1 Вар

851

Корнилова Дарья

Ильинична

53 2011

10 кл

3

Регистрационный номер (использовать шаблон)

(не заполнять)

Председатель оргкомитета олимпиады

Школа обучения

Площадка написания

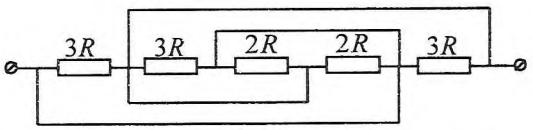
Фамилия (печатные буквы) | Имя (печатные буквы) | Отчество (печатные буквы) | Подпись участника

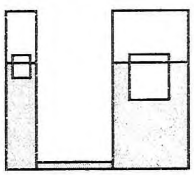
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Отраслевая физико-математическая олимпиада школьников «Росатом»
и Инженерная олимпиада школьников
Отборочный тур. Физика, 9 класс, Вариант № 3

1. Имеется два тела – холодное и горячее, причем масса холодного втрое больше массы горячего. Холодное имеет температуру $t_1 = 60°C$, горячее - $t_2 = 140°C$. Удельная теплоемкость вещества более горячего тела вдвое больше удельной теплоемкости более холодного. Тела приводят в тепловой контакт, и более холодное тело нагревается до температуры $t_x = 70°C$ за время $t = 2$ мин. Какой будет в этот момент температура более горячего тела? Нагреется ли более холодное тело до температуры $t_y = 80°C$ еще за такое же время? Ответ обосновать. Теплообменом с окружающими телами пренебречь.

2. Две машины ездят следующим образом между городами А и В, расстояние между которыми $S = 100$ км: (1) машины выехали одновременно из городов А и В и поехали навстречу друг другу с разными скоростями; (2) доехав до городов В и А соответственно машины мгновенно разворачиваются и едут назад к городам, откуда они выехали. Там они снова мгновенно разворачиваются, едут к городам А и В, снова разворачиваются и т.д. (3) скорость каждой машины постоянна. Известно, что пятая встреча машин произошла через время $t =$ 4 часа 30 минут после начала их движения. Через сколько времени после начала движения машин произошла их первая встреча? Какое расстояние прошла до четвертой встречи вторая машина, если первая прошла расстояние $S_1 = 485$ км? Чему равны скорости машин? Во время трех первых встреч машины ехали навстречу друг другу.

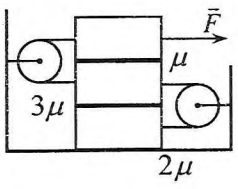
3. Найти сопротивление электрической цепи, схема которой показана на рисунке. Известно, что $R = 10$ Ом. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.





4. Имеются два цилиндрических сообщающихся сосуда с водой связанных внизу узкой трубкой. Площади сечений сосудов относятся как $S_1 : S_2 = 1 : k$. В сосуды опускают два тела, которые плавают в воде: в первый – тело объемом V и плотностью ρ, во второй – тело объемом nV и плотностью $m\rho$. На сколько увеличится высота уровня жидкости в каждом сосуде по сравнению с первоначальным положением? Плотность воды ρ_0.

5. Три одинаковых бруска массой m каждый положили друг на друга и связали двумя невесомыми нерастяжимыми нитями, которые перебросили через два неподвижных невесомых блока (см. рисунок). Какой минимальной горизонтальной силой $\vec{F}$ можно сдвинуть верхний брусок, если коэффициент трения между верхним и средним бруском равен μ, между средним и нижним бруском - 3μ, между нижним бруском и поверхностью - 2μ (см. рисунок)? Найти также силы натяжения верхней и нижней нитей (см. рисунок)



Председатель методической комиссии, 2023-2024 учебный год

Вар 1

851

① $n \in [2001; 2100]$

$n = 100k + r \qquad n, k, r, m \in \mathbb{N}$

$r = n - 100k$

$n = ((n-100k)+k)m$

$n = (n-99k)m$

при $n \in [2001; 2099)$ $k = 20$

для $n = 2100$ $k = 21$, n – „счастливый", т.к. $21 + 0 = 21 \mid 2100$

Рассм. $n \in [2001; 2099]$:

$n = (n-1980)m$, где $m \in \mathbb{N}$

$n \vdots (n-1980)$

$n = (n-1980)m$

$n = nm - 1980m$

$\uparrow \quad \uparrow$

$\vdots n \quad \vdots n \Rightarrow 1980m \vdots n$

②

② a - ?

851

2

$\sin a \cdot (x-\sin a)^2 + \cos a \cdot (x-\cos a)^2 = 0$ имеет ед. реш.?

