



**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.

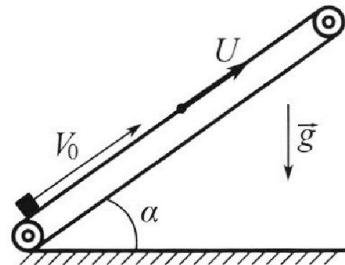
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посыпает 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление 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 покояющуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$. 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 $U = 2 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

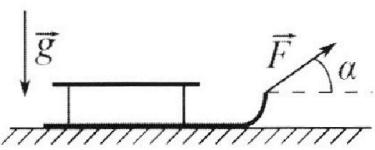
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2 \text{ м/с}$?

- 3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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.



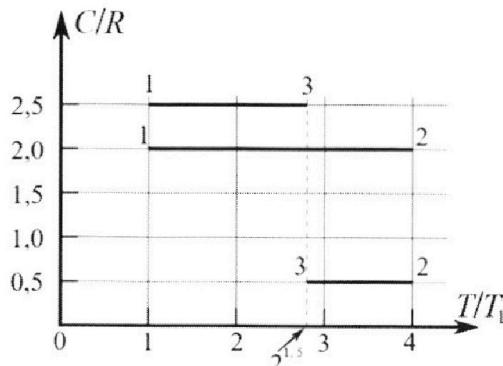
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-01

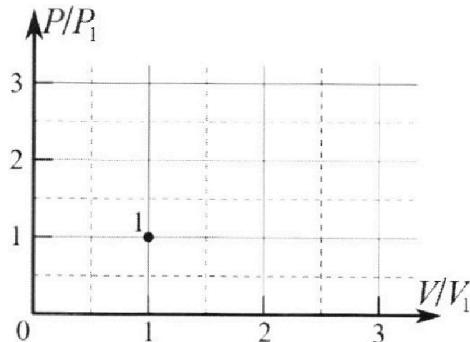


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

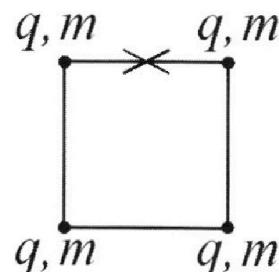


- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



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 вверху (на рисунке)?



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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

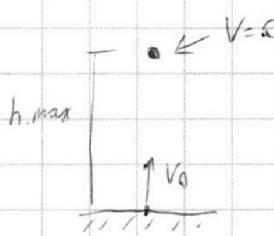
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" 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!



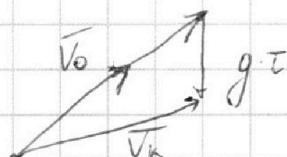
№1

На макс высоте $V = 0$

$$\Rightarrow V_0 - g \cdot T = 0$$

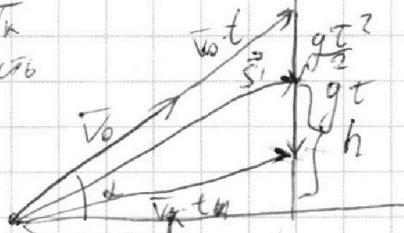
$$\Rightarrow V_0 = g \cdot T = 20 \text{ м/с}$$

Рассмотрим векторное представление скорости:



V_x - конечная скорость

Рассмотрим векторное представление скорости:
наложенный на вк скорости:



\angle - угол м/у начальной
скорости и горизонта
 s_i - вектор перемещения

№1

$$V_0^2 \cdot t^2 - S^2 + (h + \frac{g \cdot t^2}{2})^2 \\ V_0^2 \cdot t^2 = S^2 + V_0^2 \cdot t^2 \cdot \sin^2 \angle, \quad \Rightarrow V_0^2 \cdot t^2 (1 - \sin^2 \angle) = S^2 \\ \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cdot \cos \angle}$$

$$h = V_0 \cdot t \cdot \sin \angle - \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{V_0 \cdot S \cdot \sin \angle - \frac{g \cdot S^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \angle}}{V_0^2 \cdot \cos^2 \angle} =$$

$$= S \cdot \operatorname{tg} \angle - \frac{g \cdot S^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \angle} = S \cdot \left(\operatorname{tg} \angle - \frac{g \cdot S}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \angle} \right)$$

