



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



Вариант 10-04

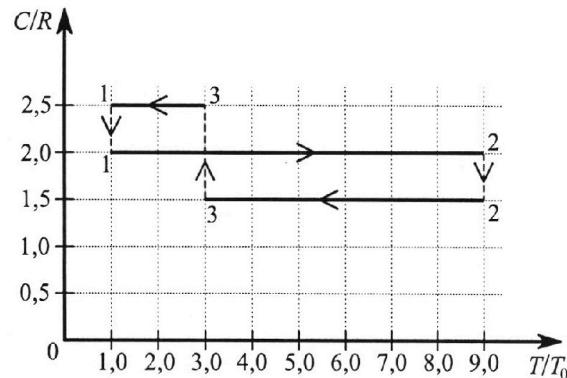
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль однотомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

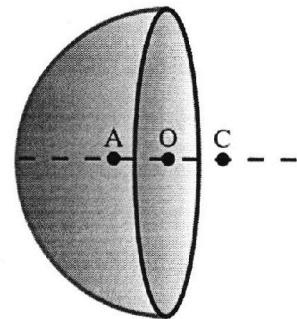
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

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



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

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

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



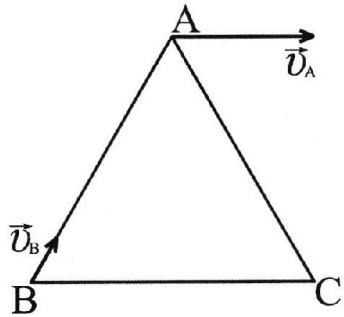
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость \vec{v}_B вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость \vec{v}_A точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

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

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

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

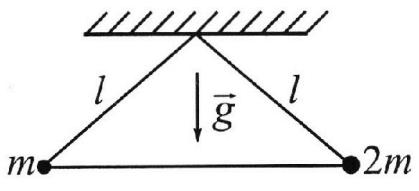
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ м/с. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

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

3. Два шарика с массами $m = 90$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



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

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

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

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

СТРАНИЦА
1 из 3

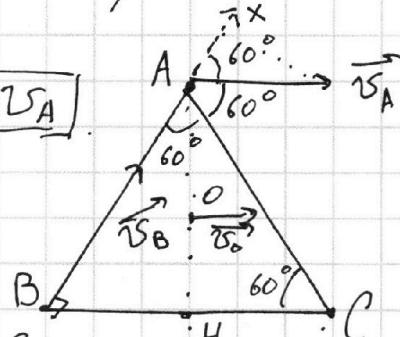
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1.

Запишем условие твёрдого тела для отрезка АВ.
Дано, что $v_{Bx} = v_{Ax}$ (алг.рас.), т.к. в этом случае расстояние АВ не меняется со временем.

$$\begin{cases} v_{Bx} = v_B \\ v_{Ax} = v_A \cos 60^\circ = \frac{1}{2} v_A \end{cases} \Rightarrow 2v_B = v_A$$

$$v_A = 2 \cdot 0,4 \frac{\mu}{c} = 0,8 \frac{\mu}{c}$$



По определению о мгновенном центре вращения, все точки тела движутся с одинаковой угловой скоростью. Найдём из условия и соображений об M Ц В скорость движения центра масс О тела.

$$\triangle AVM: \angle VAM = 30^\circ; AB = a \Rightarrow AM = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{2\sqrt{3}a}{3}$$

$$AO = \frac{2}{3} AH = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot a = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

$$OM = AM - AO = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

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 checked="" 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!

$$w = \frac{v_A}{AM} = \frac{v_B}{OM} \Rightarrow v_0 = \frac{OM}{AM} v_A = \frac{1}{2} v_A = v_B = 0,4 \frac{m}{s}$$

Когда скорость м. А в С.О. У. д. равна $v_{A0} = v_A - v_D$

$v_{A0} = v_B$ (Из рисунка следует, что \vec{v}_A и \vec{v}_B направлены вправо)

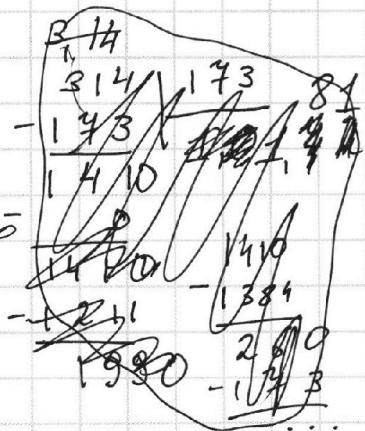
Числовая скор-ть У. д. ф. С.О. м. А в С.О. У. д.

