



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

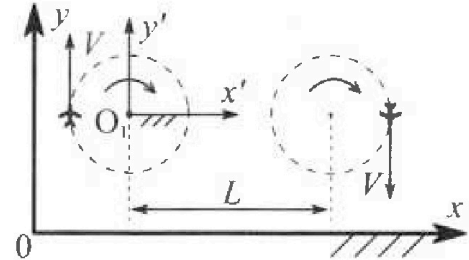
## Вариант 10-04

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  $V = 100$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=500$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

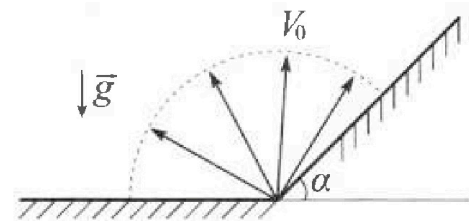
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени са молеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=1,25$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

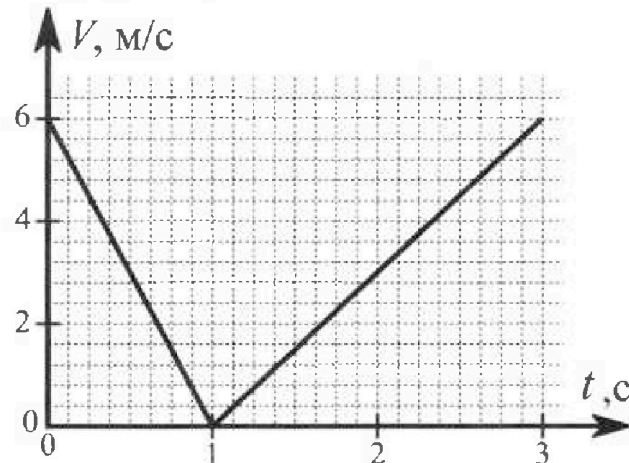
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна  $T = 5$  с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно  $S = 100$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

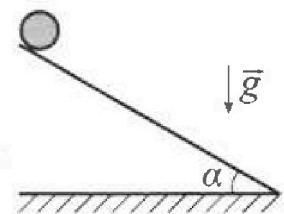
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – 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 в  $n=4$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h=1,5$  м?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 2320$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 58$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 40$  К.

1. Найдите работу  $A$  внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $\frac{3}{8}d$  от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен  $R$ .

1. Найдите удельный заряд  $\gamma = \frac{q}{m}$  частицы, здесь  $q$  – заряд частицы,  $m$  – масса частицы.

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

СТРАНИЦА 1 ИЗ 4

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!

**Дано:**

$g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $T = 5 \text{ с}$   
 $S = 100 \text{ м}$   
 $T = 5 \text{ с}$

$v_0 = ?$   
 $d = ?$

$L = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\beta) \Rightarrow v_0 \rightarrow \max$   
 при  $\beta = 45^\circ$ , тогда

~~$v_0 = \frac{S}{T \cos \beta}$~~   
 ~~$v_0 = \frac{S}{T \cos \beta} = 20\sqrt{2} \text{ м/с}$~~

и  $y(t_{\max}) = 0$  — упр. на  $t = T$   
 $v_0 \sin(\beta) T - g \frac{T^2}{2} = 0$  и  $T \neq 0$   
 $T = \frac{2v_0 \sin \beta}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{gT}{2 \sin \beta} = \frac{10 \cdot 5}{2 \sin \beta}$   
 $= 25\sqrt{2} \text{ м/с}$

$\vec{\frac{S}{t}} = \vec{v_0} + \frac{g\vec{t}}{2}$

$\gamma + \alpha - \beta + 90 - \delta = 180^\circ$   
 $\gamma = \beta - \delta - \gamma - \delta \Rightarrow \gamma = 180^\circ$

$S_{ABC} = \frac{1}{2} \frac{S}{t} \cdot \frac{gt}{2} \cdot \sin(90 + \delta) = \frac{1}{2} v_0^2 \frac{\sin(90 - \beta) \sin(\delta)}{\sin(\alpha - \delta)}$   
 $\frac{gS}{2} = v_0^2 \cdot \frac{\cos \beta}{\cos \delta} (\sin \beta \cos \delta - \cos \beta \sin \delta)$



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 4

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!

