



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



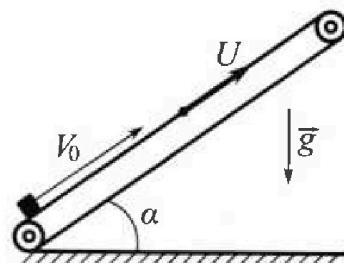
Вариант 10-01

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

- Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
 - Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - 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.

- 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 $V_0 = 4 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



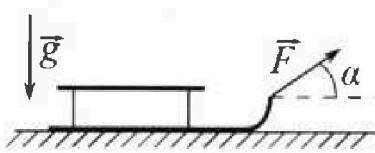
- За какое время T после старта коробка пройдет в *первом опыте* путь $S = 1 \text{ м}$?

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

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

- 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.

- Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- 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

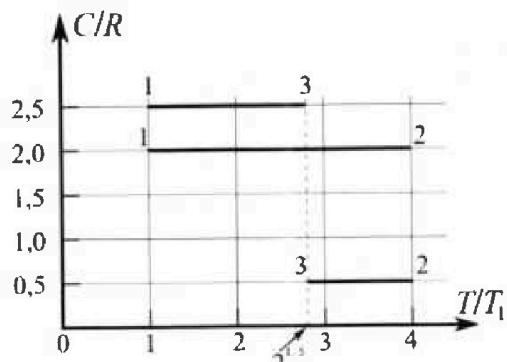
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 .

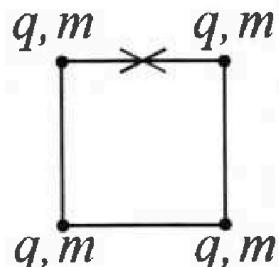
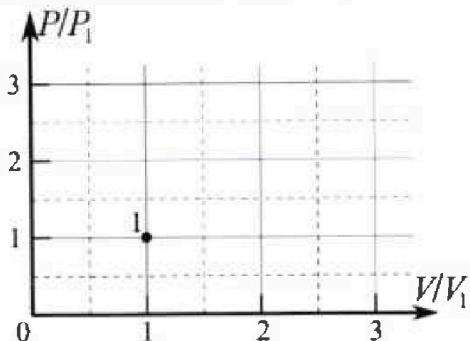
1) Найдите силу T натяжения нитей.

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"/> 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!

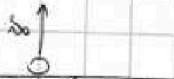
1.

$$0 = s_0 + (из броска)$$

$$\rightarrow$$

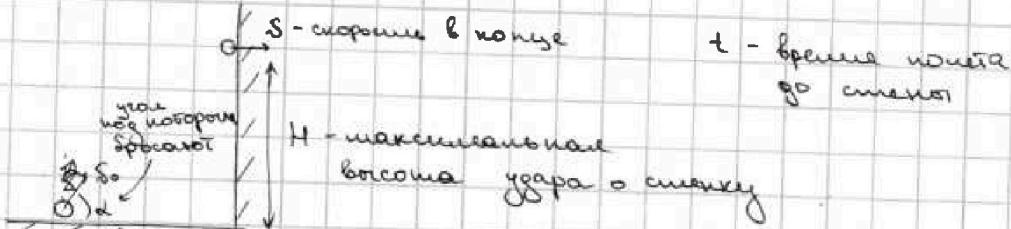
$$0 = s_0 - gt$$

$$s_0 = gt = 2 \cdot 10 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$$

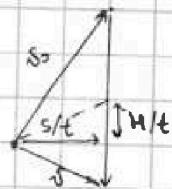


$$\text{Ответ: } s_0 = gt = 20 \text{ м/с}$$

2.



Треугольник скоростей



$$\begin{cases} s = s_0 \cos \alpha \\ H = s_0 \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$(1) \Rightarrow t = \frac{s}{s_0 \cos \alpha} \rightarrow (2) \Rightarrow$$

$$H = \frac{s_0 \sin \alpha}{s_0 \cos \alpha} - \frac{gs^2}{2s_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$H = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} s - \frac{gs^2}{2s_0^2 \cos^2 \alpha}$$

=====

$$H = \frac{(\sin \alpha) s}{\cos \alpha} - \frac{gs^2}{2s_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$H = (\sin \alpha \cos^{-1} \alpha) s - \frac{gs^2 \cos^2 \alpha}{2s_0^2}$$

$$\frac{dH}{ds} = \cancel{\cos \alpha \cos^{-1} \alpha} + \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} s - \frac{g s^2 (-2)(-\sin \alpha)}{2s_0^2 \cos^3 \alpha} = 0$$

и.к. H - макс

$$\frac{\cos \alpha}{\cos^3 \alpha} - \frac{g s \sin \alpha}{2s_0^2 \cos^2 \alpha} = 0$$

$$\sin \alpha g s = s_0^2 \cos \alpha \Rightarrow \tan \alpha = s_0^2 / gs$$

$$\frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1 \Rightarrow \cancel{\tan^2 \alpha} \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{s_0^2 + gs^2}{\cos^2 \alpha}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

