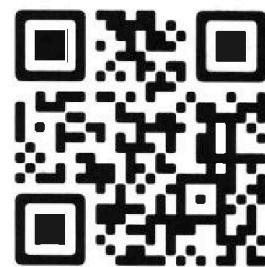




**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

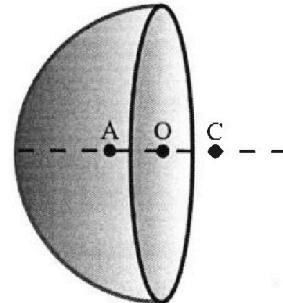
4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 2$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

- Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.
- Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?
- На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ циклов тепловой машины?

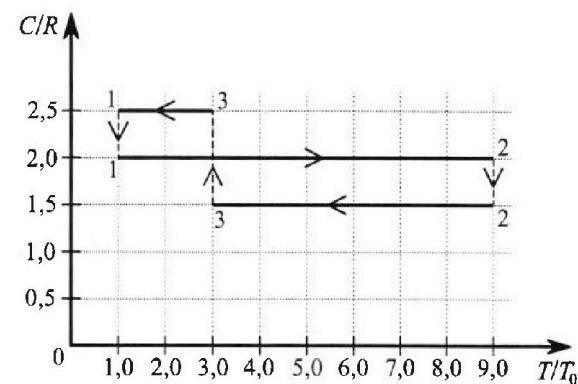
Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

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 .

- 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.
- 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.

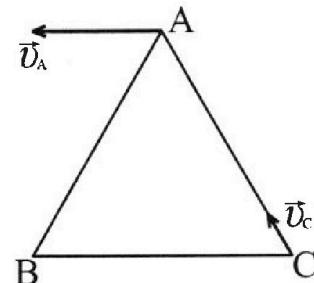


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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.



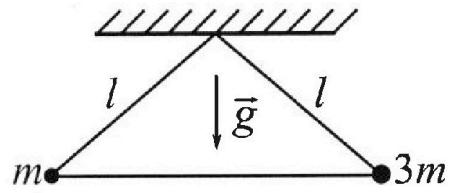
1. Найдите модуль v_c скорости вершины C.
 2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершил три оборота?
- Пчела массой $m = 100$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.
3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы 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. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Системудерживают так, что шарики находятся 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$V_C = \frac{V_A}{2} = \frac{0.4 \frac{m}{s}}{2} = 0.2 \frac{m}{s}$$

Т.к. поверхность шайбы ~~матовая~~ и гориз., то угл. скорость ω постоянна.

$$\omega_0 = \frac{\cancel{V_C}}{\cancel{R_C}} \quad \omega_C = \frac{V_C}{R_C} = \frac{\sqrt{3} V_C}{a}$$

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot 0.2 \frac{m}{s}}{0.2 m} = \sqrt{3} \frac{\text{рад.}}{s} \quad \text{затем}$$

Чтобы система сделала 3 оборота, необходимо

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

$$\omega T = 6\pi$$

$$T = \frac{6\pi}{\omega} \Rightarrow T = \frac{6\pi}{\sqrt{3}} s = 2\sqrt{3}\pi s$$

$$3. AK - \text{сер. пер. к } BC \Rightarrow KB = KC$$

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

Зададим второй з-к Ньютона для пластины

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

$$R = ma$$

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

$$R = \frac{100 \text{ г} \cdot \sqrt{3}^2 \cdot 0.2 \text{ м}}{0.1 \text{ кг}} = 0.02 \cdot \sqrt{3} \text{ Н} \quad \text{затем}$$

