



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03



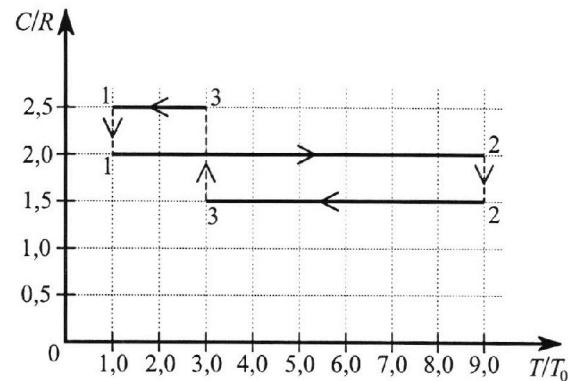
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 1$ 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?

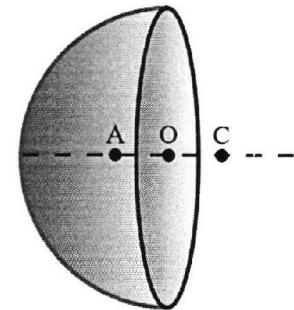
3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415\text{ кг}$ за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31\text{ Дж/(моль·К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется 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 К.

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.

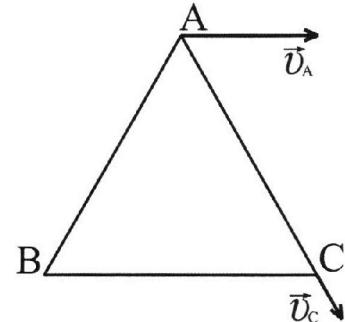


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 10-03



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.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.
2. 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.

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

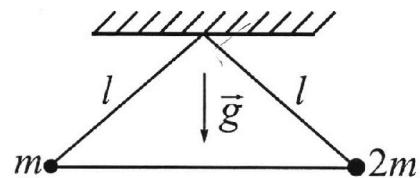
- ✓2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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 $V_0 = 30$ 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 $m = 200$ 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.



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.

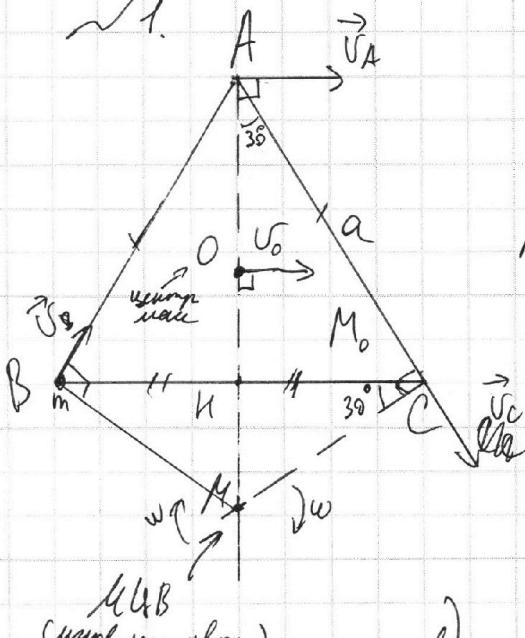


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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.



$$W = \frac{V_A}{AM} = \frac{V_C}{MC}$$

$$AO : OK = 2 : 1$$

$$OM = \frac{AK}{3} + OK \operatorname{tg} 30^\circ$$

$$MC = a \operatorname{tg} 30^\circ = \frac{a \cos 30^\circ}{3} + \frac{a}{2} \operatorname{tg} 30^\circ =$$

$$AM = \frac{a}{\cos 30^\circ} \quad \left| - \frac{\sqrt{3}a}{3} = OM \right.$$

$$W = \frac{V_A \cos 30^\circ}{a} = \frac{\sqrt{3}V_A}{2a}$$

$$\frac{V_A}{\cos 30^\circ} = \frac{V_C}{a \operatorname{tg} 30^\circ} \Rightarrow$$

$$1) \Rightarrow \boxed{V_C = V_A \sin 30^\circ = \frac{V_A}{2} = 0,3 \text{ м/с}}$$

$$2). V_o = W \cdot OM = V_A \cdot \frac{OM}{AM} = V_A \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} a : \left(\frac{2a}{\sqrt{3}} \right) = \frac{V_A}{2} = 0,3 \text{ м/с}$$

