



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2025



Вариант 10-03

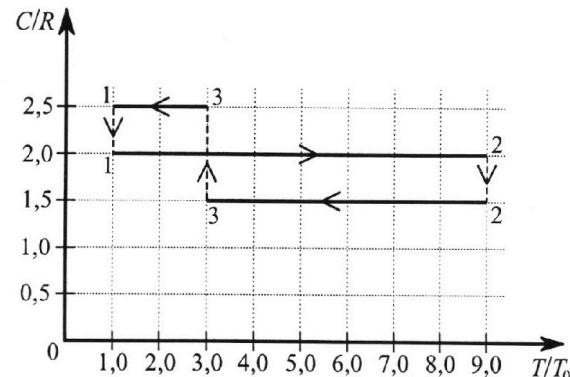
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль однотипного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200\text{ K}$.

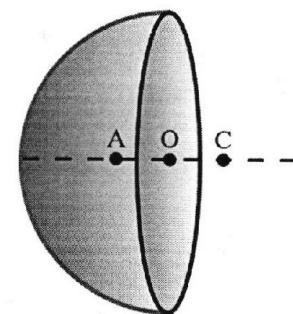
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $M = 415\text{ кг}$ за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31\text{ Дж/(моль·К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.



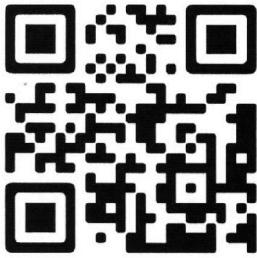
5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . 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.



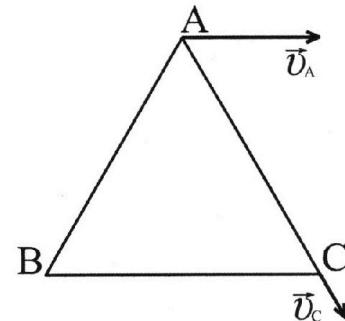
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-03



*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 $v_A = 0,6$ м/с, а скорость \vec{v}_C вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



- Найдите модуль v_C скорости вершины C.
- За какое время τ пластина в системе центра масс совершил восемь оборотов? Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.
- Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

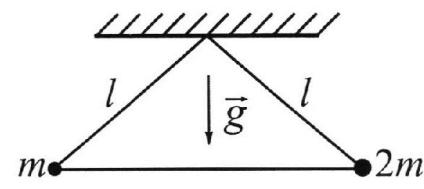
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

- 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 $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

- Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- 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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

N1.

$L = a$
 $\alpha = 0,3 \text{ rad/s}$
 $v_A = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Как как пластинка - это твердое тело, существует точка, вокруг которой вращается тело в данный момент. (W для любой точки)

M_{BC} (линейный центр вращения) право

Из этого следует, что радиус-вектор,

направленный в точку тела, +-рек. векторы скорости этой точки.

(как при движении по окружности).

$v_A \parallel BC$ сл. если $\vec{r}_A \perp \vec{v}_A$, то $\vec{r}_A \perp BC$ сл. $BD = DC = \frac{L}{2}$
 (проводим прямую BC ; $A \in A$)
 (из геометрии)

аналогично проводим прямую $\perp \vec{v}_C$, на которой лежит точка пересечения этих прямых есть M_{BC} .

$OC = \tan 30^\circ \cdot l = \frac{l}{\sqrt{3}}$

$OA = \frac{l}{\cos(30^\circ)} = \frac{2l}{\sqrt{3}}$

$v_C = \frac{v_A}{2}$

$v_C = 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$w_c = w_A = W$

$\frac{v_A}{OA} = \frac{v_c}{OC}$

$v_c = \frac{v_A \cdot OC}{OA}$

$v_T = OA - AT =$
 $= \frac{2l}{\sqrt{3}} - \frac{l}{\sqrt{3}} =$
 $= \frac{l}{\sqrt{3}}$

Наша найденная скорость центра масс: $OT = OA - AT =$



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**.

