

**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.

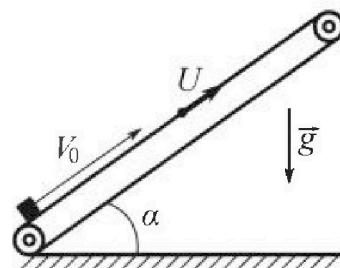
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

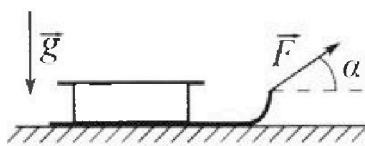
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.



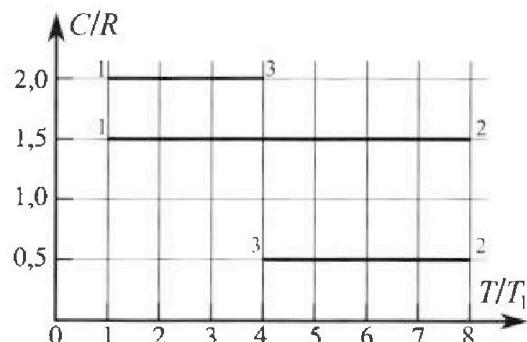
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



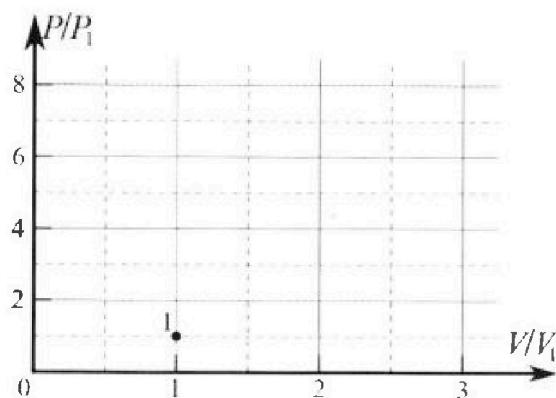
Вариант 10-02

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).

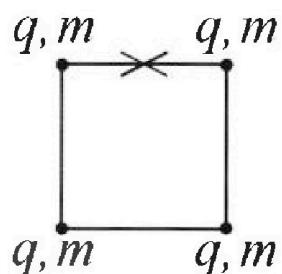


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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

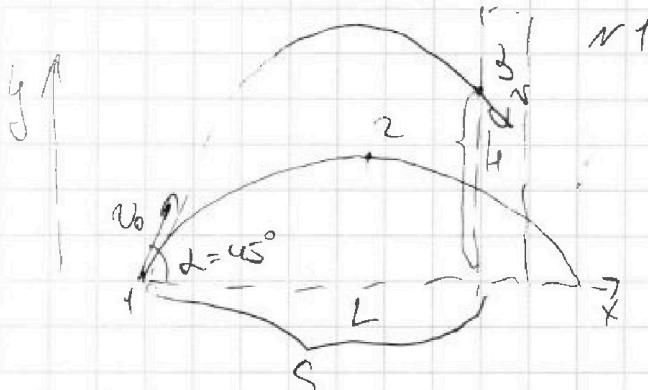
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



1) Уравнение скорости

зап 1-2:

$$V_y: 0 = V_0 \sin \alpha - gt$$

$$V_x: V = V_0 \cos \alpha$$

2) Уравнение движения из 1-2:

$$V_x: \frac{L}{2} = V_0 \cos \alpha t$$

$$V_2(1): t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

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

$$V_0 = \sqrt{\frac{gL}{2 \sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}} = \sqrt{\frac{200}{2 \cdot \frac{1}{2}}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с.}$$

3) Уравнение движения: (1-3)

Oy: $k = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$, где β - угол при котором это движение, t - время полета.

$$Ox: S = V_0 \cos \beta t \rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos \beta}$$

9 ЗСТ из 1-3:

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgk + \frac{mV^2}{2}, \text{ где } V \text{ - скорость в конечной точке.}$$

$$V_0^2 = 2gh + V^2$$

$$2gh = V_0^2 - V^2$$

5) Уравнение движения \rightarrow

$$k = \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

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!

