



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 10-02

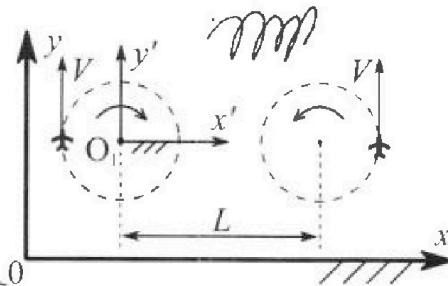
27.02



*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 $V = 70 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт, $R=700 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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



В некоторый момент времени оба самолета оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L=2,1 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.



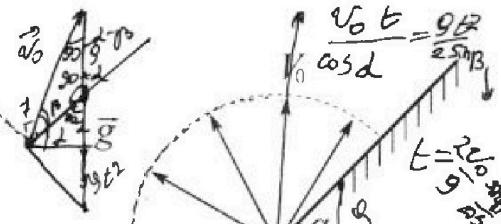
$$y = V_0 \sin \theta - \frac{9.82}{2} t^2$$

$$x_{tB} = V_0 \cos \theta t$$

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x' O_1 y'$, 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. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно $S_1 = 160 \text{ м}$, упавших на склон, $S_2 = 120 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

$$V_0 t = \frac{S}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{gt^2}{2 \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 160}{2 \sin 30^\circ} = \frac{160 \sqrt{3}}{\sin 30^\circ}$$



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

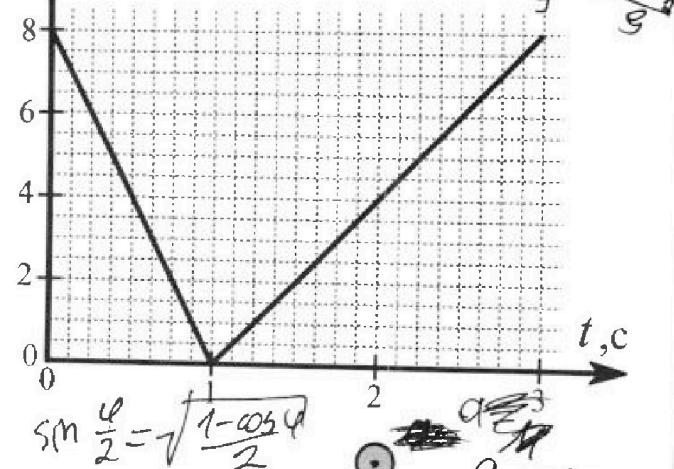
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

$$S = C \cdot \frac{\sin((\alpha + \beta) - \beta)}{\cos^2 \beta} = C \cdot \sin(\alpha) \frac{m \cdot g^2 \sin^2 \alpha}{2} = m g S$$

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Найдите $\sin \alpha$, где α – 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 $n=2$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на $L=0,6 \text{ м}$?

3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.

4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

$$\frac{69}{2}$$

$$\begin{aligned} \frac{69}{2} \frac{\alpha}{2} &= \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{1 - 2 \cos \alpha}{1 + 2 \cos \alpha + \cos^2 \alpha} \\ &= \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{1 + 2 \cos \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha}{1 + 2 \cos \alpha + \cos^2 \alpha} \end{aligned}$$

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 780$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 31,2$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 20$ К.

- Найдите работу A внешних сил в изобарическом процессе.
- Найдите теплоемкость C_p смеси в изобарическом процессе.
- 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. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} < 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

- Найдите скорость V_0 частицы в рассматриваемый момент времени.

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

- С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?

