



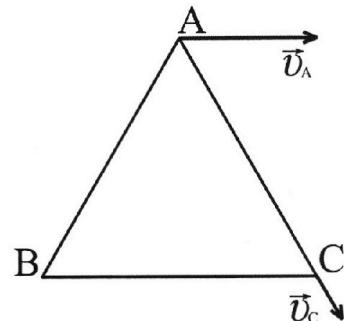
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 10-03**



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

**1.** Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент  $t = 0$  оказалось, что скорость  $\vec{v}_A$  точки A параллельна стороне BC и по величине равна  $v_A = 0,6$  м/с, а скорость  $\vec{v}_C$  вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника  $a = 0,3$  м.



1. Найдите модуль  $v_C$  скорости вершины C.

2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершил восемь оборотов?

Пчела массой  $m = 60$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

3. Найдите модуль  $R$  равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

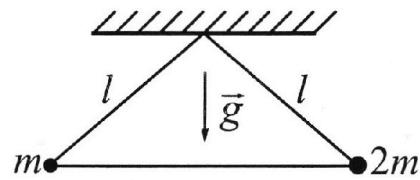
**2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 15$  м фейерверк находился через  $\tau = 1$  с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 30$  м/с. Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние  $L_{\text{MAX}}$  между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами  $m = 200$  г и  $2m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,2l$ . Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_1$  ускорения шарика массой  $m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .

2. Найдите модуль  $a_1$  ускорения шарика массой  $m$  сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

3. Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



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

**Вариант 10-03**



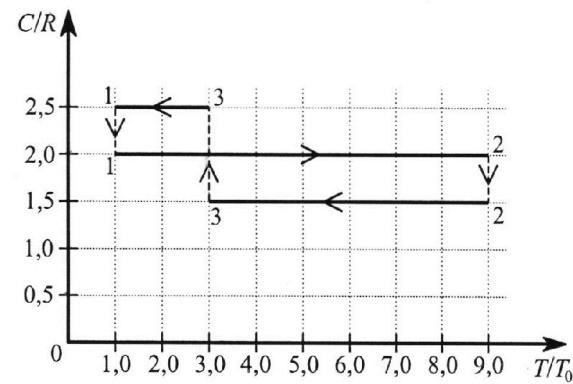
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $v = 1$  моль однотипного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 200\text{ K}$ .

1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , где  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество  $Q_1$  теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

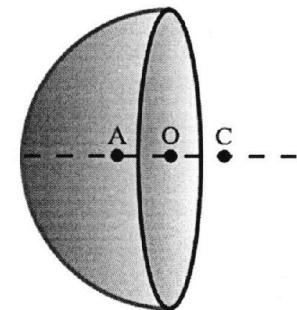
3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 415\text{ kg}$  за  $N = 25$  циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения  $g = 10\text{ m/s}^2$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31\text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$ . Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.



- 5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд  $Q$ . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние  $R$ . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой  $m$ , заряд  $q$ . В точке О кинетическая энергия частицы равна  $K$ .

1. С какой скоростью  $V$  частица движется на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость  $V_C$ , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.

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.

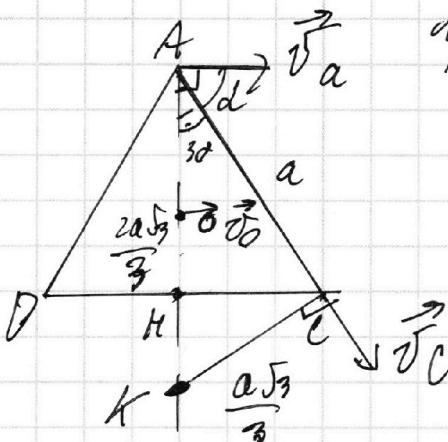


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

N1



$$\Rightarrow v_O = \frac{v_a}{2} = 0,3 \text{ m/s}$$

(из күзөл).