2. (продолжение)

$$H = \tan^2 \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}, \quad \tan^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha + (g S)^2}{\cos^2 \alpha + (g S)^2}$$

$$H = \frac{\sin^2 \alpha}{g S} - \frac{g S^2 (\sin^2 \alpha + (g S)^2)}{2 v_0^2 (g S)^2}$$

$$H = \frac{\sin^2 \alpha}{g} - \frac{g (\sin^2 \alpha + (g S)^2)}{2 v_0^2 g} = \frac{2 v_0^4 - \sin^2 \alpha - (g S)^2}{2 v_0^2 g}$$

$$H = \frac{\sin^2 \alpha - (g S)^2}{2 v_0^2 g} = \frac{20^4 - (10 \cdot 20)^2}{2 \cdot 20^2 \cdot 10} \text{ м} = \frac{20^2 - 10^2}{20} \text{ м}$$

$$H = \frac{300}{20} \text{ м} = 15 \text{ м}$$

Ответ: $H = \frac{\sin^2 \alpha - (g S)^2}{2 v_0^2 g} = 15 \text{ м}$

2/10



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

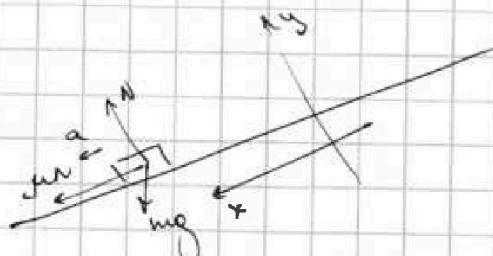
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

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

1.



$$\begin{aligned} \text{1F: } OY: N - mg \cos \alpha &= 0 \\ OX: \mu N + mg \sin \alpha &= ma \\ \Rightarrow a &= g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g \end{aligned}$$

Расстояние до верхней точки

$$0 - s_0 = -at_1 \rightarrow \text{время } t_1 \text{ до верхней точки}$$

$$s_{\max} = at_1^2 = \frac{a t_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow t_1 = \sqrt{s_0/a} = 0.4 \text{ с}$$

$$s_{\max} = \frac{s_0^2}{a} = \frac{s_0^2}{2a} = \frac{s_0^2}{2 \cdot 10} = \frac{4.4^2}{2 \cdot 10} = \frac{4}{5} \text{ м}$$

2) ~~после~~ груз спускается еще вниз
на $s - s_{\max}$

при этом начальная скорость у него 0
до времени t_2

$$s - s_{\max} = \frac{a t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2(s - s_{\max})}{a}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{10}} \text{ с} = 0.2 \text{ с}$$

$$T = t_1 + t_2 = 0.6 \text{ с}$$

Ответ: $T = 0.6 \text{ с}$ ~~$\sqrt{\frac{2s_0}{a} + \sqrt{s(s - s_{\max})}}$~~

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!

Были изображены схемы движения транспортера

$$2. \quad \tilde{s}_0^2 = 2(L - u t) a$$

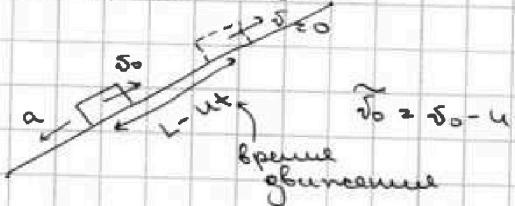
$$\tilde{s}_0 = at \Rightarrow t = \frac{\tilde{s}_0}{a}$$

со транспортера

(н.к. $\ddot{u} = \text{const} \Rightarrow \ddot{u} = \text{const}$)

$$\Rightarrow \tilde{s}_0^2 = 2(L - \frac{u \tilde{s}_0}{a}) a$$

$$L = \frac{\tilde{s}_0(u + \tilde{s}_0)}{a}$$



$$L = \frac{\tilde{s}_0(2u + \tilde{s}_0)}{a}$$

$$L = (s_0 - u)(s_0 + u)$$

$$L = \frac{4^2 - 2^2}{10} = 1,2 \text{ m}$$

Ответ:

$$L = \frac{\tilde{s}_0(2u + \tilde{s}_0)}{g \cos \alpha + g \sin \alpha} = 3,2 \text{ m}$$

$$L = \frac{\tilde{s}_0^2 - u^2}{a} = 1,2 \text{ m}$$

$$3. \quad \Delta E: (0 + mgh)_{\infty} - \left(\frac{(\tilde{s}_0 + u)^2 m}{2} + 0 \right)_{\infty} = \cancel{mgh \cos \alpha} \int F_{Tp} ds$$

$$F_{Tp} = N \mu = \mu g \cos \alpha m$$

(н.к. н.к.)

$$\Rightarrow \int F_{Tp} ds = \mu g \cos \alpha m \cdot \frac{s_0}{\sin \alpha} = \mu g \cos \alpha m \cdot \frac{s_0}{\sin \alpha}$$

