



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 09-01**



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

**1.** Шайба массой  $m=0,2$  кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону  $\vec{V}(t)=\vec{V}_0\left(1-\frac{t}{T}\right)$ , здесь  $\vec{V}_0$  – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости  $V_0 = 4$  м/с, постоянная  $T = 2$  с.

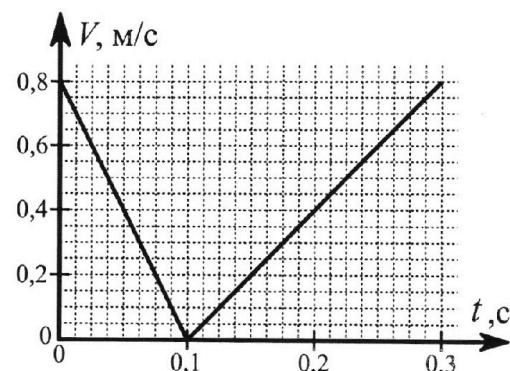
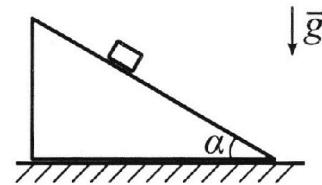
1. Найдите путь  $S$ , пройденный шайбой за время от  $t = 0$  до  $t = 4T$ .
2. Найдите модуль  $F$  горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу  $A$  силы  $F$  за время от  $t = 0$  до  $t = T$ .

**2.** Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через  $T = 4$  с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета  $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.
2. Найдите горизонтальную дальность  $S$  полета.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны начального участка траектории.

**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  $m = 0,2$  кг, масса клина  $2m$ . 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  $F_{Tp}$  наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при  $0 < t < 0,3$  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 09-01**



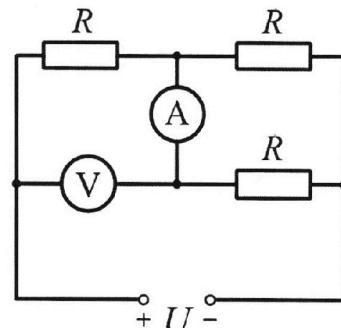
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

**4.** В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны  $R = 100 \text{ Ом}$ . Цепь подключена к источнику постоянного напряжения  $U = 30 \text{ В}$ . 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  $U_B$  вольтметра.

3 Какая мощность  $P$  рассеивается в цепи?



**5.** В калориметр, содержащий воду при температуре  $t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды  $n = 9/7$ .

1. Найдите долю  $\delta$  массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру  $t_2$  льда.

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

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**.



- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!

$$V = V_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

$$\int_0^T V dt = \int_0^T V_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) dt = V_0 \left[ t - \frac{t^2}{2T} \right]_0^T = V_0 T$$

1. Найдём начальную скорость и излишний токувавший движущий  $T_0$ :

$$0 = V_0 \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) \Rightarrow T_0 = T$$

$$S = \int_0^T v dt + \int_0^T r dt = V_0 \left( \int_0^T \left(1 - \frac{t}{T}\right) dt - \int_0^T \left(t - \frac{t^2}{2T}\right) dt \right) = V_0 \left( \left[t - \frac{t^2}{2T}\right]_0^T - \left[\frac{t^2}{2} - \frac{t^3}{6T}\right]_0^T \right) =$$

$$= V_0 \left( \left(T - \frac{T^2}{2}\right) - \left(4T - \frac{8T^2}{6}\right) \right) = V_0 \left( \frac{T}{2} + 4T + \frac{T}{2} \right) = 5V_0 T = S \Rightarrow k = 40 \text{ м}$$

2. Найдём силу

$$d = \frac{dv}{dt} = -\frac{V_0}{T}$$

$$F = m|d| = \frac{mV_0}{T} = F \Rightarrow F = 0.4 \text{ Н}$$

$$3. dA = F dx \Rightarrow A = F \int_0^T V_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) dt = -F \frac{V_0 T}{2} = -\frac{mV_0}{T} \frac{V_0 T}{2} = -\frac{mV_0^2}{2} = -1.6 \text{ дм} = A$$

Ответ: 1.  $S = 40 \text{ м}$ , 2.  $F = 0.4 \text{ Н}$ , 3.  $A = -1.6 \text{ дм}$ .

