



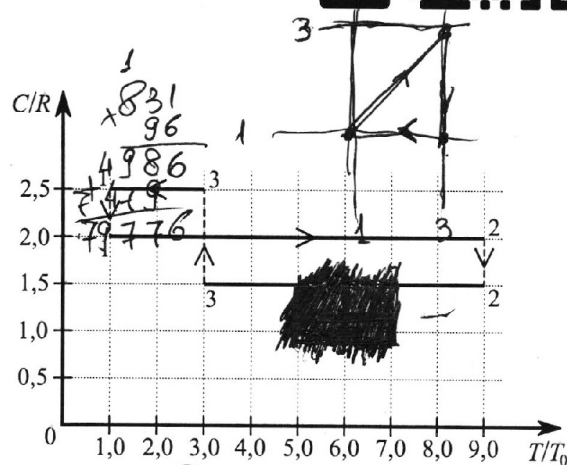
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 2$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300$ 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.

$$16 \cdot 2 \cdot 831 \cdot 0.3 = 32 \cdot 3 \cdot 831 = 96 \cdot 831 \quad 8 \cdot 2 \cdot 10^3 = 16 \cdot 10^3$$

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

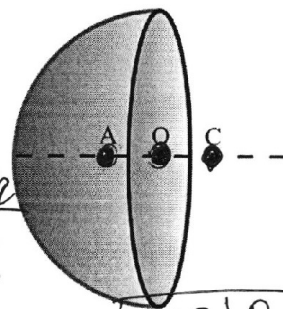
3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150$ кг за $N = 10$ циклов тепловой машины?

$$99 - \frac{kQq}{R} = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow \varphi = \frac{mV_0^2}{2q} - \frac{kQ}{R} \quad 99 = \frac{2kQq}{R} - 99 + \frac{mV_0^2}{2}$$

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 частица движется со скоростью V_0 .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{8kQq}{mk}}$$

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

$$\frac{9-1}{9} = \frac{8}{9}$$

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

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 831 \\ 27 \\ \hline 275817 \\ \times 1662 \\ \hline 22437 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \cdot 831 \cdot 6 \\ \times 3324 \\ 3 \\ \hline 9972 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 831 \\ 96 \\ \hline 4986 \\ \times 479 \\ \hline 79776 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 7479 \\ 15 \\ \hline 37395 \\ \times 7479 \\ \hline 112185 \\ \times 2 \\ \hline 224370 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9972 \\ \times 8 \\ \hline 79776 \end{array} < 9$$

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-01

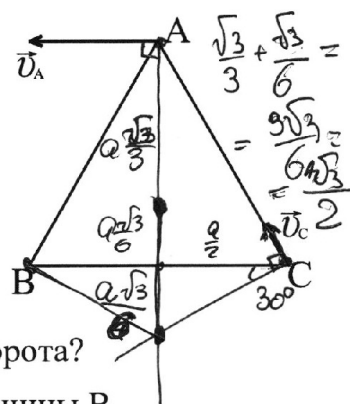
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 $v_A = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника $a = 0,2$ м.

1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит три оборота?

Пчела массой $m = 100$ 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.



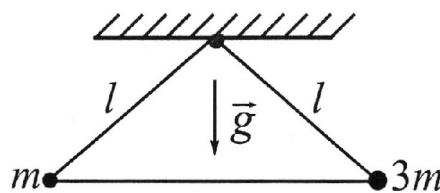
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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

На максимальной высоте фейерверк разбивается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ 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 $m = 0,1$ кг и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. 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.

Handwritten calculations for the tension T:

$$T = \frac{m \cdot g}{\sin \alpha} = \frac{0.1 \cdot 10}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.92} = \frac{5}{9.6}$$



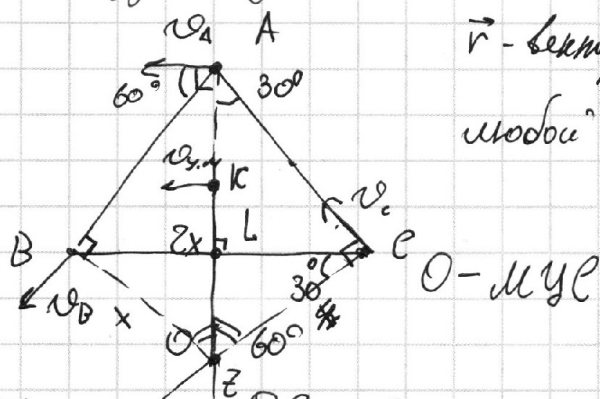
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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!

Задача 1 1) Найти точку или центр вращения.



