



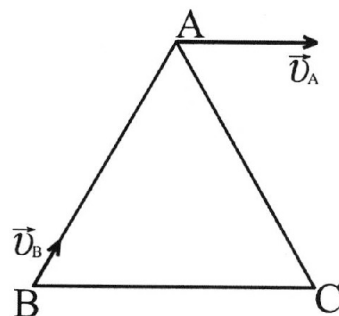
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

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 $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой $m = 120$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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

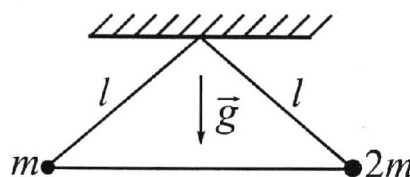
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H 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 $m = 90$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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



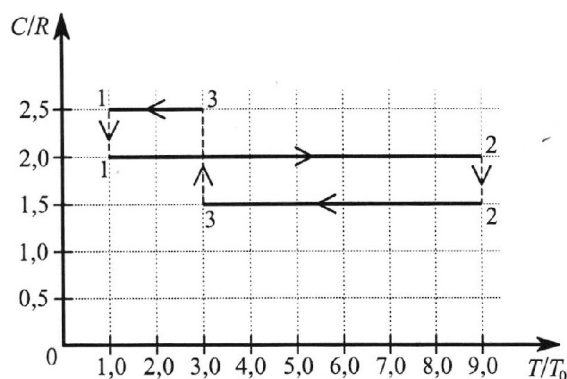
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ 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.

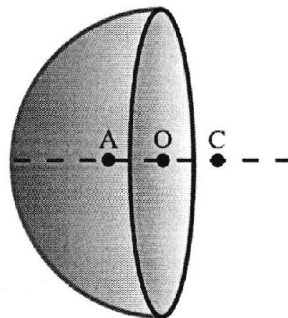


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 20$ 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 . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

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



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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

$$v_B = 0,4 \frac{m}{c}$$

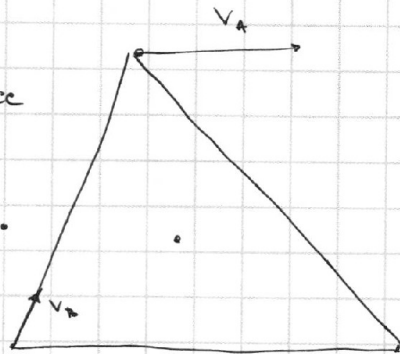
$$a = 0,4 m$$

$$v_A = ?$$

$$T = ?$$

$$R = ?$$

Т.к. это АТТ, скорости в СО центра масс должны быть $\perp$ радиус вектору из Ц.М. Т.к. $\vec{v}_A$ и так $\perp$ радиус вектору из Ц.М., то $\vec{v}_B$ колл. с $\vec{v}_A$.



Перейдем в СО Ц.М.

Т.к. ω для всех точек одинакова,

$$\frac{v_A - v_{cm}}{r} = \frac{v_B}{r}$$

при этом векторы $\vec{v}_{cm}$ и $\vec{v}_B$

- р/е (угол по 60°) $\rightarrow$

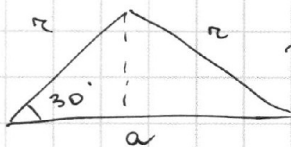
$$\Rightarrow v_{cm} = v_B$$

Тогда получаем уравнение: $v_A - v_B = \frac{v_B}{2} + \frac{v_B}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{v_A = 2v_B}$$

Тогда посчитаем

$$\omega = \frac{v_A - v_B}{r} = \frac{v_B}{r}$$



Из геометрии получаем $2r \cos 30^\circ = a \Rightarrow$

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

$$\omega = \frac{v_B}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \sqrt{3} \frac{v_B}{a} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{3} \frac{v_B}{a}} = \frac{2\pi a}{\sqrt{3} v_B}$$

~~1/3~~



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!

