

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

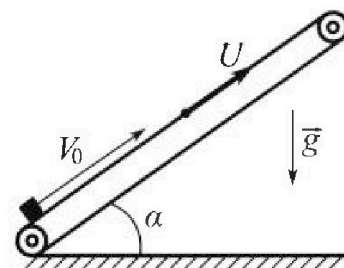
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопр отивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

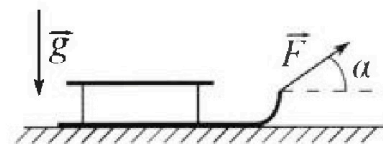
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

$$\begin{array}{ccccccc}
 & 1 & 2 & 3 & 4 & & \\
 & \circ & \circ & \circ & \circ & & \\
 1-2 & \frac{kg^2}{b} & & & & & \\
 1-3 & \frac{kg^2}{2b} & & & & & \\
 1-4 & \frac{kg^2}{3b} & & & & & \\
 2-3 & - & \frac{kg^2}{b} & & & & \\
 2-4 & - & & & \frac{kg^2}{2b} & & \\
 3-4 & & & & \frac{kg^2}{b} & & \\
 \frac{3kg^2}{b} + & \frac{kg^2}{b} + & \frac{kg^2}{3b} = & \frac{9+3+1}{3} \frac{kg^2}{b} = \frac{13kg^2}{3b}
 \end{array}$$



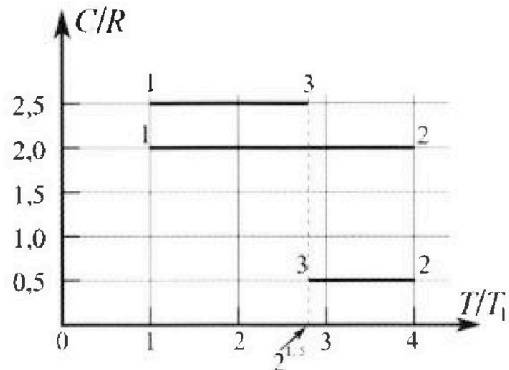
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



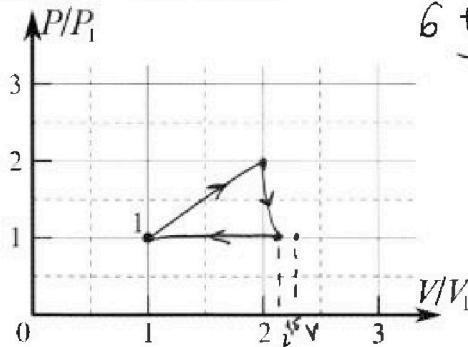
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД η цикла.

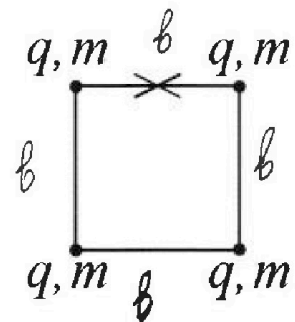
3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



$$6 + \sqrt{2} - 2 + 25 - 5\sqrt{2} =$$

$$= \frac{6 + 25 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{31 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{31}{6} - \frac{2\sqrt{2}}{3} = 5.166 - 0.942 = 4.224$$

5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .



1) Найдите силу T натяжения нитей.

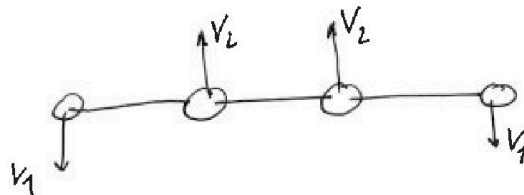
Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?

Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

$$v_1 = v_2 = v$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

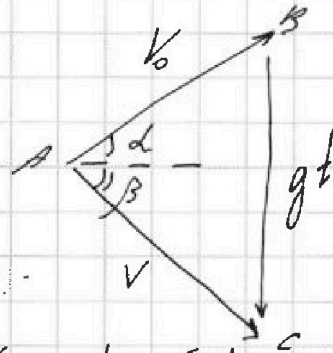
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

- NT.
- 1) $V_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$
- 2) нарисуем треугольник скоростей:

V - скорость, когда
мяч ударяется о
стенку



С одной стороны:

$$S_{ABC} = \frac{1}{2} V_0 \cdot V \cdot \sin(\alpha + \beta) \quad (1)$$

С другой:

$$S_{ABC} = \frac{1}{2} V_0 \cos \alpha \cdot gt = \frac{1}{2} V_0 \cos \alpha \cdot t \cdot g = \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

по ЗСЗ:

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V^2}{2} + m g H$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - 2gH}$$

(H - высота, на которой
мяч ударяется о стенку)

Приравняем (1) и (2):

$$S g = V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 - 2gH} \cdot \sin(\alpha + \beta)$$

$$H = H_{\max}, \text{ когда } \sin(\alpha + \beta) = 1$$

$$S g = V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 - 2gH_{\max}}$$

$$\left(\frac{Sg}{V_0}\right)^2 = V_0^2 - 2gH_{\max}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



