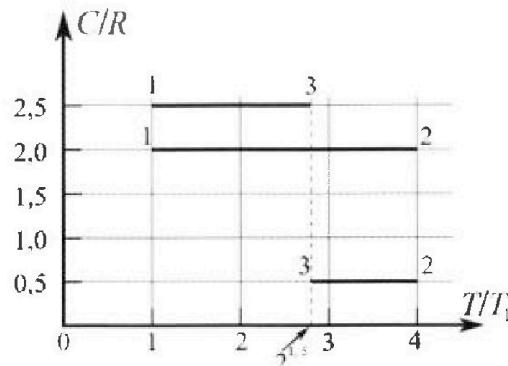


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**
Вариант 10-01

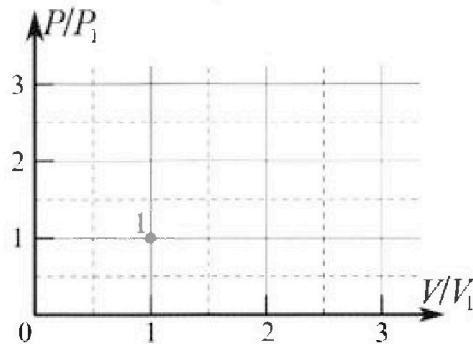


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

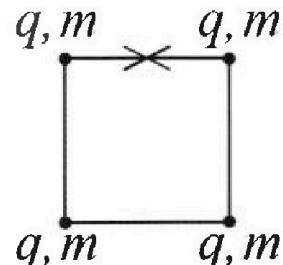


- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1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

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.

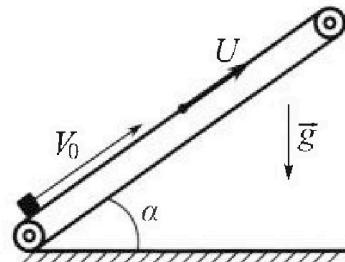
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 $S = 1 \text{ м}$?

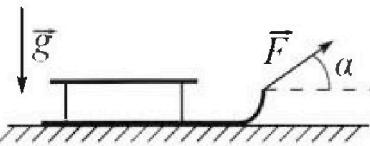
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

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.

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"/> |

МФТИ

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

$$2 \left(\frac{1}{1+\tan^2 \alpha} - \frac{1}{1+\frac{1}{\tan^2 \alpha}} \right) - \tan \alpha = 0$$

~~Неверно~~ $\tan \alpha = a$

$$2 \left(\frac{1}{1+a^2} - \frac{a^2}{a^2+1} \right) - a = 0$$

$$2 - \tan^2 \alpha = 0$$

$$\tan^2 \alpha = 2$$

$$\alpha = \arctan(2)$$

$$h_m = h(\arctan(2))$$

$$\cancel{2 \left(\frac{1}{1+a^2} - \frac{a^2}{a^2+1} \right) - a = 0}$$

$$2a + 2 = 2a^2$$

$$2 \left(\frac{1-a^2}{1+a^2} \right) = a$$

$$2 - 2a^2 = a + a^3$$

$$\cancel{2a^3 + 2a^2 + a - 2 = 0}$$

$$\begin{array}{c|cc|cc|c} & 1 & 2 & 1 & -2 \\ \hline 2 & 1 & 4 & 9 & \\ \hline -2 & 1 & 0 & 1 & -4 \end{array}$$

$$\tan \alpha = 2 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}, \quad \cos^2 \alpha = \frac{1}{1+4} = \frac{1}{5}$$