$W_o = \frac{V_A - V_o}{AO}$ - углов. скорость вращения отк. m. O-центр вол.

$$AO = \frac{2}{3} a \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}a}{3}$$

$$BM = MC$$

$$W_o = \frac{\sqrt{3}V_A}{2a}$$

$$3) \boxed{\gamma = \frac{8 \cdot 2\pi}{W_o} = \frac{32\pi a}{\sqrt{3} V_A} = \frac{32\sqrt{3}\pi a}{3 V_A} \approx \frac{32\sqrt{3} \cdot 3,14 \cdot 0,3 \text{ м}}{3 \cdot 0,6 \text{ м/с}} \approx 30 \text{ с.}}$$

$$3). R = F_c = m a_c = m W^2 \cdot BM = m W^2 \cdot MC = m W^2 \cdot a \operatorname{tg} 30^\circ =$$

$$= \frac{\sqrt{3} m a \omega^2}{3} = \cancel{\frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot (0,6 \text{ м/с})^2}{3}}$$

$$\boxed{\frac{\sqrt{3} m V_A^2}{4a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot (0,6 \text{ м/с})^2}{4 \cdot 0,3 \text{ м}} \approx 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6}}$$

$$\boxed{\approx 31 \cdot 10^{-6} \text{ м} = R}$$



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
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!

~ 2.

1). Есть два стулка, когда на высоте h скорость направлена вниз к краю скамейки. Рассмотрим 1 скамейку. Давим на скамейку V_1 .

$$2). \sqrt{V^2 - \frac{g^2 L^2}{2}} = h \Rightarrow V = \sqrt{\frac{h^2}{L} + \frac{g^2 L^2}{2}} = \sqrt{15^2/10 + 5^2/2} = 20 \text{ м/с.}$$

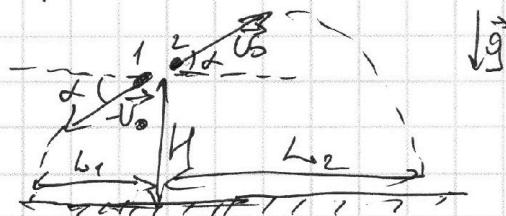
Для 2: $V_h = \frac{V}{g} = 20$

$$h = V^2 - \frac{g^2 L^2}{2} = \frac{V^2}{2g} = \frac{400}{20} \text{ м} = 20 \text{ м.}$$

II). $\frac{g^2 L^2}{2} - \sqrt{V^2 - \frac{g^2 L^2}{2}} = h \Rightarrow V = \sqrt{\frac{g^2 L^2}{2} - \frac{h^2}{L}} = \sqrt{5^2/2 - 15^2/10} = -10 \text{ м/с} - \text{ это противоречит. Значит}$

$V = 20 \text{ м}$

2). Когда высоте h инициальная скорость равна 0 ($m_h V_h = 0$), а окончательная ортогональной части $\vec{P}_1 = -\vec{P}_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow m \vec{V}_1 = m \vec{V}_2 \Rightarrow \vec{V}_1 = -\vec{V}_2 : |\vec{V}_1| = |\vec{V}_2|$



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.