$\vec{r}$ - вектор из МЦВ со см.
любви точки образует угол 90°

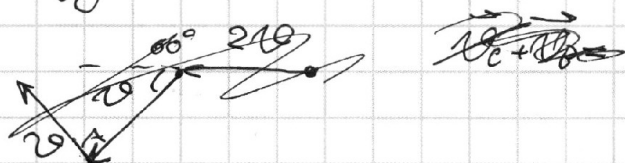
O - центр перпендикуляров $BC \Rightarrow BO = OC$

$$\omega = \text{const} = \frac{v_c}{OC} = \frac{v_b}{BO} \Rightarrow v_c = v_b = v$$

$$2) AO = BO \cdot \frac{1}{\cos 60^\circ} = 2BO$$

$$3) \omega = \text{const} = \frac{v_A}{2x} = \frac{v_B}{x} \Rightarrow v_B = \frac{v_A}{2} = v_c = 0.2 \text{ м/с}$$

4) Найти $v_{y.m.}$ $v_A = 2v$



K-у.м - центр масс Δ $AL = a \frac{\sqrt{3}}{2}$; $KL = AL \cdot \frac{1}{3} = a \frac{\sqrt{3}}{6}$

$$LZ = \frac{a}{2} \lg 30^\circ = \frac{a\sqrt{3}}{6} \Rightarrow KL + LZ = \frac{a\sqrt{3}}{3} = KZ$$

$$\underline{\text{у.м.}} \quad KA = \frac{2}{3} \cdot a \frac{\sqrt{3}}{2} = a \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow KA = KZ$$

$$ZA = 2KZ, \omega = \text{const} = \frac{v_{y.m.}}{KZ} = \frac{v_A}{AZ} = \frac{v_A}{2KZ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{y.m.} = \frac{v_A}{2}$$



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
2 ИЗ 2

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) П.к. поворачивается вокруг ΣF_{ex} на $h. = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \omega_{y, m} = const$. Аналогично $\omega = const$ (нет сил, создающих момент)

(проекции на $\vec{v}_A$) $\vec{v}_A = \vec{v}_{y, m} + \vec{v}_{\text{вр}} \Rightarrow \vec{\omega} \times \vec{r}_{CA} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \omega \cdot a \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{v_A}{2}$$

$$\omega = \frac{3v_A \sqrt{3}}{2a}$$

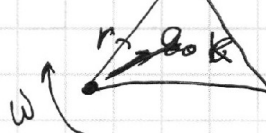
$$\tau = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{120\pi}{v_A \sqrt{3}} = \frac{12 \cdot 0,2\pi}{0,4 \sqrt{3}} = \frac{6\pi}{\sqrt{3}} = 2\sqrt{3}\pi \text{ сек} \approx 10 \text{ сек}$$

$$\omega \tau = 6\pi \Rightarrow \tau = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{12 \cdot 0,2\pi}{0,4 \sqrt{3}} = \frac{12 \cdot 0,2}{0,4 \sqrt{3}} = \frac{12 \cdot 0,3}{2 \cdot 1,6} = \frac{6 \cdot 3}{4 \sqrt{3}} = \frac{18}{4\sqrt{3}} \approx 1,1 \text{ сек}$$

3) П.к. $m \ll M$, скорости пластины не изменились

Перемещ в CO у.м. пластины. Она UCD , в.с $\omega = const$

$$a = a_n = \omega^2 r = \omega^2 a \frac{\sqrt{3}}{3}$$



$$R = ma = m \omega^2 a \frac{\sqrt{3}}{3} =$$

$$= m \frac{v_A^2 \cdot 3}{4a^2} \cdot a = \frac{3}{4} m \frac{v_A^2}{a} = \frac{3 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 0,2} = \frac{300 \cdot 10^{-6}}{0,8} =$$

$$= \frac{3000}{8} \cdot 10^{-6} = 125 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 375 \cdot 10^{-6} = 375 \text{ мкН}$$

(23 Ньютон)

$$R = ma = m \omega^2 a \frac{\sqrt{3}}{3} = m \frac{v_A^2 \cdot 3}{4a^2} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{m v_A^2 \sqrt{3}}{4a} =$$

$$= \frac{100 \cdot 10^{-6} \cdot 0,16 \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot 0,2} = \frac{16 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3}}{0,8} = \frac{16 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{3}}{8} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$



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
1 из 1

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!

