



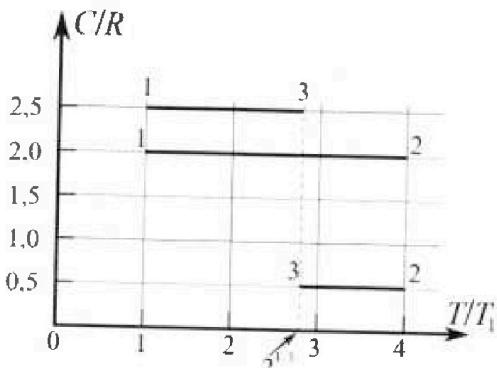
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**



Вариант 10-01

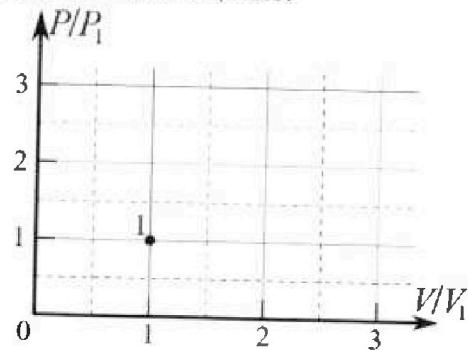
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.

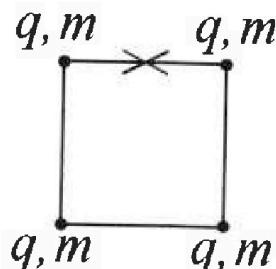


5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

- 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 допускаются обыкновенные дроби и радикалы.

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

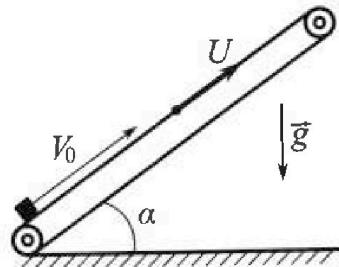
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 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.



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.

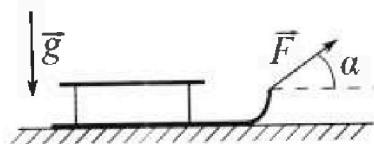
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.





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

МФТИ

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

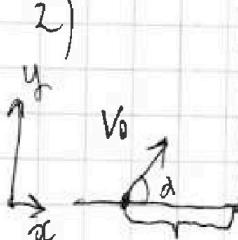
№1

1) Задано, что в верхней точке траектории мяч имеет ско^ржение движением, з^{на}ющим в этот момент скорость мяча равна 0. Тогда замечу равнотускимого движение:

$$0 = V_0 - gT \Rightarrow V_0 = gT = 10 \frac{m}{s^2} \cdot 2s = 20 \frac{m}{s}$$

Ответ к п. 1): $V_0 = 20 \frac{m}{s}$

2)



Пусть H - максимальная высота на которую поднялся мяч в процессе движения при производном угле α между вектором скорости и горизонтом.

$H = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$, где t - время движение до у dara о землю. Вынесли из y и из x :

$$H = V_0 \sin \alpha t - \frac{g \frac{S}{V_0 \cos \alpha}}{2}; S = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$H = V_0 \sin \alpha \frac{S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \tan \alpha = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1}; \text{ Пусть } \frac{1}{\cos^2 \alpha} = D, \text{ тогда:}$$

$H = S \sqrt{x-1} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2} x$. Требуется найти x при котором достигнут максимум (условие макс.: $S'(x)=0$).

$$H' = S \frac{1}{2\sqrt{x-1}} \cdot 1 - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2} \cdot 1 = 0$$

$$\frac{1}{2\sqrt{x-1}} = \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2} \Rightarrow \sqrt{x-1} = \frac{V_0^2}{gS} \Rightarrow x = \frac{V_0^4}{g^2 S^2} + 1$$

$$x = \frac{20^2 \cdot 20^2}{100 \cdot 200} + 1 = \frac{400}{100} + 1 = 5 \Rightarrow \frac{1}{gS} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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

$$\text{При } \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}};$$

$$H = s \sqrt{2-1} - \frac{g s^2}{2 V_0^2} OC = 20 \cdot \sqrt{7} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 900} \cdot 5 =$$