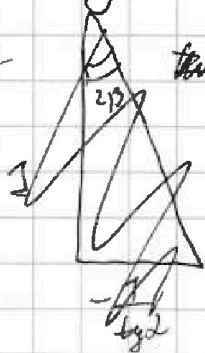
$$S = \frac{v_0^2}{g} (\sin(2\beta) - 2\cos^2\beta \operatorname{tg}\alpha)$$

$S'_\beta = 0$  — найдем экстремум

$$0 = 2\sin\beta - 2\cos(2\beta) + 4\cos\beta \operatorname{tg}\alpha \sin\beta$$

$$0 = \cos(2\beta) + \operatorname{tg}\alpha \sin(2\beta)$$

$$\operatorname{tg}(2\beta) = -\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha} =$$



$$S''_\beta = \frac{v_0^2}{g} (-2\sin 2\beta + 2\operatorname{tg}\alpha \cos 2\beta)$$

$$\frac{S''_\beta}{\cos 2\beta} = \frac{v_0^2}{g} (-2 - 2\operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg} 2\beta + 2\operatorname{tg}\alpha)$$

т.к.  $2\beta \in [0, \pi]$

и  $\operatorname{tg}(2\beta) < 0$  (т.к.  $2\beta \in (\pi/2, \pi)$ ), то

$$\cos 2\beta < 0, \text{ т.к. } \frac{S''_\beta}{\cos 2\beta} > 0, \text{ то } S''_\beta < 0 \Rightarrow$$

это максимум

$$\operatorname{tg}(2\beta) = +\left(\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}\right) = \frac{1 - \cos 2\beta}{\cos 2\beta}$$

$$\cos^2 2\beta \left(1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}\right) = 1 \Rightarrow \cos 2\beta = -\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}}}$$

$$= 2\cos^2 \beta - 1 \Rightarrow \boxed{2\cos^2 \beta = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}}}} \\ = 1 - \sin \alpha$$

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

СТРАНИЦА

83 из 4

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!

$$\operatorname{tg}^2 2\beta = \frac{\sin^2 2\beta}{1 - \sin^2 2\beta} \quad \left[ \sin 2\beta = \frac{-\operatorname{tg} 2\beta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 2\beta}} \right] \quad \text{т.к.}$$

$\beta \in [0; 90^\circ]$ , то  $\sin(2\beta) \geq 0$

$$S = \frac{v_0^2}{g} (\sin 2\beta - 2\cos^2 \beta \operatorname{tg} \alpha) = \frac{v_0^2}{g} \left( \frac{-\operatorname{tg} 2\beta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 2\beta}} - \operatorname{tg} \alpha \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 2\beta}} \right) \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \left( \frac{+1}{\operatorname{tg} \alpha \sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}}} - \operatorname{tg} \alpha + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}}} \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \left( \cos^2 \alpha - \operatorname{tg} \alpha + \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha}{\sin \alpha} \right) = \frac{v_0^2}{g} (2\cos^2 \alpha - \operatorname{tg} \alpha)$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \left( \cos \alpha + \frac{\sin^2 \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha} \right) = \frac{v_0^2}{g} \cos \alpha$$

$$\frac{gS}{v_0^2} = \cos \alpha + \frac{1 - \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} - \cos^2 \alpha$$

$$\frac{gS}{v_0^2} \cos \alpha = 1 - \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$1 - \cos^2 \alpha = \left( 1 - \cos^2 \alpha \left( \frac{gS}{v_0^2} - 1 \right) \right)^2$$

$$- \cos^2 \alpha = -2\cos^2 \alpha \left( \frac{gS}{v_0^2} - 1 \right) + \cos^2 \alpha \left( \frac{gS}{v_0^2} - 1 \right)^2$$

т.к.  $\cos^2 \alpha \neq 0$ , то

$$1 + 2\left(\frac{gS}{v_0^2} - 1\right) = \cos^2 \alpha \left(\frac{gS}{v_0^2} - 1\right)^2$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{2}{\frac{gS}{v_0^2} - 1}} = \sqrt{2}$$



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  
4 из 4

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!

