

Ф-10-07

Всероссийская олимпиада школьников

II (муниципальный) этап

Физика

10 класс

Общее время выполнения работы – 3 часа 30 минут.

Максимальное количество баллов - 50

При выполнении работы можно пользоваться непрограммируемым калькулятором.

ЗАДАЧА № 1. "Примус" (10 баллов)

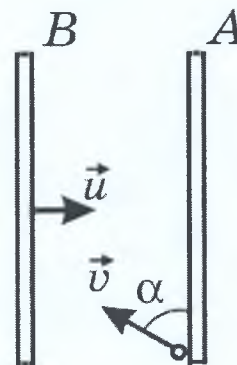
На примус поставили открытую кастрюлю с водой при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ и сняли ее через $\tau = 40$ мин. Найти объем оставшейся в кастрюле воды, если начальный объем воды составлял $V = 3$ л. В примусе каждую минуту сгорает $\mu = 3$ г керосина, удельная теплота сгорания которого $h = 40$ кДж/г, КПД примуса (относительная доля выделившейся теплоты, идущая на нагревание воды) $\eta = 42\%$, теплоемкость и удельная теплота парообразования воды соответственно $c = 4200$ Дж/(кг·К), $r = 2,26$ МДж/кг, плотность воды $\rho_v = 10^3$ кг/м³, температура кипения воды $t_k = 100^\circ\text{C}$. Теплоемкостью кастрюли пренебречь.

Задача № 2. "Барон и ядро" (10 баллов)

Одно из ядер барона Мюнхгаузена, выпущенное при испытаниях с вершины холма со скоростью V_0 под углом α к горизонту, во время полета разорвалось на две одинаковые части. При этом Мюнхгаузен заметил, что сразу после разрыва одна из них полетела горизонтально, а другая – вертикально. Помогите барону определить – на какой высоте (относительно вершины холма) произошел разрыв, если сразу после разрыва скорости частей ядра были равны по величине? Сопротивлением воздуха пренебречь.

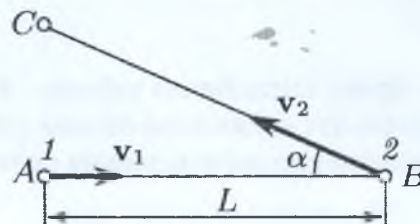
ЗАДАЧА 3. "Обратно быстрее" (10 баллов)

Шарик пренебрежимо малой массы начинает скольжение в горизонтальной плоскости от неподвижной доски А со скоростью $v = 2$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к ней. Доска В, параллельная доске А, движется перпендикулярно плоскости доски А с некоторой скоростью u . Найти u , если время движения шарика от доски А до встречи с доской В в $k=2$ раза превышает время его движения обратно. Удар шарика о доску В считать упругим. Трением пренебречь.



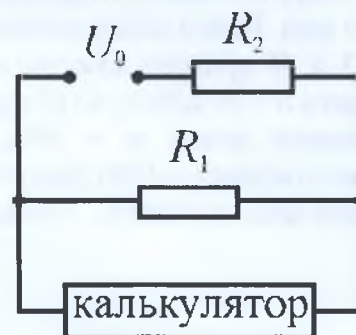
ЗАДАЧА 4. "Трансформеры" (10 баллов)

Миролюбивый трансформер Автобот движется из пункта связи В по направлению к точке С со скоростью v_2 , но одновременно трансформер Десептикон начинает свое движение со скоростью v_1 со своей базы А по направлению к пункту В, расстояние между которыми L . Угол между направлениями их движения α . В какой момент времени t расстояние между трансформерами будет минимальным и каково это расстояние.



ЗАДАЧА 5. "Калькулятор для ЕГЭ" (10 баллов)

Готовясь к сдаче ЕГЭ по физике школьник купил калькулятор и на технической документации он прочитал: «Для нормальной работы калькулятора подаваемое на него напряжение должно быть в пределах от $U_{\min} = 4,5 \text{ В}$ до $U_{\max} = 5,5 \text{ В}$; в зависимости от режима работы калькулятор потребляет ток от $I_{\min} = 20 \text{ мА}$ до $I_{\max} = 50 \text{ мА}$ ». Не найдя, к сожалению, батарейку с нужным напряжением, школьник решил включить данный калькулятор, используя имеющийся в школьной лаборатории аккумулятор с напряжением $U_0 = 12 \text{ В}$ и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением и резисторы, включенные в электрическую цепь, схема которой изображена на рисунке. Сопротивление резистора $R_2 = 40 \text{ Ом}$. В каком интервале должно лежать сопротивление резистора R_1 , чтобы включенный таким образом калькулятор нормально функционировал?