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

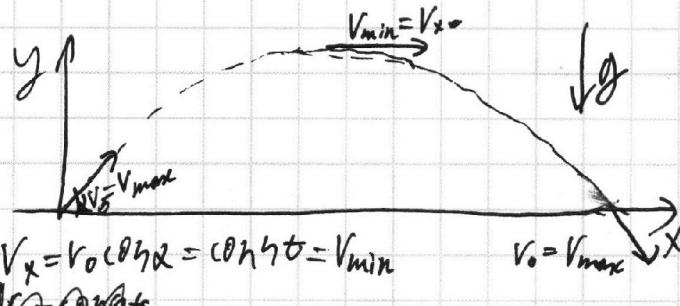
5

6

7

СТРАНИЦА  
7 ИЗ 7

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!



$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} - \text{мин, когда } V_y \text{ мин, макс, когда } V_y \text{ макс, т.к. } V_{\min} = \text{const}$$

При  $V_{\min} = V_x, V_{\max} = V_0$

$t = T$ :

Макс:

$$\begin{cases} V_y = V_{y0} - gT \\ V_y = V_{y0} \end{cases} \Rightarrow V_{y0} = 2gT \Rightarrow V_{\min} = \frac{2gT}{\sqrt{3}} \Rightarrow \tan \alpha = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

$$V_0 = V_{\max} = 2V_{\min} = \frac{4gT}{\sqrt{3}} = V_0$$

$$\begin{cases} X = V_x t = V_0 \cos \alpha t = \frac{2gT}{\sqrt{3}} t \\ Y = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = 2gTt - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$H = Y(T) = 2g \frac{T^2}{2} - \frac{g T^2}{8} = \frac{7}{8} g T^2 = \frac{7}{8} \cdot 10 \cdot 16 \text{ м} = 140 \text{ м}$$

$$S = X(T) = \frac{2gT^2}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 160}{\sqrt{3}} \cdot 10 \cdot 16 \text{ м} = \frac{320}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

Ответ:  $H = 140 \text{ м}, S = \frac{320}{\sqrt{3}} \text{ м}, R = \frac{2560}{\sqrt{3}} \text{ м.}$

ном. Графика:

$$\begin{aligned} V_x &= V_{\min} \\ V_y &= V_{y0} \\ V &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \\ &= V_{\min} \sqrt{2^2 - 1^2} \\ &= \sqrt{3} V_{\min} = V_{y0} \\ V_{\min} &= \frac{V_{y0}}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_0 &= \frac{V_{y0}}{\sin \alpha} \\ \frac{V_0}{R} &= \frac{V_{y0}}{R \cos \alpha} \\ \frac{V_0}{R} &= \frac{V_{y0}}{R} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \\ R &= \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} = \frac{16}{3} \cdot \frac{16}{3} = \frac{2560}{9} \text{ м} \end{aligned}$$

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.



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА

1 из 2

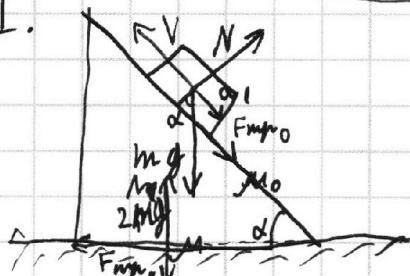
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

П.к. движение шайбы прекратилось под действием силы трения

П.к. силы сопротивления

П.к. модуль скорости шайбы уменьшился, а потому настолько, что посчитав шайбу движущейся вверх

Ч. I.



$$mg \cos \alpha = N$$

$$F_{\text{fric}} = M_0 N = M_0 mg \cos \alpha$$

$$M_0 = F_{\text{fric}} + m g \sin \alpha$$

$$d_1 = \frac{m g \cos \alpha + m g \sin \alpha}{g}$$

$$d_1 = g (M_0 \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$d_1$  - <sup>надо</sup> Контактная  
расстояния

$d_2$  - Второй

$$d_1 = \frac{0.8}{0.1} = 8 \frac{m}{c^2}$$

$$d_2 = \frac{0.8}{0.2} = 4 \frac{m}{c^2}$$

Ч. II.



$$m g \cos \alpha = N$$

$$F_{\text{fric}} = M_0 N = M_0 m g \cos \alpha$$

$$M_0 d_2 = -F_{\text{fric}} + m g \sin \alpha$$

$$d_2 = g (-M_0 \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha \\ \Rightarrow \sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha = 1 - 0.64 = 0.36 \\ \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{0.36} = 0.6$$

$$\begin{cases} d_1 = g (M_0 \cos \alpha + \sin \alpha) \\ d_2 = g (-M_0 \cos \alpha + \sin \alpha) \end{cases}$$

$$\Rightarrow d_1 + d_2 = 2 g \sin \alpha = \frac{d_1 + d_2}{2 d_1} = \frac{12}{2 \cdot 10} = 0.6 = 6 \text{ cm}$$

