

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

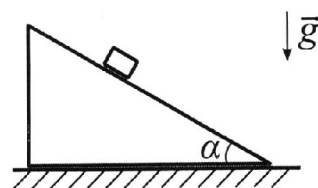
1. Шайба массой  $m=0,4$  кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону  $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right)$ , здесь  $\vec{v}_0$  – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости  $v_0 = 2$  м/с, постоянная  $T = 4$  с.

1. Найдите путь  $S$ , пройденный шайбой за время от  $t = 0$  до  $t = 3T$ .
2. Найдите модуль  $F$  горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу  $A$  силы  $F$  за время от  $t = 0$  до  $t = T$ .

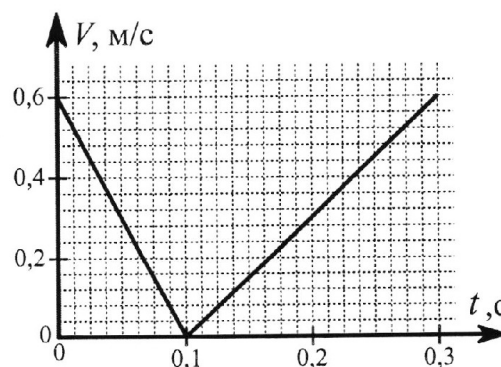
2. Камень брошен под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. За первые  $T = 2$  с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите вертикальное перемещение  $H$  камня за первые  $T = 2$  с полета.
2. Найдите модуль  $|\vec{r}(T)|$  перемещения камня за первые  $T = 2$  с полета.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории камня в момент времени  $T = 2$  с.

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы  $m = 0,4$  кг, масса клина  $1,5m$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль  $N$  силы нормальной реакции, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при  $0 < t < 0,1$  с.
3. При каких значениях коэффициента  $\mu$  трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при  $0 < t < 0,3$  с?





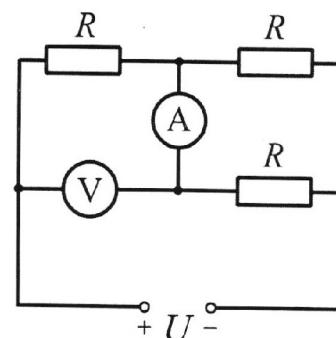
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны  $R = 200$  Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения  $U = 120$  В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с  $R$ , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с  $R$ .



1 Найдите силу  $I$  тока, текущего через источник.

2 Найдите показание  $I_A$  амперметра.

3 Какая мощность  $P$  рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при неизвестной температуре  $t_1$  °С, помещают лед, температура которого  $t_2 = -20$  °С. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы воды к массе льда  $n = 11/9$ .

1. Найдите долю  $\delta$  массы льда, превратившейся в воду.

2. Найдите начальную температуру  $t_1$  воды калориметре.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда  $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$  Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$  Дж/кг, температура плавления льда  $t_0 = 0$  °С.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$T = 4 \text{ с}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$1) S = ?$$

$$2) F = ?$$

$$3) A = ?$$

Решение:

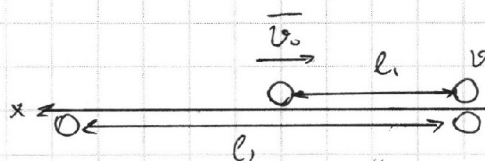
$$1. v = v_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right) = \frac{v_0}{T} t - v_0 = \frac{1}{2} t - 2$$

$\Leftrightarrow$  тело движется равноускоренно, причём:

$$a_x = 0,5 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$v_x = -2 \text{ (м/с)}$$

$$\text{из ур-я движения: } T = t = 4 \text{ с: } v = 0$$



$$1. \int_0^T v_0 dt + \frac{aT^2}{2}$$

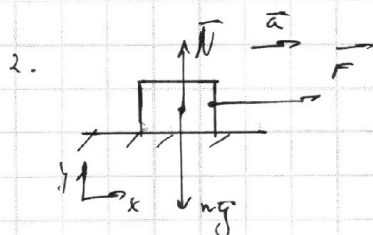
$$0x: -l_1 = -v_0 T + \frac{aT^2}{2}$$

$$l_1 = v_0 T - \frac{aT^2}{2}$$

$$0x: l_2 = \frac{aT^2}{2} = 2aT^2$$

$$S = l_1 + l_2 = v_0 T + 1,5aT^2$$

$$S = 2 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} + \frac{3}{2} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 \cdot 16 \text{ с}^2 = 20 \text{ м}$$



По II закону Ньютона:

$$N + \vec{mg} + \vec{F} = m\vec{a}$$

$$0x: F = ma$$

$$F = 0,4 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 = 0,2 \text{ Н}$$

$$3. A = \vec{F} \cdot \vec{S}; \quad 0x: A = F \cdot S_2 \cos \alpha = F \cdot S_1 = F \cdot l_1$$

$$A = ma \cdot \left( v_0 T - \frac{aT^2}{2} \right)$$

$$A = 0,4 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 \cdot \left( 2 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} - \frac{0,5 \text{ м/с}^2 \cdot 16 \text{ с}^2}{2} \right) = 0,8 \text{ Дж}$$

$$\text{Ответ: } S = 20 \text{ м}; \quad F = 0,2 \text{ Н}; \quad A = 0,8 \text{ Дж}$$