Система отсчета Ц.М. инерциальна, т.к. $\sum \vec{F}_{\text{вн}} = 0$

Тогда применим 2-й закон Ньютона где $\vec{v}$ — скорость в со Ц.М.

$$\sum \vec{F}_{\text{вн}} = \vec{R} = m \vec{a}$$

$$\left[a = a_n = \omega^2 r = \frac{v_D^2}{r} = \frac{v_D^2}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \sqrt{3} \frac{v_D^2}{a} \right]$$

$$\rightarrow \left[R = m \cdot \sqrt{3} \frac{v_D^2}{a} \right]$$

Ответ:

1. $v_D = 2 v_B = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. $\left[T = \frac{2\pi}{\sqrt{3} \frac{v_D}{a}} = \frac{2}{3} \sqrt{3} \pi \text{ с} \right]$

3. $\left[|R| = \sqrt{3} m \frac{v_D^2}{a} = \sqrt{3} \cdot 0,12 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,4^2}{0,4} = \right. \\ \left. = \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot 0,048 = 48\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н} \right]$

$$\times \frac{12}{48}$$



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

$$h = 14,2 \text{ м}$$

$$v = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$H = ?$$

Мгновенное сгорание топлива $\Rightarrow$

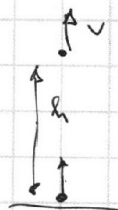
$\Rightarrow$ после старта он фейрверк движется только под действием $F_{\text{тяж}}$.

ЗСЭ:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = mgh$$

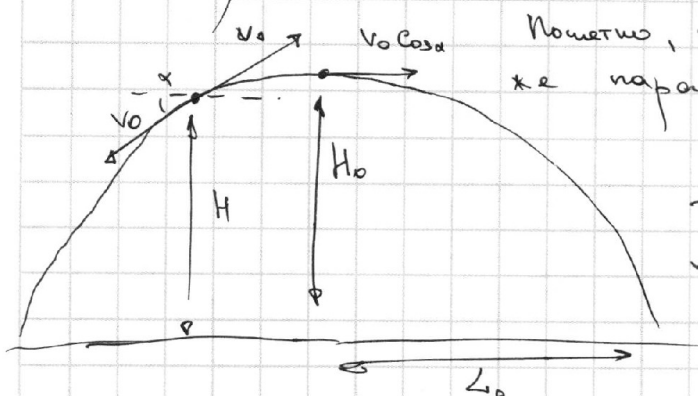
$$H = h + \frac{v^2}{2g} = 14,2 + \frac{36}{20} =$$

$$= 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м}$$



Когда снаряд разбивается $\Sigma \vec{p} = 0$, т.е. до взрыва $\Sigma \vec{p} = 0 \Rightarrow$ ($\Sigma \vec{p}$ - на систему из фейрверка и всего что внутри него)

$\Rightarrow$ они разлетаются в противоположных направлениях и движутся по модулю скорости.



Посчитаем, что их траектории - одна и та же парабола (в силу обратимости движения).

Посчитаем max высоту полета снаряда.

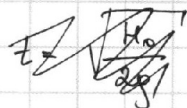
ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgH = \frac{mv_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + mgH_0$$

$$2g(H_0 - H) = v_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$H_0 = H + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Посчитаем L_0 :



$$\frac{gt^2}{2} = H_0$$

$$t = \sqrt{\frac{2H_0}{g}}$$

$$L_0 = v_0 \cos \alpha \sqrt{\frac{2H_0}{g}}$$



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!

$$L_0 = v_0 \cos \alpha \sqrt{\frac{2H}{g} + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}} =$$

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

~~Вариант~~

$$= \frac{v_0}{g} \sqrt{(2gH + v_0^2) \cos^2 \alpha - v_0^2 \cos^4 \alpha}$$

$\hookrightarrow L_0^2 (\cos^2 \alpha) - v_0^2 \cos^4 \alpha$ параб. ветви
вниз $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ max в вершине

$$\text{Для } (2gH + v_0^2) \cos^2 \alpha - v_0^2 \cos^4 \alpha \rightarrow \max$$

$$\max = \frac{-D}{4a} = \frac{-B^2}{4a} + c = -\frac{(2gH + v_0^2)^2}{-4v_0^2} =$$

$$= \left(\frac{gH}{v_0} + \frac{v_0}{2} \right)^2, \text{ подставим}$$

~~Вариант~~

$$L_0^{\max} = \frac{v_0}{g} \sqrt{\left(\frac{gH}{v_0} + \frac{v_0}{2} \right)^2} =$$

$$= \frac{v_0}{g} \left(\frac{gH}{v_0} + \frac{v_0}{2} \right) = H + \frac{v_0^2}{2g}$$