Задача 5

Дано:

$$U_{\min} = 4,5 \text{ В}$$

$$U_{\max} = 5,5 \text{ В}$$

$$I_{\min} = 0,02 \text{ А} = 20 \text{ мА}$$

$$I_{\max} = 0,05 \text{ А} = 50 \text{ мА}$$

$$R_2 = 40 \text{ Ом}$$

$$U_0 = 12 \text{ В}$$

Определить:

$$R_1 \in [R_1(\min); R_1(\max)]$$

можно найти I_0 .

$$I_0 = \frac{U_0}{R_{\text{св}}} \quad | \quad R_{\text{св}} = R_2 + R_{\text{пар.}}$$

2) Т.к. R_1 и $R_{\text{пар.}}$ - параллельно соединены, то

$$R_{\text{пар.}} = \frac{R_1 \cdot R_k}{R_1 + R_k}$$

$$U_1 = U_k \Rightarrow U_{1\min} = U_{\min}$$

$$U_{1\max} = U_{\max}$$

$$3) I_0 = \frac{U_0}{R_2 + \frac{R_1 \cdot R_k}{R_1 + R_k}}$$

ФР-10-07

1

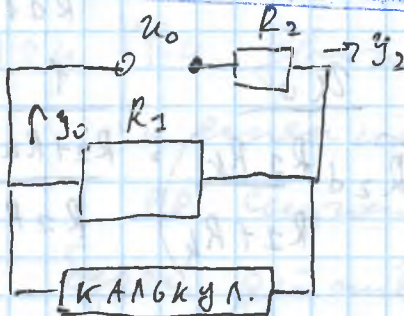
Решение:

358

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ
УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

20 г.

ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКТ ПО ФИЗИКЕ



1) Т.к. нам извест-
ны U_0 , то

$$4) u_k = I_0 \cdot R_{\text{nop}} \mid u_k = u_{\text{nop}}$$

$$u_{\text{nop}} = \frac{u_0}{R_2 + \frac{R_1 R_k}{R_1 + R_k}} \cdot R_{\text{nop}} = \frac{u_0}{R_2 + \frac{R_1 R_k}{R_1 + R_k}} \cdot \frac{R_1 R_k}{R_1 + R_k} =$$

$$= \frac{u_0}{\left(R_2 + \frac{R_1 R_k}{R_1 + R_k}\right)} \cdot \frac{1}{\frac{R_1 + R_k}{R_1 R_k}} = \frac{u_0}{R_2 \left(\frac{R_1 + R_k}{R_1 R_k}\right) + 1} =$$

$$= \frac{u_0}{R_2 \left(\frac{1}{R_k} + \frac{1}{R_1}\right) + 1} = \frac{u_0}{\frac{R_2}{R_k} + \frac{R_2}{R_1} + 1}$$

$$u_{\text{nop}} = \frac{u_0}{\frac{R_2}{R_k} + \frac{R_2}{R_1} + 1} \Rightarrow u_{\text{min}} = \frac{u_0}{\frac{R_2}{R_{\text{min}}} + \frac{R_2}{R_1} + 1}$$

$$\frac{u_0}{u_{\text{min}}} = \frac{R_2}{R_{\text{min}}} + \frac{R_2}{R_1} + 1 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{u_0}{u_{\text{min}}} - \frac{R_2}{R_{\text{min}}} - 1$$

$$\frac{u_0}{u_{\text{max}}} = \frac{R_2}{R_{\text{max}}} + \frac{R_2}{R_1} + 1 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{u_0}{u_{\text{max}}} - \frac{R_2}{R_{\text{max}}} - 1$$

$$\downarrow Q_b = c_b \cdot (\rho \cdot V_0) \cdot (t_k^0 - t_0^0)$$

$$\downarrow Q_b = 4200 \cdot 3 \cdot 80 = 1008000 \text{ (Дж)}$$

4) Относительная потеря энергии:

90-10-07 [2]

Республика Беларусь
Министерство образования
«Ратиславский городской округ»
УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
_____» _____ 20__ г.
№ _____
220010, г. Несвиж, ул. Чарняховского, 14

$$Q_{\text{от}} = \uparrow Q_k - \downarrow Q_b = 2016000 - 1008000 = 1008000 \text{ (Дж)}$$