1)  $K - M U \vartheta -$

$$v_a \cdot \cos 30^\circ = v_C \quad (\text{працьо палотка})$$

$$v_C = \frac{v_a}{2} = 0,3 \text{ m/s}$$

2)  $AK = \frac{2a\sqrt{3}}{3}$

$$AH = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

$$HQ = \frac{1}{3} \quad AK = \frac{a\sqrt{3}}{6}$$

$$AQ = \frac{2\sqrt{3} \cdot a}{3}$$

$$AO = \frac{1}{2} AK \Rightarrow$$

Перенесем в CO m. 0;

$$v_{AO} = v_{CO} = v_{BO} = |\vec{v}_A - \vec{v}_B| = 0,3 \text{ m/s}.$$

$$v_{AO} = \omega \cdot AO \Rightarrow \omega = \frac{v_{AO}}{AO} = \frac{\sqrt{3} \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot 2\sqrt{3}} = \sqrt{3} \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = T \cdot N = \frac{26\pi}{\omega} = \frac{26\pi}{\sqrt{3}}$$

$N = 8$  - кем 100 обротов.

3) Дин. момент:

$$M = \omega^2 \cdot I = \omega^2 \cdot AO = (\sqrt{3})^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,3 = \frac{9\sqrt{3}}{10} \text{ Nm}$$

$$R = m \cdot a_y = \frac{60 \cdot 3\sqrt{3}}{10 \cdot 1000 \cdot 10^3} = \frac{18\sqrt{3}}{1000 \cdot 10^3} \text{ H.}$$

Ответ: 1)  $v_C = 0,3 \text{ m/s}$ ; 2)  $T = \frac{16\pi\sqrt{3}}{3} \text{ s}$ ; 3)  $R = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ H.}$



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**.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
1 из 3

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!

№2  
1)  $v_0$  — начальная скорость фейерверка.

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

$$15 = v_0 \cdot 1 - 5$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}.$$

На высоте  $H$ :  $v_H = 0$ ;  $t$  — время полёта

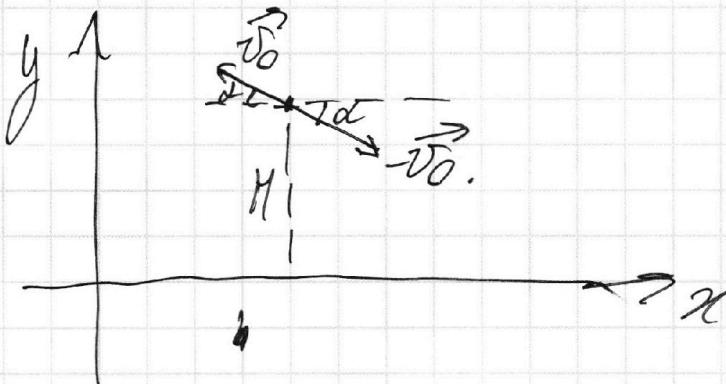
~~$v_0 = gt ; t = \frac{v_0}{g} = 10 \Rightarrow H = h = 100 \text{ м}$~~

~~$H = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$~~

~~$v_0 = gt ; t = \frac{v_0}{g} = 2 \text{ с}$~~

~~$H = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м.}$~~

2) м.к в момент разрыва снаряда выпал из него 3 см осколки разлетелись со скоростями  $\vec{v}_0$  и  $-\vec{v}_0$  соответственно (м.к  $v_H = 0$ ).



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

СТРАНИЦА  
2 из 3

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!

Задачи из ур-я бакалавриата:

две 1-20:

$$+\bar{V}_0 \cdot \cos d \cdot t_1 = L_1.$$

$$H + \bar{V}_0 \cdot \sin d \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = 0.$$

две 2-20:

$$\bar{D}_0 \cdot \cos d \cdot t_2 = L_2.$$

$$H - \bar{D}_0 \cdot \sin d \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 0; \text{ решая кв. ур-я получим:}$$

$$\left\{ t_1 = \frac{\bar{V}_0 \cdot \sin d + \sqrt{\bar{V}_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}{g} \right.$$

$$\left. t_2 = \frac{-\bar{V}_0 \cdot \sin d + \sqrt{\bar{V}_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}{g} \right.$$

вторые корни с  $\sqrt{-gH}$  не подг, т.к.  $t \geq 0$ .

