



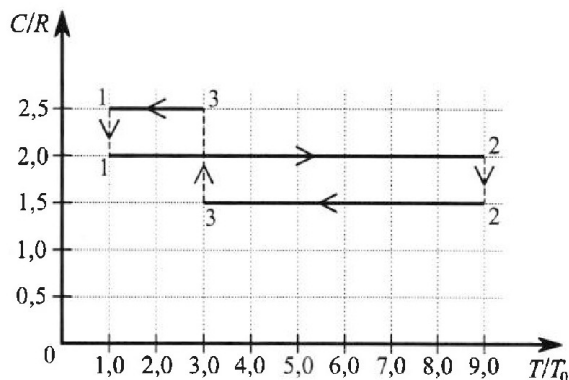
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



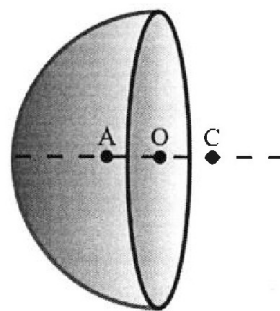
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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_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.

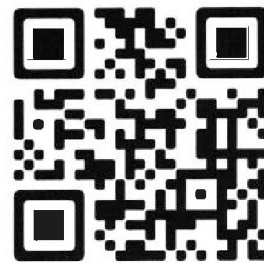
2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

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

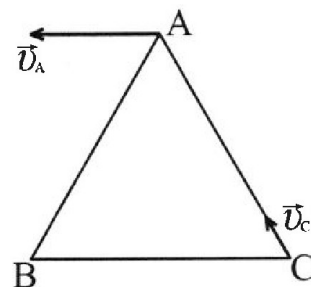
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

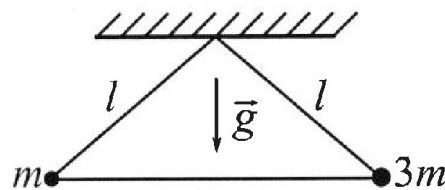
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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

На максимальной высоте фейерверк 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.



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!

$$V_c = \frac{V_A}{2} = \frac{0.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2} = 0.2 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Т.к. поверхность гладкая и гориз., то угл. скорость ω постоянна.

$$\omega = \frac{V_c}{R_c} = \frac{V_c}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} V_c}{a}$$

$$\omega = \frac{\sqrt{3} \cdot 0.2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0.2 \text{ м}} = \sqrt{3} \frac{\text{рад.}}{\text{с.}}$$

за секунду

Чтобы система сделала 3 оборота, необходимо

$$\omega \tau = 3 \cdot 2\pi$$

$$\omega \tau = 6\pi$$

$$\tau = \frac{6\pi}{\omega} \Rightarrow \tau = \frac{6\pi}{\sqrt{3}} \text{ с} = 2\sqrt{3} \pi \text{ с}$$

3. А К - сер. пер. к ВС $\Rightarrow K_B = K_C$

, т.е. $R_B = R_C = \frac{a}{\sqrt{3}}.$

Запишем второй з-н Ньютона для массы ~~шара~~

$$\vec{R} = m \vec{a}$$

$$R = m a$$

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

$$R = \frac{100 \text{ г}}{0.1 \text{ кг}} \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{0.2 \text{ м}}{\sqrt{3}} = 0.02 \cdot \sqrt{3} \text{ Н}$$

Ответ:

1. $V_c = 0.2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
2. $\tau = 2\sqrt{3} \pi \text{ с}$
3. $R = 0.02 \cdot \sqrt{3} \text{ Н}$



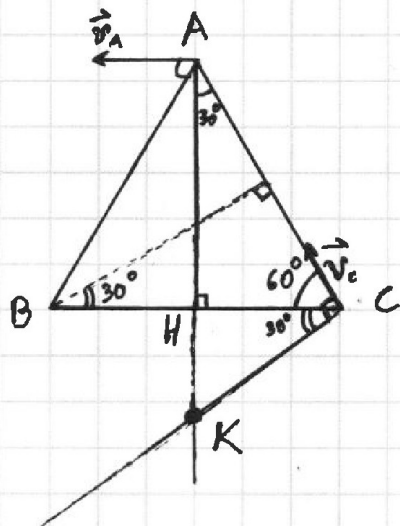
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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.



