



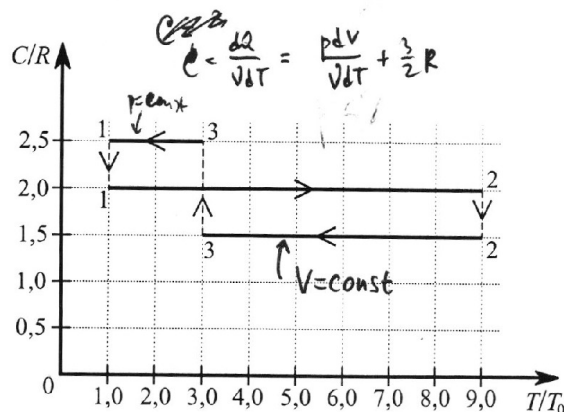
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

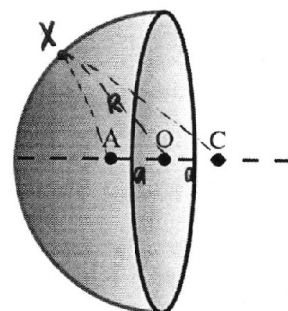


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

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

$$\varphi_A = \varphi_A(\text{сфера}) - \varphi_{\text{шарика}}$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi_C = \varphi_C(\text{сфера}) - \varphi_A$$

$$O: K = \frac{mv^2}{2}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_A - \varphi_0 = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{A}{q} = -\Delta\varphi = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi_A + \varphi_C = \varphi_0$$

$$K + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} = K'$$

$$\varphi_A - \varphi_0 = (\varphi_0 - \varphi_C) = -\varphi_0 = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$K - \Delta K_2 = -\varphi_0$$

$$\Delta K_1/q$$

$$\Delta K_2/q$$



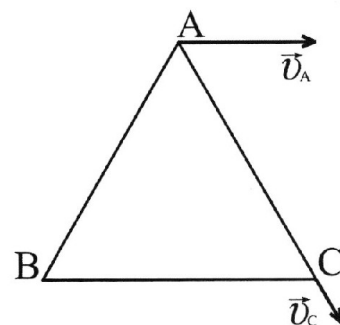
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 совершит 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.

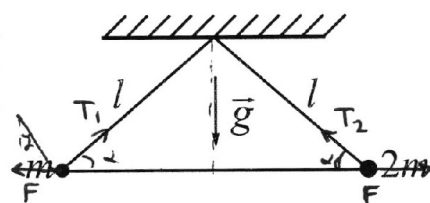
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

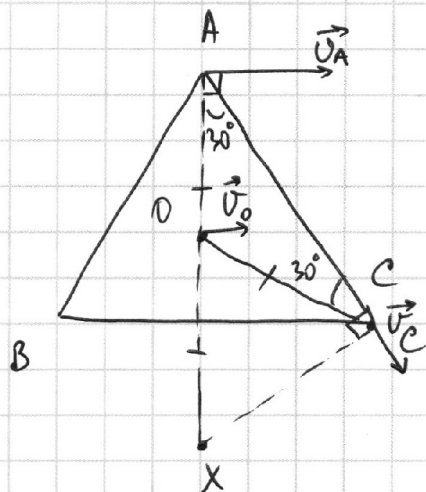


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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

Найдем мгновенный центр вращения X. ~~Для этого~~ $\vec{XA} \perp \vec{v_A}$, $\vec{XB} \perp \vec{v_B}$

(т.к. искомое расст. XA или XB не известно, против. дир. X)

Тогда X — перес. перпендикуляров к $\vec{v_A}$ в A, к $\vec{v_B}$ в B.