Ответ: 1. $V_C = 0.2 \frac{m}{s}$

2. $\omega = 2\sqrt{3}\pi \text{ с}^{-1}$

3. $R = 0.02 \cdot \sqrt{3} \text{ Н}$

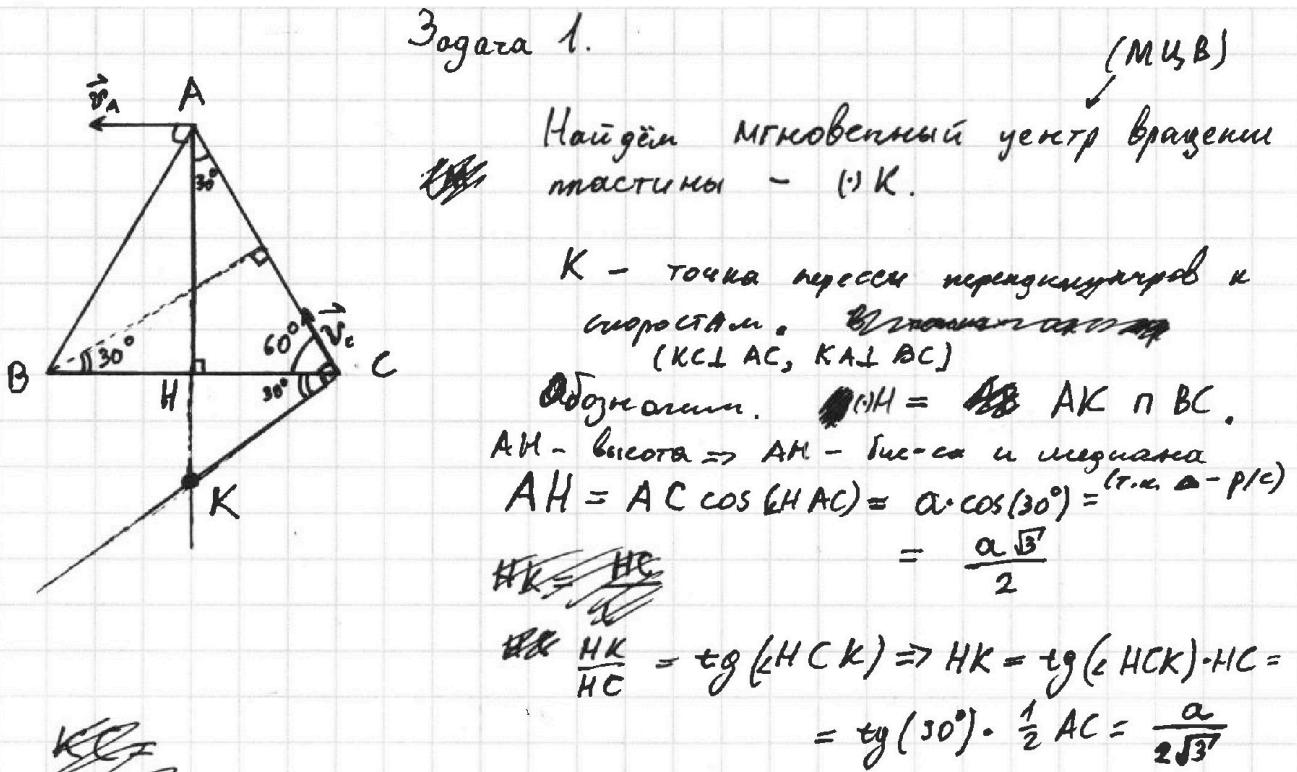


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



Расс. ор МУВ до точки A: ~~WA = WC~~

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

Расс. ор МУВ до C:

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

Т.к. угл. см. с A и C равны:

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

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

$$V_C = \frac{\frac{a}{\sqrt{3}}}{\left(\frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2\sqrt{3}} \right)} V_A = \frac{\frac{a}{\sqrt{3}}}{\left(\frac{4\sqrt{3}a}{6} \right)} V_A = \frac{\frac{6}{4\sqrt{3}\cdot\sqrt{3}} V_A}{= \frac{6}{72} V_A = \frac{V_A}{2}}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

1.

Задача 2.

Общ. нач. скорость полёта фейерверка ~~и~~ и.

