



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



Вариант 10-03

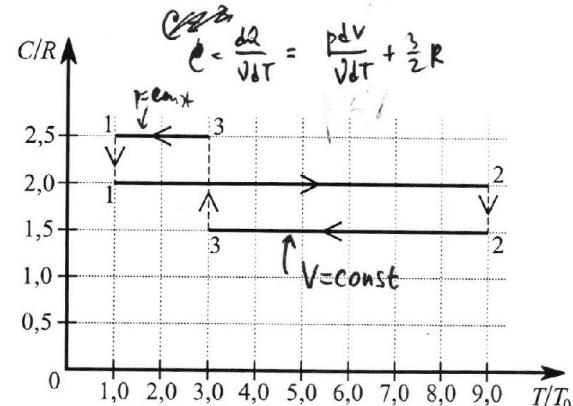
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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

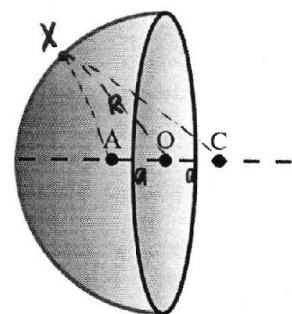
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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.

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

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

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

$$\therefore K = \frac{mv^2}{2}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_A - \varphi_O$$

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

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

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

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

$$\Delta k_1/q$$

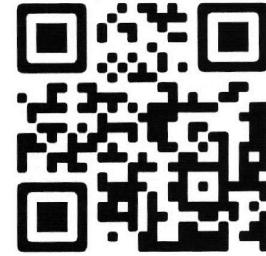
$$\Delta k_2/q$$

$$K - \Delta k_2 = -\varphi_0$$



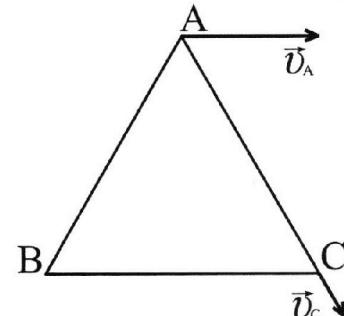
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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.

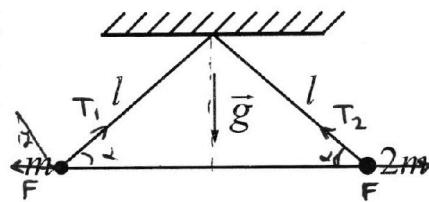
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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.

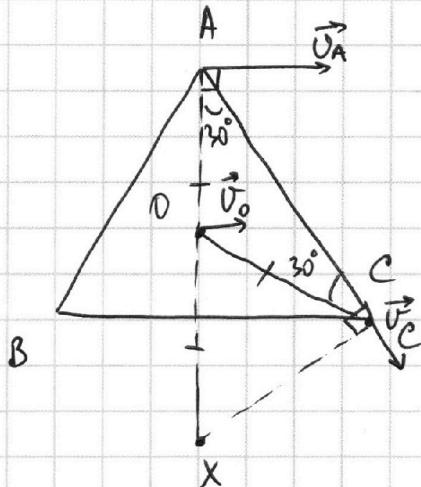
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



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**.

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

Написать уравнение движения
 x . ~~Две~~ $\vec{x}_A + \vec{v}_A$, $\vec{x}_B + \vec{v}_B$

(т.к. имея расц. ХА или ХВ
меняется, против. опр. X)

Тогда x -некр. первенец куперов
 $\overrightarrow{AB} \cap \overrightarrow{CD} = P$

$$\Delta XAC! \quad XC = AC \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = \frac{a}{\sqrt{3}},$$

$$AX = \frac{AC}{\operatorname{ctg} 30^\circ} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{V_A}{AK} = \frac{V_C}{CX} = \text{const } (X \text{ nekonecne})$$

$$\Rightarrow \underline{U_{C_1}} = U_A \cdot \frac{C_1}{A_K} = \underline{U_A \cdot \frac{1}{2}} = \underline{0,3 \text{ m/s}}$$

Очертан юпс макс. О (юпс ΔABC)