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

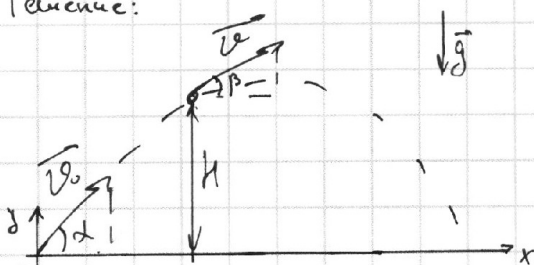
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Решение:

- $\alpha = 60^\circ$   
 $T = 4c$   
 $v = v_0/2$   
 $g = 10^4 \text{ c}^2$   
 1)  $H = ?$   
 2)  $|\vec{v}(T)| = ?$   
 3)  $R = ?$



$$1. \vec{S} = \vec{v}_0 T + \frac{\vec{a} T^2}{2}$$

$$\text{ог: } H = v_0 \sin \alpha T - \frac{g T^2}{2}$$

$$2. v_{0x} = v_x \text{ (вдоль оси } O_x \text{ тело движется равномерно)}$$

$$\Rightarrow v_0 \cos \alpha = v_x; \quad v = v_0/2 \Rightarrow v_0 = 2v \Rightarrow 2v \cos \alpha = v_x;$$

$$\text{где } v_x = v \cos \beta \Rightarrow$$

$$2v \cos \alpha = v \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = 2 \cos \alpha$$

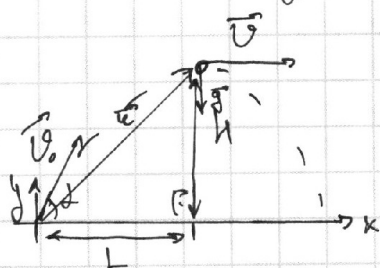
$$\cos \beta = 2 \cdot \cos 60^\circ = 1 \Rightarrow \beta = 0^\circ$$

$\Rightarrow$  Через  $T = 4c$  тело достигнет наивысшей точки полёта;

$$3. \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t;$$

$$v(T) = 0 = v_0 \sin \alpha - gT \Rightarrow v_0 \sin \alpha = gT \Rightarrow v_0 = \frac{gT}{\sin \alpha}$$

$$4. (3) \rightarrow (1): H = gT^2 - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}; \quad H = \frac{10^4 \text{ c}^2 \cdot 4c^2}{2} = 20 \text{ м}$$



$$5. \text{по } O_x: v_0 \cos \alpha \cdot T = L$$

$$6. (3) \rightarrow (5): L = gT \cot \alpha \cdot T = L$$

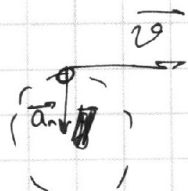
$$L = \frac{gT^2 \cot \alpha}{2} = \frac{gT^2}{\sqrt{3}}$$

$$7. |\vec{v}| = \sqrt{L^2 + H^2} = \sqrt{\frac{g^2 T^4}{3} + \frac{g^2 T^4}{2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{5g^2 T^4}{6}} = gT^2 \sqrt{\frac{5}{6}}$$

$$|\vec{v}| = 10^4 \text{ c}^2 \cdot 4c^2 \sqrt{\frac{5}{6}} = 40 \sqrt{\frac{5}{6}} \text{ м}$$

8.



$$\text{ог (3): } v = \frac{gT}{\sin \alpha}; \quad a_n = g = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{g}$$

$$R = \frac{g^2 T^2}{4 \sin^2 \alpha \cdot g} = \frac{gT^2}{4 \sin^2 \alpha}$$

$$v = v_0 \cos \alpha = gT \cot \alpha; \quad a_n = g;$$

$$9. a_n = g = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{g}$$

$$10. (8) \rightarrow (9): R = \frac{g^2 T^2 \cot^2 \alpha}{g} = gT^2 \cot^2 \alpha; \quad R = 10^4 \text{ c}^2 \cdot 4c^2 \cdot \frac{1}{3} = \frac{40}{3} \text{ М}$$

Ответ:  $H = 20 \text{ м}; |\vec{v}| = 40 \sqrt{\frac{5}{6}} \text{ м}; R = \frac{40}{3} \text{ М}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

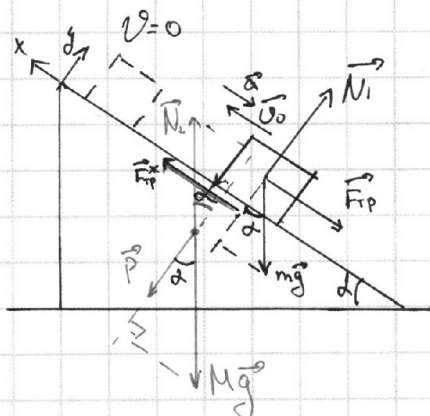
3

$m = 0,4 \text{ кг}$   
 $M = 1,5 \text{ м}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

1)  $\alpha$  - ?  
2)  $N$  - ?  
3)  $\mu$  - ?

