

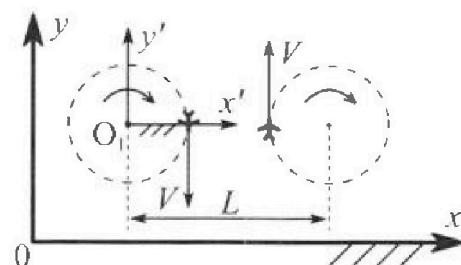
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-01

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

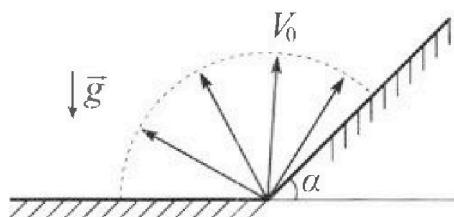
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 80 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R=800 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

- На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L=2 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков  $T = 9 \text{ с}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

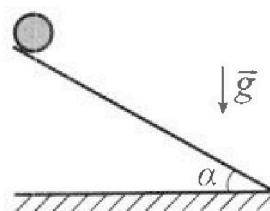
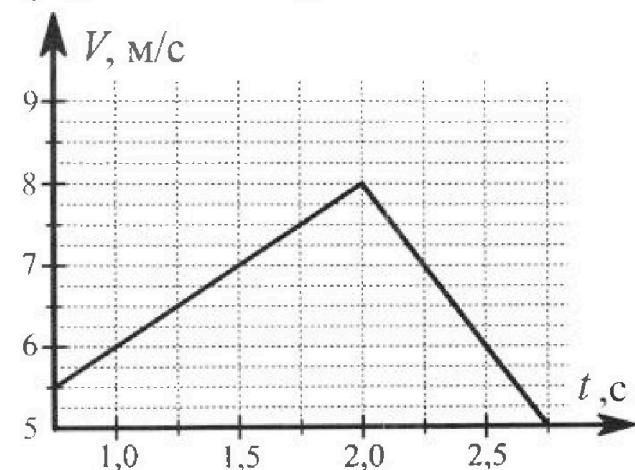


- Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
- На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

- Найдите  $\sin \alpha$ , где  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



- С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h=0,3 \text{ м}$ ?
- Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
- При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-01



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

4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 600$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 15$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 10$  К.

1. Найдите работу А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_{\text{He}}}{N_{\text{K}}}$  числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа кислорода  $U = \frac{5}{2} PV$ .

5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} > 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Заряды обкладок конденсатора  $Q > 0$  и  $-Q$ , ёмкость конденсатора  $C$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью  $V_0$  на расстоянии  $d/4$  от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в этот момент времени.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется в этот момент частица?



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  
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!

Запишем, когда мы перешли в систему  $Y'0, X'$ ,  $Y$  на с 2 симметрии еще как-  
бы начал вращаться с  $\omega \uparrow$  (т.к. наша  
CH вращается с  $\omega \downarrow$ )

$$\omega = \frac{V}{R} \Rightarrow \text{то } U = V + \omega(L - R)$$

$(L - R)$  - расстояние из центра вращ. до кор  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{то } \omega = \omega(L - R)$$

$$U = V + \omega(L - R) = V + V \left( \frac{L - R}{R} \right) = \\ = V \frac{L}{R} = 80 \cdot \frac{20}{8} = 200 \text{ м/с}$$

Ответ:  $\delta = (200\% - 100)\% = 100\%$

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 2

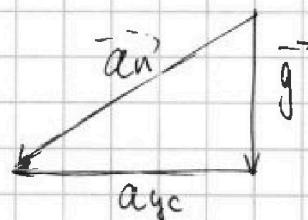
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Рассмотрим горизонтальное вращение самолёта в окружности его вращения (то есть в окружности А). Самолёт летит вправо (на нас). Тогда на самолёт в окружности А действует ц.с. сила, и сила тяжести. (ц.с. сила направлена вдоль радиуса  $O_1A$ ). Найдём ц.с. ускорение по формуле