$\angle XAC = 30^\circ$ ($\vec{v_A} \parallel \vec{BC}$)

$$\triangle XAC: XC = AC \cdot \tan 30^\circ = \frac{a}{\sqrt{3}}, \\ AX = \frac{AC}{\cos 30^\circ} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{v_A}{AX} = \frac{v_C}{CX} = \text{const} \quad (X \text{ покоится})$$

$$\Rightarrow v_C = v_A \cdot \frac{CX}{AX} = v_A \cdot \frac{1}{2} = 0,3 \text{ м/с}$$

Отметим центр масс O (центр $\triangle ABC$)

$\angle ACO = 30^\circ$ по св-ву O $\Rightarrow AO = CO$, CO — медиана

$\triangle ACX$ по св-ву угл $\Delta \Rightarrow AO = OX = \frac{1}{2} AX = \frac{a}{\sqrt{3}}$

$\triangle COX$ — р/б, $\angle COX = \angle OAC + \angle OCA = 60^\circ$

$\Rightarrow \triangle COX$ — р/с, $CX = OX = CO = \frac{a}{\sqrt{3}}$

$XO = XC \Rightarrow v_O = v_C = \text{const}$ (в абс. сист. отсчета),

$v_O \perp XO$

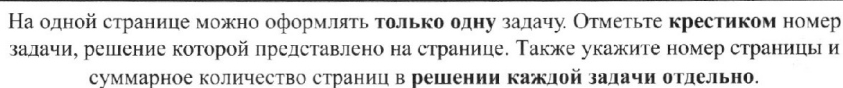
Перейдем в сист. отсчета O. Тогда $\vec{v}_A' = \vec{v}_A - \vec{v}_O$,

$$v_A' = 0,6 \text{ м/с} - 0,3 \text{ м/с} = 0,3 \text{ м/с}$$

$$\omega' = \frac{v_A'}{AO} = \frac{0,3}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{v_A}{2 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} v_A}{2a} = \sqrt{3} \text{ с}^{-1}$$

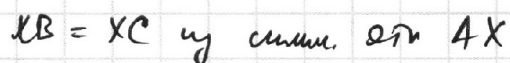
$$T = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi a}{\sqrt{3} v_A} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \text{ с}$$

$$\tau = 8T = \frac{32\pi a}{\sqrt{3} v_A} = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ с}$$



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!



$$\Rightarrow V_B = V_C, V_B - \text{вдоль } AB$$

$$(\angle ABX = \angle ACK = 20^\circ)$$

В мет. отрезка O :

$$\vec{v}_B' = \vec{v}_B - \vec{v}_0, \quad v_B = v_0$$

$$\angle ABC = 60^\circ \Rightarrow$$

$\triangle BDE, \triangle BEF$ - р/с (на
рисунке скоростей),

$$\text{B) } U_{B'} = U_B = U_0 = \frac{U_A}{2}$$

~~$BO = AO = \frac{1}{2} AB$~~

Если ~~материал~~ ^{материал} сидит на B , то её ускорение $\vec{a}$
 $= \vec{a}_m + \vec{g}$, где $\vec{a}_m$ — сокращается при переходе
 в инерц. сист. отсчета $\tau, 0$. $\Rightarrow a_m = v_B' \cdot \omega' =$

$$= \frac{\sqrt{3} U_A^2}{4a} = 0,3\sqrt{3} \text{ м/с}^2$$

$$\vec{g} \perp (ABC) \Rightarrow a = \sqrt{a_u^2 + g^2} \quad (\text{T. Thys.})$$

$$\underline{L} = ma = m\sqrt{a_m^2 + g^2} = m\sqrt{\frac{3UA^4}{16a^2} + g^2} =$$

$$= 14 \cdot \sqrt{0,27 + 100} \text{ m/c}^2$$

$$\approx 60 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \text{ H} = 0,6 \text{ mH}$$

Orbit: $v_c = 0,3 \text{ u/c}$; $\tau = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ c}$; $R \approx 0,6 \text{ mH}$
 $(R = m \sqrt{\frac{3v_A^4}{16a^2} + g^2})$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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

и 2

только скорости и пришло рэйерверку скорость U'_0 .