равна $\frac{v_{A0}}{AO} = \frac{v_B}{\sqrt{3}/3a} = \frac{\sqrt{3} v_B}{a} = w_{A0}$
пакий образом

Когда $\varphi = 2\pi = w_{A0} \tau \Rightarrow \tau = \frac{2\pi}{w_{A0}} = \boxed{\frac{2\pi a}{\sqrt{3} v_B}}$.

$$\tau = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \text{ м}}{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4 \frac{m}{s}} \approx 2 \cdot 1,8 \text{ с} = 3,6 \text{ с}.$$

П.к. ~~шар~~ сидит в м. С, её скорость — и ускорение равны скорости и ускорению м. С.



Скор-ть м. Ускорение м. С $\frac{Ac}{At}$ мы

можем начать переход ф. С.О. У. д.

$$Ac = w_{C0}^2 \gamma_C = w_{A0}^2 \cdot OC = \frac{3 v_B^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} a = \frac{\sqrt{3} v_B^2}{a}$$



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

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!

Решение задачи № 2.

$$R = \frac{\sqrt{3} m \omega_B^2}{a}$$

С.О. Ч. и. движется И.С.О., т. к. Ч. и. движется с постоянной скоростью, и ускорение т. С в лабораторной С.О. равно ускорению в С.О. Ч. и.

$$R = \frac{\sqrt{3} \cdot 120 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot 0,4^2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,1 \text{ м}} = 48\sqrt{3} \text{ Н} \cdot 10^{-6} \approx 83 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

Ответ: $\omega_A = 2\omega_B \approx 98 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; $\tilde{c} = \frac{2\pi a \sqrt{3}}{3\omega_B} \approx 3,6 \text{ с}$;

$$R = \frac{\sqrt{3} m \omega_B^2}{a} \approx 83 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
1 из 3

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

Задача 2:

П.к. резерваж летит вертикально, то ~~может~~^{но} максимальной высоте его скорость будет равна нулю. Запишем ЗСД:

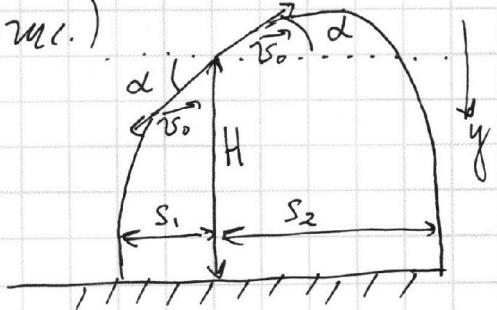
$$E_{K_0} + E_{P_0} = E_K + E_P$$

$$\frac{m v^2}{2} + mg h = 0 + mg H \Rightarrow H = \frac{v^2 + 2gh}{2g} = \frac{v^2}{2g} + h.$$

$$H = \frac{36 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} + 14,2 m = 1,8 m + 14,2 m = 16 m$$

В момент разрыва суппортажный импульс и резерваж равен $\vec{P} = 0$; Решение по ЗСД:

$$\left. \begin{array}{l} \vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 = 0 \\ \vec{P}_2 = m \vec{v}_0 \\ \vec{P}_1 = m \vec{v}_1 \end{array} \right| \Rightarrow \begin{array}{l} \vec{v}_1 = -\vec{v}_0 \Rightarrow \text{первый} \\ \text{второй отрывок} \\ \text{получим в обратном направлении} \\ \text{и к начальному движению второго} \\ \text{с той же скоростью } \vec{v}_0. \text{ (ширина)} \end{array}$$



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.

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

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!

Конечно, при концах α №78 $L_s = S_1 + S_2$ максимально.

$$S_1 = V_0 \cos \alpha t_1,$$

$$t_1 = \frac{V_{1y} - V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$V_{1y} = \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} \quad \text{на орбите}$$

$$S_1 = \frac{V_0 \cos \alpha}{g} \left(\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} - V_0 \sin \alpha \right)$$

$$S_2 = \frac{V_0 \cos \alpha t_2}{g} ; t_2 = \frac{V_{2y} - (-V_0 \sin \alpha)}{g} ; V_{2y} = V_{1y}$$

$$S_2 = \frac{V_0 \cos \alpha}{g} \left(\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + V_0 \sin \alpha \right)$$

$$L_s = S_1 + S_2 = \frac{2V_0 \cos \alpha \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \quad | \cdot g$$

$$gL_s = 2V_0 \cos \alpha \sqrt{V_0^2 + 2gH - V_0^2 \cos^2 \alpha} \quad | ^2$$

$$(gL_s)^2 = 4V_0^2 (V_0^2 + 2gH) \cos^2 \alpha - 4V_0^4 \cos^4 \alpha$$



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

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

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!

$$4v_0^4 \cos^4 \alpha - 4v_0^2 (v_0^2 + 2gH) \cos^2 \alpha + (gL)^2 = 0$$

Мы получаем биквадратное ур-е относ. $\cos \alpha$.