$$40 - 25 = 15 \text{ м}$$

Ответ к № 2) : 15 м



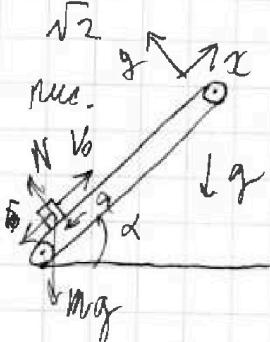
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) Запишем II з.н., срывающих
на x и y (рис.):

$$\begin{cases} 0Y: mg \cos \alpha = N \\ 0X: ma = mg \sin \alpha + F_{fD} \end{cases}$$

$$F_{fD} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$$ma = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha \Rightarrow a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

Запомним, что, на кон. прил. имеется $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6 \Rightarrow a = g(0,8 + \frac{0,6}{3}) = g$

Сделали s_{max} - расстояние, на котором "негашеный" груз, в этот момент не скользит $v_K = 0$.

$$0 = V_0 - at \Rightarrow t = \frac{V_0}{g}$$

$$s_{max} = V_0 t - \frac{at^2}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{4 \cdot 4}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м.}$$

Значит, в первом случае груз поднялся
и уже скользил при значении s_{max} .

Повторим процесс опускания:

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu N = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g(0,8 - \frac{0,6}{3}) = 3,6g$$

$$\Rightarrow -s_{max} = \frac{a_2 t_2^2}{2} \Rightarrow t_2^2 = \frac{2(s - s_{max})}{a_2} = \frac{s - s_{max}}{0,3g} \Rightarrow$$

$$t = t + t_2 = \frac{V_0}{g} + \sqrt{\frac{s - s_{max}}{0,3g}} = \frac{4}{10} + \sqrt{\frac{0,2}{3}} = \frac{31}{30}$$

$$0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}} = \frac{0,4 + \sqrt{15}}{\sqrt{15}} \quad \text{Ошибки и т.д.: } t = 0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}} = \frac{5 + \sqrt{15}}{25}$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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) Твердый в СО₁ "транспортер". Рассмотрим движение относительно этой СО. Заметим, что ускорение и сила, действующие на груз такие же, как в пункте 1). $\Rightarrow a_2 = g$ (a_2 - уск. груза)

Если $v_i = u$, то груз в СО₁ "транспортер" покинет $\Rightarrow v_{\text{отк}} \geq 0$. Тогда:

$V_0 - g t_3 \geq 0 \Rightarrow t_3 = \frac{V_0}{g}$. Из пункта 1) следует, что м.к. в СО₁ "транспортер" движение происходит как в АСО в п. 1), то $S_2 = S_{\max}$ (перемещение относительно транспортера) тогда:

$$L = ut + S_{\max} = \frac{u V_0}{g} + S_{\max} = \frac{2 \cdot 4}{10} + 0,8 = 1,6 \text{ м}$$

Избыток п. 2): $L = 1,6 \text{ м}$

3) Если в АСО груза ≥ 0 , то в СО₁ "транспортер" $v_{\text{отк. груза}} = u$. Из п. 1) следует, что $a_{\text{гру}} \geq 0,6g$ при движении вниз, $\Rightarrow u = 0,6g t_K$ (t_K - время от момента прохождения линии из пункта 2) и движение в u в СО₁ "транспортер"¹¹⁾

$$t_K = \frac{u}{0,6g} \Rightarrow L_2 = \frac{u t_K^2}{2} = \frac{0,5g u^2}{2 \cdot (0,6g)^2} = \frac{u^2}{2 \cdot 0,36g}$$

В АСА перемещение груза за это время:

$$\Delta L = ut_K - \frac{u^2}{2 \cdot 0,36g} = \frac{u^2}{0,6g} - \frac{u^2}{2 \cdot 0,6g} = \frac{u^2}{7,2g} \Rightarrow$$

$$H = (L + \Delta L) \sin \alpha = \left(1,6 + \frac{1}{3} \right) 0,8 = \frac{5}{3} \cdot 0,8 = \frac{40}{300} \cdot \frac{76}{75} \text{ м}$$



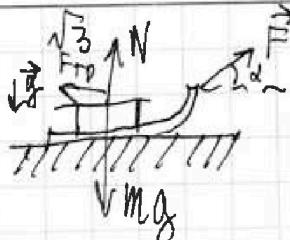
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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) *Рассмотрим I случай.*