$\vec{a}_{\text{ц.с.}} = \frac{\vec{v}^2}{R}$ ,  $\Rightarrow$  (пусть масса самолёта, а  $a_{\text{ц.с.}}$  это ц.с. ускорение)

$$\Rightarrow F_{\text{ц.с.}} - \text{ц.с. сила} = m a_{\text{ц.с.}}$$

Вес лётчика это  $m \cdot g$ . (где  $g$  - нормальное ускорение гравитации на лётчика в данный момент), найдём  $a_n$ ,  $\vec{a}_n = \vec{a}_{\text{ц.с.}} + \vec{g}$



$$a_n = \sqrt{g^2 + a_{\text{ц.с.}}^2} = \sqrt{g^2 + v^2/R^2}$$

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R} = \frac{80 \cdot 80}{800} = 8$$

$$a_n = \sqrt{100 + 64} = \sqrt{164} = 2\sqrt{41}$$

$$F_T = a_n \cdot m$$

$$F_T = \text{сума тягости} = m g$$

$$\frac{F_T}{m g} = \frac{a_n}{g} = \frac{\sqrt{41}}{5}, \text{ в процентах это}$$

$$\left( \frac{\sqrt{41}}{5} \times 100 - 1 \right) \cdot 100 = (20\sqrt{41} - 100) \%$$

Теперь получаем следующий вопрос второго

$$6 \text{ CII } y'0, x'$$



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  
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!

Заметим, что наибольшее время пролетит самолёт, который летел вверх, но докажем это, заметим, что если самолёт летел влево под углом  $\beta$  к горизонту, то он пролетел дальше, чем залож, который летел вправо под  $\alpha$ , и из симметрии их траектории равны, только правый остановился не на высоте 0, а на высоте какой-то  $h$ .



после правой снаряд остановился в точке  $A$ , тогда левый снаряд из симметрии  $\Rightarrow$  летит  $\beta$ , но после этого он ещё летит  $\Rightarrow$  проходит ещё какое-то время  $\Rightarrow$  левый летит дальше правого, но тогда нам надо доказать, что спираль вверх летящий вверх летит быстрее всех левых, докажем, пусть левый летит спиралью под углом  $\beta$ , и пролетает через  $t_1$ , а  $\beta$  снаряд, который летел вверх через  $t$

$$V_0 \sin \beta t_1 = \frac{gt^2}{2} = 0, \text{ m.k. через } t, \text{ высота не пом.}$$

$$V_0 t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t_1 = \frac{2V_0 \sin \beta}{g}, t = \frac{2V_0}{g}, \sin \beta < 1, \text{ m.k. } \alpha < 90^\circ \Rightarrow \Rightarrow t > t_1 \Rightarrow t = 8,9 \text{ сек.}$$

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.



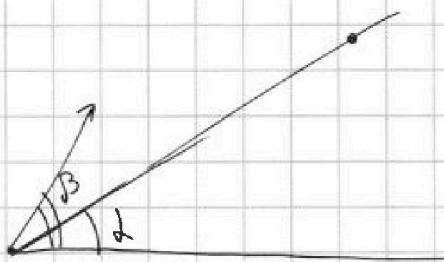
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

$$v_0 t = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow v_0 = \frac{gt}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м/с} = v_0$$

Теперь найдём наибольшее  $S$  на горке



Также пусть мы спарод  
посл учшим  $\beta$ , и он приедет  
на расстояние  $S$

$$v_0 \cos \beta t = S \cos \alpha$$

$$v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = S \sin \alpha$$

$$t = \frac{S \cos \alpha}{v_0 \cos \beta} \quad \text{найдём время}$$

$$v_0 \cdot t g \beta \cdot S \cos \alpha - \frac{g \cdot S \cdot \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} = S \sin \alpha$$

$$\frac{g S \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} = \sin \alpha (t g \beta \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$S = \frac{\cos \alpha (2 v_0^2)}{g \cos^2 \alpha} \cdot \frac{t \cdot \cos^2 \beta (\tan \beta \cos \alpha - \sin \alpha)}{m} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  нам надо найти при каком  $\beta$   $m \rightarrow \max$

$$\cos^2 \beta \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cos^2 \beta = m$$