Задача 2

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 14 \\ \hline 112 \\ + 280 \\ \hline 392 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 28 \\ \hline 112 \\ + 280 \\ \hline 392 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 39,2 \\ \times 2 \\ \hline 78,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 8 \\ \hline 224 \\ + 184 \\ \hline 408 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224 \overline{) 8} \\ - 16 \\ \hline 8 \end{array}$$

1) Мн. скорость — какая макс. скорость

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow v_0 = \frac{2h + gt^2}{t} = \frac{2 \cdot 16 + 10 \cdot 0,8}{0,8} = \frac{22,4}{0,8} = \frac{224}{8} = 28 \text{ м/с}$$

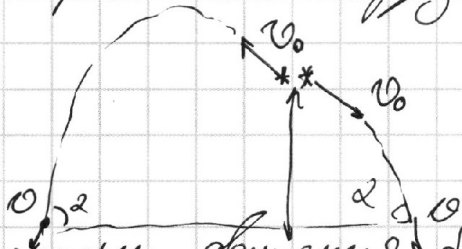
Будет на макс. высоте, когда $v = 0$

$$t = \frac{v_0}{g} = \frac{2h}{gt} + t = \frac{2 \cdot 8}{10 \cdot 0,8} + 0,8 = 2,8 \text{ с}$$

$$\begin{aligned} H &= v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 28 \cdot 2,8 - \frac{10 \cdot 2,8^2}{2} = \\ &= \frac{28 \cdot 28}{10} - \frac{28 \cdot 28}{20} = \frac{28 \cdot 28}{20} = \frac{14 \cdot 28}{10} = \frac{7 \cdot 28}{5} = 39,2 \text{ м} \end{aligned}$$

2) Мн. осколки одинаковы, из ЗСЭ в

момент взрыва их скорости равны по модулю и направлены в разные стороны.



Если объединить траектории осколков, то это в

обратности движения будет параболой, создавая один тель, сраженный под углом к горизонту со скоростью v . Найду v из ЗСЭ

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + mgh \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

$$L = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha; L_{\max} = \frac{v_0^2 + 2gh}{g} = \frac{v_0^2}{g} + 2H = \frac{40}{10} + 2 \cdot 39,2 = 8 + 78,4 = 86,4 \text{ м}$$



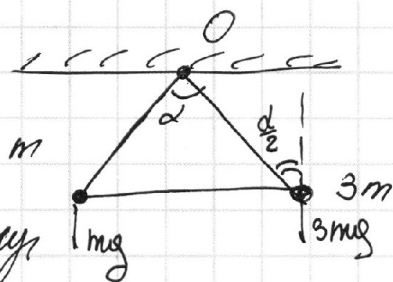
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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!

Задача 3



m и 3m бразу вращ.

0. При этом угол между ними $\alpha = \text{const} \Rightarrow$

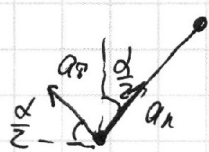
$\Rightarrow \frac{d\alpha}{dt} \omega_1 = \omega_2 \Rightarrow \epsilon_1 = \epsilon_2$ - условие ускорения.

Рассм. систему. Рассмотрим уравнение вращательного движения отн. неподвижной O

$$4ml^2 \epsilon = \sum M_O = 3mgl \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$2\epsilon l = g \sin \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \epsilon l = \frac{g}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$$

Рассм. шарик m



$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n; \vec{a}_n = 0, \text{ т.к. } \vec{v}_0 = 0$$

a_t под углом к горизонту $\frac{\alpha}{2}$.

Найдем его из Δ стрелок



$$\sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,8$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{16a}{2a} = 0,8$$

$$\boxed{\text{Итак } \sin \frac{\alpha}{2} = 0,8}$$

При этом $a = \omega l \Rightarrow a_t \frac{d\theta}{dt} = a_t = \epsilon l$

$$\boxed{a_t = \frac{g}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx \frac{g\sqrt{3}}{4} = 2,5\sqrt{3} \text{ м/с}^2}$$

$$\boxed{a_t = \frac{g}{2} \cdot 0,8 = 0,4g = 4 \text{ м/с}^2}$$



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
☐

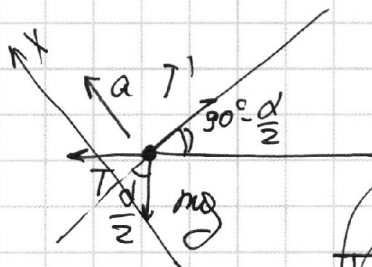
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

Задача 3 (продолжение)

23-й НЬЮТОНА

$$\vec{T} + \vec{T}' + m\vec{g} = m\vec{a}_x = m\vec{a}_y$$



Ox:

$$T \cos \frac{\alpha}{2} - mg \sin \frac{\alpha}{2} = m \frac{1}{2} mg \sin \frac{\alpha}{2} ; \cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$$

$$T = \frac{\frac{3}{2} mg \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 0.8}{0.6} = \frac{3}{\cancel{6}} \cdot \frac{\cancel{4}}{\cancel{3}} = \frac{2}{1} = 2H$$



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
1 из 2

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!