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{\frac{95}{v^2} - 2}}{\left(\frac{95}{v^2} - 1\right)^2} = \sqrt{\frac{\frac{10^3}{800} - 2}{\dots}}$$

$$2 \left( \frac{95}{v^2} - 1 \right) = \cos \alpha \left( \frac{95}{v^2} - 1 \right)^2 + 1$$

$$1 - \cos^2 \alpha = \left( \frac{95}{v^2} - \frac{95}{v^2} \cos \alpha + 1 \right)^2 \quad \text{верно}$$

$$-\cos^2 \alpha = \cos^4 \alpha + \left( \frac{95}{v^2} \right)^2 \cos^2 \alpha + 2 \cos^2 \alpha - \frac{2 \cos^3 \alpha 95}{v^2} - 2 \frac{95}{v^2} \cos \alpha$$

$$\cos^3 \alpha + \cos^2 \alpha \left( \frac{95}{v^2} + 3 \right) - \frac{2 \cos^2 \alpha 95}{v^2} - \frac{95}{v^2} = 0$$

$$-\cos^2 \alpha = \left( \frac{95}{v^2} \right)^2 \cos^2 \alpha - \frac{2 \cdot 95}{v^2} \cos \alpha$$

r.v.  $\cos \alpha \neq 0, \neq 0$

$$\cos \alpha = \frac{2 \cdot 95}{v^2 \left( 1 + \left( \frac{95}{v^2} \right)^2 \right)} = \frac{2 \cdot 10^3}{625 \cdot 2 \left( 1 + \left( \frac{10^3}{1250} \right)^2 \right)}$$

$$= \frac{40}{25 \left( 1 + \frac{16}{5} \right)} = \frac{8}{5 \left( 1 + \frac{16}{25} \right)} = \frac{8}{5 + \frac{16}{5}} = \frac{40}{41}$$

Answer:  $v_0 = 25\sqrt{2} \text{ м/с}; \alpha = \arccos\left(\frac{40}{41}\right)$





1  2  3  4  5  6  7

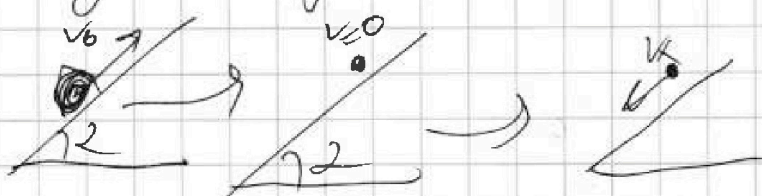
СТРАНИЦА  
1 из 4

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!

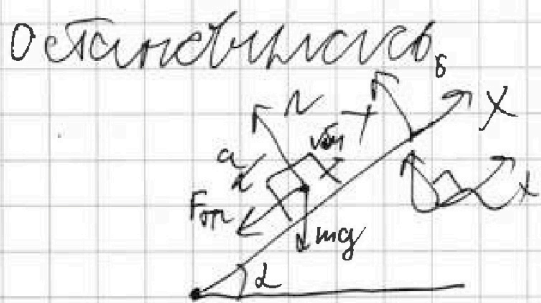
Дано:  
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $h = 1,5 \text{ м}$   
 $\alpha = ?$   
 $\mu = ?$   
 $\alpha = ?$

В 1<sup>ом</sup> случае  
 камень влетел по склону

и затем она отскочила  
 по бездействующему Film



то можно найти  $\mu$  из графика,  
 т.к. точка b вот значит



3 сл,  
 1) макс:  $N = mg \cos \alpha$   
 2) макс:  $ma = F_{тр} + mg \sin \alpha$

$a_{\text{н}} = \frac{v_0}{t_{\text{отск}}} = 6 \text{ м/с}^2 = \cos \alpha \cdot \mu \cdot mg$  - ум. коэф. трения

можно) графика  $v(t)$  до остановки,  
 $a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 6 \text{ м/с}^2$

Во втором случае  $a_0 = \frac{v_0}{t_{\text{отск}}} = 2 \text{ м/с}^2$   
 екоренные волел остановки

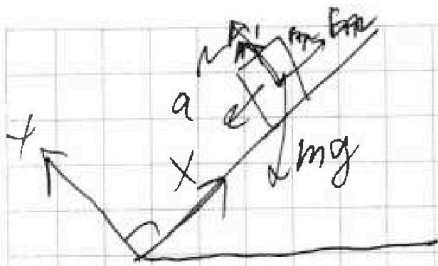


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 4

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) 3.8. на  $\gamma$ :  $N = mg \cos \alpha$

2) 3.8. по x:  $mg_0 = mg \sin \alpha - F_{tr}$

$F_{tr} = \mu N$  - сила трения

$F_{tr}$  направлена вверх. Т.к. масса направлена сверху.