$$\cos^2 \beta = 2 \cos^2 \beta - 1$$

$$\cos \alpha \cdot \frac{\sin^2 \beta}{2} - \sin \alpha \cdot \frac{\cos^2 \beta + 1}{2} = m$$

$$\cos \alpha \sin^2 \beta - \sin \alpha \cos^2 \beta - \sin \alpha = 2m$$

$$\sin(2\beta - \alpha) - \sin \alpha = 2m$$

$$\sin(2\beta - \alpha) \rightarrow \max = 1 \Rightarrow 2\beta - \alpha = 90^\circ \Rightarrow 2\beta = 120^\circ \Rightarrow$$

$$\Leftrightarrow 2m = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow m = \frac{1}{4} = \max \quad \beta = 60^\circ \Rightarrow$$

I-

I-



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  
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!

$$f = \frac{2 \cdot V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot m = \frac{2 \cdot 25^2}{10 \cdot \frac{3}{4}} \cdot \frac{1}{4} =$$

$$= \frac{2 \cdot 45^2 \cdot 9}{30 \cdot 4} = \frac{2 \cdot 225 \cdot 9}{6} = \frac{2 \cdot 225 \cdot 3}{2} = \frac{75}{2} \text{ м} \text{ кн}$$

Ответ:  $V_0 = 45 \text{ м/с}$ ,  $S_{\max} = 75 \text{ м}$

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.

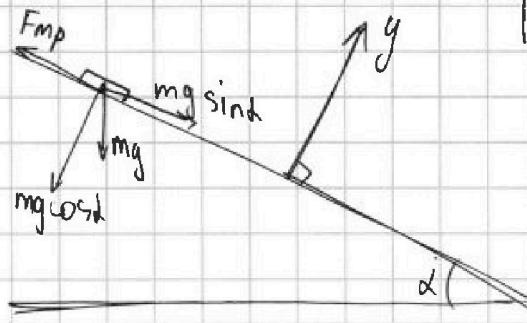


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

Марсиусси начиняю дел-то и сиюг  
действующие на шайбу



Разложение  $F_T$  на оси  
 $y$  и оси  $x$ ,

$$F_{NP} = \mu mg \cos \theta = \mu N$$

шайба движется с ускорением  $a_{внеш}$

$$ma = \sum \text{сил} \Rightarrow \mu mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta \Rightarrow$$

$\Rightarrow ab_n = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$  (когда когда шайба  
двигается вверх, но не ударяется, она будет двигаться  
вверх, и  $mg \sin \theta$  будет приводить движение),

$$ab_n = -g(\sin \theta + \mu \cos \theta)$$

из правила  $ab_n = \frac{tg \alpha}{1 + tg^2 \alpha}$  при  $\alpha = \theta$

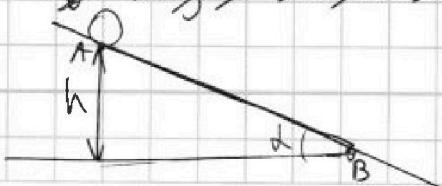
$$ab_n = \frac{2,5}{2,125} = \frac{4}{5}$$

$$ab_n = \frac{mg \sin \theta}{m} = \frac{3}{10} = -0,3$$

~~$$ab_n - ab_b = 2g \sin \theta$$~~

$$\sin \theta = \frac{ab_n - ab_b}{2g} = \frac{6}{2 \cdot 10} = 0,3$$

из этого можем найти



Из синус теоремы можем найти

$$\frac{h}{AB} = \sin \theta \Rightarrow AB = \frac{h}{\sin \theta} = \frac{0,3 \cdot 10}{0,3} = 10$$



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 checked="" 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!

$$\text{дано что тело трется} \Rightarrow \text{без трения было бы } E_k = \frac{mV^2}{2}$$

$$E_{k\text{т}} = mgh \Rightarrow mgh = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gR} = \sqrt{2gR}$$