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

Задача № 142: р.к.2,20

$$K = V_0 \Sigma_1 \sin \alpha + \frac{g \Sigma_1^2}{2} \Rightarrow \Sigma_1 = \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK}}{g}$$

$$L_1 = V_0 \cos \alpha \cdot \Sigma_1 = \frac{(V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK - V_0 \sin \alpha) V_0 \cos \alpha}{g}$$

$$K = V_0 \Sigma_2 \sin \alpha + \frac{g \Sigma_2^2}{2} \Rightarrow \Sigma_2 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK}}{g}$$

$$L_2 = V_0 \cos \alpha \cdot \Sigma_2 = \frac{(V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK + V_0 \sin \alpha) V_0 \cos \alpha}{g}$$

$$L = L_1 + L_2 = \frac{2 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK} V_0 \cos \alpha}{g}$$

Для L_{\max} $L' = 0 = \frac{2 V_0}{g} \left(\cos \alpha \cdot \frac{1}{2} (V_0^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha) - \sin \alpha \cdot \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK} \right)$

$$\Rightarrow V_0^2 \cos^2 \alpha = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK \Rightarrow -2 \sin^2 \alpha = \frac{2gK}{V_0^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin^2 \alpha = -\frac{gK}{V_0^2} + \frac{1}{2} = \frac{10 \cdot 20}{30^2} \Rightarrow \frac{1}{2} - \frac{10 \cdot 20}{30^2} = \frac{1}{2} - \frac{2}{9} =$$

$$= \frac{5}{18} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{\frac{5}{18}} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{13}{18}}$$

$$L_{\max} = \frac{2 \sqrt{V_0^2 \cdot \frac{5}{18} + 2gK} \cdot V_0 \cdot \sqrt{\frac{13}{18}}}{g} = \cancel{200 \cdot \sqrt{\frac{65}{9}}} \mu$$

~~600. \sqrt{65}/9 \mu~~

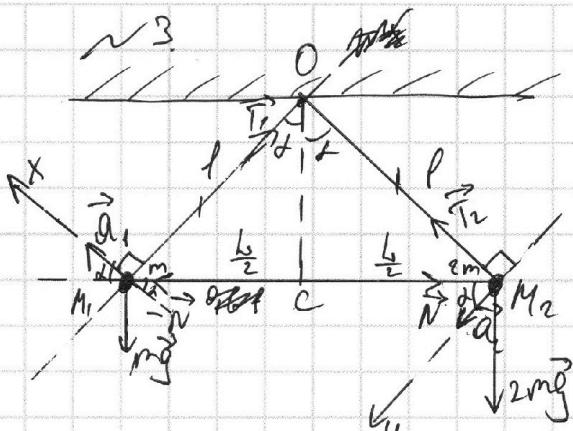
$$= 200 \sqrt{65} \mu \approx 1600 \mu$$

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 1

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!



Дж. К. бывает $t=0$ сим.
пересеклись, но за малое время
 Δt шарик m будет иметь
скорость $\Delta \vec{v}_1 = \vec{a}_1 \Delta t$
также самое Δt : $\Delta \vec{v}_2 = \vec{a}_2 \Delta t$

Шарики т.к. m начнут
движение перпендикулярно своим
шарам.

$$\Rightarrow \angle = \angle M_1 DC = \angle M_2 DC \text{ (из геометрии)}$$

$$\sin \alpha = \frac{l}{2P} = \frac{\cancel{l}}{2P} = 0,6. \quad 1. \boxed{\sin \alpha = 0,6} \Rightarrow \cos \alpha = 0,8$$

Наша задача нахождка: $|\vec{a}_1| \cos \alpha = |\vec{a}_2| \cos \alpha$

$$\Rightarrow |\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a.$$

$$ma_1 = \vec{T}_1 - \vec{N}_1 + \vec{mg} \rightarrow Ox: ma = N \cos \alpha - mg \sin \alpha \quad \Rightarrow$$

$$ma_2 = \vec{T}_2 + \vec{N}_2 + 2\vec{mg} \rightarrow Oy: 2ma = 2mg \sin \alpha - N \cos \alpha \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = \frac{m(a + g \sin \alpha)}{\cos \alpha} \Rightarrow 2a = 2g \sin \alpha - (a + g \sin \alpha) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{g \sin \alpha}{3} = 2M/C^2/2. \quad \Rightarrow$$

$$3). \boxed{N = \frac{m(\frac{g \sin \alpha}{3} + g \sin \alpha)}{\cos \alpha} = \frac{4mg \sin \alpha}{3 \cos \alpha} = \frac{4 \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6}{3 \cdot 0,8} =}$$

$$= 2H.$$

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 checked="" 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!