$$L_1 + L_2 = \frac{\bar{V}_0 \cdot \cos d \cdot 2}{g} \sqrt{\bar{V}_0^2 \sin^2 d + 2gH}.$$

$\bar{V}_0^2 = 2gH$  (из 3(3)). Готовируем формулу:

$$L_1 + L_2 = \frac{\bar{V}_0^2}{g} \sqrt{\sin^2 d + 4 \cos^2 d} ; \text{ используем формулу } \cos 2d:$$

$$L_1 + L_2 = \sqrt{\frac{1 - \cos 2d}{2} + (2 + 2 \cos 2d) \cdot \frac{4}{g}} \cdot \frac{\bar{V}_0^2}{g} =$$

$$= \frac{\bar{V}_0^2}{g} \sqrt{2g + 2 \cos 2d - 0,5 \cdot \cos ad}.$$

$$= \frac{\bar{V}_0^2}{g} \sqrt{3 + 2 \cos 2d - \cos^2 ad}$$

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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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!

Ученик:

$$L_1 + L_2 = \sqrt{-\cos^2 2d + 2 \cdot \cos 2d + 3} - \frac{V_0^2}{g}$$

$$L_1 + L_2 \rightarrow L_{\max} \Rightarrow -\cos^2 2d + 2 \cdot \cos 2d + 3 \rightarrow \max.$$

$$\text{Пусть } y = -\cos^2 2d + 2 \cdot \cos 2d + 3.$$

$y_{\max} = y(x_B)$   $x_B$  — вершина параболы.

$$y_{\max} = y\left(\frac{-2}{-2}\right) = y(1), \text{ т. е. при } \cos 2d = 1.$$

$$\Rightarrow L_1 + L_2 = \sqrt{y} \cdot \frac{2V_0^2}{g} = 2 \cdot \frac{V_0^2}{g} = \frac{2 \cdot 20^2}{10} = 80 \text{ м.}$$

Однако:  $y(1) = 20 \text{ м.}$ ;  $L_{\max} = 80 \text{ м.}$

К сожалению, я перепутал задание  $V_0$ .

$$2gH \neq V_0.$$

$$2gH = V_0^2 \cdot \frac{y}{g}$$

Подкорректировал для ошибки:

$$-\cos^2 2d + 2 \cdot \cos 2d + \frac{17}{9} \rightarrow \max.$$

$$\cos 2d = \frac{y}{g}$$

$$y = \frac{169}{81}$$

$$L_1 + L_2 = \sqrt{\frac{169}{81}} \cdot \frac{30^2}{10} = \frac{13 \cdot 30^2}{9 \cdot 10} = 130 \text{ м.}$$

Однако:  $2) L_{\max} = 130 \text{ м.}$

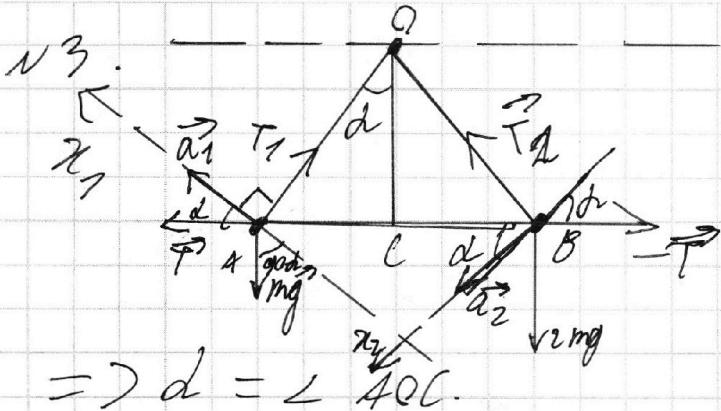


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1      2      3

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!



$$\begin{aligned} 1) \quad & \vec{v}_0 = \vec{0} \Rightarrow \\ & \Rightarrow \vec{a_0} = \vec{0} \Rightarrow \\ & \vec{a}_1 = \vec{a}_{\perp 1} \Rightarrow \\ & \vec{a}_1 \perp OA \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\sin \angle AQC = \frac{3}{5} = 0,6.$$

2) м.к. Стартово-конечные и промежуточные,  
какие перестановки, ~~когда~~ сдвиги групп  
переставлены, как на рисунке показано.