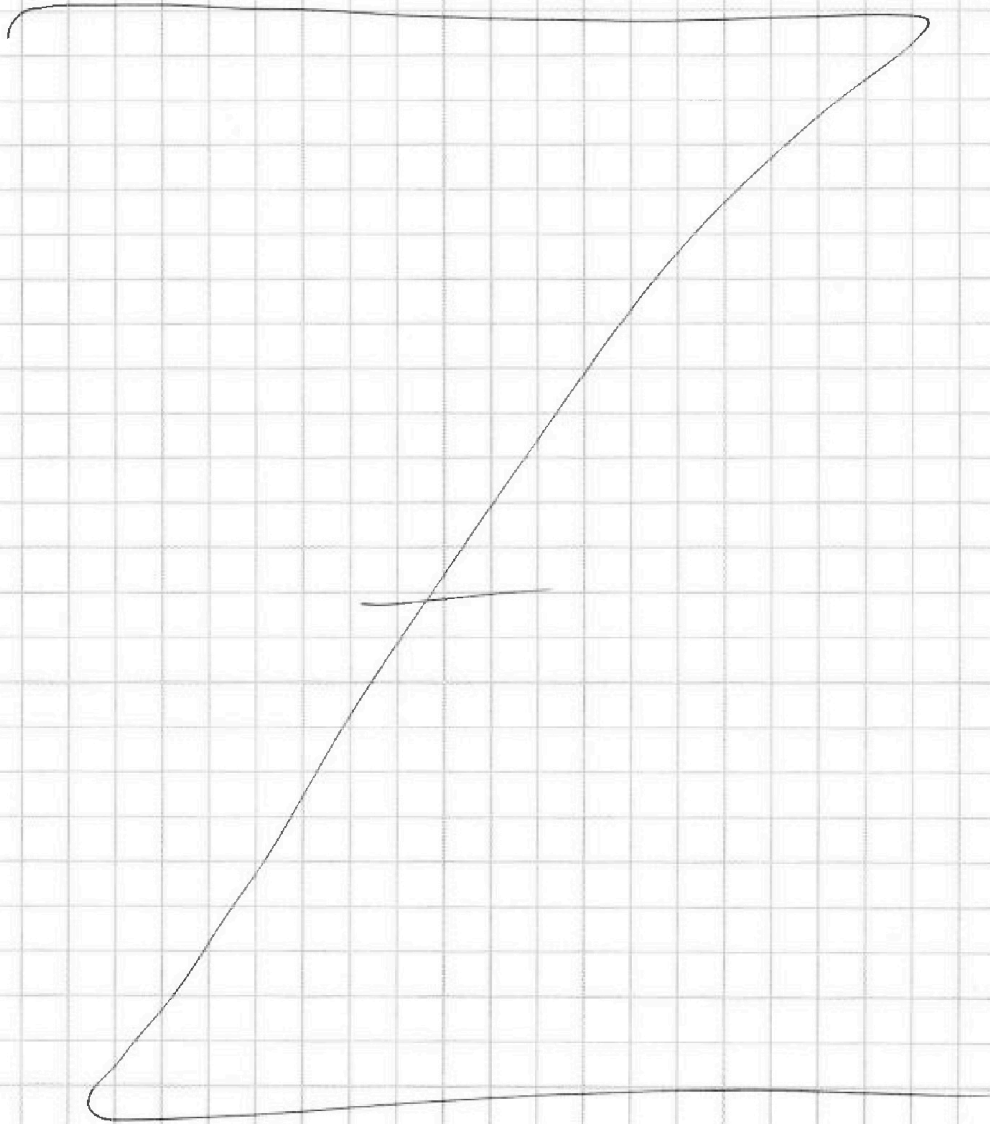
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$H_{\max} = \frac{V_0^2 - \left(\frac{2g}{V_0}\right)^2}{2g} = \frac{20^2 - \left(\frac{2 \cdot 10}{20}\right)^2}{2 \cdot 10}$$
$$= \frac{20^2 - 10^2}{20} = \frac{30 \cdot 10}{20} = 15 \text{ м.}$$

Решение: $V_0 = 20 \text{ м/с}$
 $H_{\max} = 15 \text{ м.}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



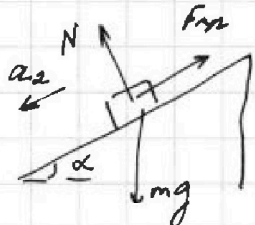
№2.

