390329
Регистрационный номер

Фамилия САВИНА

Имя МАРИЯ

Отчество АЛЕКСЕЕВНА

(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,
Олимпиада по математике, Заключительный этап, 11 класс

Вариант 1

1. По кругу написано 2023 положительных числа так, что квадрат каждого числа равен сумме двух чисел, следующих за ним по часовой стрелке. Найти сумму этих чисел.

2. Пара целых чисел x, y удовлетворяет уравнению $3x+5=\left[\lg\left(10^{y}\cdot 2^{x}\right)\right]-\left[\lg\left[10^{3y}\cdot 2^{x}\right]\right]$, где $[a]$ – целая часть числа a – наибольшее целое число, не превосходящее a. Найти пару $(x;y)$ с наибольшим возможным значением x.

3. На продолжениях каждой из сторон выпуклого четырехугольника $ABCD$ (в обе стороны) взяты по две точки, равноотстоящие от середины соответствующей стороны на расстояние $1+a/2$, где a – длина стороны. Полученные 8 точек являются вершинами восьмиугольника, про который известно, что около него можно описать окружность радиуса $\sqrt{5}$. Найти площадь четырехугольника $ABCD$.

Председатель методической комиссии, 2024 г.

ШИФР: _____
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Юниор

Работа по математике

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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
0	0	0				0	

?

x
y $\sqrt{x+y}$

→ Пояснение? №1.

$x^2 = \sqrt{x+y} + y$? 0
$y^2 = \sqrt{x+y} + x$

$(x-y)(x+y) = (y-x)$
$(x-y)(\underbrace{x+y}_{\geq 0}+1) = 0$
≥ 1
$x = y$

} не обосновано!

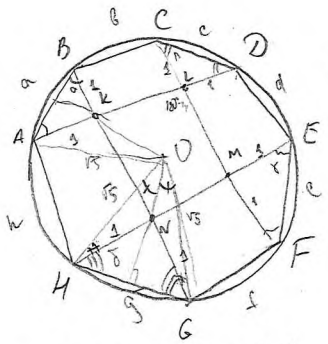
$\sqrt{2x} = x$
$x \geq 2$ → не следует из предыдущего.

Ответ: 4046

0

ответ не обоснован!

№3



$\alpha+\beta+\gamma+\delta = 180°$

$(180° - 2\alpha + 180° - 2\beta + 180° - 2\gamma + 180° - 2\delta = 360°)$

$BH = GE$ ($\angle BGH = \angle EHG$)
$BD = AG$
$CF = DF = AC$
$CE = HF$

$a+h = e+f$
$b+c = h+g$
$d+e = a+b$
$c+d = g+f$

0

№2

$3x+5=[\lg(10^y\cdot 2^x)]-[\lg[10^{3y}\cdot 2^x]]$

$\lg(10^y\cdot 2^x)=\lg 10^y+\lg 2^x=y+x\lg 2$

$[y+x\lg 2]=y+[x\lg 2]$

~~$[10^{3y}\cdot 2^x]$~~

$10^y\cdot 2^x \vee [10^{3y}\cdot 2^x]$

$\lg(10^y\cdot 2^x)\geqslant[\lg(10^y\cdot 2^x)]$

~~$[\lg[10^{3y}\cdot 2^x]]\geqslant \lg[10^{3y}\cdot 2^x]$~~.

$[\lg[10^{3y}\cdot 2^x]]\leq \lg[10^{3y}\cdot 2^x]-1 \leq 3y+x\lg 2-1$

$\lg[10^{3y}\cdot 2^x]\leq \lg(10^{3y}\cdot 2^x)=3y+x\lg 2$

$[\lg[10^{3y}\cdot 2^x]]\leq 3y+x\lg 2-1$

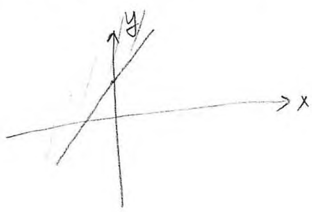
$[\lg(10^y\cdot 2^x)]\geqslant \lg(10^y\cdot 2^x)+1=y+x\lg 2+1$

$[\lg(10^y\cdot 2^x)]-[\lg[10^{3y}\cdot 2^x]]\geqslant y+x\lg 2+1+3y+x\lg 2-1$

$3x+5\leq 4y+2x\lg 2$

$4y\geqslant 3x+5-2x\lg 2$

$y\geqslant \frac{3}{4}x+\frac{5}{4}-\frac{2\lg 2}{4}x=x\left(\frac{3}{4}-\frac{\lg 2}{2}\right)+\frac{5}{4}$



нет сущ. продвижения!

0

390329
Регистрационный номер

Фамилия САВИНА
Имя МАРИЯ
Отчество АЛЕКСЕЕВНА

646
(не заполнять)

Подпись

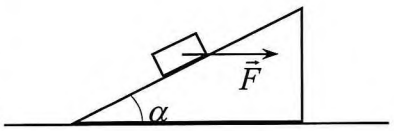
ЮНИОР

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

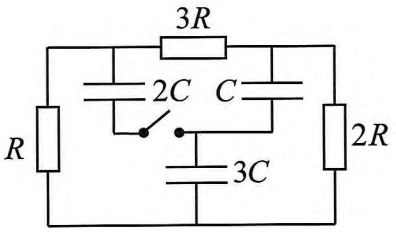
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,
Олимпиада по физике, Заключительный этап, 11 класс

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. На горизонтальной поверхности стола находится незакрепленный клин с углом при основании α. На наклонную грань этого клина кладут тело и действуют на него такой горизонтальной силой $\vec{F}$ (см. рисунок), что ускорение тела оказывается направленным перпендикулярно наклонной грани клина. Найти силу F. Трение между телом и клином отсутствует.