Ответ: 1. ~~Вариант~~ $H = h + \frac{v_0^2}{2g} = 14,2 \text{ м} + \frac{36}{20} \text{ м} = 16 \text{ м}$

2. ~~Вариант~~ $L_{\max} = 2L_0^{\max} = 2H + \frac{v_0^2}{g} = 2 \cdot 16 + \frac{400}{20} =$
 $= 32 + 40 = 72 \text{ м}$



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

Но ждем, что

$$a_n = \frac{v^2}{R}, \text{ в начале}$$

$$v = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_n = 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow \vec{a}_2 \perp \text{мире} \rightarrow \text{направлена по } \varphi = 90^\circ - \alpha_0$

$$\sin \alpha = \cos \alpha_0 = \frac{0,8l}{1} = \frac{4}{5}$$

2-я координата на Ox :

$$2mg \cos \alpha_0 - F \sin \alpha_0 = 2ma_2$$

2-я координата на Oy :

$$F \sin \alpha_0 - mg \cos \alpha_0 = ma_1$$

Используем связь между a_1 и a_2 , тогда

$$\left. \begin{aligned} l_1 = da l = a_1 dt \\ l_2 = da l = a_2 dt \end{aligned} \right\} \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$2mg \cos \alpha_0 - F \sin \alpha_0 = 2F \sin \alpha_0 - 2mg \cos \alpha_0$$

$$3F \sin \alpha_0 = 4mg \cos \alpha_0$$

$$F = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{\cos \alpha_0}{\sin \alpha_0} = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} =$$

$$a_2 = a_1 = \frac{F \sin \alpha_0 - mg \cos \alpha_0}{m} = \frac{16}{9} g$$

$$= \frac{16}{9} g \sin \alpha_0 - g \cos \alpha_0 = g \cdot \left(\frac{16}{9} \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{5} \right) = g \cdot \frac{4}{15}$$





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!

Ответ:

$$1. \sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$2. a_z = g \left(\frac{16}{9} \sin \alpha_0 - \cos \alpha_0 \right) = g \left(\frac{16}{9} \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{5} \right) = \left(\frac{16}{15} - \frac{4}{15} \right) g = \frac{4}{15} g = \frac{40}{15} = \frac{8}{3} \frac{m}{c^2}$$

$$3. F = \frac{4}{3} mg \frac{\cos \alpha_0}{\sin \alpha_0} = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{3}{4} = \frac{16}{9} mg = \frac{16}{9} \cdot 80 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 16 \cdot 10^{-1} = 1,6 \text{ Н}$$



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 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

~~ПНТ:~~ $dQ = \frac{i}{2} \mathcal{R} dT + p dV$

~~$\frac{dQ}{dT} = C_M = \frac{i}{2} R + \frac{p}{T} \frac{dV}{dT}$~~
 ~~$p = \frac{\mathcal{R} T}{V}$~~
 ~~$C_M = \frac{i}{2} R + \frac{\mathcal{R}}{V} \cdot \frac{T}{V} \cdot \frac{dV}{dT}$~~
 ~~$\mathcal{R} dT =$~~