Запишем его D , кв-должен быть ≥ 0

$$D = 16v_0^4 (v_0^2 + 2gH)^2 - 16v_0^4 (gL)^2 \geq 0$$

$$g^2 L^2 \leq (v_0^2 + 2gH)^2$$

$$L \leq \frac{v_0^2 + 2gH}{g}. \text{ Значит, } L_{\max} = \frac{v_0^2 + 2gH}{g}$$

$$L_{\max} = \frac{\frac{400}{c^2} + 2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 16 m}{10 m/c^2} = 72 m$$

$$\text{Ответ: } H = \frac{v^2}{2g} + h = 16 m; L_{\max} = \frac{v_0^2 + 2gH}{g} = 72 m$$

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.



СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

Задача 3:

Поставим шарики, действующие

щие на оба шарика. Т.к.

шарики остаются натянутыми, а

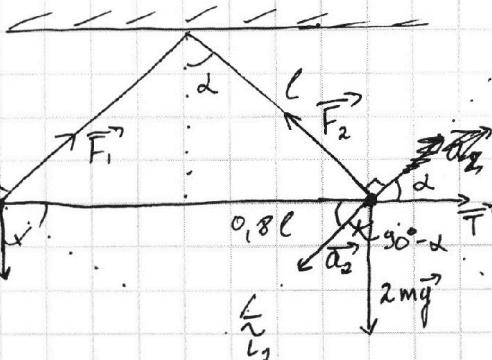
нек. скор-ть шариков равна нулю,

в нек. момент они не будут иметь тангенциального

ускорения (соглас. с гипотезой), а будут иметь только

тангенциальное ускорение (перпендикулярное

норми.) Из рисунка видно, что



$$\sin \alpha = 0,8$$

Первый шарик будет двигаться с ускорением \vec{a}_1 ,

под тем же углом к горизонту (из. рис.). В нек.

момент шарики соприкасаются со стержнем,

и значит, к ним можно применить условие его

нерастяжимости $\Rightarrow a_{1x} = a_{2x}$; $a_{2x} = a_2 \cos \alpha \Rightarrow a_1 = a_2$

$a_{1x} = a_{2x}$ (в нек. момент шарки соприкасаются со стержнем,

соприкасающиеся с шариками, дальше движутся с одинаковыми ускорениями, чтобы расстояние

между ними (длина стержня) не изменялось)

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

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!

Причина из того, что супружеская сила, действующая на шарик Т горизонтально, и равнодействующая всех сил \vec{R}_x равна $R_x = m_{CT} \alpha_{xg}$
~~и~~ м.к. $m_{CT} \rightarrow 0$; $R_x \rightarrow 0$, и $\vec{T}_1 = -\vec{T}_2$.

Запишем 2-й закон Н. для обеих шариков в проекциях на оси Σ_1 и Σ_2 (см. рис.)

$$\Sigma_1: T \cos \alpha - mg \cos(90^\circ - \alpha) = ma,$$

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

$$\Sigma_2: 2mg \cos(90^\circ - \alpha) - T \cos \alpha = 2ma$$

$$+ \begin{cases} 2mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 2ma \\ T \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma \end{cases} \Rightarrow mg \sin \alpha = 3ma$$

$$\boxed{\alpha_2 = \frac{g \sin \alpha}{3}}$$

$$\alpha = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,8}{3} = \frac{8}{3} \frac{m}{c^2} \approx$$

$$\approx 2,67 \frac{m}{c^2}$$

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!

$$T \cos \alpha = ma + mgs \sin \alpha = 4ma$$

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6 \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$$

$$T = \frac{4ma}{\cancel{0,6}} = \frac{4g \sin \alpha}{3 \cos \alpha} = mg \cdot \frac{4}{3} \operatorname{tg} \alpha.$$

$$T = 90 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{16}{9} = 1,6 \text{ H}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,8; \alpha = \frac{g \sin \alpha}{3} \approx 2,6^\circ; T = \frac{4}{3} \operatorname{tg} \alpha mg = 1,6 \text{ H}$$

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 |
| <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 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 4:

В каждом из процессов 1-2; 2-3; 3-1 темп. -
жесткости газа постоянны. Это значит, что
каждый из процессов - политропический, т. е.