при движении по траектории выложим
2 ситуации: (I)



В этой ситуации $a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha =$
 $= 10 (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 10 \cdot (0,8 + 0,2) = 10 \text{ м/с}^2$

(II)



В этой ситуации:

$$a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) =$$
$$= 10 \cdot (0,8 - 0,2) = 6 \text{ м/с}^2$$

1) тело будет двигаться сначала
вверх, а потом вниз (т.к. $\frac{V_0^2}{2a_1} < S$)

$$S_1 = \frac{V_0^2}{2a_1} = \frac{16}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ м} - \text{пути, пройденный телом до остановки}$$

$$t_1 = \frac{V_0}{a_1} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

далее тело будет двигаться с
ускорением a_2 и пройдет против пути

$$S_2 = S - S_1 = \frac{a_2 t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2(S - S_1)}{a_2}} =$$
$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{4}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}$$

2) со скоростью $U = 2 \text{ м/с}$ тело будет
двигаться вверх с ускорением a_1

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

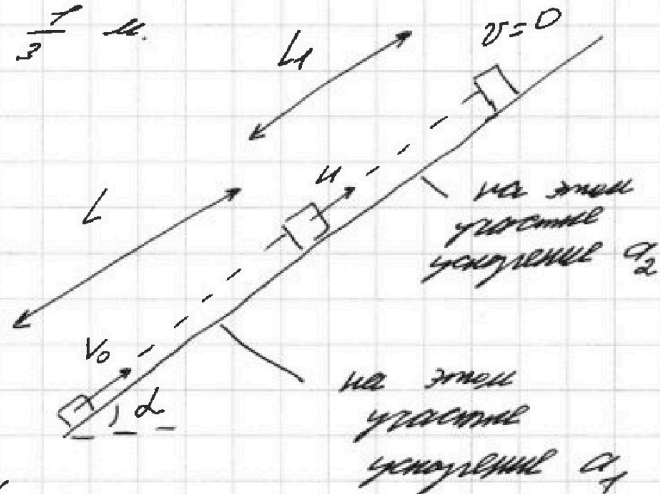
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$L = \frac{V_0^2 - U^2}{2a_1} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ м}$$
$$3) L_1 = \frac{U^2}{2a_2} = \frac{4}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3} \text{ м.}$$



$$H = (L + L_1) \cdot \sin \alpha = (0,6 + \frac{1}{3}) \cdot 0,8 =$$
$$= \frac{14}{15} \cdot \frac{4}{5} = \frac{56}{75} \text{ м}$$

Ответы: 1) $T = 0,6 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$

2) $L = 0,6 \text{ м}$ 3) $\frac{56}{75} \text{ м.}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

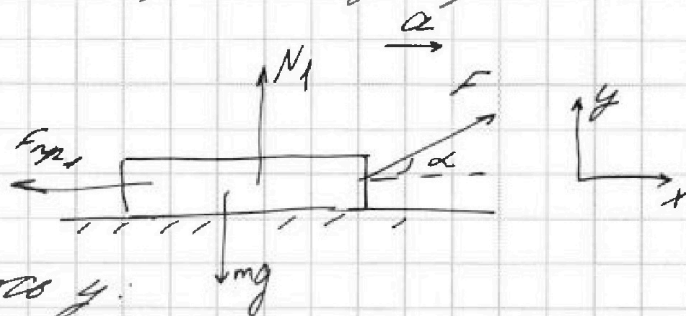
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) Силки в обоих случаях поддерживают U_0 составляющая motion до скорости V_0 за одно и то же время, следовательно тело движется в обоих случаях с одинаковым ~~ускорением~~ ускорением a .

1-й случай:



по 2-3-й: ось y:

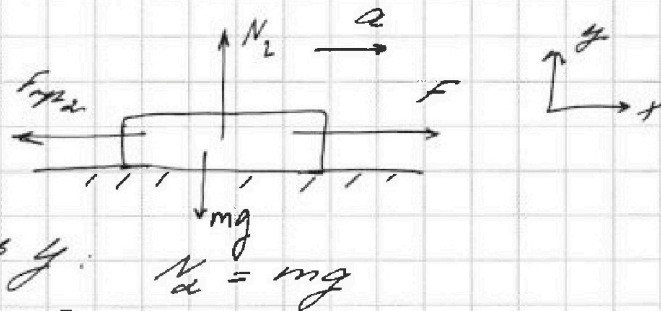
$$N_1 + F \sin \alpha = mg$$

$$N_1 = mg - F \sin \alpha$$

ось x: $F \cos \alpha - F_{mp1} = ma$

$F_{mp1} = \mu N_1$, следовательно $F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = ma$ (1)

2-й случай:



по 2-3-й: ось y: $N_2 = mg$

ось x: $F - F_{mp2} = ma$

$F_{mp2} = \mu N_2$, следовательно $F - \mu mg = ma$ (2)

Возьмем из (2) - (1):

$$F - \mu mg - F \cos \alpha + \mu mg - \mu F \sin \alpha = 0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>

МОТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$1 - \cos \alpha - \mu \sin \alpha = 0$$

$$1 - \cos \alpha = \mu \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

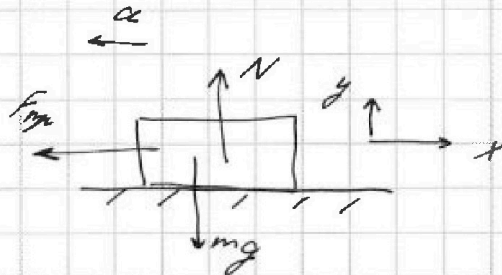
2) после прекращения действия силы
санки будут замедляться с ускорением
равным μg ,

след. останавливаются

или через

$$T = \frac{V_0}{\mu g}$$

$$= \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$



по 2-3-му: $y: N = mg$

$x: F_{fr} = ma$
 $\mu mg = ma$
 $a = \mu g$

Ответ:

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N4.

