



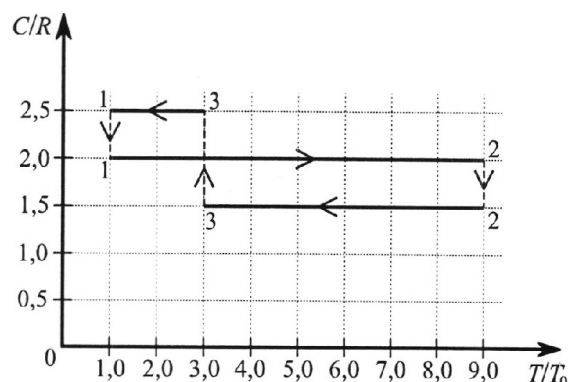
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



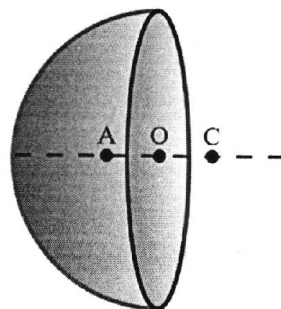
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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?

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_O .



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.

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.



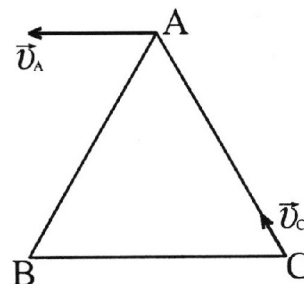
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

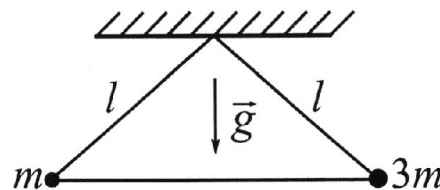
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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

На максимальной высоте фейерверк разрывается 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.

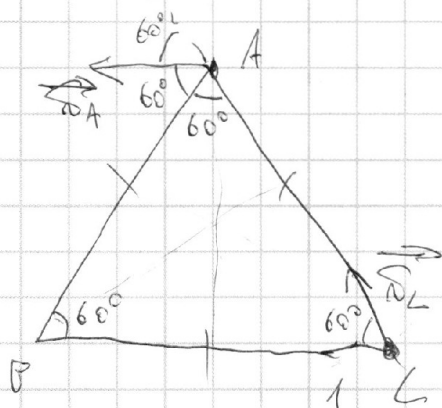


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

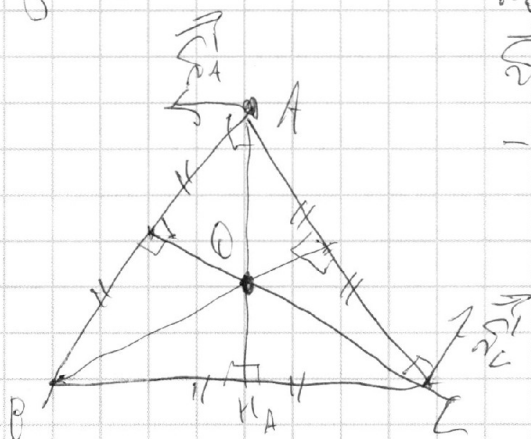


$$v_A = 0,4 \text{ м/с} \quad a = 0,2 \text{ м/с}^2 \quad m = 100 \text{ кг}$$

1) Пластина твердая $\Rightarrow$
расстояние AC не изменится
в процессе движения.
Значит проекции $\vec{v}_A$ и $\vec{v}_L$ на AC
равны.

$$\Rightarrow v_A \cos 60^\circ = v_L \quad \text{Ответ: } v_L = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \text{ м/с} = 0,2 \text{ м/с}$$

2) В С.О. центра масс пластины вращения, отно-
сительно него, поступательного движения нет.
центр масс треугольника — пересечение его ме-
диан.

