



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

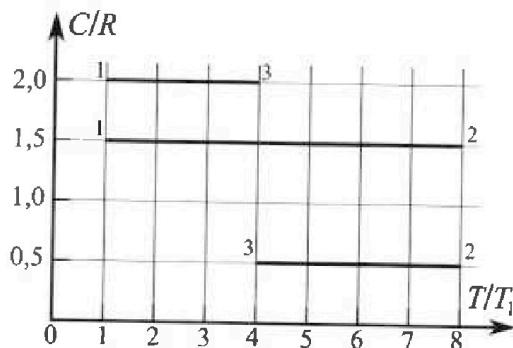
Вариант 10-02



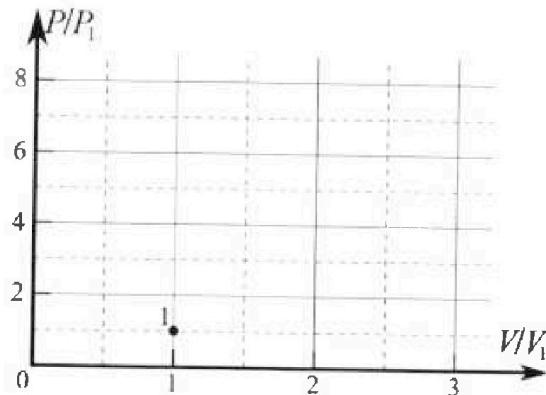
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

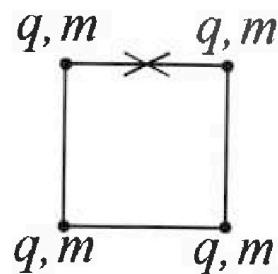


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



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.

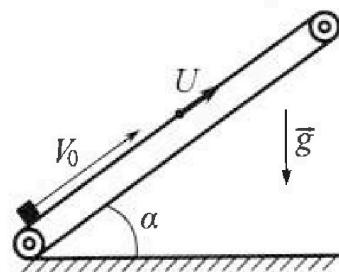
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



Запишите значение координаты в проекции на ось координат

$$ox \quad x = V_0 \cos \alpha t$$

$$oy \quad y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

В конце полета

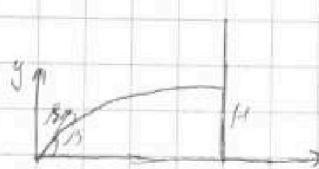
$$x = L, y = 0; \quad \begin{cases} L = V_0 \cos \alpha t_1, \\ 0 = V_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \end{cases} \quad \text{решение т.к. время полета симметрично}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow t_1 = \frac{L}{V_0 \cos \alpha} \rightarrow \text{1} \textcircled{1}, \text{ получено}$$

$$\textcircled{2} \Rightarrow V_0 \sin \alpha t_1 = \frac{gt_1}{2} \rightarrow t_1 = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} \rightarrow \text{8} \textcircled{1}, \text{ получено}$$

$$L = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{2V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2gL}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{1}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

2 задача. Мяч отскакивает со стены на максимальную высоту H.



Рассматривая при этом землю как плоскость, мы видим что мяч возвращается. Следовательно, время полета будет, следовательно, одинаково с тем, в котором он движется вправо, так как стена не движется.

Возвращение тела траектории: $t = \frac{t_0}{2}$, где t_0 - это время полета во 2 смысла.

$$S = \frac{1}{2} V_0^2 \sin^2 \alpha - \text{без учета отражения.} \quad \text{Запишите время полета в}$$

последнем виде.

$$ox \quad x = V_0 \cos \beta t \quad \text{Без учета:} \quad \begin{cases} L = V_0 \cos \beta t_2 \\ 0 = V_0 \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} L = V_0 \cos \beta t_2 \\ 0 = V_0 \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow V_0 \sin \beta = \frac{gt_2}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{2V_0 \sin \beta}{g} \quad \text{8} \textcircled{1}, \text{ получено}$$

$$\text{Нахождение времени полета: } H = V_0 \sin \beta \cdot \frac{t_2}{2} - \frac{gt_2^2}{2} \quad \text{8} \textcircled{1}$$

$$\text{разделяем } \textcircled{1} \text{ и } \textcircled{2}, \text{ получаем: } H = \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{g} - \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{2g} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{2H}{V_0^2}}$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{200}} = 0,96 \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = 0,8$$

$$S = \frac{V_0 \cos \beta t_2}{2} = \frac{V_0^2 \cos^2 \beta t_2}{2g} = \frac{200 \cdot 0,96 \cdot 0,8}{10} = 9,64 \quad \text{Очевидно, } V_0 = 10 \text{ м/с, } S = 9,64.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