$(x^2 - 2x\sin a + \sin^2 a)\sin a + (x^2 - 2x\cos a + \cos^2 a)\cos a = 0$

$x^2 \sin a - 2x\sin^2 a + \sin^3 a + x^2\cos a - 2x\cos^2 a + \cos^3 a = 0$

$x^2(\sin a + \cos a) - 2x\underbrace{(\sin^2 a + \cos^2 a)}_{=1} + \sin^3 a + \cos^3 a = 0$

$x^2(\sin a + \cos a) - 2x + (\sin a + \cos a)(\sin^2 a - \sin a\cos a + \cos^2 a) = 0$

$x^2(\sin a + \cos a) - 2x + (\sin a + \cos a)(1 - \sin a\cos a) = 0 \quad | : (\sin a + \cos a) \neq 0$?

$$\left[\begin{array}{l} \sin a + \cos a = 0 \\ x^2 - \dfrac{2x}{\sin a + \cos a} + 1 - \sin a\cos a = 0, \ \sin a + \cos a \neq 0 \end{array}\right.$$

$$\left[\begin{array}{l} \sin a = -\cos a \\ x = \dfrac{\dfrac{2}{\sin a + \cos a} \pm \sqrt{\dfrac{4}{(\sin a + \cos a)^2} - 4 + 4\sin a\cos a}}{2} \end{array}\right.$$ — имеет ед. реш. т. и т.т., когда $D = 0$

$$\left[\begin{array}{l} \sin a = -\cos a \to a = \dfrac{3\pi}{4} + 2\pi k, \ a = -\dfrac{3\pi}{4} + 2\pi k \\ \dfrac{4}{(\sin a + \cos a)^2} - 4 + 4\sin a\cos a = 0 \end{array}\right.$$

подх.

~~не подх. т.к. тут не одно реш.~~

$4 - 4(\sin a + \cos a)^2 + 4\sin a\cos a(\sin a + \cos a)^2 = 0$

$\cancel{1 - \sin^2 a} - 2\sin a\cos a - \cancel{\cos^2 a} + \sin a\cos a(\sin^2 a + 2\sin a\cos a + \cancel{\sin a}\cos a^2) = 0$

$-2\sin a\cos a + \sin a\cos a + 2\sin^2 a\cos^2 a = 0$

851

$$\begin{cases} \sin a \cos a = 0 \\ -2 + 1 + 2\sin a \cos a = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sin a = 0 \\ \cos a = 0 \\ 2\sin a \cos a = 1 \end{cases} \qquad \begin{cases} \sin a = 0 \\ \cos a = 0 \\ \sin a \cos a = \frac{1}{2} \end{cases} \qquad \begin{cases} a = 0 + 2\pi l \\ a = \frac{\pi}{2} + 2\pi m \\ \sin a \cos a = \frac{1}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \frac{3\pi}{4} + 2\pi k \\ a = -\frac{3\pi}{4} + 2\pi k \\ a = 0 + 2\pi l \\ a = \frac{\pi}{2} + 2\pi p \\ \sin a \cos a = \frac{1}{2} \end{cases} \quad \text{где } k, l, p \in \mathbb{Z}$$

$$\downarrow$$

$$\begin{cases} \sin a \cos a = \frac{1}{2} \\ \cos a = \sqrt{1 - \sin^2 a} \\ \sin a = \sqrt{1 - \cos^2 a} \end{cases}$$

$$\sqrt{1 - \cos^2 a}\cos a = \frac{1}{2}$$

$$(1 - \cos^2 a)\cos^2 a = \frac{1}{4}$$

$$\cos^2 a - \cos^4 a = \frac{1}{4}$$

$$\cos^4 a - \cos^2 a + \frac{1}{4} = 0$$

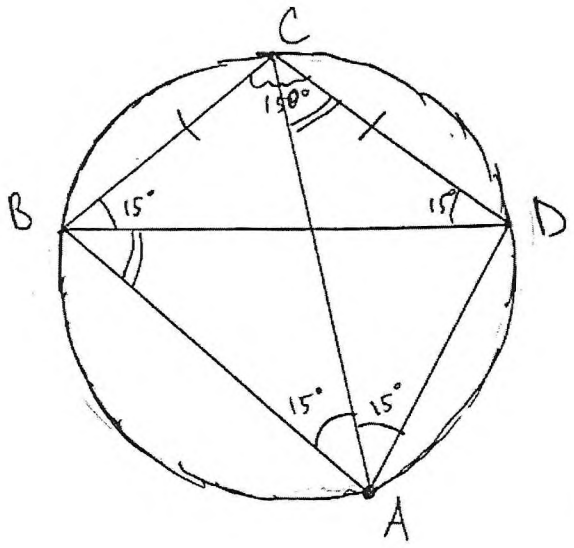
$$\cos^2 a = \frac{1 \pm \sqrt{\frac{15}{16}}}{2}$$

$$\cos^2 a = \frac{1 \pm \frac{\sqrt{15}}{4}}{2} \qquad \cos a = \pm\sqrt{\frac{1 \pm \frac{\sqrt{15}}{4}}{2}}$$