ускорение с которого зависит

$$\text{сок} = g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = a_1$$

$$\text{и } \cos\alpha = -ab - ab = 2 \Rightarrow \mu \cos\alpha = 1 \frac{m}{c^2}$$

$$2g \sin\alpha = 6 \frac{m}{c^2} \Rightarrow a = 6 - 1 = 5 \frac{m}{c^2}$$

$$V_0 t + \frac{at^2}{2} = AB \quad \text{для } V_0 = 0 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2AB}{a}}$$

$$V = at = \sqrt{2ABa} = \sqrt{10} \text{ м}$$

Чтобы сок сократить без использования, её ускорение =  $a_1 \geq 0$ , если  $a_1 < 0$ , значит сила трения действует не постоянно, значит есть аростатическое

$$\Rightarrow \sin\alpha - \mu \cos\alpha \geq 0 \Rightarrow \mu \leq \tan\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{3}{10} \quad \cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \frac{\sqrt{91}}{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tan\alpha = \frac{3}{\sqrt{91}} \Rightarrow \mu \leq \frac{3}{\sqrt{91}}$$

Ответ:  $\sin\alpha = \frac{3}{10}$ ,  $V = \sqrt{10} \frac{m}{c}$ ,  $a = 5 \frac{m}{c^2}$ ,  $\mu \leq \frac{3}{\sqrt{91}}$

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



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

СТРАНИЦА  
1 из 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 изобарическом процессе вся тепло идёт на нагрев, т.к. работа = 0, т.к.  $\Delta V = 0$

$$(1) Q = C_V \cdot \Delta T_1 - \text{первый процесс}$$

$$(2) Q = C_V \cdot \Delta T_2 + P A = C_V \Delta T_2 + P \Delta V$$

$$\boxed{Q = \Delta U + A} - \text{основная формула}$$

$$\text{из (1)} \quad C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600}{15} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\text{из (2)} \quad A = Q - C_V \Delta T_2 = 600 - 40 \cdot 10 = 200 \text{Дж}$$

Теперь  $N_r = N_r \cdot N_A$ , ( $N_r$  - кол-во молей  
 $N_A$  - число АЛ = const)

$$\frac{N_r}{N_k} = \frac{J_r}{V_K} = k$$

$$(1) \quad Q = \frac{3}{2} R J_r \Delta T_1 + \frac{5}{2} R J_k \Delta T_2$$

~~$$(2) \quad Q - A = \frac{3}{2} R J_r \Delta T_2 + \frac{5}{2} R J_k \Delta T_2$$~~

~~$$Q - A = 400 \text{Дж} \quad Q = 600 \text{Дж} \Rightarrow Q - A \cdot \frac{3}{2} = Q$$~~

~~$$\frac{3}{2} \left( \frac{3}{2} R J_r \Delta T_2 + \frac{5}{2} R J_k \Delta T_2 \right) = \frac{3}{2} R J_r \Delta T_1 + \frac{5}{2} R J_k \Delta T_1$$~~

~~$$\frac{9}{4} \Delta T_2 k + \frac{5}{2} \Delta T_2 = \frac{3}{2} \Delta T_1 k$$~~

Из 1) Тогда в изобарическом процессе у меня сначала было давление  $P_1$ , стало  $P_2$ , а у нас тогда сначала было  $P_2$ , поменялось



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  
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!

Торг  $P_1 + P_2 = P_1' + P_2' = P$   
(пограничные давления)

$V_1$  - объём смеси в начале,  $V_2$  - в конце

$$P(V_2 - V_1) = A \quad \text{минус, т.к. есть } T_1 \text{ выше } T_2, \text{ а } \Delta T = T_2 - T_1,$$

$$(P_1 V_1 - P_2' V_2) = -V_r R \Delta T_2 \quad P_2 = P - P_1$$

$$(3)(P_2 V_1 - P_2' V_2) = -V_k R \Delta T_2 \quad P_2' = P - P_2$$

подставим в

$$(PV_1 - P_1 V_1 - PV_2 + P_1' V_2) = -V_k R \Delta T_2 \quad (3)$$

$$(P(V_1 - V_2) + V_r R \Delta T_2) = -V_k R \Delta T_2$$

$$-A = -V_r R \Delta T_2 - V_k R \Delta T_2$$

$$3A = Q = 3V_r R \Delta T_2 + 3V_k R \Delta T_2$$

$$(4) \quad Q = \frac{3}{2} R V_r \Delta T_1 + \frac{5}{2} R V_k \Delta T_1 = 3V_r R \Delta T_2 + 3V_k R \Delta T_2$$

$$\frac{3}{2} \Delta T_1 k + \frac{5}{2} \Delta T_1 = 3 \Delta T_2 k + 3 \Delta T_2$$

$$k = \frac{\frac{5}{2} \Delta T_1 - 3 \Delta T_2}{3 \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1} = \frac{\frac{5}{2} \cdot 15 - 60}{60 - \frac{45}{2}} = 1$$