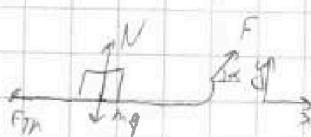
5

6

7

МФТИ

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



По II з-ку Ньютона в проекции на оси:

$$ox: R_1 = F \cos \alpha - F_{f1}$$

$$oy: o: N - mg \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

$$F_{f1} = \mu N$$

$$ox: R_2 = F - F_{f2}, \text{ т.к. } R_1 = R_2 \text{ - условие}$$

$$oy: o: N - mg \Rightarrow N = mg \text{ - условие}$$

$$F_{f2} = \mu N$$

$$R_1 = F \cos \alpha - \mu m g + \mu F_{f1}$$

По з-ку сопротивления движению

$$R_1 = F - \mu m g$$

$$R_1 = R_2 \Rightarrow R_2 = F - \mu m g$$

$$F \cos \alpha - \mu m g + \mu F_{f1} = F - \mu m g$$

$$F \cos \alpha + \mu F_{f1} = F$$

$$\cos \alpha \text{ и } \sin \alpha = 1$$

$$1 - F \cos \alpha$$

$$M = \sin \alpha$$

После этого надо п-делить обе части уравнения на единицу F :

$$\text{По з-ку сопротивления движению: } k = F_{f1} / F$$

$$k = \mu m g / F \Rightarrow F = \frac{k}{\mu m g}$$



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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

ЛМФТИ

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



Посмотрим на рисунок. На него действуют силы F_2, F_3, F_4 .

$$F_2 = F_3 = F_4 \quad ; \quad T_2 = T_3 = T$$

$$F_2 = F_3 = \frac{q^2}{4\pi F_0 \cdot a^2} \quad ; \quad F_4 = \frac{q^2}{4\pi F_0} (\sqrt{2}a)^2 = \frac{q^2}{8\pi F_0 \cdot a^2}$$

Запишем II закон Ньютона в проекции на ось ox :

Так как $O = T_2 - F_2 - F_4$ получим

$$T_2 = F_2 + F_4 \cos 45^\circ = \frac{q^2}{4\pi F_0} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{q^2}{4\pi F_0} \cdot \left(\frac{4+\sqrt{2}}{2a^2} \right) \Rightarrow q = \sqrt{\frac{10\pi F_0 a^2 T}{4+\sqrt{2}}} = 4a \sqrt{\frac{11F_0 T}{4+\sqrt{2}}}$$

По закону сохранения энергии для первого тела.

$$\Pi_2' + \Pi_3' + \Pi_4' = k + \Pi_2' + \Pi_3' + \Pi_4', \text{ где } \Pi_2 = \frac{q^2}{4\pi F_0} \cdot \frac{1}{a}$$

$$\Pi_3 = \frac{q^2}{4\pi F_0} \cdot \frac{1}{a}$$

$$q^2 = 4\pi F_0 \left| \frac{1}{a} + \frac{1}{\sqrt{2}a} + \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{2a} + \frac{1}{3a} \right|^2 \Rightarrow \Pi_4 = \frac{q^2}{4\pi F_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}a}$$

$$k = \frac{q^2}{4\pi F_0} \cdot \frac{6\sqrt{2}a}{6\sqrt{2}a} = \frac{q^2}{4\pi F_0} \cdot \frac{6a}{6a} \quad ; \quad \Pi_2' = \frac{q^2}{4\pi F_0} \cdot \frac{1}{a}$$

$$k = \frac{1}{4\pi F_0} \cdot \frac{10\pi F_0 a^2 \cdot T}{4+\sqrt{2}} \cdot \frac{3\sqrt{2}+11}{6a} \quad ; \quad \Pi_3' = \frac{q^2}{4\pi F_0} \cdot \frac{1}{a}$$

$$k = \frac{29T(3\sqrt{2}+11)}{314\sqrt{2}} = \frac{aT(6+11\sqrt{2})}{6\sqrt{2}+3} \quad ; \quad \Pi_4' = \frac{q^2}{4\pi F_0} \cdot \frac{1}{a}$$

$$\text{Отсюда: } T_2 = q = 4a \sqrt{\frac{11F_0 T}{4+\sqrt{2}}} ; \quad k = \frac{6+11\sqrt{2}}{6\sqrt{2}+3} \cdot a \cdot T$$

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!

Задача 7.10. $\frac{C_{12}}{R} = 1,5 \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} \text{ А},$ следовательно 1-2 - циркуляция
тока

$$A_{12} = Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot 12 \cdot 0,9 = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 7 \cdot 12 \cdot 200 = 891,21 \text{ Ам}$$

Найдем работу внешних сил $A_{\text{внеш}} = -A_{12},$ где $A_{12} -$ работа тока.