$$h_m = 20 \cdot 2 - \frac{5}{\sqrt{5}} = 15 \text{ m}$$

1) $V_0 = 20 \text{ m/s}$

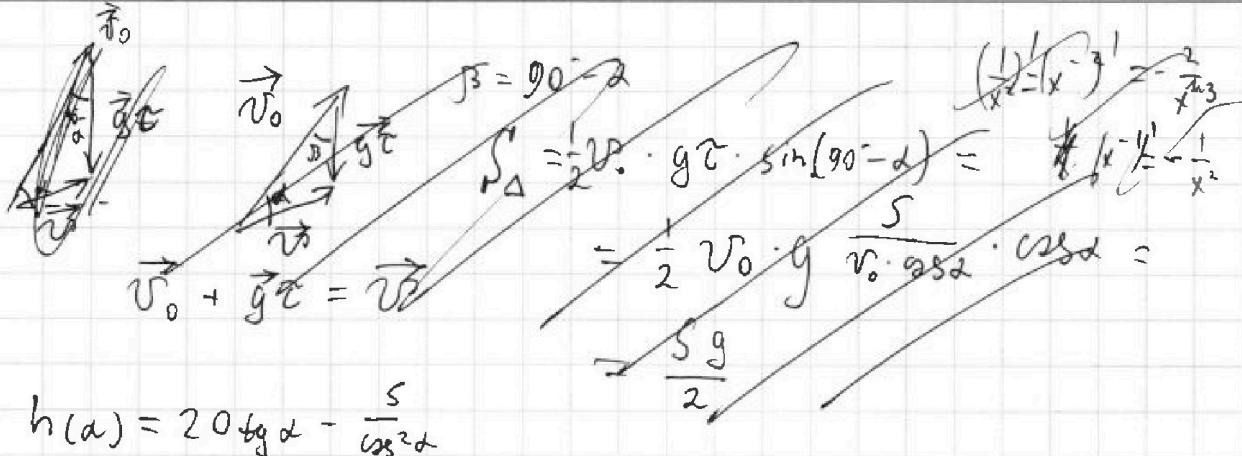
2) 15 m

Ответ:

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



$$h(\alpha) = 20 \operatorname{tg} \alpha - \frac{5}{\cos^2 \alpha}$$

$$\begin{aligned} h'(\alpha) &= 20 (\operatorname{tg} \alpha)' - 5 \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)' = 20 \left(\sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)' - 5 \left(\frac{-2}{\cos^3 \alpha} \right)' \\ &\cdot (-\sin \alpha) = 20 \cdot \left(\sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} + \sin \alpha \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)' \right)' - 5 \cdot \left(\frac{2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} \right)' = \\ &= 20 \left(1 + \sin \alpha \cdot \frac{-1}{\cos^2 \alpha} (-\sin \alpha) \right)' - 10 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos^2 \alpha} = \\ &= 20 + 20 \operatorname{tg}^2 \alpha - 10 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos^2 \alpha} \end{aligned}$$

$$h'(\alpha) = 0$$

$$2 + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha - \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos^2 \alpha} = 0 \quad | \cdot \cos^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha \neq 0$$

$$2 \cos^2 \alpha + 2 \sin^2 \alpha - \operatorname{tg} \alpha = 0$$

~~$$2 \cos^2 \alpha + 2 \sin^2 \alpha - \operatorname{tg} \alpha = 0$$~~

~~$$2 \left(\frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} + \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right) \operatorname{tg} \alpha = 0$$~~

~~$$2 \left(\frac{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha - 1 - \operatorname{tg}^2 \alpha}{(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)(1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha)} \right) \operatorname{tg} \alpha = 0$$~~

~~$$\begin{aligned} 1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha &= \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \\ \operatorname{ctg}^2 \alpha &= \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \\ \sin^2 \alpha &= \frac{1}{1 + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha} \end{aligned}$$~~

~~$$\begin{aligned} 1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha &= \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \\ \operatorname{ctg}^2 \alpha &= \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \\ \sin^2 \alpha &= \frac{1}{1 + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha} \end{aligned}$$~~