II. З.Н.:

$$ma = F \cos \alpha_2 - F_{fp} \quad ; \quad F_{fp} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha_2) \Rightarrow$$

~~ma = F \cos \alpha_2 - \mu mg~~ $F_{fp} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha_2) \Rightarrow$

~~ma = F \cos \alpha_2 - \mu mg + \mu F \sin \alpha_2 = F (\cos \alpha_2 + \mu \sin \alpha_2) - \mu mg~~

II случай:

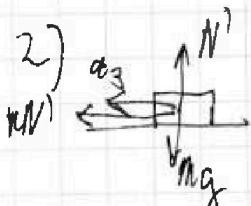
$$ma_2 = F - \mu N = F - \mu mg$$

$t_1 = t_2$ (но условия в разных решениях в случаях I и II одинаково)

$$\frac{V_0}{\alpha} = \frac{V_0}{\alpha_2} \Rightarrow a = a_2 \Rightarrow F (\cos \alpha_2 + \mu \sin \alpha_2) = F \Rightarrow$$

$$\cos \alpha_2 + \mu \sin \alpha_2 = 1 \Rightarrow \mu = \frac{\cos \alpha_2 + 1}{\sin \alpha_2} \quad \mu = \frac{1 - \cos \alpha_2}{\sin \alpha_2}$$

Сделаем к.н. 1): $\mu = \frac{1 - \cos \alpha_2}{\sin \alpha_2}$



по II З.Н.

$$ma_3 = F_f$$

(N' - сила реакции)

(m - масса самой)

(a_3 - ускорение)

$$ma_3 = \mu N' = \mu mg \Rightarrow$$

$a_3 = \mu g$. При установке скользящий $\theta = 0 \Rightarrow$

$$\theta = V_0 - a_3 T = V_0 - \mu g t \Rightarrow T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{g(1 - \cos \alpha_2)}$$

сделаем к.н. 2): $T = \frac{V_0 \sin \alpha_2}{(1 - \cos \alpha_2) g}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

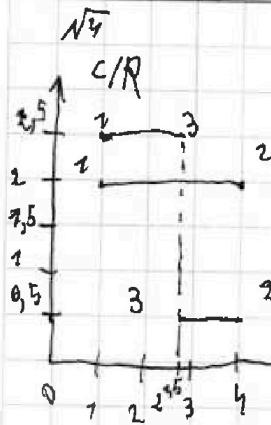
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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) В пределах 1-2 $C_{12} = \text{const}$

$$Q = C_{12} \Delta T_{12} = A_{T_{12}} + \Delta U_{12} \quad (\text{но I закон})$$

переходящий
из однотипной

$$C_{12} \Delta T_{12} - \Delta U_{12} = A_{T_{12}}$$

$$A_{T_{12}} = C_{12}(4t_1 - t_1) - \frac{3}{2}VR(4t_1 - t_1)$$

$$= aR \cdot 3t_1 - \frac{3}{2}R \cdot 3t_1 = 3t_1(2R - 1,5R) = \frac{3}{2}Rt_1 =$$

$$\frac{3}{2} \cdot 8 \cdot 31 \cdot 400 = 4986 \text{ дж} \Leftrightarrow \text{ответ к п. 1}$$

2) $\eta = \frac{A_T}{Q_n} - \text{работа газа}$

$$\eta = \frac{Q_n - \text{теплота на нагрев}}{Q_n} \quad \eta = 1 - \frac{|Q_x|}{Q_n}$$

$$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_n}$$

$$\begin{cases} Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} = 2R \cdot 3t_1 > 0 \\ Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23} = \frac{R}{2}t_1(2^{1,5}-4) < 0 \\ Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31} = 2,5Rt_1(7-2) > 0 \\ Q_n = Q_{12} \quad (Q_{23} \text{ и } Q_{31} < 0) \end{cases}$$