работа
норм
трения

$$\tilde{s}_0 = s_0 - u$$

$$\Rightarrow mgh_{\infty} - \frac{(\tilde{s}_0 + u)^2 m}{2} = \cancel{\mu g \cos \alpha m \frac{s_0}{\sin \alpha}}$$

$$g H (\cancel{\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha}} - \cancel{\mu \cos \alpha}) = \frac{(\tilde{s}_0 + u)^2}{2}$$

$$H = \frac{(\tilde{s}_0 + u)^2 \sin \alpha}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$

$$= \frac{(4+2)^2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{10}{3}}{2 \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{10}{3}} = \frac{24}{10} \text{ m} = 2,4 \text{ m}$$

$$H = \frac{\tilde{s}_0^2 \sin \alpha}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} =$$

$$\text{Ответ: } H = \frac{(\tilde{s}_0 + u)^2 \sin \alpha}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = 2,4 \text{ m}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

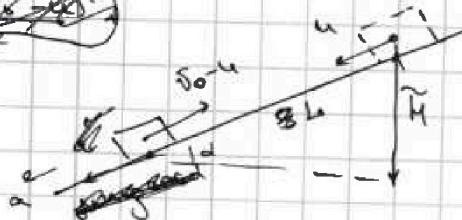
МФТИ

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

Было ли сообщают откосом движущую силу?

CO транспортера

~~Было сообщают движущую силу~~



$$s_0 \sin \alpha = u + s_0 - u$$

$$u + s_0 - u = at \Rightarrow t = s_0/a$$

$$\frac{\tilde{H}}{\sin \alpha} = \frac{(s_0 - u)t - \frac{at^2}{2}}{\sin \alpha}$$

$$\tilde{H} = \left(\frac{(s_0 - u)s_0}{a} - \frac{s_0^2}{2a} \right) / \sin \alpha$$

$$\tilde{H} = \frac{2s_0^2 - 2us_0 - s_0^2}{2as \sin \alpha} = \frac{s_0(s_0 - 2u)}{2as \sin \alpha} = 0 \text{ н}$$

Ошибки: $\tilde{H} = 0$ н

$$\text{б) АСО: } u \sin \alpha = \tilde{H} + u t \sin \alpha = u t \sin \alpha = \frac{u s_0 \sin \alpha}{a}$$

$$H = \frac{4 \cdot 2 \cdot 4}{5 \cdot 10} = 0,64 \text{ н}$$

$$\text{Ошибки: } H = 0,64 \text{ н} = \frac{u s_0 \sin \alpha}{a}$$

нх, оп. №5

5/10



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

1. Т.к. время разгона однаправленное \Rightarrow
ускорение санок может быть однаправленное

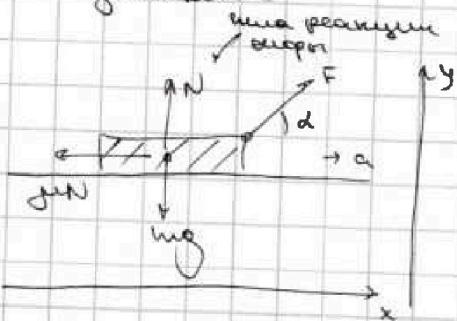
$$\Delta F: OY: N + F \sin \alpha - mg = 0$$

$$OX: F \cos \alpha - \mu N = ma$$

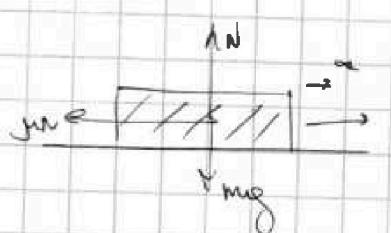
$$\Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

$$am = F \cos \alpha - \mu mg +$$

$\checkmark \mu \leq F \sin \alpha$



$$am = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha \quad (1)$$



$$\Delta F:$$

$$OY: N - mg = 0$$

$$OX: F - \mu N = ma$$

$$\Rightarrow F - \mu mg = ma \quad (2)$$

$$(1) + (2) \Rightarrow F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg$$

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

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

Ответ: $\mu = \frac{\alpha - \cos \alpha}{\sin \alpha}$

2. $OX: -\mu N = -ma$

$$OY: N - mg = 0$$

$$\Rightarrow a = \mu g$$

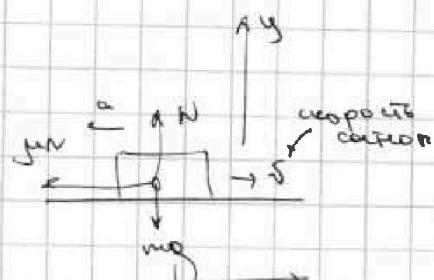
~~тогда~~ $\Rightarrow \frac{S_0}{T} = \mu g$

$$0 - S_0 = -aT \Rightarrow T = S_0/a = S_0/\mu g$$

если $\mu g < S_0$

Ответ: $T = S_0/\mu g$

5/10



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!

$$1. \quad \cancel{c dQ = c dT + \frac{1}{2} \cancel{\partial R \cancel{\partial T}} dT \rightarrow p dV}$$