удовлетворяет условию $PV^n = \text{const}$, где $n = \frac{C_p - C_v}{C_p - C_v}$, C_p

- мол. теплоемкость; C_v - мол. тепл. в изобарном
процессе; C_v - мол. тепл. в изотермическом процессе.

$$\left\{ \begin{array}{l} C_p = \frac{5}{2} R \\ C_v = \frac{3}{2} R \end{array} \right. \text{ (одн. газ)} \quad \left| \begin{array}{l} \text{процессы 3-1 - изобарные;} \\ \text{процесс 2-3 - изотермический} \end{array} \right.$$

Для процесса 1-2 $\gamma = 2R/14$ и $n = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = -1$,

т. е. $\frac{P}{V} = \text{const}$, и давление можно рассчитать
объемом

$$P_1 = P_0 V_0$$

$$P_3 = P_0 V_0^{\frac{3}{2}} \quad (P_3 V_3 = DRT_3 = 3DRT_0)$$

$$P_2 = P_0 V_0^{\frac{2}{3}} \quad (P_2 V_2 = DRT_2 = 9DRT_0)$$

Из описанных выше соображений построим
график чакра в координатах $P(V)$



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.

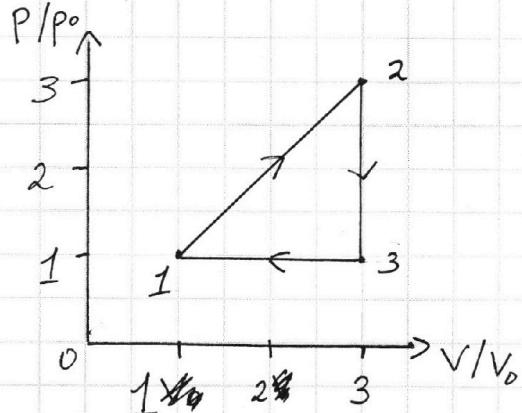
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 из 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!

Работа газа A. за цикл есть путь
пог цикла 1-2-3 в координатах $p(V)$

$$A_1 = 2p_0 \cdot 2V_0 \cdot \frac{1}{2} = 2p_0 V_0$$



$p_0 V_0 = DR T_0$ (ур-е Менделеева-Клодоне)

$$A_1 = 2DR T_0$$

$$A_1 = 2 \cdot 5 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К} = 24930 \text{ Дж}$$

Работа по поглощению тепла ^{за N циклов} равна \neq полезной работе газа за эти же N циклов.

$$A = Mg H = NA_1 \Rightarrow H = \frac{NA_1}{Mg} = \frac{2DR T_0 N}{Mg}.$$

$$H = \frac{20 \cdot 24930 \text{ Дж}}{400 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{2493}{20} \text{ м} = 124,65 \text{ м} \approx 125 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } 1.1 \text{ кн.мс; } A = 2DR T_0 = 24930 \text{ Дж; } H = \frac{2DR T_0 N}{Mg} \approx \approx 125 \text{ м}$$

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



- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 3

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

Задача 5.

Во время своего движения частица обладает двумя видами энергии — кинетической W_K и потенциальной W_P , взаимодействия со сферой. В т. А $W_{K_A}=0$ ($v_A=0$), а на удалении от сферы $W_{P_\infty} \rightarrow 0$, т. к. частица и сфера не оказывают взаимодействие на больших расстояниях друг от друга.

Запишем потенциал, создаваемый сферой в т. О

$$d\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dQ}{R} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

Когда потенциальная энергия частицы в т. О равна $W_{P_0} = q\varphi_0 = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}$

Запишем ЗСЭ:

$$W_{P_\infty} + W_{K_\infty} = W_{P_0} + W_{K_0}$$

$$0 + K = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = K - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$v_0 = \sqrt{\left(2K - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}\right) \frac{1}{m}}$$



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
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!

Для решения второго пункта нам нужно найти потенциал в т. С φ_c

Представим "нахождение" на имеющейся сфере плаусферу также же, но с другой стороны.