Решение: ИСО - Земля; тела - мат. точки

$\vec{N} = \vec{N}_2$



1. Из графика видно, что после начала движения шайба уменьшила свою скорость  $\Rightarrow$  шайбу толкнули вверх и она тормозит.

Также из графика видно, что  $v_0 = 0,6 \text{ м/с}$

2. По II 3-му Ньютона:  $\vec{N}_1 + \vec{F}_{тр} + m\vec{g} = m\vec{a}$   
 $ox: -F_{тр} - mg \sin \alpha = -ma \quad | \times (-1)$   
 $F_{тр} + mg \sin \alpha = ma; F_{тр} = \mu N_1$   
 $oy: N_1 - mg \cos \alpha \Rightarrow F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$

Тогда:  $\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma$   
 3. По I 3-му Ньютона:  $\vec{N}_2 + \vec{P} + M\vec{g} + \vec{F}_{тр}^* = 0$   
 $ox: F_{тр}^* = 1,5 mg \sin \alpha; \quad \text{По III 3-му Ньютона:}$   
 $oy: P + 1,5 mg \cos \alpha = N_2 \cos \alpha; \quad P = N_1; F_{тр}^* = F_{тр}$

4. (3)  $\rightarrow$  (2):  $1,5 mg \sin \alpha + mg \sin \alpha = ma$   
 $2,5 g \sin \alpha = a$

5.  $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}; \quad ox: -a = \frac{-v_0}{t} \Rightarrow a = \frac{v_0}{t}; \quad \text{из графика } t = 0,1 \text{ с}$

6. (5)  $\rightarrow$  (4):  $2,5 g \sin \alpha = \frac{v_0}{t} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_0}{2,5 g t}$   
 $\sin \alpha = \frac{0,6 \text{ м/с}}{2,5 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,1 \text{ с}} = \frac{6}{10} : 2,5 = \frac{6}{10} \cdot \frac{2}{5} = \frac{12}{50}$   
 $\sin \alpha = 0,24$

7. Из (3):  $1,5 mg = N_1 = N \Rightarrow N = 1,5 mg$   
 $P + 1,5 mg \cos \alpha = N_2 \cos \alpha \quad (\text{из (2): } P = mg \cos \alpha)$   
 $2,5 mg \cos \alpha = N_2 \cos \alpha \Rightarrow N_2 = 2,5 mg; \quad N_2 = \frac{5}{2} \cdot \frac{4}{10} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $N = N_2 = 10 \text{ Н}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  
☐

2  
☐

3  
☒

4  
☐

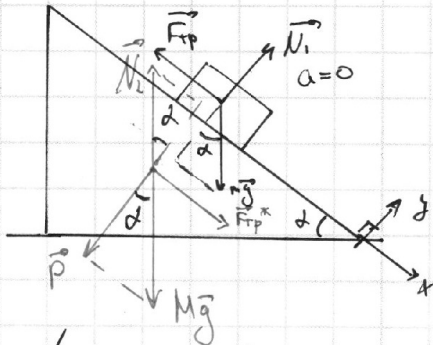
5  
☐

6  
☐

7  
☐

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



8. По I закону Ньютона:

$$\vec{N}_1 + \vec{F}_{fr} + m\vec{g} = \vec{0}$$

$$Ox: mg \sin \alpha = F_{fr}; F_{fr} = \mu N_1$$

$$Oy: mg \cos \alpha = N_1; \text{ тогда: } \mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$g. \text{ Умножив (3): } \mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha \Rightarrow \mu = \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}; \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$\tan \alpha = \frac{0,24}{\sqrt{1 - 0,24^2}} = \frac{0,24}{\sqrt{0,524}} \Rightarrow \mu = \frac{0,24}{\sqrt{0,524}}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,24; N = 10 \text{ Н}; \mu = \frac{0,24}{\sqrt{0,524}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$R = 200 \text{ Ом}$$