~~Q=ΔU~~

$$Q+A=\Delta U$$

$$Q+A=\frac{R_0\pi}{2}(3V_1+5V_2)$$

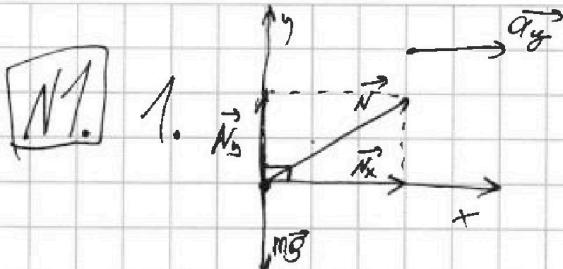
$$\begin{aligned} Q &= \Delta U = \Delta U_{He} + \Delta U_{N_2} = \\ &= \frac{3}{2}V_1 R_0 \pi + \frac{5}{2}V_2 R_0 \pi = \\ &= \cancel{\pi} = \frac{R_0 \pi}{2}(3V_1 + 5V_2) \\ P = \text{const} \quad Q &= iU + A = \frac{i}{2}P_0 V + P_0 V \end{aligned}$$



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

СТРАНИЦА
1 из 1

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



На лёгтике действуют две силы: \vec{N} и $m\vec{g}$.

\vec{N} - сила реакции крена.
 $m\vec{g}$ - сила тяжести.

Разложим \vec{N} на \vec{N}_x и \vec{N}_y ,
так, что $\vec{N} = \vec{N}_x + \vec{N}_y$
($N^2 = N_x^2 + N_y^2$, m - const)

по третьему закону Ньютона $P = N$,
где P - сила со стороны лёгтика на фюз.

Поэд.: ОХ: $N_x = m\vec{a}_x$?

(Второй закон ОУ: $N_y - mg = 0$)

Ньютона в
проекции на ось

$\vec{a}_y = \frac{v^2}{R}$ - центростремительное
ускорение, вращательное двиц. по окр.

\Leftrightarrow

$$\begin{cases} N_x = m \frac{v^2}{R}, \\ N_y = mg; \end{cases} \rightarrow N^2 = N_x^2 + N_y^2 = m^2 \left(\frac{v^4}{R^2} + g^2 \right)$$

$$P = N = m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}$$

$$k = \frac{P}{mg} = \frac{m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}}{mg} = \sqrt{1 + \frac{v^4}{(gR)^2}}$$

$$k = \frac{P}{mg} = \sqrt{1 + \frac{(702)^4}{(10^2 \cdot 700)^2}} = \sqrt{1 + \frac{149^4}{10^8 \cdot 10^4}} = \sqrt{1,49}$$

2. Найдём w -угловую скорость вращения $x'0_1y'$:
 $w = \frac{v}{R}$ - угл. скорость врац. самолета.

Гравий самолет вращается с w против часовой и час
переши в СО с w по часовой \Rightarrow в этот СО $w_2 = 2w$ про-
тив часовой - угл. скорость второго самолета.

расстояние от оси вращения до второго самолета $r = R + l \Rightarrow$
 $\Rightarrow k \vec{v}$ добавляет \vec{U} , такая, что: $|\vec{U}| = 2wr$; $\vec{U} \parallel 0_1y'$

$$|\vec{U}| = 2wr = 2v \cdot \frac{R+l}{R}, |\vec{U}| = 2 \cdot 70 \frac{m}{s} \cdot \frac{700m + 2100m}{700m} = 560 \frac{m}{s} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \vec{U} = \vec{v} + \vec{U} \quad |\vec{U}| = |\vec{v}| + v = 560 \frac{m}{s} + 70 \frac{m}{s} = 630 \frac{m}{s}. \vec{U} \parallel 0_1y'$$

Ответ: $k = \frac{P}{mg} = \sqrt{1,49}$, $|\vec{U}| = 630 \frac{m}{s}$; $\vec{U} \parallel 0_1y'$



