



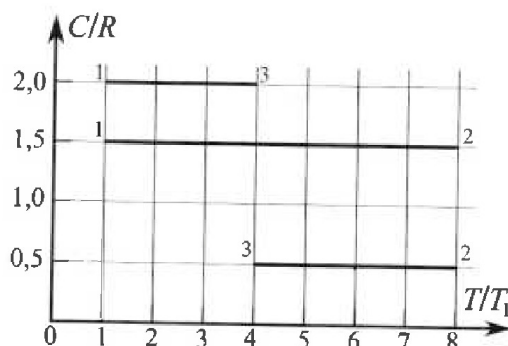
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

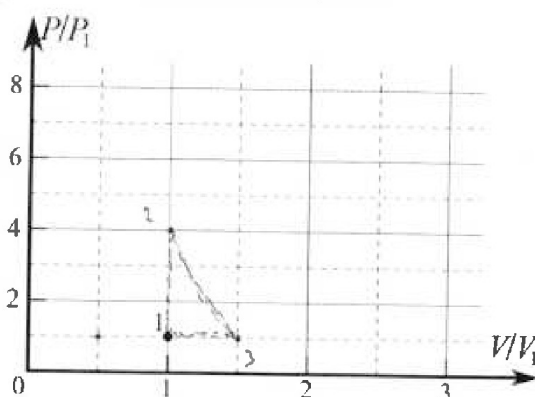
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

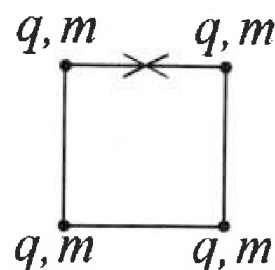


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
 - 2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
 - 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?
- Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

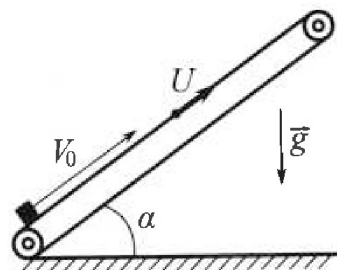
Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$. Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

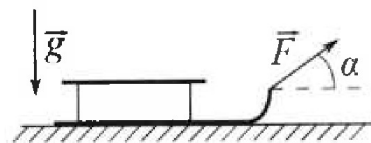
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



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

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$h_{\max}$ - максимальная высота подъёма
г Футбольного мяча, при начальной
скорости V_0 и начальном угле α .

$t_{\text{под}}$ - время подъёма мяча на

высоту $h_{\max}$. $t_{\text{полн}}$ - полное время полёта мяча.

Строим V_0 на оси x, y : Т.к. $g \perp OX \Rightarrow g$ не будет
влиять на скорость по оси $x \Rightarrow V_x = \text{const}$; $V_x = V_0 \cdot \cos \alpha$.

Т.к. на высоте $h_{\max}$ - максимальная $\Rightarrow$ на ней y мяча
не будет вертикальной составляющей скорости

(она равна 0) $\Rightarrow 0 = V_0 \sin \alpha - g t_{\text{под}} \Rightarrow t_{\text{под}} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$.

Т.к. траектория полёта - парабола $\Rightarrow$ она симметрична
относительно вершины параболы $\Rightarrow t_{\text{под}} = t_{\text{полн}} - t_{\text{под}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow t_{\text{полн}} = 2 t_{\text{под}}. \quad \begin{cases} L = t_{\text{полн}} \cdot V_x = t_{\text{полн}} \cdot V_0 \cdot \cos \alpha. \\ t_{\text{полн}} = 2 t_{\text{под}} = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} \cdot V_0 \cos \alpha = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{L g}{\sin 2\alpha}}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

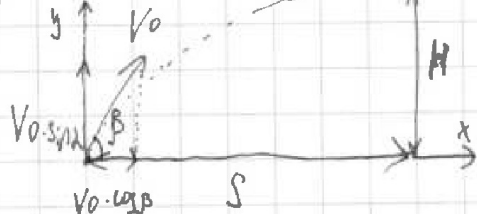
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

продолжение

Пункт 2:



β - угол, образованный
между вектором начальной
скорости и горизонтальной
плоскостью.