$$\eta = \frac{A_T}{6Rt_1}$$

$$\begin{aligned} A_T &= Q_{12} + A_{12} + C_{23} \Delta T_{23} - \frac{3}{2}VR \Delta T_{23} + C_{31} \Delta T_{31} - \frac{3}{2}VR \Delta T_{31} \\ &= A_{12} + Rt_1 \left(\frac{2^{1,5}-4}{2} + \frac{5}{2}(7-2^{1,5}) \right) - \frac{3}{2}VR \left(t_1 \left(2^{1,5}-4+7 \right) \right) \\ &= \frac{3}{2}Rt_1 + Rt_1 \left(\frac{2^{1,5}}{2} - 4 + 5 - 5 \cdot 2^{1,5} \right) - \frac{3}{2}Rt_1(-3) = \\ &Rt_1 \left(\frac{3}{2} + \frac{3}{2} + \frac{-4 \cdot 2^{1,5} + 7}{2} \right) = \frac{83t_1 \cdot 4}{2} \left(7 - \frac{12 \cdot 2^{1,5}}{2} \right) = \\ &1662(72 - 4 \cdot 2^{1,5}) = 1662 \cdot 4(3 - 2^{1,5}) \approx 6648 \cdot 0,2 \end{aligned}$$

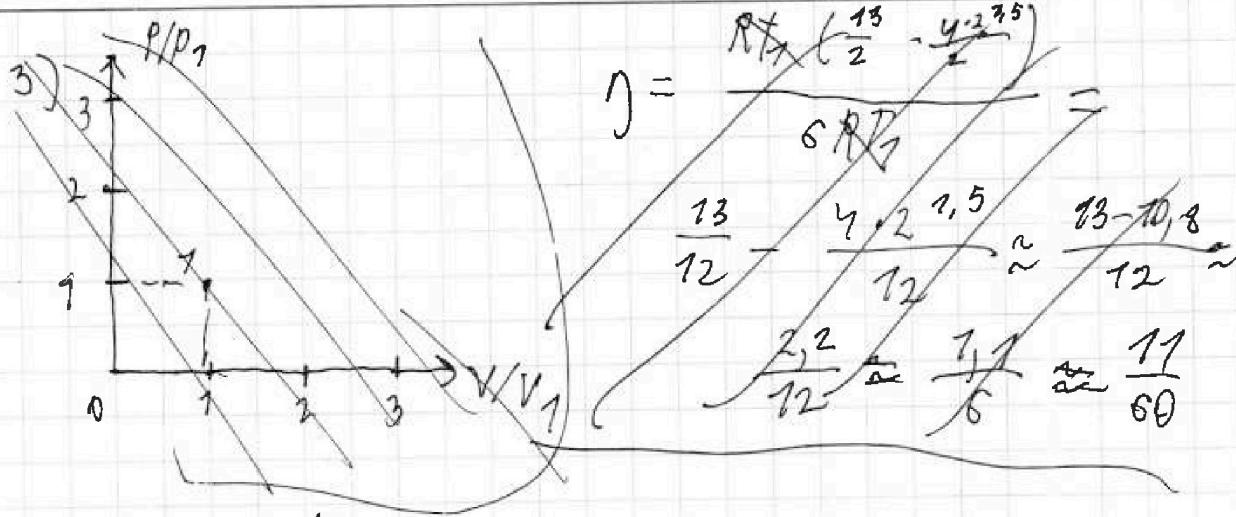
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$\gamma = 1 - \frac{1|Q_x|}{Q_N} = 1 - \frac{(Q_{23} + Q_{12})}{6R\Gamma_1} = 1 - 1 \cdot \frac{0,5 \cdot 4\sqrt{2}}{6} =$$

$$1 - \frac{9 - 8\sqrt{2}}{72} = \frac{11 + 8\sqrt{2}}{72} \Rightarrow \text{ответ к п.2)$$



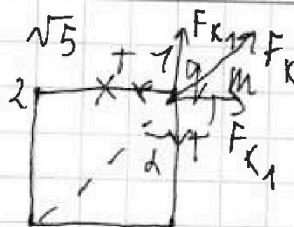
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 checked="" 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) Задача II 3.Н. «Для шарика 1
a - угол между дна, и стеклом,

3) $F_{K_1} \neq F_{K_2}$, $T \sim \text{const}$, реш.

$$2T \cos \alpha = 2F_{K_1} \cos \alpha + F_{K_2} = 2k \frac{q^2}{b^2} \cos \alpha + k \frac{q^2}{b^2} =$$

$$k q^2 \left(\frac{2}{b^2} \cos \alpha + \frac{\cos \alpha}{b^2} \right) = k q^2 \frac{1}{b^2} \left(2 \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{2} \right) =$$