В результате мы получим

целую сферу заряженную $2Q$

По принципу суперпозиции

помензажем потенциал т. С в целой сфере φ' равен сумме потенциалов, создаваемых полусферами единичности $\varphi_{c_1} = \varphi_c$ и φ_{c_2}



φ_{c_2} - потенциал т. С в "рамке" маломежной полусфере 2, в т. С синтезирован т. А полусфере 1, т. е. $\varphi_{c_2} = \varphi_A$

φ'_c - потенциал всей сферы (потенциал внутри неё постоянен из-за отсутствия поля вне)

$$\varphi'_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Q}{R} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R}$$



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**.

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

Слова замешка 3СЭ:

$$W_{nA} + W_{kA} = W_{n00} + W_{k00}$$

$$q\varphi_A + 0 = 0 + K \Rightarrow \varphi_A = \frac{K}{q}$$

$$\varphi_C' = \varphi_A + \varphi_C ; \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R} = \frac{K}{q} + \varphi_C \Rightarrow \underline{\varphi_C = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R} - \frac{K}{q}}$$

3СЭ:

$$W_{n00} + W_{k00} = W_{nC} + W_{kC}$$

$$K = q\varphi_C + \frac{m\omega_C^2}{2}$$

$$K = \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R} - \cancel{K} + \frac{m\omega_C^2}{2}$$

$$\frac{m\omega_C^2}{2} = 2K - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}$$

$$\boxed{\omega_C = \sqrt{\left(2K - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}\right) \frac{2}{m}}}$$

$$\text{Ответ: } \omega_0 = \sqrt{\left(2K - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}\right) \frac{1}{m}} ; \omega_C = \sqrt{\left(2K - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}\right) \frac{2}{m}}$$

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.

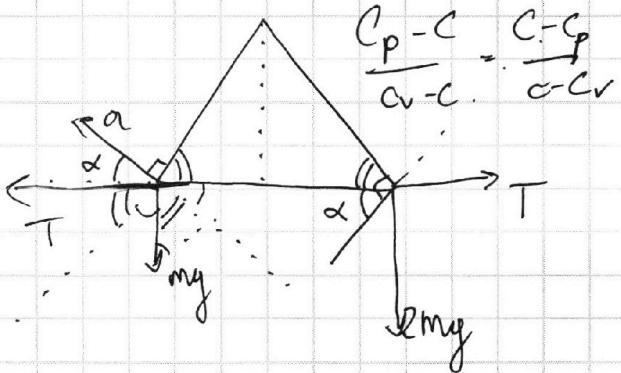
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

$$PV^n = \text{const}$$

$$PV^{-n}$$



$$\begin{aligned} & \left\{ \begin{array}{l} T \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma \\ mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 2ma \end{array} \right. \end{aligned}$$

$$\frac{8}{3}$$

$$mg \sin \alpha = 3ma$$

~~$$6ma - T \cos \alpha = 2ma$$~~

$$\begin{array}{r} 8 \\ -6 \\ \hline 2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \\ 20 \\ -18 \\ \hline 20 \\ -18 \\ \hline 0 \end{array} \quad 2,666 \frac{2}{3}$$

$$T = \frac{9ma}{\cos \alpha}$$

$$T = \frac{h \cdot 160 \cdot 10^{-3}}{\cancel{2} \cdot \cancel{0} \cdot \cancel{0}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 160 \cdot 10^{-3}}{0,001} = 16 \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 1,6$$



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

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!

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!

$$v_x v_y = a = v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$a^2 = \cancel{v_0^2 \cos^2 \alpha} \frac{v_0^4 \sin^2 2\alpha}{2} + 2v_0^2 gH \cos^2 \alpha$$

$$a^2 = 0 = \cancel{\frac{\sin 2\alpha \cdot \cancel{v_0^2}}{\cancel{2}}} + \cancel{2v_0^2 gH \cdot 2 \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{2gH} = \frac{v_0^2 \cdot \cancel{\sin \alpha \cos \alpha}}{2gH}$$

$$\sin \alpha = \frac{gH}{v_0^2}$$

$$\cos \alpha = 1 - \sin^2 \alpha = \sqrt{\frac{v_0^2 - (gH)^2}{v_0^4}}$$

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

$$a = v_0 \sqrt{\frac{v_0^4 - (gH)^2}{v_0^4}} \cdot \sqrt{\frac{(gH)^2}{v_0^2} + 2gH} =$$

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



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!