$\angle ACO = 30^\circ$ no cb-by O $\Rightarrow AO = CO$, CO - median

$$\Delta ACK \text{ no } CB\text{-by w/g } A \Rightarrow AO = OK = \frac{1}{2} AK = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\Delta \text{ COX} - p/5, \quad \angle \text{ COX} = \angle \text{ OAC} + \angle \text{ OCA} = 60^\circ$$

$$\Rightarrow \Delta COK - p/c, CK = OK = CO = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$XO = XC \Rightarrow V_o = V_C = \cancel{V_o} \text{ (B a.c. cuci. oscreta)}$$

$$v_0 + x_0$$

Tieplužem B cest. očekáva O. Torga $\vec{V}_A' = \vec{V}_A - \vec{V}_O$,

$$U_A' = 0,6 \text{ m/s} - 0,3 \text{ m/s} = 0,3 \text{ m/s}$$

$$\underline{\underline{W'}} = \frac{U_A'}{AO} = \cancel{\cancel{33.47}} = \frac{U_A}{2 \cdot a\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} U_A}{2a} = \underline{\underline{\sqrt{3} C^{-1}}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi a}{\sqrt{3} J_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} C$$

$$V_1 = 8T = \frac{32\pi a}{\sqrt{3} U_a} = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} C$$

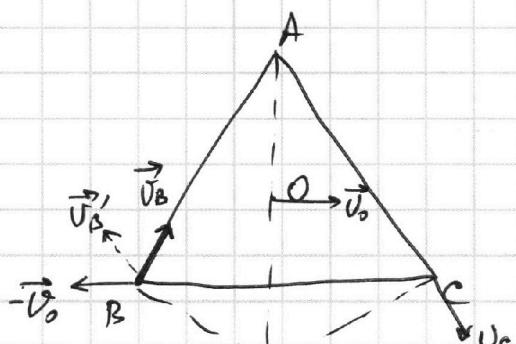


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$XB = XC \text{ из симм. отн } AX$$

$$\Rightarrow U_B = U_C, U_B - \text{вектор } AB$$

$$(\angle ABD = \angle ACK = 80^\circ)$$

Б) ауг. отсчета θ :

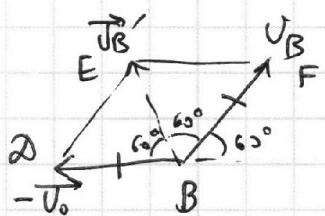
$$U_B' = U_B - U_0, U_B = U_0,$$

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

$\triangle BDE, \triangle BEF - \text{p/c}$ (по рисунку скоростей),

$$\cancel{U_B} U_B' = U_B = U_0 = \frac{U_A}{2},$$

~~BOZASOJB~~



Если ~~масса~~ сидет на B, то её ускорение \vec{a}
= $\vec{a}_n + \vec{g}$, где \vec{a}_n - сохраняется при переходе
в инерц. систему отсчета г.о. $\Rightarrow a_n = U_B' \cdot \omega' =$

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

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

$$R = ma = m \sqrt{a_n^2 + g^2} = m \sqrt{\frac{3U_A^4}{16a^2} + g^2} =$$

~~$= m \sqrt{(0,27 + 100) \text{ m/c}^2}$~~

$$= 60 \text{ нг} \cdot \sqrt{0,27 + 100} \text{ m/c}^2$$

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

$$\text{Отвт: } U_C = 0,3 \text{ м/c}; \quad T = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ c}; \quad R \approx 0,6 \text{ мН}$$

$$(R = m \sqrt{\frac{3U_A^4}{16a^2} + g^2})$$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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

таким образом пришло вейербергту скорость v_0' .

Тогда $y(t)$ - высота от времени, тогда $y = v_0't + \frac{gt^2}{2}$

По условию: $y(t) = h$, $h = v_0't + \frac{gt^2}{2}$,

$$v_0't = h - \frac{gt^2}{2}, \quad v_0' = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2}$$

Н - в вершине параболы $y(t)$:

$$t_{\text{вершины}} = \frac{-v_0'}{2 \cdot \frac{g}{2}} = \frac{v_0'}{g}; \quad H = v_0' \cdot \frac{v_0'}{g} - \frac{g \left(\frac{v_0'}{g} \right)^2}{2} = \frac{v_0'^2}{2g}$$

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

(на высоте H скорость вейерберга = 0)

Тогда v_0 кин. под углом α к гор.