1) $Q_{12} = P_{12} + \Delta U_{12}$
 $P_{12} = 2R \cdot U \cdot (4T_1 - T_1) = 6\sqrt{2}RT_1 > 0$
 $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{2}RT_1 (4T_1 - T_1) = 4,5\sqrt{2}RT_1$
 $P_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 1,5\sqrt{2}RT_1 = \frac{3}{2} \cdot 0,31 \cdot 400 =$
 $= 4986 \text{ Дж.}$

2) $Q_{23} = \frac{1}{2} R \cdot U \cdot (2^{15} T_1 - 4T_1) < 0$
 $Q_{31} = \frac{5}{2} R \cdot U \cdot (T_1 - 2^{15} T_1) < 0$

кол-во теплоты, полученное от нагревателя $Q_H = Q_{12}$; кол-во теплоты, отданное холодильнику $Q_X = -(Q_{23} + Q_{31})$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = \frac{6\sqrt{2}RT_1 + \frac{1}{2}\sqrt{2}RT_1(2^{15}T_1 - 4T_1) + \frac{5}{2}\sqrt{2}RT_1(T_1 - 2^{15}T_1)}{6\sqrt{2}RT_1}$$
$$= \frac{6 + \sqrt{2} - 2 + 2,5 - 5\sqrt{2}}{6} = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} \approx$$
$$\approx \frac{0,9}{6} = \frac{9}{60} = \frac{3}{20} = 0,15 \text{ или } 15\%.$$

3) процесс 1-2 - процесс с квадратичной зависимостью p от V

(т.к. $C_{12} = 2R$)

по уравнению Клапейрона-Менделеева:

$$p_1 V_1 = \nu RT_1, \quad p_2 V_2 = \nu R \cdot 4T_1 \Rightarrow p_2 = 2p_1$$
$$V_2 = 2V_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

процесс 3-1 - изобарный (т.к. $C = \frac{5}{2}R$),

$$P_1 = P_3$$

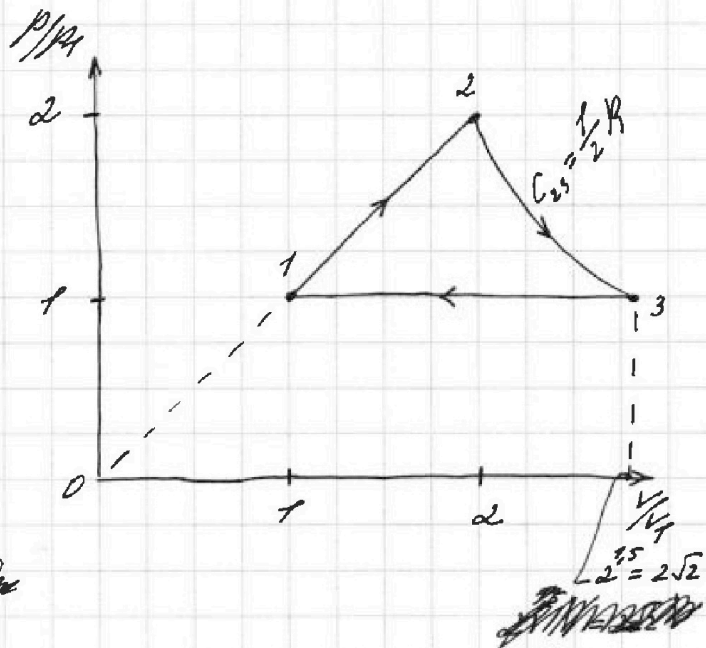
по уравнению Клапейрона-Менделеева:

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_3 V_3 = \nu R \cdot 2^{1.5} T_1 \Rightarrow V_3 = 2^{1.5} V_1$$

процесс 2-3 - процесс сжатия, соединив 2 и 3

Итак, график:



Ответ: 1) 4906 Дж

2) 15 %

3) см. рис.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

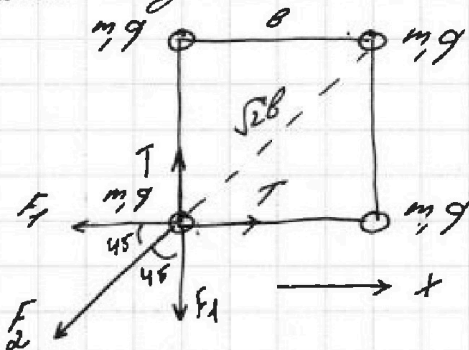
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N 5