М.к  $\vec{a}_y = \vec{0}$ , дифференцируя правило нахождения:

$$a_1 \cdot \cos k = a_2 \cdot \cos d \Rightarrow a_1 = a_2.$$

Записки Г. Г. да мегреческое око:

$$X_1: m\ddot{y} = T \cdot \cos \alpha - mg \cdot \sin \alpha$$

$$Ox_2 \cdot 2^m \alpha_2 = 2^m y \cdot \sinh - T \cdot \cosh.$$

$$3m\alpha_1 = mg - sihd.$$

$$a_1 = \frac{g \cdot s^2 bd}{3} = \frac{10 \cdot 0,6}{3} = 2 \text{ m/c}^2$$

$$3) T = \frac{m \cdot (a_{\text{ZEG}} \cdot \sin \alpha)}{F_{\text{ZG}}} = \frac{0,2 \cdot (2+6)}{0,8} = 2 \text{ s}$$

$$\text{Orbital: } \sin\alpha = 0.6; \quad \alpha = 20^\circ; \quad T = 2 \text{ M.}$$

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

СТРАНИЦА  
1 из 3

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!

1)  $\Delta^4$  Процесс  $3 \rightarrow 1$ :  $C_{31} = 2,5 R$ ;  $i = 3$ ;  $i -$  кон-  
точкой свободы одномерного газа.

$$C_{31} = \left(\frac{i}{2} + \frac{2}{2}\right) R \Rightarrow 3 \rightarrow 1 - \text{изодура}$$

Процесс  $2 \rightarrow 3$ :  $C_{23} = 1,5 R$ ;  $C_{23} = \frac{i}{2} R \Rightarrow$   
 $2 \rightarrow 3$  - изотопора

Процесс  $1 \rightarrow 2$ :  $C_{12} = 2R$ .  $C_{12} = \text{const} \Rightarrow$

$1 \rightarrow 2$  - изотропора,  $PV^n = \text{const}$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_V} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = -1 \Rightarrow PV^{-1} = \text{const}$$

$$\Rightarrow P \neq \text{const}.V$$

m. 1  $P_0; V_0 \quad P_0^2 = \frac{\partial P}{\partial V} \cdot T_0 \quad (P_0; V_0)$

m. 2:  $P_2 \cdot V_2 = 2R \cdot 9T_0$ .

$$P_2 \cdot k \cdot P_2 = 2R \cdot 9T_0$$

$$P_2^2 = \frac{2R}{k} \cdot 9T_0$$

$$P_2 = 3P_0 \Rightarrow V_2 = 3V_0 \quad (3P_0; 3V_0)$$

m. 3.  $V_3 = \text{const} = V_2 \Rightarrow P_3 \cdot V_3 = 32R \cdot T_0$ .