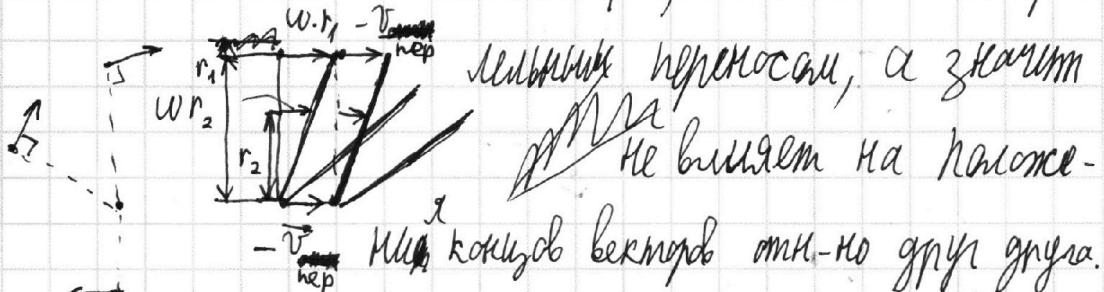
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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!

Перейдем в СО, связанную с CM (центром масс):

так как это инициальная система отсчета, увидев скорость отсчитая той же, так как мы для каждого вектора скорости представили $-\vec{v}_T$, что является налож-



$n = 8$ об/мин

$$T = n \cdot T$$

T - период (время одного оборота)

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

$$T = \frac{2\pi h \cdot 2L}{V_A \cdot \sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{V_A}{OA} = \frac{V_A \sqrt{3}}{2L}$$

$$T = \frac{4\pi h \sqrt{3} d}{3V_A \cdot \sqrt{3}}$$

$$T = \frac{4 \cdot 8 \cdot 0,3 \text{ м} \cdot \pi \cdot \sqrt{3}}{3 \cdot 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{16\pi\sqrt{3}}{3} \text{ с.}$$

$$m = 60 \text{ мг}$$

м.к. М CM лежит на DA (оси симметрии)

$$R?$$

$$OB = OC = \frac{L}{\sqrt{3}}$$

$$R = m \cdot \alpha_B$$

$$R = \frac{m V_A^2 \sqrt{3}}{4d}$$

$$d_B = \frac{V_A^2 \cdot OB}{4L} = \frac{V_A^2 \cdot 3 \cdot \frac{L}{\sqrt{3}}}{4L} = \frac{V_A^2 \sqrt{3}}{4d}$$

$$R = d_B = \frac{0,3^2 \cdot \frac{0,6}{c^2} \frac{\text{м}}{\text{с}}}{4 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{3}} = 18\sqrt{3} \text{ мкН} (18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н})$$

$$\text{Объем: } V_c = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}; T = \frac{16\sqrt{3}\pi}{3} \text{ с}; R = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н.}$$

* м.к. масса колеса ~~и~~ преобразована така, что движение пластинки не меняется, тогда движется так же, как и точка B.

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 checked="" 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 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!

N₂.

$$h = 15 \text{ м}$$

$$T = 1 \text{ с}$$

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

$$m_1 = m_2 = \frac{m}{2}$$

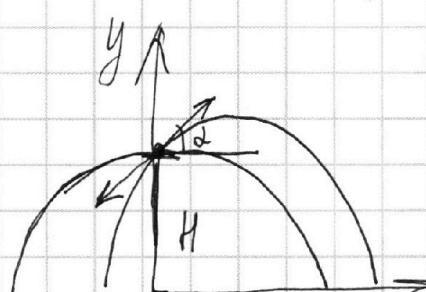
$$V = V_0$$

~~$p = p_0 = mg$~~

$$V_0 T - \frac{g T^2}{2} = h$$

$$V_0 = \frac{h}{T} + \frac{g T}{2}$$

$$H = \left(\frac{225}{20 \cdot 1} + \frac{10 \cdot 1^2}{8} + \frac{15}{2} \right) \text{ м} = \left(\frac{50+30}{4} \right) \text{ м} = \frac{80}{4} \text{ м} = 20 \text{ м}$$



$$L = l_1 + l_2$$

V - скорость отскоков, θ - высота, $V_0 = 0$

m.k. $m_1 = m_2$; $\sum p = 0$, то кинетич.