Задача 4

Из условия в 1-2 $c = \frac{5}{2} R$

в 2-3 $c = \frac{3}{2} R$, это изохора

в 3-1 $c = \frac{5}{2} R$, это изобара

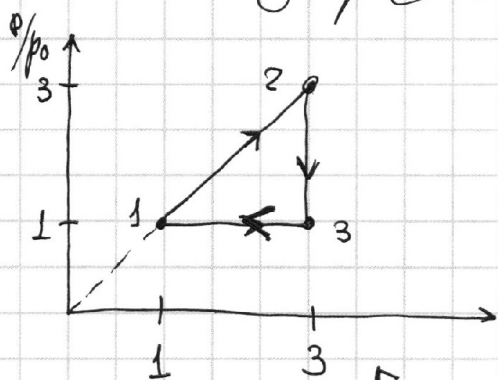
$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 96 \\ \hline 4986 \\ + 479 \\ \hline 79776 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2288 \\ \times 831 \\ \hline 5817 \\ + 1662 \\ \hline 22437 \end{array}$$

Для 1-2 применим ур-е политроты

$$pV^n = \text{const}; n = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = \frac{2R - c_p}{2R - c_v} = \frac{4-5}{4-3} = -1$$

Это изотерма. Это ур-е вида $p = kV$ (прям. пропорц.)



$$p_2 = k p_0 \Rightarrow V_2 = \frac{1}{3} V_0 \text{ из прям.}$$

$$\text{пропорц.} \quad \frac{k^2 p_0 V_0}{9 T_0} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad (\text{ур-е Клапейрона})$$

$$\Rightarrow k = 3 \quad (-3 \text{ невозможно})$$

Цикл график выглядит так.

$$Q_{12} = Q_{12} = \underbrace{2 \nu R (9 T_0 - T_0)}_{\text{теплота}} = 16 \nu R T_0 = 16 \cdot 8,31 \cdot 2 \cdot 300 =$$

$$= 16 \cdot 831 \cdot 6 = 96 \cdot 831 =$$

$$= 79776 \text{ Дж}$$

т.е. в 2-3 и 3-1 происходит охлаждение

А это количество кал. ушло $p(V)$

$$A = \frac{1}{2} p_0 V_0 = \frac{9}{2} \nu R T_0 = \frac{9}{2} \cdot 8,31 \cdot 300 = 27 \cdot 831 = 22437 \text{ Дж}$$



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
1 из 2

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!

Задача 5 1) Энергия пот. поля равна $\frac{kqQ}{R}$, т.к. любая часть (взаимодействия q и Q)

заряда Q на расст. R от q

ЗСЭ: $\frac{kqQ}{R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2kQq}{mR}}$

2) Докажем лемму. Пусть заряд на расстоянии x от O . Возьмем кольцо под углом φ из симметрии $\sum F_i$ будет вертикально $\Rightarrow F = \sum F_i \cos \varphi_i$



При этом кольцо от каждой точки кольца к q одинак. расст. до заряда q

$$r = (x + R \cos \varphi_i) / \cos \varphi_i$$
$$F = \sum \frac{kqQ_i}{(x + R \cos \varphi_i)^2} \cos \varphi_i$$

$$\cos \varphi_i = \frac{x + R \cos \varphi_i}{r}$$

ЗСЭ для $x=0$ и ∞

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{kqQ}{R} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

т.к. каждая точка сферы на расст. R от q



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.

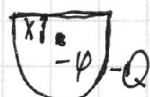
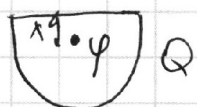
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 2 из 2

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!