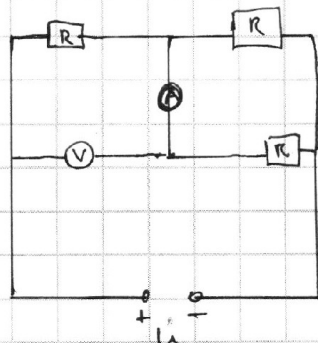
$$U = 120 \text{ В}$$

1)  $I - ?$

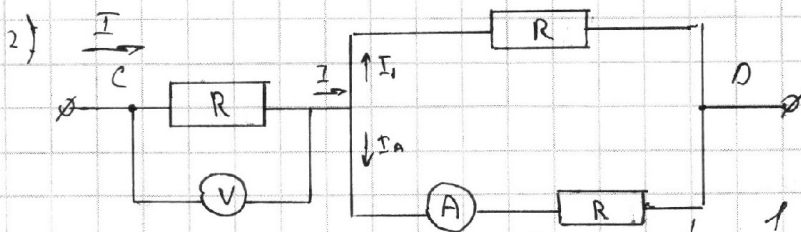
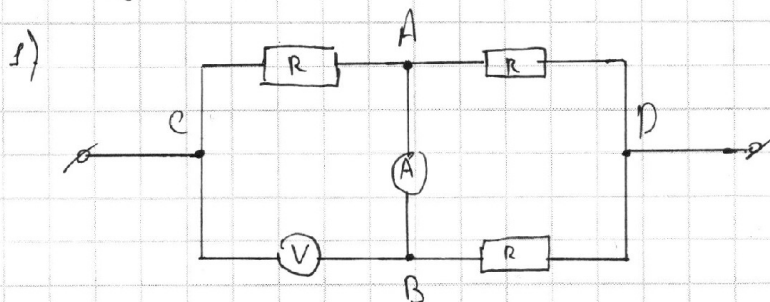
2)  $I_A - ?$

3)  $P - ?$

Решение:



Преобразуем данную крм схему.



1.  $R_3 = R + R_1$ ; где  $R_1 = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_1 = \frac{R}{2}$

тогда  $R_3 = R + \frac{R}{2} = 1,5R$

2. По закону Ома;  $I = \frac{U}{R_3} = \frac{U}{1,5R} = \frac{2U}{3R}$

$$I = \frac{2 \cdot 120 \text{ В}}{3 \cdot 200 \text{ Ом}} = \frac{240 \text{ В}}{600 \text{ Ом}} = 0,4 \text{ А}$$

3.  $U_1 = I_1 R$ ;  $U_2 = I_A R$ , т.к. на перпендикулярных участках цепи направление одинаково, то:

$$U_1 = U_2 \Rightarrow I_1 = I_A$$

4.  $I = I_1 + I_A = 2I_A \Rightarrow I_A = \frac{I}{2}$ ;  $I_A = \frac{U}{3R}$ ;  $I_A = \frac{120 \text{ В}}{3 \cdot 200 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

☐☐☐☒☐☐☐

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$5. P = I \cdot U$$

$$6. (2) \rightarrow (5): P = \frac{2U}{3R} \cdot U = \frac{2U^2}{3R}; P = \frac{2 \cdot 120^2 \text{ В}^2}{3 \cdot 2000 \text{ Ом}} = 48 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } I = 0,4 \text{ А}; I_R = 0,2 \text{ А}; P = 48 \text{ Вт}$$



1 2 3 4 5 6 7  
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА  
 \_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$t_2 = -20^\circ\text{C}$$

$$m_1 = m_2 = m$$

$$n = \frac{11}{9}$$

$$c_1 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$$

$$c_0 = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$$

Решение:

т.к. лёд растаял не полностью, то конечная температура

т.к. лёд растаял не полностью, но и не вся вода превратилась в лёд, то конечная температура в калориметре будет равна  $t_0 = 0^\circ\text{C}$

~~Изобразить график зависимости температуры~~

(1)  $\delta$  - ?

(2)  $t_1$  - ?

$$1. Q_1 = Q_2 + Q_3; \text{ где:}$$

$$Q_1 = c_0 m (t_1 - t_0) = c_0 m t_1$$

$$Q_2 = c_1 m t_2$$

$$Q_3 = \lambda m_x$$

$$c_0 m t_1 = c_1 m t_2 + \lambda m_x; \text{ где } m_x = \delta m$$

$$c_0 m t_1 = c_1 m t_2 + \lambda \delta m \Rightarrow c_0 t_1 = c_1 t_2 + \lambda \delta$$

$$2. n = \frac{M_0}{M_1}; \text{ где } M_0 = m + m_x = m + m \delta = m(1 + \delta)$$

$$M_1 = m - m_x = m - m \delta = m(1 - \delta)$$

$$\text{тогда: } n = \frac{m(1 + \delta)}{m(1 - \delta)} = \frac{1 + \delta}{1 - \delta} \Rightarrow n - n\delta = 1 + \delta$$

$$n - 1 = n\delta + \delta = \delta(n + 1)$$

$$\delta = \frac{n - 1}{n + 1}; \delta = \frac{\frac{11}{9} - 1}{\frac{11}{9} + 1} = \frac{2}{9} \cdot \frac{9}{20}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{1}{10} = 0,1$$