Пусть $y(t)$ - высота от времени, тогда $y = U'_0 t - \frac{gt^2}{2}$

По уcu: $y(\tau) = h$, $h = U'_0 \tau - \frac{g\tau^2}{2}$,

$$U'_0 \tau = h + \frac{g\tau^2}{2}, \quad U'_0 = \frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2}$$

H - в вершине параболы $y(t)$:

$$t_{\text{верш}} = \frac{-U'_0}{2 \cdot -\frac{g}{2}} = \frac{U'_0}{g}; \quad H = U'_0 \cdot \frac{U'_0}{g} - \frac{g \left(\frac{U'_0}{g}\right)^2}{2} = \frac{U'^2_0}{2g}$$

$$= \frac{\left(\frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2}\right)^2}{2g} = \frac{(15+5)^2}{20} \text{ м} = 20 \text{ м}$$

(на высоте H скорость рэйерверка = 0)

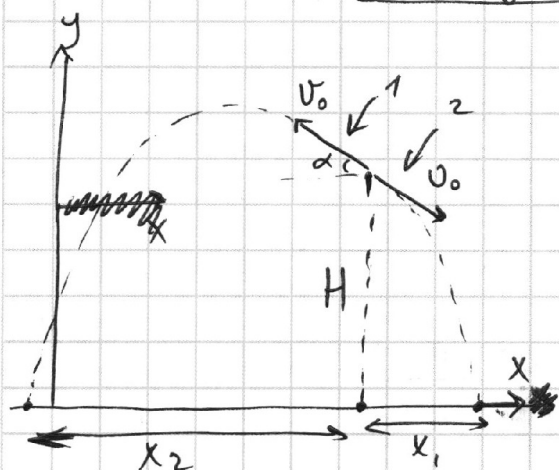
Пусть U_0 кепр. под углом α к гар.

но ЗСМ: $m\vec{U}_1 + m\vec{U}_2 = \vec{0}$, $\vec{U}_1 = -\vec{U}_2$,

где $\vec{U}_1, \vec{U}_2$ - скорости осколков.

Значит, второй осколок летит в прот. кепр.

Пусть y_1, y_2 - высоты каждого (см. рис)



$$\begin{cases} y_1 = H + U_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ y_2 = H - U_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Пусть t_1, t_2 - время полета 1, 2 (до земли).

Тогда $\begin{cases} 0 = H + U_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \\ 0 = H - U_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \end{cases}$

$$\begin{cases} gt_1^2 - 2U_0 \sin \alpha t_1 - 2H = 0 \\ gt_2^2 + 2U_0 \sin \alpha t_2 - 2H = 0 \end{cases}$$

$$D_{1/4} = D_{2/4} = U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH = D$$



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!

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{D}}{g}, \quad t_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{D}}{g}$$

(бóльшие корни, т.к. меньшие - при $t < 0$, $\sqrt{D} > v_0 \sin \alpha$)

$$t_1 + t_2 = \frac{2\sqrt{D}}{g}$$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1; \quad x_2 = v_0 \cos \alpha \cdot t_2 \quad (\text{везде } x - \text{ расстояние})$$

$$L = x_1 + x_2 = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = v_0 \cos \alpha \frac{2\sqrt{D}}{g} - \text{расст. между осколками.}$$

$$L = \frac{2v_0}{g} \cdot \underbrace{\cos \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}_{f(\alpha) \geq 0}$$

$$f^2(\alpha) = \cos^2 \alpha (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH) = (1 - \sin^2 \alpha)(v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH)$$

