



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.

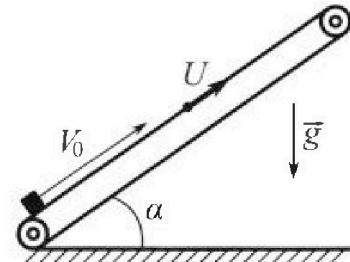
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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

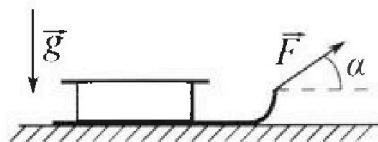
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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.

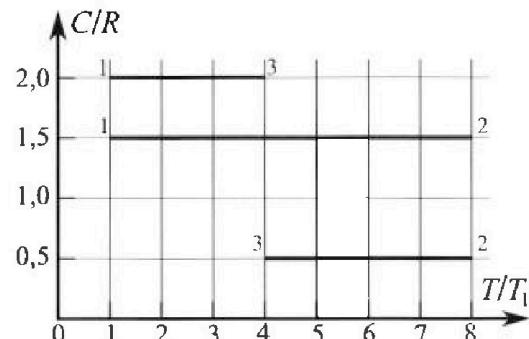
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

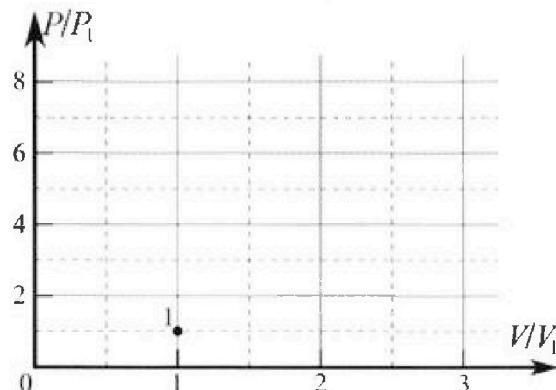


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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).

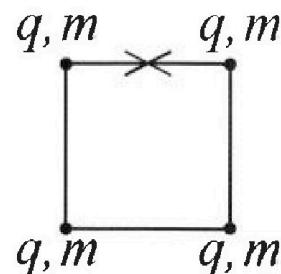


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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 вверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

 МФТИ.

(продолжение)

Ответ: $c_0 = 10\pi \text{ м/c}$; $S = 16\text{м}$.



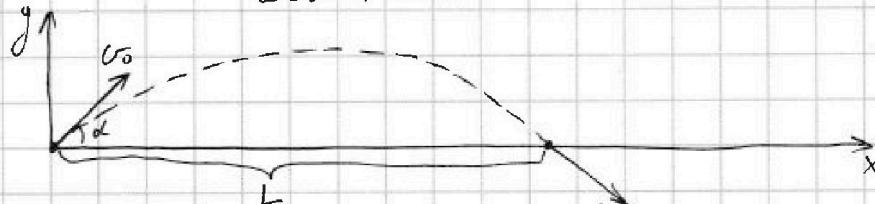
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

МФТИ.

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

№ 1

$$\begin{array}{|c|} \hline \alpha = 45^\circ \\ L = 20 \text{ м} \\ H = 3,6 \text{ м} \\ \vec{v}_0 - ? \\ S - ? \\ \hline \end{array}$$



Решение:

1) П.к. во время полета на мяч действует только сила (сила тяжести), то в проекции на ось x скорость не меняется.