$$g_0 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 2 \text{ м/с}^2$$

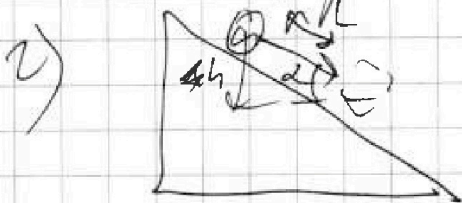
$$a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 6 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{a + a_0}{g} = 2 \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a + a_0}{2g} = 0.4$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{1}{10} \sqrt{100 - 16} = \frac{\sqrt{84}}{10} = \frac{\sqrt{21}}{5}$$

$$\frac{dN}{d\alpha} = \frac{a}{g} - \sin \alpha = \frac{92}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{21}}{2}$$

Вопросы о ответ:



Затем 3(9):  
 $mg_0 = mg \sin \alpha - F_{tr}$

$F_{tr} = \mu mg \cos \alpha$  - аналогично пред. случаю

$$v = \sqrt{2gh - \mu g \cos \alpha L} = \sqrt{2gh - \mu gh} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 15 - \frac{2 \cdot 15}{9.4}} = \sqrt{30 - \frac{30}{9.4}} = \sqrt{\frac{30}{9.4}} = 1.5 \text{ м/с}$$

m - масса бочки с водой (всего 200 г)

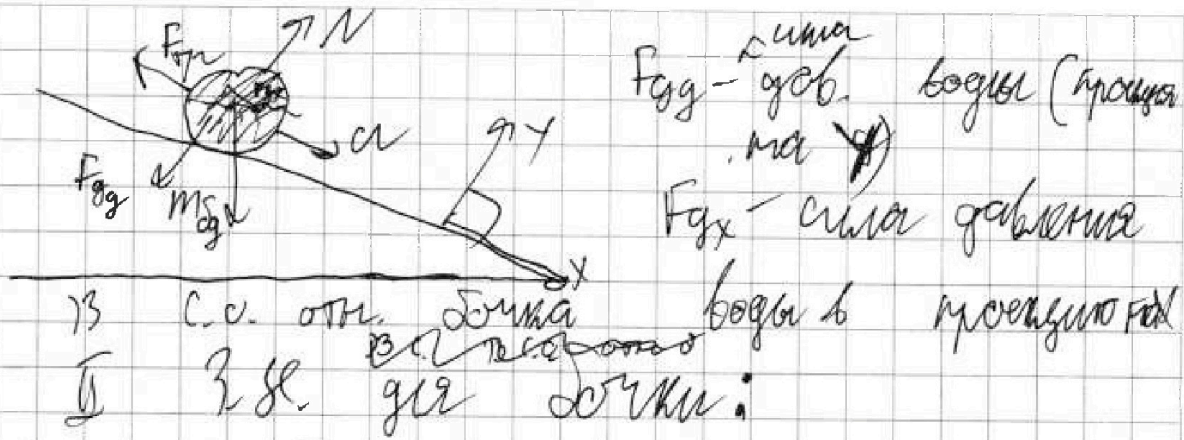


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 4

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) С.с. отн. Земли  
 2) З.с. отн. Земли

min:  $N = F_{gy} + mg \cos \alpha$

max:  $ma = mg \sin \alpha + F_{gx} - F_{FN}$

$F_{gy} = km \cdot a_{app y} = k \cdot m \cdot g \cos \alpha$

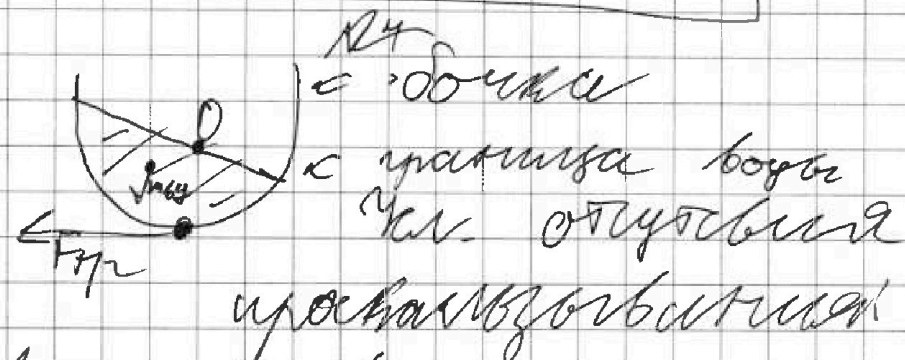
$a_{app}$  - ускорение относительно Земли