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

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= -\operatorname{tg} d + \sqrt{\operatorname{tg}^2 d + 1} = -\operatorname{tg} d + \frac{1}{\cos d} = \frac{-\sin d + 1}{\cos d} \quad (\operatorname{tg}^2 d + 1 = \frac{1}{\cos^2 d}) \\ \text{Заменим, что } \operatorname{tg} \frac{d}{2} &= \frac{\sqrt{1-\cos d}}{\sqrt{1+\cos d}} = \frac{\sqrt{1-\cos^2 d}}{\sin d} \\ \operatorname{tg} \frac{d}{2} &= \frac{\sqrt{1-\cos^2 d}}{\sqrt{1+\cos d}} = \frac{1-\cos d}{\sqrt{1-\cos^2 d}} = \frac{1-\cos d}{\sin d} \\ \operatorname{tg}\left(\frac{90-d}{2}\right) &= \frac{1-\cos(90-d)}{\sin(90-d)} = \frac{1-\sin^2 d}{\cos d} = \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow \\ \Rightarrow \varphi &= \frac{90-d}{2} \Rightarrow s_2 = \sin\left(\frac{90-d}{2}\right) = \\ &= \frac{2v_0^2}{g \cos d} \left(\sin\left(\frac{90-d}{2}\right) \cos\left(\frac{90-d}{2}\right) - \sin^2\left(\frac{90-d}{2}\right) \cdot \operatorname{tg} d \right) = \\ &= \frac{v_0^2}{g \cos d} \left(\sin(90-d) - (1-\cos(90-d)) \operatorname{tg} d \right) = \\ &= \frac{v_0^2}{g \cos d} \left(\cos d - (1-\sin d) \cdot \frac{\sin d}{\cos d} \right) = \frac{v_0^2}{g} \left(1 - \frac{(1-\sin d) \sin d}{\cos^2 d} \right) = \\ &= \frac{v_0^2}{g} \left(1 - \frac{(1-\sin d) \sin d}{(1+\sin d)(1-\sin d)} \right) = \frac{v_0^2}{g} \left(1 - \frac{\sin d}{1+\sin d} \right) \\ \cancel{s_2 = s_2 \sin d} &\quad s_2 = \frac{v_0^2}{g} \left(\frac{1+\sin d - \sin d}{1+\sin d} \right) = \frac{v_0^2}{g(1+\sin d)} \\ \boxed{\sin d = \frac{v_0^2}{gs_2} - 1} &\quad \sin d = \frac{(40\pi)^2}{120^2 \cdot 920} - 1 = \frac{16}{12} - 1 = \frac{4}{3} - 1 = \frac{1}{3} \\ \text{или } d &= \arcsin\left(\frac{1}{3}\right) \\ \text{Ответ: } v_0 &= 40 \text{ м/с}; d = \arcsin\left(\frac{1}{3}\right) \end{aligned}$$



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

(N2)

1. Рассмотрим скакок, уменьшив на максимум
тое расстояние по горизонтали:

Ось Y. Введем систему координат ХОУ: ОХ гориз.,
ОY вертикально.

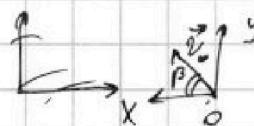
$$\left\{ \begin{array}{l} OY: y(t) = v_0 \sin \beta t + -\frac{9t^2}{2}, \\ OX: x(t) = v_0 \cos \beta t \end{array} \right.$$

О-нач. поз.

β - угол броска

В момент падения $y=0$ и $t \neq 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 0 = v_0 \sin \beta - \frac{9t^2}{2}, \\ x = v_0 \cos \beta t; \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} t = \frac{2v_0 \sin \beta}{9}, \\ s = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{9}, \end{array} \right. \text{как мы видим,} \\ \text{макс. расстояние} \\ \text{при } \sin 2\beta = 1 (\beta = 45^\circ) \Rightarrow$$



2. Рассмотрим скакок, уменьшив на макс. высоту:

$$\Rightarrow s_1 = \frac{v_0^2}{g} \rightarrow [v_0 = \sqrt{gs_1}]$$

$$v_0 = \sqrt{160 \cdot \frac{40}{9}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Введем систему координат X'OX': ОХ' горизонтальность:

$$\left\{ \begin{array}{l} OY: y = -9 \cos \alpha t, \quad OX = -9 \sin \alpha t, \\ OY' \perp OX, \quad O-\text{нач. поз.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} OY: y(t) = v_0 \sin \varphi t - \frac{9 \sin^2 \alpha t^2}{2}, \\ OX': x(t) = v_0 \cos \varphi t - \frac{9 \cos^2 \alpha t^2}{2}; \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{β - угол броска} \\ \text{В момент падения} \\ y=0 \text{ и } t \neq 0 \Rightarrow \end{array}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 0 = v_0 \sin \varphi - \frac{9 \cos \alpha t}{2}, \\ s = v_0 \cos \varphi t - \frac{9 \sin \alpha t^2}{2}, \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} t = \frac{2v_0 \sin \varphi}{9 \cos \alpha}, \\ s = \frac{2v_0^2 \sin \varphi \cos \alpha - 2v_0^2 \sin^2 \varphi \sin \alpha}{9 \cos^2 \alpha} \end{array} \right.$$