$$P_3 \cdot 3V_0 = 32R \cdot T_0$$

$$P_3 = P_0 \quad (P_0; 3V_0)$$



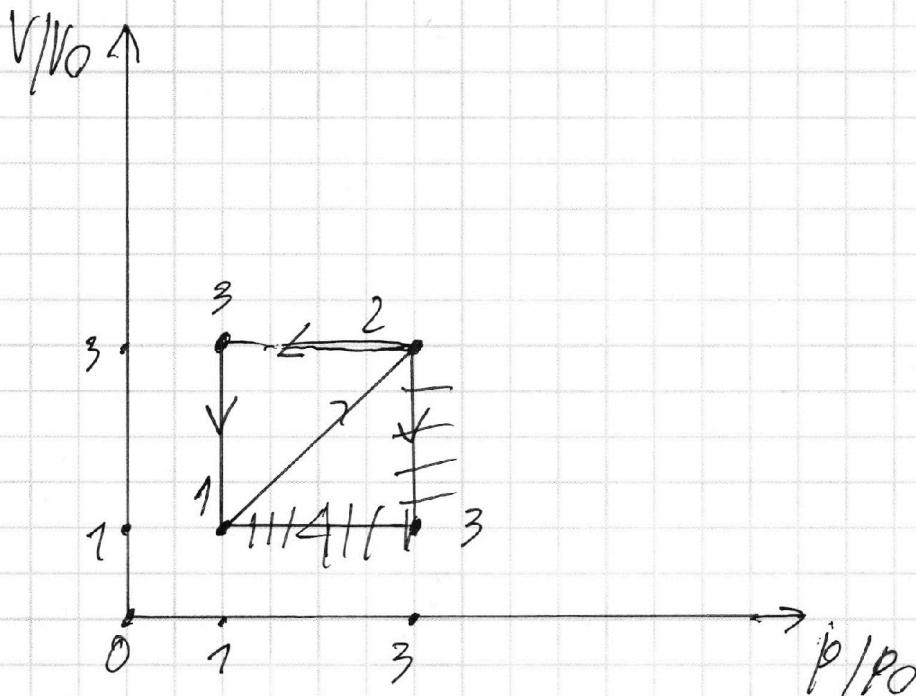
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
2 из 3

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!

Построим график:



2)  $Q_1$  - подводимое тепло, равно  $C_i \cdot \Delta T_i$ ,  
 где  $i$  - индекс процесса; а также  $\Delta T_i > 0$ .  
 Из графика  $\Delta T_i > 0$  можно в процессе  $1 \rightarrow 2 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow Q_1 = Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 0,2 \cdot 8,37 \cdot (9T_0 - T_0) =$   
 $= 2 \cdot 8,37 \cdot 1600 = 13200 \cdot 8,37 = 32 \cdot 837 =$   
 $= 26592 \text{ ДЖ.}$

$$\begin{array}{r}
 & 837 \\
 & 32 \\
 \hline
 & 7662 \\
 + & 2493 \\
 \hline
 & 26592
 \end{array}$$

3)  $A_f = A + |Q|$   
 $A_f$  - подводимое тепло  
 $Q$  - отводимое тепло  
 $A$  - работа цикла за цикл.

$$Q_f = Q_1 \text{ (такого выше).}$$

$$Q = C_{31} \cdot \Delta T_{31} \cdot 2 + C_{23} \cdot \Delta T_{23} = IR \left( \frac{I+2}{2} \cdot \Delta T_2 + \frac{I}{2} \cdot \Delta T_3 \right)$$



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  
3 ИЗ 3

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!

$$= -1 \cdot 8,31 \left( 2,5 \cdot 900 + 7,5 \cdot \cancel{900} \right) = \\ = -1 \cdot 8,31 \cdot \cancel{900} = -831 \cdot 2828 \text{ дж.}$$

$$A = Q_1 - |a_1| = 831 \cdot \left| 32 - \frac{28}{831} \right| = 831 \cdot \cancel{73}^1 = \\ = 10803 \text{ дж. } 3324 \text{ дж}$$

$$A \cdot N = M \cdot g \cdot H.$$

$$H = \frac{A \cdot N}{M \cdot g} = \frac{\cancel{10803} \cdot \cancel{95}}{\cancel{10803} \cdot \cancel{95}} = \frac{10803}{89 \cdot 2} \approx \frac{10803}{178} \\ \approx 60 \text{ м } 20 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 13 \\ \hline 2493 \\ + 831 \\ \hline 10803 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10803 \\ - 93 \\ \hline 10800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10800 \\ - 250 \\ \hline 10550 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10550 \\ - 249 \\ \hline 10301 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10301 \\ - 170 \\ \hline 10131 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10131 \\ - 93 \\ \hline 10038 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10038 \\ - 34 \\ \hline 9994 \end{array}$$

Ответ:

Много было неучтено условие,

что половина работы газа преобразуется в полезную работу. Таким образом полученная высота  $H = \frac{1}{2} \frac{4N}{Mg} \approx \cancel{33}^1 \text{ м. } 20 \text{ м}$

Ответ: 2)  $Q_1 = 26392 \text{ дж; } 3) H \approx 20 \text{ м.}$

Много исправлений было вызвано тем, что  $\Delta T_{23}$  было взято некорректно:  $\Delta T_{23} = 2200 \text{ K}$ .