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

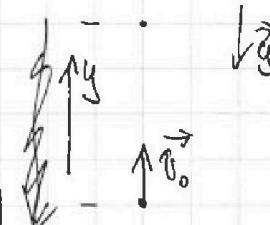
МФТИ

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

① Давно:

$$\begin{aligned} T &= 2 \text{ с} \\ S &= 20 \text{ м} \end{aligned}$$

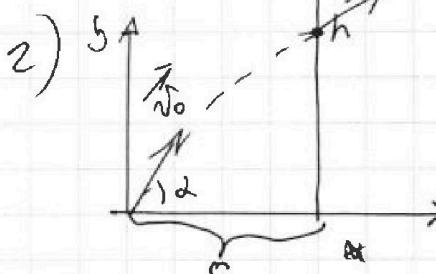
$$V_0 \rightarrow ? \text{ м/с?}$$



$$1) V_y(T) = V_0 - gt$$

$$V_y(T) = 0$$

$$V_0 = gT = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 

$$x(t) = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$x(t) = S$$

$$b \rightarrow 0 \quad S = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$y(t) = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y(t) = h$$

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

$$= S \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} \frac{g \cdot S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = 20 \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} \cdot \frac{10 \cdot 400}{400 \cdot \cos^2 \alpha} = 20 \operatorname{tg} \alpha - \frac{5}{\cos^2 \alpha}$$

$$h = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} \frac{g \cdot S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = S \operatorname{tg} \alpha = h + \frac{1}{2} \frac{g \cdot S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$S^2 \operatorname{tg}^2 \alpha = h^2 + \frac{1}{4} \frac{g^2 S^4}{V_0^4 \cos^4 \alpha} + \frac{h g S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} \quad \cdot \cos^4 \alpha \neq 0$$

$$S^2 \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha = h^2 + \frac{1}{4} \frac{g^2 S^4}{V_0^4 \cos^4 \alpha} + \frac{h g S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$(dy/x)' = \frac{\sin x}{\cos x} \left(\frac{1}{\cos^2 x} \right) = \frac{\sin' x}{\cos x} + \frac{\sin x \cdot (-\sin x)}{\cos^2 x} =$$

$$= 0 + \sin x \cdot (-\sin x) \frac{1}{\cos^2 x} = 0 - \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x} \left(\frac{1}{\sin x} \right) = -\frac{2}{\cos^2 x} \cdot \sin x \left(\frac{1}{\sin x} \right) = -\frac{2}{\cos^2 x}$$



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!

Скорость тела равно θ АСО должна быть

$0 \Rightarrow$ скорость θ относительно лестницы - 0

$$V_{(t)} = \alpha_3 t_3 + \alpha_3 t_3$$

$$-u = -\alpha_3 t_3$$

$$t_3 = \frac{u}{\alpha_3} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

$$\ell_3^2 = + \frac{\alpha_3 t_3^2}{2} = + \alpha_3 \frac{u^2}{2\alpha_3^2} = + \frac{u^2}{2\alpha_3} = + \frac{4}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

Результат перемещение в АСО:

$$\begin{aligned} \ell_3 &= \ell_2 - \ell_3 + u \cdot (t + t_3) = \\ &= 0,8 - \frac{1}{3} + 2(0,4 + \frac{2}{3}) = 0,8 + 1,6 + \frac{4}{3} - \frac{1}{3} = 2,6 \text{ м} \end{aligned}$$

$$H = \ell_3 \cdot \sin \alpha = 2,6 \cdot 0,8 = 2,08$$

Ответ: 1) нет за рукоять

2) 1,2 м

3) 2,08 м

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!

$$V(t_3) = -4$$
$$-u = V_0 - at_3$$

$$\cancel{t_3} \quad \cancel{V_0 - u} + t_3 = \frac{V_0 + u}{a} \Rightarrow \frac{4+2}{10} = \frac{3}{5}$$
$$8. l_3 = x(t_3) = V_0 \cdot t_3 - \frac{a \cdot t_3^2}{2} = 4 \cdot \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot \frac{9}{25}}{2} =$$
$$= \cancel{\frac{12}{5}} - \cancel{\frac{9}{5}} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ m}$$

$\cancel{l_2}$ и $\cancel{l_3}$ ~~нужна одна расстояние~~
~~расстояние~~. ~~левой~~.