Ответ: $a \in \left\{ \frac{3\pi}{4} + 2\pi k;\ -\frac{3\pi}{4} + 2\pi k;\ 0 + 2\pi l;\ \frac{\pi}{2} + 2\pi p;\ \arccos\left(\pm\sqrt{\frac{1 \pm \frac{\sqrt{15}}{4}}{2}}\right) + 2\pi s \right\}$ (2)

$s \in \mathbb{Z}$

(3)



$\angle BAD = 30°$

$AC = 2$

$\angle BAD = 30° \Rightarrow \angle BCD = 180° - 30° = 150$

(т.к. $ABCD$ - вписан. в окр.)

$\Rightarrow \angle BCD = \angle CDB = \frac{180° - 150°}{2} = 15°$

$\Rightarrow \angle CAD = \angle CAB = 15°$

№1

Не используйте двустороннюю печать при печати карточки.
Карточку №1 и карточку №2 необходимо распечатать в формате А4 на отдельных листах и принести с собой в день проведения очных туров олимпиады.
Карточка участника олимпиады
(сдается в обмен на вариант задания)

531

МИФИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Регистрационный номер	**532011**
Личные данные	
Фамилия	Корионова
Имя	Дарья
Отчество	Ильинична
Пол	Женский
Адрес электронной почты (email)	korionovaDaria@yandex.ru (является логином для входа в информационную систему)
Мобильный телефон	7900044-48-48
Нуждаюсь в особых условиях участия в связи с ограниченными возможностями здоровья	
По слуху	Нет
По зрению	Нет
Опорно-двигательного аппарата	Нет
Место прописки	
Регион	обл.Свердловская
Населенный пункт	г.Екатеринбург(обл.Свердловская)
Сведения об образовательном учреждении	
Регион	обл.Свердловская
Населенный пункт	г.Екатеринбург(обл.Свердловская)
Тип образовательного учреждения	Лицей
Номер образовательного учреждения (ноль, если нет номера)	0
Класс	10

Подпись (участника) _____ Дата «21» марта 2024 г

Я - родитель (законный представитель) участника олимпиады, подтверждаю свое согласие на обработку персональных данных участника олимпиады, связанных с его участием в олимпиадах НИЯУ МИФИ, включая сбор, запись, систематизацию, накопление, хранение, извлечение, использование, передачу (распространение, предоставление, доступ), обезличивание, блокирование, удаление, уничтожение, на публикацию его олимпиадной работы с указанием персональных данных на официальном сайте НИЯУ МИФИ, а также на передачу персональных данных в государственный информационный ресурс о детях, проявивших выдающиеся способности.

_____ / Корионова И.Б.

Подпись Фамилия И.О.

531

① $V = 20\ л$

$V_0 = 0{,}5\ л$

$t = 20^\circ C = 293\ K$

$p_m = 10^6\ Па$

$\rho = 800 \frac{кг}{м^3}$

$\mu = 28 \frac{г}{моль} = 28 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$pV = \nu RT$

$pV = \frac{m}{\mu} RT$

$pV = \frac{\rho V_0}{\mu} RT$

$p = \frac{\rho V_0 RT}{\mu V} = \frac{\overset{40}{\cancel{800}} \cdot 0{,}5 \cdot 8{,}31 \cdot 293}{28 \cdot 10^{-3} \cdot \underset{1}{\cancel{20}}}\ Па =$

$= \frac{\overset{5}{\cancel{20}} \cdot 8{,}31 \cdot 293}{\underset{7}{\cancel{28}} \cdot 10^{-3}}\ Па = \frac{1465 \cdot 8{,}31 \cdot 10^3}{7}\ Па =$

$= 1{,}465 \cdot 10^6 \cdot \frac{8{,}31}{7}\ Па > 10^6\ Па$

$p > p_m \Rightarrow$ сосуд разорвёт

Найдём T_p – температуру азота, при которой сосуд разорвётся (считаем, что весь азот в сосуде нагреется до T_p)