5) По закону сохранения энергии

$$\uparrow Q_{\text{от}} = \downarrow Q_{\text{пара}}$$

$$Q_{\text{пара}} = m_{\text{пара}} \cdot r$$

$$m_{\text{пара}} \cdot r = 1008000$$

$$m_{\text{пара}} = \frac{1008000}{2,26 \cdot 10^6} =$$

$$= 0,446 \text{ (кг)}$$

$$\left[m_{\text{пара}} \right] = \left[\frac{Q}{r} \right] =$$

$$= \left[\frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \right] = [\text{кг}]$$

$$6) m_{\text{ост}} = m_0 - m_{\text{пара}}$$

$$m_{\text{ост}} = 3 - 0,446 = 2,554 \text{ (кг)}$$

$$7) V_{\text{ост}} = \frac{m_{\text{ост}}}{\rho}$$

$$V_{\text{ост}} = \frac{2,554 \cdot 1000}{1000} = 2,55 \text{ (литр)}$$

$$\text{Ответ: } V_{\text{ост}} = 2,55 \text{ (л)}$$

105

Задача 2. Решение:

Дано:

$$v_1 = v_2$$

$$y_0 = 0 \text{ (одно-}$$

мерное)

конус)

v_0 - началь-

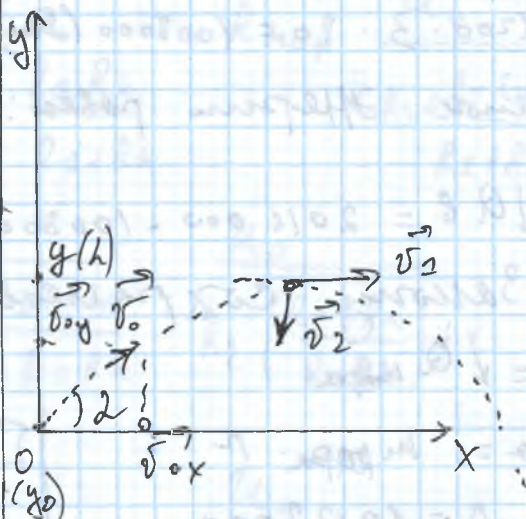
ная скорость

α - угол наклона

конуса.

Определить:

(1) y (разреша) - ?



1) Т.к. конус разрешен

на 2 разбивающиеся,

то закон сохранения

сох решение универсальное.

$$m \cdot v_0 = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 \quad \left| \begin{array}{l} m_1 = m_2 = \frac{1}{2} m \\ v_1 = v_2 = u \end{array} \right.$$

$$m \cdot \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{1}{2} m \cdot u + \frac{1}{2} m \cdot u$$

$$\sqrt{v_x^2 + v_y^2} = u$$

$$v = u \Rightarrow v_x = v_y \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

2) Тогда закон сохранения y-им

Bewährungsformeln für meinel.

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - g t$$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$x(t) = v_{0x} \cdot t = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y} t - \frac{g}{2} t^2 = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g}{2} t^2$$

3) T. 10 $v_x = v_y ; \downarrow$

$$v_0 \cos \alpha = v_0 \sin \alpha - g t$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha - v_0 \cos \alpha}{g}$$

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

$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha - v_0^2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2 v_0^2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha + v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}$$

$$= \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha - \cancel{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha} - v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha + v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} =$$

$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha - v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 (\sin^2 \alpha - 1 + \sin^2 \alpha)}{2g} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} (2 \sin^2 \alpha - 1)$$

$$y = \frac{v_0^2}{2g} (2 \sin^2 \alpha - 1) = \frac{v_0^2}{g} \left(\sin^2 \alpha - \frac{1}{2} \right)$$

Отвечая: $y = \frac{v_0^2}{g} \left(\sin^2 \alpha - \frac{1}{2} \right)$ 108

Задача 3.

Дано:

$$v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

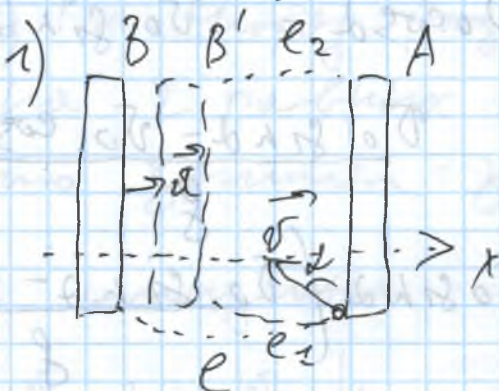
$$k = 2$$

$$t_1 = k t_2$$

Определить:

$u = ?$

Решение:



Т.к. v направлено по L_d ,

то горизонтальная v на ось x

$$v_x = v \cdot \sin \alpha$$

2) $e_1 = v_x \cdot t_1 = v \sin \alpha \cdot t_1$
(по задаче)

3) $l_1 = l_2 = l$ (го и нолд го-
ра), н.а. емер совершил
упругий гоор.