\Rightarrow расстояние б/всо:

$$L_2 = l_2 + u \cdot \tau = 0,8 + 2 \cdot 0,4 = 1,2 \text{ m}$$

$$L_3 = l_3 + u \cdot t_3 = 0,6 + 2 \cdot \frac{3}{8} = 1,8 \text{ m}$$

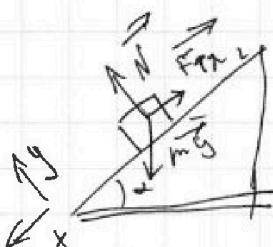
$$H = L_3 \cdot \sin \alpha = 1,8 \cdot 0,8 = 1,44 \text{ m}$$

Действ: 1) ~~ни ни зас~~ ~~расстоя~~

$$\cancel{2) 1,2 \text{ m}}$$

$$\cancel{3) 1,44 \text{ m}}$$

Дано тело начинает движение вниз отсюз метки \Rightarrow
сила трения направлена вверх



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

$$\textcircled{1} \text{ Atm} \quad F_{rn2} = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$Ox: m a_3 = \cancel{mg} - mg \cdot \sin \alpha - \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$a_3 = g(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) = 10 \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) = 10 \cdot \frac{3}{5} = 6 \frac{m}{s^2}$$

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!

② Дано:

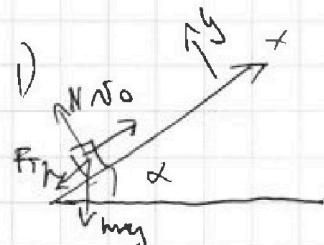
$$\sin \alpha = 0,8$$

$$v_0 = 4 \frac{m}{s}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$s = 1 \text{ m}$$

Чт?



$$\text{Дж: } N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$\text{Дж: } F_{Fr} = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$\text{Дж: } ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$x(t) = v_0 t - \frac{at^2}{2} \quad a = mg \cos \alpha + g \sin \alpha = \\ = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \right)$$

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2} \quad = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$at^2 - 2v_0 t + 2S = 0$$

$$10t^2 - 8t + 2 = 0$$

$$\Delta = 64 - 80 < 0$$

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

$$\Delta = 16 - 20 < 0$$

Уравнение корней не имеет нулей

2) Рассмотрим движение коробки до тех пор пока
она не достигнет скорости коробки станет равна 0, а
скорость движ. начиная дальше будет равна 0.

$$v(t) = v_0 - at$$

$$v(0) = 0$$

$$v_0 = at \quad t = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ s}$$

$$l_2 = x(t) = \left(v_0 t \right) \frac{v_0}{a} - \frac{a \cdot \frac{v_0^2}{a^2}}{2} = \frac{v_0^2}{a} - \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2a} = \\ = \frac{16}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ m}$$

3) Скорость в точке 0 \rightarrow сокращение
коробки движет - a



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!

$$a_0 = \mu g = g \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$v_{1(+)} = v_0 - a_0 t$$

$$v_{1(-)} = 0$$

$$v_0 - a_0 T = 0$$

$$T = \frac{v_0}{a_0} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

Ответ: 1) $\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$

2) $\frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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)

Круглый диск разогнали соломой F , масса m

v_0

ускорение - a

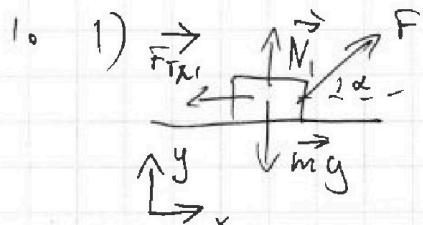
α

$$\text{из } v_0(t) = \alpha t$$

$m?$

$T-1$

$$\begin{aligned} N(t_1) &= a_1 t_1 = v_0 \\ V(t_2) &= a_2 t_2 = v_0 \quad t_1 = t_2 \Rightarrow a_1 = a_2 = a \end{aligned}$$



$$\text{Oy: } N_1 = mg \quad N_1 + F_{\tan 1} = mg$$

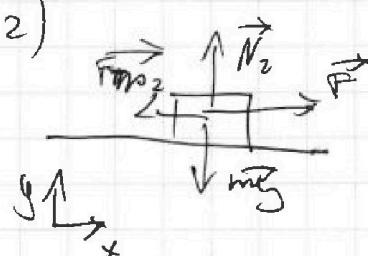
$$\text{Ox: } ma = F \cos \alpha - F_{\tan 1}$$