$$S(\varphi) = \frac{2v_0^2}{9 \cos^2 \alpha} \left(\sin \varphi \cos \alpha - \frac{\sin^2 \varphi \sin \alpha}{\cos \alpha} \right) \quad S'(\varphi) = \frac{2v_0^2}{9 \cos^2 \alpha} \left(\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \right)$$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha - 2 \cos \alpha \sin \alpha \cos \varphi = 0 \quad \left| \begin{array}{l} \frac{1}{\cos^2 \alpha} (\tan^2 \alpha - 2 \tan \alpha \cos \varphi) = 0 \\ \tan^2 \alpha - 2 \tan \alpha \cos \varphi = 0 \end{array} \right. \quad \text{нет корней}$$

$$1 - \cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha \sin \alpha = 0 \quad \text{(две корни)}$$

$$\cos^2 \alpha + 2 \cos \alpha \sin \alpha - 1 = 0$$

$$\cos \alpha = -\sin \alpha + \sqrt{\sin^2 \alpha + 1}$$

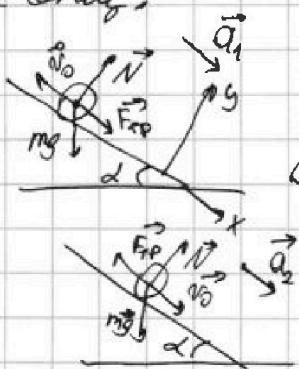


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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!

(N3) 1. Из графика очевидно, что нач. скорость солдата, против направления склона («вверх»).
Задача задача Кинематика для движения «вверх» и «вниз»:



$$\begin{aligned} OX: F_{fp} + mg \sin \alpha &= m a_1, \\ OY: N - mg \cos \alpha &= 0, \\ F_{fp} = \mu N; & \end{aligned} \quad \Rightarrow a_1 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$\begin{aligned} OX: -F_{fp} + mg \sin \alpha &= m a_2, \\ OY: N - mg \cos \alpha &= 0, \\ F_{fp} = \mu N; & \end{aligned} \quad \Rightarrow a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

изделие

a_1 и a_2 находятся из графика, как ^V построение касательных
~~установка~~ касательных на графике ($a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$):

$$a_1 = \left| \frac{(0-8) \frac{m}{s}}{(1-0) s} \right| = 8 \frac{m}{s^2} \quad a_2 = \left| \frac{(8-0) \frac{m}{s}}{(3-1) s} \right| = 4 \frac{m}{s^2}$$

$$\begin{cases} a_1 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha), \\ a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha); \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1 - g \sin \alpha = \mu g \cos \alpha, \\ a_2 - g \sin \alpha = -\mu g \cos \alpha; \end{cases} \Rightarrow$$

$$\rightarrow a_1 - g \sin \alpha = g \sin \alpha - a_2 \rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{(8+4) \frac{m}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = 0.6 \Rightarrow$$

2. Момент импульса будет скла- $\Rightarrow \cos \alpha = 0.8$
зываться из момента импульса води и солдата.

Еще M -масса бояка, то mM -масса води \Rightarrow

$$\Rightarrow J_0 = \frac{hMR^2}{2} + MR^2 = MR^2 \frac{n+2}{2} \quad (\text{М.к. бояка - тащий учи-} \\ \text{лище, а води - стоящий})$$



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

$$E_{\text{Ep.}} = \frac{y_0 w^2}{2} = \frac{y_0 \cdot v^2}{2 R^2} = \frac{M R^2 v^2 (n+2)}{4 R^2} = \frac{M v^2 (n+2)}{4}$$