Найдём мгновенный центр вращения пластины - (МЦВ).

K - точка пересечения перпендикуляров к скоростям. ~~Вспомогательная~~
($KC \perp AC$, $KA \perp BC$)

Обозначим. ~~AK~~ $AK \perp BC$.

AH - высота $\Rightarrow$ AH - биссектриса и медиана

$$AH = AC \cos(\angle HAC) = a \cdot \cos(30^\circ) = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

$$HK = \frac{HC}{2}$$

$$\frac{HK}{HC} = \tan(\angle HCK) \Rightarrow HK = \tan(\angle HCK) \cdot HC = \tan(30^\circ) \cdot \frac{1}{2} AC = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

~~KC~~

Т.к. угл. скорости точек C и A равны.

Рассчит. от МЦВ до точки A: $\omega_A = \omega_C$

$$R_A = AK = AH + HK = a \cos(30^\circ) + \frac{a}{2} \tan(30^\circ) = \frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

Рассчит. от МЦВ до точки C:

$$R_C = KC = \frac{HC}{\cos(\angle HCK)} = \frac{a}{2 \cos(30^\circ)} = \frac{a}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

Т.к. угл. см. и A и C равны:

$$\omega = \omega_A = \omega_C$$

$$\frac{V_A}{R_A} = \frac{V_C}{R_C} \Leftrightarrow V_C = \frac{R_C}{R_A} \cdot V_A$$

$$V_C = \frac{\frac{a}{\sqrt{3}}}{\left(\frac{\frac{a\sqrt{3}}{2}}{2} + \frac{\frac{a}{2\sqrt{3}}}{\frac{\sqrt{3}a}{6}}\right)} V_A = \frac{\frac{a}{\sqrt{3}}}{\left(\frac{4\sqrt{3}a}{6}\right)} V_A = \frac{6V_A}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} = \frac{6V_A}{12} = \frac{V_A}{2}$$



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
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 2.

1.

Обозн. нач. скорость полёта фейерверка u .

Тогда, т.к. он движется в поле макс. тяжести, высота h от времени t зависит, как $h = ut - \frac{g t^2}{2}$

Тогда по условию $h = ut - \frac{g t^2}{2}$

$$\text{Т.е. } u = \left(h + \frac{g t^2}{2} \right) \cdot \frac{1}{t} = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2}$$

$$u = \frac{8 \text{ м}}{0.8 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0.8 \text{ с}}{2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

~~Обозн. t_{max} - время полёта до макс. высоты.~~

~~Т.к. в точке с макс. высотой $u = 0$ (нулевая скорость), то $u - g t_{\text{max}} = 0 \Rightarrow t_{\text{max}} = \frac{u}{g}$.~~

ЗСЭ Пусть m - масса фейерверка.
для начального сост. и точки с максимальной высотой:

$$\frac{m u^2}{2} = m g H$$

(кинет. эн. = 0, т.к. скорость в точке с макс. выс. = 0)

$$H = \frac{u^2}{2g} ; H = \frac{14^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{196}{20} \text{ м} = \frac{98}{10} \text{ м} = 9.8 \text{ м}$$

2. Т.к. осколки одинаковой массы, то из ЗСИ следует, что их скорости будут равны по модулю и направлены в ~~раз~~ противоположные стороны (т.к. начальн. импульс (до распада) = 0).

Макс. расстояние L_{max} будет при горизонтальном направл. $\vec{V}_0$

Пусть время падения на площадку = t_n .

Тогда (т.к. нач. скорость по верт. 0, а высота H): $H - \frac{g t^2}{2} = 0$

$$\text{Т.е. } t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (\text{т.к. } t > 0).$$

По горизонтали движение равномерное, следовательно,
называя ~~эту~~ ось покоя ~~как~~ указывает на расстояния



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!

Задача 4.

Из графика видно, что ~~температура~~ молярные теплоёмкости постоянны процессов (1-2, 2-3, 3-1) постоянны.

Следовательно процессы 1-2, 2-3, 3-1 — политроны $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ описываются у-ем $pV^\beta = \text{const}$, где β — показатель политроны.

$$\beta = \frac{C - C_p}{C - C_v}, \text{ где } C - \text{мол. теплоёмкость процесса, } C_p - \text{мол. теплоёмкость при пост. давл.}$$

C_v — мол. теплоёмкость при пост. объёме.