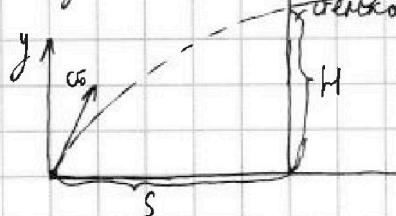
$$L = \vec{v}_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$2) \vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}; y: 0 = \vec{v}_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow \vec{v}_0 \sin \alpha = \frac{g t}{2} \Rightarrow (t = \frac{2 \vec{v}_0 \sin \alpha}{g})$$

$$L = \vec{v}_0 \cdot \cos \alpha \cdot 2 \vec{v}_0 \cdot \sin \alpha = \frac{\vec{v}_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow \vec{v}_0 = \sqrt{\frac{L g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = \sqrt{200} \text{ м/с}$$

$$\vec{v}_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$3) Найдем макс. высоту полета мяча, если \vec{v}_{0y} = \vec{v}_0: H_1 = \frac{\vec{v}_0^2}{2g} = \frac{200}{20} = 10 \text{ м}$$



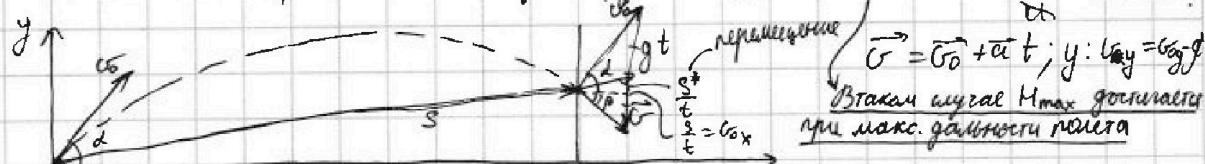
Ч) Верен 3(3),
т.к. Амплитуда = 0.

$$\frac{m \vec{v}_0^2}{2} = \frac{m g^2}{2} + m g H$$

$$\text{Найдем } G: G = \sqrt{\vec{v}_0^2 - 2g H} = \sqrt{200 - 20 \cdot 3,6} = \sqrt{128} = 8\sqrt{2} \text{ м/с.} \quad \vec{v}_0^2 - G^2 = 2g H$$

$$\text{Найдем макс. высоту при } \alpha = 45^\circ: H_2 = \frac{\vec{v}_{0y}^2 - G^2}{2g} = \frac{\vec{v}_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{200 \cdot 0,5}{20} = 5 \text{ м}$$

П.к. $H_2 > H$, стена находится дальше, чем место макс. высоты при $\alpha = 45^\circ$.



$$5) Найдем площадь \Delta \text{ скорости} 2-\text{м} \text{ путьки}: S = \frac{1}{2} \vec{v}_0 \cdot G \cdot \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \frac{S}{t} \cdot g t$$

S будет макс, если \sin(\alpha + \beta) = макс, т.е. \sin(\alpha + \beta) = 1 \Rightarrow \alpha + \beta = 90^\circ

$$\frac{\vec{v}_0 \cdot G \cdot (\sin(\alpha + \beta))}{g} = S \Rightarrow S = \frac{\vec{v}_0 \cdot G \cdot \sin(\alpha + \beta)}{g} = \frac{\vec{v}_0 \cdot G}{g} = \frac{10\sqrt{2} \cdot 8\sqrt{2}}{10} = 160 \text{ м} \text{ Ответ: } 10\sqrt{2} \text{ м; } 160 \text{ м.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

№2

1) Решение:

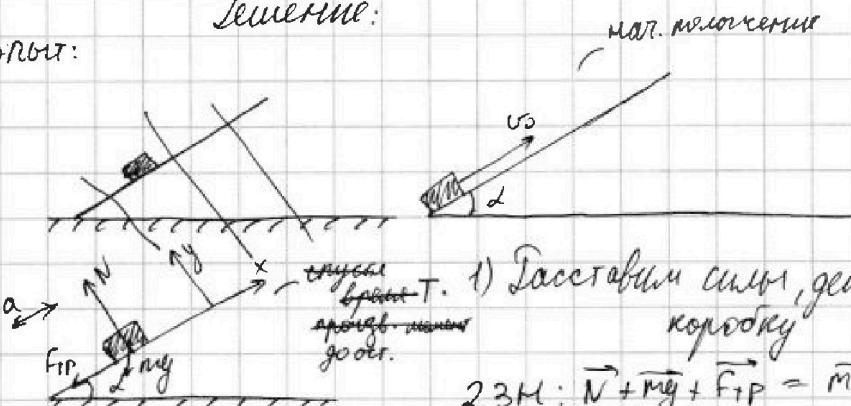
$$\begin{aligned} \sin \alpha &= 0,6 \\ G_0 &= 6 \text{ Н/с} \\ \mu &= 0,5 \\ T = t_0; U = 1 \text{ м/с} \end{aligned}$$

S - ?