~~$\frac{dQ}{dT} = C_M = \frac{i}{2} R + \frac{\mathcal{R}}{V} \frac{dV}{dT}$~~

~~$d(pV) = dp \cdot V + dV \cdot p = \mathcal{R} dT$ (3-н. урав. - Клапейн. в гур. форме)~~
 ~~$C_M = \frac{i}{2} R + \frac{T}{V} \cdot \frac{dV}{dT}$~~

$$\frac{dQ}{dT} = C_M = \frac{i}{2} R + \frac{p}{T} \frac{dV}{dT}$$

3-н. Клапейн. урав. в гур. форме: $d(pV) = p dV + dp \cdot V = \mathcal{R} dT$

$$p + \frac{dp}{dV} V = \mathcal{R} \frac{dT}{dV}$$

$$\frac{dV}{dT} = \frac{\mathcal{R}}{p + \frac{dp}{dV} V}$$

~~$\frac{dV}{dT} \cdot p + \frac{dp}{dT} V = \mathcal{R}$~~
 ~~$\frac{dp}{dT} = \frac{\mathcal{R}}{V} - \frac{p}{T}$~~

$$C_M = \frac{i}{2} R + \frac{R}{1 + \frac{dp}{dV} \cdot \frac{V}{p}}$$



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!

Targa 1) $\frac{C}{R} = \frac{5}{2} = \frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{dp}{dv} \cdot \frac{v}{p}}$

$\frac{C}{R} = \frac{3}{2} = \frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{dp}{dv} \cdot \frac{v}{p}} \Rightarrow \frac{dp}{dv} \cdot \frac{v}{p} = 0 \Rightarrow \cancel{p} = \text{const}$

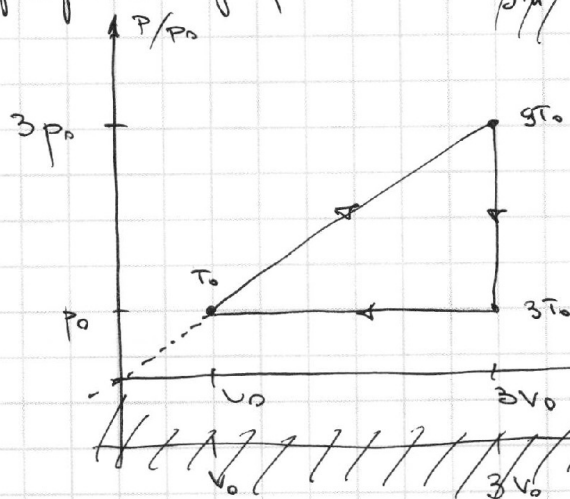
$\Rightarrow \frac{dp}{dv} \cdot \frac{v}{p} = \infty \Rightarrow 2) \frac{C}{R} = 2 = \frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{dp}{dv} \cdot \frac{v}{p}}$

$\Rightarrow V = \text{const}$

$\frac{dp}{dv} \cdot \frac{v}{p} = 1 \Rightarrow \frac{dp}{dv} = \frac{p}{v} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ это уравнение

Нарисуем график:



$\beta / \text{кратн. уменьш.} / \text{где} / \text{соотн.} /$
 $p_0 V_0 = 2 P T_0$

коэфф роста б.в.м
в связи с увелич
пропорциональности
и
ж.м.м. кратн. уменьш

Работа газа: $A = S_{\Delta} = 2p_0 \cdot 2V_0 \cdot \frac{1}{2} = 2p_0 V_0$

3-й кратн. уменьш где т. т: $p_0 V_0 = 2 P T_0$

$A_1 = 2 P T_0 = 2 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 300 =$

$= 3 \cdot 8,31 \cdot 10^3 = 24,93 \cdot 10^3 \approx 25 \text{ кДж}$

$\frac{831}{3} = 277$

$\frac{25015}{10} = 2501,5$

300 где н. 3 где н.:

$M g H = \frac{N \cdot A_1}{2}$

$H = \frac{N A_1}{2 M g} = \frac{25 \cdot 10^3}{2 \cdot 400 \cdot 10} = \frac{25}{8} \cdot 10 \approx 3,125 \text{ м}$



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
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!

