



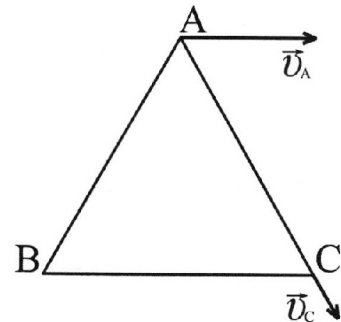
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,6$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

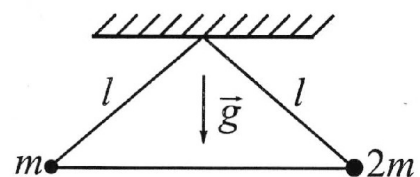
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние $L_{\max}$ между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



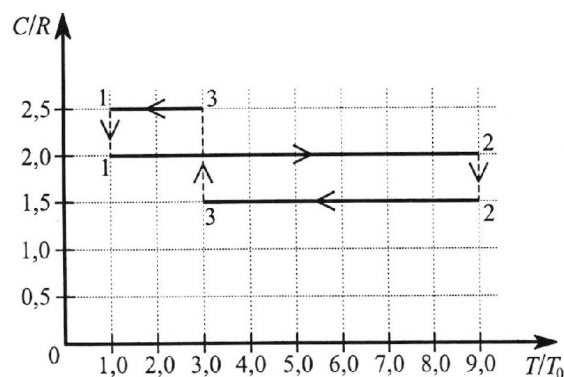
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

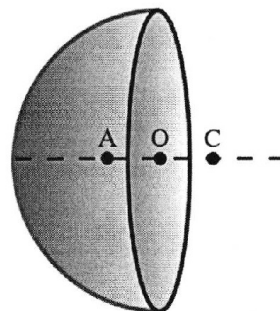


4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.



1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?
3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



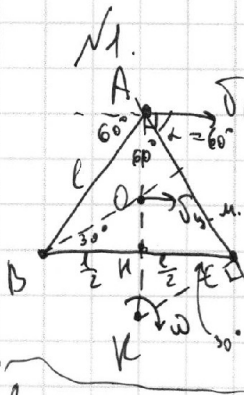
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

6 из 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1. На ОХ можно записать: $V_A \cdot \cos 2 = V_C$

(м.к. AC - перемещением) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow V_C = 0,6 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} = 0,3 \frac{m}{c}$$

2. О-у.м. (пер-е вносит р/с нр-рд)

$l = 0,1$ м, не записываю, что длина стор. дана в у.м.

запишем, что сейчас нр-к вращ. вокруг О. ~~м.к. К~~

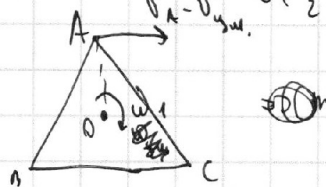
$$\text{и для него верно } \omega = \frac{V_A}{AK} = \frac{V_{\text{у.м.}}}{OK}$$

$$AK = \text{пути } l \text{ - стор. нр-ка } \Rightarrow AK = AO + OK = l \cdot \sin 60^\circ + \frac{l}{2} \cdot \tan 30^\circ = l \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{l}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = l \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2\sqrt{3}} \right)$$

$$\text{и } OK = OK + KK = \frac{l}{2} \cdot \tan 30^\circ + \frac{l}{2} \cdot \tan 30^\circ = 2 \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{l}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{l}{\sqrt{3}} \Rightarrow V_{\text{у.м.}} = V_A \cdot \frac{OK}{AK} = V_A \cdot \frac{\frac{l}{\sqrt{3}}}{l \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2\sqrt{3}} \right)} = \frac{2V_A}{3+1} = \frac{V_A}{2}$$

$$= \frac{V_A}{2} \Rightarrow \text{В } \omega \text{ с. у.м.}$$



$$V_A - V_{\text{у.м.}} = \frac{1}{2} V_A \Rightarrow \omega \cdot OA = \frac{3}{4} V_A \Rightarrow \omega = \frac{3}{4} \frac{V_A}{OA} = \frac{3}{4} \frac{V_A}{\frac{l}{2} \cdot \tan 30^\circ}$$

