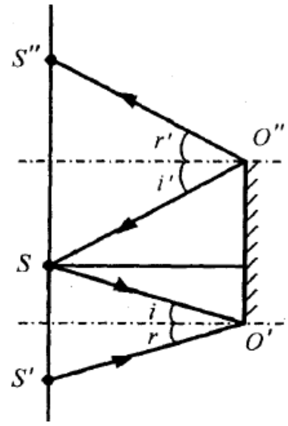
Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2 баллов.

Задача № 5. ***Зеркальный треугольник***

На поверхности плоского экрана находится точечный источник света. Параллельно экрану расположено зеркало в форме равностороннего треугольника со стороной $\boldsymbol{a}$ = 20 см. Центр зеркала находится напротив источника. Определите площадь светового пятна, , т.е. образованного на экране отраженными от зеркала лучами.

<u>*Примечание.*</u> Под центром правильного треугольника понимается центр описанной или вписанной окружности

В о з м о ж н о е   р е ш е н и е



1. Построим ход лучей при отражении от зеркала. Т.к. при отражении света угол падения равен углу отражения, а зеркало расположено параллельно экрану, то размеры изображения не зависят от расстояния между экраном и зеркалом (см. рис.).
2. При таком построении, очевидно, что размеры светового пятна от зеркала будет в два раза больше размеров самого зеркала (см. рис.).
3. Площадь светового пятна будет в четыре раза больше площади самого зеркала

$$S_{\text{пят}} = \sqrt{3}\,a^2 \approx 692 \text{ см}^2$$

Критерии оценивания

За 1-й пункт - 5 балла

За 2-й пункт - 2 балла

За 3-й пункт   3 балла

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2 баллов.