5) $U_0(3)$:

$$k = V_0 \sin \beta \frac{S}{V_0 \cos \beta} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \beta}$$

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

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

$$k_{\text{крит}} = S - \frac{gS}{V_0^2} \tan^2 \beta$$

$$\tan^2 \beta = 0$$

$$\tan^2 \beta = \frac{S}{gS^2} = \frac{V_0^2}{gS}$$

$$k_{\text{крит}} = k = \frac{V_0^2}{gS^2} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2} \cdot \frac{V_0^4}{g^2 S^2}$$

$$k = \frac{V_0^2}{gS^2} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2} - \frac{V_0^4}{2gS^2}$$

$$k = \frac{V_0^2}{2gS^2} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2}$$

$$\frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2} = \frac{V_0^2}{2g} - k$$

$$S^2 = \frac{V_0^4}{g^2} - \frac{2kV_0^2}{g}$$

$$S = \sqrt{\frac{V_0^4 - 2gkV_0^2}{g^2}} = \frac{V_0}{g} \sqrt{V_0^2 - 2gk} = \frac{10\sqrt{2}}{10} \sqrt{200 - 2 \cdot 10} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{200 - 36 \cdot 2} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{128} = \sqrt{256} = 16 \text{ м.}$$

Ответ: 1) $V_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$

2) $S = 16 \text{ м.}$

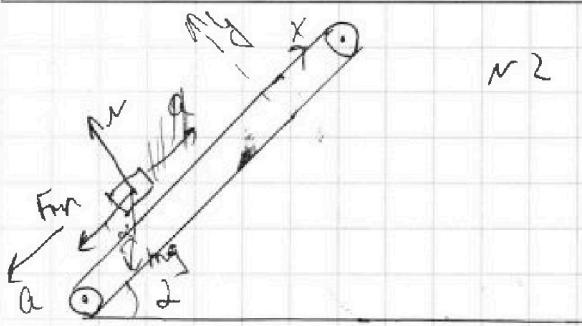
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

I вариант

1) Из. л. движ коробки:

$$Ok: ma = mg \sin \alpha - F_{fr}$$

При. скрд сдвигание, то

$$F_{fr} = \mu N$$

$$Og: N = mg \cos \alpha \rightarrow F_{fr} = \mu mg \cos \alpha$$

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

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

2) Уравнение движения коробки:

$$Ok: S = V_0 T - \frac{aT^2}{2} = V_0 T - \frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{2} T^2 = \\ = 6 \cdot 1 - \frac{(10(0,6 - 0,5 \cdot 0,8))}{2} \cdot 1^2 = 6 - 5 \cdot (0,6 - 0,4) = \\ = 6 - 5 \cdot 0,2 = 6 - 1 = 5 \text{ м.}$$

3) Если бок скрд сдвиг коробки = скрд сдвигом
лишь, то коробка остановившись в 0 зами.

Уравнение скрд сдвигом:

$$Ok: 0 = V_0 - aT_1 \rightarrow T_1 = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha} = \\ = \frac{6}{10 \cdot 0,6 - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8} = \frac{6}{6 - 4} = \frac{6}{2} = 3 \text{ с.}$$

4) $L = V_0 T_1 - \frac{aT_1^2}{2} + U_1$ (расстояние равно

движущим коробки + скрд сдвигом), T_1 - время о både
исходном 6 0 из 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 |
| <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!

$$\begin{aligned}L &= T_1(u+u_0) - \frac{g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha)t^2}{2} = 3(1+6) - 5 \cdot 9(0,6 - 0,5 \cdot 0,4) \\&= 21 - 45(0,6 - 0,4) = 21 - 45 \cdot 0,2 = 21 - \frac{45 \cdot 2}{10} = \\&= 21 - \frac{5 \cdot 9 \cdot 2}{10} = 21 - 9 = 12 \text{ м.}\end{aligned}$$

Ortsbewegung:
1) $s = 5 \text{ m}$
2) $T_1 = 3 \text{ s}$,
3) $L = 12 \text{ m}$.