$$\omega = \frac{3}{4} \frac{V_A}{\frac{l}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{3}{4} \frac{V_A}{\frac{l}{2\sqrt{3}}} = \frac{3}{4} \frac{2\sqrt{3} V_A}{l} = \frac{3\sqrt{3} V_A}{2l}$$

$$\omega = \frac{16\pi l}{\frac{1}{2} V_A} = \frac{64 \cdot \pi \cdot l}{\frac{1}{2} V_A} = \frac{64 \cdot \pi \cdot 0,3 m}{0,6 \frac{m}{c}} = \frac{32}{1} \pi \approx 100,5 c$$

(продолжение задачи на стр. 11)



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

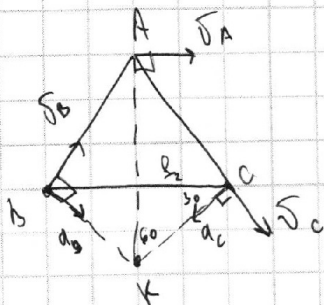
СТРАНИЦА
11 из 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

✓1 (предметник)

3. $R = m \cdot a$ (где a — ускор. движ. массы)

Очевидно, что $BK = KC$ (из симметрии отнес. АК) $\Rightarrow \tau_B = \tau_C$ и $a_B = a_C$



$$\Rightarrow R = m \cdot \frac{\tau_C^2}{2 \cdot KC}$$

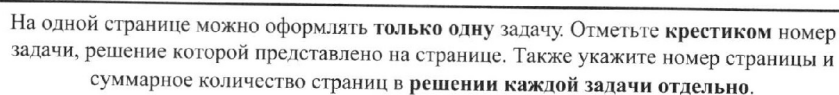
$$= \frac{6}{10^5} \cdot \frac{9 \cdot 10^{-2}}{0,3 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}} \text{ Н} = \frac{9 \cdot 8 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 5 \cdot 10^6} \text{ Н} = 9\sqrt{3} \cdot \frac{1}{10^6} \text{ Н}$$

$$= \frac{6}{10^5} \cdot \frac{9 \cdot 10^{-2}}{0,3 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}} \text{ Н} = \frac{9 \cdot 8 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 5 \cdot 10^6} \text{ Н} = 9\sqrt{3} \cdot \frac{1}{10^6} \text{ Н}$$

Дано: 1) $\tau_C = 0,3 \frac{\text{Н}}{\text{с}}$

2) $\tau = 100,5 \text{ с}$

3) $R = 9\sqrt{3} \cdot \frac{1}{10^6} \text{ Н}$



СТРАНИЦА

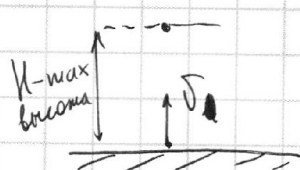
1 ИЗ 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1). $h = 15 \text{ m}$

σ - нач. степ-нь $\Rightarrow$

$$\Rightarrow h = v_0 \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad (1)$$

$$\tau = 10$$


$$u \quad H = D_0 \cdot T - \frac{g T^2}{2}$$

где T - время перелета из max высоты $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \cancel{v_0} - gT = 0 \Rightarrow T = \frac{\cancel{v_0}}{g} \Rightarrow H = \frac{\cancel{v_0}^2}{g} - \frac{\cancel{v_0}^2}{2g} = \frac{\cancel{v_0}^2}{2g} \quad (2)$$