$\sin^2 \alpha = \lambda$; максимизируем по λ

$$(1 - \lambda)(v_0^2 \lambda + 2gH) = -v_0^2 \lambda^2 + \lambda \cdot 2gH + \lambda \cdot v_0^2 + 2gH$$

$$= -v_0^2 \lambda^2 + \lambda(v_0^2 - 2gH) + 2gH$$

$$\lambda_{\text{верш}} = \frac{2gH - v_0^2}{2 \cdot -v_0^2} = \frac{v_0^2 - 2gH}{2v_0^2} = \frac{1}{2} - \frac{gH}{v_0^2}$$

$$\text{max при } \sin^2 \alpha = \frac{1}{2} - \frac{gH}{v_0^2}, \quad \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}$$

$$L_{\text{max}} = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\cos^2 \alpha (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH)} = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\left(\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}\right) \left(\frac{v_0^2}{2} - gH + 2gH\right)}$$

$$= \frac{2v_0}{g} \sqrt{\left(\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}\right) \left(\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}\right) v_0^2} = \frac{2v_0^2}{g} \left(\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}\right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} + 2H = 90 \text{ м} + 2 \cdot 20 \text{ м} = \underline{130 \text{ м}}$$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$, $L_{\text{max}} = 130 \text{ м}$



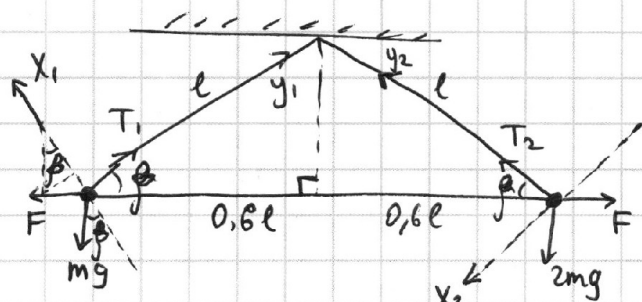
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№ 3



$$\cos \beta = \frac{\frac{1}{2}L}{l} = \frac{0,6l}{l} = 0,6$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = 0,8$$

$T_1 \neq T_2$ по симметрии
(нет)

T_1, T_2 — сила натяжения нитей,
 $F \equiv T$ — упр. стержня

Запишем 2-й Ньютону для 1 шара (м) (*)
в осях, $\perp$ и $\parallel$ нити (T_1): — x_1, y_1

$$\begin{cases} ma_1 = F \sin \beta - mg \cos \beta & (1) \\ 0 = T_1 - F \cos \beta - mg \sin \beta & (2) \end{cases}$$

(нить катится и не растяг.)

Сразу понятно, что $\vec{a}_1$ перп. направлению $90^\circ - \beta$

к горизонту ($\perp$ нити T_1) $\Rightarrow \sin \alpha = \cos \beta = 0,6$

$$\begin{cases} ma_1 = F \sin \beta - mg \cos \beta \\ F = \frac{T_1 - mg \sin \beta}{\cos \beta} \end{cases}$$

$$a_1 = \frac{F \sin \beta - mg \cos \beta}{m} =$$

(в начале ускорения скорости шаров перпендикулярны $\Rightarrow$ нормальных ускорений нет)

Запишем аналогичные ур-ия для 2 шара: (x_2, y_2)

$$\begin{cases} 2ma_2 = 2mg \cos \beta - F \sin \beta & (3) \\ 0 = T_2 - F \cos \beta - 2mg \sin \beta & (4) \end{cases}$$

Из недеформ. стержня:

$a_{1\perp} = a_{2\perp}$ (по правилу из симметрии), a_1 и a_2 — под одним углом к стержню $\Rightarrow a_1 = a_2 = a$

$$\text{л.з. (3)} = \text{л.з. (1)} \cdot 2 \quad (\text{т.к. } a_1 = a_2 = a)$$

$$\Rightarrow 2(F \sin \beta - mg \cos \beta) = 2mg \cos \beta - F \sin \beta$$

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

$$F = \frac{4}{3} mg \frac{\cos \beta}{\sin \beta} = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{0,6}{0,8} = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{3}{4} = mg$$



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!

в обозначенных условиях $T \equiv F = mg = 200 \text{ г} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = \underline{2 \text{ Н}}$,

$$(1): m_{e1} = F \sin \beta - mg \cos \beta = mg (\sin \beta - \cos \beta) =$$

$$= 0,2 mg = \underline{0,2 \cdot 200 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \underline{0,4 \text{ Н}}$$

$$\underline{a_1} = 0,2g = \underline{2 \text{ м/с}^2}, (\text{напр вдоль } x_1)$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,6$; $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$; $T = 2 \text{ Н}$

(*) F — вдоль стержня, т.к. стержень создает момент сил; у стержня будет бесконечное угловое ускорение, т.к. он легкий, пренебрежимо



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!