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

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

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

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

~~Расслабьтесь~~ Общ. t_{\max} - время полёта до макс. высоты.

т.к. в точке с макс. высотой ~~нет~~ нулевая скорость, то $u - gt_{\max} = 0 \Rightarrow t_{\max} = \frac{u}{g}$.

ЗСД для начального сост. и точки с максимумом высотой:

$$\frac{mu^2}{2} = mgh$$

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

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

2. Т.е. осколки одинаковой массы, то из ЗСИ следует, что их скорости будут равны по модулю и направлена в ~~одну~~ противоположные стороны (т.к. начальный импульс ($\neq 0$ распада) $= \vec{0}$).

Макс. расстояние L_{\max} будет при горизонтальном направлении v_0 .

Пусть время полёта на плоскость $= t_n$.

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

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



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!

По горизонтали движение равно мерное, следовательно,

каждый ~~шаг~~ основой ~~шаг~~ проходит на расстояния

$$L_0 = V_0 t_n = V_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = V_0 \sqrt{\frac{2 \cdot u^2}{g^2}} = \frac{V_0 u}{g}$$

т.к.
 $H = \frac{u^2}{2g}$

$$L_0 = \frac{20 \frac{m}{s} \cdot 14 \frac{s}{s}}{10 \frac{m}{s^2}} = 28 \frac{m}{s}$$

Т.к. ~~один~~ основой движения в противоположных направл., то

$$L_{\max} = 2 L_0 = \frac{2 V_0 u}{g} = 2 \cdot 28 \frac{m}{s} = 56 \frac{m}{s}$$

Ответ: ~~100~~, ~~200~~ м

1. $H = 9.8 \frac{m}{s^2}$

2. $L_{\max} = 56 \frac{m}{s}$



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 видим, что ~~изотермические~~ изотермические теплоёмкости ~~всех~~ **постоянны** процессов (1-2, 2-3, 3-1) постоянны.

Следовательно процессы 1-2, 2-3, 3-1 — политропы \Rightarrow

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

$$\beta = \frac{C - C_p}{C - C_v} \quad , \text{ где } C - \text{ тепл. процесса, } C_p - \text{ мол. теплоёмкость при постоянной давлении}$$

мол.

C_v — мол. тепл. при постоянном объёме.

* Т.к. газ однодисперсионный, то кол-во степ.

$$\text{свободы } i = 3 \Rightarrow C_p = \frac{i+2}{2} R = \frac{5}{2} R = 2.5 R$$

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

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

~~изотермический изотроп~~ (мол. тепл. процессов 1-2, 2-3, 3-1 соотв.).

$$\beta_{1-2} = \frac{C_{1-2} - C_p}{C_{1-2} - C_v} = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = \frac{-0.5R}{0.5R} = -1 \quad \cancel{\text{изотермический изотроп}}$$

~~$$\beta_{2-3} = \frac{C_{2-3} - C_p}{C_{2-3} - C_v} = \frac{1.5R - 2.5R}{1.5R - 1.5R} = \frac{-1R}{0R} = -1$$~~

Для процесса 1-2:

$$pV^{-1} = p_0 V_0^{-1}$$

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

изобарный

Итак, $C_{2-3} = C_v \Rightarrow 2-3$ — изобарный процесс $\Rightarrow V = V_0$

~~изотермический изотроп~~

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



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!