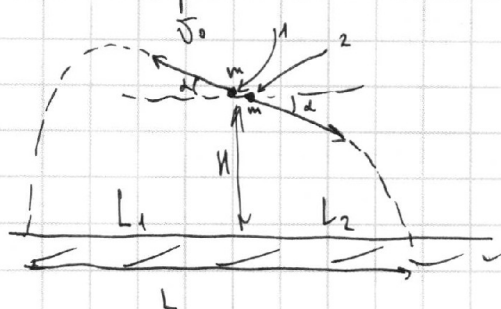
$$U_g \quad (1) \quad U_e = \frac{h + \frac{gC^2}{2}}{r} \Rightarrow \cancel{U_e} = \frac{15\mu + \frac{10 \frac{\mu}{C^2} \cdot 1C^2}{2}}{1C}$$

$$= 20 \frac{\mu}{\text{C}} \Rightarrow \cancel{V = \frac{20 \frac{\mu}{\text{C}}}{40 \frac{\mu}{\text{C}}}} = \cancel{20} \quad U = \frac{400 \frac{\mu^2}{\text{C}^2}}{20 \frac{\mu}{\text{C}}} = 20 \mu$$

2). m-масса ~~связана~~^{определяется} ~~связана~~^{определяется} атомом $\Rightarrow$ из ЗСН скр-ми

2-ого скелета имеет равна V_0 и гранич. напр.

скорости 1-го окна:



$L = L_1 + L_2$. Пусть 1-ый сканер
назад время T_1 , а 2-ой
назад время T_2 ($\Rightarrow$)



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\sqrt{2}$ (предположение) -1

⑤ Для 1-го: $L_1 = v_0 \cos \alpha \cdot T_1$

$$③ \begin{cases} H = -v_0 \sin \alpha T_1 + \frac{g T_1^2}{2} \end{cases}$$

Для 2-го: $L_2 = v_0 \cos \alpha T_2$

$$④ \begin{cases} H = v_0 \sin \alpha T_2 + \frac{g T_2^2}{2} \end{cases}$$

$$L = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha (T_1 + T_2)$$

$$③ \frac{g}{2} T_1^2 - v_0 \sin \alpha T_1 - H = 0.$$

$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH \quad (+, \text{м.к. } T_1 > 0)$$

$$T_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$④ \frac{g}{2} T_2^2 + v_0 \sin \alpha T_2 - H = 0.$$

$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH \quad (+, \text{м.к. } T_2 > 0)$$

$$T_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} = \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) \cos^2 \alpha + 2gH \cos^2 \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_{\max} \text{ если } \cos \left(-v_0^2 \cos^4 \alpha + \cos^2 \alpha (2gH + v_0^2) \right) = \max$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

3 из 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\sqrt{2}$ (продолжение - 2)

$$t = \cos^2 \alpha$$

$\Downarrow$

$\left(-v_0^2 \cdot t^2 + (2gH + v_0^2) \cdot t \right)$ — параболы с ветвями вниз

2) $\text{Верх max yH-e при } t = \frac{-2gH - v_0^2}{-2v_0^2} = \frac{gH}{v_0^2} + \frac{1}{2}$

$$= \frac{10 \cdot 20}{900} + \frac{1}{2} = \frac{2}{9} + \frac{1}{2} = \frac{13}{18} \quad (\cos^2 \alpha = \frac{13}{18} \text{ возможно})$$

$$\rightarrow L_{\max} = \left(\frac{2-30}{10} \cdot \sqrt{900 \cdot \frac{13}{18} \cdot \frac{5}{18} + 2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot \frac{13}{18}} \right) \text{ м} \approx 13.1 \text{ м}$$

$$= \left(6 - 10 \cdot \sqrt{\frac{13}{2}} \right) \text{ м} \approx 60.2, 08 \approx 13.1 \text{ м}$$

Ответ: 1) $H = 20 \text{ м}$

2) $L_{\max} \approx 13.1 \text{ м}$

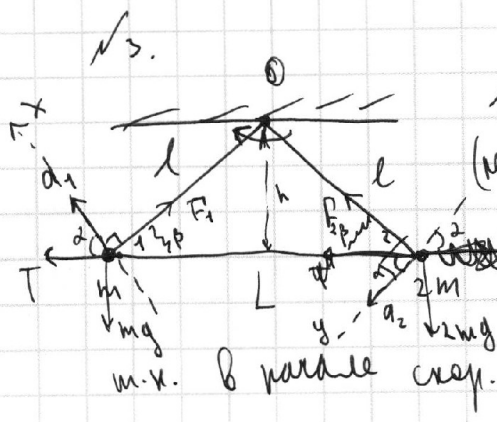


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ 11

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1. После отщипывания считаем начём (не зачёркиваем) пружинить не сможет. н.О в угу. стрелкой сторону. А