№ 4

3 → 1: $C = \frac{5}{2}R \Rightarrow$ это углубара

$$(C_p = \frac{\frac{3}{2}VR\Delta T + p\Delta V}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2}VR\Delta T + VR\Delta T}{\Delta T} = \frac{5}{2}R)$$

2 → 3: $C = \frac{3}{2}R \Rightarrow$ это углубара

$$(C_v = \frac{\frac{3}{2}VR\Delta T + Q}{\Delta T} = \frac{3}{2}R)$$

$V_2, V_3, p_2, p_3, T_2, T_3$ — соотв. параметры точек 2, 3.

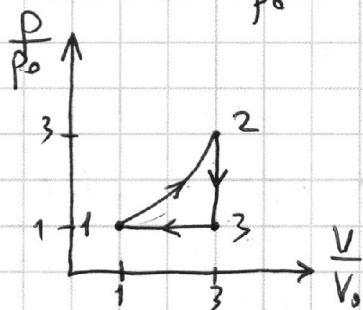
3 → 1: $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_3}{T_3}, V_3 = \frac{T_3}{T_0} V_0 = 3V_0, \frac{V_3}{V_0} = 3,$

уп-не соот.
уг. газа
или $p, V = \text{const}$

углубара $\Rightarrow \frac{p_3}{p_0} = 1$

2 → 3: $\frac{p_3}{T_3} = \frac{p_2}{T_2}, p_2 = \frac{T_2}{T_3} p_3 = \frac{9T_0}{3T_0} p_0 = 3p_0,$

$\frac{p_2}{p_0} = 3, \frac{V_2}{V_0} = \frac{V_3}{V_0} = 3$ (углубара углубара, $V_3 = V_2$)



(1 → 2 — нагревание с $C = 2R$)

Тепло передается только на 1 → 2, (нагр.)

$$Q_1 = C_V \Delta T = 2R \cdot V \cdot (T_2 - T_0) = 2R \cdot V \cdot 8T_0 = 16VR T_0 = 26592 \text{ Дж}$$

$$Q_1 = \Delta U + A_{12}, A_{12} = Q_1 - \Delta U = 16VR T_0 = \frac{3}{2}VR (T_2 - T_0) = 16VR T_0 = 12VR T_0 = 4VR T_0$$

$A_{23} = 0$ (углубара)

$A_{31} = -p_0 \cdot 3V_0 = -3VR T_0$ (уп-не соот. уг. газа)

$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = VR T_0$

$A_0 = \frac{1}{2} \cdot NA = \frac{N}{2} A = \frac{25}{2} VR T_0$ — работа (полезная) нагреват.

$A_0 = Mgh$ (3сэ), $H = \frac{A_0}{Mg} = \frac{25VR T_0}{2Mg} \approx 5 \text{ м}$ Ответ: $Q_1 = 26592 \text{ Дж}$

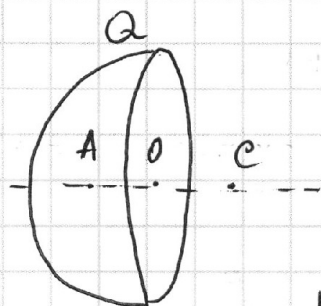


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



№ 5

В точке Q:

$$W = K + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} - \text{энергия застывшего в O}$$

На бесконечности: $W = K'$

$$\frac{mv^2}{2} = K' = K + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$v = \sqrt{\frac{2K}{m} + \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 Rm}}$$

т.к. O - центр сферы,
 $R = \text{радиус}$

Рассм. вторую полусферу (центр O, радиус R, заряд Q), дополняющую первую до сферы

φ_{A1} - потенциал A отн. первой полусферы, φ_{A2} - потенциал A отн. второй, φ_A - отн. обеих

$$\varphi_A = \varphi_{A1} + \varphi_{A2} \text{ (суперпозиция потенциалов)}$$

$\varphi_{A2} = \varphi_{C1}$ - потенциал C отн. первой полусферы по симметрии отн. плоск. перу O $\perp$ AO.

