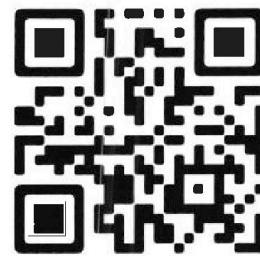




**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 09-02**



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

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

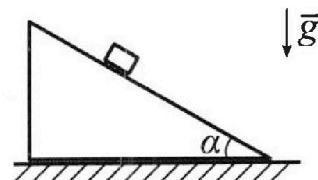
1. Найдите путь  $S$ , пройденный шайбой за время от  $t = 0$  до  $t = 3T$ .
2. Найдите модуль  $F$  горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу  $A$  силы  $F$  за время от  $t = 0$  до  $t = T$ .

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.

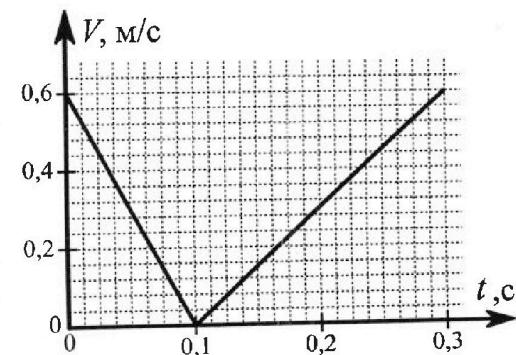
1. Найдите вертикальное перемещение  $H$  камня за первые  $T = 2$  с полета.
2. Найдите модуль  $|\vec{r}(T)|$  перемещения камня за первые  $T = 2$  с полета.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории камня в момент времени  $T = 2$  с.

$$\begin{array}{c} 12 \cdot 18 = 214 \\ \hline 919 \quad 919 \\ 0,2 + \frac{30}{92} = 0,23 \end{array}$$

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>.

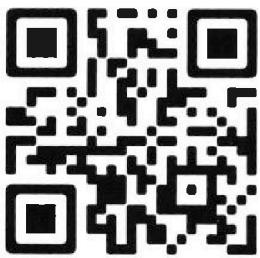


1. Найдите  $\sin \alpha$ , где  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль  $N$  силы нормальной реакции, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при  $0 < t < 0,1$  с.
3. При каких значениях коэффициента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



$$\begin{array}{c} 919 \\ \hline 23 \\ \hline 18,38 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 9 + \frac{319}{36} = 14 + \frac{31}{36} \\ \hline 17,85 = \end{array}$$



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025  
Вариант 09-02



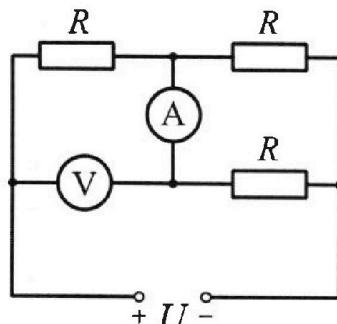
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны  $R = 200 \text{ Ом}$ . Цепь подключена к источнику постоянного напряжения  $U = 120 \text{ В}$ . 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  $I_A$  амперметра.

3 Какая мощность  $P$  рассеивается в цепи?



5. В калориметр, содержащий воду при неизвестной температуре  $t_1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , помещают лед, температура которого  $t_2 = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . 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  $c_L = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$ , 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.

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

СТРАНИЦА  
11 из 11

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!

$$V = \frac{V_0}{T} t - V_0$$

$\sqrt{T}$

Возьмем произвольную  $t$  и получим уравнение  $a$ .  $a = \frac{V_0}{T}$ . Теперь найдем  $S$ .

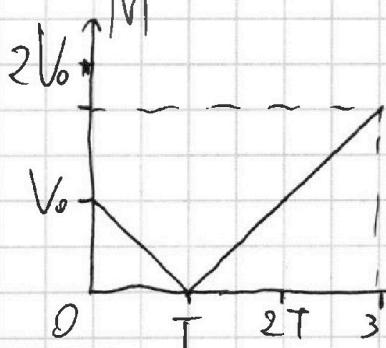
~~$S = \frac{1}{2} a \cdot t^2$~~

~~$S = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_0}{T} \cdot t^2$~~

~~$S = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_0}{T} \cdot (15)^2$~~

~~$S = 12,5 V_0 T$~~

При этом построим график  $V$  в  $t$ .