внешняя
работа

$$\cancel{T \rightarrow c = const \Rightarrow c dT = \frac{1}{2} \cancel{\partial R \cancel{\partial T}} dT + p dV}$$

3МК: $pV = \cancel{\partial R} T$

$$d(pV) = \cancel{\partial R} dT$$

$$p dV + \cancel{V dp} = \cancel{\partial R} dT$$

1. Т.к. $c = \text{const}$ на участке 1-2

$$dQ = d\cancel{pV} + \cancel{\lambda A} \quad \cancel{\lambda}$$

$$cdT = \frac{1}{2} d(pV) + p dV$$

$$\frac{c d(pV)}{\cancel{\partial R}} = \frac{1}{2} d(pV) + p dV$$

$$\left(\frac{c}{\cancel{\partial R}} - \frac{1}{2} \right) p dV = \left(\frac{1}{2} + 1 - \frac{c}{\cancel{\partial R}} \right) p dV$$

$$V dp = k p dV$$

$$\frac{dp}{p} = k \frac{dV}{V} \Rightarrow \ln \frac{p_k}{p_n} = k \ln \frac{V_k}{V_n}$$

$$\ln \frac{p_k}{p_n} = \ln \left(\frac{V_k}{V_n} \right)^k$$

$$p_k V_k^{-k} = p_n V_n^{-k}$$

$$\Rightarrow pV^{-k} = \text{const}, \quad k = \frac{\frac{1}{2} + 1 - \frac{c}{\cancel{\partial R}}}{\cancel{\partial R}} \approx \frac{2/5 \cancel{\partial R} - c}{\cancel{\partial R}}$$

$$-k = \frac{\frac{2}{5} c - (\frac{1}{2} + 1) \cancel{\partial R}}{c - \frac{1}{2} \cancel{\partial R}} = \frac{c - 2,5 \cancel{\partial R}}{c - 1,5 \cancel{\partial R}}$$

$$\Rightarrow pV^{\frac{c-2,5 \cancel{\partial R}}{c-1,5 \cancel{\partial R}}} = \text{const}$$

$$\text{т.к. } c_{12} = 2R \Rightarrow pV^{\frac{2-2,5}{2-1,5}} = \text{const} \Rightarrow p \underset{V}{\sim} \text{const}$$

$\Rightarrow p(V)$ - линейная (выходит из 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|

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

МФТИ

1. (продолжение)

$$\Rightarrow p = \text{нед} \quad A_{12} = Q_{12} - U_{12} \Rightarrow c\alpha T - \frac{i}{2} \cdot 2R\alpha T$$

$$A_{12} = 2R\alpha T - 1,5R\alpha T = 0,5\alpha TR = 0,5 \cdot 3T_1 R$$

$$A_{12} = 1,5T_1 R = 1,5 \cdot 400 \cdot 8,31 \text{ kДж/К} = 498600 \cdot 8,31 \text{ Дж}$$

$$A_{12} = 498600 \text{ Дж}$$

Ответ: $A = 498,6 \text{ кДж}$

$$\begin{aligned} 2. \quad Q_{12} &= \frac{1}{2} U_{12} + A_{12} \\ Q_{23} &= U_{23} + A_{23} \\ Q_{34} &= U_{34} + A_{34} \\ U_{12} + U_{23} + U_{34} &= 0 \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} \Rightarrow Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} = A_{12} + A_{23} + A_{34} = \\ = A \end{array} \right.$$

и.к. цепь замкнут

$$A = 2R \cdot 3T_1 = 0,5R(4 - 2^{1,5}T_1 - 2,5R(2^{1,5} - 1)T_1)$$

$$A = T_1 R(6 - 2 + \sqrt{2} + 2,5 - 5\sqrt{2})$$

$$A = (6,5 - 4\sqrt{2})T_1 R$$

$$Q_+ = Q_{12} = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1$$

$$\Rightarrow y = \frac{A}{Q_+} = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$$

Ответ: $y = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

3. $U_3 \text{ н. 1} \Rightarrow p \text{ Дж/К} \text{ для всех участков} \quad pV^{\frac{c-2,5}{2,5}} = \text{const}$

1-2: $c = 2 \Rightarrow pV^{-1} = \text{const}, \quad T \uparrow \text{в 2 раза} \Rightarrow p, V \uparrow \sqrt{2} \text{ раз}$

2-3: $c = 2,5 \Rightarrow pV^0 = \text{const}, \quad T \uparrow 2\sqrt{2} \text{ раз} \Rightarrow p \uparrow 2\sqrt{2} \text{ раз}, V = \text{const}$

3-4: $c = 0,5 \Rightarrow pV^2 = \text{const}, \quad T \uparrow 8\sqrt{2} \text{ раз} \Rightarrow p \uparrow 8\sqrt{2}, V \uparrow \sqrt{2}, p \uparrow 2$

7/10 80%

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!