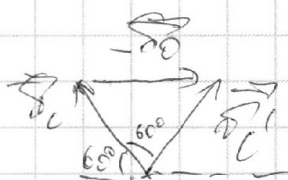
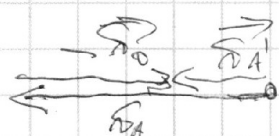


$\vec{v}_O$ — скорость центра масс
 $\vec{v}_A, \vec{v}_L$ — скорости A и L отн. O —
— центра масс

$$\vec{v}_A' = \vec{v}_A - \vec{v}_O; \quad \vec{v}_L' = \vec{v}_L - \vec{v}_O$$

при этом $\vec{v}_A' \perp AO$
 $AO = LO$ $\vec{v}_L' \perp LO$ $\Rightarrow \vec{v}_O \parallel \vec{v}_A$

$$\Rightarrow v_A' = v_L'$$



по векторному треуголь-
нику скоростей
получает $\vec{v}_A = \vec{v}_O + \vec{v}_A'$

$$\text{и по т. косинусов} \quad v_O^2 = v_L^2 + v_L'^2 - v_L \cdot v_L'$$

$$\Rightarrow v_A^2 - 2v_A v_A' + v_A^2 = v_L^2 + v_L'^2 - v_L v_L'$$



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!

$$\Rightarrow \cancel{\sigma_A^2} - 2\cancel{\sigma_A \sigma_A'} + \cancel{\sigma_A'^2} = \frac{\sigma_A^2}{4} + \cancel{\sigma_A'^2} - \frac{\sigma_A}{2} \sigma_A'$$

$$\frac{3}{4} \sigma_A^2 = \frac{3}{2} \sigma_A \sigma_A' \Rightarrow \sigma_A' = \frac{\sigma_A}{2}$$

угловая скорость вращения планеты: $\omega = \frac{\sigma_A'}{OA}$

$$\omega = \frac{\sigma_A}{2 \cdot OA} \quad OA = \frac{2}{3} AH_A \quad (\text{т.к. } O - \text{центр пересечения медиан})$$

$$AH_A = a \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2} a \quad (\text{по т. Пифагора})$$

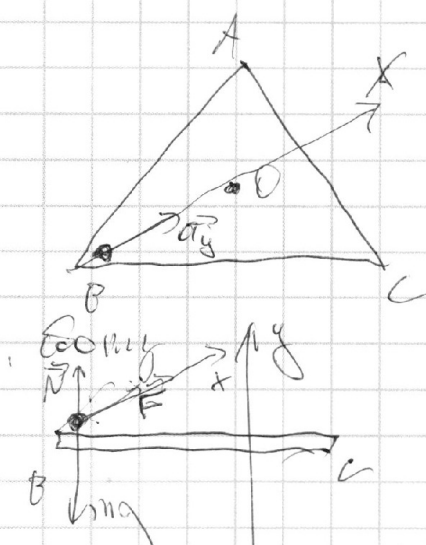
$$OA = \frac{a}{\sqrt{3}} \Rightarrow \omega = \frac{\sigma_A \sqrt{3}}{2a}$$

для 3-х оборотов A повернется на угол 6π

$$\Rightarrow T = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{12\pi a}{\sigma_A \sqrt{3}} = \frac{12 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \text{ м}}{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{3}} = \frac{6 \cdot 3,14}{\sqrt{3}} \approx 6\sqrt{3} \text{ с}$$

3) Ответ: $\boxed{T \approx 6\sqrt{3} \text{ с}}$

т.к. масса шара пренебрежимо мала по сравнению с массой планеты, то центр масс системы останется в точке O .



В С.О. центр O , планета движется по окружности радиуса $\frac{a}{\sqrt{3}}$ со скоростью $\frac{\sigma_A}{2} \Rightarrow$ её центростремительное ускорение $a_y = \frac{\sigma_A^2 \sqrt{3}}{4a}$

В С.О. Земля её ускорение не испытывает, т.к. $\vec{a}_O = \text{const}$. На шар действуют сила нормальной реакции опоры $\vec{N}$, сила тяжести $m\vec{g}$ и сила трения $\vec{F}$.