И найдем площадь под линией.

$$S = \frac{1}{2} V_0 T = \frac{1}{2} \cdot 2 V_0 \cdot 2 T = 2,5 V_0 T = 20 \text{ м}$$

$$F = m \alpha = \frac{m V_0}{T} = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}} {4 \text{ с}} = 0,2 \text{ Н}$$

Согласно закону импульса  $E_{\text{кин}} = \frac{m V_0^2}{2}$ , а в момент времени  $t = T$ ,  $V = (\frac{T}{T} - 1) V_0 = 0$ ,  $E_{\text{кин}} = 0$ . Поэтому для  $F$  совершившего определенную работу  $A_F$  и затраченной им кинетической энергии.

$$A_F = -\frac{m V_0^2}{2} = -\frac{0,4 \text{ кг} \cdot 4 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2} = -0,8 \text{ Дж}$$

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



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.

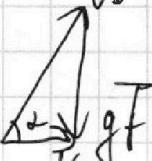
- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------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

СТРАНИЦА  
11 из 11

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!

N 2

Нарисуем траекторию скорости:

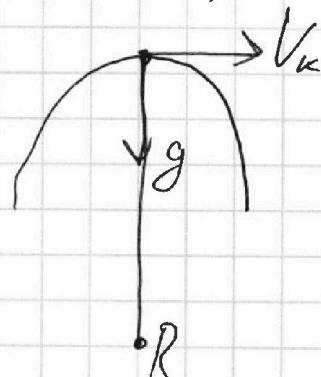
Таким  $V_k \geq \cos(1) V_0 = \frac{V_0}{2}$ . Тогда  
  
 У нас складывается  $V_k = \cos(1)V_0$ ,  
 а значит  $V_k$  не имеет вертикальной составляющей. Тогда  $\sin(1)V_0 = gT = 20 \frac{m}{s}$   
 Тогда  $H = \frac{gT^2}{2} = \frac{400m}{2} = 200m$

Найдем горизонтальное перемещение:

$$\cos(1)V_0 T = \sin(1)gT = \frac{400m}{\sqrt{3}} = V_k T$$

Ищем общее перемещение  $S = \sqrt{\left(\frac{400m}{\sqrt{3}}\right)^2 + (200m)^2} =$

$$= \frac{1600m^2}{3} + 400m^2. S = \sqrt{\frac{1600m^2}{3} + 400m^2} \approx 30,5m$$



Найдем радиус кривизны:

$$\frac{V_k^2}{R} = g; R = \frac{V_k^2}{g} = \frac{C + g^2(gT)^2}{g} =$$

$$= \frac{g^2 T^2}{3g} = \frac{400 \frac{m^2}{s^2}}{30 \frac{m}{s^2}} = 13,3m.$$

Ответ:  $H=200m$ ,  $S=30,5m$ ,  $R=13,3m$



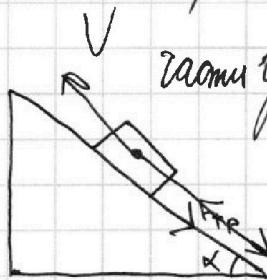
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 из 12

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!

Сначала скорость шайбы уменьшалась, а затем увеличивалась - значит шайба была брошена вверх по склону, ведь если бы её финальная <sup>(скорость)</sup> была ~~стационарной~~, то она либо медленно убывала бы, либо остановилась. На первом участке участика шайбы замедляют съём силы, а значит у.к. на участике - её ускорение



$ma_1 = F_{TP} + mg \sin(\theta) = \mu N + mg \sin(\theta)$ . Аналогично для второй части пути

$$ma_2 = mg \sin(\theta) - F_{TP} = mg \sin(\theta) - \mu N$$

$$m(a_1 + a_2) = 2mg \sin(\theta), \sin(\theta) = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{0,1c + 0,2c}{0,1c} = \frac{0,3c}{0,1c} = 3c$$

$$= \frac{9}{20}. N = mg \cos(\theta) = mg \cdot \sqrt{\frac{20^2 - 9^2}{20^2}} = \frac{mg}{20} \cdot \sqrt{31g} = \frac{20 \cdot 9}{20} \cdot \frac{4H}{C^2} =$$

$$\approx 3,6H. \text{ Очевидно, что боковые силы}$$

связаны с уклоном склона на него

2 силы действуют согласованно. ~~вместе~~

~~$$\frac{m a_1}{\sqrt{20^2 - 9^2}} = \frac{m a_2}{\sqrt{20^2 - 9^2}}$$~~

$$\mu N = m \frac{a_1 - a_2}{2} = m \cdot 1,5 \frac{1}{C^2} = 0,6H$$



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

СТРАНИЦА  
11 из 12

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!