$$C_V = \frac{\delta Q}{dT} = C_V \frac{dT}{dT} + \frac{PdV}{dT}$$

Уп-с Несжимаем-Киперса:

$$PV = \sigma RT \Rightarrow P = \frac{\sigma RT}{V}$$

Ил.в. газ ~~однозатемный~~, то $C_V = \frac{3}{2}R$, $C_P = \frac{5}{2}R$

$$\frac{C}{R} = \frac{3}{2} + \frac{P}{\sigma R} \frac{dV}{dT} \Rightarrow \text{при } C_{\cancel{R}} = C_V = \frac{3}{2}R - \text{правда}$$

Численный из уравнка это
на $2 \rightarrow 3$.

при $C = C_P = \frac{5}{2}R$ - правда ~~чудесный~~, из уравнка
дно на $3 \rightarrow 1$.

$$\text{На процессе } 1 \rightarrow 2: \quad 2 = \frac{3}{2} + \frac{P}{\sigma R} \frac{dV}{dT} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} \cdot \frac{T}{dT} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dT}{T}$$

$$\text{По } PV = \sigma RT \Rightarrow PdV + Vdp = \sigma RdT \Rightarrow \frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{1}{2} \left(\frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} \right) \Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dP}{P} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P} \Rightarrow \ln \frac{V_2}{V_1} = \ln \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P}{V} = \frac{P_1}{V_1} = \text{const} \Rightarrow 1 \rightarrow 2 - \text{нен. уравн., проходящий через } (0;0).$$

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
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!

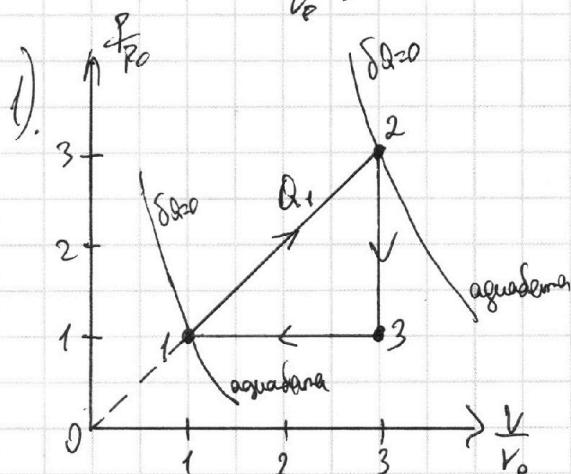


Определение p_0 и V_0 : $p_0 V_0 = \text{JRT}_0 - \text{на} \frac{C}{R} \left(\frac{I}{T_0} \right) \text{б. м.} \Rightarrow \frac{V_0}{V_0} = 1$,

В.м. 3: $p_3 V_3 = \text{JRT}_0 \cdot 3 \Rightarrow V_3 = 3V_0 \Rightarrow \frac{V_3}{V_0} = 3, \frac{p_3}{p_0} = 1$

В.м. 2: $p_2 V_2 = \text{JRT}_0 \cdot 2 \Rightarrow p_2 - 3V_0 = p_0 V_0 \cdot 2 \Rightarrow p_2 = 3p_0$

$\Rightarrow \frac{p_2}{p_0} = 3, \frac{V_2}{V_0} = 3$, Построение цикла $\frac{p}{p_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$:



Из графика можно понять, что тепло передается на участке 1-2.

$$A_{12} = \frac{1}{2} (p_0 + 3p_0) \cdot 2k = 4p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = Q_1 - \text{J}(T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (3p_0 V_0 - p_0 V_0) = 12p_0 V_0$$

$$2) \underline{Q_1 = A_{12} + \Delta U_{12} = 16p_0 V_0 = 16 \text{JRT}_0 = 3200 \text{Дж} \cdot \text{К}^2}$$

$$\approx 26592 \text{ Дж}$$

3) Определение работы цикла $A_{123} = \int p dV$ - участка,

$$\text{м.л. } S_{123} \Rightarrow A_{123} = \frac{1}{2} \cdot (3p_0 - p_0) \cdot (3V_0 - V_0) = 2p_0 V_0.$$

Площадь под кривой участка $A = \frac{A_{123}}{2} = p_0 V_0 = \text{JRT}_0$.