T - ?

L - ?

Решение:



1) Доставим силы, действующие на коробку

$$23 \text{ Н: } \vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_{\text{f}} = \vec{ma}$$

$$2) 3 \text{ УМД: } mgh = \frac{mG_0^2}{2} = \text{Анелот.} \quad x: -F_{\text{f}} - mg \sin \alpha = +ma_x \\ \text{го бар.} \quad y: N - mg \cos \alpha = 0 \rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$A_N = 0, \text{ т.к. } N = 0, \text{ т.к. } N \perp 0 \Rightarrow \text{Анелот} = H_{\text{f}}.$$

$$h = S \cdot \sin \alpha$$

$$mgh - \frac{mG_0^2}{2} = -MNS, \quad \downarrow$$

$$mgS_1 \cdot \sin \alpha - \frac{mG_0^2}{2} = -\mu mg \cos \alpha \cdot S,$$

$$G_0^2 - 2gS_1 \sin \alpha = 2\mu g \cos \alpha \cdot S,$$

$$G_0^2 = 2gS_1(\mu g \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$S_1 = \frac{G_0^2}{2g(\mu g \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{36}{20(0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = 1,8 \text{ м}$$

$$OTT: \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - 0,36$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

го аст: $a \uparrow \text{to} 0:$

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

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

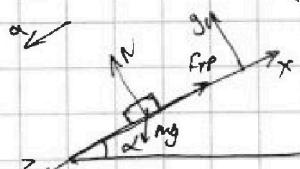
$$a = g(\mu g \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$a = 10(0,5 \cdot 0,8 + 0,6) = 10,4 \text{ м/с}^2$$

3) Кинематика: Наиболее точный до окончания:

$$S = \frac{0,2 G_0^2}{2a} = \frac{0,2}{2a} \quad \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{at} \\ x: v = v_0 - at \Rightarrow t = \frac{v_0}{a} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ с}$$

Коробка пройдет 1,8 м до остановки за 0,6 с, а потом пройдет еще какое-то S_2 за 0,4 с, движась вниз.



$$23 \text{ Н: } x: F_{\text{f}} - mg \sin \alpha = -ma_2 \rightarrow \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = -ma_2 \\ y: N - mg \cos \alpha = 0 \rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu g \cos \alpha)$$

$$a_2 = 10(0,6 - 0,4) = 2 \text{ м/с}^2$$

$$4) Находим S_2 : $S_2 = \vec{v} \cdot t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$$

$$z: S_2 = \frac{a_2 t^2}{2} = \frac{2 \cdot 0,16}{2} = 0,16 \text{ м}$$

$$(S = S_1 + S_2 = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м})$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

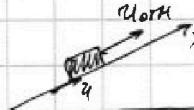
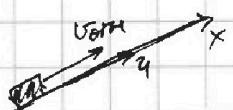
(продолжение)

2 задача: Переходит в СО движ. линии: $U = \text{const} \Rightarrow \text{ЭТО НСО}$.