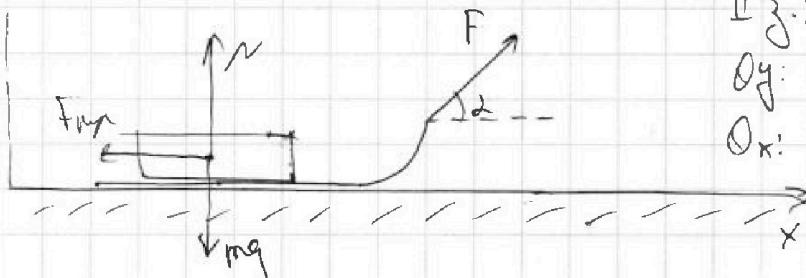
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

Уп



1) Движение
искомое (само+рельс)

II з.к.

$$\text{Oy: } N + F \sin \alpha_2 = mg$$

$$\text{Ox: } m \alpha_1 = F \cos \alpha_2 - F_{\text{fup}}$$

2) М.к. левое скольжение, но $F_{\text{fup}} = \mu N = \mu(mg - F \sin \alpha_2)$

3) Закон сохранения энергии из начального
нахождения до горизонтал K:

$$A_F + A_{F_{\text{fup}}} = K$$

$$F \cos \alpha_2 l_1 - F_{\text{fup}} l_1 = K = \frac{mv^2}{2}, \text{ где } v - \text{ скорость при K.}$$

$$l_1(F \cos \alpha_2 - \mu(mg - F \sin \alpha_2)) = K = \frac{mv^2}{2}$$

4) II з.к. find II спутник:

$$\frac{F - \mu mg}{m}$$

$$\text{Ox: } F \alpha_2 = F - F_{\text{fup}} \rightarrow G_2 =$$

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

$$\text{M.к. } F_{\text{fup}} = \mu N = \mu mg.$$

5) Закон сохранения энергии:

$$l_2(F - F_{\text{fup}}) = K = \frac{mv^2}{2}$$

$$l_2(F - \mu mg) = K = \frac{mv^2}{2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

6) ω_3 (1) ω_3 :

$$a_1 = \frac{F_{\text{cos}\alpha}}{m} - \frac{F_{\text{Fr}}}{m} = \frac{F_{\text{cos}\alpha}}{m} - \frac{\mu}{m}(mg - F_{\text{sin}\alpha})$$

Уравнение гибучине где Γ выражено:

$$l_1 = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2(F_{\text{cos}\alpha} - \mu(mg - F_{\text{sin}\alpha}))} = \frac{m v^2}{2(F_{\text{cos}\alpha} - \mu(mg - F_{\text{sin}\alpha}))}$$

7) Выведем уравнение для $a=0$, засечем

из.н: ω_3 (1) и (4):

$$F = F_{\text{Fr}} = \mu mg \quad (\omega_3 4) \rightarrow \cancel{F}$$

$$F_{\text{cos}\alpha} = F_{\text{Fr}} = \mu(mg - F_{\text{sin}\alpha}) \quad (\omega_3 3)$$

$$\mu mg \cos\alpha = \mu mg - \mu \sin\alpha \cdot \mu mg$$

$$\mu \cos\alpha = \mu - \mu^2 \sin^2\alpha$$

$$\omega \cos\alpha = 1 - \mu \sin^2\alpha$$

$$\mu = \frac{1 - \cos\alpha}{\sin^2\alpha}$$

8) Запись выражение энергии при отрывке:

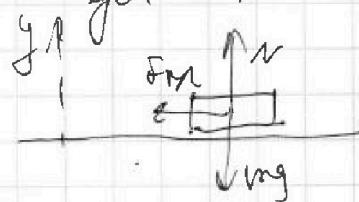
$$A_{\text{Fr}} + K = 0$$

$$-S \cdot F_{\text{Fr}} + K = 0$$

$$K = S \cdot \mu mg$$

$$S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{K \sin^2\alpha}{mg(1 - \cos\alpha)}$$

$$\text{Anhsm: } \begin{cases} 1) \mu = \frac{1 - \cos\alpha}{\sin^2\alpha} \\ 2) S = \frac{K \sin^2\alpha}{mg(1 - \cos\alpha)} \end{cases} \quad F_{\text{Fr}} = \mu N = \mu mg$$



из.н. по Оy:

$$N = mg$$

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!

$$1) C = \frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{pdV + \frac{N}{2}VRdT}{\delta T} = \frac{\frac{3}{2}R}{\delta T} + \frac{pdV}{\delta T} = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{1 + \frac{V}{P}dP} = \\ = \frac{3}{2}R + \frac{R}{1 + \frac{V}{P}dP - pdV} = \frac{3}{2}R + \frac{R}{\frac{V}{P}dP} = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{\delta T}$$