ЗСД:

$$NA = Mg \Rightarrow H = \frac{N \text{JRT}_0}{Mg} \approx \frac{25 \cdot 1 \text{моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{К}}{415 \text{кг} \cdot 10^4 \text{Н/м}^2} \approx \frac{831}{83} \text{ м} \approx 10 \text{ м.}$$

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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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.

$$\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2} - \text{поверх. плотность зарядов сферы}$$

1). Задача: из точки O в точку B на дальнее расстояние

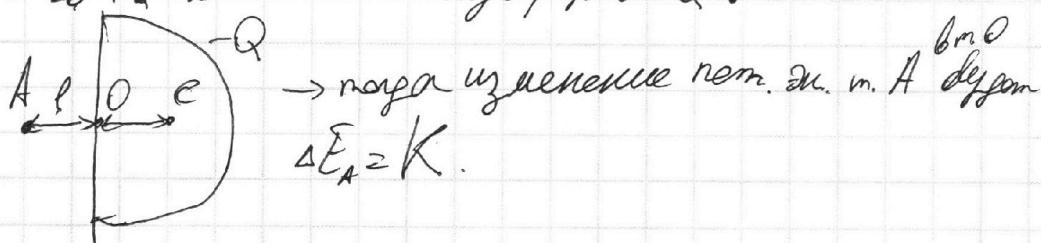
$$\Rightarrow K + \cancel{\frac{kqQ}{R}} = K_B + \cancel{\frac{kqQ}{R}} \xrightarrow{\text{т.ч. } h \geq R}$$

$$\Rightarrow K_B = K + \frac{kqQ}{R} \Rightarrow \frac{mV^2}{2} = K + \frac{kqQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{kqQ}{R} \right)} \quad k^2 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{2K + \frac{Qe}{2\pi R\epsilon_0}}{m}}$$

2). Так.к. т. A находится внутри сферы (задавая вопросу задачи), то можем добавить сферу зарядом $-Q$ с центром в т. B и радиусом R — она не будет решением, так как ~~заряд в центре~~ заряд в центре т. A в т. C, тогда совпадают ~~заряды~~ $+Q$ и $-Q$ симметрически. С наружной зарядом $-Q$:





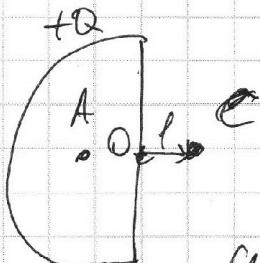
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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
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!

Можно доказать, что этот рисунок симметричен для точки C:



$$\Rightarrow \text{изменение пот. энергии } \Delta E_C = \\ = \Delta E_A = K - \text{из симметрии}$$

потому что конечные будут равные заряды, а A исчезает к $-Q$, а C осталась от $+Q$
 \Rightarrow конечные изменения будут одинаковы) \Rightarrow

$$\Rightarrow K_C = \Delta E_A + \Delta E_C = 2K \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{m V_C^2}{2} = 2K \Rightarrow \boxed{V_C = \sqrt{\frac{2K}{m}}}$$



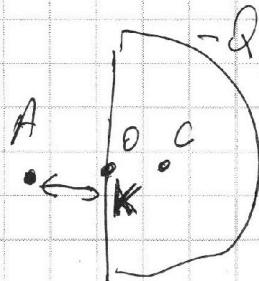
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input 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
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.