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

ответ к п.1
ответ к п.2) $T = \frac{k q^2}{b^2} \frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}}$

2) по Зад:



$$\frac{mv^2}{2} = q(\varphi_K - \varphi_B), \text{ где } \varphi_K \text{ и } \varphi_B - \text{ потенциалы}$$

где φ_K и φ_B - потенциалы
где φ_K и φ_B - потенциалы

Придадим приливную ускорение:

$$\begin{aligned} \frac{mv^2}{2} &= q \left(k \frac{q}{b} + k \frac{q}{2b} + \frac{k^2}{3b} - \frac{kq}{b} - \frac{kq}{b} - \frac{kq}{b} \cos \alpha \right) \\ &= kq^2 \frac{1}{b} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} - 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) (-1) = \frac{kq^2}{b} \left(\frac{2}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right) \\ &= \frac{kq^2}{b} \left(\frac{2+\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} \right) = \frac{3+3\sqrt{2}-2}{6} \frac{kq^2}{b} = \frac{1+3\sqrt{2}}{6} \frac{kq^2}{b} \\ v &= \sqrt{\frac{1+3\sqrt{2}}{3} \frac{kq^2}{6m}} \quad \text{ответ к п.2} \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



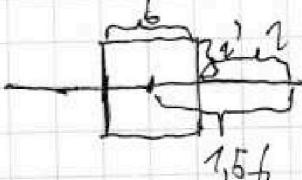
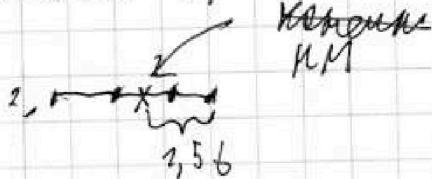
- 1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

3) при γM изменение силы не действует \Rightarrow
он не движется. 4-е условие равновесия

7) начальное положение: 2. изменение:



из гипотезы:

$$\begin{cases} l = b \\ l' = \frac{b}{2} \end{cases} \Rightarrow d = b^2 + \frac{b^2}{4} = \frac{5}{4} b^2$$

$$d = \frac{\sqrt{5} b}{2} \Leftarrow \text{ответ к п 3).}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

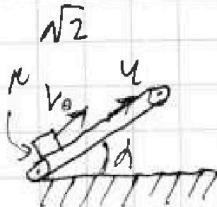
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



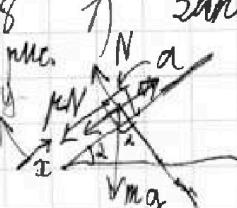
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$\sin \alpha = 0,8 \quad 1)$$



запись № 3. Н.
рис. 1) тело с массой

при угла. наклона х и у (рис.);

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

$F_{\text{тр}} = \mu N$ - сила трения, μN - реализующая силы.

$$\begin{cases} ma = mg \sin \alpha + \mu N \\ N = mg \cos \alpha \end{cases}$$

$$\Rightarrow a = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

тогда, м.н. движение равнозамедленное, то есть:

$$s = v_0 t - \frac{a t^2}{2} = v_0 t - \frac{g}{2} t^2 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$\frac{a t^2}{2} - v_0 t + s = 0. \quad \text{Дискриминант } D = v_0^2 - 4 \frac{a}{2} s =$$

$$v_0^2 - 2as \quad T = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2as}}{a} \quad (\text{если } -\text{перед } \sqrt{D} \quad T < 0)$$

$$a = g (0,8 + \mu \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}) = g \left(0,8 + \frac{\sqrt{1 - 0,64}}{3} \right) = g \left(0,8 + \frac{0,6}{3} \right) = g$$

$$T = \frac{4 + \sqrt{16 - 20 \cdot 1}}{10} =$$

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

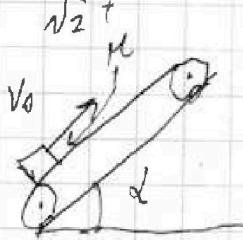
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