* Т.к. газ одноатомный, то кол-во степеней свободы $i = 3$.

$$\Rightarrow C_p = \frac{i+2}{2} R = \frac{5}{2} R = 2.5 R$$

$$C_v = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R = 1.5 R$$

Из графика: $C_{1-2} = 2R$, $C_{2-3} = 1.5R$, $C_{3-1} = 2.5R$

~~Найдём показатель политроны~~ (мол. теплоёмкости процессов 1-2, 2-3, 3-1 соотв.).

$$\beta_{1-2} = \frac{C_{1-2} - C_p}{C_{1-2} - C_v} = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = \frac{-0.5R}{0.5R} = -1$$

$$\beta_{2-3} = \frac{C_{2-3} - C_p}{C_{2-3} - C_v} = \frac{1.5R - 2.5R}{1.5R - 1.5R}$$

Для процесса 1-2:
 $pV^{-1} = p_0 V_0^{-1}$

$$\boxed{\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0}}$$

изохорный

Итак $C_{2-3} = C_v \Rightarrow$ 2-3 — изохорный процесс $\Rightarrow V = \text{const}$

$C_{3-1} = C_p \Rightarrow$ 3-1 — изобарный процесс $\Rightarrow p = p_0 \Rightarrow \frac{p}{p_0} = \text{const}$

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!

~~Решение задачи~~

Т.к. для 1-2: ~~из условия~~ $\frac{P}{V} = \text{const}$, то

$$\frac{P_2^*}{V_2} = \frac{P_0}{V_0} \Leftrightarrow \frac{V_2}{V_0} = \frac{P_0}{P_2} \quad (1)$$

у-е состоянием: $P_2 V_2 = \nu R T_2$, $P_0 V_0 = \nu R T_0$

$$P_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2} \quad P_0 = \frac{\nu R T_0}{V_0}$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \cdot \frac{V_0}{\nu R T_0} = \frac{T_2}{T_0} \cdot \frac{V_0}{V_2}$$

Подставим в (1): $\frac{V_2}{V_0} = \frac{T_2}{T_0} \cdot \frac{V_0}{V_2} \Leftrightarrow \frac{V_2^2}{V_0^2} = \frac{T_2}{T_0}$

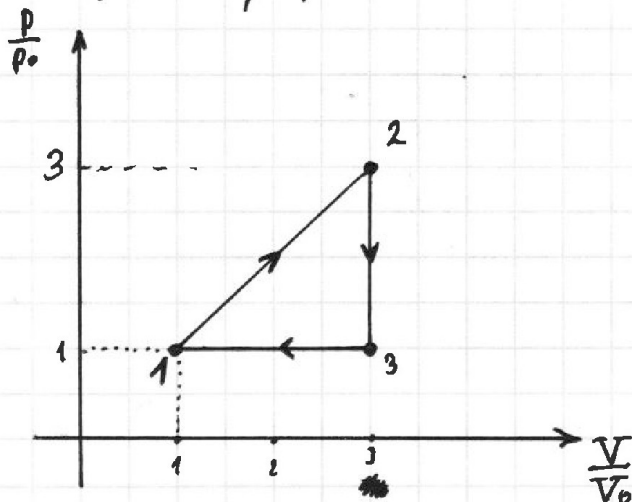
$$\frac{V_2}{V_0} = \sqrt{\frac{T_2}{T_0}} = \sqrt{9} = 3$$

из графика

Т.к. 3-1 - изобара, то: $\frac{T_3}{T_0} = \frac{V_3}{V_0}$

$$\frac{V_3}{V_0} = \frac{T_3}{T_0} = 3$$

Построим график:





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!