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!

№ 1/м.к. м. О разбрасывается от сферы:

$$W_p = \frac{k \cdot q \cdot Q}{R} \quad (\text{поменявшая знак энергия частицы})$$

$$R = \frac{q \cdot Q}{4\pi \epsilon_0}$$

Потенциальная энергия:

$$k + \frac{q \cdot Q}{4\pi \epsilon_0 \cdot R} = \frac{m V^2}{2} \quad (\text{при удалении до бесконечности } W_p \rightarrow 0)$$

$$V = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{2q \cdot Q}{4\pi \epsilon_0 \cdot m}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2}{m} \left( k + \frac{q \cdot Q}{4\pi \epsilon_0 \cdot R} \right)}$$

2) Определение:  $V = \sqrt{\frac{2}{m} \left( k + \frac{q \cdot Q}{4\pi \epsilon_0 \cdot R} \right)}$



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.

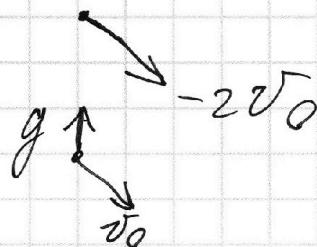
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------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

Если перенести в CQ<sub>1</sub>:

$$-2\sqrt{0}$$



$$\frac{gt_1^2}{2} = H - V_0 \cdot \sin d - t_1^2 g.$$

$$D = \frac{V_0^2}{2} \cdot \sin^2 d + 2gH.$$

$$t_1 = \frac{V_0 \cdot \sin d + \sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}{g}.$$

$$t_2 = \frac{-V_0 \cdot \sin d + \sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}{g}.$$

$$L_2 + L_1 \rightarrow \max.$$

$$L_2 = \left( \frac{V_0 \cdot \sin d + \sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}{g} \right) \cdot 2\sqrt{0} \cdot \cos d$$

$$L_1 = V_0 \cdot \cos d \left( \frac{V_0 \cdot \sin d + \sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}{g} \right)$$

$$L_1 + L_2 = 2\sqrt{0} \cdot \cos d \left( \frac{\sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}{g} \right).$$

$$L_1 + L_2 = 4 \cdot \cos d \cdot \sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}$$

$$L_1 \times L_2 = 4 \sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH} \cdot 40 \cdot \cos^2 d$$

$$\frac{d(x^2)^2}{dx} = 2 \cdot x^2 \cdot 2 \cdot x = 4 \cdot x^3 \quad \frac{d(\epsilon(g(x)))}{dx}$$

$$\frac{d(L_1 + L_2)}{dx} = \cancel{40} \quad \frac{4 \cdot \frac{1}{2}}{\sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}$$

$$100 \cdot \sin^2 d + 40 \cdot \cos^2 d = 100 \cdot 2 \cdot (\sin d)^2$$

$$d((2x)^2)^2 = 16x^4 = 64x^3.$$

$$2 \cdot (2x)^2 \cdot 2 \cdot (2x)^1 = 4 \cdot 2 \cdot 2$$

$$2 \cdot (2x)^2 \cdot (2x)^1 = 2 \cdot 4x^2 \cdot$$



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!

$$g \sin^2 2d \rightarrow$$

$$\frac{1 - \cos 4d}{2} + 2 \cos 2d$$

$$0,5 - 0,5 \cdot \cos 4d + \frac{8}{9} + \frac{8}{9} \cos 2d.$$

$$0,5 + 0,5 + \cos^2 2d + \frac{8}{9} + \frac{8}{9} \cos 4d.$$

$$-\cos^2 2d + \frac{8}{9} \cos 2d + \cancel{-\frac{16}{9}}$$

$$\cos 2d =$$

$$\frac{8}{9} \cdot \frac{4}{9} + \frac{14}{9} - \frac{16}{81} = \frac{160/81}{81}$$