$\varphi_{A1} + \varphi_{C1} = \varphi_A$ - потенциал точки внутри равномерно заряженной сферы (2Q). Как известно,

то же ~~то~~ распр. заряда - на пов-ти проводящей сферы тех же параметров, но она эквивалентна

$$(*) \text{ изм. } \Rightarrow \varphi_{A1} = \varphi_O = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R} = 2\varphi_0,$$

φ_0 - потенциал O отн. всей сферы,

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \varphi_0 = \text{потенциал O отн. первой половины}$$

$$\varphi_{A1} + \varphi_{C1} = 2\varphi_0, \quad \varphi_{O1} - \varphi_{A1} = \varphi_{C1} - \varphi_0,$$

$$2(\varphi_{O1} - \varphi_{A1}) = 2(\varphi_{C1} - \varphi_0), \quad \text{---}$$



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!

~~ΔW_p~~ — кин. потенц. энергии частиц при ~~у~~
перемещении из A в O, ΔW_{p2} — из O в C

$$(|q\Delta\varphi| \rightarrow |\Delta W_p|)$$

$$|\Delta W_{p1}| = K \Rightarrow |\Delta W_{p2}| = K,$$

K_c = 2K — кинетическая энергия в C

$$\Delta W_{p1} = \Delta W_{p2} \quad (q\Delta\varphi = \Delta W_p)$$

~~ΔW_p~~

$$\Rightarrow \Delta W_p = \Delta W_{p1} + \Delta W_{p2} = 2\Delta W_{p1} \quad (\Delta K + \Delta W_p = 0 - \text{ЗСЭ})$$

$$\Rightarrow - (K_c - K_A) = -2(K_0 - K_A)$$

(K_c, K₀, K_A — кин. энергии в соотв. точках)

$$\Rightarrow K_c = 2K_0 - K_A = 2K - 0 = 2K$$

$$\frac{mV_c^2}{2} = 2K$$

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

⊗ Пусть в рез-те Э/с индуцир. сферой (проводящей)

заряда 2Q. респ. заряда — не с σ = const.

Тогда Э поверн. сферу, после которого респ. заряда

не перешло в себе ⇒ ∃ ≥ 2 различных

респ. заряда, что противоречит теореме о

единственности

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{\frac{2K}{m} + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R m}}; \quad V_c = 2\sqrt{\frac{K}{m}}$$



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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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!

$$16) P_{\text{до}} = 16 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200 \cdot$$

$$= 32 \cdot 831$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ 32 \\ \hline 1662 \\ 2493 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{х} \\ 25. 1. \text{ } \cancel{831} \cdot 2 \\ \hline \text{х} \cdot \cancel{15} \cdot 10 \end{array} = 5$$

Черновики



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!

$$h = 15 \text{ м} - \tau = 1 \text{ с}$$

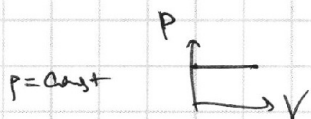
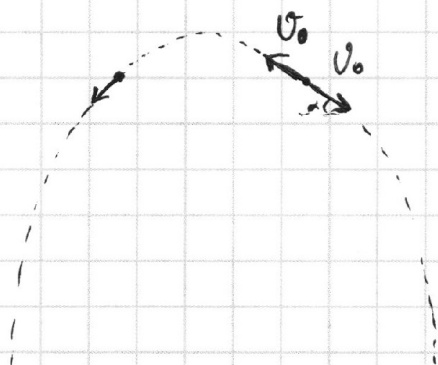
$$h = v_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2}$$

$$v_0 = \frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2}$$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{\left(\frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2}\right)^2}{2g}$$

$$h_{\max} = v_0 \cdot \frac{2v_0}{g} - g \cdot \frac{v_0^2}{g^2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$$