II закон Ньютона для шара: ОУ: $N = mg$; ОХ: $F = m a_y$

$$\Rightarrow R = F = m \cdot a_y = m \cdot \frac{\sigma_A^2}{a} \frac{\sqrt{3}}{4} = 10^{-1} \text{ кг} \cdot \frac{0,4^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{0,2 \text{ м}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-4} \text{ Н} - \text{ответ}$$



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!

$h = 8 \text{ м}$
 $r = 0,8 \text{ с}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $L_{\text{max}} = ?$

1) $\vec{v}_0$ — начальная скорость
 в проекции на ОХ:
 $h = v_0 r + \frac{g r^2}{2}$
 2) на высоте h скорость будет $v_k = 0$
 $\Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g}$
 $H = \frac{\left(\frac{h}{r} + \frac{g r}{2}\right)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{8 \text{ м}}{0,8 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ с}}{2}\right)^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{14^2}{20} \text{ м}$
 Ответ: $H = 9,8 \text{ м}$

2) По закону сохранения импульса (скорость взрыва
 в момент $\vec{v}$: $m \cdot \vec{v} + m \cdot \vec{v}_0 = 2m \cdot \vec{0}$ m — масса
 осколка.
 $\Rightarrow \vec{v} = -\vec{v}_0 \Rightarrow \vec{v} \text{ и } \vec{v}_0 \text{ лежат на одной прямой}$
 $\Rightarrow$ эту ситуацию можно представить себе <
 Земля со скоростью V_z под углом α к горизонту
 выстреливает артиллерией, а на высоте h слышит
 скорость V_0 и расстояние между точкой выстрела
 и землей и падения — L_{max} .
 Благодаря симметрии траектории артиллерии
 $\vec{v}$ будет прилетит в точку выстрела (Земля, а $\vec{v}_0$ в
 точку падения)

введём ось t и y
 (+ — время полёта)
 в проекции на ОХ:
 $L = V_z \cos \alpha t$
 ОУ: $0 = V_z \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$



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.



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!

Точнее: $0y: H = \frac{-V_0^2 + \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{+2g} \Rightarrow V_z = \sqrt{V_0^2 + 2gH}$

$$t = \frac{2V_z \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha V_z^2}{g} = \frac{\sin 2\alpha V_z^2}{g}$$

$$\Rightarrow L_{\max} \text{ при } \sin 2\alpha - \max \Rightarrow \sin 2\alpha = 1 (\alpha = 45^\circ)$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2 + 2gH}{g} = \frac{(25 \frac{m}{s})^2}{10 \frac{m}{s^2}} + 2 \cdot 9,8 m = 59,6 m$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2}{g} + \frac{2h}{\pi} + g\pi$$

Ответ: $H = 9,8 m$

$$L_{\max} = 59,6 m$$



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
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!

$m = 0,1 \text{ кг}$
 $e; L = 1,6 \text{ м}$

mg и $3mg$ —
силы тяжести

a — ускорение шариков
 $3m$.

т.к. стержень легкий, то

сила $\vec{T}$ ~~действует~~ на шарик действует вдоль него
и $-\vec{T}$ на $3m$. (по III закону Ньютона)

1) Поскольку шарик отпустили из центра тяжести
системы ускорения ~~нигде~~ равны нулю
(т.к. их скорости равны 0) $\Rightarrow$ в начале шарик
будет обладать только ~~центр~~ тангенциальным усе-
корением ~~в~~ нитке, а шестик будет проворачи-
ваться на лево, т.к. справа действует дробная
сила тяжести,

$\alpha = 90^\circ - \beta$ $\sin \alpha = \cos \beta$

из Δ треугольника



нить и стержень $\cos \beta = 0,2$

$\Rightarrow \boxed{\sin \alpha = 0,8} = \frac{L}{2e}$

2) ~~найдем II закон~~





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.