$$\text{ЗСС: } \vec{U}_0 = \vec{U}_{\text{отн}} + \vec{U} \Rightarrow \vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U}_0 - \vec{U}; U_{\text{отн}} = U_0 - U = 6 - 1 = 5 \text{ м/c}$$

$$U = U_{\text{отн}} + U \Rightarrow U_{\text{отн}} = U - U = 0 \text{ м/c}.$$

отн-но земли. отн-но линии движется вверх (но все в СО $\vec{a} = \text{const}$) $\Rightarrow a = a_1 = a_{\text{отн}}$



$$\vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U}_0 + \vec{a} T_1; S^* = \frac{36 - 1}{2 a_1} = 1,75 \text{ м}$$

$$x: U_{\text{отн}} = U_{\text{отн}} - a_1 T_1$$

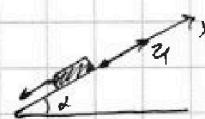
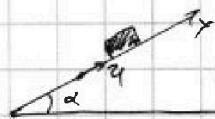
$$T_1 = \frac{U_{\text{отн}} - U_{\text{отн}}}{a_1} = \frac{5 - 0}{10} = 0,5 \text{ с}$$

0,5 с

Проверим, получится ли такое
при движении вниз: ($a = a_2 = \text{const}$)

$$\text{ЗСС: } U_0^* = U;$$

$$U_0^* = U_{\text{отн}} - U \Rightarrow U_{\text{отн}} = 2U = 2 \text{ м/c}.$$



$$\vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U}_0^* + \vec{U}$$

$$x: U_{\text{отн}} = U_0^* + U$$

$$\vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U}_0^* + \vec{a} T$$

$$-U_{\text{отн}} = U_0^* - a_2 T; T = \frac{U_0^*}{a_2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ с}$$

$$S^{**} < S^* \Rightarrow \text{ЭТО произойдет} \Rightarrow \text{1}$$

$\Rightarrow T$ в частности равно T_1 .

$$\cancel{T_1 = 0,5 \text{ с}} \quad (T_1^* = 1,5 \text{ с})$$

$T_1 = 0,5 \text{ с}$

скорость коробки обратится в 0 отн-но земли, когда
 $a_2 \gg U$ и $a_2 = 1 \text{ м/c} \Rightarrow L = S^* = 1,75 \text{ м}.$

$$T_1^{**} = T_1^* + T_1 = 2 \text{ с}$$

В НСО земли:

$$\vec{U} = \vec{U}_0 + \vec{a} t$$

$$t = -2$$

$$\text{Ответ: } S = 1,75 \text{ м}; T_1 = 0,5 \text{ с}; T_1^* = 1,5 \text{ с}; L = 1,75 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

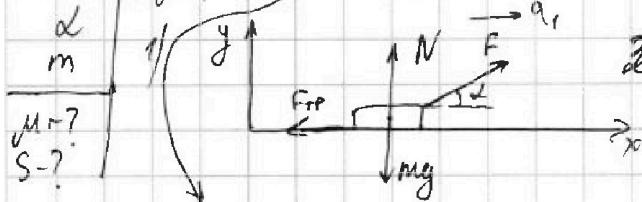
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 3

Решение:

$$T.K. \vec{F} = \text{const}; A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

K | Решение: ЗИМЭ: $K - O = A_F + A_{F_P}$. T.K. $F = \omega m t$; $F_{F_P} = \text{const} \Rightarrow$



$$23H: x: F \cdot \cos \alpha - F_{F_P} = m \cdot a_1$$

$$y: N + F \cdot \sin \alpha - mg = 0$$

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

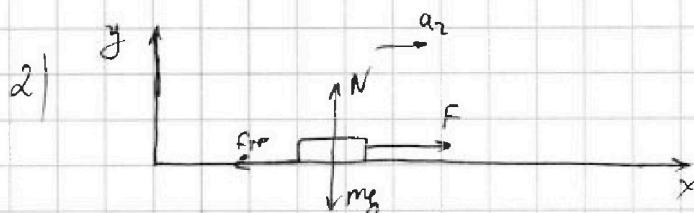
$$K = F \cdot S \cdot \cos \alpha - \mu(mg - F \cdot \sin \alpha)S$$