3 (продолжение)

$$1-2: pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow p_2 = 2p_1$$

$$V_2 = 2V_1$$

$$T_2 = 4T_1$$

$$\boxed{\begin{aligned} 3-2: p = \text{const} &\Rightarrow p_3 = \sqrt{2}p_1 / 2 \\ V_3 &= 2V_1 \\ T_3 &= 2\sqrt{2}T_1 \end{aligned}}$$

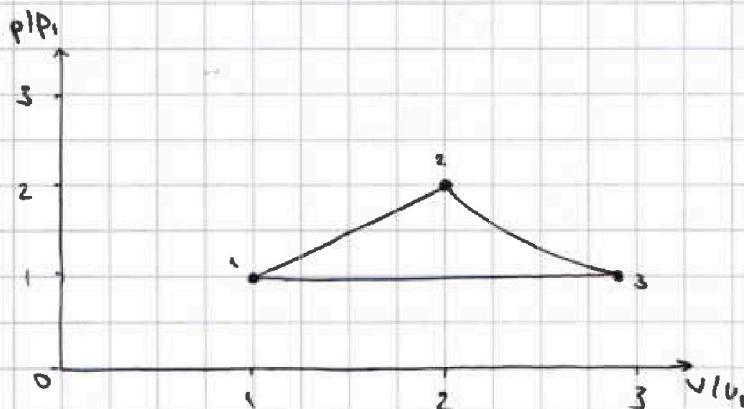
$$2-3: pV^2 = \text{const} \Rightarrow p_3 = p_1$$

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

$$T_3 = 2\sqrt{2}T_1$$

$$3-1: p = \text{const}$$

$$\boxed{\begin{aligned} p_2 &= 2p_1 \\ V_2 &= V_1 / 2 \\ T_2 &= T_1 \end{aligned}}$$



$$\begin{aligned} p_2 &= 2p_1 \\ V_2 &= 2V_1 \\ p_3 &= p_1 \\ V_3 &= 2\sqrt{2}V_1 \end{aligned}$$

8/10 8/10

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

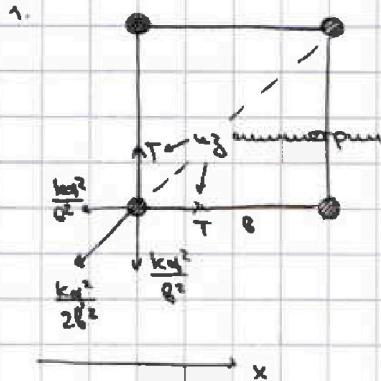
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



$$\Delta F: OX: T - \frac{kq^2}{B^2} - \frac{kq^2 \cos \theta}{2B^2} = 0$$

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

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

2. Т.к. машины совершают ~~разделительное~~ ~~движение~~
всё время ~~з~~ будут иметь одинаковы
длины ~~одинаковые~~ не ~~з~~ будут \Rightarrow
~~работа сил разделяемая~~
~~всех машин = 0~~

и.к. Т винтовые сина и кармашка
снимают приказ син \Rightarrow работа сине
изменение машин = 0

$$\Delta E: \frac{4m\delta^2}{2} + \frac{kq^2}{B} \left(1 + 1 + 1 + (\sqrt{2})^2 + (\sqrt{2})^2 + 1 \right) + \\ + \frac{kq^2}{B} (1 + 1 + 1 + 2 + 2 + 3) = 0$$

$$\frac{4m\delta^2}{2} = (4 + \sqrt{2}) \frac{kq^2}{B} - (34 + \frac{1}{3}) \frac{kq^2}{B} = \left(\frac{3\sqrt{2} - 1}{3} \right) \frac{kq^2}{B}$$

$$\Rightarrow \delta^2 = \frac{(3\sqrt{2} - 1) kq^2}{8mb}$$

$$\text{Ответ: } \delta = \sqrt{\frac{(3\sqrt{2} - 1) kq^2}{8mb}}$$

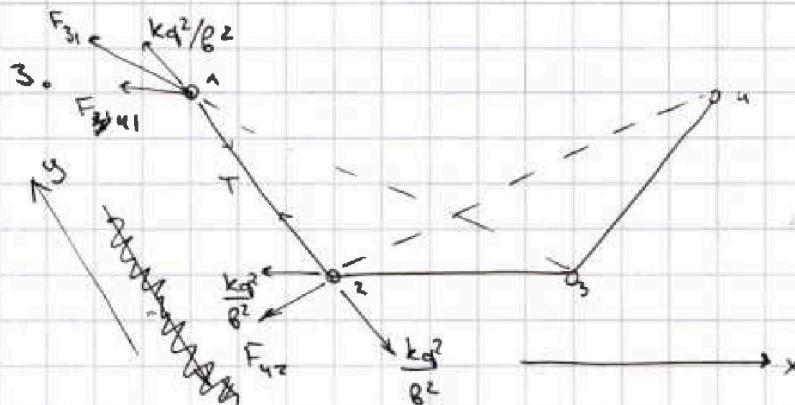
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$Ox: a_{x1} = a_{x2}$, т.к. ω не изменяется
 $\sum F_{1x} = a_{x1}m$, $\sum F_{2x} = a_{x2}m$
 $\sum F_{4x} = 0$