2. Расширение происходит только в процессе 1-2

(по у. из пункта 1) $\Rightarrow Q_1 = Q_{1-2} = \nu C_{1-2} (T_2 - T_1) =$

$$= \nu \cdot C_{1-2} \cdot (9T_0 - T_0) = \nu \cdot 2R \cdot 8T_0$$

$$Q_1 = 2 \text{ моль} \cdot 2 \cdot 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 8 \cdot 300 \text{ К} = 32 \cdot 300 \cdot 8.31 \text{ Дж}$$

$$= 9600 \cdot 8.31 \text{ Дж}$$

3. Работа газа за цикл численно равна площади

~~($p_0 V_0$)~~ треугольника 1-2-3 на pV -диагр.

$$A = \frac{1}{2} (3V_0 - V_0) \cdot (3p_0 - p_0) = 2p_0 V_0 = 2\nu R T_0$$

$$A = 2 \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8.31 \text{ Дж}$$

Т.к. половина работы за цикл идет на подъем, то:

$$\left(\frac{1}{2} A\right) N = M g H$$

$$H = \frac{\frac{1}{2} A N}{M g} = \frac{\nu R T_0 N}{M g}$$

$$H = \frac{2 \text{ моль} \cdot 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К} \cdot 10}{150 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 4 \cdot 8.31 \text{ м} = 33.24 \text{ м}$$

Ответ: 2. $Q_1 = 9600 \cdot 8.31 \text{ Дж}$
3. $H = 33.24 \text{ м}$



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!

Задача 5.

Потенциал поверхности в точке O : $\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$
 (т.к. заряд по полюс. распр. равномерно) $\rightarrow$
 и O - равноуд. от всех точек
 поверхности

Следовательно потенциальная энергия в точке O :

$$U_0 = q\varphi_0 = \frac{kQq}{R}$$

Запишем закон сохр. энергии для точки O и
 точки удаленной "очень далеко":

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

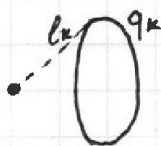
т.к.
потенц. э. на большом у. $\neq 0$.

$$V^2 = V_0^2 + \frac{2kQq}{mR}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kQq}{mR}}, \text{ т.к. } V \geq 0.$$

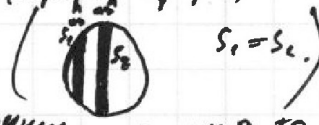
Потенц. пом

Вся от кольца равноуд. точки от заданной на расст. ℓ .



$$\varphi = \frac{kq_k}{\ell_k}, \text{ где } q_k - \text{элементарный заряд кольца.}$$

Т.к. площадь поверхности сферы, ~~на~~ заключ. между
 любыми двумя ^{параллельными} плоскостями (прямая сфера) на расст. h
 есть ~~одинакова~~ $S_1 = S_2$



То: разбивая сферу на беск. тонкие кольца, то в каждом
 кольце будет заряд $dQ = \lambda dx$
 (где $\lambda = \frac{Q}{R}$)



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!

Пусть $AO=OC=l$
Потенциал в точке A: φ_A :

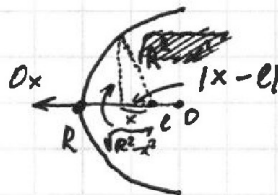
$$d\varphi_A = \frac{k \lambda dx}{\sqrt{R^2 - (x-l)^2}}$$

$$d\varphi_A = \frac{k \lambda dx}{\sqrt{R^2 - x^2 + (x-l)^2}} =$$

$$= \frac{k \lambda dx}{\sqrt{R^2 - 2xl + l^2}}$$

$$\varphi_A = \int_0^R \frac{k \lambda dx}{\sqrt{R^2 + l^2 - 2xl}} = -\frac{k \lambda}{l} \int_{R^2+l^2}^{R^2+l^2-2Rl} \frac{du}{2\sqrt{u}} = \frac{k \lambda}{l} \sqrt{u} \Big|_{(R-l)^2}^{R^2+l^2} = \frac{k \lambda}{l} (\sqrt{R^2+l^2} - l)$$

замена $u = R^2 + l^2 - 2xl$
 $du = -2l dx$



Потенциал в точке C: φ_C

$$d\varphi_C = \frac{k \lambda dx}{\sqrt{R^2 - x^2 + (x+l)^2}} =$$

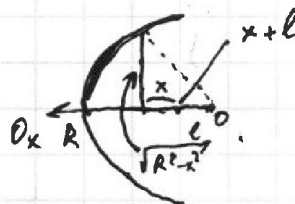
$$= \frac{k \lambda dx}{\sqrt{R^2 + l^2 + 2xl}}$$

$$\varphi_C = \int_0^R \frac{k \lambda dx}{\sqrt{R^2 + l^2 + 2xl}} = k \lambda \int_0^R \frac{dx}{\sqrt{R^2 + l^2 + 2xl}} =$$