приобретение отскоков сразу после

взрыва противоположны.

$$\vec{S}(t) = \vec{V} t + \vec{g} \frac{t^2}{2} + \vec{S}_0$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha$$

$$\begin{cases} y = H + V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \\ x = V_0 \cos \alpha \cdot t \end{cases} \Rightarrow y = H + x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$y = H + x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \tan^2 \alpha} - \frac{gx^2}{2V_0^2}$$

$y = 0$ в момент взрыва сч.



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!

$$\frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = H + x \tan \alpha$$

$$\frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} - x \tan \alpha - H = 0$$

$$| \tan \alpha | < \sqrt{D} \quad \text{при } \tan \alpha > 0 \quad \text{если } x > 0 \\ \text{при } \tan \alpha < 0 \quad x < 0$$

$$\frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} - x \tan \alpha - H = 0$$

$$x_1 = \frac{\tan \alpha + \sqrt{D}}{2 \cdot \frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}} \quad x_2 = \frac{\tan \alpha - \sqrt{D}}{2 \cdot \frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}}$$

$$x_1 + x_2 = \frac{2 \tan \alpha + 2 \sqrt{D}}{2 \cdot \frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}}$$

$$2 \sqrt{D} = \tan^2 \alpha + 4H \cdot \frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

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

$$2 \sqrt{D} = g \cdot \frac{g}{2 V_0^2 \sin^2 \alpha}$$

одна координата напоминает, другая определяемая.
Найдено x_1 .

$$|x_1 - x_2| = L$$

$$x_1 = \frac{\tan \alpha + \sqrt{D}}{2 \cdot \frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}}$$

$$x_2 = \frac{-\tan \alpha - \sqrt{D}}{2 \cdot \frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}}$$

L

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
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!

$$L_{\max} = \frac{2(\operatorname{tg} \alpha + \sqrt{D}) V_0^2 \cos^2 \alpha}{g} = \\ = \frac{2 V_0^2 (\sin \alpha \cdot \cos \alpha + \sqrt{D} \cdot \cos^2 \alpha)}{g}$$

~~$\cos^2 \alpha + 2 \sin \alpha \cos \alpha$~~ max

$$\text{при } \alpha = 45^\circ - \text{max}$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2 + \sqrt{D} \cdot \frac{1}{2}}{g}$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2 + \sqrt{1 + \frac{4 \mu M g}{V_0^2}}}{g}$$

$$L_{\max} = \frac{900 + \sqrt{1 + \frac{800}{900}}}{10} \mu = \left| 90 + \frac{\sqrt{1 \frac{1}{9}}}{10} \right| \mu =$$

$$= \left(90 + \frac{\sqrt{14}}{30} \right) \mu$$

$$\text{Ответ: } \mu = 20 \mu; L_{\max} = \left(90 + \frac{\sqrt{14}}{30} \right) \mu$$

L

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**.

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

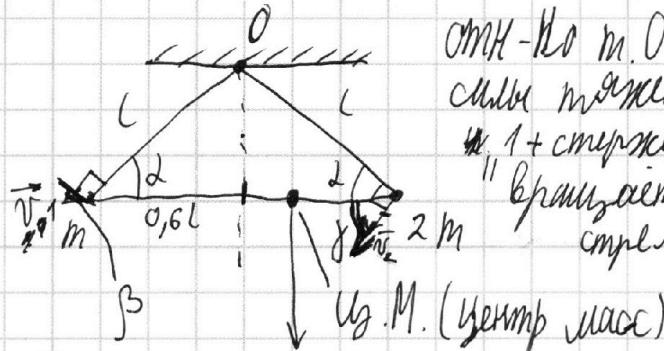
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

N3.