$t_{\text{полёта}}$ - общее время полёта

$$V_0 \cos \beta = v_x$$

(из пункта 1).

$$v_x = \text{const}$$

$$t_{\text{полёта}} \cdot v_x = S \Rightarrow S = t_{\text{полёта}} \cdot V_0 \cos \beta \Rightarrow t_{\text{полёта}} = \frac{S}{V_0 \cos \beta}$$

$$\begin{cases} H = V_0 \sin \beta \cdot t_{\text{полёта}} - \frac{g t_{\text{полёта}}^2}{2} \\ t_{\text{полёта}} = \frac{S}{V_0 \cos \beta} \end{cases} \Rightarrow H = \frac{V_0 \sin \beta \cdot S}{V_0 \cos \beta} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$= S \cdot \tan \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} = S \cdot \tan \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot (\tan^2 \beta + 1) = S \cdot \tan \beta -$$

$$- \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \tan^2 \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \tan S - \cos S + \frac{g S^2}{2 V_0^2} - \cos S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = f(\tan \beta) = - \tan^2 \beta \cdot \frac{g S^2}{2 V_0^2} + S \cdot \tan \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \Rightarrow \text{это}$$

парабола, ветви которой направлены вниз $\Rightarrow f(\tan \beta)_{\text{max}}$ будет

в вершине параболы, т.к. H - максимум $\Rightarrow f(\tan \beta)_{\text{max}} = H \Rightarrow$

$$\Rightarrow \tan \beta = \frac{-S \cdot 2 V_0^2}{-2 g S^2} = \frac{V_0^2}{g S}$$



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!

конеч

$$\begin{cases} \frac{1}{2} g s^2 = \frac{V_0^2}{g} \\ H = - \frac{1}{2} g s^2 \cdot \frac{g s^2}{2 V_0^2} + s \cdot \frac{1}{2} g s - \frac{g s^2}{2 V_0^2} \end{cases} \Rightarrow H = \frac{V_0^2}{g} \cdot s - \left(\frac{g s^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{V_0^4}{g \cdot s^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{g s^2}{2 V_0^2} \right) = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^4}{2 V_0^2 \cdot g} - \frac{g s^2}{2 V_0^2} \Rightarrow H = \frac{2 V_0^4}{2 g V_0^2} - \frac{V_0^4}{2 g V_0^2} - \frac{g \cdot s^2}{2 V_0^2 g} =$$

$$= \frac{V_0^4 - g \cdot s^2}{2 V_0^2 g} \Rightarrow s^2 g^2 = V_0^4 - 2 V_0^2 g H = V_0^2 (V_0^2 - 2 g H) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s^2 = \frac{V_0^2}{g^2} (V_0^2 - 2 g H) \Rightarrow s = \frac{V_0}{g} \sqrt{V_0^2 - 2 g H} \Rightarrow$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{4 g}{\sin^2 \alpha}} \quad (\text{из пункта 1})$$

$$\Rightarrow s = \sqrt{\frac{4 g}{g^2 \cdot \sin^2 \alpha}} \cdot \sqrt{\frac{4 g}{\sin^2 \alpha} - 2 g H} = \sqrt{\frac{4}{\sin^2 \alpha} - 2 H} \cdot \sqrt{\frac{4 g^2}{g^2 \cdot \sin^2 \alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{4}{\sin^2 \alpha} - 2 H} \cdot \sqrt{\frac{4}{\sin^2 \alpha}} \Rightarrow s = \sqrt{\frac{20}{1}} \cdot \sqrt{\frac{20}{1} - 3,6 \cdot 2} =$$

$$= \sqrt{20(20 - 7,2)} = \sqrt{20 \cdot 12,8} = \sqrt{256} = 16 \text{ (метров)}$$

Ответ: $V_0 = 10\sqrt{2} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right); s = 16 \text{ (м)}$



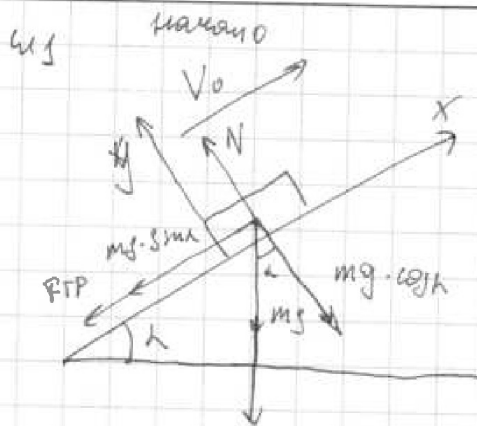
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



N - сила реакции опоры.