V- спросы У. М.; Евр - Евразийское сообщество

$$E_K = E_{\text{sp}} + \frac{mv^2}{2} = mv^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{n+2}{4} \right) = \frac{mv^2(n+4)}{4} - \text{max}$$

$$3C2: Mg_{sh} = E_k + F_{fp} = \frac{Mv^2(n+q)}{4} + F_{fp} \cdot L$$

E_k

$sh = L \sin \alpha, F_{fp} = \mu Mg \cos \alpha (\approx 1):$

$$Mg \cos \theta = \frac{Mv^2(n+4)}{4} + Mg \cos \theta \approx 1.4$$

$$496 \sin \alpha = v^2(h+4) + 4mg \cos \alpha L$$

$$v^2(h+4) = 496 \text{ (since } 24050\text{)}$$

$$V = 2\sqrt{96} \cdot \frac{(sind - M \cos d)}{n+4} \quad \left(a_1 = g(sind - M \cos d) \right)$$

$$V = 2\sqrt{10 \cdot \frac{7}{c^2} \cdot 0,671 \cdot \frac{96 - 925 \cdot 0,78}{2+4}} = M = \frac{a_1 - g \sin d}{g \cos d} = \frac{(8 - 96 \cdot 10) \frac{m}{c^2}}{0,8 \cdot 10 \frac{m}{c^2}}$$

$$= 2\sqrt{6 \cdot \frac{0,6 - 0,2}{6} \frac{m}{c}} = 2\sqrt{94} \frac{m}{c} = \frac{\cancel{2} \sqrt{2}}{98 \cdot 10} = 9,25 \text{ (kgf)} \quad \left(\frac{m}{c} \right)$$

$$= \frac{4}{\sqrt{10}} \frac{m}{c} = 0,4\sqrt{10} \frac{m}{c}$$

3. Задача: Дана квадратно-матрица
~~Матрица~~ ~~Матрица~~

$$Mg_{Bsm2} = \frac{m\omega^2(h+a)}{4} + Mgm \cos \theta$$

$$4gl \sin \alpha = u^2(h+4) + 4\mu g \cos \alpha e^{\left(\frac{d}{ds}\right)}$$

$$4q_{\text{air}} \sin \alpha = 2u \cdot a(h+4) + q_{\text{air}} g \cos^2 \alpha \quad | \cdot \frac{1}{4}$$

$$4g \sin \alpha = a \cdot 2(n+4) + 4kg \cos \alpha \rightarrow a = g \frac{2(\sin \alpha - k \cos \alpha)}{n+4}$$

$$\text{Ombem: } \sin\alpha = 96; V = 94\sqrt{108} \frac{\text{M}}{\text{c}^2}; a = \frac{4}{3} \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$$

$$a = g \frac{2(\sin \alpha - \cos \alpha)}{n+4}$$

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



[N4]

1. Числические выражения: $Q = |sU_1| = |sU_{1\text{нр}} + sU_{2\text{нр}}| =$

$$Q = \frac{R|sU_1|}{2} (3V_1 + 5V_2) = \frac{3}{2} V_1 R |sU_1| + \frac{5}{2} V_2 R |sU_1|$$

$$\downarrow \\ 3V_1 + 5V_2 = \frac{2Q}{R|sU_1|}$$

1 начальную температуру ($A_{\text{нр}} = 780 \text{ Dm} \cdot \frac{312 - 20}{312 \text{ K}} = 280 \text{ Dm}$)

Числические выражения:

$$A - Q = -|sU_2| = -\frac{R|sU_2|}{2} (3V_1 + 5V_2) = -\frac{Q|sU_2|}{10U_1}$$

$$\boxed{A_{\text{нр}} = Q \frac{(10U_1 - 10U_2)}{10U_1}} \quad A_{\text{нр.}} = 780 \text{ Dm} \cdot \frac{(312 - 20)}{312 \text{ K}} =$$

$$= 780 \cdot \frac{112}{312} \text{ Dm} = 780 \cdot \frac{56}{156} \text{ Dm} = \frac{156 \cdot 5}{156} \cdot 56 \text{ Dm} =$$