$$\begin{aligned} m; 2m \\ m = 2002 \\ g = 10 \frac{m}{s^2} \\ L = 1,2 \text{ м} \end{aligned}$$

- 1) $\vec{\alpha}$
- 2) $\alpha_1 - ?$
- 3) $T - ?$



отн-ко т. О есть момент силы тяжести для системы "1+стержень +2". сл. система вращается по часовой стрелке

Рассмотрим малое изменение энергии системы (влияние на $d\varphi$)

$$d \left(\frac{m v_1^2}{2} + \frac{2m v_2^2}{2} \right) = -d (mg H_1 + 2mg H_2)$$

скорости шариков 1-ые их одинаковы, потому что они во время движения не проводят.

М.к. Стержень жёсткий, поэтому скорости точек на него должны быть равны. $\beta = 180^\circ - (90^\circ + \alpha) = 90^\circ - \alpha$

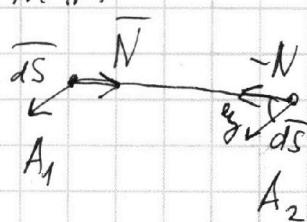
$$\gamma = 90^\circ - \alpha ; \gamma = \beta$$

$$v_1 \cdot \cos \beta = v_2 \cdot \cos \gamma \quad \cos \beta = \cos \gamma ; \text{ значит } v_1 = v_2$$

помимо ~~этого~~ есть неравнобедренный треугольник реакции опоры для системы равна нулю М.к.

$$A_1 = N \cdot dS \cdot \cos (180^\circ - \gamma) ; A_2 = N \cdot dS \cos (\gamma)$$

$$A = A_1 + A_2 = N \cdot dS (\cos \gamma - \cos \gamma) = 0 !$$



$$\cancel{\frac{m}{2} v_2^2 dS} + d \left(\frac{m v_1^2}{2} + \frac{2m v_2^2}{2} \right) = -d (mg H_1 + 2mg H_2)$$



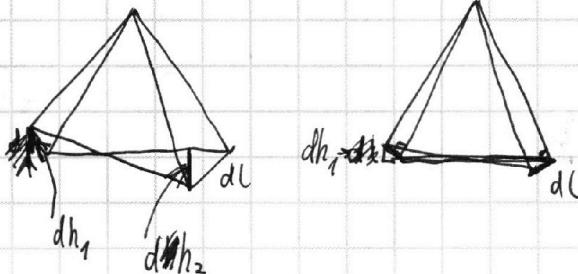
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
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!

$$\frac{3}{2}m \cdot 2 \cdot dV \cdot V = -mg dh_1 + \cancel{mg dh_2}$$

dL - кусочек пути, проходимый молем



$$dh_1 = dL \cdot \sin \beta$$

$$dh_2 = dL \cdot \sin \gamma$$

$$dh_1 = dh_2 = dL \cdot \sin \beta$$

$$3 \cancel{mg dV} \cdot V = mg dL \cdot \sin \beta$$

$$\frac{dL}{V} = dt$$

$$3 dV = g dt \cdot \sin \beta$$

$\alpha_1 = \frac{g \sin \beta}{3}$ — ускорение, которое имеет модуль скорости мола a_1 . Это $\alpha_1 = a_1$, т.к. в начальный момент времени $V=0$, а $d_h=0$.

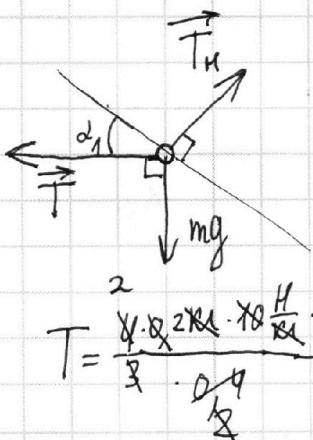
$$\sin 90^\circ - \lambda = \cancel{\beta = 90^\circ} \quad \alpha_1 = \beta = 90^\circ - \lambda$$