3 участка 1-3-1:

$$C = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{\delta T} = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{V \cdot 3T_1}$$

$$\Delta F. | A_{31} (pdV)_{mo} | pdV = (C - \frac{3}{2}R) \cdot 3V T_1 = \frac{1}{2}R \cdot 3V T_1 =$$

$$= \frac{3VRT_1}{2} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 9,31 \cdot 200}{2} = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 831 = 3 \cdot 831 =$$

$$= 2493 \text{ дж.}$$

$$2) \eta = \frac{A}{Q_{\text{внешн}}} \neq;$$

3) Участок 1-2:

$$C = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{\delta T} = \frac{3}{2}R \rightarrow pdV = 0 \rightarrow dV = 0 \rightarrow A_{12} = 0, \text{me.}$$

$$1 \rightarrow 2 \quad V = \text{const}, m.c. \quad V_1 = V_2.$$

$$\text{Участок } 2 \rightarrow 3: \quad C = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{\delta T} = \frac{1}{2}R$$

$$\frac{pdV}{\delta T} = -R$$

$$pdV = -R(V \cdot (-dT)) = 4VRT_1 = A_{23}$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 + 4VRT_1 - \frac{32VRT_1}{2} = \frac{5VRT_1}{2}$$

1) Первое начало термодинамики:

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$\delta Q = \delta A + \delta U$$

$\delta Q > 0$ на участках: 1-2, м.к.

~~qul 1-3:
 $\delta Q = \frac{3}{2}VR(1)$~~

qul 1-2:

$$Q_{12} = \frac{3}{2}VR(8T_1 - T_1) + 0 = \frac{3 \cdot 4VRT_1}{2} = \frac{24VRT_1}{2} > 0 \text{ - наше}$$

тако.

$$Q_{23} = \frac{3}{2}VR(4T_1 - 8T_1) + 4VRT_1 = -6VRT_1 + 4VRT_1 = -2VRT_1 < 0,$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2}VR(T_1 - 4T_1) - \frac{3}{2}VRT_1 = \frac{-6VRT_1}{2} < 0 \text{ - наше отгадка.}$$

$$\frac{8P_1 + P_3}{2} \cdot (V_3 - V_1) = 4VRV_1$$

$$P_3 = \frac{8VRT_1}{V_3 - V_1} - P_1$$

$$4VRT_1 = \frac{8VRT_1}{V_3 - V_1} V_3 - 8P_1 V_3$$

$$4VRT_1 V_3 - 4VRV_1 = \\ - 8VRT_1 V_3 - 8P_1 V_3$$

5) Найти (2) и (4) и (3):

$$\eta = \frac{\frac{3}{2}VRT_1}{\frac{24VRT_1}{2}} = \frac{5}{24}$$

6) Численные исходные леда:

$$1: P_1 V_1 = VRV_1$$

$$2: P_2 V_1 = 8VRT_1 \quad \leftarrow P_2 = 8P_1 \rightarrow \text{изокрафа.}$$

$$3: P_3 V_3 = 4VRV_1$$

Зарядить рабочую qul 2-3:

$$A_{2,3} = \frac{8P_1 + P_3}{2} (V_3 - V_1) = 4VRV_1 \rightarrow P_3 = \frac{8VRT_1}{V_3 - V_1} - 8P_1$$

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"/> | <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!