Ответ:

1. см. график

$$2. \sqrt{A_1 = 2 \rho R T_0} = 2.5 \cdot 8.31 \cdot 300 = 3000 \cdot 8.31 = 24.93 \cdot 10^3 \Delta x = 25 \Delta x$$

$$3. \sqrt{H = \frac{N A_1}{2 M g} = \frac{N \cdot 2 \rho R T_0}{2 M g} = \frac{2.5 \cdot 8.31 \cdot 300}{400 \cdot 10} = \frac{10 \cdot 8.31 \cdot 3}{4} \approx 62 \text{ м}}$$

$$\begin{aligned} & 20.25 \cdot 10^3 \\ & 7.400 \cdot 10^3 \\ & \frac{250}{4} = 62.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 2.5 \cdot 8.31 \cdot 300 = 2.5 \cdot 2493 = 6232.5 \\ & 2.400 \cdot 10^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 20.25 \cdot 8.31 \cdot 300 = 124650 \\ & 2.400 \cdot 10^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 21 \\ & 831 \\ & 4155 \\ & 5817 \\ & 62325 \end{aligned}$$

$$1. \frac{20.25 \cdot 10^3}{2.400 \cdot 10^3} = \frac{10.25}{4} = 62.5 \text{ м}$$

$$2. \frac{20.5 \cdot 2.831 \cdot 300}{2.400 \cdot 10^3} = \frac{10.831}{4} = 2.5 \cdot 8.31$$



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.

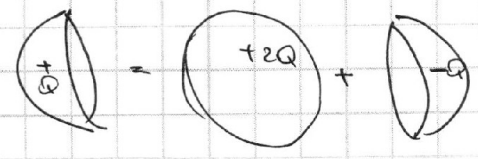
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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

Заметим, что если положит. заряженная ^{полусфера} Q создает в центре ~~заряд~~ потенциал φ , то отриц. полусфера $-Q$.

Также заметим, что 

Вычисляем потенциал в центре полусферы:

$$\cancel{+2Q} + Q(\cdot) = (+2Q) + (\cdot)^{-Q}$$

$$\varphi = \cancel{2kQ} \frac{2kQ}{R} + (-\varphi) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{R}$$

ЗСЭ (1 - в центре, 2 - на ∞):

$$\frac{mv_0^2}{2} + \varphi q = K + W_\infty = K$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = K - \frac{kQq}{R}$$

$$v_0^2 = \frac{2}{m} \left(K - \frac{kQq}{R} \right)$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K - \frac{kQq}{R} \right)}$$



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!

Воспользуемся аналогичным приемом:

$$+Q = +2Q + (-Q)$$

угол в A на $+Q$ пот. φ_1 , тогда:

$$+Q = +2Q$$

$$+Q = +2Q + (-Q)$$

$$\varphi_2 = \frac{2kQ}{R} - \varphi_1$$

ЗСЭ:

$$\varphi_{1,q} = \varphi_{2,q} + \frac{mv_{c2}}{2}$$

ЗСЭ от A до ∞ : $\varphi_{1,q} = K$

$$\varphi_{1,q} = \frac{k}{q}$$

Воспользуемся аналогичным приемом п. 1:

$$+Q = +2Q + (-Q)$$

$$+Q \cdot \varphi_1 = +2Q \cdot \varphi_2 + (-Q) \cdot (-\varphi_1)$$

$$\varphi_2 = \frac{2kQ}{R} - \varphi_1$$



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!

$$\varphi_1 = \varphi_A = \frac{K}{q} \Rightarrow \varphi_c = \frac{2kQ}{R} - \frac{K}{q}$$

ЗСЭ A → C :

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

$$q \left(\frac{2k}{q} - \frac{2kQ}{R} \right) = \frac{mv_c^2}{2}$$

$$2K - \frac{2kQq}{R} = \frac{mv_c^2}{2}$$

$$v_c = 2 \sqrt{\frac{1}{m} \left(K - \frac{kQq}{R} \right)}$$

Ответ: $v_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K - \frac{kQq}{R} \right)}$

$$v_c = 2 \sqrt{\frac{1}{m} \left(K - \frac{kQq}{R} \right)}$$

где $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

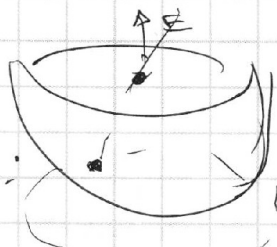


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.