$$N_1 = mg - F_{\tan 1}$$

$$F_{\tan 1} = \mu N_1 = \mu mg - \mu F_{\tan 1}$$

$$ma = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F_{\tan 1}$$

2)



$$\text{Oy: } N_2 = mg$$

$$\text{Ox: } mg = F - F_{\tan 2}$$

$$F_{\tan 2} = \mu N_2 = \mu mg$$

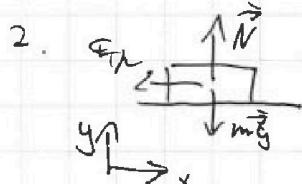
$$ma = F - \mu mg$$

из 1 и 2:

$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F_{\tan 1} = F - \mu mg$$

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

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



$$\text{Ox: } N = mg$$

$$\text{Oy: } ma_0 = F_{\tan}$$

$$ma_0 = \mu mg *$$

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 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!

$$\Delta Q = C \Delta T$$

$$\Delta Q = A + \Delta U$$

1). P_{const} :

$$A = P_A V = R R_A T = R_A \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} V R_A \Delta T = \frac{3}{2} A \Delta T$$

$$\Delta Q_1 = \frac{5}{2} R_A \Delta T$$

$$C = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{831}{4980}$$

~~$$18700 \text{ J} \quad 215 - 552 \\ 552 - 215$$~~

$V \cdot const$

~~$$A = 0$$~~

~~$$\Delta U = \frac{3}{2} R_A \Delta T$$~~

~~$$C = \frac{3}{2} R$$~~

~~$$\Delta Q = 2$$~~

$$\Delta Q = A_{12} + \Delta U =$$

④ Данные:

~~$$V_1 = 1 \text{ м}^3$$~~

~~$$T_1 = 400 \text{ K}$$~~

~~$$A_{12}; \eta$$~~

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

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} V R_A \Delta T_{12}$$

$$Q_{12} = C \Delta T_{12} = C_2 3 T_1$$

$$\Delta T_{12} = 4 T_1 - T_1 = 3 T_1 \quad Q_{12} = 6 R T_1$$

~~$$A_{12} = \frac{3}{2} R \cdot 3 T_1 - \frac{9}{2} V R A_{12} =$$~~

$$= 6 R T_1 - \frac{9}{2} V R A_{12} = \frac{3}{2} R T_1 \Rightarrow = \frac{3 \cdot 31 \cdot 400}{2} = 600 \cdot 8,31 \text{ J}$$

$$Q_{23} = C_{23} \cdot \Delta T_{23} = \frac{1}{2} R (-4 T_1 + 2 \frac{3}{2} T_1) = R T_1 (-2 + 2 \frac{1}{2}) =$$

~~$$R = - R T_1 (2 - 2 \frac{1}{2}) < 0$$~~

$$Q_{31} = C_{31} \cdot \Delta T_{31} = \frac{5}{2} R \cdot (T_1 - 2 \frac{3}{2} T_1) = \frac{5}{2} R T_1 (1 - 2 \frac{3}{2}) =$$

~~$$= - 5 R T_1 (2 \frac{1}{2} - \frac{5}{2}) < 0$$~~

$$\beta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_{12}$$

$$Q_X = |Q_{23}| + |Q_{31}|$$

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 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!