1) чтобы найти силу натяжения T , рассмотрим один из шариков



по 2 3 и 4 шарика: ось x :

$$T - F_1 - F_2 \cos 45 = 0$$

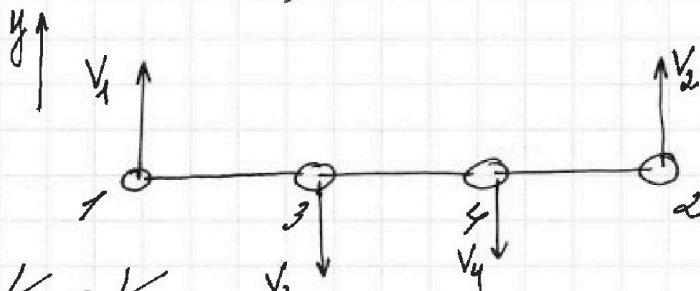
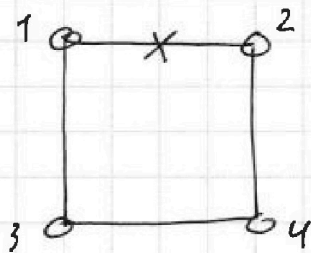
$$T = F_1 + F_2 \cos 45$$

$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}, \quad F_2 = \frac{kq^2}{(\sqrt{2}b)^2} = \frac{kq^2}{2b^2}$$

$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{kq^2}{2b^2} = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

2) "до перемещения"

"после перемещения"
до момента, когда шарик на одной прямой



из симметрии

$$V_1 = V_2$$

$$V_3 = V_4$$

Т.к. центр тяжести системы из 4 шариков находится в O , то по 3 СЗМ: ось y :

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$mV_1 + mV_2 - mV_3 - mV_4 = 0$$

\Downarrow

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V - \text{скорость, которую}$$

имеем кейты

$$W_1 = \left(2 \cdot \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b} \right) \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{4\sqrt{2} + 2}{\sqrt{2}} \frac{kq^2}{b} - \text{потенциальная энергия}$$

системы зарядов
вначале

$$W_2 = \left(\frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} \right) \cdot 2 +$$

$$+ \left(\frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} \right) \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{13}{3} \frac{kq^2}{b} -$$

потенциальная энергия системы зарядов в конце

по ЗСЭ: $W_1 = W_2 + 4 \cdot \frac{mV^2}{2}$

$$V = \frac{W_1 - W_2}{2m} = \frac{kq^2}{2mb} \left(\frac{4\sqrt{2} + 2}{\sqrt{2}} - \frac{13}{3} \right)$$

Ответ: 1) $T = \frac{kq^2}{ba} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$

2) $V = \frac{kq^2}{2mb} \left(\frac{4\sqrt{2} + 2}{\sqrt{2}} - \frac{13}{3} \right)$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 600 \\ \hline 498600 \end{array}$$

$$Q_{12} = 2R \nu \cdot (T_2 - T_1) = 2R \nu (4T_1 - T_1) = 6\nu R T_1$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - T_1) = 4,5 \nu R T_1$$

$$A_{12} = 1,5 \nu R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 0,31 \cdot 400^{200} = 4986 \text{ (Дж)}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 500 \\ \hline 415500 \end{array}$$

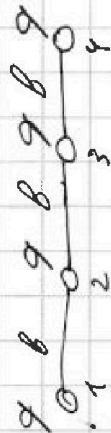
$$Q_{23} = 0,5R \cdot \nu (4T_1 - 2^{1,5} T_1) < 0$$

$$Q_{31} = 2,5 \nu R (2^{1,5} T_1 - T_1) < 0$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - (|Q_{23}| - |Q_{31}|)}{Q_{12}}$$

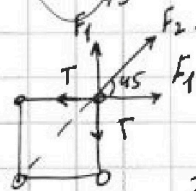
$$= \frac{6\nu R T_1 - 0,5\nu R (4T_1 - 2^{1,5} T_1) - 2,5\nu R (2^{1,5} T_1 - T_1)}{6\nu R T_1}$$

$$6 - \frac{1}{2} \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 2^{1,5} - \frac{5}{2} \cdot 2^{1,5} + \frac{5}{2}$$



$$6 - 1 + \sqrt{2} - 5\sqrt{2} + 2,5 = \frac{7,5 - 4\sqrt{2}}{6}$$

$$= \frac{7,5 - 5,6}{6} = 1 - \frac{96}{95} \approx 0,3$$



$$F_1 = \frac{4g^2}{8}, \quad F_2 = \frac{6g^2}{8}$$

$$T = F_1 + F_2 \cos 45 = \frac{4g^2}{8} + \frac{\sqrt{2} \cdot 6g^2}{8}$$

$$\begin{array}{r} 560 / 25 \\ - 525 / 74 \\ \hline 350 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