m - масса груза

Тк груз - мат. точка, а
СО, связанной с землей -

- МСО $\Rightarrow$ запишем 3-е

Ньютона $\sum \vec{F} = m\vec{a}$. $\begin{cases} OX: -F_{тр} - mg \sin \alpha = -ma_1 \\ OY: N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} ma_1 = F_{тр} + mg \sin \alpha & \text{где } a_1 - \text{ускорение груза в м/с}^2 \\ N = mg \cos \alpha \end{cases}$

по 3-юму закону Ньютона: $\begin{cases} F_{тр} = N \cdot \mu \\ N = mg \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow F_{тр} = mg \cos \alpha \cdot \mu$

$ma_1 = mg (\cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha) \Rightarrow a_1 = g (\cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha)$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$ (Тк $0 < \alpha < 90^\circ$). Пусть скорость не менял напр. $\Rightarrow$

$\Rightarrow V_0 - a_1 t = V_k = 6 - 10 (0,8 \cdot 0,5 + 0,6) = 6 - 10 = -4 \Rightarrow$ скорость

направлена противоположно. Найдем время, когда тело

остановилось $V_0 - a_1 t_s = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{a_1} = \frac{V_0}{g (\cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha)}$

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!

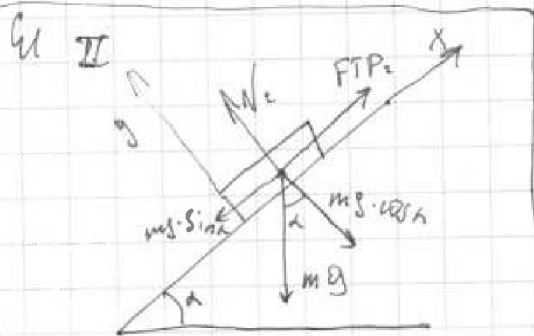
МФТИ



Продолжение 1

Найдём путь, который пройдёт груз, до того как сменит
направление: $l = V_0 \cdot t_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2}$

$$= \frac{V_0^2}{a_1} = \frac{V_0^2}{2a_1} = \frac{V_0^2}{2a_0} = \frac{V_0^2}{2g(\cos\alpha \cdot \mu + \sin\alpha)}$$



Запишем II 3-ий Ньютона для

СИ II:

$$\begin{cases} \text{по } x: -ma_2 = -mg \sin\alpha + F_{\text{тр}} \\ \text{по } y: N_2 - mg \cos\alpha = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_2 = mg \cos\alpha$$

где N_2 — сила реакции опоры

$$ma_2 = mg \sin\alpha - F_{\text{тр}}$$

бо II СИ, а a_2 — ускорение

груза бо II СИ. $F_{\text{тр}} = N_2 \cdot \mu = mg \cos\alpha \cdot \mu$ (по 3-ему

Ньютона — Аммонтона) $\Rightarrow ma_2 = mg \sin\alpha - mg \cos\alpha \mu \Rightarrow$

$\Rightarrow a_2 = g(\sin\alpha - \cos\alpha \cdot \mu)$. Найдём оставшийся путь:

$$S + l = \frac{a_2 \cdot (T - t_1)^2}{2} = \frac{a_2 \cdot \left(T - \frac{V_0}{g(\cos\alpha \cdot \mu + \sin\alpha)}\right)^2}{2} =$$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

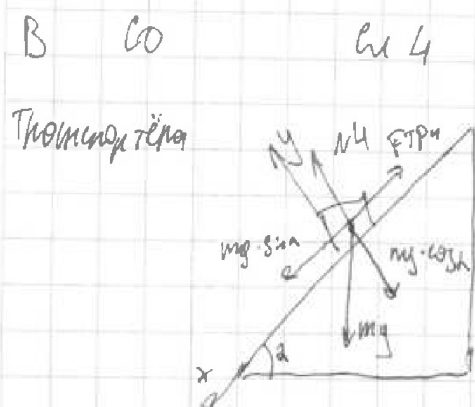
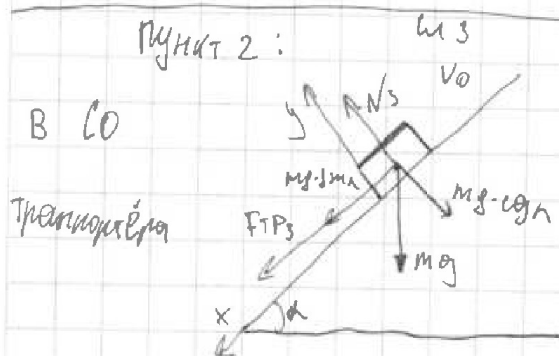
МФТИ