$$\frac{32\pi}{\sqrt{3}V_A} = \frac{32 \cdot 3,14 \cdot 0,3}{\sqrt{3} \cdot 0,6} = \frac{16 \cdot 3,14}{\sqrt{3}} \approx$$

$$\approx \frac{16 \cdot 3,14}{1,7} \approx 30 \text{ c.}$$

$$\begin{array}{r} -364 \\ \underline{-144} \\ -220 \\ \underline{-136} \\ -84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 1,8 \\ \hline 128 \\ +16 \\ \hline 288 \end{array}$$

$$\frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 0,36} =$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,36}{4 \cdot 0,36} =$$

$$= 6 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,36 = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 1,2 \\ \hline 126 \\ +18 \\ \hline 30,6 \end{array}$$



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**.

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!

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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

~~20~~

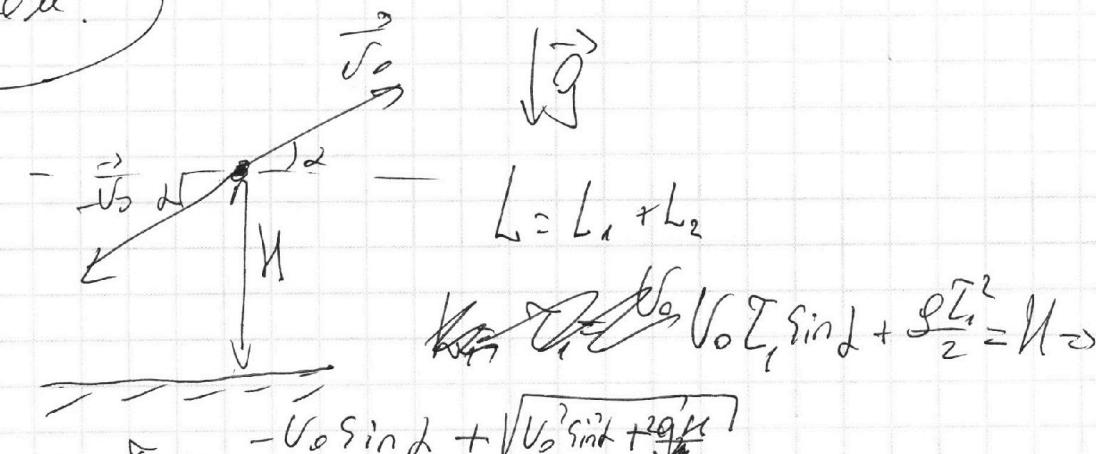
$$\text{I). } U_0 \hat{e} - g \frac{\hat{e}^2}{2} = h \Rightarrow U_0 = \frac{h}{\hat{e}} + \frac{g \hat{e}}{2} = 15 \text{ м} + 5 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м.}$$

$$T_{\text{ин}} = \frac{U_0}{g} = 2 \text{ с.}$$

$$H = U_0 \hat{e}_n - g \frac{\hat{e}_{n, \text{ин}}^2}{2} = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} = 40 - 20 = 20 \text{ м.}$$

$$\text{II). } g \frac{\hat{e}^2}{2} - U_0 \hat{e} = h \Rightarrow U_0 = g \frac{\hat{e}}{2} - \frac{h}{\hat{e}} = 5 - 15 = -10 \text{ м/с}^2 \text{ (не верно)}$$

$H = 20 \text{ м.}$



$$\Rightarrow \hat{e}_1 = \frac{-U_0 \sin \alpha + \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g}$$

$$L_1 = U_0 \cos \alpha \hat{e}_1 = \frac{1}{g} (\sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh} - U_0 \sin \alpha) U_0 \cos \alpha$$

$$\hat{e}_2 = \frac{U_0 \sin \alpha + \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g} \quad L = L_1 + L_2 =$$

$$L_2 = \frac{1}{g} ((\sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh} + U_0 \sin \alpha) U_0 \cos \alpha) = \frac{2 \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh} U_0 \cos \alpha}{g}$$

$$L_{\text{ин}} = \frac{2}{g} U_0 \cos \alpha \left(\frac{1}{2} (U_0^2 \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha) - \sin \alpha \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh} \right)$$