м.к. в начале скор. даёт. шариков 0, то будет у 1-ого будет ускор. перпенд. линии 1, а у 2-ого перпенд. линии 2 (иначе появ. центрострем. ускор. как и центр. к н.О) $\Rightarrow 2 = 90 - \beta$, а $\cos \beta = \frac{l}{2l} = \frac{0,6l}{l} = 0,6 \Rightarrow \cos(90 - \beta) = \sin \beta = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8 \Rightarrow \Rightarrow \cos 2 = 0,8 \Rightarrow 2 = \arccos(0,8)$ и $\sin 2 = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$

2. ~~F_1 и F_2 - как сила натяжения нити 1 и 2~~
~~Для 1-ого шарика на ОХ верно: $ma_1 = T \cos 1$~~
~~Для 2-ого шарика на ОУ верно: $2ma_2 = T \cos 2$~~

$$\Rightarrow a_1 = \frac{T \cos 1}{m} =$$

2. Заметим, что $a_1 = a_2$ (м.к. ~~равнозначен от~~ точки О и шарик не растягивается)

Для 1-ого шарика на ОХ верно: $ma_1 = T \cos 1 - mg \sin 1$

Для 2-ого шарика на ОУ верно: $2ma_2 = 2mg \sin 2 - T \cos 2$

Тогда при сложении получим: $3ma = mg \sin 2 \Rightarrow a = \frac{g \sin 2}{3} = 2 \frac{m}{s^2}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
5 из 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3 (продолжение)

3. Тогда $\text{м.к. } m a_1 = T \cos \alpha - m g \sin \alpha =$

$$\Rightarrow T = \frac{m a + m g \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,6}{0,8} =$$

$$= \frac{0,4 + 1,2}{0,8} \text{ Н} = \frac{1,6}{0,8} \text{ Н} = 2 \text{ Н}.$$

Ответ: $\alpha = \arccos(0,8)$

2). $a_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

3). $T = 2 \text{ Н}.$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
7 ИЗ 19

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№4.

1. В процессе 1-2: $pV^n = \text{const}$, где $n = \frac{C_p - C_v}{C_p}$

$$C = 2R \text{ (из графика)} \quad C_v = \frac{3}{2}R \text{ (м.к. из уравнения)}$$

$$C_p = C_v + R = \frac{5}{2}R \Rightarrow n = \frac{2R - \frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{\frac{1}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{1}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} p_0 V_0 &= 2RT_0 \text{ (в состоянии 1)} \\ p_1 V_1 &= 2R \cdot 9T_0 \text{ (в состоянии 2)} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_1 V_1 = 9p_0 V_0$$

~~из~~ м.к. $\frac{p_0}{V_0} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow \frac{p_1}{p_0} = \frac{V_1}{V_0} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_0} \cdot \frac{V_1}{V_0} = 9 \Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = 3$$

$$\Rightarrow p_1 = \frac{9p_0 V_0}{3V_0} = 3p_0$$

далее в процессе 2-3: $pV^{n_1} = \text{const}$, где $n_1 = \frac{C_1 - C_v}{C_1 - C_p}$

$$C_1 = 1,5R \text{ (из графика)} \Rightarrow$$

$$n_1 = \frac{\frac{3}{2}R - \frac{3}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R} = 0 \Rightarrow p = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_2 = p_1 \text{ (в м. 3)} \quad \left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= 2RT_0 \\ p_0 V_2 &= 2RT_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow p_1 V_1 = 2p_0 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{2V_2} = \frac{3p_0 V_0}{2 \cdot 3V_0} = \frac{p_0}{2}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА

8 из 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

V_4 (процесс 1-2)

В процессе 1-3 $pV^{1/2} = \text{const}$ и $n_2 = \frac{C_2 - C_p}{C_2 - C_v}$

$\Rightarrow$ т.к. $C_2 = 2,5R$ (из табл.) $\Rightarrow n_2 = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}$