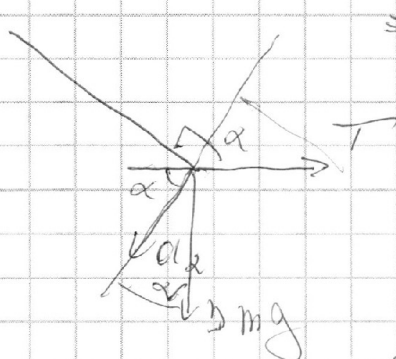
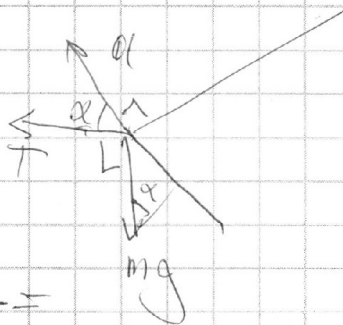
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

3-й Ньютона на тангенциальное направление
и нити

$$m: \quad ma_1 = \cos \alpha T + \sin \alpha mg$$

$$3m: \quad ma_2 = 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$



$$\Rightarrow \frac{m(a_1 + a_2)}{2} = mg \sin \alpha$$

$$m(a_1 + a_2) = 2mg \sin \alpha$$

$$\text{при этом } a_1 = a_2$$

$$\Rightarrow a_1 = mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow a_1 = 0,8 \cdot g = 8 \frac{m}{s^2}$$

т.к. нити не имеют
эlasticity, то $a_1 \sin \alpha = a_2 \sin \alpha$ (равны проекции уско-
рений на нить)

$$T = \frac{ma_1 + mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = 2mg \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3}$$

по основному тригонометрическому тождеству

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3} \Rightarrow T = \frac{8mg}{3} = \frac{8}{3} \cdot 0,1 \cdot 10 \frac{H}{s^2} = 2,7 H$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,8$
2) $a_1 = 8 \frac{m}{s^2}$
3) $T = 2,7 H$



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 3

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!

$$3) M = 150 \text{ кг}$$

$$N = 10$$

$$H = ?$$

Найдём работу подвешенного груза за один цикл - A - площадь 2.1-2-3 - треугольника

$$A = \frac{2p_0 - 2V_0}{2} = 2p_0V_0 = 2\Delta p T_1$$

По 2-му сохранению энергии для изохорного поджатия груза: $MgH = \frac{N \cdot A}{2} \Rightarrow H = \frac{NA}{2Mg}$

$$H = \frac{2\Delta p T_1 N}{2Mg} = \frac{2 \cdot 2 \text{ ммб} - 0,31 \frac{\text{ммб}}{\text{ммб}} \cdot 300 \text{ К} \cdot 10}{2 \cdot 150 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 66,5 \text{ м} \cdot 33 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 66,5 \cdot 10 \\ - 33,25 \\ \hline 33,25 \end{array}$$

Ответ: $G_1 = 80 \text{ кДж}$ $H = 66,5 \text{ м} = 33 \text{ м}$



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 3

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) ~~1-2~~ I каково термодинамич:

$$\delta Q = C \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T + p \Delta V$$

$$(\delta A = p \Delta V) \quad C_V = \frac{3}{2} R - \text{молярная теплоемкость при постоянном объеме}$$

$$\Rightarrow C = C_V + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$$

$$\nu = 2 \text{ моль}$$

$$j = 3$$

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

j — кол-во степеней свободы

$$R = 2,31 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

$$j = 10 \text{ ст.св.}$$

① в процессе 2-3 $C = C_V \Rightarrow$ 2-3-изотермический процесс

уравнение Менделеева-Клапейрона

$$pV = \nu R T \quad \text{продифференцируем: } \nu R \Delta T = p \Delta V + V \Delta p$$

$$\Rightarrow p \Delta V = \nu R \Delta T - V \Delta p$$

$$\Rightarrow C = C_V + \nu R - \frac{V \Delta p}{\Delta T} \quad C_p = C_V + R$$