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

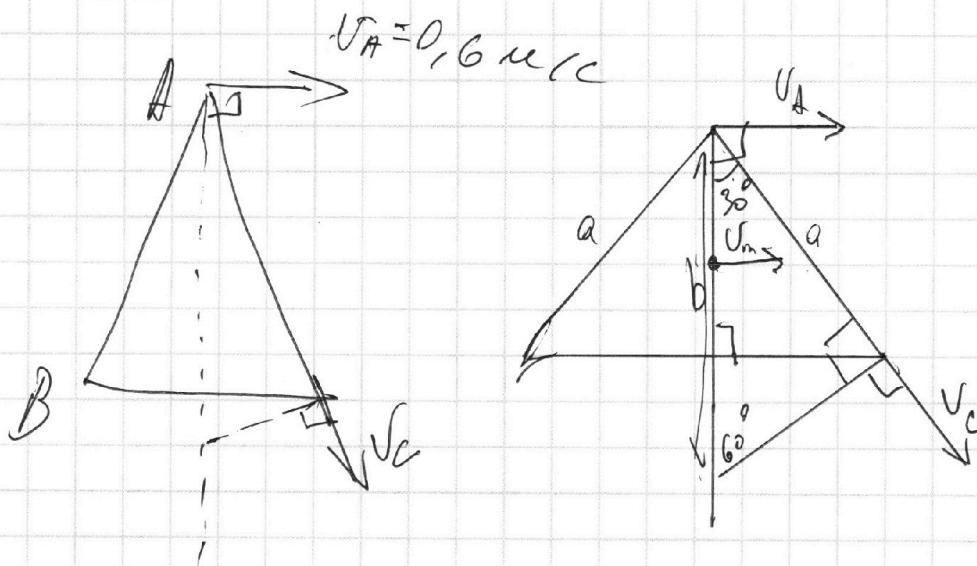
6

7

СТРАНИЦА
_ 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.



$$\cancel{\frac{V_A}{b} = \frac{V_C}{\sin 30^\circ}} \quad V_C = V_A \sin 30^\circ = \frac{V_A}{2} = 0,3 \text{ м/с.}$$

$$\omega = \frac{V_A}{b} = \frac{0,6}{2\sqrt{3}} = \frac{0,3}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ рад/с.}$$

$$2\sqrt{3}a = \frac{3 \cdot 0,6}{2\sqrt{3} \cdot 0,3} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ м.}$$

2). $\Sigma = 2\pi.$

$$a_s = a_B + [u, F] + [\Sigma \dots]$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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

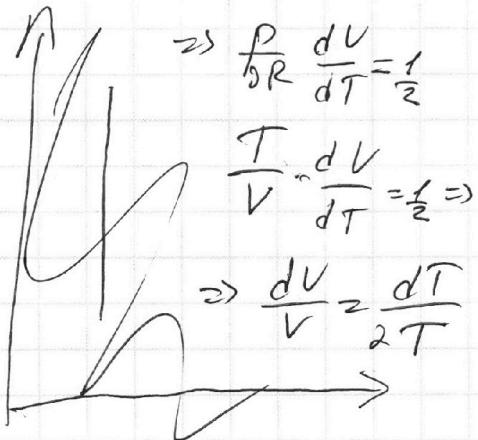
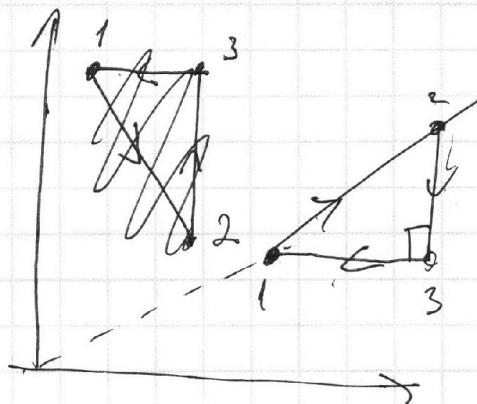
$$C_p = \frac{\delta Q}{dT} = C_v \frac{\partial dT}{dT} + P \frac{dV}{dT} = C_v + P \frac{dV}{dT}$$