$$\boxed{\sin \alpha_1 = \cos \lambda = 0,6.}$$

$$\cos \alpha_1 = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,4$$

$$\boxed{a_1 = a = \frac{g \cdot \sin \alpha_1}{3}}$$

$$a_1 = \frac{10 \frac{\mu}{c^2} \cdot 0,6}{\gamma \cdot 10} = 2 \frac{\mu}{c^2}$$



$$T \cdot \cos \alpha_1 - mg \cdot \sin \alpha_1 = m \cdot a_1$$

$$T \cdot \cos \alpha_1 = mg \sin \alpha_1 \cdot \frac{4}{3}$$

$$\boxed{T = \cancel{m g} \cdot \cancel{\frac{4}{3}} \cdot \cancel{mg} \cdot \tan \alpha_1}$$

$$T = \frac{\cancel{m} \cdot \cancel{g} \cdot \cancel{2} \cdot \cancel{10} \cdot \cancel{H} \cdot \cancel{0,6}}{\cancel{3} \cdot \cancel{0,4}} = \underline{\underline{4 \text{ H}}}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha_1 = 0,6; a_1 = 2 \frac{\mu}{c^2}; T = 4 \text{ H.}$$

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.



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

N4.

$$v=1 \text{ моль}$$

$$T_0 = 200 \text{ K}$$

С для однодатчного газа

при изобарном процессе $\frac{5}{2}R$

при изогорном процессе $\frac{3}{2}R$.

$$\text{м.к. } C_p = \frac{\delta Q}{dT \cdot v} = \frac{dU + \cancel{\delta A}}{dT \cdot v} = \frac{\frac{1}{2}vRdT + p \cdot dV}{dT \cdot v} = \frac{(\frac{i}{2}+1)Rv \cdot dT}{dT \cdot v} = (\frac{i}{2}+1)R$$

$i=3$ для однодатчного газа.

$$C_p = \frac{5}{2}R,$$

$$\text{для изогори } C_V = \frac{\delta Q}{dT \cdot v} = \frac{\cancel{\delta A} + dU}{dT \cdot v} = \frac{\frac{1}{2}vRdT}{dT \cdot v} = \frac{i}{2}R$$

~~$C_V = \frac{3}{2}R$ для однодатчного газа~~

~~1-2-3-1~~ 1-2-3-1 - ~~изобар~~ ~~изогор~~ с постоянной T

3-1 ~~изоб~~ ~~изогор~~ температура $\frac{5}{2}R$, т.е. это изобар

2-3 - изогора с постоянной температурой ↓

$$C = \frac{\delta A + dU}{v \cdot dT} = \frac{\cancel{\delta A} + pdV + Vdp + p \cdot dV}{v \cdot dT} = \frac{\frac{1}{2}vRdT + v \cdot kdT - V \cdot dp}{v \cdot dT} =$$

$$= \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R - \left(V \frac{dp}{v \cdot dT} \right)$$

$$C = \frac{R}{1 + \frac{dV}{dp} \cdot \frac{p}{V}}$$

Для этого чтобы с процесса был равен 2 R, нужно чтобы

$$\frac{Vdp}{v \cdot dT} = \frac{V \frac{dp}{v \cdot dT} \cdot R}{\cancel{V} \cdot pdV + Vdp} =$$

$$= \frac{VR}{V + \frac{dV}{dp} \cdot p} = \frac{R}{1 + \frac{dV}{dp} \cdot \frac{p}{V}}$$



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 7СТРАНИЦА
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!