Чтобы уменьшить количество схем, надо $Q = A + \Delta U,$ где $Q -$ поглощена
тока

1 - это работа; 2 и 3 - изменения потенциала земли тоже

$$A_{\text{внеш}} = A_1 + A_2 + A_{\text{внеш}} = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 7 \cdot 12 \cdot 200$$

$$Q = C \cdot \Delta U = \left(\frac{C}{R} \right) \cdot \Delta U = \Delta U = \frac{1}{2} \cdot V \cdot R \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \cdot V \cdot R \cdot T$$

$$A_{\text{внеш}} = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 7 \cdot 12 \cdot 200 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 9 = 7 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 7 = \\ = 8,31 \cdot 200 \cdot 1 \cdot 9 \cdot \frac{3}{2} = 8,31 \cdot 200 \cdot 1,5 = 891 \cdot 3 = 2493 \text{ Дж}$$

$$A_{12} = -2493 \text{ Дж} = -891,3 \text{ Ам}$$

$$\text{Найдем } \eta - \text{КПД: } \eta = \frac{A}{Q} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{A_{12}}{Q_{12}}$$

$$A_{12} = Q_{12} \cdot \Delta U_{12} = 0,5 \cdot 8,31 \cdot 7 \cdot 12 \cdot 200 + 1,5 \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 200 = 18,31 \cdot 4 \cdot 200 = \\ = 831 \cdot 8 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{831 \cdot 8 - 891 \cdot 3}{891 \cdot 3} = \frac{5}{21}$$

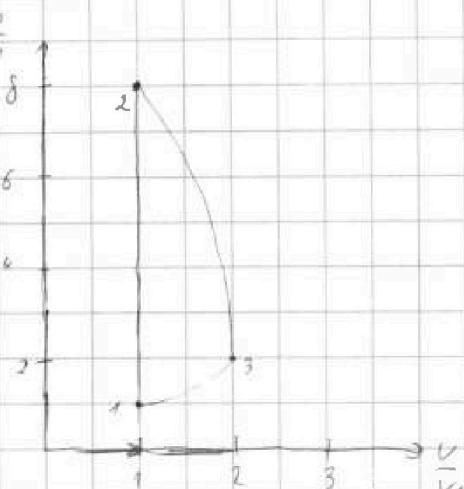
1-2 - циркуляция, земля ∞

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}; P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = 8 P_1$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}; T_2 = 4 T_1$$

$$P_2 V_2 = 4 P_1 V_1$$

$$\text{Однако: } \eta = \frac{5}{21}; A_{\text{внеш}} = 2493 \text{ Дж}$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

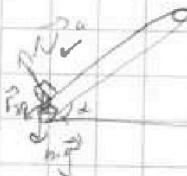
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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



$$mg \cos \alpha = N$$

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



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



$$\text{При } \mu g \sin \alpha > F_Friction$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha$$

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

$$F \cdot \mu \sin \alpha = \mu \cos \alpha$$

$$f = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{36}{10 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = 3,6 \text{ м}$$

13



$$F_{Friction} - F_Friction = ma \quad N = mg - F_{Friction}$$

$$F_{Friction} - \mu mg + \mu F_{Friction} = ma$$

$$R = F_{Friction} - \mu mg + \mu F_{Friction}$$

$$F - F_Friction = R$$

$$k = R \cdot S = F_{Friction} S - \mu mg S + \mu F_{Friction} S$$

$$F - mg = R$$

$$k = R \cdot S = SF - \mu mg \cdot S$$

$$k = S(F - \mu mg)$$

$$SF_{Friction} - \mu mg S + \mu F_{Friction} S = SF - \mu mg S$$

$$F = \frac{k}{S}$$

$$F_{Friction} + \mu F_{Friction} = F$$

$$k = \mu mg S$$

$$V_0 = \mu g t$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

$$S = \frac{k}{\mu mg \sin \alpha}$$

$$V_0^2 = \mu^2 g^2 t^2$$

$$1 - \cos \alpha$$

$$2t = m \mu^2 g^{-1} t^2$$

$$M = F_{Friction}$$

$$f = \frac{V_0}{2} \Leftrightarrow \frac{mg t^2}{2} = \frac{V_0^2}{2 \mu g} =$$

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!