3. (2)  $\rightarrow$  (1):

$$c_0 t_1 = c_1 t_2 + \frac{n - 1}{n + 1} \cdot \lambda \Rightarrow t_1 =$$

$$t_1 = \frac{c_1 t_2 (n + 1) + (n - 1) \lambda}{c_0 (n + 1)} = \frac{c_1 t_2 (n + 1) + (n - 1) \lambda}{c_0 (n + 1)}$$

$$t_1 = \frac{c_1 t_2 + \frac{n - 1}{n + 1} \lambda}{c_0}; t_1 =$$

$$t_1 = \frac{c_1 t_2 + \delta \lambda}{c_0}; t_1 = \frac{2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)} \cdot (-20^\circ\text{C)} + 0,1 \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}}{4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}}$$

$$t_1 = 18^\circ\text{C}$$

$$\text{Ответ: } \delta = 0,1; t_1 = 18^\circ\text{C}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

5  
☐

6  
☐

7  
☐

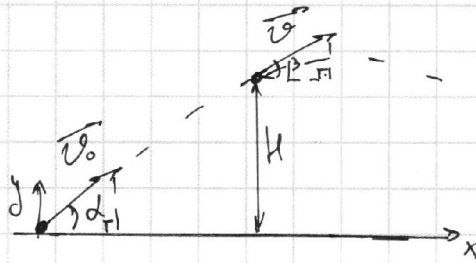
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Решение:

$\alpha = 60^\circ$   
 $T = 2\text{с}$   
 $v = v_0/2$   
 $g = 10\text{м/с}^2$   
 $1) H = ?$



1.  $\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$   
 or:  $H = v_0 \sin \alpha T - \frac{g T^2}{2}$

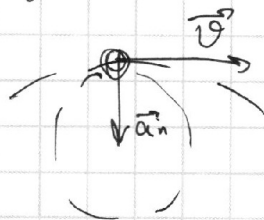
2.  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$   
 or:  $v_y = v_0 \sin \alpha - g T$   
 or:  $v_x = v_0 \cos \alpha$

3.  $v_0 = 2v$ ;  
 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha + g^2 T^2 - 2 v_0 \sin \alpha g T} = \frac{v_0}{2}$   
 $v_0^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) + g^2 T^2 - 2 v_0 \sin \alpha g T = \frac{v_0^2}{4}$   
 $4 v_0^2 + 4 g^2 T^2 - 8 v_0 \sin \alpha g T = v_0^2$   
 $3 v_0^2 - 8 v_0 \sin \alpha g T + 4 g^2 T^2 = 0$   
 $D = 64 \sin^2 \alpha g^2 T^2 - 48 g^2 T^2 = 16 g^2 T^2 (4 \sin^2 \alpha - 3)$   
 $\sqrt{D} = 4 g T \sqrt{4 \sin^2 \alpha - 3}$   
 $v_0 = \frac{8 \sin \alpha g T \pm 4 g T \sqrt{4 \sin^2 \alpha - 3}}{6}$

$v_0 \cos \alpha = v_x$  ;  $v_0 = 2v \Rightarrow v_0 \cos \alpha = 2v \cos \alpha$   
 $2v \cos \alpha = v \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = 2 \cos \alpha \Rightarrow \cos \beta = 1 \Rightarrow \beta = 0$   
 $\Rightarrow$  тело в гориз.

$H = H_{\text{max}} = 20\text{м}$

$0 = v_0 \sin \alpha - g T \Rightarrow v_0 \sin \alpha = g T$



$v = \frac{g T}{2 \sin \alpha}$  чыд.  $\frac{\cos 60}{\sin 60} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$

$L = \frac{10 \cdot 4}{\sqrt{3}} = \frac{40}{\sqrt{3}}$

$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a_n}$

$g T \text{ чыд. } = \frac{g T}{2 \sin \alpha} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$400 + \frac{1600}{3} = \frac{2800}{3}$