$$K = F \cdot S \cdot \cos \alpha - \mu mg S + F \cdot S \cdot \sin \alpha \mu$$

$$(K = S(F \cdot \cos \alpha - \mu mg + F \cdot \sin \alpha \mu)) *$$

$$F \cdot \cos \alpha - \mu(mg - F \cdot \sin \alpha) = m \cdot a_1$$

Решение 2:



$$23H: x: F - F_{F_P} = m a_2$$

$$y: N - mg = 0 \rightarrow N = mg$$

$$F - \mu mg = m a_2$$

$$\text{ЗИМЭ: } K = A_F + A_{Cm}$$

$$K = F \cdot S - F_{F_P} \cdot S$$

$$(K = F \cdot S - \mu mg S = S(F - \mu mg)) **$$

III.K $K = K$, можно приравнять соотношения * и **:

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

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

$$F(\cos \alpha + \sin \alpha \mu) = F \Rightarrow \cos \alpha + \sin \alpha \mu = 1 \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

3) Динамический момент



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

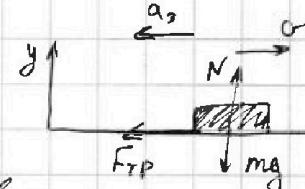
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

3) Гасси问我 времени, когда перестанут действовать
силой F . $K = \frac{mv^2}{2}$ — скорость до которой
произошло разгон в 2 шагах

$$v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$



$$23N \cdot x : -F_f = -m$$

$$y : N - mg = 0 \\ N = mg$$

$$\mu mg = ma_3 \\ (\textcircled{a_3 = \mu g})$$

Найдем S до остановки:

$$S = \frac{v^2 - v_{\text{окон}}^2}{2a_3} = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{2K}{2\mu mg} = \frac{K}{\mu mg}$$

$$(S = \frac{K}{\mu mg})$$

$$\text{Orber: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; S = \frac{K}{\mu mg}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

~ 4

$$C_{12} = 1,5R$$

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

$$C_{31} = 2R$$

$\eta = \text{const}$

$$T_2 = 8T_1$$

$$T_3 = 4T_1$$

$$T_1 = T_{\text{ref}} = 200K$$

$A_{31\text{mag}}$?

η ?

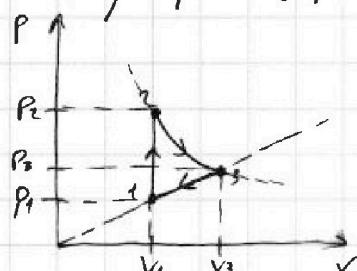
чертеж

$$1-2: \frac{P}{T} = \text{const}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{8T_1}$$

$$(P_2 = 8P_1)$$

Решение:
Перестройка в PV



$$1-2: V = \text{const}$$

$$2-3: pV^2 = \text{const}; P = \frac{\text{const}}{V^2}$$

$$3-1: \frac{P}{V} = \text{const}.$$

$$1: p_1 V_1 = DRT_1$$

$$2: p_2 V_1 = 8DRT_1$$

$$3: p_3 V_3 = 4DRT_1$$

$$A_{31\text{mag}} = -A_{31} =$$

$$= -(-2493) = 2493 (\text{дюйм})$$

$$2) A_{31\text{нек}} = -S_{TP} =$$

$$= \frac{(P_1 + P_3)}{2}(V_3 - V_1) = -95(P_1 V_3 - p_1 V_1 + P_3 V_3 - P_3 V_1)$$

1 час. решн.