по ЗСД: $m\vec{V}_1 + m\vec{V}_2 = \vec{0}$, $\vec{V}_1 = -\vec{V}_2$,

где \vec{V}_1, \vec{V}_2 - скорости оснований.

Значит, второй основание лежит в прям. кин.

Тогда y_1, y_2 - высота каждого (см. рис)

$$\begin{cases} y_1 = H + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ y_2 = H - v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} 0 = H + v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \\ 0 = H - v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} gt_1^2 - 2v_0 \sin \alpha t_1 - 2H = 0 \\ gt_2^2 + 2v_0 \sin \alpha t_2 - 2H = 0 \end{cases} \quad D_{1/4} = D_{2/4} = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH = 2$$



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"/> 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
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!

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

(два корня, т.к. движение - при $t < 0$, $\sqrt{D} > v_0 \sin \alpha$)

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

$$x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1; \quad x_2 = v_0 \cos \alpha \cdot t_2 \quad (\text{если } X - \text{революция}),$$

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

максимальное.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



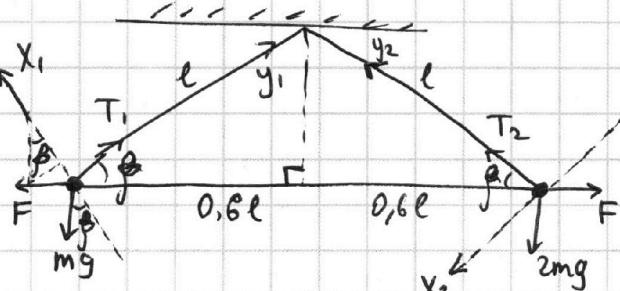
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

N 3



$$\cos \beta = \frac{1}{2} \frac{l}{l} = \frac{0.6l}{l} = 0.6$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = 0.8$$

~~T1 ≠ T2 ≠ F~~ из симметрии
(чертеж)

~~T1, T2 - силы натяжения нитей~~,
~~F ≡ T - упр. стержня~~

Запишем 2 ж-и Ньютона для 1 шарика (m)
по оси, ⊥ и || нити (T1): — x1, y1

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

$$F = T_1 - mg \sin \beta \quad (\text{нить катенура и нерастяг.})$$

Сразу понятно, что \vec{a}_1 непр. под углом $90^\circ - \beta$

к горизонту (\perp нить T1) $\Rightarrow \sin \alpha = \cos \beta = 0.6$

$$\begin{cases} ma_1 = F \sin \beta - mg \cos \beta \\ F = T_1 - mg \sin \beta \\ a_1 = \frac{F \sin \beta - mg \cos \beta}{m} = \frac{T_1 - mg \sin \beta}{\cos \beta} \end{cases} \quad (\text{б. нерв. движение
скорости шариков перпендику-
лярны} \Rightarrow \text{перемещения
одинаковы})$$

Запишем аналогичные ур-ия для 2 шарика: (x2, y2)

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

Из неизвестн.

стержня: $a_{1\perp} = a_{2\perp}$ (т.к. наклонки не стержня), a_1 и a_2 —

под одним углом к стержню $\overset{\text{из симметрии}}{\Rightarrow} a_1 = a_2 = a$

$$1.2. (3) = 1.2. (1) \cdot 2 \quad (\tau. k. a_1 = a_2 = a)$$

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

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

$$F = \frac{4}{3} mg \frac{\cos \beta}{\sin \beta} = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{0.6}{0.8} = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{3}{4} = mg,$$



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 однородных условиях $T \equiv F = mg = 200 \text{ г. } 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 2 \text{ Н}$,

$$(1): m_1 = F \sin \beta - mg \cos \beta = mg (\sin \beta - \cos \beta) = \\ = 0,2 mg = 0,2 \cdot 200 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,4 \text{ Н}$$

$$a_1 = 0,2g = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \rightarrow \text{(непр. вдоль } x_1\text{)}$$

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

* F - вдоль стержня т.к. сдвиг создается

множеством сил; у стержня будет бесконечное
значение ускорения, т.к он лёгкий, противоречие



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 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!