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

$$1) \text{ по } N = mg \cos \alpha$$

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

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

$$s = V_0 t - \frac{\alpha t^2}{2}$$

и

и

$$V_0 t - \frac{\alpha t^2}{2} - V_0 t + s = 0$$

$$t = V_0^2 - 4 \frac{\alpha}{2} s =$$

$$V_0^2 - 2\alpha s \Rightarrow$$

$$t = \frac{V_0 + \sqrt{V_0^2 - 2\alpha s}}{\alpha}$$

6

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 8 \\ \hline 40 \\ 46 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8 \\ 8 \\ \hline 64 \\ 46 \end{array} \quad \begin{array}{r} 116 \\ \hline 75 \end{array}$$

2) Оптимальный транспортер:

$$s = \frac{V_0^2 - \theta^2}{2\alpha} = \frac{V_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

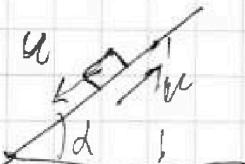
$$L = ut + \frac{V_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$0 = V_0 - at \Rightarrow$$

$$t = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$L = \frac{u V_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} + \frac{V_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

3) Оптимальный транспортер:



$$\text{наибольшее } a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

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

$$u = at \Rightarrow t = \frac{u}{a}$$

$$z = ut - s \Rightarrow z = \frac{u^2}{a} - \frac{u^2}{2a} = \frac{u^2}{2a} \Rightarrow$$

$$L' = L + z; H = L' \sin \alpha$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

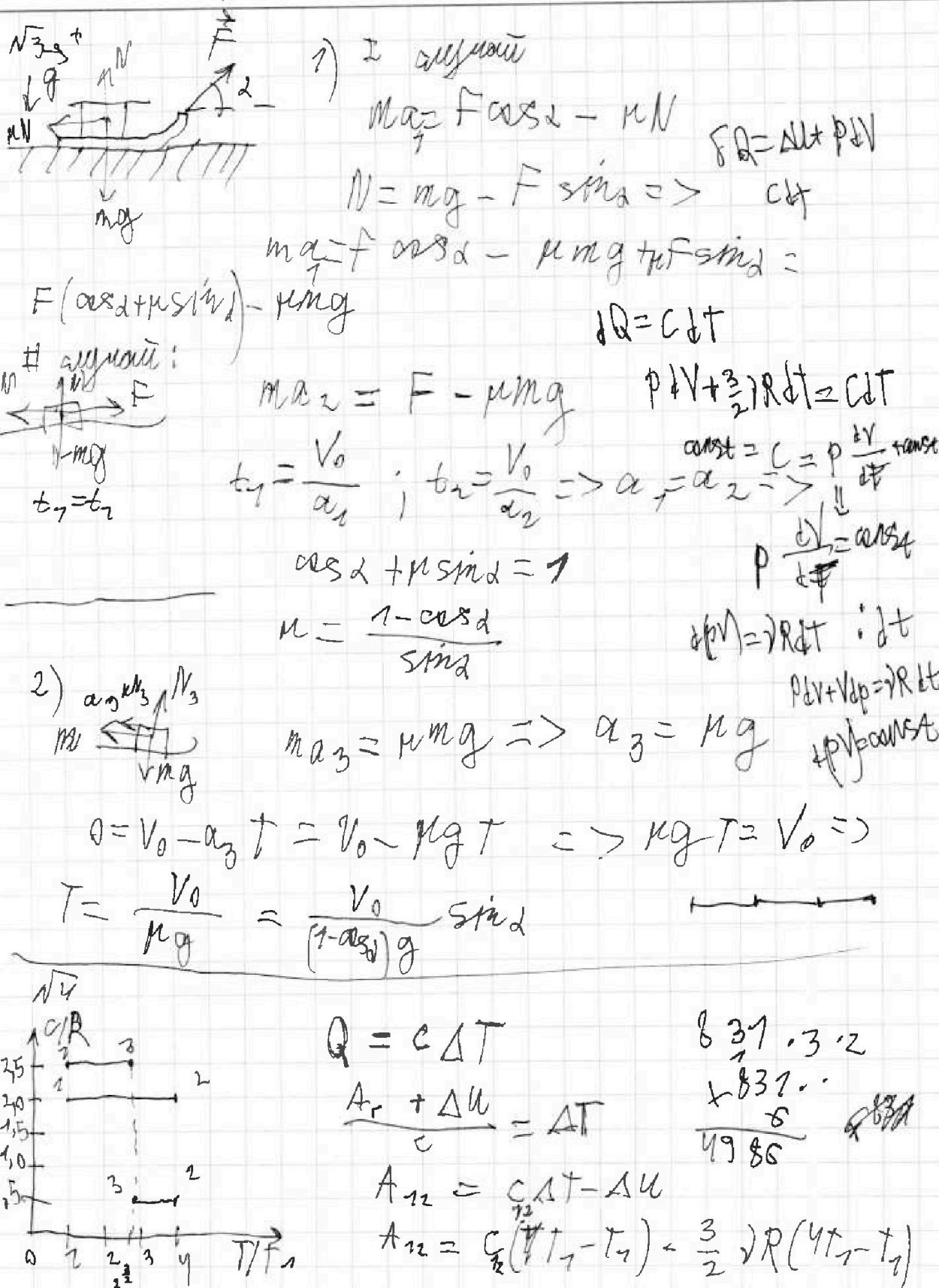
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