~~Boycott~~

$$T \cdot u \cdot \text{gas } 1-2: \quad \frac{P}{V} = \text{const , TO}$$

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

$$y\text{-е соотношения: } p_2 V_2 = \mathcal{D} R T_2 \quad , \quad p_0 V_0 = \mathcal{D} R T_0$$

$$P_2 = \frac{\partial R T_2}{T_2} \quad P_0 = \frac{\partial R T_0}{T_0}$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{\cancel{RT_2}}{T_2} \cdot \frac{V_0}{\cancel{RT_0}} = \frac{T_2}{T_0} \cdot \cancel{\left(\frac{V_0}{T_2}\right)} \frac{V_0}{T_2}$$

$$\text{Progräben } \delta(1): \frac{V_2}{V_0} = \frac{T_2}{T_0} \cdot \frac{V_0}{V_1} \Leftrightarrow \frac{V_2^2}{V_0^2} = \frac{T_2}{T_0}$$

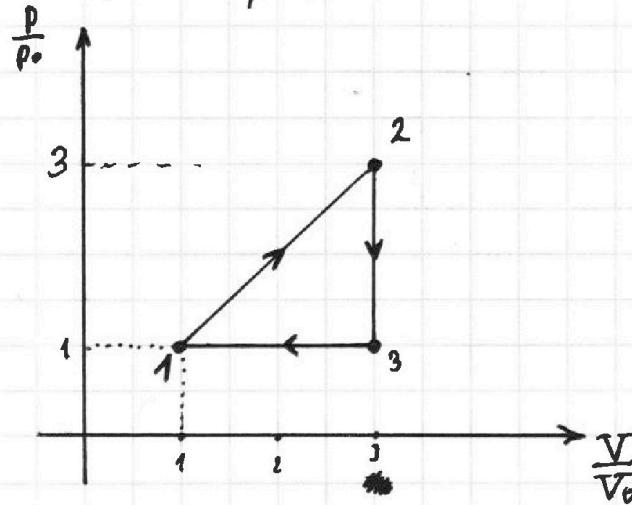
$$\frac{V_2}{V_0} = \sqrt{\frac{T_2}{T_0}} = \sqrt{\frac{9}{10}} = 3 \approx$$

из графика

Т.к. $3-1 = \text{уодара}$, то: $\frac{T_3}{T} = \frac{T_0}{T_2}$

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

Построение графиков:





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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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 проходящим током в процессе 1-2

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

$$= \lambda \cdot C_{1-2} \cdot (9T_0 - T_0) = \lambda \cdot \frac{2R}{\text{моль}} \cdot 8T_0$$

$$Q_1 = 2 \text{ моль} \cdot 2 \cdot 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}} \cdot 8 \cdot 300 \text{ К} = 32.300 \cdot 8.31 \text{ Дж} = \\ = 9600 \cdot 8.31 \text{ Дж}$$

3. Работа газа за цикл циклона равна площади

~~(P0V0)^2~~ треугольника 1-2-3 на pV -диаграмме

$$A = \frac{1}{2} (3V_0 - V_0) \cdot (3P_0 - P_0) = 2P_0V_0 = \xrightarrow{\text{из ур. 2}} \text{const.} \\ = 2 \lambda R T_0$$

~~ΔE = 2 · 2 · 8.31~~

~~•~~ ~~•~~ Т.е. ~~•~~ половина работы за цикл идет

на подъем, то:

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

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

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

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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

Следовательно потенциальная энергия в частухе V_0 , O :

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

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

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

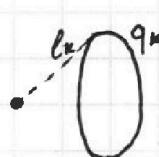
потенц. эн. на бесконечн. д.

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

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

Потенц. пол.

Расстояние от полуплоскости до заряда l .



$$\varphi = \frac{kq_k}{l_k}, \text{ где } q_k - \text{это сущ. заряд полупл.}$$

Т.к. плоскость поверхность, то между любыми двумя ^{параллельными} точками ^{плоскости} (первая сфера) не расст. h друга одинакова ($S_1 = S_2$)

Т.к. разбивая сферу на беск. ^(толщина dx) ^{такие} полупл., то в каждом полупл. будет заряд $dQ = \lambda dx$. $dQ = \lambda dx$
 $(\lambda = \frac{Q}{R})$



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.