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

$$A_{31} = C_D(T_1 - T_3) - \frac{3}{2} D R(T_1 - T_3) =$$

$$= 2DR(T_1 - T_3) - 1,5DR(T_1 - T_3) = 0,5DR(T_1 - T_3) =$$

$$= \frac{1 \cdot 8,31 (200 - 800)}{2} = -300 \cdot 8,31 = -2493 (\text{дюйм})$$

$$\eta = \frac{A_2}{Q_H} = 1 - \frac{Q_X}{Q_H} \quad Q_{12} = C_{12} D(T_2 - T_1) = 1,5DR(8T_1 - T_1) = 10,5DRT_1 > 0 - Q_X$$

$$Q_{23} = C_{23} D(T_3 - T_2) = 0,5DR(4T_1 - 8T_1) = -2DRT_1 < 0$$

$$Q_{31} = C_{31} D(T_1 - T_3) = 2DR(T_1 - 4T_1) = -6DRT_1 < 0$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_X}{Q_H} = 1 - \frac{8DRT_1}{10,5DRT_1} = 1 - \frac{16}{21} = \frac{5}{21}$$

$$2-3: p \cdot V^2 = \text{const}; P_2 V_1^2 = P_3 V_3^2 \quad P_2 = 8P_1$$

$$28P_1 V_1^2 = P_3 \cdot 4V_3^2 \quad 8P_1 \cdot \frac{DR T_2 \cdot V_1^2}{V_1^2} = 28T_3 \cdot V_3^2$$

$$2P_1 = P_3 \quad \frac{P_3}{P_1} = 2$$

$$\frac{T_2 \cdot V_1}{V_1} = \frac{T_3 \cdot V_3}{V_3}$$

$$28T_2 \cdot V_1 = 4T_3 \cdot V_3$$

$$2V_1 = V_3 \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = 2$$

$$\text{Ответ: } A_{31\text{mag}} = 2493 \text{ дюйм}; \eta = \frac{5}{21}.$$

$$1) n_{12} = \frac{c_{12} - c_{1P}}{c_{12} - c_{1V}} = \frac{1,5R - \frac{5}{2}R}{1,5R - \frac{3}{2}R} \approx -\infty$$

$c_{12} = c_V \Rightarrow$ изотермический процесс.

$$n_{23} = \frac{0,5R - 4,5R}{0,5R - 8R} = \frac{-2R}{-7R} = 2$$

$$2-3: pV^\alpha = \text{const}$$

$$n_{31} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = \frac{-0,5R}{0,5R} = -1$$

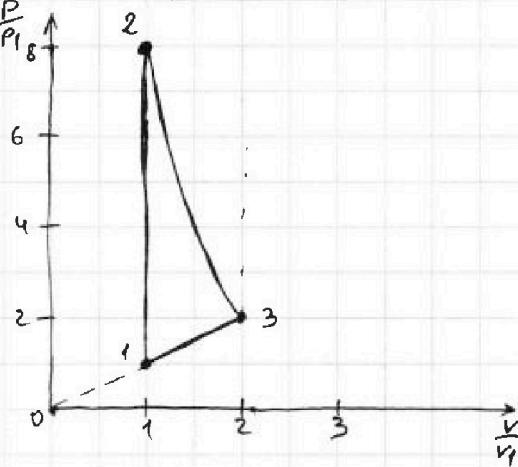
$$pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$$

изотермический закон.

$$A_{31} = C_D(T_1 - T_3) - \frac{3}{2} D R(T_1 - T_3) =$$

$$= 2DR(T_1 - T_3) - 1,5DR(T_1 - T_3) = 0,5DR(T_1 - T_3) =$$

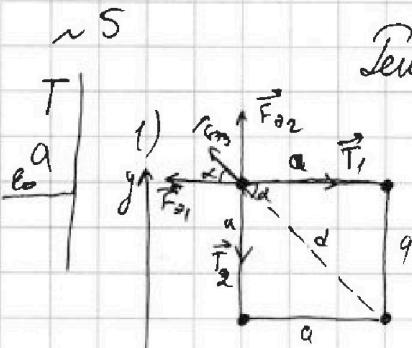
$$= \frac{1 \cdot 8,31 (200 - 800)}{2} = -300 \cdot 8,31 = -2493 (\text{дюйм})$$