$h \rightarrow \max$, т.к. $h'(t) = 0$

$$\operatorname{tg}' \angle = \frac{(\sin \angle)'}{\cos \angle} = \frac{\cos \angle \cdot \cos \angle + \sin \angle \cdot (-\sin \angle)}{\cos^2 \angle} = \frac{1}{\cos^2 \angle} \Rightarrow h'(t) = S \left(\frac{1}{\cos^2 \angle} - \frac{g \cdot S \cdot 2 \cdot \sin \angle}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^3 \angle} \right)$$

$$\left(\frac{1}{\cos^2 \angle} - \frac{g \cdot S \cdot 2 \cdot \sin \angle}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^3 \angle} \right)' = \frac{1}{\cos^2 \angle} \left(0 \cdot (\cos^2 \angle)' + 1 \cdot 2 \cdot \cos \angle \cdot \sin \angle \right) = \frac{2 \sin \angle}{\cos^3 \angle} \Rightarrow$$

$$\left(\frac{1}{\cos^2 \angle} - \frac{g \cdot S \cdot 2 \cdot \sin \angle}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^3 \angle} \right)' = \frac{1}{\cos^2 \angle} \left(1 - \frac{2g \cdot S}{V_0^2} \cdot \operatorname{tg} \angle \right) \Rightarrow \operatorname{tg} \angle = \frac{V_0^2}{2gS} = \frac{g \cdot t^2}{2gS} = \frac{gt^2}{2S} \\ \Rightarrow \angle = 45^\circ \Rightarrow \cos \angle = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$h = S \cdot \operatorname{tg} \angle - \frac{g \cdot S^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \angle} = S \cdot \frac{g \cdot t^2}{2S} - \frac{g \cdot S^2 \cdot 2}{2 \cdot V_0^2} = \frac{g \cdot t^2}{2} - \frac{2g \cdot S^2}{2 \cdot V_0^2} = 0$$



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 checked="" 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

~~МФТИ~~

Answer: $V_0 = 20 \text{ м/c}$, ~~$h = 0$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,

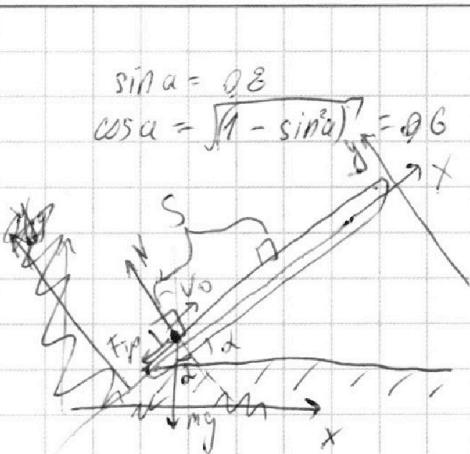
решение которой представлено на странице:



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



$\sqrt{2}$

Задача II из Контакта с насыщением:

$$N \propto: N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$\text{Движение: } ma = mg \cdot \sin \alpha - \mu N = mg (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$= -mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = -mg (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$a_i = -g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

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

$$\Rightarrow S = V_0 T - \frac{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2}{2}$$

$$\frac{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2} \cdot T^2 - V_0 T + S = 0$$

$$T = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2gS(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$D = V_0^2 - 2gS(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) < 0$$

⇒ корень уравнения отрицателен

Разбираемая траектория в начальный момент T_1 с начальной фазой α_1

$$T_1 \cdot a_i + V_0 = 0$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{-V_0}{a_i} = \frac{-V_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \quad | \quad \text{Время расследования до остановки:}$$

$$S^1 = V_0 T_1 + \frac{a_i T_1^2}{2} =$$

$$= \frac{V_0^2}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} - \frac{V_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{V_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = 0.34 \text{ м}$$

После остановки по II-му закону Ньютона:

$$a_i = -g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

(сила трения наклонной плоскости)

$$S - S^1 = -a_i \frac{T_2^2}{2}$$

T_2 - время от остановки до прохождения пути S.

$$\Rightarrow 2(S - S^1) = T_2^2 \Rightarrow T_2^2 = \sqrt{2 \cdot \left(S - \frac{V_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \right)} = \sqrt{\frac{0.2 \cdot 2}{0.75}} = \sqrt{\frac{0.4}{0.75}} =$$

$$= 2 \sqrt{\frac{1}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

$$T = T_1 + T_2 = \left(\frac{1}{\sqrt{15}} + 0.4 \right) \text{ с}$$

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"/> |

МФТИ

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

Во втором случае сила тяжести как и
с первым, но меняет направление θ в другие промежутки
времени