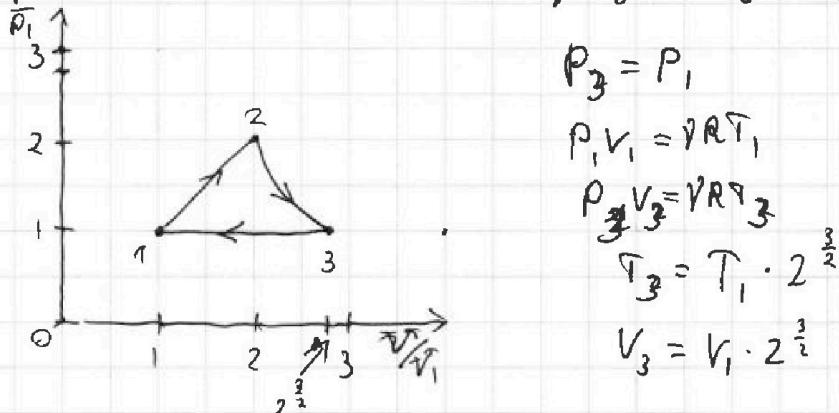
$$Q_2 = R\bar{V}_1 (2 - \sqrt{2}) + 5R\bar{V}_1 (\sqrt{2} - 1/2) = \\ = R\bar{V}_1 \left(2 - \sqrt{2} + 5\sqrt{2} - \frac{5}{2} \right) = R\bar{V}_1 \left(\frac{-9}{2} + 4\sqrt{2} \right)$$

$$\eta = \frac{6R\bar{V}_1 - R\bar{V}_1 \left(\frac{-9}{2} + 4\sqrt{2} \right)}{6R\bar{V}_1} = \frac{9.5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$$

Если $P = \text{const}$

$$\Rightarrow Q = A + \Delta u = P \bar{V} R \Delta T + \frac{3}{2} \bar{V} R \Delta T = \frac{5}{2} \bar{V} R \Delta T +$$

$\frac{P}{P_1} \cdot e^{\bar{V} \cdot \Delta T} = \frac{5}{2} R \Rightarrow$ процесс 31 изобарический



$$P_3 = P_1$$

$$P_1 V_1 = \bar{V} R \bar{T}_1$$

$$P_3 V_3 = \bar{V} R \bar{T}_3$$

$$\bar{T}_3 = \bar{T}_1 \cdot 2^{\frac{3}{2}}$$

$$V_3 = V_1 \cdot 2^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \frac{3}{2} \bar{V} R \Delta T = A_{23} + \frac{3}{2} \bar{V} R (\bar{T}_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4)) =$$

$$Q_{23} = \cancel{A_{23}} \quad \frac{1}{2} R \bar{V} (2^{\frac{3}{2}} - 4) = R \bar{V} (\sqrt{2} - 2) = A_{12} + 3 \bar{V} T (\sqrt{2} - 2)$$

$$A_{23} = R \bar{V} (\sqrt{2} - 2) - 3 \bar{V} T (\sqrt{2} - 2) = 2 \bar{V} T (2 - \sqrt{2})$$

$$P_1 V_1 = \bar{V} R \bar{T}_1 \quad \bar{T}_2 = 4 \bar{T}_1$$

$$P_2 V_2 = \bar{V} R 4 \bar{T}_1$$

$$P_1 V_3 = \bar{V} R \bar{T}_1 \cdot 2^{\frac{3}{2}}$$

OSB: 1) ~~600~~ $\frac{4986}{13 - 8\sqrt{2}}$ 2) $\frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$



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!

$$\text{Угол между } m \text{ и } \partial X: \frac{\beta}{2}$$

$$\text{но } \partial Y: \frac{\beta}{2}$$

$$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{\beta^2}{4} + \frac{\beta^2}{4}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \beta$$

$$\text{Ответ: 1) } k \frac{q^2}{\beta^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

$$2) q \sqrt{\frac{k \left(\frac{\beta^2}{2} - \frac{1}{6}\right)}{m \cdot \ell}}$$

$$3) \frac{\sqrt{2}}{2} \beta$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

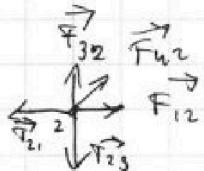
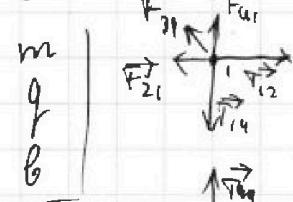
МФТИ