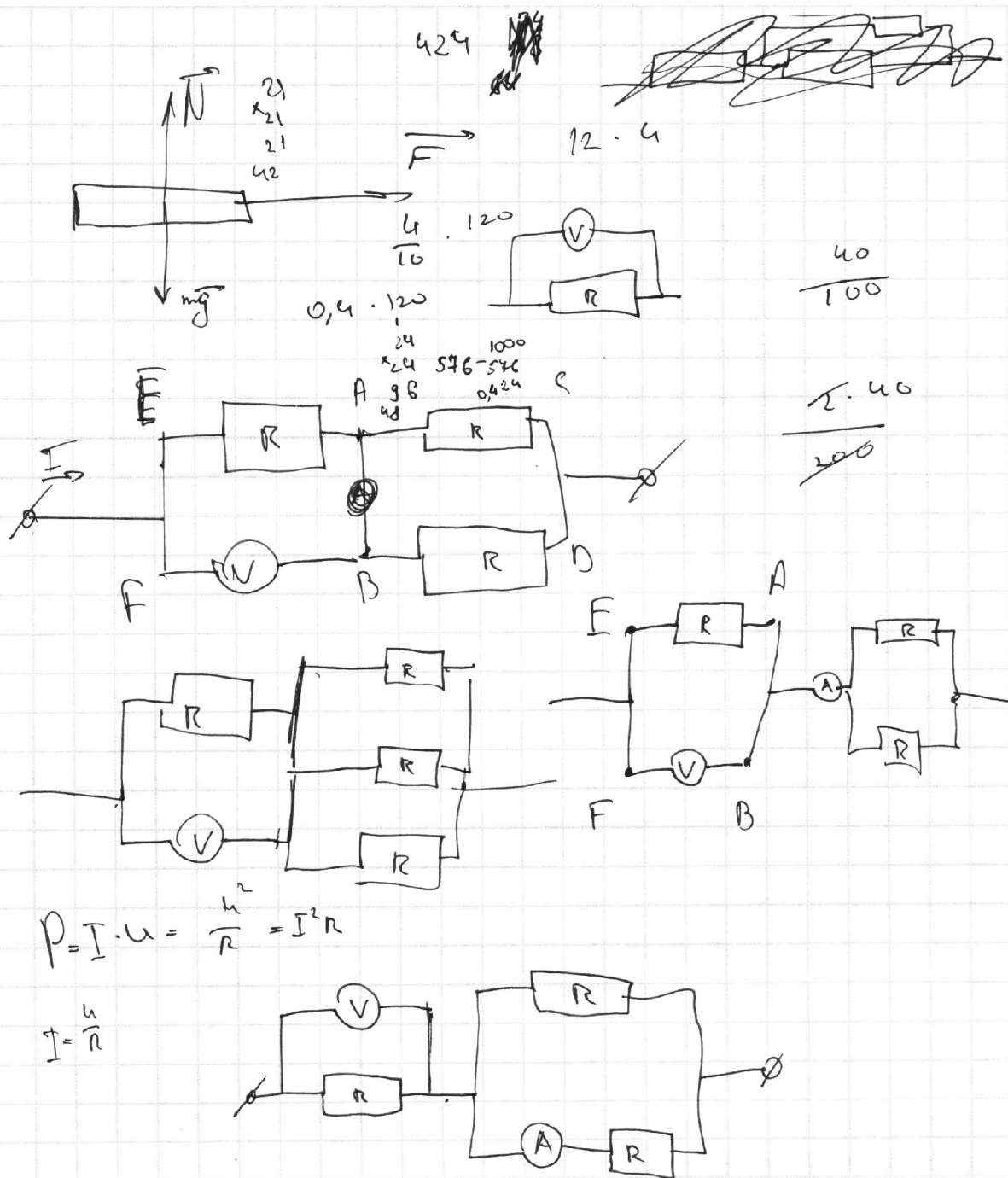


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  
☐2  
☐3  
☐4  
☐5  
☐6  
☐7  
☐СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

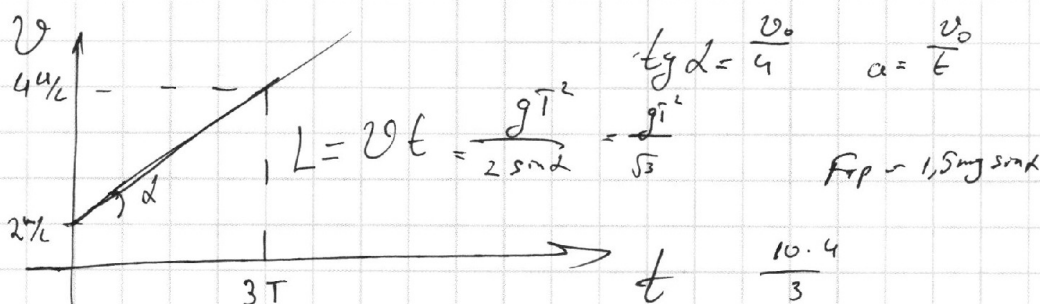
$$V_0 \left( \frac{t}{u} - 1 \right) = \frac{t-u}{u} \cdot V_0 = \frac{t-4}{4} \cdot V_0 = \frac{t-4}{4} \cdot 2 \text{ м/с}$$

$$V_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$V(t) = \frac{V_0}{u} \cdot t - V_0$$

$$V(t) = V_0 (2) = 2V_0 \Rightarrow V = 4 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{ср}} = \frac{S}{3T} \Rightarrow S = V_{\text{ср}} \cdot 3T = 3 \text{ м/с} \cdot 3 \cdot 4 \text{ с} = 36 \text{ м}$$



$$2+4$$

$$\frac{6}{2}$$

$$3 \cdot 3T$$

$$F_{\text{sp}} + mg \sin \alpha = ma$$

$$2,5 \text{ kg} \sin \alpha = ma$$

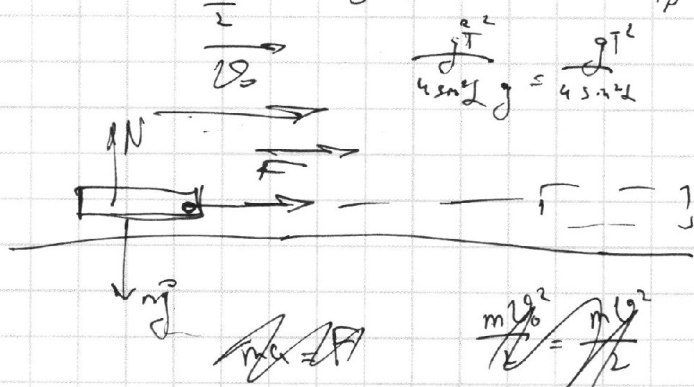
$$2,5 g \sin \alpha = \frac{V_0}{t}$$

$$\sin \alpha = \frac{V_0}{2,5 g t} = \frac{6 \text{ м/с}}{25 \cdot \frac{1}{10}}$$