C_p — молярная теплоемкость при постоянном давлении

$$C_p = 2,5 R$$

② в процессе 3-1 $C = C_p \Rightarrow$ 3-1-изобарический процесс

$$C = C_V + \frac{\nu R}{1 + \frac{V \Delta p}{p \Delta V}}$$

③ в процессе (1-2) $C = C_V + \frac{1}{2} R \Rightarrow 1 + \frac{V \Delta p}{p \Delta V} = 2$

$$\Rightarrow \frac{\Delta p}{p} = + \frac{\Delta V}{V}$$

$$V \Delta p = p \Delta V \neq 0$$

$$1-2 \rightarrow \text{изотермический} \Rightarrow \frac{p}{V} = \frac{\Delta p}{\Delta V}$$

$\Rightarrow (1-2) \quad p = \alpha V$ — линейная зависимость от объема.



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 3

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!

$$\Rightarrow 1-2 \quad P = \alpha V$$

$$2-3 \quad V = \text{const} \Rightarrow P \propto T$$

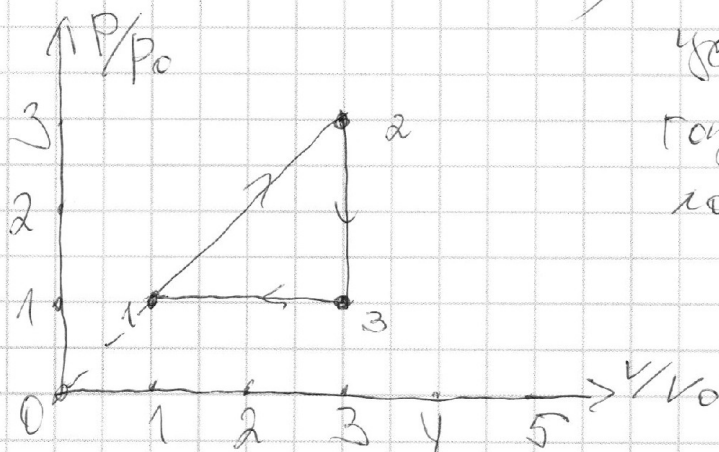
$$2-1 \quad P = \text{const}$$

$$3-1 \quad \frac{3T_0 \alpha R}{V_3} = \frac{\alpha R T_0}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{V_3}{3} \quad \boxed{V_3 = 3V_0}$$

$$2-3 \quad \frac{9\alpha R T_0}{P_2} = \frac{3\alpha R T_0}{P_0} \Rightarrow \boxed{P_2 = 3P_0}$$

$$4-2: \quad P_0$$

а) За один цикл в процессе расширения к газу подводится теплота Q_1 только в процессе 1-2.



$$Q_1 = \frac{3}{2} \alpha R (T_2 - T_1) + A_{12}$$

$$A_{12} - \text{площадь под графиком 1-2} \quad A_{12} = \frac{P_0 + 3P_0}{2} \cdot 2V_0$$

$$A_{12} = 4P_0 V_0, \text{ при этом } P_0 V_0 = \alpha R T_1$$

$$\Rightarrow Q_1 = \frac{3}{2} \alpha R (T_2 - T_1) + 4\alpha R T_1 = \left(\frac{5}{2} T_1 + \frac{3}{2} T_2 \right) \alpha R$$

$$Q_1 = \frac{2 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}}{2} \cdot (5 \cdot 1 + 3 \cdot 9) \cdot 300 \text{ К} \approx 26592 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \cdot 332 \\ \hline 1662 \\ + 2193 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 112 \\ 26592 \\ \hline 3 \\ \hline 49776 \end{array}$$



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
☐

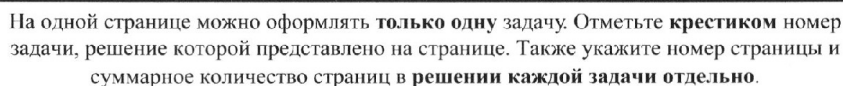
СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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!

$$V_c = V_0 \sqrt{\frac{2(2\pi qQ + mV_0^2 \frac{R}{2})}{2\pi qQ + mV_0^2 R}}$$

$$\text{Ответ: } V = \sqrt{\frac{4\pi qQ}{mR} + V_0^2}$$

$$V_c = V_0 \sqrt{\frac{4\pi qQ + mV_0^2 R}{2\pi qQ + mV_0^2 R}}$$



R, m, θ
 G, R, V_0
 $V = ?$
(60)

Найдём «центр» криволинейной сил поля
сферы — O' . У обычной сферы он $\equiv O$

0' и 0'' - центры полусфер

$$\Rightarrow O' O = O'' O = x$$

Показана консервативная
терапия.