В t_3 курс может быть 2π ~~или~~ π ~~или~~ 0 ~~или~~ $\frac{\pi}{2}$ ~~или~~ $\frac{3\pi}{2}$

$$D \quad U = 2 \text{ мк}, \quad a = g,$$

$$\Rightarrow U = V_0 + a \cdot t_3, \quad \text{где } t_3 - \text{ время с начала II отрезка}$$

$$\Rightarrow t_3 = \frac{(V_0 - U)}{-a} = \frac{(V_0 - U)}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$L = V_0 \cdot t_3 + \frac{a \cdot t_3^2}{2} = \frac{V_0(V_0 - U)}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} + \frac{(V_0 - U)^2}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \cdot 2} = \left(V_0 - \frac{V_0 - U}{2} \right) \frac{(V_0 - U)^2}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$= 3 \text{ мк} \cdot 9 \text{ мк} = 0.6 \text{ м}$$

10 м/с — t_4 — время ($\varphi = 70^\circ$ рад)

Далее $a = a_2$. $\Rightarrow L_4$ (расстояние от точки, где $V = U$ до основания

$$a \cdot t_4 = U$$

$$\Rightarrow t_4 = \frac{U}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \Rightarrow L_4 = \frac{U^2}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{U^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = \frac{U^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$

$$\Rightarrow L_{\text{всем}} = L + L_4 = 0.6 + \frac{U^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = \frac{23}{30} = \frac{14}{15} \text{ м}$$

наибольшее расстояние от точки начала

$$\Rightarrow H = L_{\text{всем}} \cdot \sin \alpha = \frac{14}{15} \cdot \frac{8}{10} = \frac{112}{150} = \frac{56}{75} \text{ м}$$

Ответ: $T = \left(\frac{1}{5} + 0.4 \right) \text{ с}$; $L = 0.6 \text{ м}$; $H = \frac{56}{75} \text{ м}$

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

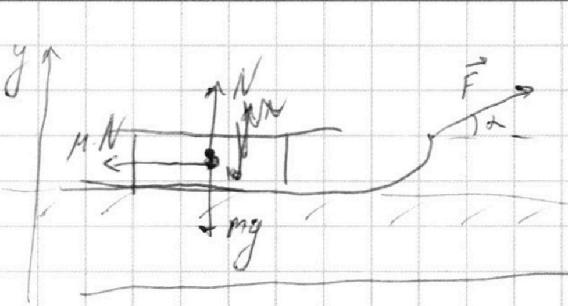
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



№ 3

Первый случай

— По II-му з-су Ньютона:

$$mg = F \cos \alpha + N \quad (\text{окс } y)$$

$$\rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} \text{окс } x: \quad m \cdot a_1 &= F \cos \alpha - \mu \cdot N = -\mu(mg - F \sin \alpha) + F \cos \alpha \\ \Rightarrow a_1 &= -\mu g + \frac{F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}{m} \end{aligned}$$

II-й случай:

По II-му з-су Ньютона:

$$(\text{окс } y) \quad N = mg; \quad ma_2 = F - \mu N = F - \mu mg \quad (\text{окс } x)$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{F - \mu g}{m}$$

TK иами разомнишъ ѿ тѣ скорости за еднакове
брзини, то $a_1 = a_2$

$$\frac{F}{m} - \mu g = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g$$

$$\Rightarrow \cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

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

При ~~этом~~ После прекращения движенья иши, заменил
его

II-й з-и Ньютона.

$$ma = -\mu N = -\mu mg \quad (\text{окс } x)$$

$$\Rightarrow a = -\mu g$$

$$\Rightarrow V_0 - \mu g T = 0$$

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

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

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



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

МФТИ

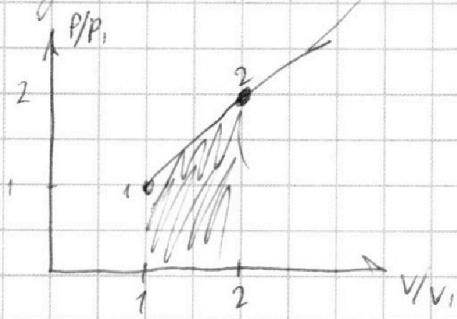
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

4

Заметил, что процесс 3-1- изобарный ($C_p = R \frac{i+2}{2}$)