Дано:  $A = 200 \text{ град}$ ,  $C_v = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{к}} \text{, } \frac{V_r}{V_k} = 1$



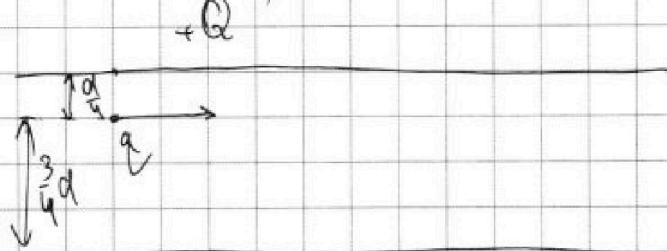
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Заметим, что радиус при вылете будет  $\frac{v_0^2}{a}$ , где  $a$  - ускорение в единице массы, и это  $\perp v_0$ , именно из-за этого  $R = \frac{v_0^2}{a}$  (можно сравнить с окр-тию, и  $a$ -у.с сила  $\Rightarrow R = \frac{v_0^2}{a}$ ) \* см. 2 стр.



сила на заряд  $q = ma$ , и направление силы, т.к.  $q > 0$ , и он отталкивается от  $+Q$  и прим  $x - Q$

$$\text{сила притяж} = k \frac{qQ}{(d)^2}$$

$$\sum F = F_{\text{притяж}} + F_{\text{норм}} =$$

$$, \text{сила притяж} = k \frac{qQ}{(\frac{3}{4}d)^2}$$

$$\frac{16kqQ}{d^2} + \frac{16kqQ}{9d^2} =$$

$$= \frac{160kqQ}{9d^2} = ma \Rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot \frac{160kQ}{9d^2} =$$

$$= 160k \frac{160}{g} + \frac{kQ}{d^2}$$

$$R = \frac{v_0^2}{a} = \frac{g}{160} \frac{v_0^2 d^2}{kQ}$$

Теперь посмотрим на его скорость, когда он будет на пересечении среднего по высоте



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

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

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

Задача, что это горизонтальная  
скорость будем считать, будем называть  
себя вертикальной скоростью за счёт  
ускорения.

\*  $\Sigma \text{Сила} = ma \Rightarrow E \cdot g$ , где  $E$  - поле  
в конденсаторе, значит, что  $E \cdot d = U$ ,  
и  $Q = C \cdot U \Rightarrow$

$$ma = E \cdot q = \frac{U}{d} \cdot q = \frac{Q \cdot q}{d \cdot C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot \frac{Q}{dC} = \frac{q}{m} \cdot \frac{Q}{dC}$$

уровнение  $\Rightarrow \text{const}$ ,  $\Rightarrow$  получаем  
вертикальную скорость, гасит ся пропорционально  
ускорению  $a$ , предположим что

$$v_0 + \frac{gt^2}{2} = \frac{d}{4}, v_0 = 0 \quad (\text{т.к. начальное расстояние } d \text{ было только  
гор. скорост})$$

$$gt = \sqrt{d}$$

$$t = \sqrt{\frac{d}{2g}} \quad v_b = \sqrt{\frac{dq}{2}}$$

$$v_{\text{полн}} = \sqrt{v_{\text{верт}}^2 + v_{\text{гор}}^2} = \sqrt{v_{\text{верт}}^2 + v_0^2} = \sqrt{\frac{d^2}{4} + v_0^2} \Rightarrow$$

из сложения векторов скор.