$$L = V_0 \cos \alpha t$$

$$\omega = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt}{L}$$

$$t = \frac{2V_0 \tan \alpha}{g}$$

$$L = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{gL^2} = \sqrt{20 \cdot 10} = 10 \text{ м/с}$$

$$H_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2 2\alpha}{2 \cdot 2g} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{4g} = \frac{200 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 10} = 5 \text{ м}$$

$$\frac{8 \cdot 12}{10}$$



$$H = H_{\max}, \quad t_{\max} = \frac{\pi}{2}, \quad L_{\max} = \frac{L}{2}$$

$$L = V_0 \cos \beta T, \quad \omega = V_0 \sin \beta T - \frac{gt^2}{2}$$

$$T = \frac{2V_0 \sin \beta}{g}$$

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

$$H_{\max} = \frac{V_0 \sin \beta T}{2} + \frac{g \frac{T^2}{2}}{2} = \frac{2V_0^2 \sin^2 \beta}{g} = \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{g}$$

$$H_{\max} = \frac{L}{2} \sin \beta = \frac{2V_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = \frac{200 \cdot 9 \cdot 10 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot 100} = 18 \text{ м}$$

$$S = \frac{L}{2} = \frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{2g} = \frac{200 \cdot 9 \cdot 10 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot 10 \cdot 10} = \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{18^2}{100}} = \frac{\sqrt{82}}{10}$$

$$= \frac{12 \cdot \sqrt{41}}{10} = \frac{6 \sqrt{41}}{5} \text{ м}$$

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!



$$T = F_2 + F_4 \text{ соглас} \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



$$T = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{z^2} + \frac{\sqrt{z}}{z} \right) = \frac{(4+\sqrt{2})q^2}{16\pi\epsilon_0 a^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{16\pi T \epsilon_0 a^2}{4+\sqrt{2}}} = 4\sqrt{\frac{\pi T \epsilon_0}{4+\sqrt{2}}}$$

$$\Gamma_1 = k_1 + \Gamma_2$$

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{2^2} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} \right) + k$$

$$k = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{9^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} - \frac{1}{9^2} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{41}{36^2} \cdot \frac{36\sqrt{T\epsilon_0} \cdot 9^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot (4+\sqrt{2})}$$

$$\frac{41}{36^2} = \frac{41}{9} \cdot \frac{T}{4+\sqrt{2}}$$

$$k = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} - \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6+11\sqrt{2}}{6\sqrt{2} \cdot 9} = \frac{3\sqrt{2}+11}{54}$$

$$\frac{36\sqrt{T\epsilon_0} \cdot 9^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot (4+\sqrt{2})} = \frac{(3\sqrt{2}+11) \cdot 2 \cdot 9}{3 \cdot 14\sqrt{2}} = \frac{9\sqrt{2}(6+11\sqrt{2})}{6\sqrt{2}+3} \cdot T \cdot 9$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

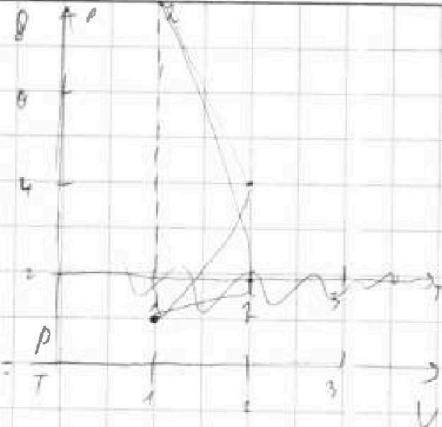
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

1 2 3 4 5 6 7

1-2 изотропное расширение



$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P}{T}$$

(a)

$$Q = C \cdot \Delta T = \left(\frac{C}{k}\right) R \cdot \Delta T \quad T_{31} = -24.93$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} VR \Delta T$$

$$A_{12} = Q + \Delta U = R \Delta T / \frac{C}{k} - \frac{3}{2} VR = 8,31 \cdot 2,200 \text{ J} = 8,31 \cdot 2,200 \text{ J}$$

$$Q = A_1 + \Delta U \quad \frac{831}{2,200} \quad A_1 = Q - \Delta U \quad \frac{831}{2,200} \text{ J}$$

$$A_{23} = Q - \Delta U = R \Delta T / \frac{C}{k} - \frac{3}{2} VR = 8,31 \cdot 4,200 \text{ J} = 8,31 \cdot 4,200 \text{ J}$$

$$A_{31} = -A_1 = \Delta U - Q = \frac{3}{2} VR \Delta T - \frac{C}{k} \cdot R \Delta T = R \Delta T \left(\frac{3}{2} V - \frac{C}{k} \right) = 9,5$$

$$= -0,5 \cdot 1,3 T_1 \cdot R = 1,5 \cdot 200 \cdot 8,31 = 24,93 \text{ J} = 8,31 \cdot 3 \frac{6548 - 24,93}{8,31 \cdot 2,200} =$$

$$\frac{-831}{2,200} \quad P_2 V_2 = \frac{P_1 V_1}{2} \quad \eta = \frac{Q_{12}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{831 \cdot 8 - 831 \cdot 3}{831 \cdot 8 + 831 \cdot 3} = \frac{5}{21}$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \quad P_2 V_2 = \frac{P_3 V_3}{2}$$

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_4 V_4}{T_4} \quad Q_{12} = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 2,200$$

+ 831
2,200