

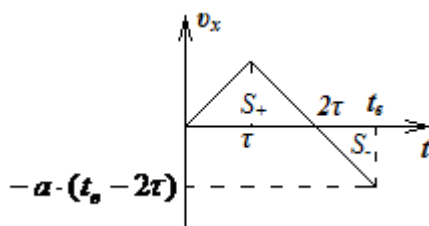
Всероссийская олимпиада школьников по физике

Возможные решения

10 класс

1. Материальная точка начинает прямолинейное движение из точки  $A$  и движется сначала равноускорено в течение времени  $t = \tau$ , затем с таким же по модулю ускорением – равнозамедленно. Через какое время от начала движения тело вернется в точку  $A$ ?

Представим движение тела на графике зависимости  $v_x(t)$



Т.к. тело возвращается в исходную точку, то пути, пройденные телом по и против оси  $x$ , должны быть равны, т.е.  $S_+ = S_-$ .

$$\frac{1}{2} a \cdot \tau \cdot 2 \cdot \tau = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (t_0 - 2\tau)^2,$$

откуда

$$t_0 = \tau \cdot (\sqrt{2} + 2).$$

*Критерии оценивания задачи № 1.*

Представлено движение тела на графике зависимости  $v_x(t)$ .....2б

Пути, пройденные телом по и против оси  $x$ , должны быть равны.....2б

Получено квадратное уравнение относительно  $\tau$ .....3б

Решено уравнение, получен ответ.....3б

2. На сколько сместится неподвижная лодка массой  $M = 280$  кг, если человек массой  $m = 70$  кг перейдет с ее носа на корму, если сила сопротивления, действующая на лодку со стороны воды, пропорциональна скорости лодки?

Т.к. сила сопротивления, действующая на лодку со стороны воды, пропорциональна скорости лодки, то согласно теореме о движении центра масс:

*При движении системы материальных точек ее центр масс движется так, как двигалась бы материальная точка, помещенная в центре масс, если бы в ней были сконцентрированы массы всех точек системы и к ней были бы приложены все внешние силы, действующие на точки системы*

$$(M + m) \cdot \vec{a}_{ц.м.} = -\kappa \cdot \vec{v}_{л-в} + \vec{F}_{арх} + (M + m) \cdot \vec{g},$$

$$(M + m) \cdot \frac{\Delta v_{ц.м.}}{\Delta t} = -k \cdot v_{л-в},$$

$$(M + m) \cdot \Delta v_{ц.м.} = -k \cdot v_{л-в} \cdot \Delta t.$$

При переходе к конечным приращениям, получаем:

$$(M + m) \cdot \sum \Delta v_{ц.м.} = -k \cdot S_{л-в}.$$

Вначале, когда человек стоит на носу лодки, центр масс системы покоится. В конце, когда человек перешёл на корму, скорость центра масс также равна нулю. Т.е.

$$\sum \Delta v_{ц.м.} = 0.$$

Поэтому смещение лодки  $S_{л-в}=0$ .

#### *Критерии оценивания задачи № 2.*

Применение теоремы о движении центра масс.....	46
Переход к конечным приращениям .....	36
$\sum \Delta v_{ц.м.} = 0$ .....	26
Получен ответ $S_{л-в}=0$ .....	16

3. Два тела, которые первоначально покоились на гладкой горизонтальной плоскости, расталкиваются зажатой между ними пружиной и начинают двигаться поступательно со скоростями  $v_1 = 3$  м/с и  $v_2 = 1$  м/с. Вычислите энергию  $W$ , которая была запасена в пружине, если известно, что суммарная масса обоих тел  $M = 8$  кг. Пружина невесома.

Пусть  $m_1$  и  $m_2$ ,  $v_1$  и  $v_2$  – массы и начальные скорости шаров.

Полная энергия шаров

$$W = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2}.$$

Суммарная масса

$$M = m_1 + m_2.$$

Плоскость гладкая, пружина невесомая. По закону сохранения импульса

$$0 = m_2 \cdot v_2 - m_1 \cdot v_1.$$

$$m_1 = \frac{M \cdot v_2}{v_1 + v_2}, m_2 = \frac{M \cdot v_1}{v_1 + v_2}.$$

$$W = \frac{M \cdot v_2 \cdot v_1^2}{2 \cdot (v_1 + v_2)} + \frac{M \cdot v_1 \cdot v_2^2}{2 \cdot (v_1 + v_2)} = \frac{M \cdot v_1 \cdot v_2}{2} = 12 \text{ Дж}.$$

#### *Критерии оценивания задачи № 3.*

Записана полная энергия системы после расталкивания шаров пружиной.....	26
Записан закон сохранения импульса.....	26

Выражены массы шаров через общую массу и скорости.....26

Получено уравнение полной энергии системы. выраженное через  $M, v_1, v_2$ .....26

Получен ответ  $W = 12 \text{ Дж}$ .....26

4. Каковы показания амперметров  $A_1$  и  $A_2$  в электрической цепи, схема которой приведена на рисунке. Напряжение источника  $U = 13 \text{ В}$ , сопротивление  $R = 1 \text{ кОм}$ . Амперметры и источник считать идеальными.

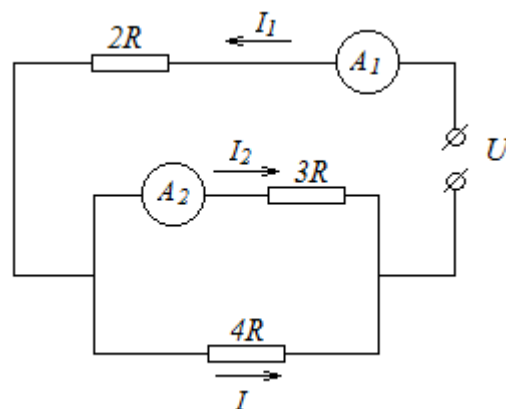
Пусть через резистор  $4R$  течет ток  $I$ . Тогда

$$I_2 = \frac{4}{3} I.$$

$$I_1 = I + I_2 = I + \frac{4}{3} I = \frac{7}{3} I.$$

$$U = I_1 \cdot (2R + \frac{3R \cdot 4R}{7R}) = \frac{26 \cdot I_1 \cdot R}{7} \Rightarrow I_1 = \frac{7U}{26R} = 3,5 \text{ мА}$$

$$I_2 = \frac{4}{3} I = \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{7} \cdot I_1 = 2 \text{ мА}.$$



*Критерии оценивания задачи № 4.*

Расставлены токи в схеме.....26

Применение первого з-на Кирхгофа.....26

Найден ток  $I_1$ .....36

Найден ток  $I_2$ .....36