

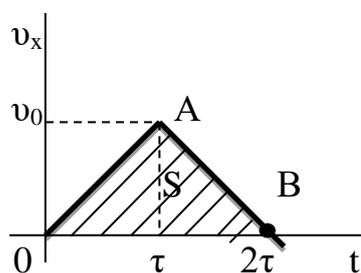
**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников  
по физике  
10 класс, 2016-2017 уч. г.**

**Решения, критерии оценивания**

**Задача №1**

Частица начинает двигаться по оси OX из начала координат. На рис. приведена зависимость проекции скорости на ось OX от времени ( $v_0 = 10$  м/с,  $\tau = 1$  с). Через какой интервал времени  $t$  частица окажется в исходном положении?

**Образец возможного решения**



На участке OA движение равноускоренное с ускорением

$$\alpha_1 = \frac{v_0 - v}{\tau} = \frac{10 - 0}{1} = 10 \text{ м/с}^2$$

На участке AB движение равнозамедленное

$$\alpha_2 = \frac{v - v_0}{\tau} = -10 \text{ м/с}^2$$

В точке «B» частица остановилась и двинулась в обратном направлении. Путь, пройденный в положительном направлении оси X, равен площади треугольника S.

$$S = \frac{1}{2} * 2\tau * v_0 = v_0 * \tau = 10 \text{ м}$$

Путь в обратном направлении

$$S = \frac{\alpha t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2S}{\alpha}} = \sqrt{\frac{2 * 10}{10}} = \sqrt{2} = 1,41 \text{ с}$$

Общее время движения вперед и назад

$$t = 2\tau + t_1$$

$$t = 2 + 1,41 = 3,41 \text{ с}$$

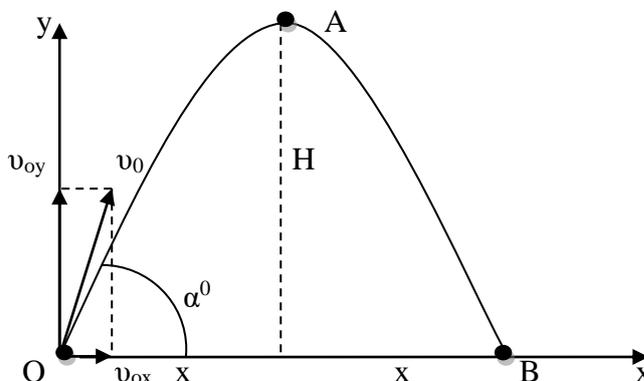
**Ответ:** частица окажется в исходном положении через интервал времени  $t=3,41$  с.

### Критерии оценивания:

1. Записана формула для определения ускорения на участке OA – 2 балла.
2. Записана формула для определения ускорения на участке AB – 2 балла.
3. Найден путь пройденный в направлении оси X – 2 балла.
4. Найден путь в обратном направлении – 2 балла.
5. Найдено общее время движения – 2 балла.

### Задача №2

При выстреле вертикально вверх из баллистического пистолета шарик поднялся на высоту 2 м. Определите, на каком расстоянии и на какой высоте от пистолета нужно расположить центр кольца, чтобы шарик пролетел через него в наивысшей точке своего подъема, если выстрел произойдет под углом  $30^\circ$  к горизонту.



$$y = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = H \text{ в точке A}$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt = 0$$

$$t_{\text{под}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = v_0 \sin \alpha * \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} * \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (1)$$

$$x = \frac{l}{2}; \quad l = v_0 \cos \alpha t_{\text{п}}$$

$$t_{\text{п}} = 2t_{\text{под}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \quad (2) = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$$

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 - gt = 0; \quad t = \frac{v_0}{g}$$

$$h = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g}{2} * \frac{v_0^2}{g^2} = \frac{v_0^2}{2g}; \quad v_0 = \sqrt{2gh}$$

$$v_0 = \sqrt{2 * 10 * 2} = \sqrt{40} = 6,3 \text{ м/с}$$

$$x = \frac{40 \sin 2\alpha}{2g} = \frac{\sqrt{40} * \frac{\sqrt{3}}{2}}{20} = \sqrt{3} = 1,7 \text{ м}$$

$$H = \frac{40 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{40 * \frac{1}{4}}{20} = \frac{10}{20} = 0,5 \text{ м}$$

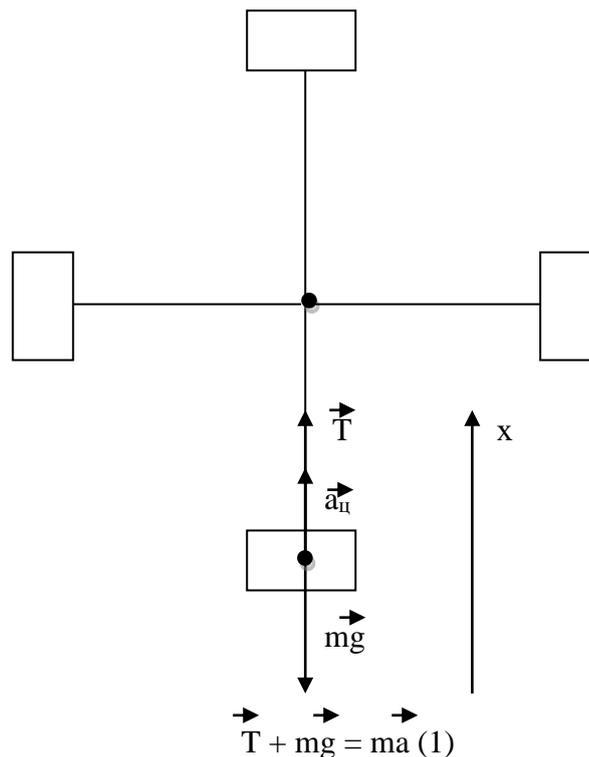
Ответ: 1,7 м; 0,5 м.