СТРАНИЦА
__ ИЗ __

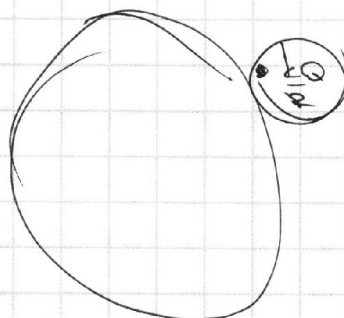
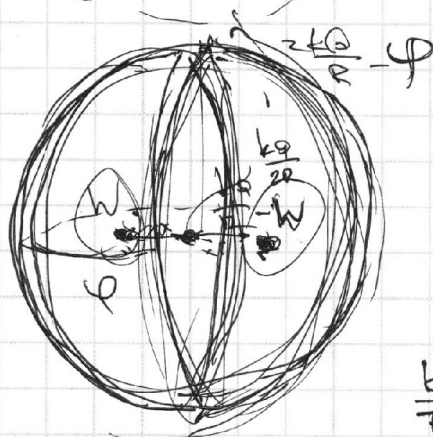
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$d\Phi = E dS \cos \alpha$$

$$E = \frac{kq dS \cos \alpha}{R^2}$$

$$E = \frac{kq}{R^2} \cdot \pi R^2$$

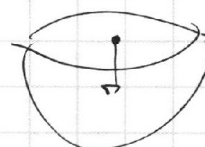


$$\frac{kq}{R} - W$$

$$\frac{kq}{R} - W = W$$



$$\frac{kq}{2R} = \frac{kq}{2R} \Rightarrow q = k$$



Упрощения

$$\varphi_1 = -\varphi_2 + \frac{mv^2}{2}$$

$$\varphi_1 = -\varphi_2 + \frac{kq}{R}$$



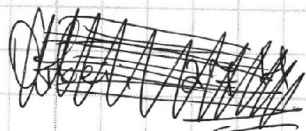
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



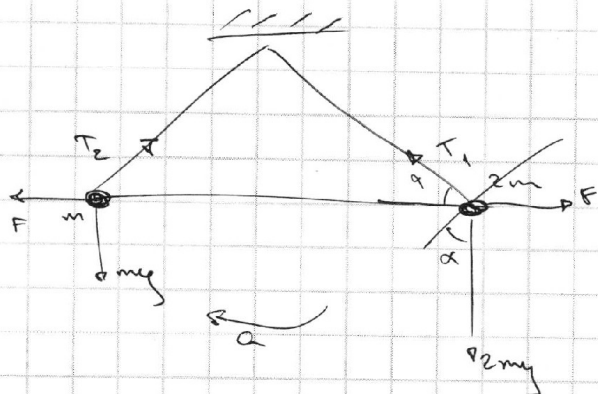
$$2gh \cos^2 \alpha + v_0^2 \cos^2 \alpha - v_0^2 \cos^4 \alpha$$

$$(\sqrt{\quad})_{\max}^2 = \frac{-b^2}{4a} + e^{\alpha} = - \frac{(2gh + v_0^2)^2}{-4v_0^2} =$$

$$= \left(\frac{gh}{v_0} + \frac{v_0}{2} \right)^2$$

$$L = \frac{2v_0}{g} \cdot \left(\frac{gh}{v_0} + \frac{v_0}{2} \right) = 2h + \frac{v_0^2}{g} = \frac{16}{2} = 8$$

$$= 2 \cdot 16 + \frac{400}{10} = 32 + 40 = 72$$



$$2mg \cos \alpha - F \sin \alpha = 2ma$$

$$F \sin \alpha - mg \cos \alpha = ma$$

$$mg \cos \alpha = 3ma$$

$$a = g \frac{\cos \alpha}{3} = g \cdot \frac{4}{15}$$

$$F = \frac{ma + mg \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$F = \frac{ma + mg}{\sin \alpha}$$

$$= mg \cdot \frac{\frac{4}{15} + 1}{\frac{3}{5}} = \frac{20}{15} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{16}{g} \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 10$$

$$180 \cdot 10^{-3}$$

$$(1,6)$$



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.



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!