Тогда $l_2 = v_k \cdot t_2$

$l_2 = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_2$ и т.д. формула

$t_2 = \frac{l_2}{v_0 \sin \alpha}$

и емер на, то
ее сирине

бугем ренсиритово
на нур, нот.а.

4) $t_1 = k t_2$

$t_1 = 2 t_2$

$\frac{t_1}{t_2} = 2$

$\frac{l}{v_0 \sin \alpha} : \frac{l}{v_0 \sin \alpha} = 2$ н.а. 2а.

$v_0 \sin \alpha : v_0 \sin \alpha = 2$

$\frac{l}{v_0 \sin \alpha} \cdot \frac{v_0 \sin^2 \alpha}{l} = 2$

$1 + \frac{2u}{v_0 \sin \alpha} = 2$

$2 v_0 \sin \alpha = 2u + 1$

$u = \frac{2 v_0 \sin \alpha - 1}{2}$

$u = \frac{2 \cdot 2 \cdot 0,5 - 1}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \left(\frac{m}{c} \right)$
Дублин: 0,5 с.

Ф-10-02

13

Учреждение образования
«Государственный университет
информационных технологий и
дистанционного образования»
Учреждение образования

20 г.

№
202010.г. Могилев, ул. Черняховского, 14.

75.

5) Т.к. нам дана нагрузка комбинированная, то нужно найти сумму ее составляющих.

$$R_{min} = \frac{u_{min}}{I_{MAX}}$$

$$R_{MAX} = \frac{u_{MAX}}{I_{min}}$$

$$R_{min} = \frac{4,5}{0,05} = \frac{450}{5} = 90(OM) \quad R_{MAX} = \frac{5,5}{0,02} = 275(OM)$$

$$[90; 275]$$

$$6) \frac{R_2}{R_1} = \frac{u_0}{u_{min}} - \frac{R_2}{R_{min}} - 1 \quad \left| R_2 - ? \right. \\ (min)$$

Получим значение.

$$\frac{40}{R_2} = \frac{12}{4,5} - \frac{40}{90} - 1 = \frac{11}{9}$$

$$R_1 = \frac{360}{11} = 32,727(OM) - min.$$

$$7) \frac{R_2}{R_1} = \frac{u_0}{u_{MAX}} - \frac{R_2}{R_{MAX}} - 1 \quad \left| R_1(MAX) - ? \right.$$

$$\frac{40}{R_2} = \frac{12}{5,5} - \frac{40}{275} - 1 = \frac{52}{55}$$

$$52 R_2 = 2200$$

$$R_2 = \frac{2200}{52} = 38,596(OM) \rightarrow R_2(MAX)$$

Тогда $R_1 \in [32, 723; 38, 596] \text{ Ом}$.

Задача 1

Решение:

Дано:

$$t_0 = 20^\circ \text{C}$$

$$\tau = 40 \text{ мин.}$$

$$V_0 = 3 \text{ л} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)}$$

$$\mu = 32$$

$$h = 40000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$\eta = 0,42$$

$$c_b = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$\rho = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\rho_b = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$t_k = 100^\circ \text{C}$$

Определить:

$V_{\text{ост}} - ?$

1) За время фазовую
расчётно количества
мембран, водонагревателя
или сгоревшего керосина
или $\eta = 0,42$.

$$Q_k = \eta \cdot \mu \cdot h \cdot \tau$$

2) Полагая это количество
мембран.

$$Q_k = 0,42 \cdot 3 \cdot 40000 \cdot 40 = 2016000 \text{ (Дж)}$$

3) За время фазовую
расчётно количества

мембран, сгоревшего керосина
или воды по t_k .

$$Q_b = c_b \cdot m_0 \cdot (t_k - t_0) \quad | m_0 - ?$$

$$m_0 = \rho \cdot V_0$$

$$m_0 = 1000 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 3 \text{ (кг)} \quad \checkmark$$