N 4

$$3 \rightarrow 1: C = \frac{5}{2}R \Rightarrow \text{зтв чубара}$$

$$(C_v = \frac{\frac{3}{2}VR\Delta T + p_0\Delta V}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2}VR\Delta T + VR\Delta T}{\Delta T} = \frac{5}{2}R)$$

$$2 \rightarrow 3: C = \frac{3}{2}R \Rightarrow \text{зтв чубара}$$

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

$V_2, V_3, p_2, p_3, T_2, T_3$ - соотв. начальные т. для 2, 3.

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

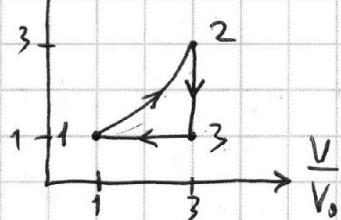
уп-ие const.
из газа
или $p_3V_3 = \text{const}$

$$\text{чубара} \Rightarrow \frac{p_3}{p_0} = 1$$

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

$$\frac{p_2}{p_0} = 3, \frac{V_2}{V_0} = \frac{V_3}{V_0} = 3 \quad (\text{чубара} \text{ чубара}, V_2 = V_3)$$

(1 → 2 - компрессия с $C = 2R$)



Тепло неизеис. только к 1 → 2, (расш.)

$$\begin{aligned} Q_1 &= C_v \Delta T = 2R \cdot V \cdot (T_2 - T_0) = \\ &= 2R \cdot V \cdot 8T_0 = 16VRT_0 = 26592 \text{Дж} \end{aligned}$$

$$Q_1 = \Delta U + A_{12}, A_{12} = Q_1 - \Delta U = 16VRT_0 = \frac{3}{2}VR(T_2 - T_0) =$$

$$= 16VRT_0 = 12VRT_0 = 4VRT_0$$

$$A_{23} = 0 \quad (\text{чубара})$$

$$A_{31} = -p_0 \cdot 3V_0 = -3VRT_0 \quad (\text{уп-ие кон. из газа})$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0RT_0$$

$$A_0 = \frac{1}{2} \cdot NA = \frac{N}{2}A = 25VRT_0 - \text{работа (полезная) извнешн.}$$

$$A_0 = MgH \quad (3C \Rightarrow), H = \frac{A_0}{Mg} = \frac{25VRT_0}{2Mg} \approx 5 \text{м} \quad \text{Ответ: } Q_1 = 26592 \text{Дж} \quad * H = 5 \text{м}$$

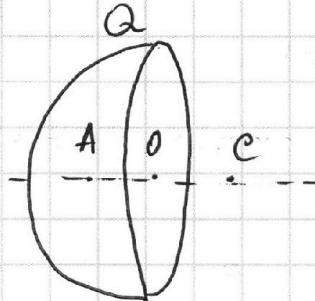


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

В точке O :

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

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

энергия гаснет 80

На диске: $W = K'$

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

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

Рассм. вторую полусферу (центр O , радиус R , заряд Q),
 φ_{A_1} - потенциал A отн. первой полусф., φ_{A_2} -
потенциал A отн. второй, φ_A - отн. обеих

$$\varphi_A = \varphi_{A_1} + \varphi_{A_2} \quad (\text{сумма потенциалов})$$

$\varphi_{A_2} = \varphi_C$ - потенциал C отн. первой полусфера
из симметрии отн. плоск. гориз. $O \perp AD$.

$\varphi_{A_1} + \varphi_C = \varphi_A$ - потенциал точки внутри
первой полусферы сферы (Q). Как известно,

то же расп. заряда - на обеих полусферах
так же параметров, но они зависят -

$$\textcircled{*} \text{ условие} \Rightarrow \varphi_{A_1} = \varphi_0 = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R} = 2\varphi_0,$$

φ_0 - потенциал O отн. всей сферы,

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

$$\varphi_{A_1} + \varphi_C = 2\varphi_0, \quad \varphi_0 - \varphi_{A_1} = \varphi_C - \varphi_0,$$

$$q(\varphi_0 - \varphi_{A_1}) = q(\varphi_C - \varphi_0), \quad \text{запись}$$

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!