Задача 5 (148.) Пусть у точки внутри конусферы на x

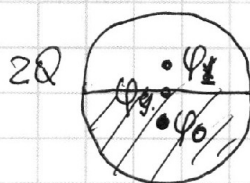
потенциал φ



Тогда у такой же сферы

с $-Q$ потенциал $-\varphi$ в этой же точке (по теореме о симметрии)

Тогда с Q можно считать суперпозицию сфер $2Q$ и конусферы $-Q$



Тогда потенциал точки x

суперпозиции $\varphi_0 = \frac{kQ}{R} - \varphi$

(т.к. потенциал внутри сферы $2Q$ $\frac{2kQ}{R}$)

А у $\varphi_1 = \varphi$. Потенциал в центре же $\varphi_2 = \frac{kQ}{R}$

Тогда $2\varphi_2 + \frac{mV_0^2}{2} = \varphi_2 \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} + \frac{kQ}{R} = \varphi$ (константа (1) на R)

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{2kQq}{R} - \varphi_2 = \varphi_2 \quad (\text{ЗСЭ для } A \text{ и } C)$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{2kQq}{R} = 2\varphi_2 = mV_0^2 + \frac{2kQq}{R}$$

$$V_0^2 = 2V_0^2 \Rightarrow V_0 = V_0 \sqrt{2}$$



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
__ ИЗ __

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!

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ 12 \\ \hline 1662 \\ + 831 \\ \hline 9972 \end{array}$$

$$\frac{v}{2}$$

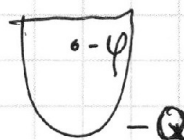
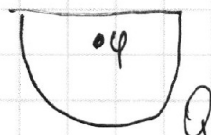
$$\frac{m}{2} v_0^2 + \frac{kqQ}{R} = v^2 \frac{m}{2}$$

$$\frac{v}{2} = \omega_0 \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\sqrt{v_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

$$\frac{v\sqrt{3}}{2a} = \omega$$

$$\begin{array}{r} 9972 \quad 3 \\ -9 \quad 3324 \\ -9 \quad 3324 \\ -0 \quad 3324 \\ -6 \quad 3324 \\ \hline 1 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \times 3324 \\ 3 \\ \hline 9972 \end{array}$$

2.



$$\frac{2kQ}{R} - \varphi$$

$$\varphi \left(\frac{2kQ}{R} - \varphi \right) q = \frac{kQq}{R} + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\left(\frac{2kQ}{R} - \varphi \right) q + m \frac{v_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \varphi q$$

$$\frac{mv_0^2}{2q} + \frac{kQ}{R} = \frac{2kQ}{R} \varphi$$

$$\frac{2kQ}{R} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{2kQq}{R} + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$2v_0^2 = v_c^2 \Rightarrow v_c = v_0 \sqrt{2}$$

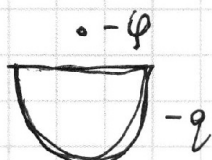
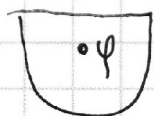


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

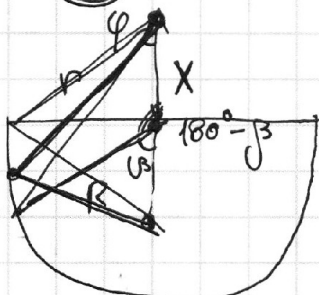
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!



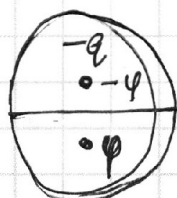
$$\frac{2kQ}{R} - \varphi$$

$$F_1 \cos \varphi$$

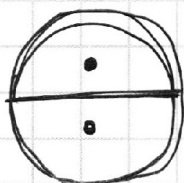


$$r = (x + R \cos \beta) \frac{1}{\cos \varphi}$$

$$\frac{1}{r^2} \cos \varphi = \cos \varphi^3 \frac{1}{(x + R \cos \beta)^2}$$



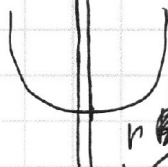
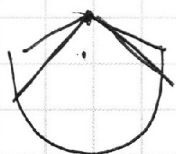
$$\cos \varphi = \frac{x + R \cos \beta}{r} = \frac{x + R \cos \beta}{x}$$



$$\frac{x}{R} = \frac{(x + R \cos \beta) \frac{1}{\cos \varphi}}{\sin \beta}$$

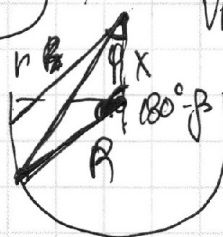
$$\frac{kQq}{r} = \frac{kQq \cos \varphi}{x + R \cos \beta}$$

$$R^2 + x^2 - 2Rx \cos \varphi = r^2$$



$$\sqrt{R^2 + x^2 - 2Rx \cos \varphi}$$

$$r = \frac{\sqrt{R^2 + x^2 + 2Rx \cos \beta}}{\sqrt{R^2 + x^2 - 2Rx \cos \varphi}}$$





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
__ ИЗ __

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!

$$0,6 \text{ Т} - 0,8 \text{ мг} = 0,4 \text{ мг}$$

$$1,2 \text{ мг} = 0,6 \text{ Т}$$