$$\frac{8VR\bar{i}_1V_3}{V_3-V_1} - 8p_1V_3 = 4VR\bar{i}_1$$

$$4VR\bar{i}_1V_3 - 4VR\bar{i}_1V_1 = 8VR\bar{i}_1V_3 - 8p_1V_3^2 + 8p_1V_1V_3$$

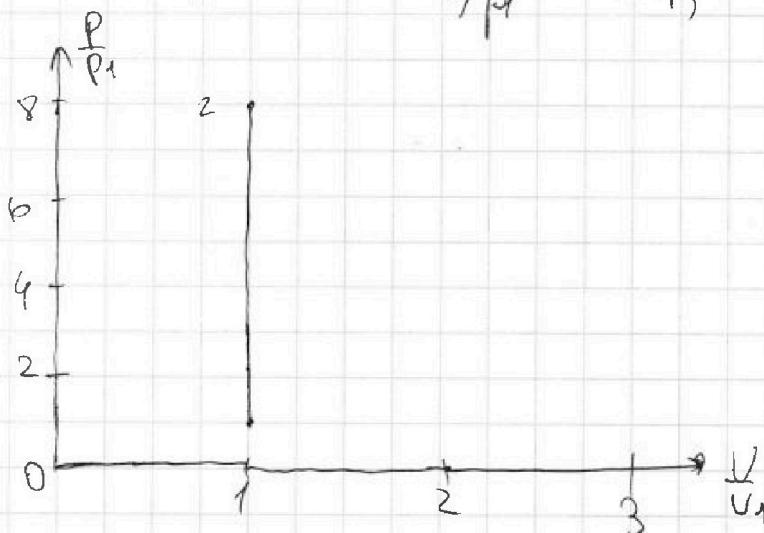
$$8p_1V_3^2 - V_3(8VR\bar{i}_1 - 8p_1V_1 + 4VR\bar{i}_1) - 4VR\bar{i}_1V_1 = 0$$

$$D = 8p_1V_3^2 - 4V_3(3VR\bar{i}_1 - 2p_1V_1) - 4VR\bar{i}_1V_1 = 0$$

$$2p_1V_3^2 - V_3(3VR\bar{i}_1 - 2p_1V_1) - VR\bar{i}_1V_1 = 0$$

$$\begin{aligned} D &= (3VR\bar{i}_1 - 2p_1V_1)^2 + 8p_1VR\bar{i}_1V_1 = 9(VR\bar{i}_1)^2 - 12VR\bar{i}_1p_1V_1 + \\ &+ 4(p_1V_1)^2 + 8p_1VR\bar{i}_1p_1V_1 = 9(VR\bar{i}_1)^2 - 4VR\bar{i}_1p_1V_1 + 4(p_1V_1)^2 = \\ &= 9(p_1V_1)^2 - 4(p_1V_1)^2 + 4(p_1V_1)^2 = 9(p_1V_1)^2 \end{aligned}$$

$$V_{31,2} = \frac{p_1V_1 \pm 3p_1V_1}{3p_1} = V_1; - \frac{V_1}{2}.$$



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!

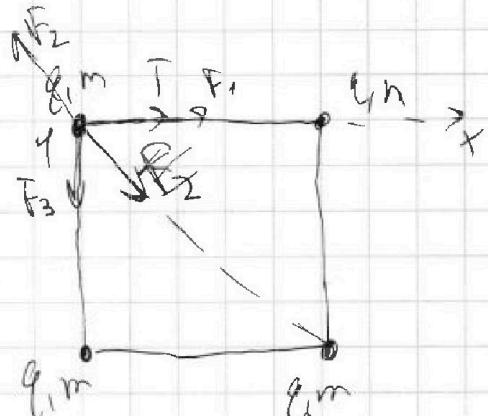
N5

1) Знайдіть тензора T відносно Ox :

$$T = \begin{pmatrix} K & 0 & 0 \\ 0 & a^2 & 0 \\ 0 & 0 & K(a) \end{pmatrix}$$

$$T = \begin{pmatrix} a^2 & 0 & 0 \\ 0 & a^2 & 0 \\ 0 & 0 & T \end{pmatrix}$$

$$|q| = \sqrt{\frac{a^2 T}{K}} = a \sqrt{\frac{T}{K}}$$



$$T + F_1 = F_2 \cos 45^\circ$$

$$T = \frac{\sqrt{2}}{2} F_2 \cdot F_1 = \frac{\sqrt{2} K (q) |q|}{\sqrt{2} a^2} = \frac{K (a) (q)}{a^2} = \frac{K a^2}{a^2} \left(\frac{q}{a} \right)^2 = \frac{K a^2}{a^2} \left(\frac{q}{a} - 1 \right)^2$$

$$= \frac{K (q)^2}{a^2} \left(\frac{\sqrt{2} - 1}{4} \right)^2 \text{ (т.е. } F_1 \text{ є сильніше за } F_2 \text{)}$$

$$T = \frac{K (q)^2}{4 a^2} (4 - \sqrt{2})$$

$$(q)^2 = \frac{4 a^2}{K (4 - \sqrt{2})}$$

$$(q) = 2a \sqrt{\frac{T}{K (4 - \sqrt{2})}} \quad (\text{1-координата})$$

2) Знайдіть:

$$4mga = K$$

$$\text{Розв'язок: } 1) 2a \sqrt{\frac{T}{K (4 - \sqrt{2})}}$$

$$2) 4mga$$