~~ΔW_P~~ - нач. потенц. энергия заструн при ~~0~~ передвижении из A в 0, ΔW_{P2} - из 0 в C

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

~~$|k\Delta W_p| = k \Rightarrow |k\Delta W_p| = R,$~~

~~$K_e = 2K$ - кинетическая энергия~~

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

~~закон сохранения~~

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

$$\Rightarrow -(K_C - K_A) = -2(K_0 - K_A) \quad (3C \geq)$$

~~(K_C, K_A, K_0 - нач. энергии в сеч. гориз.)~~

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

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

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

⊗ Тогда в ре-те Э/С индукции сферы (предположим) заряда Q распределение заряда - не с $\sigma = \text{const.}$

Тогда Э поверх сферы, после которого расп. заряда не перешло в себе $\Rightarrow \exists \geq 2$ различных расп. заряда, что противоречит теореме о единственности

$$\text{Отвт: } V = \sqrt{\frac{2K}{m} + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R m}} ; \quad V_C = 2\sqrt{\frac{K}{m}}$$



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

$$16 \cdot 1 \cdot 831 \cdot 200 =$$

$$= 32 \cdot 831$$

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

x

$$\begin{array}{r} 25 \cdot 1 \cdot 831 \cdot 2 \\ \hline x \cdot 26592 \end{array} = 5$$

Черновик



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!

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

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

$$\vartheta_0 = \frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2}$$

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

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

$$= \frac{v_0^2}{4g}$$

~~$\cancel{h_{\max} = v_0 - \frac{g\tau^2}{2}}$~~



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

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

$$gt_1^2 - 2v_0 \sin \alpha t_1 - 2h = 0$$

$$gt_2^2 + 2v_0 \sin \alpha t_2 - 2h = 0$$

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = v_0 \sin \alpha + 2gh$$

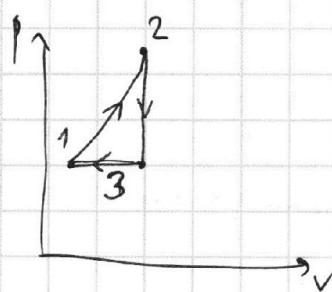
$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{\sqrt{2h}}{g}$$

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

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

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

$$P = \text{const} \quad \frac{P}{V} = \text{const} \quad A = P \Delta V = \sqrt{RAT}$$



$$Q_i = C V_A T = 2R \cdot \delta T_0$$

~~указательный~~
~~изотерм~~

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

$$L_1^2 = \frac{4v_0^2}{g^2} \quad \cancel{(1-\sin^2 \alpha)} v_0^2 \sin^2 \alpha + + 2gh(1-\sin^2 \alpha)$$

Черновик

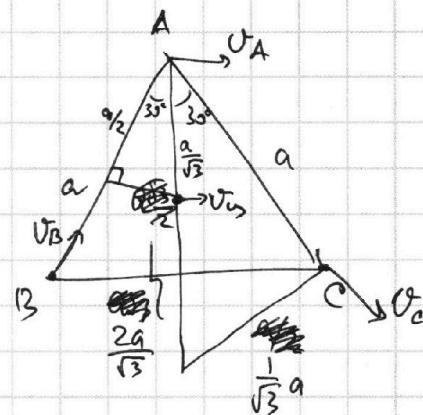
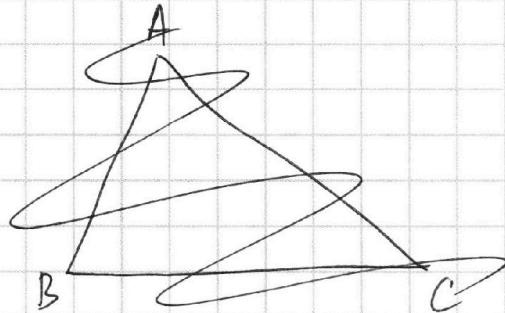


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 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!



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

$$v_B = v_C = 0,3 \text{ м/с}$$

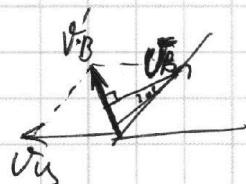
~~Б~~ v_B v_C $v_A = 0,3 \text{ м/с}$,

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

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

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

Чертёжник



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

~~Решение~~

$$a_{\text{акс}} = \sqrt{(0,3 \cdot \sqrt{3})^2 + g^2} = \\ = \sqrt{0,27 + g^2}$$

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