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

пройденное 2

$$\Rightarrow s = \frac{10 \cdot (0,6 - 0,8 \cdot 0,5) \cdot \left(1 - \frac{6}{10 \cdot 0,6 + 0,8 \cdot 0,5}\right)^2}{2} + \frac{36}{2 \cdot 10 \cdot (0,6 + 0,8 \cdot 0,5)}$$

$$= \frac{10 \cdot 0,2 \cdot \left(1 - \frac{6}{10}\right)^2}{2} + \frac{36}{2 \cdot 10} = \frac{2 \cdot (1 - 0,6)^2}{2} + 1,8 = 0,4^2 + 1,8 = 0,16 + 1,8 = 1,96 \text{ (м)}$$



Перейдем в СО транспорта
для того, чтобы груз двигался
скоростью V необходимо, чтобы
(м А)
груз двигался скоростью 0, либо
(м Б)
скоростью равной $2V$ и нагр.
противоположно скорости
Транспортёра (направление
вдоль V скорости транспорта
в лабораторной СО).

Случай А: Сумма 2-ой и 3-ей координат для груза

для м 3: $N3 - mg \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow N3 = mg \cdot \cos \alpha$

$FTR3 + mg \cdot \sin \alpha = ma_3$ $FTR3 \pm N3 \cdot \mu = mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu$

(по 3-ей координате - Аксиоме)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!



Продолжение 3

$$m a_3 = m g (\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu) = 7 \text{ кг} \cdot a_3 = g (\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 - g_3 t_1 = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{a_3} = \frac{V_0}{g (\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ (с)}$$

Сл 5: Запишем II закон Ньютона для груза для сл 4:

$$\begin{cases} N_4 - m g \cos \alpha = 0 \\ m g \sin \alpha - F_{тр4} = m a_4 \end{cases} \quad \begin{cases} N_4 = m g \cos \alpha \Rightarrow F_{тр4} = m g \cos \alpha \cdot \mu \\ F_{тр4} = N_4 \cdot \mu \text{ по 3-му закону Ньютона (Маятника)} \end{cases}$$

$$m a_4 = m g (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu) \Rightarrow a_4 = g \cdot \cos \alpha \cdot \mu (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)$$

$t_1 = 0,6$ - время достижения скорости V_0 на

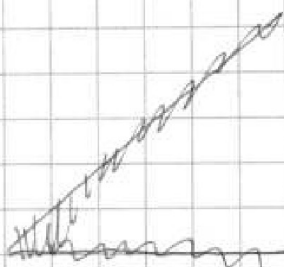
остановки. $2U = a_4 (t_1 - t_1) = 0 \Rightarrow t_1 - t_1 = \frac{2U}{a_4} = \frac{2U}{g (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)}$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{2U}{g (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} + \frac{V_0}{g (\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)}$$

$$t_1 = \frac{2}{10 \cdot (0,6 - 0,8 \cdot 0,5)} + \frac{6}{10 \cdot (0,6 + 0,8 \cdot 0,5)} = \frac{2}{2} + \frac{6}{10} = 1,6 \text{ (с)}$$

Пункт 3:

Всё
Транспортер



Перейдём в со
транспортёра. Для

того, чтобы скорость

тела в лаборатории

CO Сила равна 0 необходимо, чтобы скорость
груза в со транспортёра была равна U и времени



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!

Вариант 4
Быть профитером по коэффициенту скорости
Транспортера (направление скорости транспортера в
с 0 лабораторной).

Вариант 4
~~Вариант 4~~ l_1 - путь, который прошел груз, поднимаясь,
 l_2 - путь, который прошел груз, опускаясь, l_3 - путь,
который прошел транспортёр.