Процесс 1-2 - тоже прямая,

которая в координатах $(\frac{P}{P_1}, \frac{V}{V_1})$ будет начальной прямой
, где $\frac{P}{V} = \text{const}$. Рассуждаем такую прямую
и получаем, что $C = 2$ (для $i = 3$)



$$Q = \frac{3}{2} JR \Delta T + A, A = \frac{1}{2} JR \Delta T$$

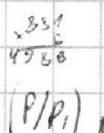
$$\Rightarrow C = \frac{3}{2} + \frac{1}{2} = 2 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$$

Также можно заметить, что
 $T \sim PV^{\frac{2}{3}}$, $P_1V_1^{\frac{2}{3}} = T_1$, $P_2V_2^{\frac{2}{3}} = T_2$
 \Rightarrow если T увеличивается в n раз, то $P_2V_2 = n^{\frac{3}{2}} P_1V_1$

$$\Rightarrow P_2 = 2P_1, V_2 = 2V_1$$

$$A_{12} = (P_1 + P_2) \cdot (V_2 - V_1) = \frac{3}{2} P_1 \cdot V_1 = \frac{3}{2} JR T_1 = \frac{3}{2} \cdot 400 \cdot 831 =$$

$$= 6 \cdot 831 \text{ Дж} = 4986 \text{ Дж}$$



Найдем участок 6 координатам $(\frac{P}{P_1}; \frac{V}{V_1})$

прямая

Процесс 2-3 имеет теплосынкроситет
постоянную, $\eta > 0 \Rightarrow$ этот участок
"нулевой" изобарного участка тепло не выдаст.

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{A}{(2^{1.5}-1) \frac{V_1}{V_2}} = \frac{A}{(2^{1.5}-1) \frac{V_1}{V_2}} \text{ и высотой } P_1$$

$$\Rightarrow \eta \approx 1.82 \cdot P_1 \cdot V_1 = \frac{1.82 \cdot JR T_1}{\frac{3}{2} JR T_1 + 3 \cdot JR T_1} = \frac{1.82}{4.5} \approx 0.4$$

Однако $A_{12} = 4986 \text{ Дж}$; $\eta \approx 0.4$; и. рисунок

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

Отметьте крестиком номер задачи,

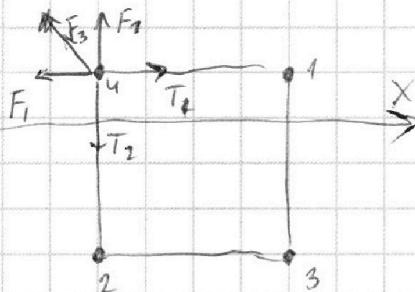
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



п5

$T_1 = T_2$ из симметрии
 $F_1 = F_2$ из симметрии / силы гравитации
 T_3 - сила натяжения чл 4 и 1 шнуром
 T_2 - чл между чл 2 и 3

На схеме X для шарика 4

$$F_1 + F_3 \cdot \cos 45^\circ = T_1$$

$$k \cdot \frac{q^2}{b^2} + k \cdot \frac{q^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = T_1$$

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

2)

4 - мяч 1 бортик шнур (в начальном положении)
 $\varphi_4 = k \cdot \frac{q_1}{b} + k \cdot \frac{q_2}{b} + k \cdot \frac{q_3}{b \cdot \sqrt{2}} =$
 $= k \cdot \frac{q}{b} \left(2 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = k \cdot \frac{q}{b} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{2}\right)$



$$\varphi_{4 \text{ кон.}} = k \frac{q}{b} + k \frac{q}{2b} + k \frac{q}{3b} =$$

последнее положение

$$= k \frac{q}{b} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right) =$$

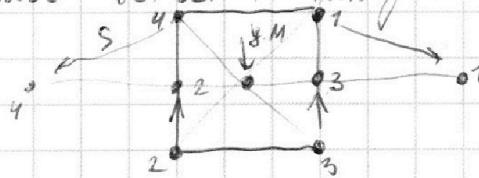
$$= k \frac{q}{b} \left(\frac{11}{6}\right)$$

$$q \cdot (\varphi_4 - \varphi_{4 \text{ кон.}}) = \frac{mV^2}{2}$$

$$q \cdot k \frac{q^2}{b} \left(2 + \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{11}{6}\right) = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V^2 = k \frac{q^2}{mb} \left(\frac{1}{6} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \cdot 2 = \cancel{mV^2}$$

$$V = \sqrt{k \frac{q^2}{mb} \left(\frac{1}{3} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)}$$

