№2

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
(вкладывается в работу)

349

МИФИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Регистрационный номер	**433689**
Личные данные	
Фамилия	Чернова
Имя	Лилия
Отчество	Михайловна
Пол	Женский
Адрес электронной почты (email)	liliya.chernova22@mail.ru (является логином для входа в информационную систему)
Мобильный телефон	89266394018
Нуждаюсь в особых условиях участия в связи с ограниченными возможностями здоровья	
По слуху	Нет
По зрению	Нет
Опорно-двигательного аппарата	Нет
Место прописки	
Регион	г.Москва
Населенный пункт	г.Москва
Сведения об образовательном учреждении	
Регион	г.Москва
Населенный пункт	г.Москва
Тип образовательного учреждения	Лицей
Номер образовательного учреждения (ноль, если нет номера)	1523
Класс	10

Подпись (участника) _____ Дата «5» апреля 2024 г

ШИФР: 349
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Олимпиада Юниор

Работа по Математике

Дата 06.04.2024
Вариант № 1
Площадка написания:
г. Москва, НИЯУ МИФИ
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
0	1	0				1	

№1

Отдельно рассмотрим числа 2100 и 2002

2002 - не подходит

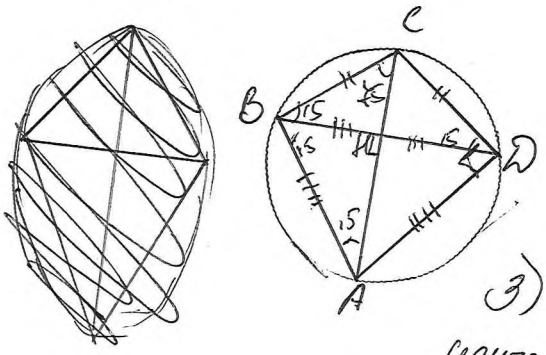
2100 - счастливое число

Можно заметить, что в каждом десятилетии только 1 счастливое число: 0

2002; 2010; 2013; и т.д. => всего таких чисел 11.

Ответ: 11.

№3



1) $\angle BCD = 180 - \angle BAD = 150^\circ \Rightarrow$

$\Rightarrow \angle CBD = \angle CDB = \frac{180 \cdot 150}{2} = 15^\circ$

2) $\angle CBD$ и $\angle CAD$ - опираются на дугу CD $\Rightarrow \angle CAD = \angle CBD = 15^\circ \Rightarrow$

$\Rightarrow$ AK - биссектриса $\angle BAD$

3) $\triangle BAD$ - вписан в окр $\Rightarrow$

центр окружности лежит на AK $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ CK - тоже биссектриса $\Rightarrow$ CK - мед. и выс. $\Rightarrow$

$\Rightarrow \angle BCK = \frac{\angle BCD}{2} = 75^\circ \Rightarrow \angle BKC = 90^\circ \Rightarrow BD \perp AC$

4) $\angle CBA = 180 - 75 - 15 = 90^\circ \Rightarrow$ AC - диаметр $\Rightarrow R_{окр} = \frac{AC}{2} = 1$

5) т.к. $BD \perp CA \Rightarrow S_{ABCD} = \frac{BD \cdot AC}{2} = BD = \frac{4\sqrt{2}}{3}$

$BD = 2BK = 2\sqrt{AK \cdot KC} = 2\sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2 \cdot 2\sqrt{2}}{3}$

$BK^2 = AK \cdot KC$

$CK : KA = 1 : 2$

Ответ: $\frac{4\sqrt{2}}{3}$

0

№2.

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

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

$x^2(\sin\alpha+\cos\alpha)-2x+(\sin\alpha+\cos\alpha)(1-\cos\alpha\cdot\sin\alpha)=0$

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

~~$(\sin\alpha\cos\alpha)x^2-2x+\sin\alpha(1-\cos^2$~~

$(\sin\alpha+\cos\alpha)x^2-2x+\sin\alpha+\cos\alpha-\sin\alpha\cdot\cos\alpha(\sin\alpha+\cos\alpha)=0 \;/:\sin\alpha+\cos\alpha$

$\sin x+\cos x=0$

$x^2-\frac{2}{\sin\alpha+\cos\alpha}x+1-\sin\alpha\cos\alpha=0$

Единств. решен когда дискр. $=0$

$\Rightarrow D=\frac{4}{(\sin\alpha+\cos\alpha)^2}-4+4\sin\alpha\cdot\cos\alpha=0$