3. Имеется электрическая цепь, состоящая из трех резисторов R, $2R$ и $3R$, трех конденсаторов C, $2C$ и $3C$, и проводов с пренебрежимо малым сопротивлением (см. схему на рисунке). Конденсатор $2C$ заряжают зарядом q (остальные конденсаторы не заряжены), а потом замыкают ключ. Какие количества теплоты Q_R, Q_{2R} и Q_{3R} выделятся на каждом резисторе в процессе установления равновесия?



Председатель методической комиссии, 2024 г.

ШИФР: 646
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

юниор

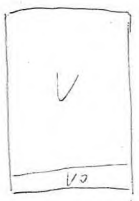
Работа по физике

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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
5	5	2				12	

№1



$m_a = V_0 \rho$

$\frac{p_m V}{T} = \frac{m_a}{\mu} R$

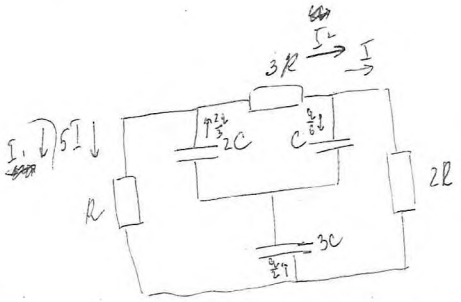
$T = \frac{p_м V_м}{m_a R}$

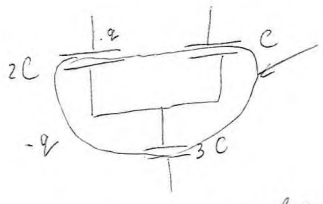
$T = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{0{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 800 \cdot 8{,}31} = \frac{560}{0{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 8{,}31} = \frac{560}{0{,}4 \cdot 8{,}31} = \frac{1400}{8{,}31} \approx 168\,K$

$20^\circ C = 293\,K$ при этой температуре давление будет больше и сосуд не выдержит

Ответ: да, при $T = 168\,K = -105^\circ C$ ⊕ 5

№3





суммарный заряд всегда равен -q

Обкладки конденсаторов соединены либо через провод, либо через резистор => в установившемся режиме напряжения на конденсаторах одинаковое $\frac{q_1}{C} = \frac{q_2}{2C} = \frac{q_3}{3C}$ $q_2 = 2q_1$, $q_3 = 3q_1$

$q_1 + q_2 + q_3 = 6q_1 = q$ $q_1 = \frac{q}{6}$ $q_2 = \frac{q}{3}$ $q_3 = \frac{q}{2}$ ⊕

$W_0 = \frac{q^2}{2 \cdot 2C} = \frac{q^2}{4C}$ $W = \frac{q_1^2}{2C} + \frac{q_2^2}{4C} + \frac{q_3^2}{6C} = \frac{q^2}{2C}\left(\frac{1}{36} + \frac{1}{9 \cdot 4} + \frac{1}{3 \cdot 4}\right) = \frac{q^2}{2C}\left(\frac{1}{36} + \frac{2}{36} + \frac{3}{36}\right) = \frac{q^2}{2C} \cdot \frac{6}{36} = \frac{q^2}{12C}$

$Q = W_0 - W = \frac{q^2}{4C} - \frac{q^2}{12C} = \frac{3q^2 - q^2}{12C} = \frac{2q^2}{12C} = \frac{q^2}{6C}$ ⊕

$I_1 \cdot R = I_2 \cdot 3R$ $I_1 = 5I_2$

$Q_R = (5I)^2 R t = 25 I^2 R t$ $Q = Q_R + Q_{2R} + Q_{3R} = 30 I^2 R t = \frac{q^2}{6C}$ $I^2 R t = \frac{q^2}{180C}$

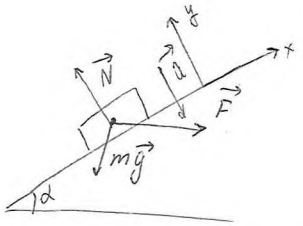
$Q_{2R} = I^2 \cdot 2R t = 2 I^2 R t$

$Q_{3R} = I^2 \cdot 3R t = 3 I^2 R t$ (Токи в разное время равны, но отношение сохраняется)

Ответ: $Q_R = \frac{5}{36} \cdot \frac{q^2}{C}$ ⊖ 2

$Q_{2R} = \frac{1}{90} \cdot \frac{q^2}{C}$

$Q_{3R} = \frac{1}{60} \cdot \frac{q^2}{C}$



$y)\ N - mg\cos\alpha - F\sin\alpha = ma_y$

$x)\ F\cos\alpha - mg\sin\alpha = 0$

$F = mg\,tg\alpha$

Если в СО Земли ускорение тела направлено перпендикулярно поверхности клина, то в СО связанной с ускорением клина $\vec{\Sigma}F = m\vec{a}$ (сил, действующих на тело)

Ответ: $F = mg\,tg\alpha$ Ⓓ 5