$$\begin{cases} l_1 = V_0 t_1 - \frac{a_3 t_1^2}{2} \\ a_3 t_1 = V_0 \end{cases} \Rightarrow l_1 = \frac{V_0^2}{2}$$

$$\begin{cases} l_2 = \frac{a_4 t_2^2}{2} \\ t_2 a_4 = U \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l_2 = \frac{a_4 t_2^2}{2} \\ t_2 = \frac{U}{a_4} \end{cases} \Rightarrow a_4 = g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)$$

$$\Rightarrow l_2 = \frac{U^2}{2a_4} = \frac{U^2}{2g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} \quad l_3 = U(t_1 + t_2) =$$

$$= M \cdot \left(\frac{V_0}{g(\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)} + \frac{U}{g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} \right)$$

$$L = |l_3 + l_1 - l_2| = \frac{M \cdot V_0}{g(\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)} + \frac{U^2}{g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} - \frac{M^2}{2g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} +$$

$$+ \frac{V_0 \cdot t_1}{2} = \frac{U \cdot V_0}{g(\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)} + \frac{M^2}{2g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} + \frac{V_0 \cdot t_1}{2}$$



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!

конеч.

$$L = \frac{6}{10 \cdot 3} + \frac{1}{2 \cdot 10 \cdot 0,2} + \frac{6 \cdot 0,6}{2} = 0,6 + 0,25 + 1,8 = 2,4 + 0,25 =$$

$$= 2,65 \text{ (м)}$$

$$\text{Дано: } S = 1,96 \text{ м; } \begin{cases} T_1 = 0,6 \text{ (с)} \\ T_2 = 1,6 \text{ (с)} \end{cases}; L = 2,65 \text{ м}$$

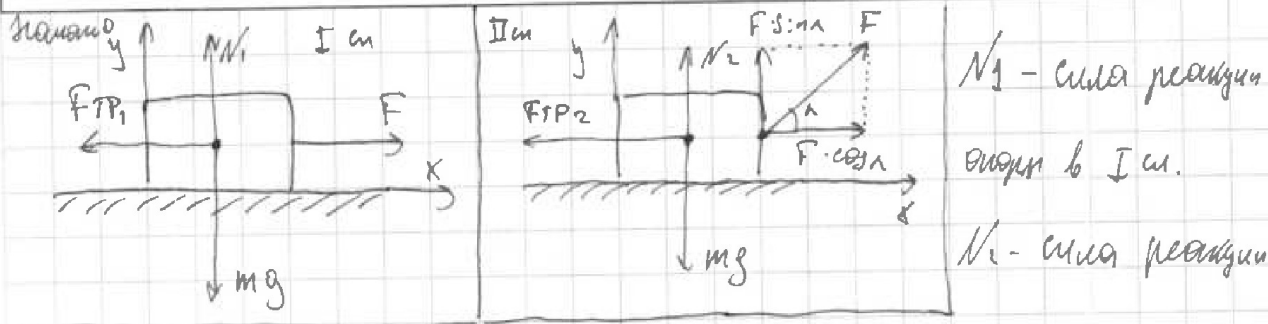
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



N_1 - сила реакции
опоры в I cs.

N_2 - сила реакции

опоры во II cs. $F_{тр1}$ - сила трения в cs I. $F_{тр2}$ - сила трения в cs II. a_1 - ускорение бруска в cs I, a_2 - ускорение бруска во II cs, t_1 - время достижения кинетической энергии K в cs I (t_2 - во cs II).

$$K = mv^2, \text{ где } v - \text{скорость бруска, когда он достигает кин.энерг. } K.$$

$$\begin{cases} L = \frac{a_1 t_1^2}{2} \\ L = \frac{a_2 t_2^2}{2} \\ v = at_1 \\ v = at_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1 t_1 = v \\ a_2 t_2 = v \end{cases} \Rightarrow \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_2 t_2^2}{2} \Rightarrow \frac{v t_1}{2} = \frac{v t_2}{2} \Rightarrow \begin{cases} t_1 = t_2 \\ a_1 t_1 = a_2 t_2 \end{cases} \Rightarrow a_1 = a_2$$

$\Rightarrow a_1 = a_2$. Так брусок можно считать мат. точкой, а

сдвигая с горизонтальной ~~поверхности~~ - ИСО $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ запишем II-й закон Ньютона для бруска: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\text{в cs: } \begin{cases} OX: F - F_{тр1} = ma_1 \\ OY: N_1 - mg = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F - F_{тр1} = ma_1, \text{ из 3-го,} \\ N_1 = mg \end{cases}$$

$$\text{Кинетр. - Амонта: } \begin{cases} F_{тр1} = N_1 \cdot \mu = g \cdot m \cdot \mu \\ F - F_{тр1} = ma_1 \end{cases} \Rightarrow F - g \mu m = ma_1$$

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!