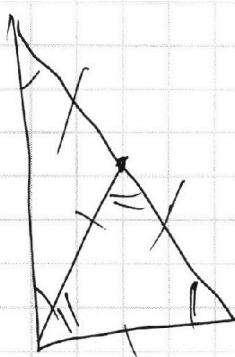
$$L_1 = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}$$

$$gL_2 = 2v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 + 2gH - v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$g^2 L_2^2 = 4v_0^2 \cos^2 \alpha (v_0^2 + 2gH) - 4v_0^4 \cos^4 \alpha$$

$$D = 16v_0^4 \cos^4 \alpha - 16v_0^4 \cos^4 \alpha g^2 L_2^2 \geq 0$$

$$gL_2 = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$$



$$\gamma = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \cdot \frac{0,6}{0,9}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ | 43 \end{array}$$

$$\times \quad \frac{3}{519}$$

$$6,28 \quad | \quad 1,73$$

$$\begin{array}{r} 628 \\ - 519 \\ \hline 1090 \\ - 1038 \\ \hline 520 \\ - 519 \\ \hline 10 \end{array} \quad | \quad \begin{array}{r} 173 \\ 3,630 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1080 \\ \times 6 \\ \hline 1038 \end{array} \quad 173$$



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!

~~17/28~~

$$n=0 \text{ тогда } \frac{C-C_p}{C-C_v} = 0$$

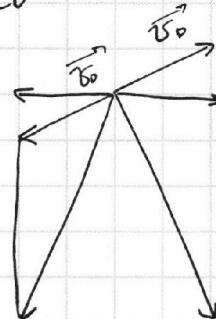
$$C=C_v$$

$$n =$$

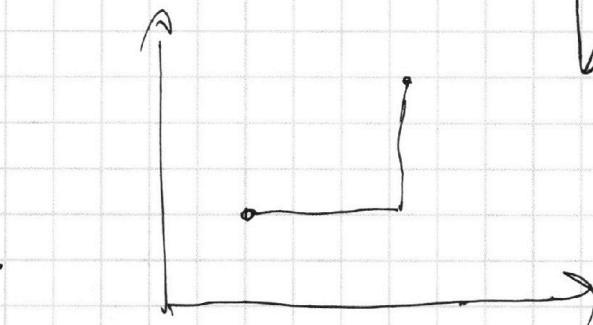
$$2 \cdot 5 \cdot 300 \cdot 8,31 = \\ = 3.000 \cdot 8,31$$

$$n=-1$$

$$\frac{C-C_p}{C-C_v}$$



$$\begin{array}{r} 8,88 \\ \times 8,31 \\ \hline 3 \\ 3 \\ + 9 \\ \hline 24 \\ 00 \\ \hline 24,930 \end{array}$$



$$\times 8,31$$

~~$$24,930$$~~

~~40~~

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 3 \\ \hline 24,93 \end{array}$$

$$1600 \cdot 10^{-3}$$

$$\begin{array}{r} 2493 \\ - 24 \\ \hline 09 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ \hline 1246,5 \end{array}$$

$$-\frac{8}{13}$$

$$124,65$$

$$\begin{array}{r} 2493 \\ - 2 \\ \hline 04 \\ - 6 \\ \hline 098113 \end{array}$$

$$-\frac{12}{10}$$

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

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 48 \\ \hline 144 \\ 192 \\ \hline 1144 \\ 3360 \\ + 4800 \\ \hline 83,041 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1410 \\ \times 5 \\ \hline 865 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1410 \\ \times 7 \\ \hline 1211 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1410 \\ \times 8 \\ \hline 1384 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 20 \\ \hline 320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ .10 \\ - 1410 \\ \hline 1384 \\ \hline 26 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1410 \\ \times 14 \\ \hline 1979 \end{array}$$

$$L = \frac{225 \times 25}{8}$$

$$K = \frac{mg}{m \omega_0^2} + \frac{m \omega_0^2}{2}$$

$$mg = 25^2$$

$$20 \cdot 18 =$$

$$2 \cdot 18 = 36$$

$$\frac{9Q}{2m\omega_0} - K + \frac{m \omega_0^2}{2} = K$$

$$R = \frac{\sqrt{A_0}^2}{A_0} \cdot m = m \cdot \frac{\sqrt{B}^2}{a} \sqrt{3}$$

$$R = \frac{120 \cdot 10^{-6} k \cdot 0,4 \cdot 0,4}{0,4} \cdot \sqrt{3} = 48 \sqrt{3} \cdot 10^{-6}$$