$Ox: F_{x2} + F_{x3} = 0$, т.к. картина
стремится к равновесию

$a_{x2} = a_{x1}$, т.к. нет изменения

$\Rightarrow F_{x2} = F_{x3} = 0$

$\Rightarrow a_{x2} = a_{x1} = 0$

$Oy: F_{y1} \geq 0$

~~$F_{y2} \leq F_{y1}$~~

нет изменения

т.к. есть всегда начальная, $v_y > 0$

$F_{y1} = F_{y2}$
 $\Rightarrow a_{y1} = a_{y2}$

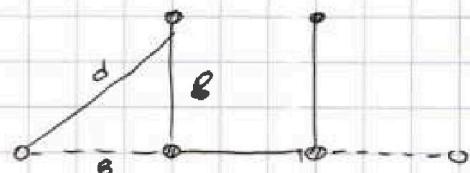
т.к. $a_{y2} = 0 \Rightarrow a_{y1} = 0 \Rightarrow v_{y1} = 0$

$\Rightarrow a_{y2} = a_{y1} = 0$

~~установка~~ \Rightarrow 1 шарика 1 нет
ускорение падения шариков 0

$\Rightarrow d = \sqrt{2}b$

Ответ: $d = \sqrt{2}b$



10/10 8/8



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

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

1 Решена

2 ~~Восстановить 1 задачу из шести исходных~~ 3, 3

3 Решена

4 ~~Решена~~ Решение ~~выведено~~ и Задача

5 Решена, но криво

$$\frac{2R \cdot 3T}{1,5RT} = \frac{2^2 R \cdot 3T}{2 \cdot 1,5RT}$$

$$3\sqrt{3}$$

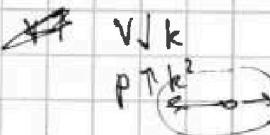
$$\frac{6\sqrt{3}}{2}$$

~~const~~

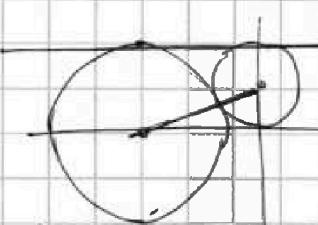
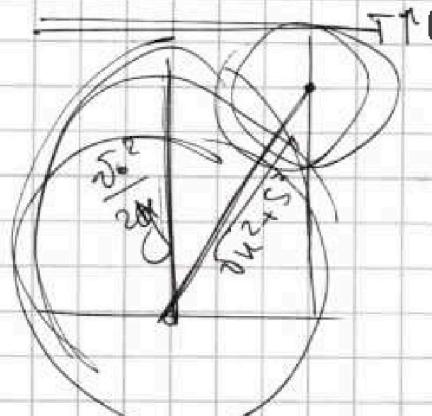
$$\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

$$P = \frac{d}{v^2}$$



$$\frac{\sqrt{2}}{22}$$



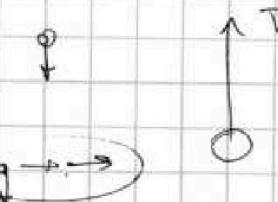
$$\frac{4}{2\sqrt{2}} = \sqrt{2} \quad 2\sqrt{2}$$

$$\int \frac{kq^2}{r^2} = -\frac{kq^2}{r} + \text{const}$$

$$\Rightarrow r^{-1} = -r^{-2}$$

$$P T^1 k \\ V T^1 k \\ mg \\ T^1 k^2$$

$$\int \frac{GMm}{r^2} = -\frac{GMm}{r} = -\varphi R_m$$



$$2R \cdot 3T$$

$$\frac{6RT_1}{6A\pi} + \frac{\sqrt{2}RT_1}{5\sqrt{2}RT_1} = -\frac{2R_1T_1}{R_1T_1} + \frac{2,5RT_1}{R_1T_1} -$$

$$\frac{(6,5 - 4\sqrt{2})/R_1T_1}{6A\pi} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{R_1T_1}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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+2+3~~)

$$(x-a)(x-b) = x^2 - (a+b)x + ba$$

$$16 - 4 = 12$$

$$\frac{+4 \pm \sqrt{12}}{2} = 2 \pm \sqrt{3}$$

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

$$D = 4 - 20 = -16 \Rightarrow \text{р.н.}$$

$$4 \quad \frac{3 \cdot 2}{5 \cdot 10}$$

Изюбара: $\frac{3}{2} = \frac{3}{2} \approx 1,5$

4

Изюбара: $\approx 2,5$

Адиабата

$$S = 2T - 5T^2$$

2

$$\frac{m^2}{c^2} \cdot \frac{c^2}{m}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ \times 6 \\ \hline 4986 \end{array}$$