$\frac{4}{1+2\sin\alpha\cos\alpha}-4+4\sin\alpha\cdot\cos\alpha=0$

$\frac{4}{1+\sin 2\alpha}-4+2\sin 2\alpha=0 \;/\cdot(1+\sin 2\alpha)$

$4-4\sin 2\alpha+2\sin^2 2\alpha=0$

$\sin^2 2\alpha-2\sin 2\alpha+1+3=0$

$(\sin 2\alpha-1)^2=-3$ ∅

Ответ: ∅

$4-4-4\sin 2\alpha+2\sin 2\alpha+\sin^2 2\alpha=0$

$\sin^2 2\alpha-2\sin 2\alpha=0$

$\sin 2\alpha(\sin 2\alpha-2)=0$

$\sin 2\alpha=0$

$2\alpha=\frac{\pi}{2}+\pi k,\ k\in Z$

$\alpha=\frac{\pi}{4}+\frac{\pi}{2}k,\ k\in Z$

$\sin 2\alpha=2$ — ∅

Ответ: $\frac{\pi}{4}+\frac{\pi}{2}k,\ k\in Z$

1

433689
Регистрационный номер

Фамилия Чернова
Имя Лилия
Отчество Михайловна

729
(не заполнять)

Подпись

ЮНИОР

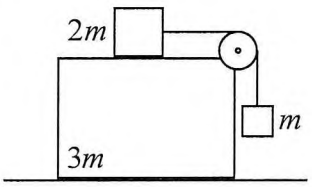
«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,
Олимпиада по физике, Заключительный этап, 10 класс

1. В открытом сосуде Дьюара (сосуде, допускающим хранение сжиженных газов при низких температурах) объемом $V = 20$ л остался объем $V_0 = 0{,}5$ л жидкого азота. Его не заметили и прочно закрыли сосуд крышкой. Азот в сосуде постепенно нагревался и испарялся. Разорвет ли сосуд Дьюара, когда весь азот испарится и нагреется до комнатной температуры $t = 20°$ С, если сосуд выдерживает максимальное внутреннее давление $p_m = 1 \cdot 10^6$ Па? И если да, то при какой температуре азота внутри сосуда его разорвет? Плотность жидкого азота $\rho = 800$ кг/м^3, молярная масса азота $\mu = 28$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8{,}31$ Дж/(моль·град). Ответ обосновать.

2. Если к источнику ЭДС подключить некоторый резистор, ток через источник составит $I_1 = 0{,}18$ А. Если к тому же источнику подключить второй резистор (отключив первый), ток через источник составит $I_2 = 0{,}21$ А. Если же к этому источнику подключить оба резистора, соединенных последовательно, ток через источник составит $I_3 = 0{,}14$ А. Каким будет ток через источник, если его клеммы замкнуть накоротко?

3. В системе из трех тел массами m, $2m$ и $3m$ (см. рисунок) коэффициент трения между большим телом и горизонтальной поверхностью стола равен μ. При каких значениях μ большое тело будет неподвижным на поверхности стола? Блок и веревка невесомы, веревка нерастяжима.



Председатель методической комиссии, 2024 г.

ШИФР: 729
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Олимпиада Юниор

Работа по физике

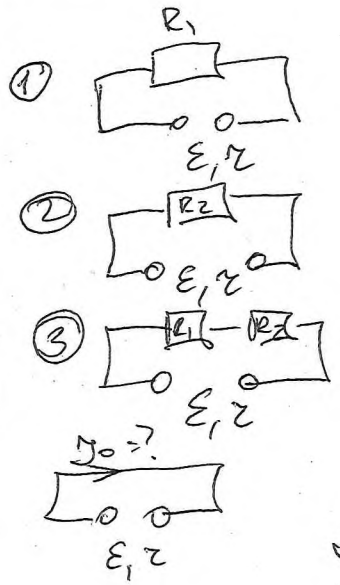
Дата 06.04.2024
Вариант № _____
Площадка написания:
г. Москва НИЯУ МИФИ
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№2

Дано:
$I_1 = 0{,}18\,A$
$I_2 = 0{,}21\,A$
$I_3 = 0{,}14\,A$
$I_0 - ?$



$I_0 = \frac{\varepsilon}{r}$, $I_1 = \frac{\varepsilon}{r+R_1}$; $I_2 = \frac{\varepsilon}{r+R_2}$