### Критерии оценивания:

1. Получена формула для времени подъема – **2 балла.**
2. Записано уравнение для максимальной высоты подъема – **2 балла.**
3. Определено расстояние до центра кольца формула (2) – **2 балла.**
4. Найдена начальная скорость – **2 балла.**
5. Подставлены значения физических величин, получен правильный результат – **2 балла.**

### Задача №3

Груз массой 20 г, прикреплённый к концу невесомого стержня длиной 40 см, равномерно вращается в вертикальной плоскости вокруг другого конца стержня с частотой 1 рад/с. Какова по модулю сила натяжения стержня в момент прохождения грузом нижней точки траектории?



$$T - mg = ma_{ц}; \quad a_{ц} = \frac{v^2}{l}$$

где  $l$  – длина нити;

$$v = \omega l; \quad a_{ц} = \omega^2 l$$

$$T - mg = m\omega^2 l$$

$$T = m(g + \omega^2 l)$$

$$T = 0,02 * (9,8 + 1 * 0,4) = 0,204 \text{ Н}$$

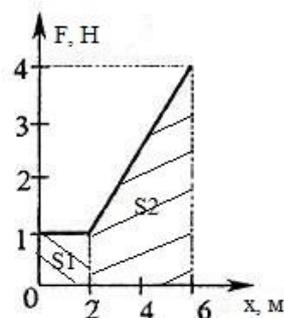
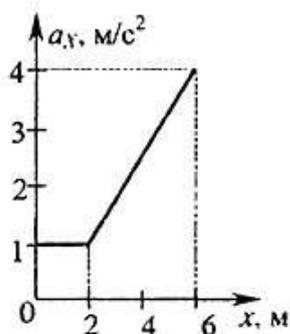
**Ответ:** 0,204 Н.

### Критерии оценивания:

1. Записана формула второго закона Ньютона – **2 балла**.
2. Записано уравнение в проекции на ось X – **2 балла**.
3. Записана формула для определения центростремительного ускорения – **2 балла**.
4. Записана формула связи линейной и угловой скорости – **2 балла**.
5. Получена формула силы натяжения, получен правильный результат – **2 балла**.

### Задача №4

На тело массой  $m = 2$  кг, находящееся на гладкой горизонтальной поверхности, действует переменная сила, направленная горизонтально вдоль оси OX. График зависимости ускорения тела  $a_x$  от координаты тела  $x$  представлен на рисунке. Работа силы при перемещении тела на расстояние 6 м равна ...



Согласно второму закону Ньютона

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Перестроим график в других координатах  $F(x)$ .

Работа равна площади фигур

$$A = S_1 + S_2$$

$$S_1 = 4 \text{ Дж}; \quad S_2 = \frac{1}{2} (2 + 8) * 4 = 20 \text{ Дж}; \quad A = 24 \text{ Дж}$$

**Ответ:** 24 Дж.

### Критерии оценивания:

1. Записана формула второго закона Ньютона – **2 балла**.
2. Перестроен график в других координатах – **2 балла**.
3. Определена работа как площадь фигуры – **3 балла**.
4. Подставлены значения, получен правильный результат – **3 балла**.

### Задача №5

При центральном абсолютно неупругом ударе шаров массой  $m_1 = 0,5$  кг и  $m_2 = 2,0$  кг, двигавшихся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями, в тепло перешла энергия  $Q = 320$  Дж. Величина скорости шаров до удара ...

Закон сохранения импульса в проекции на ось  $x$ .



$$m_2 v - m_1 v = (m_1 + m_2) u$$
$$u = \frac{(m_2 - m_1) v}{m_1 + m_2}$$

Из закона сохранения энергии

$$\frac{m_2 v^2}{2} + \frac{m_1 v^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) u^2}{2} + Q$$
$$v^2 (m_1 + m_2) = (m_1 + m_2) u^2 + 2Q$$
$$v^2 (m_2 + m_1) = \cancel{(m_1 + m_2)} * \frac{(m_2 - m_1)^2 v^2}{(m_1 + m_2)^2} + 2Q$$
$$v^2 \left( \frac{2m_1^2 + 4m_2 m_1}{m_1 + m_2} \right) = 2Q$$
$$v^2 \left( \frac{m_1^2 + 2m_2 m_1}{m_1 + m_2} \right) = Q$$
$$v = \sqrt{\frac{Q(m_1 + m_2)}{m_1^2 + 2m_2 m_1}}$$
$$v = \sqrt{\frac{800}{0,25 + 2}} = 19 \text{ м/с}$$

Ответ: 19 м/с.

### Критерии оценивания:

1. Записан закон сохранения импульса – **2 балла**.

2. Записан закон сохранения энергии – **2 балла.**
3. Получена формула скорости шаров до удара – **3 балла.**
4. Подставлены значения физических величин, получен правильный результат – **3 балла.**