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



Решение: III. с шариками одинак. и шары нерасгл., т.о. $T_1 = T_2$

Давление силы, действующей на любой из шариков

$$23 \text{ Н.ч. } T - F_{21} - F_{31} \cdot \cos\alpha = 0$$

$$y: -T + F_{22} + F_{32} \cdot \sin\alpha = 0$$

III. к. шарик одинаковы, значит заряды

равны с учетом знака \Rightarrow они отталкиваются.

$$T = F_{21} + F_{31} \cdot \cos\alpha; \text{ по th. Пир. } d = \sqrt{a^2 + a^2} = a\sqrt{2}; d = a\sqrt{2} - \text{дистанция} \Rightarrow$$

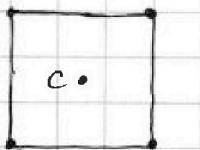
$$T = F_{22} + F_{32} \cdot \sin\alpha \Rightarrow \angle \alpha = 45^\circ.$$

$$T = \frac{Kq^2}{a^2} + \frac{Kq^2 \cdot \sqrt{2}}{2a^2} ; T = \frac{Kq^2}{a^2} + \frac{Kq^2}{2\sqrt{2}a^2};$$

$$T = \frac{Kq^2(2\sqrt{2}+1)}{2\sqrt{2}a^2}; K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}; T = \frac{q^2(2\sqrt{2}+1)}{2\sqrt{2}a^2 \cdot 4\pi\epsilon_0} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{T \cdot 8\sqrt{2}a^2 \pi \epsilon_0}{2\sqrt{2}+1}}$$

$$q = 2a \sqrt{\frac{2\sqrt{2}\pi\epsilon_0 T}{2\sqrt{2}+1}}$$

Шары перенесли: ~~одинаково~~. Когда верхние шары
перенесли, верхние шарикки маятником удалились друг от друга.
И в какой-то момент придут к такому состоянию:



Давл. исходу всех зарядов:

Изолированно Центр масса С - поконца. По геом. зв. центра масс:

$R_{\text{центр}} = \frac{m_1 c_1 + m_2 c_2}{m_1 + m_2}$, т.к. $R_{\text{центр}} = 0$, $a_{\text{центр}} = 0 \Rightarrow c = \text{const}$, но т.к. шарикки
могут покинуть: $c_1 = c_2 = 0 = \text{const}$. И значит, ч.м. не сдвигнувшись
ни по верт., ни по горизонтали.

В 1 случае, ч.м. находится ровно в центре квадрата, т.к. все
заряды одинаковые, во 2 случае он находится посередине между
2-мя центральными зарядами.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

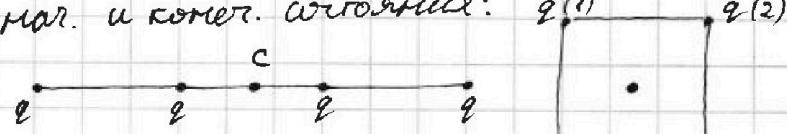
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

МФТИ

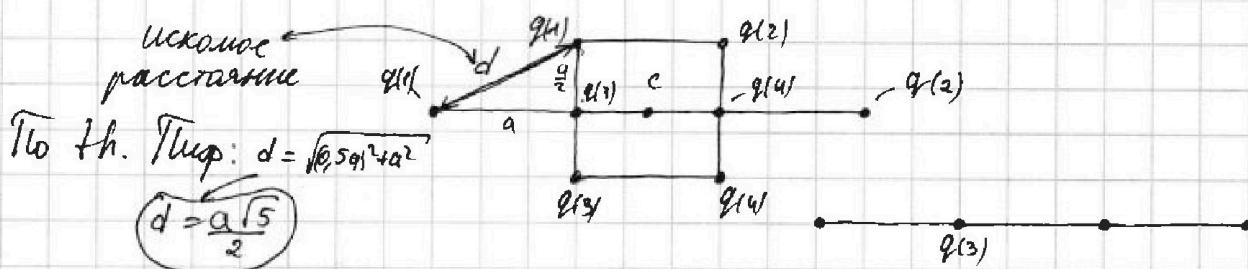
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