$I_3 = \frac{\varepsilon}{r+R_1+R_2}$

$\varepsilon = I_1 r + I_1 R_1 = I_2 r + I_2 R_2 = I_3 r + I_3 R_1 + I_3 R$

$$\begin{cases} (I_2 - I_1) r = I_1 R_1 - I_2 R_2 \quad \text{II} \\ (I_1 - I_3) r = I_3 R_1 + I_3 R_2 - I_1 R_1 \\ (I_2 - I_3) r = I_3 R_1 + I_3 R_2 - I_2 R_2 \end{cases}$$

$$\frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1} = \frac{I_3 R_1 + I_3 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_3}$$

$$\frac{18 R_1 - 21 R_2}{3} = \frac{11 R_1 + 14 R_2 - 18 R_1}{4}$$

$R_2 = \frac{2}{3} R_1$

II $3r = 18 R_1 - 21 \frac{2}{3} R_1$

$3r = 4 R_1 \Rightarrow R_1 = \frac{3}{4} r$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{r+R_2} = \frac{\varepsilon}{\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{4} r + R_2 r} = \frac{\varepsilon}{\frac{3}{2} r} = \frac{2}{3}\frac{\varepsilon}{r} = \frac{2}{3} I_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{3}{2} I_2 = \frac{0{,}21 \cdot 3}{2} = 0{,}315\,A$$

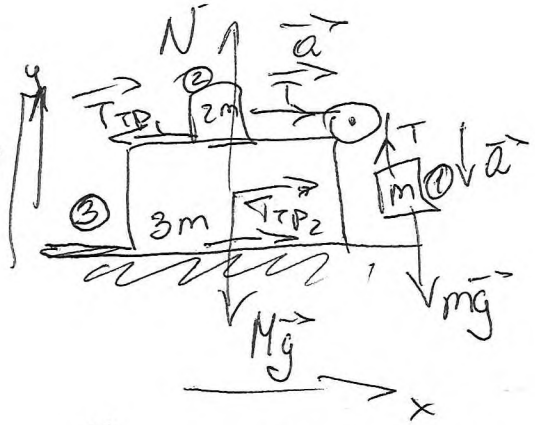
Ответ: $0{,}315\,A = I_0$ (+)

(4б) нет конечной ф-лы (критерий 54)

№3

Дано:
$m; 2m; 3m$

$\mu_p = ?$



II зн. для 1т.

$OY: T - mg = -ma$

II зн. для 2т

$$\begin{cases} OX: T - T_{тр1} = 2ma \\ OY: N_2 - 2mg = 0 \end{cases}$$

II зн. для 3т.

$$\begin{cases} OX: T_{тр2} - T_{тр1} = 0 \\ OY: -Mg + N = 0 \end{cases}$$

$M = m + 2m + 3m = 6m$

$T = mg - ma$

$T_{тр_1} = mg - ma - 2ma =$

$= mg - 3ma$

$T_{тр2} = T_{тр_1} = mg - 3ma = \mu N = 6mg\mu$

$\mu = \underbrace{\frac{1}{6} - \frac{3}{6}\frac{a}{g}}_{\to 0} \Rightarrow \mu_p = [\frac{1}{6}; 1)$

Ответ: при $\mu \in [\frac{1}{6}; 1)$

1б

№1

Дано:
$V = 20$ л
$V_0 = 0{,}5$ л
$t = 20°C \Rightarrow 293K = T$
$p_н = 1 \cdot 10^6$ Па
$\rho = 800$ кг/м³ $= 0{,}8$ г/см³
$\mu = 28$ г/моль
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot град}$

разорвет: ?

$m_{ж.А} = \rho V_0$ по закону сохранения массы

$m_A = m_{ж.А} = \rho V_0$

$\nu = \frac{m_A}{\mu} = \frac{\rho V_0}{\mu}$

по закону Менделеева-Клапейрона:

$p_A V = \nu R T$

газ занимает весь возможный объём

$p_A = \frac{\rho V_0 R T}{\mu V} = \frac{0{,}8 \cdot 0{,}5 \cdot 10^3 \cdot 8{,}31 \cdot 293}{28 \cdot 20 \cdot 10^3} \approx$

$\approx 168{,}2775 \cdot 10^{-6}$ Па

$p_A < p_н \Rightarrow$ Сосуд не разорвёт

ШИФР: 729
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Олимпиада Юниор

Работа по физике

Дата 06.04.2024
Вариант № _____
Площадка написания:
г. Москва Нижн/Мифи

ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№1 продолжение.

$$p_A = \frac{\rho V_0 RT}{\mu V} = \frac{800 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot 293}{28 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = \frac{4 \cdot 831 \cdot 293 \cdot 10^{3}}{560} =$$

$$= \frac{831 \cdot 293}{14} \cdot 10^{2} \approx 5 \cdot 10^{6}\ \text{Па} > p_м \Rightarrow \text{разорвет:}$$

$$\cancel{p_м \quad \frac{\rho(V_0 - V_1)}{\mu} RT}$$

$$p_м = p_г + p_ж = \rho V_1 g + \frac{\rho(V_0 - V_1) RT}{\mu V_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{(p_м - \rho V_1 g)\mu V_0}{\rho(V_0 - V_1) RT},$$

V_1 – объём жидкого азота

4б