Продолжение
Запишем II 3-ю для II 4:

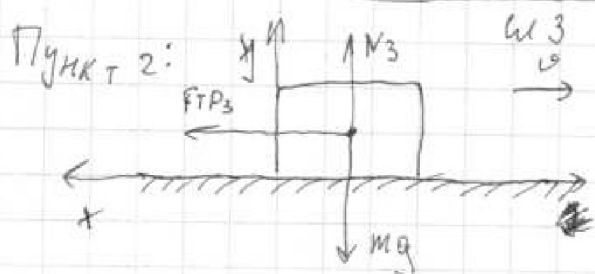
$$\begin{cases} OX: F \cdot \cos \alpha - F_{TP2} = m a_2 \\ OY: N_2 + F \cdot \sin \alpha - m g = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m a_2 = F \cdot \cos \alpha - F_{TP2} \\ N_2 = m g - F \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad \text{из 3-ого}$$

Нулевой - Аммонтона: $F_{TP2} = N_2 \cdot \mu = (m g - F \cdot \sin \alpha) \mu \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} m a_2 = F \cdot \cos \alpha - (m g - F \sin \alpha) \mu \\ m a_1 = F - g m \mu \\ m a_1 = m a_2 \end{cases} \Rightarrow F - g m \mu = F \cdot \cos \alpha - m g \mu +$$

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

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



Запишем II 3-ю Ньютона
для спуска ~~или~~ для сл 3:

$$\begin{cases} OY: N_3 - m g = 0 \\ OX: F_{TP3} = m a_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{TP3} = m g \\ N_3 = m g \end{cases}$$

$F_{TP3} = N_3 \cdot \mu$ (из 3-ей Ньютона -

Аммонтона) $\Rightarrow \begin{cases} F_{TP3} = m g \mu \\ F_{TP3} = m a_3 \end{cases} \Rightarrow$

$$\Rightarrow m a_3 = m g \mu \Rightarrow a_3 = g \mu$$

a_3 - ускорение в сл 3

F_{TP3} - сила трения в сл 3

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!



Конец

$$19983 \text{ г.м.}$$

~~Конец~~ ~~время~~ ~~разрешения~~ ~~взвешивания~~

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m g h \Rightarrow v = \sqrt{2 g h}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m g h \Rightarrow v = \sqrt{2 g h}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m g h \Rightarrow v = \sqrt{2 g h}$$

Заметим 3 СЭ:

$$\left\{ \begin{array}{l} K = |A_{тр}|, \text{ где } A_{тр} - \text{работа силы трения} \\ |A_{тр}| = F_{тр} \cdot S \Rightarrow K = m g \mu \cdot S \Rightarrow \\ F_{тр} = m g \mu \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} S = \frac{K}{m g \mu} \\ \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (\text{из 1 пункта}) \end{array} \right. \Rightarrow S = \frac{K \sin \alpha}{m g (1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; S = \frac{K \cdot \sin \alpha}{m g (1 - \cos \alpha)}$$

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!

Начало

$$C_{31} = 2R$$

C_k - теплоемкость в процессе К.

$$C_{31} = \frac{Q_{31}}{\Delta T_{31}}$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31}$$

$$\Rightarrow Q_{31} = \frac{A_{31} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31}}{\Delta T_{31}} = C_{31} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{31} = -C_{31} \cdot \Delta T_{31} - \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} \Rightarrow A_{13} = 2R \cdot 600 - \frac{3}{2} \cdot R \cdot 600 = 0,5 \cdot R \cdot 600 = 300R = 300 \cdot 8,31 = 2493 \text{ Дж.}$$

ΔT_k - изменение температуры в процессе К.

Q_k - теплота, переданная газу в процессе К.

A_k - работа, соверш. газом в процессе К.

ΔU_k - изменение вн. энергии в процессе К.

Пункт 2: ТК нагрев идет в процессе 1-2.

$$\begin{cases} A_{нагр} = A_{12} + A_{23} + A_{31} \\ Q_{нагр} = Q_{12} \\ \eta = \frac{A_{нагр}}{Q_{нагр}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_{12} + \Delta U_{12} = Q_{12} \\ \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \\ C_{12} = \frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}} \\ C_{12} = 1,5 R \end{cases}$$

$$\Rightarrow A_{12} = \Delta T_{12} (C_{12} - \frac{3}{2} \nu R) = 0 \Rightarrow 1-2 \text{ - изохора.}$$

$$A_{31} = -2493 \text{ Дж}$$

$$A_{23} \quad A_{23} + \Delta U_{23} = Q_{23} \\ Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} \\ C_{23} = 0,5 R$$

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!