(продолжение)

Изобразим мат. и комп. аналогии:



Напомним что на другой изходе из горизонтали 2q и 4q не сдвигаются и между q3 q4 осталось паралл. сопротивление седе



Запишем ЗС \Rightarrow ~~q(4)~~ западка $q(3)$:

$$W_{\text{зар}} = \frac{m\pi^2}{2} + W_{\text{конт.}}$$

$$\text{Ежн-Енек}=A_T \quad K = W_{\text{зар}} - W_{\text{конт.}} + A_T$$

$$W_{\text{конт}} + K - W_{\text{зар}} = A_T$$

$$K = A_T + W_{\text{зар}} - W_{\text{конт}}$$

$$K = 0,5aT + \frac{5\pi^2}{12} \frac{Kq^2(2\sqrt{2}+1)}{a} - \frac{5Kq^2}{2a}$$

$$K = 0,5aT + \frac{Kq^2\sqrt{2}(2\sqrt{2}+1) - 5Kq^2}{2a} = 0,5aT + \frac{4Kq^2 + \sqrt{2}Kq^2 - 5Kq^2}{2a}$$

$$K = 0,5aT + \frac{Kq^2(\sqrt{2}-1)}{2a} - K = \frac{1}{4\pi^2 E_0} / K = 0,5aT + \frac{2\sqrt{2}a^2 T(\sqrt{2}-1)}{(2\sqrt{2}+1) \cdot 4\pi^2 E_0}$$

$$K = 0,5aT + \frac{2\sqrt{2}a^2 T(\sqrt{2}-1)}{2\sqrt{2}+1}$$

$$\text{Ответ: } q = 2a \cdot \sqrt{\frac{2\pi^2 E_0 T}{2\sqrt{2}+1}}; \quad d = \frac{\sqrt{5}a}{2}; \quad K = 0,5aT + \frac{2\sqrt{2}a^2 T(\sqrt{2}-1)}{2\sqrt{2}+1}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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!

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$$

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

$$200 \cdot 72 = \sqrt{28}$$

$$mg \sin \alpha - f_D = ma$$

$$\rightarrow b^2 - 1$$

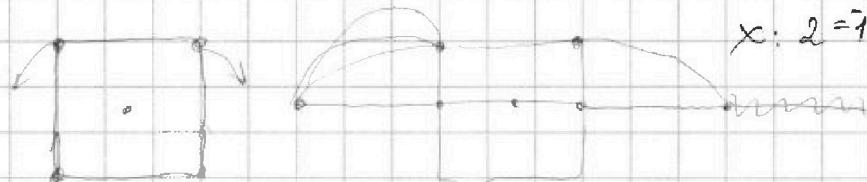
$$\vec{G} = \vec{G}_0 + \vec{g}$$

$$G = G_0 m - y$$

P

$$y \cdot x^2 = \text{const} \quad F_{\text{доп}} = F \cos \alpha + f_D \sin \alpha - mg \cos \alpha \quad PV^2 = \text{const}$$

$$y = w$$



$$PV^2 = \text{const}$$

$$\frac{P_1 V_1^2}{T_1} = \text{const.}$$

$$K \quad V_1 T_1 = \text{const.}$$

$$y = \frac{1}{x^2}$$

таб.

31
3
24 93

7:

6

$$2-3. \quad PV^2 = \text{const.}$$

$$P_2 \cdot V_2^2 = P_3 \cdot V_3^2$$

$$8P_1 \cdot V_1^2 = 2P_1 \cdot 4V_1^2 / V_1$$

$$8P_1 V_1$$

$$ma = mg \sin \alpha - mg \cos \alpha$$

$$a = g(\cos \alpha - \sin \alpha) = 2$$

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

$$a = g \sin \alpha \quad S = \frac{C_0}{2a} = \frac{36}{20} = 1.8 \text{ m.}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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