Черновик

$$\frac{V_B}{2} = \sqrt{3} \frac{V_B}{2}$$

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

$$\Sigma = m \omega^2 R =$$

$$= 3 \cdot 3 \frac{V_B^2}{a^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} =$$

$$\frac{12}{48}$$

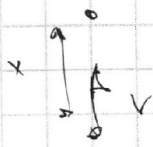
$$= m \cdot \sqrt{3} \frac{V_B^2}{a} = 0,12 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4 =$$

$$= 0,098 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-3} =$$

$$= 48 \sqrt{3} \cdot 10^{-6}$$

$$V = G \frac{M}{r}$$

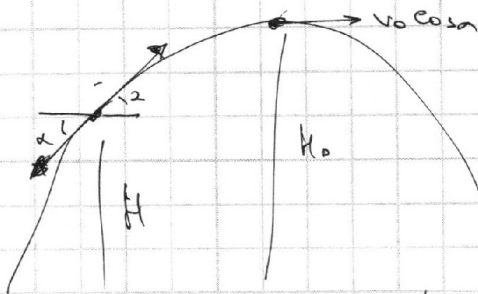
$$h = 14,2 \text{ м}$$



$$x = \frac{V^2}{2g}$$

$$h = \frac{36}{20} =$$

$$= 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м}$$



$$t = \sqrt{\frac{2H_0}{g}}$$

$$L = V_0 \cos \alpha \sqrt{\frac{2H_0}{g}} =$$

$$= V_0 \cos \alpha \cdot \sqrt{2 \frac{H}{g} + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}} =$$

$$= \frac{V_0}{g} \sqrt{2gH \cos^2 \alpha + V_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) \cos^2 \alpha}$$



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 __

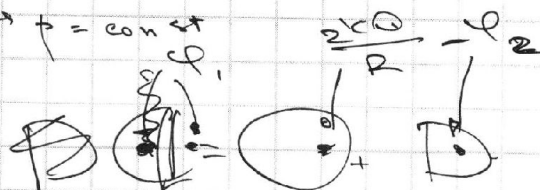
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{1 + \frac{d\rho}{dv} \cdot \frac{v}{\rho}} = \frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{d\rho}{dv} \cdot \frac{v}{\rho}} \quad \varphi_1 = \frac{2kQ}{R} - \varphi_2$$

$$1,5 \rightarrow v = \text{const}$$

$$2 \rightarrow \frac{\rho}{v} = \text{const}$$

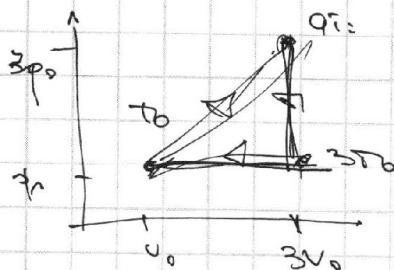
$$2,5 \rightarrow \rho = \text{const}$$



$$\varphi_2 - \varphi_1 =$$

$$2\rho_0 \cdot 2v_0 \cdot \frac{1}{2} = 2\rho_0 v_0$$

$$2\rho_0 v_0 = \sqrt{2RT_0} =$$

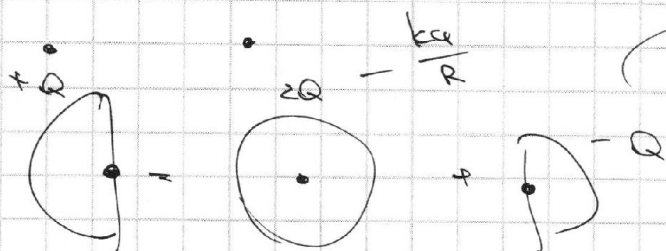


$$2RT_0 = 2 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 300 =$$

$$MgH = \frac{N}{2} \cdot A_1$$

$$H = \frac{NA_1}{mg} = 20 \cdot \frac{25 \cdot 10^3}{400 \cdot 10} = 3 \cdot 8,31 \cdot 10^7 = 24,9 \cdot 10^7 \approx 25 \text{ kJ}$$

$$= \frac{250}{10} = 25 \text{ (G2)}$$



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

$$\varphi = \frac{kQ}{R}$$

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