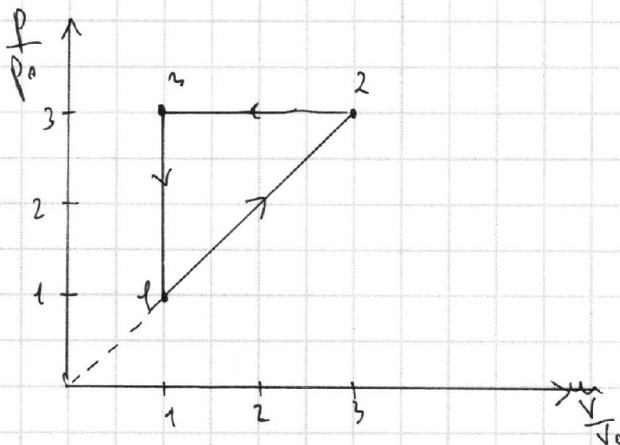
$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{3} = V_0$

В процессе 1-3 $pV^{1/2} = \text{const}$ и $n_2 = \frac{C_2 - C_p}{C_2 - C_v}$

т.к. $C_2 = 2,5R \Rightarrow n_2 = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R} \rightarrow \infty \Rightarrow V = \text{const}$

$\Rightarrow V_1 = V_2 = V_0$ и $p_1 V_1 = p_2 V_2$ $p_0 V_0 = 2R T_0$ (все шаг.)
 $p_2 V_2 = 2R T_0$

Далее:





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

5 ИЗ 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№1 (решено) (процессор - 2)

2. Очевидно, что температура равновесия больше 310°C

$$\Rightarrow Q_1 = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$A_{12} \text{ (как } S \text{ под графиком)} = \frac{p_0 + 3p_0}{2} \cdot (3V_0 - V_0) =$$

$$= 4p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R (3T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \cdot 8 \nu R T_0 = 12 \nu R T_0$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow Q_{12} = 4 \nu R T_0 + 12 \nu R T_0 = 16 \nu R T_0 =$$

$$= 16 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} \approx 26,6 \text{ КДж}$$

3. Работа газа за цикл (S под графиком) $= A_2 =$

$$= (3p_0 - p_0) \cdot (3V_0 - V_0) \cdot \frac{1}{2} = 2p_0 V_0 = 2 \nu R T_0 \Rightarrow A_{\text{цикл}} = \frac{A_2}{2} = \nu R T_0$$

При подъеме M на высоту H нужно совершить работу $A_n = M g H$. За 25 циклов соверш. работа

$$\text{равна } n \cdot A_{\text{цикл}} = A_n \Rightarrow 25 \nu R T_0 = 25 \cdot M g H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{25 \nu R T_0}{M g} = \frac{25 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К}}{415 \text{ Н} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 10 \text{ м}$$

Ответ: 1) на стр. 8 2) $Q_{12} \approx 26,6 \text{ КДж}$ 3) $H \approx 10 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



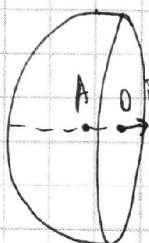
СТРАНИЦА

10 из 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

15.

v_0 - скор. шм. в м.с



В на Зем. $\varphi_B(\text{на поверхности}) = 0$

$$\text{Тогда из ЗЭ: } \frac{mV^2}{2} = q \cdot (\varphi_A - \varphi_B) = q \cdot \varphi_A$$

$$\text{Также в м.с } E_k = K = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow \text{из ЗЭ: } K = q(\varphi_A - \varphi_0)$$

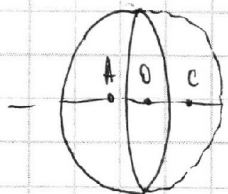
$$\Rightarrow K = \frac{mV^2}{2} - q\varphi_0 \Rightarrow \frac{mV^2}{2} = K + q\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} \Rightarrow \frac{mV^2}{2} = K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{2(K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R})}{m}}$$

$$2. \text{ из ЗЭ } \frac{m v_c^2}{2} = q(\varphi_A - \varphi_c)$$

дополним поверхность го сферы и тогда $\varphi_c = \varphi_0 \Rightarrow$ по тогда $\varphi_c = \varphi_0 - \varphi_A$ поменяем сферу на поверхность в.с