$$F_{tp} = \cos(\alpha) \mu N + \sin(\alpha) N = \frac{9 \cdot 6}{20} \cdot \sqrt{319} + \frac{9}{20} \cdot 4 \cdot \frac{\sqrt{319}}{20} = \sqrt{319} \cdot (0,03 \cdot 6 + 0,09 \cdot 4) = 9,12 \cdot \sqrt{319}$$

Приложе  $F_{tp} \leq \mu N = \mu (1,5mg + \cos(\alpha) N) =$

$$= \mu (6 \cdot 1,5 + \frac{319}{400} \cdot 4) = \mu (9,19) , N_1 = 9,19 \text{ H}$$

Учтено  $\mu \geq \frac{F_{tp}}{N_1} = \frac{9,12 \cdot \sqrt{319}}{9,19} \approx 0,23$

Такое  $\mu \geq 0,23$ .

Ответ:  $\sin(\alpha) = \frac{9}{20} = 0,45$ ,  $N = 3,6 \text{ H}$ ,  $\mu \geq 0,23$



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

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!

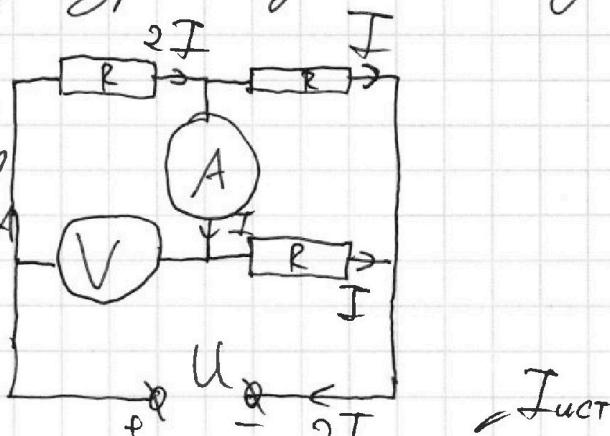
№4

Дадим схему Амперметр за параллельную а вольтметр за разрыв цепи. Тогда рассставим токи:

$$2IR + IR = U = 3IR,$$

$$I = \frac{U}{3R} = \frac{120 \text{ В}}{3 \cdot 200 \Omega} = 0,2 \text{ A},$$

$$I_A = I = 0,2 \text{ A}.$$



Через источники течет  $2I = 0,4 \text{ A}$ , значит всего в цепи можно ток  $I_{\text{ст}} = U \cdot 2I = 120 \text{ В} \cdot 0,4 \text{ A} = 48 \text{ Вт}$ .

Ответ:  $I_{\text{ст}} = 0,4 \text{ A}$ ,  $I_A = 0,2 \text{ A}$ ,  $P = 48 \text{ Вт}$ .



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

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!

№ 5

$m$ - масса воды и льда в начале

Если воды и льда сначала снято погружу, а потом воды стало в 1 раз больше чем льда.

Погружен всего льда отмерзло  $\frac{11}{14+9} - \frac{1}{2} = \frac{1}{20}$  м

всей массы калориметра, то есть  $\delta = \frac{1}{20} \cdot 2 = \frac{1}{10}$ .

В итоге в тюбике весь лед изменился от  $t_2 = 0^\circ$ ,  
а  $\frac{1}{20}$  его массы состояла растаяла: Тогда

$$\delta m\lambda - c_1 m t_2 = c_2 m t_1, t_1 = \frac{\delta\lambda - c_1 t_2}{c_2} =$$

$$= 80^\circ - (-100^\circ) = 180^\circ$$

$$\text{Ответ: } \delta = \frac{1}{10} = 0,1, t_1 = 180^\circ$$



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!

✓ 3

~~Болтала склонность к тому что~~  
~~увеличивалась, а за~~  
~~болтала склонность к тому что~~



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"/> |

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!