$$\frac{5}{2}R - \frac{R}{1 + \frac{dV \cdot p}{dp} \frac{V}{V}} = 2R$$

$$\text{ал. } \frac{R}{1 + \frac{dV \cdot p}{dp} \frac{V}{V}} = \frac{1}{2}R$$

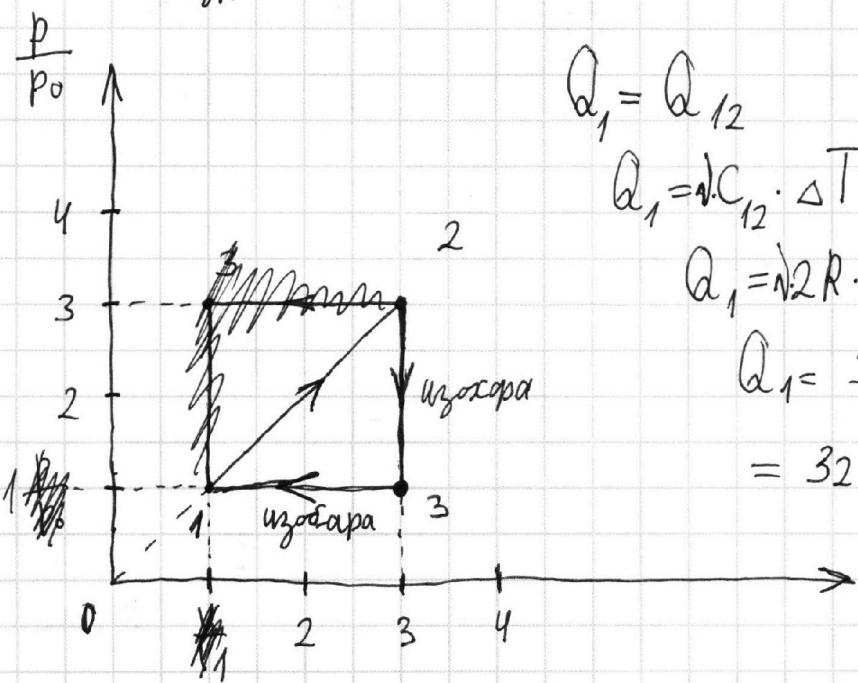
$$1 = \frac{dV}{dp} \cdot \frac{p}{V} \Leftrightarrow \frac{dV}{dp} = \frac{p}{V}$$

ал. коэффициент
наклона графика равен
относительно $\frac{p}{V}$)

Значит это прямая, проходящая через $(0; 0)$

$$\sqrt{RT_0} = p_0 V_0$$

$$T_0 = \frac{p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$



$$Q_1 = Q_{12}$$

$$Q_1 = C_{12} \cdot \Delta T$$

$$Q_1 = 1.2 R \cdot 8 T_0 = 16 R T_0$$

$$Q_1 = \frac{16 \cdot 831 \text{Дж} \cdot 200 \text{К}}{=}$$

~~$\times 10^3$~~

$$= 32 \cdot 831 \text{Дж} \approx 26,6 \text{ кДж.}$$

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ 32 \\ \hline + 21661 \\ \hline 26592 \end{array}$$



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!

$$3) MgH = A_2 \cdot k \cdot n \quad H = \frac{A_2 \cdot n \cdot k}{Mg}$$

$k=25$ (раз)

т. об изменении пот. энергии

$$M=415 \text{ кг}$$

$$g=10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$\eta=\frac{1}{2}$$

$$H=?$$

$$A_2 = 2p_0 V_0 = 2\sqrt{R} T_0$$

$$H = \frac{2\sqrt{R} T_0 \cdot n \cdot k}{Mg}$$

$$H = \frac{2 \cdot 1 \text{ каль} \cdot 8,31 \text{ Дж} \cdot \frac{1}{2} \cdot 200 \text{ К} \cdot 25}{K \cdot \text{чаль} \cdot 415 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = \frac{831 \cdot 10}{83 \cdot 10} \text{ м} \approx 1 \text{ м}$$

Ответ: $Q_1 = 26,6 \text{ кДж}$; $H \approx 1 \text{ м}$.