шар на систему не оказывает влияния т.к. \exists земля
 масса скользит по неподвижной



$$\text{Определить: } d = \sqrt{\left(\frac{b^2}{2}\right)^2 + b^2} = \frac{b}{2} \cdot \sqrt{5}$$

$$\text{Действ: } T = k \frac{q^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right), V = q \sqrt{k \frac{q^2}{mb} \left(\frac{1}{3} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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**



На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДИНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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



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"/> |

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

МФТИ

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

Отметьте крестиком номер задачи,

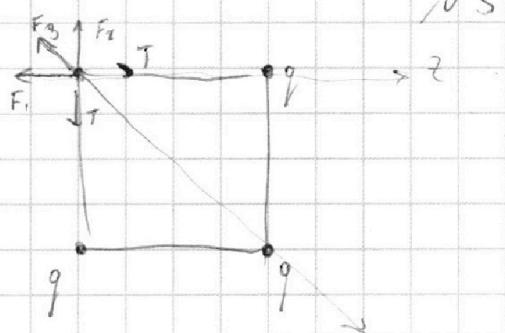
решение которой представлено на странице:



- 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!

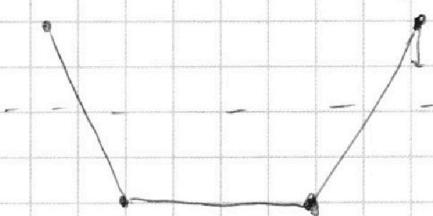


$\sqrt{5}$

$$T = k \frac{y^2}{b^2} + k \frac{q^2}{2b^2} \cos 45^\circ = k \frac{q^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

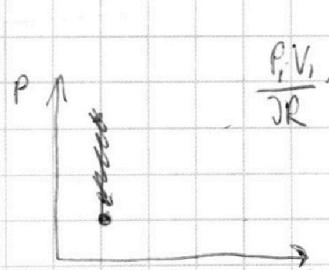
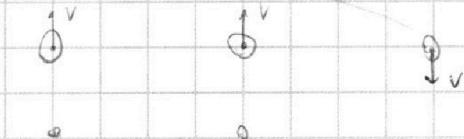
$$= k \frac{q^2}{b^2} \cdot \frac{(4 + \sqrt{2})}{4}$$

$$\begin{aligned} V_0 \cdot \cos \alpha t &= S \\ V_0 \cdot \sin \alpha t &= 2g \\ \Rightarrow S &= \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{2g} \end{aligned}$$



$$L = \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + b^2} = b \sqrt{\frac{1}{4} + 1} = \frac{b}{2} \sqrt{5}$$

$$2V_2 = 2V_1 = V_3$$



№4

$$V_1 = V_3$$

$$PV = JRT$$

$$P = \frac{H}{M^2} \cdot M^3 = m_0 M \cdot R \text{ } ^\circ C$$

$$\frac{\partial H}{\partial T}$$

$$\text{null } ^\circ C$$

$$P(V)^\gamma + V^\gamma P'$$

$$P \cdot V^{(\gamma-1)} \gamma dV + V^\gamma dP = 0$$

$$P \cdot dV = \gamma + V dP = 0$$

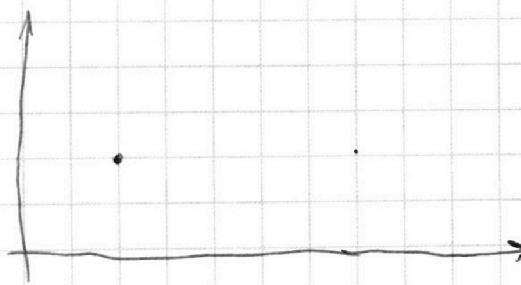
$$\frac{dV}{dP} = -\frac{V}{P\gamma} ; \quad \frac{dP}{dV} = -\frac{P}{V\gamma}$$

$$\frac{3}{2}R \text{ } C_V + \frac{5}{2}R$$

$$C_V + R = C_P$$

$$\begin{array}{r} 13,2 \\ \cancel{13,0} \\ - 13,0 \\ \hline 0,409 \\ 0,200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,41 \\ \cancel{1,382} \\ - 1,382 \\ \hline 0,028 \end{array}$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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