процесс 1-2 - процесс с параллельными звенами.
зв. от V

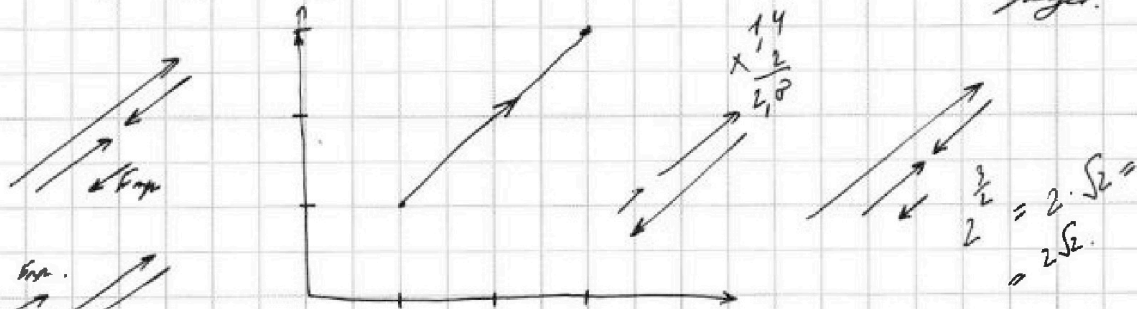
$$p_1 V_1 = \rho B T_1$$

$$p_2 V_2 = \rho B \cdot 4T_1$$

$$\frac{3}{5} + \frac{1}{3} = \frac{9+5}{15} = \frac{14}{15}$$

$$\frac{14}{15}$$

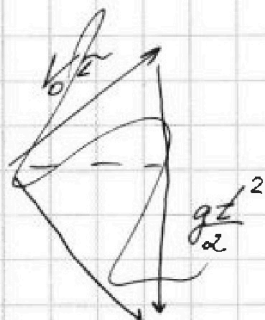
$p_2 V_2 = 4 p_1 V_1 \Rightarrow$ зв. и для зв. в 2 раз.



$$V_0 =$$

$$L = \frac{V_0 \cdot V \cdot \sin \gamma}{g}$$

$$L = V_0$$



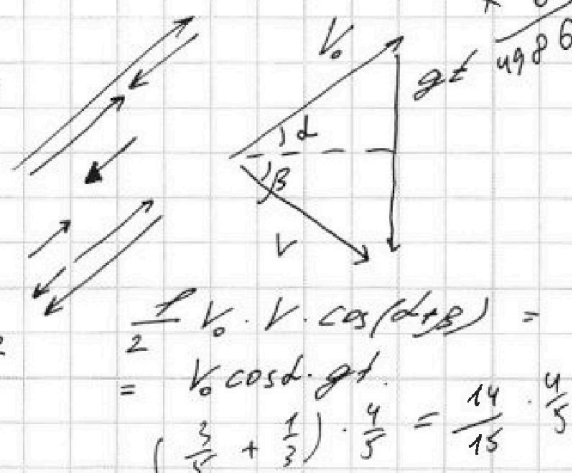
$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{V^2}{2} + gh$$

$$L = \frac{V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 - 2gh} \cdot \sin \gamma}{g} \quad V = \sqrt{V_0^2 - 2gh}$$

$$H_{max} \Rightarrow \sin \gamma = 90$$

$$L = \frac{V_0 \sqrt{V_0^2 - 2gh}}{g}$$

$$\left(\frac{Lg}{V_0}\right)^2 = \frac{V_0^2 - 2gh}{V_0^2 - \left(\frac{Lg}{V_0}\right)^2}$$



$$\frac{L}{2} V_0 \cdot V \cdot \cos(\alpha + \beta) = V_0 \cos \alpha \cdot gh$$

$$\left(\frac{3}{5} + \frac{1}{3}\right) \cdot \frac{4}{5} = \frac{14}{15} \cdot \frac{4}{5}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

перемещён в с.о. треугольника.
мало гравит. ускор.
Земли скорость $u = 2 \text{ м/с}$,
когда ост. в с.о. тра.

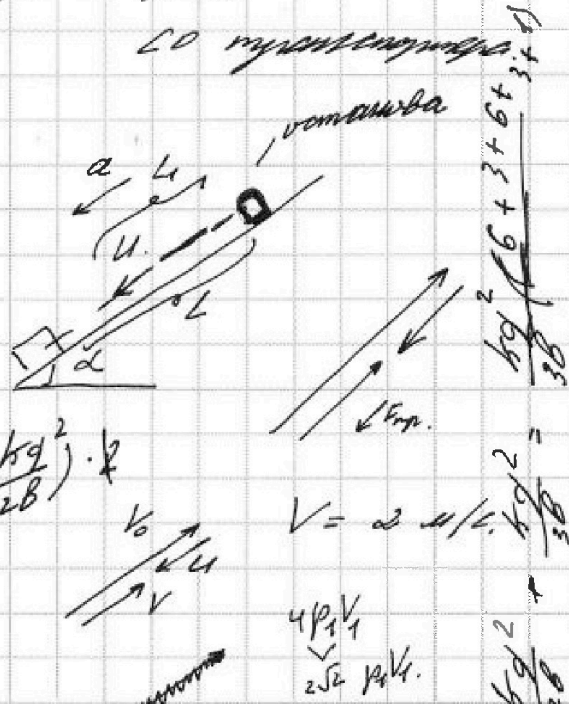
$$\vec{v}_{\text{доп}} = \vec{v}_{\text{омн}} + \vec{v}_{\text{пер}}$$