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

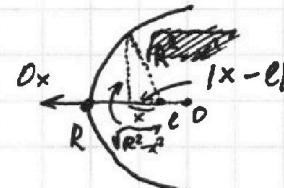
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

Потенциал в точке A: φ_A

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

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

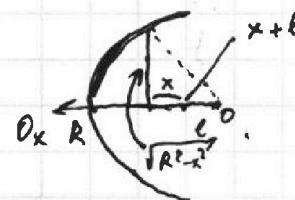


$$\varphi_A = \int_0^R \frac{k\lambda dx}{\sqrt{R^2 - x^2 + (x-l)^2}} = -\frac{k\lambda}{l} \int_{R+l}^{R-l} \frac{du}{2\sqrt{u^2 - l^2}} = \frac{k\lambda}{l} \sqrt{u^2 - l^2} \Big|_{R+l}^{R-l} = \frac{k\lambda}{l} \left(\sqrt{R^2 + l^2} - l \right) = \frac{kQ}{Rl} \left(\sqrt{R^2 + l^2} - l \right)$$

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

Потенциал в точке C: φ_C

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



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

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

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

$$\Leftrightarrow (R+l)^2$$

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

$$= \frac{k\lambda}{l} \left(R + l - \sqrt{R^2 + l^2} \right) = \frac{kQ}{Rl} \left(R + l - \sqrt{R^2 + l^2} \right).$$

Задача в точках A и C:

$$q\varphi_A = \frac{mv_c^2}{2} + q\varphi_0$$

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

$$\frac{2q}{m} \cdot \frac{\lambda Q}{Rl} \left(\sqrt{R^2 + l^2} - l - R - R - l + \sqrt{R^2 + l^2} \right) = v_c^2.$$



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!

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

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

~~Обрати~~

ЗСТ для точек O и A:

$$q\varphi_A = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_0$$

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

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

$$\frac{kqQ}{mR} \left(\frac{\sqrt{R^2 + \ell^2}}{\ell} + \cancel{1} - \frac{R}{\ell} \right) = \frac{\cancel{mV_0^2}}{2} .$$

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

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

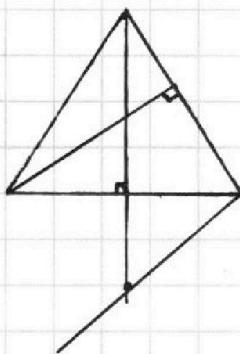
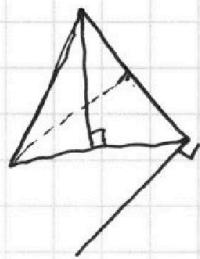
5

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!



$$\frac{c - c_p}{c - c_v} = \gamma$$

$$a^2 - \frac{b^2}{2} = h$$

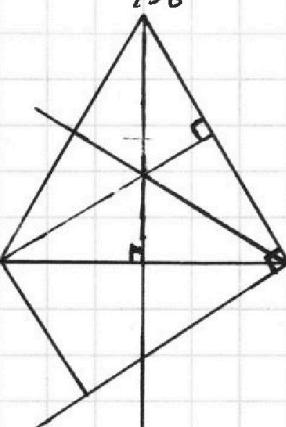
$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 12 \\ \hline 168 \\ 140 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 186 \ 12 \\ \times 18 \ 96 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$\frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$\frac{c - \frac{5}{2}R}{c}$$

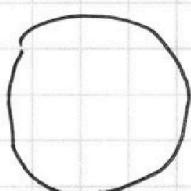
$$\begin{array}{r} 8.31 \\ \times 4 \\ \hline 33.24 \end{array}$$



$$\int_{x_0}^{x_1} \int_{y_0}^{y_1} dxdy$$

$$PV = \rho$$

$$\rho = \int \frac{kd\theta}{r^2}$$



$$\text{воздух} \quad \text{воздух} - gt =$$

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

$$h = \frac{gt^2}{2} = H$$

$$PV = \rho RT$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \frac{P}{P_0}}$$

$$\rho^2 + R^2$$

?

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

$$R^2 - x^2 = l^2$$





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!