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
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!

$$\varphi_c = \varphi_0 - \Delta \varphi$$

$$\varphi_A - \varphi_0 = \Delta \varphi$$

$$\varphi_0 - \varphi_c = \Delta \varphi$$

$$q \Delta \varphi = K$$

$$2q \Delta \varphi = \frac{mV^2}{2}$$

$$V_c = \sqrt{\frac{4K'}{m}} = 2\sqrt{\frac{K'}{m}}$$

$$\text{Омлем: } V = \sqrt{\frac{2}{m} \cdot \left(k + \frac{4\pi\epsilon_0 q^2}{R} \right)} ; V_c = 2\sqrt{\frac{K'}{m}}$$

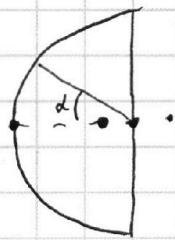
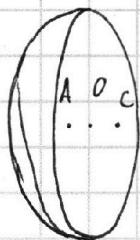
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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 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!

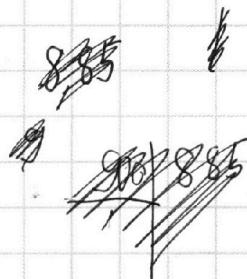
№5.



$$\frac{q}{2\pi R^2} = 5$$

$$E_{k_0} = K$$

$$K = 4\pi \epsilon_0 E_0$$



напряжение в точке О: $\varphi_0 = \frac{kq}{R}$, бывает от неё

(на бесконечности) $\varphi = 0$

$$\text{а. } K + q(\varphi_0 - \varphi) = m \cdot \frac{V^2}{2}$$

$$V^2 = \frac{2(K + q\varphi_0)}{m}$$

$$V = \sqrt{\frac{2}{m} \cdot \left(K + \frac{4\pi \epsilon_0 \cdot q^2}{R} \right)}$$

* напряжение складывается по принципу суперпозиции.

ДФП мяч токка с симметрична относительно оси

среза сферы. рассмотрим ситуацию когда

сфера пакет, тогда напряжение в каждой точке

равно, а а. $\varphi_A + \varphi_C = 2\varphi_0$ (м.к. для правой части

точки мяч A является мяч с дж левой)

$$\varphi_{AD} = \varphi_A + \varphi_0 = \frac{\text{пусто}}{\text{пусто}} \quad \varphi_A = \varphi_0 + \Delta \varphi_{\text{мяч}} + \varphi \text{ мяч}$$



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"/> |

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!

$$\frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = H + x \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} - x \operatorname{tg} \alpha - H = 0$$

$$| \operatorname{tg} \alpha | < 0$$

$$\begin{array}{ll} x > 0 & x < 0 \\ \operatorname{tg} \alpha > 0 & \operatorname{tg} \alpha < 0 \end{array}$$

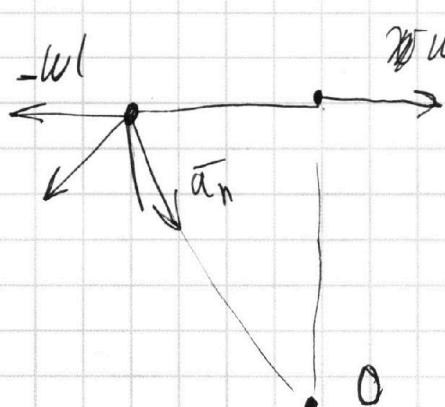


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$\begin{array}{r} 885 \\ \times 12,6 \\ \hline 5310 \\ + 885 \\ \hline 10620 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,14 \\ \times 4 \\ \hline 12,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ \times 12,6 \\ \hline 882 \\ - 900 \\ \hline 048 \end{array}$$

9

30
20

$$V_0 = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$20 + \frac{30}{\sqrt{2}} t - \frac{10t^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 90000 \\ - 885 \\ \hline 15000 \end{array} \quad \begin{array}{r} 885 \\ | \\ 100 \end{array}$$

$$t = \frac{-\frac{30}{\sqrt{2}} \pm \sqrt{450 + 400}}{20} =$$

$$= \frac{3 + \sqrt{95}}{\sqrt{2}}$$

$$90 \\ // 45$$

$$\frac{30}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{30}{\sqrt{2}} \cdot \left(\frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{95}}{\sqrt{2}} \right) = 45 + 15\sqrt{95}$$