$$\vec{v}_{\text{омн}} = \vec{v}_{\text{доп}} - \vec{v}_{\text{пер}}$$

$$L = \frac{v^2}{2a_1} =$$

$$= \frac{4^2}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ м.}$$

$$\left(\frac{kg^2}{8} \cdot 2 + \frac{kg^2}{28}\right) \cdot 8$$



$$L_1 = \frac{u^2}{2a_2} = \frac{4^2}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3} \text{ м.}$$

$$L - L_1 = \frac{2}{10} - \frac{1}{3} = \frac{6 - 10}{30}$$

$$L_1 = \frac{v_0^2 - u^2}{2a_1} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} =$$

$$= \frac{12}{20} = 0,6$$

$$L_2 = \frac{u^2}{2a_2} = \frac{4}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3}$$

$$H = \left(\frac{3}{5} + \frac{1}{3}\right) \cdot \sin \alpha = \frac{9+5}{15} \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= \frac{14 \cdot 4}{5 \cdot 5} = \frac{56}{25}$$

$$V_1 = V_3$$

$$V_3 = 2 \sqrt{V_1}$$

$$p V_1 = \nu R T_1$$

$$p \cdot V_3 = \nu R \cdot 2^{1,5} T_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$S = V_0 \cdot T - \frac{a T^2}{2}$$

$$\left(\frac{kg^2}{8} + \frac{kg^2}{8} + \frac{kg^2}{8\sqrt{2}} \right) \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} = \frac{2\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2}}$$

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

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma$$

$$\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = a$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{5} + 10 \cdot \frac{2}{10} =$$

$$= 2 + 2 = 4 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$S = V_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

$$\frac{a}{2} \cdot T^2 - V_0 T + S = 0$$

$$5T^2 - 4T + 1 = 0$$

$D = 16 - 4 \cdot 5 < 0$, след. корней нет.

В минимально малый промежуток времени и будет фин. путь.

$$\frac{V_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ м.}$$

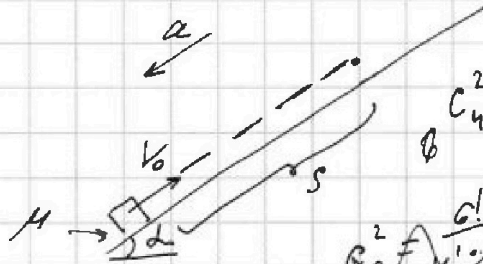
$$t_1 = \frac{V_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с.}$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha =$$

$$= 10 \cdot \frac{2}{10} - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \frac{8}{5} = 2 - 4 = -2 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

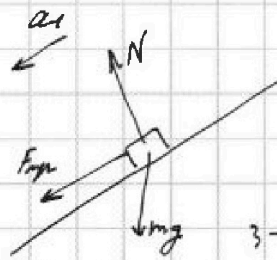
$$d_2 = \frac{0 - (-2)^2}{-2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ м.}$$

$$W_1 = \frac{kg^2}{8} \cdot 4 + \frac{kg^2}{8\sqrt{2}} \cdot 2 = \frac{4\sqrt{2} + 2}{\sqrt{2}} \frac{kg^2}{8}$$



$$C_4^2 = \frac{4!}{2! \cdot 2!} = 6$$

$$P_5^2 = \frac{5!}{4! \cdot 1!} = 5$$

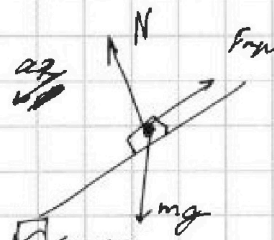


3-4 $\frac{kg^2}{8}$

1-2 $\frac{kg^2}{8}$ 2-3 $\frac{kg^2}{8\sqrt{2}}$

1-3 $\frac{kg^2}{8}$ 2-4 $\frac{kg^2}{8}$

1-4 = $\frac{kg^2}{8\sqrt{2}}$ $W = \frac{4}{9}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{20 \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{5}{1 - \sin^2 \alpha} = H_{\max} \left(\frac{kg^2}{8} + \frac{kg^2}{28} + \frac{kg^2}{38} \right) \cdot 2!$$

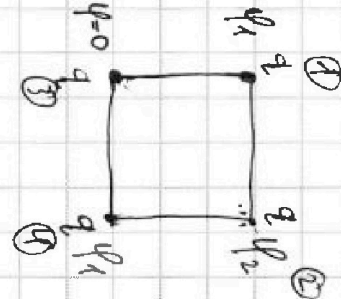
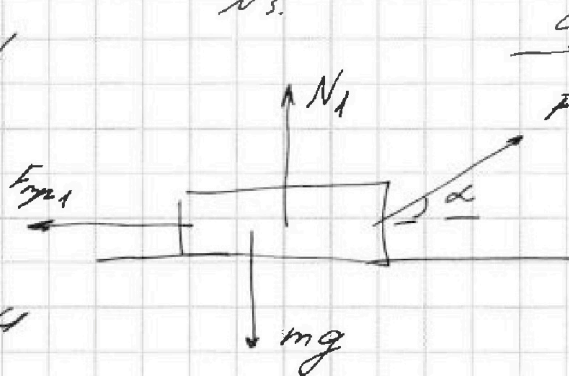
$$\frac{20 \sin \alpha / (1 - \sin^2 \alpha) - 5}{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{20 \sin \alpha - 20 \sin^3 \alpha - 5}{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\frac{5 \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{5}{\cos^2 \alpha} = H_{\max}$$