$$\frac{14-9}{81} \\ \frac{56}{81}.$$

$$\frac{246+16}{81} = 162. \\ \frac{153}{16}$$

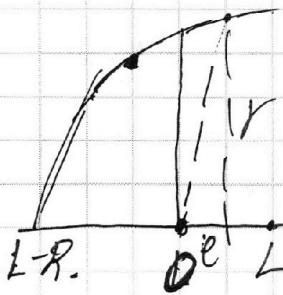


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$W_R = \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot r dR \cdot \frac{q}{4\epsilon_0 \sqrt{L} \sqrt{r^2 + q^2}}$$

$$r = \sqrt{R^2 - (L - e)^2}$$

$$W_M = \frac{Q \cdot q}{8\pi^2 R \cdot \epsilon_0} \frac{\sqrt{R^2 - (L - e)^2}}{R^2} dR$$

$$L_1 + L_2 = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\frac{v_0^2}{4} \sin^2 2d + 2gM \cos^2 d}$$

$$L_1 + L_2 = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\frac{\sin^2 2d}{4} + \cos^2 d}$$

$$L_1 + L_2 = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\frac{1+\cos 2d}{2} + \frac{1-\cos 4d}{8}}$$

$$L_1 + L_2 = \frac{v_0^2}{g} \sqrt{2 + 2\cos 2d + 0,5 - 0,5 \cdot \cos 4d} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \sqrt{2,5 + 2\cos 2d - 0,5 \cdot \cos 4d}$$

$$2,5 + 2\cos 2d - 0,5 \cdot \cos 4d \rightarrow \max.$$

$$2,5 + 2\cos 2d - \cos^2 d + 0,5 \approx 2,5 \max.$$

$$\cos 2d$$

$$-\cos^2 2d + 2\cos 2d + 3 \rightarrow \max.$$

$$-\sin^2 2d + 2\sin 2d + 3 = 0.$$

$$\sin^2 2d + 2\sin 2d - 3 = 0.$$

$$\sin 2d = 1.$$



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 type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$100 \sin^2 2d = -(50 - 100 \sin^2 d) + 50 = \\ = 50 - 50 \cos 4d.$$

$$40 \cos^2 d = 20 \cos 2d + 20.$$

$$L_1 =$$

$$\frac{\omega \sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3} \rightarrow 0,3$$

$$\frac{W \cdot h}{\sqrt{3}} = 0,3$$

$$\begin{array}{r} 837 \xrightarrow[415]{415} 2 \\ -415 \\ \hline 422 \\ -415 \\ \hline 70 \\ -70 \\ \hline 0 \\ \end{array}$$

$$1000$$

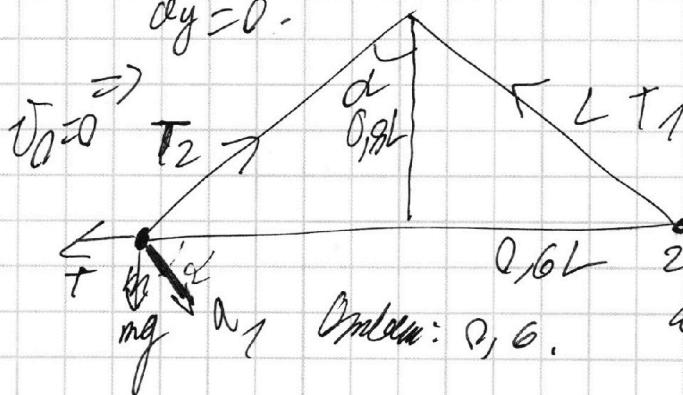
$$\frac{13 \cdot 2 \cdot 25}{20} = 13,5.$$