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:



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

$$2) \quad J = \frac{A_r}{Qn}$$

$$Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} \rightarrow Q_n \quad Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23}$$

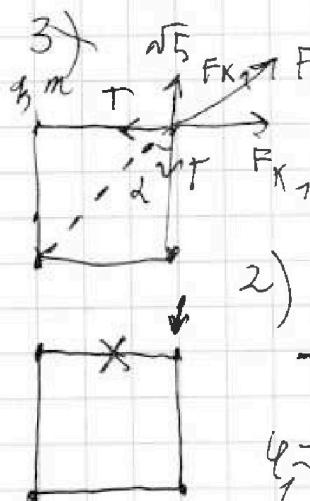
$$Q_{13} = C_{13} \Delta T_{13}$$

$$\frac{12+3\sqrt{2}-1}{12+3\sqrt{2}}$$

$$A_{T_{12}} = C_{12} \Delta T_{12} - \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{13}, \quad 0.5 - 4\sqrt{2} \times \frac{1}{2}$$

$$4 \cdot T_{13} = C_{13} \Delta T_{13} - \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{13} \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{n}{5}$$

$$A_{T_{23}} = C_{23} \Delta T_{23} - \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23} \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{n}{5}$$



$$1) \quad 2T \cos \alpha = F_{K2} + 2F_{K3} \cos \alpha \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{3}$$

$$2T \cos \alpha = k \frac{q^2}{2b^2} + 2k \frac{q^2}{b^2} \cos \alpha \quad \frac{6}{6+6+6}$$

$$2) \quad \frac{M \omega^2}{2} = q \left(\varphi_2 - \varphi_1 \right) \quad \frac{2k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{q^2}{2b^2}}{\frac{q^2}{b^2}} = \frac{1}{2} + \sqrt{2} \frac{1}{6}$$

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = k \frac{q}{b} + k \frac{q}{b} + k \frac{q}{\sqrt{2}b} \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$3) \quad \ddot{\varphi}_2 = k \frac{q}{b} + \frac{kq}{2b} + \frac{kq}{3b} \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$4) \quad H = S \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{q^2 \sqrt{2}}{2b^2} = 0 \quad S' (f(2)) = 0$$

$$5) \quad H = V_0 t - \frac{q^2 t^2}{2} \quad 7) \quad 0 = V_0 - gt \Rightarrow$$

$$t = \frac{V_0}{g} \quad V_0 = gt$$

$$6) \quad H = V_0 \cos \alpha t = S \quad t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$H = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$7) \quad H = \frac{S V_0 \sin \alpha}{\frac{V_0 \sin \alpha}{g} \cos^2 \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$S \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$



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!

$$H = s \sqrt{x-1} - \frac{gs^2}{2V_0^2} x$$

$$H = s \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{x-1}} - \frac{gs^2}{2V_0^2} = 0$$

$$\frac{1}{2\sqrt{x-1}} = \frac{gs}{2V_0^2}$$

$$\sqrt{x-1} = \frac{V_0^2}{gs}$$

$$x-1 = \frac{V_0^4}{g^2 s^2} \Rightarrow x = \frac{g^2 T^4}{g^2 s^2} + 1 = \frac{g^2 T^4}{s^2} + 1$$

$$\frac{700 \cdot 16}{400} = \frac{16}{4} = 4$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 4 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$