$$\Rightarrow v = v_{\text{полн}} = \sqrt{v_0^2 + \frac{dq}{2}}$$

$$R = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0^2 \cdot dC}{q}$$

Ответ:  $R$  - радиус кривизны =  $\frac{v_0^2 \cdot dC}{q}$ ,  $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{dq}{2}}$



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  
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





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!

$$Q = \frac{3}{2} J_R R_0 \left( \frac{3}{2} J_R R + \frac{5}{2} J_K R \right)$$

$$P_i V_i = \dot{m} i R$$

$$P_2 = P - P_1$$

$$(P_i V_i - P'_i V_2) = J_1 R \Delta T_2 \quad P'_i = P - P_i$$

$$(P_2 V_1 - P'_2 V_2) = J_2 R \Delta T_2$$

$$\times 16 \quad 160 - 16 = \\ 144$$

$$(P_i V_i - P'_i V_2) = J_1 R \Delta T_2$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \rho = \rho \cdot \dot{\rho}$$

$$(P V_1 - P_i V_1 + P V_2) + P'_i V_2 = J_2 R \Delta T_2$$

$$(P(V_1 - V_2) - J_1 R \Delta T_2) = J_2 R \Delta T_2$$

$$3 J_K R \Delta T_2 + 3 J_R R \Delta T_2 = T_1 \left( \frac{3}{2} J_R + \frac{5}{2} J_K \right)$$

$$3 J_K \cdot 10 + J_R \cdot 30 = \frac{45}{2} J_R + \frac{75}{2} J_K$$

$$60 J_K + 60 J_K = 45 J_R + 75 J_K \quad F = m a =$$

$$R = \frac{V^2}{w} \quad F_{mp} = \mu mg \cos \alpha \quad - F \cdot q = \frac{\partial}{\partial t} p$$

$$F_{mp} \quad ma = mg \sin \alpha \quad q \rightarrow$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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.

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

$$\cos \alpha \cdot \frac{\sin 2\beta}{2} - \sin \alpha \cdot \frac{\cos 2\beta + 1}{2} = m$$

*рекомендация*  $\cos 2\beta = 2\cos^2 \beta - 1 \Rightarrow$

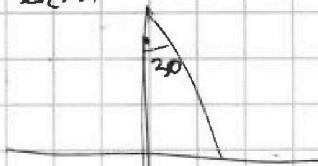
$$\cos \alpha \cdot \sin 2\beta - \sin \alpha \cos 2\beta + \sin \alpha = 2m$$

$$\sin(2\beta - \alpha) + \sin \alpha = 2m$$

$$P_1 = \rho V R$$

$$\frac{P_1 + P_2}{2} = P$$

$$\frac{P_1' + P_2'}{2} = P$$



$$\frac{P_1 + P_1'}{2} \cdot \Delta V + \frac{P_2 + P_2'}{2} \cdot \Delta V = A$$

$$(R \left( \frac{3}{2} V_1 \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 \Delta T_2 \right)) \quad \text{или} \quad Q$$

A

$$R \left( \frac{3}{2} V_1 \Delta T_2 + \frac{5}{2} V_2 \Delta T_1 \right) + P_1 \cancel{\Delta T_1} + P_2 \cancel{\Delta T_2} = Q$$

$$\frac{3}{2} V_1 (\Delta T_2 - \Delta T_1) + \frac{5}{2} V_2 (\Delta T_1 - \Delta T_2) = Q \quad \frac{N_r}{N_k} = \frac{V_1 \Delta T_1}{V_2 \Delta T_2}$$

$$\frac{9}{4} V_1 \Delta T_2 + \frac{15}{4} V_2 \Delta T_1 = Q \quad \frac{3}{2} V_1 \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 \Delta T_2$$

$$\frac{9}{4} \Delta T_2 k + \frac{15}{4} \Delta T_1 k = \frac{3}{2} \Delta T_1 k + \frac{5}{2} \Delta T_2 k$$

$$Q = \frac{3}{2} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} R \Delta T_1$$

$$Q = P_1 V_1 - P_2 V_2$$

$$\left( \frac{P_1 + P_2}{2} \right) (V_2 - V_1) + \left( \frac{P_1' + P_2'}{2} \right) (V_1 -$$

$$P_1 + P_2 = P_1' + P_2'$$