$$a_y = \omega^2 \cdot R = 3$$

$$W = \frac{3}{\sqrt{3}}.$$

$$\left. \begin{array}{l} L \\ H \end{array} \right\}$$

$$a_y = 0.$$

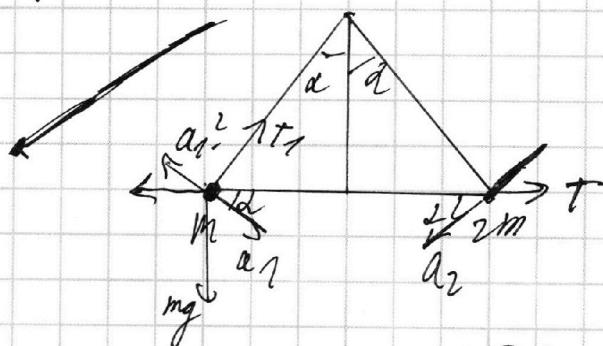


$$\frac{gt^2}{2} = H; \quad \overline{D} \cdot t = 0.$$

$$H = \frac{D^2}{2g}; \quad g t^2 = \frac{D^2}{g}$$

$$t = \frac{D}{g}; \quad g t = D$$

$$|\alpha_1| = |\alpha_2|.$$



$$ma_1 = T \cos \alpha - mg \cdot \sin \alpha.$$

$$2m a_2 = -T \cdot \sin \alpha + 2mg$$

$$0,6 a_1 = T \cdot 0,8 - 2 \cdot 0,6$$

$$- 0,6 a_1 = 0,6$$

$$T = 2M.$$

$$0,6 a_1 = 2m/c.$$

$$0,4 a_1 = 4 \cdot 0,6 - T \cdot 0,8.$$

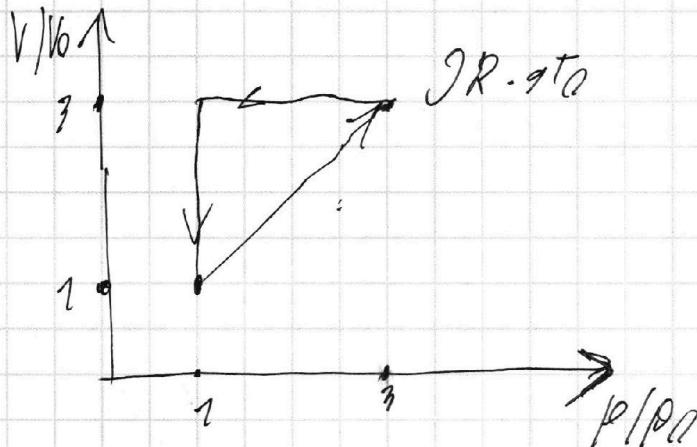


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\frac{\alpha \sqrt{3}}{3} - \omega = \frac{\pi}{13}$$

$$\omega = \frac{\pi}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{3 \cdot 0,3}{\sqrt{3}} = 0,3 \sqrt{3} - 6$$

$$= 60 \cdot 10 - 6$$

$$= 28 \sqrt{3} \cdot 10^3$$

$$A = 2p_0 \cdot V_0 + 2 \cdot \frac{1}{2} = 2p_0 V_0 = 2 \sqrt{R T}$$

$$2 \cdot 1600 = 1,5 R \cdot 1200 - 2,5 R \cdot 400$$

$$\begin{array}{r} 3200 \\ - 1600 \\ \hline 1600 \\ \times \frac{337}{33} \\ \hline 3324 \end{array}$$

$$dQ = \frac{q}{2\pi R} \cdot r \cdot dr$$

$$\frac{8 \cdot 25}{10} = 20 \text{ м.}$$

$$W_M = \int \frac{dq \cdot g}{2\pi \sqrt{r^2 + e^2} \cdot 9800}$$

$$2 \sqrt{R T} \quad \gamma = \frac{M g H}{2 \cdot N \cdot \sqrt{R T}}$$



$$H = \gamma \cdot 2 \cdot N \cdot \sqrt{R} \cdot \frac{R}{2} =$$

$$= \frac{25 \cdot 831 \cdot 2}{415 \cdot 10} = \frac{100}{10} = 10 \cdot \frac{Mg}{R}$$

$$2 \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 1600 = 32 \cdot 831.$$

$$W_M = \int \frac{q \cdot dQ \cdot k}{\sqrt{r^2 + e^2}} =$$

$$= \frac{k \cdot q \cdot dQ \cdot \sqrt{R^2 - e^2}}{R 2\pi R} \cdot de.$$

$$= \frac{\sqrt{k \cdot q \cdot dQ}}{R} = dQ =$$