$F_{gx} = m \cdot a_{app x} = n \cdot m (a + g \sin \alpha)$

$ma = (k-1) mg \sin \alpha - (n-1) mg \cos \alpha$

$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

4)



$M_{max} = M_{FN}$  (при  $am = 0$ )

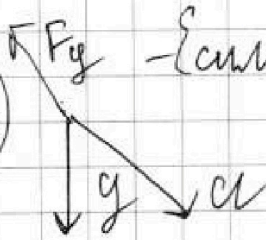
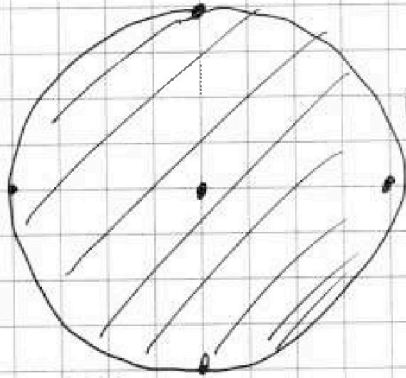


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 из 4

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!



- сила, характеризующая  
разность потенциалов  
в точке  
по направлению  $x$

$$F_g = m_b (\vec{a} \times \vec{y}) = m_b (\vec{a} \times \vec{y})$$

$F_g = -m_b a \vec{x}$  с такой силой  
действует на массу  $m_b$   
вектор  $F_g$  направлен  
вдоль оси  $x$



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.

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!

$$8314 \cdot 29 = 8314(30-1) = 249420 - 8314 = 241106$$

$$\begin{array}{r} 8314 \\ \times 30 \\ \hline 249420 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 241106 \\ \underline{18} \\ 61 \\ \underline{54} \\ 41 \end{array}$$

$$C_p = \frac{241106 \text{ Дж}}{9000 \text{ моль}} = 26.78 \text{ Дж/моль}$$

а

$$C_p = \frac{2720 \text{ Дж}}{40 \text{ К}} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

— не подходит

$$N_1 \cdot \epsilon = N_1 + N_2 = \frac{6(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{R \Delta T_1 \Delta T_2} N_4$$

$$3N_1 + 5N_2 = \frac{26N_4}{R \Delta T_1}$$

$$\frac{3N_1 + 5N_2}{N_1 + N_2} = \frac{2\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = \frac{3\frac{N_1}{N_2} + 5}{\frac{N_1}{N_2} + 1}$$

$$\frac{N_1}{N_2} \left( 3 - \frac{2\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} \right) = \frac{2\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} - 5$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5 - \frac{2\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2}}{\frac{2\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} - 3} = \frac{5 - \frac{80}{18}}{\frac{80}{18} - 3}$$

$$= \frac{\frac{10}{18}}{\frac{16}{18}} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$$

Ответ:  $A_{\text{от}} = 2720 \text{ Дж}$  ( $C_p = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ );  
 $C_{\text{пол}} = \frac{29}{9} R \approx \frac{241106 \text{ Дж}}{9000 \text{ моль}}$  ( $\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{8}$ )

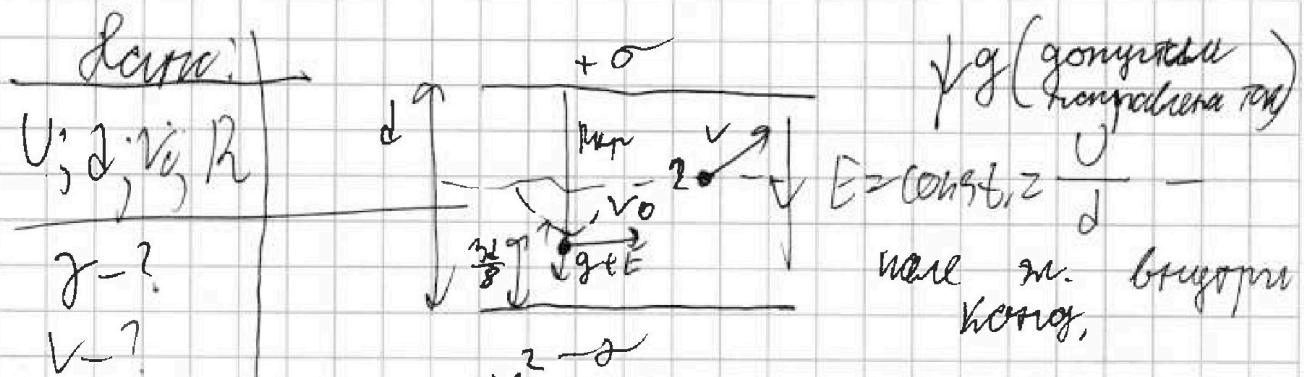


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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