коррек.

$$A_{23} + \Delta_{23} = Q_{23}$$

$$M_{23} = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T_{23} \Rightarrow A_{23} + \frac{3}{2} \gamma R \Delta T_{23} = 0,5 R \cdot \Delta T_{23} = 1$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}}$$

$$C_{23} = 0,5 R$$

$$\Rightarrow A_{23} = \Delta T_{23} (0,5 R - \frac{3}{2} \gamma R) = -\Delta T_{23} \cdot R = R \cdot 800 = 8,31 \cdot 800 =$$

$$= 6648 \text{ Дж}$$

$$A_{\text{нагр.н}} = 6648 - 2493 = 4155 \text{ Дж}$$

$$Q_{\text{нгр.}} = Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 4 \cdot 200 \cdot 1,5 = 4 \cdot 300 \text{ Дж} = 2100 \text{ Дж}$$

$$A_{\text{нагр.н}} = 800 \text{ Дж} - 300 \text{ Дж} = 500 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{нагр.н}}}{Q_{\text{нагр.}}} = \frac{500 \text{ Дж}}{2100 \text{ Дж}} = \frac{500}{21} \%$$

$$C_{12} = P_2 V_2 - P_1 V_1$$

$$C_{23} = P_3 V_3 - P_2 V_2$$

$$C_{31} = P_1 V_1 - P_3 V_3$$

$$\text{Отблн: } A_{31} = 2493 \text{ Дж} ; \eta = \frac{500}{21} \%$$



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!

$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$



Мы находим

$$v \cdot \sin \alpha - g t = 0$$

$$20 - 9,8 t = 0$$

$$t_{\text{max}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$2,05 \text{ с}$$

$$t_{\text{max}} = 2 t_{\text{max}} = 4,1$$

1. ДТ

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{max}} = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot 2 \cdot v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow$$

19

$$\begin{array}{r} 6648 \\ - 2493 \\ \hline 4155 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4155 \\ + 2493 \\ \hline 6648 \end{array}$$

$$R = 8,31$$

$$\Rightarrow L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{L \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = 10 \sqrt{2}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 3 \\ \hline 2493 \end{array}$$



$$256$$

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = \frac{S \cdot v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= S \cdot \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} \right) = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) = -\frac{g S^2 \tan^2 \alpha}{2 v_0^2} +$$

$$+ S \tan \alpha + \frac{g S^2}{2 v_0^2} \Rightarrow \text{ТКН-ма} \Rightarrow \frac{-S \cdot v_0^2}{-2 \cdot g S^2} = \frac{v_0^2}{2 g S}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 8 \\ \hline 6648 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8,31 \\ \times 8 \\ \hline 6648 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

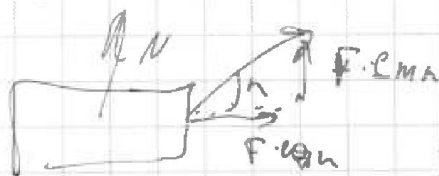
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

K

$$Q = \cos \alpha \cdot 27$$



$$K = \frac{F \cdot \sin \alpha}{mg} = F \cdot \frac{\sin \alpha}{mg}$$

$$mg \sin \alpha$$

$$0,5 R$$

$$(mg \sin \alpha - F \cdot \sin \alpha) \cdot M = \frac{1}{2} R \cdot \Delta t$$

$$- m$$

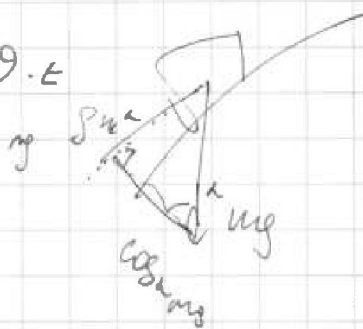
$$\frac{1}{2} R$$

$$\frac{F - mg \sin \alpha}{m} = a$$

$$g (\cos \alpha \cdot M + \sin \alpha)$$

$$\frac{F \cdot \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \cdot M}{M} = a$$

$$\frac{Q \cdot k^2}{2} = b^2 \cdot \epsilon$$



$$mg (\cos \alpha \cdot M + \sin \alpha)$$