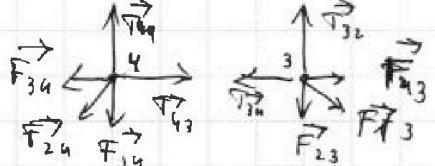
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

(5)

Дано:

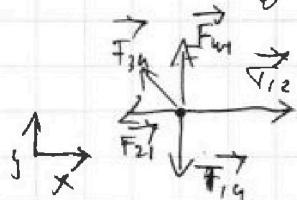


$$\begin{aligned} \text{By } T_{12} = T_{21} = T_{23} = T_{32} = T_{34} = \\ = T_{41} = T_{14} = T \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F_{41} = F_{21} = F_{32} = F_{12} = F_{43} = F_{25} = \\ = F_{14} = F_{34} = F_1 \\ F_{31} = F_{42} = F_{13} = F_{24} = F_2 \end{aligned}$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{b^2} = F \quad F_2 = k \frac{q^2}{(3b)^2} = k \frac{q^2}{9b^2} = \frac{F}{9}$$

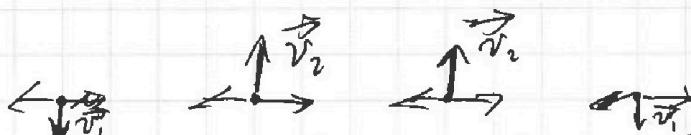


$$\text{Ox: } T - F - \frac{F}{2} \cdot \sin 45^\circ = 0$$

$$\text{Oy: } F - T + \frac{F}{2} \cdot \sin 45^\circ = 0$$

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

$$W_0 = 4 \cdot k \frac{q^2}{b^2} + 2 \cdot k \frac{q^2}{5b^2} = k \frac{q^2}{b^2} \left(4 + \frac{\sqrt{2}}{5} \right)$$



$$W_K = 3 \cdot k \frac{q^2}{b} + 2 \cdot k \frac{q^2}{2b} + k \frac{q^2}{3b} = k \frac{q^2}{b} \left(4 + \frac{1}{3} \right)$$

$$\Delta W_{\text{затрач.}} \quad W_K + E_k = W_0 \quad E = k \frac{q^2}{b} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$E = \frac{2m v_1^2}{2} + \frac{2m v_2^2}{2} = m(v_1^2 + v_2^2)$$

$$3 \text{ C.U. : } 2m \vec{v}_2 + 2m \vec{v}_1 = \vec{0} \quad \vec{v}_1 = -\vec{v}_2 \quad v_1 = v_2 = v$$

$$E = 2m v^2 = k \frac{q^2}{b} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$v^2 = \frac{k q^2}{m b} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{6} \right) \quad v = q \sqrt{\frac{k \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{6} \right)}{m b}}$$

$$\text{Задача решена!} \quad \text{Успехов!}$$



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!



(1+5)

6

1,8

0,8

1,44

$\frac{1}{4} + 2\sqrt{3}$

$A_2 =$

$$A_3 = P_1 V = \cancel{\rho} \gamma R_1 T = \cancel{\rho} R T \quad \cancel{\rho T} \left(1 - 2^{\frac{2}{3}}\right) = \\ = R T \left(1 - 2\sqrt[3]{2}\right)$$

1,5

$$4 - 2\sqrt[3]{2} + 1 - 2\sqrt[3]{2} + 1,5 = 6,5 - 4\sqrt[3]{2}$$

$$\rho_1 V_1^{\frac{5}{3}} = D \cancel{R T_1} \cdot V_1^{\frac{2}{3}}$$

$$\rho_2 V_2^{\frac{5}{3}} = \cancel{\rho R T_2} \cdot V_2^{\frac{2}{3}}$$

$$V_1^{\frac{2}{3}} = 4 V_2^{\frac{2}{3}}$$

$$\cancel{V_1} = \cancel{4^{\frac{3}{2}}} V_2 / \cancel{4^{\frac{2}{3}}} V_2$$

$$V_1 = 4^{\frac{3}{2}} V_2 \quad V_2 = \frac{V_1}{4^{\frac{3}{2}}}$$