$$C_p = C_v = \frac{3}{2} R - \text{изобарич.}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{C_v}{R} + \frac{P dV}{\partial R \frac{dT}{dT}} \quad C = C_p = \frac{5}{2} R - \text{изодарич.}$$

$$1-2: 1,8 = 1,5 + \frac{P dV}{\partial R \frac{dT}{dT}} \Rightarrow$$

$$\frac{C}{R} = \frac{3}{2} + \frac{P dV}{\partial R \frac{dT}{dT}}$$



$$P dV + V dP = \partial R \frac{dT}{dT} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{1}{2} \left(\frac{dP}{P} + \frac{dT}{T} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dP}{P} \Rightarrow \frac{dP}{dV} = \frac{P}{V} \quad \frac{25 \cdot 831 \cdot 20}{415} = \frac{5 \cdot 831}{415} = \frac{831}{83} = 10 \text{ Pa}$$

$$3200 \cdot 831 = 32.831$$

$$\begin{array}{r} & 831 \\ & 32 \\ + & \overline{1662} \\ \hline & 493 \\ \hline & 26592 \end{array}$$

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.



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.

$$\cancel{U_0^2 \cos^2 \alpha} = \sqrt{U_0^2 g \sin^2 \alpha + 2gh} \Rightarrow \\ \sqrt{U_0^2 g \sin^2 \alpha + 2gh}$$

$$\Rightarrow U_0^2 \cos^2 \alpha = U_0^2 g \sin^2 \alpha + 2gh \Rightarrow$$

$$U_0^2 \cos^2 \alpha = 2gh \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{2gh}{U_0^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{900} = \frac{4}{9}$$

$$1 - 2\sin^2 \alpha = \frac{4}{9} \Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{5}{18} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{5}{2}} = \sqrt{\frac{5}{18}}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{\frac{13}{18}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{900 \cdot \frac{5}{18} \cdot 20.20} \cdot 3 \cancel{10} \cdot \sqrt{\frac{13}{18}} = 2 \cdot \sqrt{50 \cdot 5 \cdot 400} \cdot 3 \sqrt{\frac{13}{18}} =$$

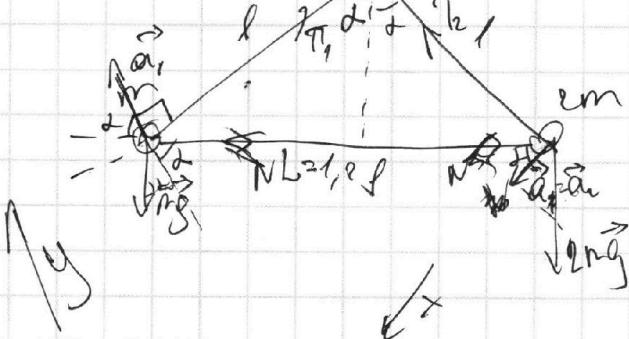
$$= 20 \cdot \sqrt{20 \cdot 55} \cdot 3 \sqrt{\frac{13}{18}} = 600 \sqrt{\frac{130}{18}} = 600 \sqrt{\frac{65}{9}} =$$

$$= 200 \sqrt{65} \text{ м.}$$

$$V_{\text{задач}} \text{ на } \frac{2 \cdot 0,2(6-2)}{0,8} = 2 \text{ кг.}$$

~~$$6662 \text{ кг/с}$$~~

$$|\vec{a}_2| = |\vec{a}_1| = \alpha$$



$$\sin \alpha = \frac{96l}{l} = 96 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}.$$

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

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

$$N \cos \alpha = 2mg \cos \alpha - 2m(g \sin \alpha - a) \quad \alpha = 2g \sin \alpha - 2a - g \sin \alpha \Rightarrow \\ \Rightarrow a = \frac{g \sin \alpha}{2} = 2M/C^2.$$