$$= 280 \text{ Dm}$$

$$2. \quad \cancel{C_p = \frac{Q}{R|sU_2|}} \quad A - Q = -\frac{Q|sU_2|}{10U_1} \quad | \cdot \frac{1}{|sU_2|}$$

$$\frac{A}{10U_1} - C_p = -\frac{Q}{10U_1} \rightarrow C_p = \frac{Q}{10U_1} + \frac{A}{10U_1}$$

$$3. \quad \text{Действие закона } C_p = C_{p1} + C_{p2} = (C_{p1} - \text{зашад}) + (C_{p2} - \text{зашад}) \quad C_p = \frac{780 \text{ Dm}}{312 \text{ K}} + \frac{280 \text{ Dm}}{20 \text{ K}} =$$

$$= \frac{3}{2} V_1 R + \frac{5}{2} V_2 R \quad \cancel{2C_p = 3V_1 + 5V_2}$$

$$= 25 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} + 14 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} =$$

$$= 39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}}$$

$$V_1 = \frac{2Q}{3R|sU_1|} - \frac{5}{3} V_2 = \frac{3V_1 + 5V_2}{R|sU_1|} = \frac{2Q}{R|sU_1|} + \frac{2Q}{R|sU_1|} \quad | \cdot \frac{1}{R|sU_1|}$$

$$V_2 = \frac{C_p|sU_1| - Q}{R|sU_1|}$$

$$= \frac{7Q - 5C_p|sU_1|}{3R|sU_1|} = \frac{7Q - 5C_p|sU_1|}{3R|sU_1|} \quad | \cdot \frac{1}{3R|sU_1|}$$

$$V_2 = \frac{7Q - 5C_p|sU_1|}{3R|sU_1|} = \frac{7 \cdot 780 \text{ Dm} - 5 \cdot 39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} \cdot 312}{3R|sU_1|} =$$

$$\frac{7 \cdot 780 \text{ Dm} - 5 \cdot 39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} \cdot 312}{3(39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} \cdot 312 - 780 \text{ Dm})} = \frac{7 \cdot 780 \text{ Dm} - 5 \cdot 39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} \cdot 312}{3(39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} \cdot 312 - 780 \text{ Dm})} =$$

$$= \frac{7 \cdot 780 \text{ Dm} - 5 \cdot 39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} \cdot 312}{3(39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} \cdot 312 - 780 \text{ Dm})} = \frac{7 \cdot 780 \text{ Dm} - 5 \cdot 39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} \cdot 312}{3(39 \frac{\text{Dm}}{\text{K}} \cdot 312 - 780 \text{ Dm})} =$$

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

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

СТРАНИЦА
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!

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{N_1}{N_2}}{= \frac{7Q - 5(Cp|_{0\text{m}})}{3(Cp|_{0\text{m}} - Q)}} = \frac{7 \cdot 780 \text{Дж} - 5 \cdot 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 31,2 \text{К}}{3 \left(\frac{39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 31,2 \text{К} - 780 \text{Дж}}{K} \right)} = \\ = \frac{7 \cdot 25 - 5 \cdot 39}{3(39 - 25)} = 175 -$$

*Cp₂ - температура азота
Cp₁ - температура смеси*

3. Очевидно, что $Cp = Cp_1 + Cp_2 = \frac{3+2}{2} V_1 R + \frac{5+2}{2} V_2 R$

$$\frac{2 \frac{Cp}{R}}{= 5V_1 + 7V_2} \mid \cdot 3 \mid - \\ \frac{2Q}{R(0\text{m})} = 3V_1 + 5V_2 \mid \cdot 5 \mid -$$

$$\frac{6Cp|_{0\text{m}} - 10Q}{R(0\text{m})} = -4V_2 \rightarrow V_2 = \frac{5Q - 3Cp|_{0\text{m}}}{2R(0\text{m})}$$