A

$$1,5 < \sqrt{3} < 2$$

$$3 \dots \frac{2\sqrt{5}}{3\sqrt{5}}$$

$$2(0 \cdot 10)^4$$

8

$$2\sqrt{2}$$

$$4 \cdot 2 = 8$$

9

1,25

$$\frac{4}{2\sqrt{2}} = 2$$

$$30 \cdot 10$$

$$400 - 100$$

52

k³

$$P = \gamma V^2$$

$$PV \approx \downarrow \sqrt{2}$$

$$S = 4t - \frac{10t^2}{2} = 4T - 5T^2$$

$$4 = 10T$$

$$V \uparrow k \quad P \uparrow k^2$$

и $\uparrow k$

$$P = \frac{C}{V^2}$$

$$T \uparrow \frac{2}{5}$$

$$PV \uparrow k^3 \Rightarrow \uparrow \sqrt[3]{2}$$

$\uparrow k$

$$\frac{8}{5} - \frac{4}{5} = \frac{4}{5} \quad P$$

$V \uparrow k$
 $P \downarrow k^2$

$T \uparrow k$

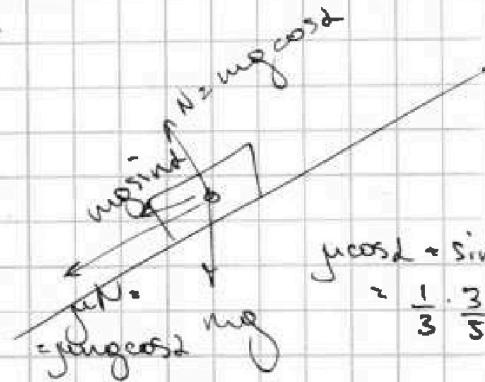
$$n = \tan \alpha S - \frac{g S^2}{2 \rho \cos^2 \alpha}$$

$$\tan \alpha = \frac{v_0^2}{g S}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2 + g S}{2 g S}$$

$$5 = 4 + 1;$$

6



$$\cos \alpha = \sin \alpha = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} = 1$$

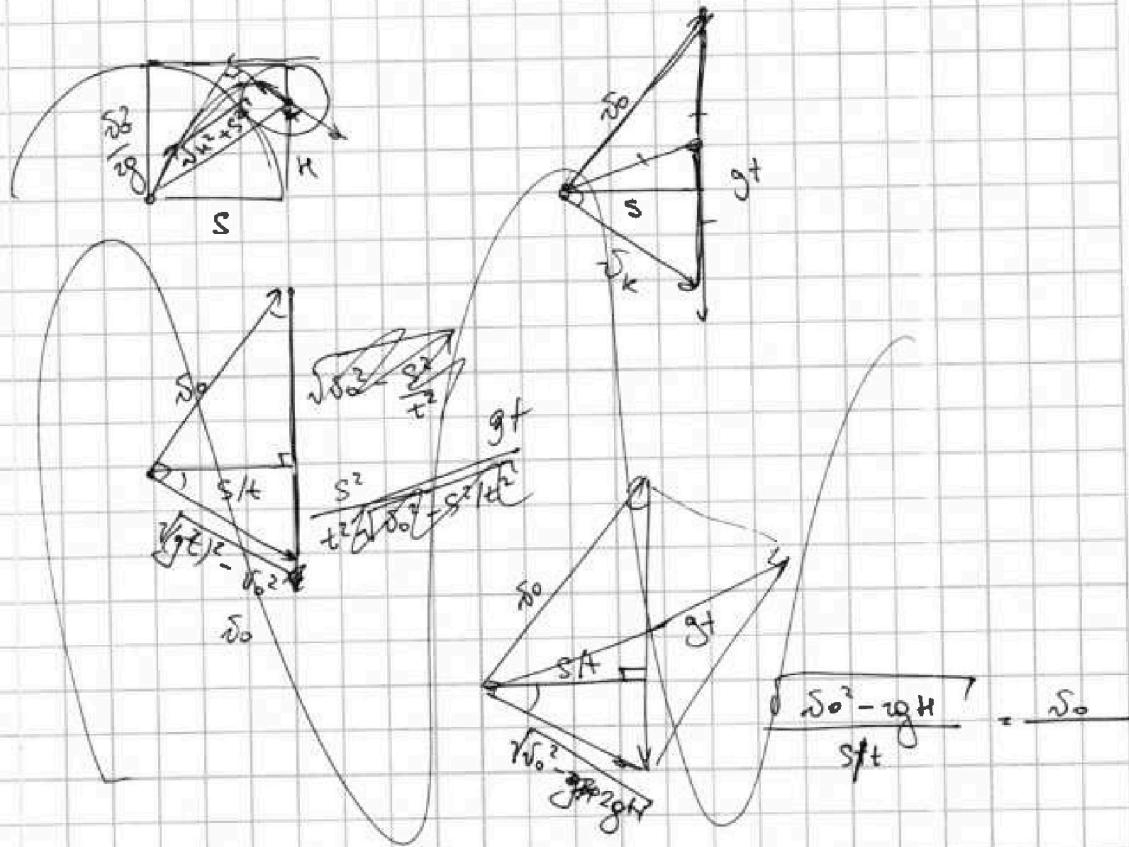
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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!