$$\frac{5 \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{5}{\cos^2 \alpha} = H_{\max} \quad \frac{1}{2} \cdot \frac{mV^2}{2m} + \frac{13kg^2}{3 \cdot 8} = \frac{4\sqrt{2} + 2kg^2}{\sqrt{2} \cdot 8}$$

$V_0, \alpha = \text{const}$

1)



no a 3H

$$mg = N_1 + F \sin \alpha$$

$$F \cos \alpha - \mu N_1 = ma$$

$$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = ma$$

2)

$$mg = N_2$$

$$F - \mu N = ma$$

$$F - \mu mg = ma \quad W_2 = \frac{3kg^2}{8} + 2 \cdot \frac{kg^2}{28} + \frac{kg^2}{38}$$

~~$F_2 - \mu mg$~~

$$F - \mu mg - F \cos \alpha + \mu mg - \mu F \sin \alpha = 0$$

$$F(1 - \cos \alpha - \mu \sin \alpha)$$

1-2 $\frac{kg^2}{8}$ 1-4 $\frac{kg^2}{38}$ 2-3 $\frac{kg^2}{8}$ 2-1 $\frac{kg^2}{28}$

1-3 $\frac{kg^2}{28}$ 3-4 $\frac{kg^2}{8}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ



уровн. 3-1 - высота

$$P_1 \cdot V_1 = 2B T_1$$

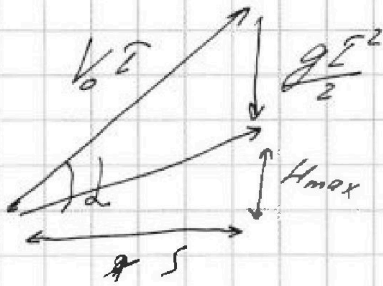
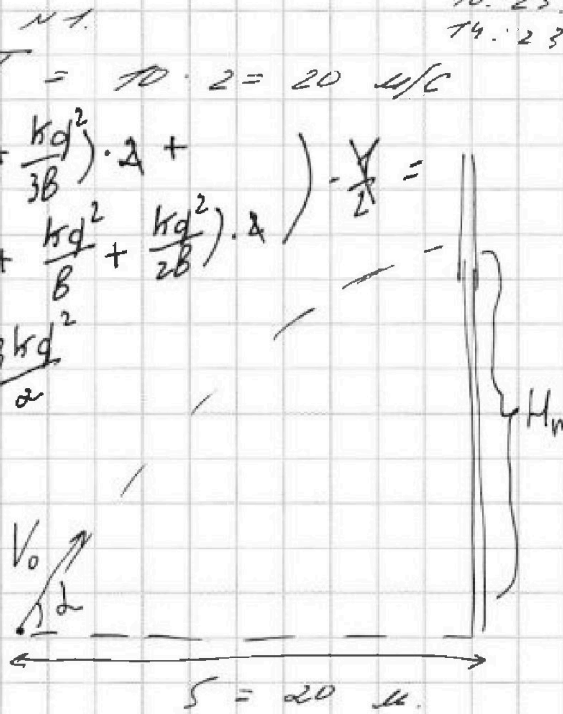
$$P_3 \cdot V_3 = 2B \cdot 2^{15} T_1$$

$$P_1 = P_3 \Rightarrow V_3 = 2^{15} V_1$$

$$1) V_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$$

$$2) \left(\left(\frac{kg^2}{8} + \frac{kg^2}{2B} + \frac{kg^2}{3B} \right) \cdot 2 + \left(\frac{kg^2}{8} + \frac{kg^2}{B} + \frac{kg^2}{2B} \right) \cdot 2 \right) \cdot \frac{V}{2} =$$

$$= \frac{3kg^2}{\alpha}$$



$$V_0 \cdot \cos \alpha = S, \quad t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = H_{max}$$

$$\frac{S \sin \alpha \cdot S}{S \cos \alpha} - \frac{g \cdot S^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} = H_{max}$$

$$\frac{S \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} = H_{max}$$

$$20 \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{10 \cdot 20 \cdot 20}{2 \cdot 20^2 \cdot \cos^2 \alpha} = H_{max}$$

$$\frac{20 \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{5}{\cos^2 \alpha} = H_{max} \Rightarrow$$

уровн 1-2 - уровень с препятствием

задача по см V.

$$P_2 V_2 = 2B \cdot 4 T_1 \Rightarrow P_2 V_2 = 4 P_1 V_1 \Rightarrow P_2 = 2 P_1$$

$$P_3 V_3 = 2B T_1 \Rightarrow V_3 = 2 V_1$$