$p_m V = \frac{m}{\mu} R T_p$

$p_m V = \frac{\rho V_0 R T_p}{\mu}$

$T_p = \frac{p_m V \mu}{\rho V_0 R} = \frac{10^6 \cdot 20 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{800 \cdot 0{,}5 \cdot 8{,}31}\ K = \frac{10^3 \cdot \overset{1}{\cancel{20}} \cdot \overset{7}{\cancel{28}}}{\underset{20}{\cancel{400}} \cdot 8{,}31}\ K =$

$= \frac{7 \cdot 10^3}{5 \cdot 8{,}31}\ K = \frac{7 \cdot 10^3}{41{,}55}\ K \approx \frac{7 \cdot 10^3}{42} K = \frac{10^3}{6} K = 166\frac{2}{3} K \approx$

$\approx 166{,}67\ K$

Ответ: разорвёт, $T_p \approx 166{,}67\ K$ +

5б

531

(2) R_1 - сопротивление первого резистора
R_2 - сопротивление второго
r - внутреннее сопротивление источника
I_4 - ток в сл., когда источник замкнут накоротко

$$\begin{cases} I_1(R_1+r)=\mathcal{E} \\ I_2(R_2+r)=\mathcal{E} \\ I_3(R_1+R_2+r)=\mathcal{E} \\ I_4 r=\mathcal{E} \end{cases}$$

$$R_1=\frac{\mathcal{E}}{I_1}-r$$

$$R_2=\frac{\mathcal{E}}{I_2}-r$$

$$r=\frac{\mathcal{E}}{I_4}$$

$$I_3\left(\frac{\mathcal{E}}{I_1}-r+\frac{\mathcal{E}}{I_2}-r+r\right)=\mathcal{E}$$

$$I_3\left(\frac{\mathcal{E}}{I_1}+\frac{\mathcal{E}}{I_2}-\frac{\mathcal{E}}{I_4}\right)=\mathcal{E} \quad |:\mathcal{E}$$

$$\frac{I_3}{I_1}+\frac{I_3}{I_2}-\frac{I_3}{I_4}=1$$

$$\frac{I_3}{I_4}=\frac{I_3}{I_1}+\frac{I_3}{I_2}-1$$

$$\frac{I_3}{I_4}=\frac{I_2I_3+I_1I_3-I_1I_2}{I_1I_2}$$

$$I_4=\frac{I_1I_2I_3}{I_2I_3+I_1I_3-I_1I_2}=$$

$$\frac{0,14}{I_4}=\frac{0,14}{0,18}+\frac{0,14}{0,21}-1$$

$$\frac{0,14}{I_4}=\frac{7}{9}+\frac{2}{3}-1 \qquad \frac{0,14}{I_4}=\frac{7+6-9}{9}$$

$$\frac{0,14}{I_4} = \frac{4}{9}$$

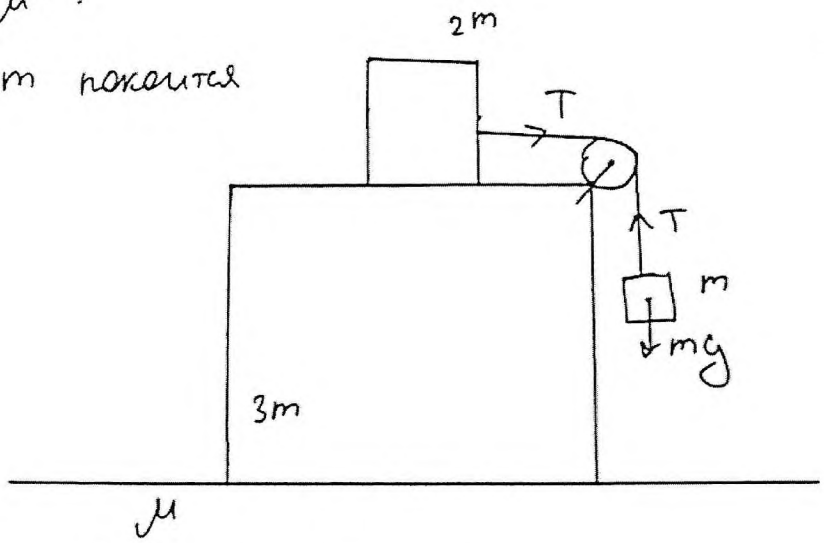
531

$$I_4 = \frac{0,14 \cdot 9}{4} A = 0,315 A$$

Ответ: $I_4 = 0,315 A$ ⊕ 5

③ μ - ?

ело 3m покоится



$T = mg$

531

условие покоя: $T = F_{тр}$
(большого тела)

$$T = \mu N$$

$$N = 3mg$$

$$T = mg$$

$$mg = \mu \cdot 3mg$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

Ответ: при $\mu = \frac{1}{3}$

1в