$$\cancel{V_2} V_1 = \frac{\frac{2Q}{R(0\text{m})} - \frac{5}{3}V_2}{= \frac{1}{3R(0\text{m})} \left(2Q - \frac{5(5Q - 3Cp|_{0\text{m}})}{2} \right)} = \\ = \frac{15Cp|_{0\text{m}} - 21Q}{6 \pi R(0\text{m})} = \frac{5Cp|_{0\text{m}} - 7Q}{2R(0\text{m})}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{5Cp|_{0\text{m}} - 7Q}{5Q - 3Cp|_{0\text{m}}} = \frac{\frac{5 \cdot 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 31,2 \text{К} - 7 \cdot 780 \text{Дж}}{K}}{\frac{5 \cdot 780 \text{Дж} - 3 \cdot 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 31,2 \text{К}}{K}} = \\ = \frac{5 \cdot 39 - 7 \cdot 25}{5 \cdot 25 - 3 \cdot 39} = \frac{195 - 175}{125 - 117} = \frac{20}{8} = \frac{5}{2} = 2,5$$

Ответ: $A = 280 \text{Дж}; C = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}; \frac{N_1}{N_2} = 2,5$

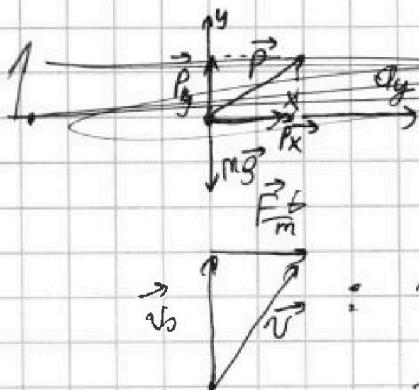


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



На листиках

$$F = Em(\sigma)$$

$$t^2 = \frac{2(\frac{d}{2} - \frac{d}{8})}{\frac{q}{m}} = \frac{2m(\frac{d}{2} - \frac{d}{8})}{F}$$

$$= \frac{3d}{4Em(\sigma)}$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{F^2 t^2}{m^2}$$

$$v^2 = \frac{UR(\sigma)}{d} + \frac{E^2 d^2 \sigma^2 \pi^2 \cdot 3d}{4Em(\sigma)m^2} =$$

$$= \frac{UR(\sigma)}{d} + \frac{3E(\sigma)d}{4} = \frac{3U(\sigma)}{4} + \frac{UR(\sigma)}{d}$$

$$\boxed{v = \sqrt{U(\sigma)\left(\frac{3}{4} + \frac{R}{d}\right)}}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{\frac{UR(\sigma)}{d}}$$

$$v = \sqrt{U(\sigma)\left(\frac{3}{4} + \frac{R}{d}\right)}$$



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

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

(N5.) 1. Между обкладками конденсатора

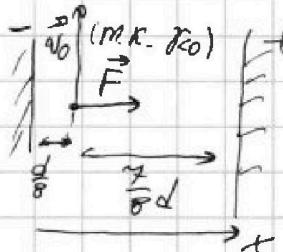
однородное поле с $E = \frac{U}{d}$.

Затишьем силы, действующие на частицу, где первая штука:

$$\vec{a}_g = \frac{v_0^2}{R_{\text{еп}}}$$

$$Ox: F = m a_g$$

$$F = E \cdot m |\gamma|$$



$$Ox: E \cdot m |\gamma| = m \frac{v_0^2}{R_{\text{еп}}} \rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{UR|\gamma|}{d}}$$

Затишьем силы, действующие на частицу, где вторая штука:

2. Девидно, что при пересечении срединной линии частица будет тормозиться, так как если бы она летела в конденсатор =>

$$\begin{aligned} \vec{F} &= E \cdot m |\gamma| \quad t = \sigma \sqrt{\frac{(d-d)}{a}} = \\ &= \sqrt{\frac{(d-d)m}{F}} = \\ &= \sqrt{\frac{3d}{4E|m|}} \\ \vec{v} &= \sqrt{v_0^2 + \frac{F^2 t^2}{m^2}} = \sqrt{v_0^2 + \frac{E^2 m^2 \sigma^2}{m^2}} = \sqrt{v_0^2 + E^2 \sigma^2} = \\ &= \sqrt{v_0^2 + \frac{4(E \cdot |\gamma|)^2}{3d}} = \frac{|\gamma|}{d} \left(UR + \frac{4U^3 |\gamma|^2}{3d^3} \right) \end{aligned}$$



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!