из метода суперпозиции легко понять,

$$\text{что } \varphi_c = \varphi_0 - \varphi_A \Rightarrow \frac{m v_c^2}{2} = q(2\varphi_A - \varphi_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m v_c^2}{2} = 2q\varphi_A - q\varphi_0 = mV^2 - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\Rightarrow 2K + \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} = 2K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow V_c = \sqrt{\frac{2(K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R})}{m}}$$

$$\text{Ответ: } V = \sqrt{\frac{2(K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R})}{m}}, v_c = \sqrt{\frac{2(K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R})}{m}}$$

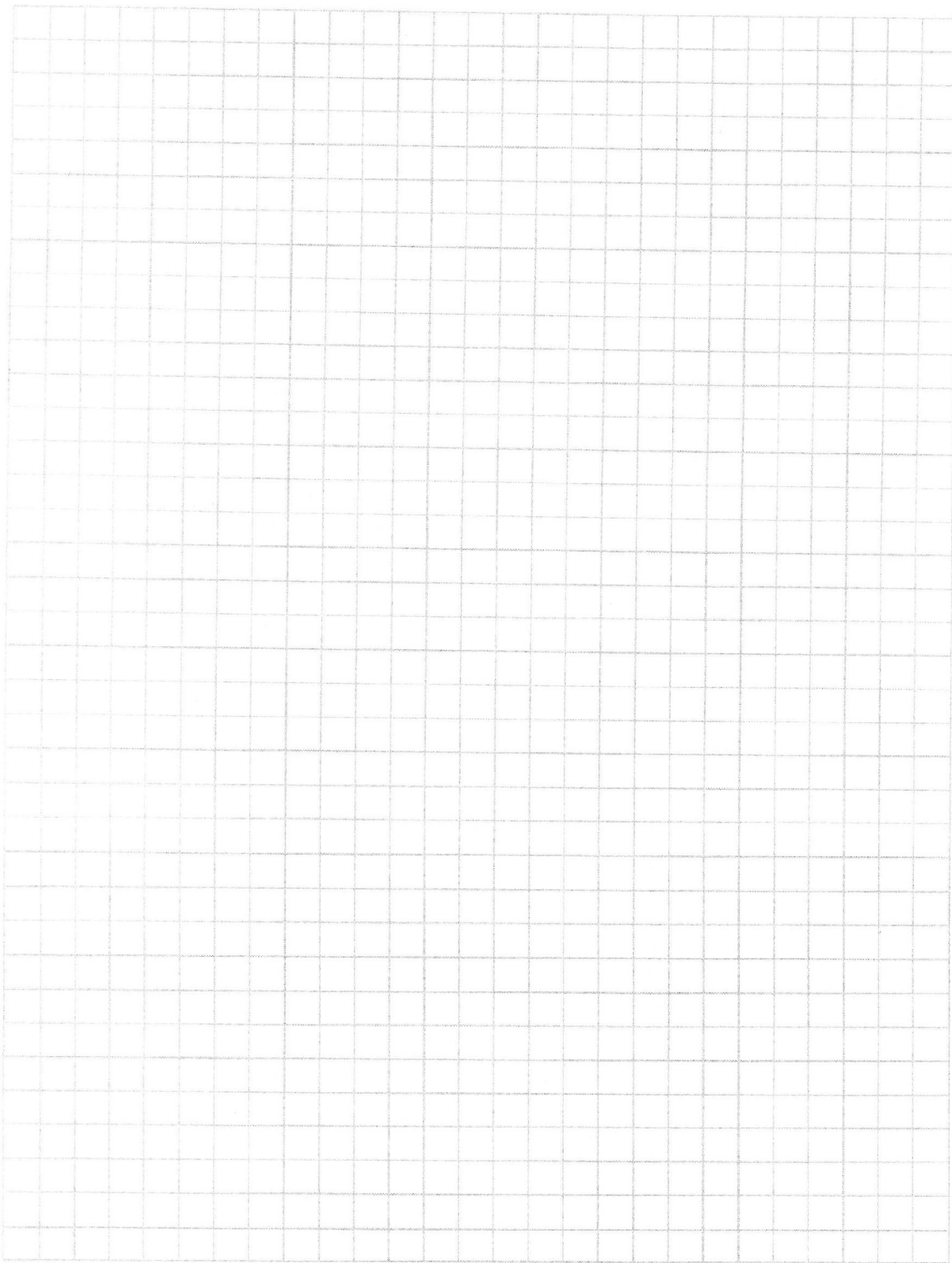


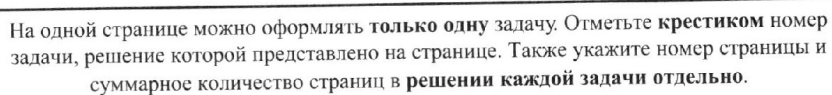
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи** отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
12 из 14

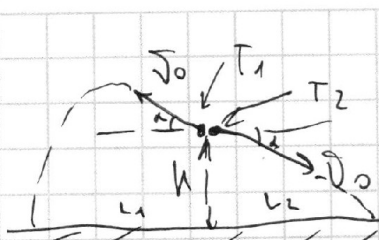
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





СТРАНИЦА
14 ИЗ 14

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

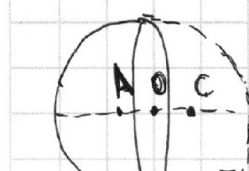


$\frac{21,8}{130,8}$
 $L = ?$
 $L_1 \sim \vec{v}_0 \cos \alpha$
 H_2
 $\vec{v}_0 \cdot \vec{T}$

$-q(\varphi_x - \varphi_A) - q(\varphi_A - \varphi_0) = q(\varphi_A - \varphi_0)$
 $\frac{831,50}{415-10} = \frac{831,50}{415}$
 $\frac{831}{415} \approx 2$
 $\frac{831}{1662} + \frac{1662}{16} = \frac{9372}{1662} = 26592$