$-R = -R_{кр} = \frac{mv_0^2}{4E} - \gamma d$  т.е. высота пересечёт

среду нулю или -16 константа и

$R_{кр} = \frac{v_0^2}{4E + g}$

$\gamma = \frac{v_0^2 - gR_{кр}}{-E} = - \frac{(v_0^2 - gR_{кр})d}{U R_{кр}}$

Получили 3(7) г/р сош. 147:

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + (mg + qE) \frac{d}{8}$

$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + (2g + 2\gamma E) \frac{d}{8}$

$v = \sqrt{v_0^2 + 2g - 2(v_0^2 - gR_{кр})}$

$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{dg}{4} + \frac{d}{4} \left( \frac{v_0^2 - g}{R_{кр}} - g \right)}$

Ответ:  $v = \sqrt{v_0^2 - \frac{v_0^2 d}{4R_{кр}} + \frac{gd}{2}} = \sqrt{v_0^2 \left( 1 - \frac{d}{4R_{кр}} \right) + \frac{gd}{2}}$

Ответ:  $\gamma = - \frac{(v_0^2 - gR_{кр})d}{UR_{кр}}$ ;  $v = \sqrt{v_0^2 \left( 1 - \frac{d}{4R_{кр}} \right) + \frac{gd}{2}}$



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  
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!

Order: 
$$\gamma = - \left( \frac{v_0^2 - g R_{\text{кр}}}{v R_{\text{кр}}} \right) d$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{g d}{2R} + \frac{v_0^2}{4R}}$$

Сам  $g \ll E, v_0$

$$\gamma = - \frac{v_0^2}{v R_{\text{кр}}}$$

$$v = v_0 \sqrt{1 + \frac{d}{4R}}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

229 88

ВАН МУ

2320 | 29  
292 | 80

Решение

$$\Delta T_1 = 58 \text{ K}$$

$$Q = 2320 \text{ Дж}$$

$$\Delta T_2 = 40 \text{ K}$$

A - ?  
Cp - ?  
 $\frac{N_1}{N_2}$  - ?

# I НТ газа

$$-Q = -R \Delta T_1 \left( \frac{3N_1}{2N_0} + \frac{5N_2}{2N_0} \right) + A_{\text{из}} + A_{\text{вн}}$$

$$Q = \frac{R \Delta T_1}{2N_0} (3N_1 + 5N_2) = 2320$$

I НТ газа

$$-Q = -\frac{R \Delta T_2}{2N_0} (3N_1 + 5N_2) + A_{\text{разг}}$$

$$A_{\text{вн}} = -A_{\text{разг}} = Q - \frac{R \Delta T_2}{2N_0} (3N_1 + 5N_2) =$$

$$= Q - \frac{Q}{\Delta T_1} \cdot \Delta T_2 = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) =$$

$$= 2320 \left( 1 - \frac{40}{58} \right) \text{ Дж} = \frac{2320 \cdot 9}{29} \text{ Дж} =$$

$$= 80 \text{ Дж} = 1420 \text{ Дж}$$

$A_{\text{вн}} = - \int_{V_1}^{V_2} p dV = n \frac{R}{2} \Delta T_2$ , где  $\nu = \frac{N_1 + N_2}{N_0}$  - суммарное число молей газа

$$\nu = \frac{A_{\text{вн}}}{R \Delta T_2} = \frac{Q (\Delta T_1 - \Delta T_2)}{R \Delta T_1 \Delta T_2}$$

$$C_p = \frac{Q}{\Delta T_2 \cdot \nu} - \text{но ср. величина (максимум)}$$

(нужно в газном процессе она постоянна)

$$C_p = \frac{R \Delta T_1}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = \frac{58}{18} R = \frac{29}{9} R$$