погода +

То же пересечение
Оси с полуокружностью

поделить ^{пополам} ~~середу~~ на ^{середнє} ~~треугольнике~~
соединит вершины вт.д.

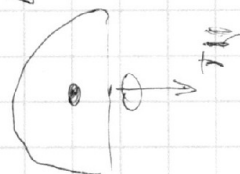
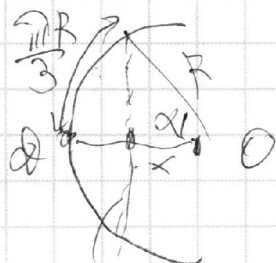
на центр ~~на~~ нахождение

на расстоянии $\frac{2}{3} \cdot \frac{\pi R}{2} = \frac{\pi R}{3}$ (по окружности)

(т.к. центр ~~масс~~ нагрузки представляет — центр пере-
ворота ~~масс~~ (центр))

$$\Rightarrow x = \cos \alpha R = \frac{R}{2}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{3}$$



Положить центры $\frac{1}{2}$ окружностей в вершинах $\triangle ABC$. Вспомогательная окружность с центром в центре $\triangle ABC$ и радиусом $\frac{1}{2}$ окружностей $\triangle ABC$ касается каждой из них.



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

2 ИЗ 3

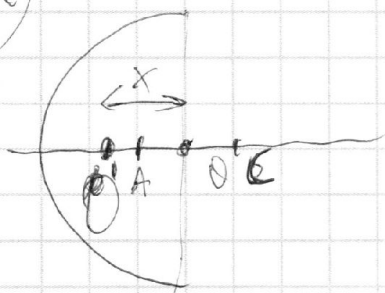
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Напишем 3-й закон сохранения энергии для заряда q : $\frac{mv^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -\frac{kqQ}{x}$

(т.к. заряд будет двигаться вдоль оси симметрии)

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2kqQ}{m} + V_0^2} = \sqrt{\frac{4kqQ}{mR} + V_0^2}$$

2)



Ибоа напишем 3-й закон сохранения энергии.

$$\textcircled{1} \quad \frac{mV_0^2}{2} - 0 = -\frac{kqQ}{x} + \frac{kqQ}{(x - OA)}$$

$$\textcircled{2} \quad A \rightarrow C$$

$$\frac{mV_C^2}{2} - 0 = -\frac{kqQ}{(x + OC)} + \frac{kqQ}{(x - OA)}$$

Значит, Ибоа заряд будет двигаться от A к C . A лежит между O' и O .

$$\Rightarrow \frac{mV_0^2}{kq^2Q} = \frac{1}{x - e} - \frac{1}{x} \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2kqQ} = \frac{e}{x(x - e)}$$

$$\frac{mV_C^2}{2kqQ} = \frac{1}{x - e} - \frac{1}{x + e} \Rightarrow \frac{mV_C^2}{2kqQ} = \frac{2e}{x^2 - e^2}$$

$$\Rightarrow e = \frac{\frac{mV_0^2}{2kqQ} x^2}{1 + \frac{mV_0^2}{2kqQ} x} = \frac{mV_0^2 x^2}{2kqQ + mV_0^2 x} \quad \frac{V_C^2}{V_0^2} = \frac{2x}{x + e}$$

$$\Rightarrow V_C = V_0 \sqrt{\frac{2x}{x + e}} \quad V_C = V_0 \sqrt{1 + \frac{mV_0^2 \frac{R}{2}}{2kqQ + mV_0^2 \frac{R}{2}}}$$