~~$$v_0 = \frac{g \tau}{2}$$~~



$$A = p \Delta V = \sqrt{R} \Delta T$$

$$0 = y_1 = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$0 = y_2 = h - v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$g t_1^2 - 2 v_0 \sin \alpha t_1 - 2h = 0$$

$$g t_2^2 + 2 v_0 \sin \alpha t_2 - 2h = 0$$

$$\Delta_1 = \Delta_2 = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh$$

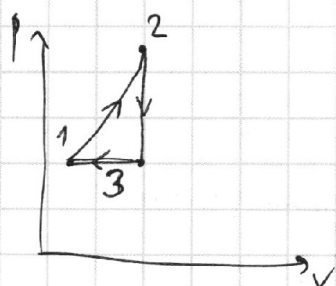
$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{\sqrt{2}}{g}$$

$$t_2 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{\sqrt{2}}{g}$$

$$t_1 + t_2 = \frac{2\sqrt{2}}{g}$$

$$Q_1 = C V \Delta T = 2R \cdot 8 T_0$$

$$= \frac{2 \sqrt{v_0^4 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g}$$



Черновики

~~$$v_0 \sin \alpha = t_1$$~~

$$L_1 = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 \sqrt{v_0^4 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g}$$

$$L_1^2 = \frac{4v_0^2}{g^2} \left[(1 - \sin^2 \alpha) v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh(1 - \sin^2 \alpha) \right]$$

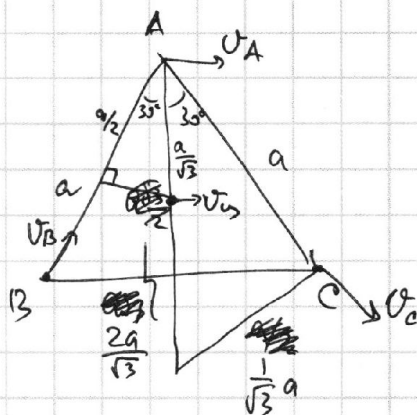
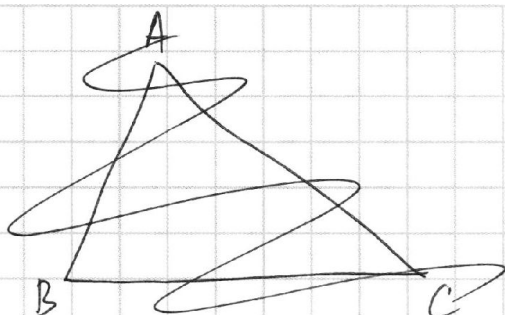


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!



$$\omega = \frac{v_A}{2} = \frac{v_C}{1} \Rightarrow v_C = \frac{v_A}{2} = 0,3 \text{ м/с}$$

$$v_B = v_C = 0,3 \text{ м/с}$$

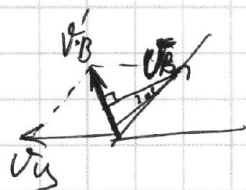
В у-сист: $v_A = 0,3 \text{ м/с}$,

$$\omega = \frac{0,3 \text{ м/с}}{0,3 \text{ м}/\sqrt{3}} = \sqrt{3} \text{ с}^{-1}$$

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

$$8 - \tau = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ с}$$

Черновик



$$0,3 \text{ м/с} \cdot \frac{0,3 \text{ м/с}}{0,3 \text{ м}/\sqrt{3}} = 0,3 \cdot \sqrt{3} \text{ м/с}^2$$

~~F = ma~~
~~g~~

$$a_{\text{res}} = \sqrt{(0,3 \cdot \sqrt{3})^2 + g^2} =$$

$$= \sqrt{0,27 + g^2}$$

$$F = m \sqrt{0,27 + g^2}$$