Замена $u = R^2 + l^2 + 2xl$ $du = 2l dx$

$$= \frac{k \lambda}{2l} \int_{R^2+l^2}^{(R+l)^2} \frac{du}{\sqrt{u}} = \frac{k \lambda}{l} \sqrt{u} \Big|_{R^2+l^2}^{(R+l)^2} =$$

$$= \frac{k \lambda}{l} (R+l - \sqrt{R^2+l^2}) = \frac{k Q}{Rl} (R+l - \sqrt{R^2+l^2})$$



ЗСЭ в точках A и C:

$$q\varphi_A = \frac{mv_C^2}{2} + q\varphi_B$$

$$\frac{2q}{m} (\varphi_A - \varphi_B) = v_C^2$$

$$\frac{2q}{m} \cdot \frac{kQ}{Rl} (\sqrt{R^2+l^2} + l - R - R - l + \sqrt{R^2+l^2}) = v_C^2$$



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

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!

$$V_c^2 = \frac{4kQq}{mRl} \left(\sqrt{R^2 + l^2} - R \right)$$

$$V_c = 2 \sqrt{\frac{kQq}{mRl} \left(\sqrt{R^2 + l^2} - R \right)}$$

~~Ответ:~~

ЗСЗ в точке O и A:

$$q\varphi_A = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_O$$

$$\frac{kqQ}{Rl} \left(\sqrt{R^2 + l^2} + l - R \right) = \frac{kQq}{R} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{kqQ}{R} \left(\frac{\sqrt{R^2 + l^2}}{l} - \frac{R}{l} + 1 \right) = \frac{kQq}{R} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{kqQ}{mR} \left(\frac{\sqrt{R^2 + l^2}}{l} + 1 - \frac{R}{l} \right) = \frac{V_0^2}{2}$$

$$V_c = 2 \sqrt{\frac{kQq}{mR} \left(\frac{\sqrt{R^2 + l^2}}{l} - \frac{R}{l} \right)} = 2 \sqrt{\frac{V_0^2}{2}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

Ответ: 1. $V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kQq}{mR}}$

2. $V_c = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$

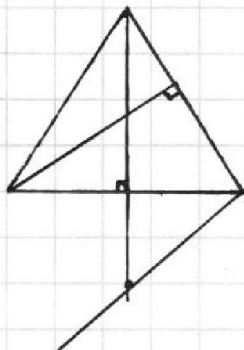
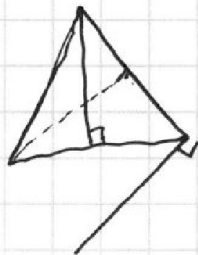


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!

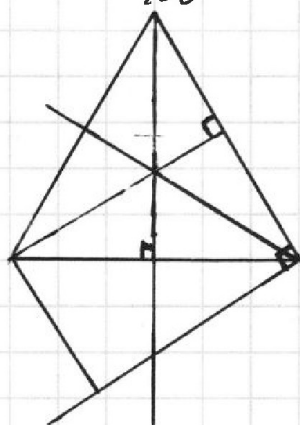


$$\frac{C - C_p}{C - C_v} = \gamma$$

$$u \cdot \tau - \frac{g \tau^2}{2} = h$$

$$pV^\gamma =$$

$$\varphi = \int \frac{k dq}{z}$$



$$\frac{10612}{16} = 96$$

$$\frac{C - C_p}{C - C_v}$$
$$C - \frac{5}{2}R$$

$$\frac{1}{8.31} \times \frac{4}{33.24}$$

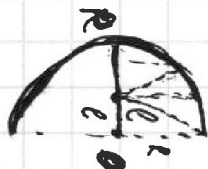
$$h = v_0 \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} = 0$$

$$\frac{g t^2}{2} = H$$

$$pV = \nu RT$$
$$R^2$$

$$\sqrt{R^2 - (x-l)^2}$$

$$\sqrt{R^2 - x^2}$$



$$R^2 + R^2$$



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!