$$5 \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{5}{2}$$

$$\frac{5}{10} \cdot \frac{2}{5} = \frac{12}{50}$$



$$A = F \cdot S$$

$$1,5 \text{ mg} + P \cos \alpha = N$$

$$1,5 \text{ mg} + mg \cos \alpha$$

$$1,5 \text{ mg} \cos \alpha + mg \cos \alpha = N_2 \cos \alpha$$

$2,5 \text{ mg}$

$$\frac{5}{2} \cdot \frac{4}{10} = 1$$

1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Решение:

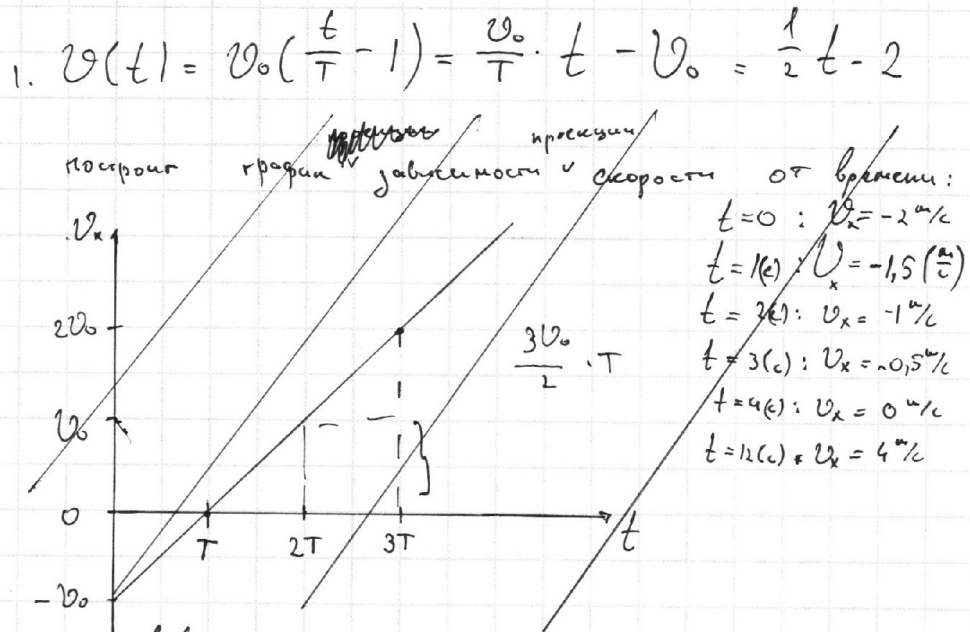
$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right)$$

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$T = 4 \text{ с}$$

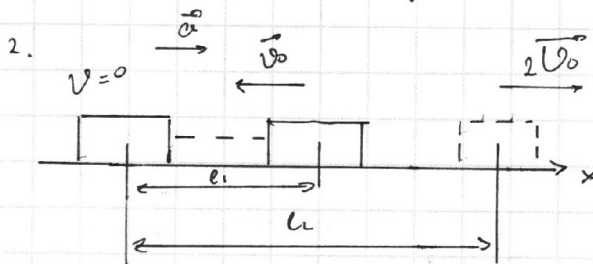
- (1) S - ?,  $t = 3T$
- (2) F - ?
- (3) A - ?,  $t = T$



$$v(t) = -2 + \frac{1}{2}t \Rightarrow \text{Тело движется равноускоренно,}$$

$$v_{0x} = -2 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right), a_x = \frac{1}{2} \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

→ первые 4 с тело тормозило до нулевой скорости, а потом двигалось равноускоренно (разгонилось)



$$S = l_1 + l_2; \quad \vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$\text{ох: } -l_1 = -v_0 T + \frac{a T^2}{2}$$

$$l_1 = v_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

$$\text{оу: } l_2 = \frac{a T^2}{2}$$

$$S = v_0 T - \frac{a T^2}{2} + \frac{a T^2}{2} = v_0 T + \frac{8 a T^2}{2}$$

$$S = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} + \frac{8 \cdot 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 16 \text{ с}^2}{2}$$

$$\frac{2}{10} \cdot 4$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Решение:

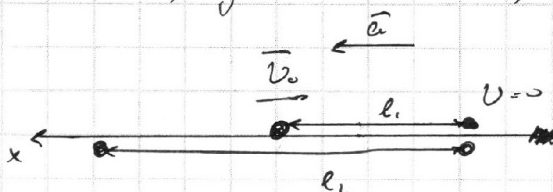
$$v_0 = 1 \text{ м/с}$$

$$T = 4 \text{ с}$$

- (1)  $S = ?$ ,  $t = 3T$   
(2)  $F = ?$   
(3)  $A = ?$ ,  $t = T$

1.  $v = v_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right) = \frac{v_0}{T} \cdot t - v_0 = \frac{1}{2} t - 2 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  тело движется равноускоренно:  $a_x = 0,5 \text{ м/с}^2$   
 $v_{0x} = -2 \text{ м/с}$

2.  $S = l_1 + l_2$  тогда;  $\bar{S} = \bar{v}_0 t + \frac{\bar{a} t^2}{2}$

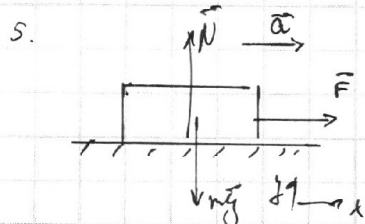


3. Из ур-ня движения:  $v = 0$ :  $t = 4 \text{ с} = T$

Ох:  $-l_1 = -v_0 T + \frac{a T^2}{2} \Rightarrow l_1 = v_0 T - \frac{a T^2}{2}$

Оу:  $l_2 = \frac{a (T)^2}{2} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 16}{2} = 2 a T^2$

4. (3)  $\rightarrow$  (2):  $S = v_0 T + \frac{3 a T^2}{2} = 20 \text{ м}$   
 $S = 2 \text{ м} \cdot 4 \text{ с} + \frac{3 \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 \cdot 16 \text{ с}^2}{2} = 20 \text{ м}$



По II закону Ньютона:  $\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}$   
Ох:  $F = ma$

$F = 0,4 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 = 0,2 \text{ Н}$

5.  $A = \vec{F} \cdot \vec{S}$ ; Ох:  $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$   
 $A = F \cdot S$

$S = l_1 = v_0 T - \frac{a T^2}{2} \Rightarrow A = ma \cdot \left( v_0 T - \frac{a T^2}{2} \right)$

$A = 0,4 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 \cdot \left( 2 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} - \frac{0,5 \text{ м/с}^2 \cdot 16 \text{ с}^2}{2} \right) = 0,8 \text{ Дж}$

Ответ:  $S = 20 \text{ м}$ ;  $F = 0,2 \text{ Н}$ ;  $A = 0,8 \text{ Дж}$

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right)$$

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$T = 4 \text{ с}$$

$$(1) S - ?, t = 3T$$

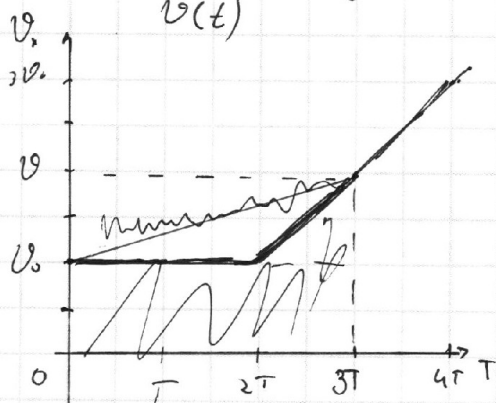
$$(2) F - ?$$

$$(3) A - ?, t = T$$

Решение:

$$v(t) = v_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right) = \frac{v_0}{T} \cdot t - v_0$$

Построим график зависимости скорости от времени  $v(t)$



Проще по графику будет найти путь, пройденный телом, тогда:

$$S = \frac{v_0 + v}{2} \cdot 3T$$

$$\text{где } v = v_0 \left( \frac{3T}{T} - 1 \right) = 2v_0$$

$$S = \frac{3v_0}{2} \cdot 3T = \frac{9 \cdot 2 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с}}{2} = 36 \text{ м}$$

$$v_0 \cdot 3T + \frac{v_0^2}{2}$$

$$S = 24 + 2 = 26 \text{ м}$$

$$F = ma$$

$$0,5 - 2$$

$$\frac{1}{2} t - 2$$

$$\frac{3}{2} \cdot 4$$

$$t=0 \Rightarrow v = -v_0$$

$$t=1 \Rightarrow v = -0,75v_0$$

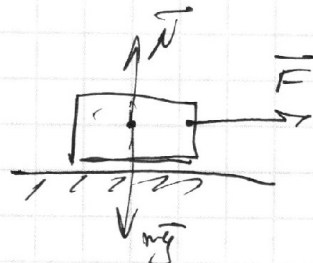
$$t=2 \Rightarrow v = -0,5v_0$$

$$t=3 \Rightarrow v = -0,25v_0$$

$$t=4 \Rightarrow v = 0$$

$$t=5 \Rightarrow 0,25$$

$$\text{или } 0,5$$



$$\frac{0,25v_0}{t} = 0,5 \text{ м/с}^2$$