$$\Delta F: OY: N - mg \cos \alpha = 0$$
$$OY: \mu N = ma$$
$$\Rightarrow a = \mu g \cos \alpha$$

$$S = S_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$\Rightarrow S = S_0 t - \frac{\mu g \cos \alpha t^2}{2}$$

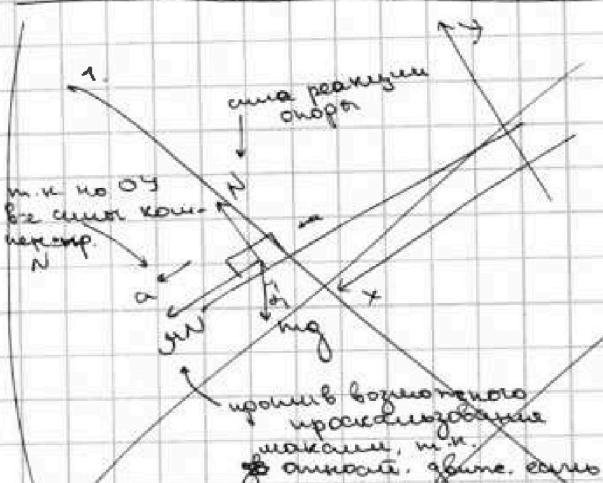
$$1 \text{ м} = 4 \text{ м/c} \cdot t - \frac{10 \cdot 3 \cdot 1 \cdot t^2 \text{ м/c}^2}{5 \cdot 3 \cdot 2}$$

$$2 \text{ м} \cdot \frac{t^2}{c^2} - 4 \text{ м} \cdot t + 1 \text{ м} = 0$$

$$t = (2 \pm \sqrt{3}) \text{ с}$$

т.к. коробка движется
пройдя путь S, а
не перемещение S $\Rightarrow t = (2 - \sqrt{3}) \text{ с}$

Ответ: $t = (2 - \sqrt{3}) \text{ с}$



$$\Delta F: OY: N - mg \cos \alpha = 0$$
$$OY: \mu N + mg \sin \alpha = am$$

$$\Rightarrow a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$
$$a = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5}\right)g = g$$

$$S = S_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$1 \text{ м/c} = \frac{2 \text{ м}}{c} \cdot t - \frac{10 \text{ м}}{2 \cdot c^2} t^2$$

$$\frac{5 \text{ м}}{c^2} t^2 - \frac{2 \text{ м}}{c} t + 1 \text{ м} = 0$$

$$\Rightarrow \exists! \text{ т.к. решения нет}$$

- * Груз добрался до своей верхней точки и спущенный на какой-то расстояние вниз

$$\text{Вид } S_{\max} = 2 \frac{m}{c} t_1 - \frac{5}{2} \frac{m}{c^2} t_1^2, \frac{9m}{c} = \frac{4}{10} \frac{m}{c^2}$$

расстояние до высшей точки

$$\Rightarrow S_{\max} = 0,8 \text{ м}, t_1 = 0,4 \text{ м/c}$$

$$S - S_{\max} = \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow t_2 =$$

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!





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!

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

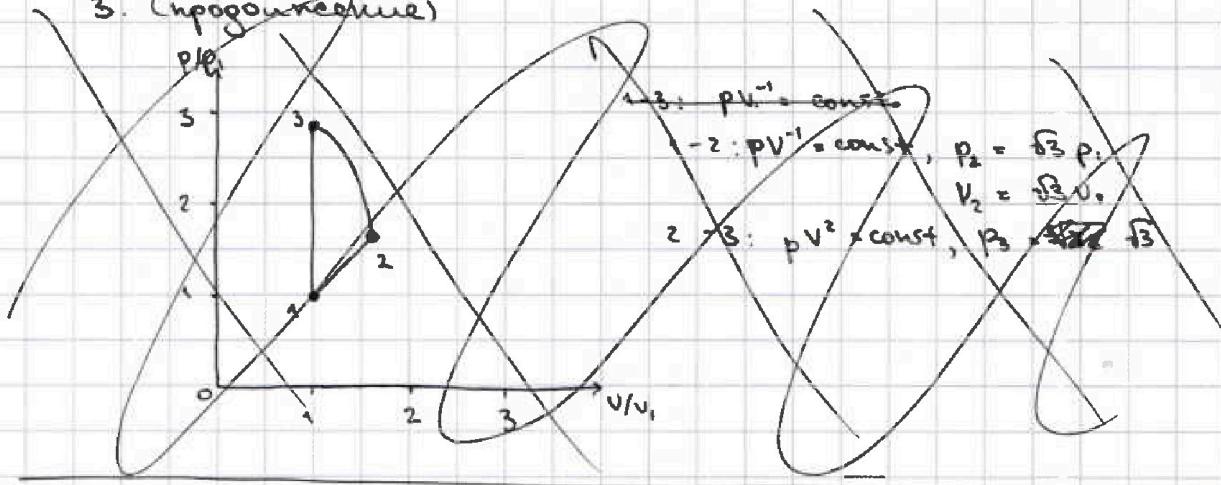
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

3. (продолжение)



3. (продолжение)