$\varphi_c = ?$
 $\frac{1}{2} \cdot \frac{q}{2}$
 $E = \frac{kQ}{R^2}$
 $\varphi = \frac{kQ}{R}$
 $\varphi_A = 0$
 $\varphi_A = ?$
 $\frac{mR}{2} = q(\varphi_A - \varphi_0) = q(\varphi_A)$
 $F = qE$
 $\varphi = \frac{20U_0}{g}$

$-v_0 \sin \alpha \cdot T_1 - H = 0$
 $\vec{v}_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$
 $6 \cdot \sqrt{\frac{15}{18} \cdot \frac{1000 \cdot 5}{18} + 2 \cdot 10 \cdot 20}$
 $210 \cdot 20 = 400$
 $\frac{90000}{18} = 250$
 $\vec{v}_A \cdot \cos \alpha = v_c$
 $32 - 3 = 96$
 $\frac{448}{3,2} = 140$
 $70 + 56 = 126$



$\varphi_c = -\varphi_0$
 $\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$
 $\varphi_c = \frac{kQ}{R}$

$\cos \alpha \sqrt{900 \sin^2 \alpha + 400}$
 $\sqrt{473 + \frac{16}{18}} = 6 \cdot \sqrt{473 + \frac{9}{4}}$
 $\cos \alpha \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4}$
 $\left(\cos \alpha \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4} \right)' = \left(\cos \alpha \right)' \cdot \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4} + \left(\cos \alpha \right) \cdot \left(\sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4} \right)'$
 $-\sin \alpha \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4} - \frac{1}{2} \cos \alpha \frac{9 \sin 2\alpha}{\sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4}}$
 $\varphi_c = \varphi_0 - \varphi_A = \frac{650}{13} = 50$
 $\frac{8450}{8450}$