$$I. N_1 = 3 m g \cos \alpha + N \cos \alpha = m (3 g \cos \alpha + \frac{N \sin \alpha}{\cos \alpha} + g \cos \alpha) = m (3.64 g + \frac{6}{8} g) = m (3.64 g + 0.75 g) = m (4.39 g)$$

$$F_{\text{fric}} = F_{\text{fric}} = N \sin \alpha + F_{\text{fric}} \cos \alpha = m g \cos \alpha \sin \alpha + m X = m (g \cdot 0.6 \cdot 0.84 + X) = 0.48 g + X \text{ m}$$

$$II. N_2 = 3 m g \cos \alpha + F_{\text{fric}} \sin \alpha + N \cos \alpha = m (3.64 g + \frac{6}{8} g)$$

$$F_{\text{fric}} = F_{\text{fric}} = F_{\text{fric}} = m (0.48 g + X)$$

$$F_{\text{fric}} = F_{\text{fric}} = 0.2 \cdot (4.39 + 0.75) H = 0.68 \cdot 2 H = 1.36 H$$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\begin{cases} F_{mp_1} \leq M N_1 \\ F_{mp_2} \leq M N_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0.48g + x \leq M(3.64 + \frac{6}{8}x) \\ 0.48g + x \leq M(3.64 + \frac{6}{8}x) \end{cases} \Rightarrow M \geq \frac{0.48g + x}{3.64g - \frac{6}{4}x} \Rightarrow M \geq \frac{4.8 + 2}{36.4 - \frac{6}{4}} = \frac{6.8}{34.9} = \frac{68}{349}$$

Ответ: при  $x = 0.6$ ,  $F_{mp_{max}} = 7.36$ ,  $M \geq \frac{68}{349}$ .



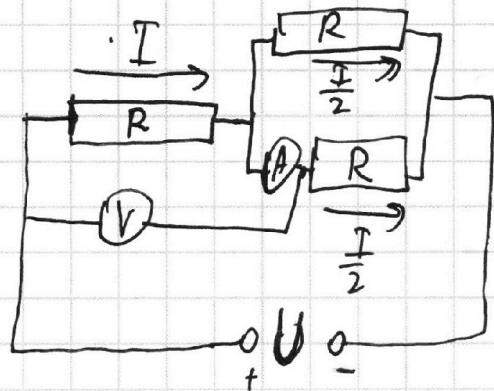
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
1 из 1

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!

Первичный звуковоспроизводящий схему



Согласно закону Ома,

и Зак. Кирхгофа получим такая  
формула можно считать

идеальными,

$$IR + \frac{I}{2}R = V \Rightarrow I = \frac{V}{1.5R} = \frac{30}{150} A = \frac{1}{5} A = 0.2 A$$

$$U_r = IR = 20 B$$

$$P = VI = 4 B T$$

Ответ:  $I = 0.2 A$ ,  $U_r = 20 B$ ,  $P = 4 B T$ .



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.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 1

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!

Мо-~~жет~~ осталась масса воды (или соли)  
от-~~лась~~ масса замерзшей воды

$$m = m_{\text{воды}} - \Delta m$$

$$n = \frac{m_{\text{воды}}}{m - \Delta m} \rightarrow m(n-1) = \Delta m(n+1) \rightarrow \frac{\Delta m}{m} = \frac{n-1}{n+1} \rightarrow \frac{m}{\Delta m} = \frac{n+1}{n-1}$$

Если  $\delta$ -~~затрачена~~ осталась масса воды и соли

$$\delta = \frac{1}{2m} + \frac{1}{2m+1} > \frac{1}{2 \cdot 16} + \frac{1}{16}$$

Если  $\delta$ -~~затрачена~~ осталась масса воды и соли

Учета теплового баланса

$$\delta = \frac{\Delta m}{m} = \frac{n-1}{n+1} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8} = 0.125 = 12.5\%$$

$t_1$ -~~е~~ начальное температура (т.к. на влаге осталась масса воды, то температура ~~одинаковая~~)

$$(t_1 - t_0)(m + \lambda \Delta m) = (t_0 - t_2)C_1 m$$

$$t_2 = t_0 - \frac{(t_1 - t_0)(8 + \lambda \frac{\Delta m}{m})}{C_1} = \frac{(t_1 - t_0)(8 + \delta \lambda)}{C_1} = \frac{10 \cdot 9.2 + \frac{336}{8}}{2.1} = -20 + 20 = -40^\circ C$$

Ответ:  $\delta = 12.5\%$ ,  $t_2 = -40^\circ C$ .



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!



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!



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!