344519
Регистрационный номер

Фамилия Новосёлов
Имя Валерий
Отчество Павлович

701
(не заполнять)

Подпись

ЮНИОР

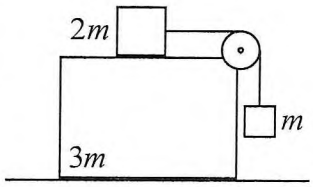
«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

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: 701
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Александров Виктор

Работа по физике.

Дата 06.04.2024.

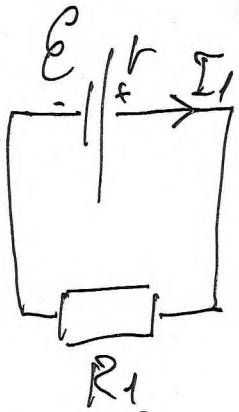
Вариант № _____

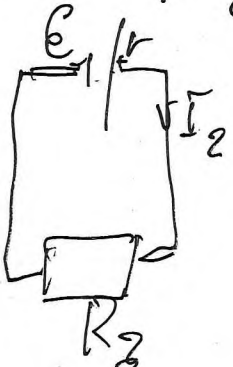
Площадка написания: НИЯУ МИФИ.

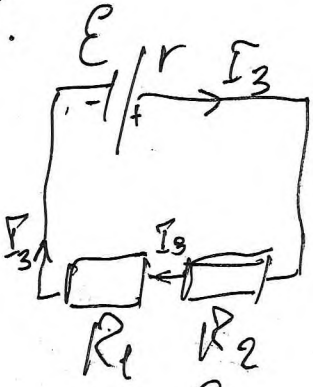
ФИО и рег. номер не указывать!

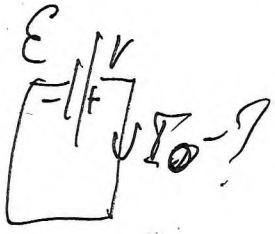
ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись









$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{r+R_1}$ $\quad I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r+R_2}$ $\quad I_3 = \frac{\mathcal{E}}{r+R_1+R_2}$ $\quad I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\mathcal{E}(r+R_2)}{(r+R_1)\cdot\mathcal{E}} = \frac{r+R_2}{r+R_1} = \frac{0{,}18}{0{,}12} = \frac{6}{4} \Rightarrow 4r+4R_2 = 6r+6R_1 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow r = 6R_1 - 4R_2.$$

$$\frac{I_1}{I_3} = \frac{R_1+R_2+r}{r+R_1} = \frac{0{,}18}{0{,}14} = \frac{9}{7} \Rightarrow 7r+7R_1+7R_2 = 9r+9R_1$$
$$2r+2R_1 = 7R_2$$
$$2(6R_1-4R_2)+2R_1 = 7R_2 \quad (*)$$

$(*)$ $12R_1 - 14R_2 + 2R_1 = 7R_2 \Rightarrow 14R_1 = 21R_2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{2} \Rightarrow 2R_1 = 3R_2.$

~~$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{\ }$~~

$r = 6R_1 - 4R_2 = 3\cdot 2R_1 - 4R_2 = 9R_2 - 4R_2 = 2R_2.$

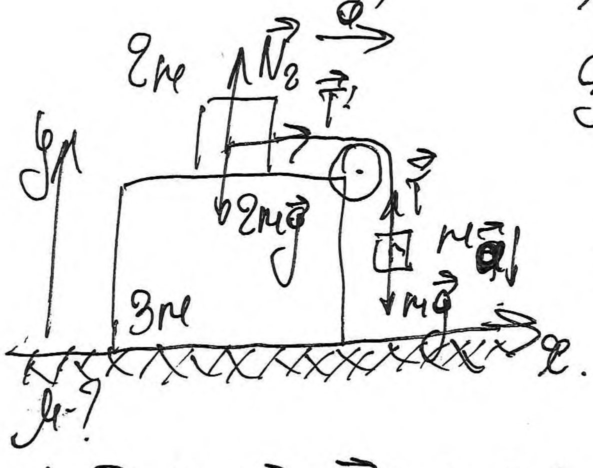
$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r+R_2} = \frac{\mathcal{E}}{3R_2} \Rightarrow \mathcal{E} = I_2 \cdot 3R_2;$

$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = \frac{\mathcal{E}}{2R_2} = \frac{3I_2R_2}{2R_2} = \boxed{1{,}5I_2}$.

$I_0 = 1{,}5\cdot 0{,}21 = \frac{3\cdot 0{,}21}{2} = \frac{0{,}63}{2} = \boxed{0{,}315\,А}$ — ток короткого замыкания.

Ответ: $I_0 = 0{,}315$ А. (5б)

№3.



Запишем 2-й закон Ньютона для тел m и 2m:

1) $m\vec g + \vec T = m\vec a$;
$y: T - mg = -ma$
$T = m(g-a)$.

2) $2m\vec g + \vec N_2 + \vec T' = 2m\vec a'$

Т.к. нить невесома и нерастяжима, то $|\vec T'| = |\vec T|$, $|\vec a'| = |\vec a|$ $\Rightarrow$ x: $T' = 2ma'$; $T = 2ma \Rightarrow a = \frac{T}{2m} = \frac{m(g-a)}{2m} = \frac{g-a}{2} \Rightarrow$

y: $2mg = N_2$; $\Rightarrow 2a = g - a \Rightarrow 3a = g$; $a = \frac{g}{3}$

Для тела массой 3m:

$\vec F_{тр} + 3m\vec g + \vec N_1 + \vec F_{тяг} = 0$;

Крайнее положение, при котором 3m начнёт двигаться, характеризуется условиями: $\sum\vec F = 0$, $F_{тр} = \mu N_1$, $\vec F_{тяг} = 2m\vec a'$ (т.к. верхнее тело даст силу тяги, равную в д-й момент времени своей равнодействующей)

Тогда: x: $F_{тр} = F_{тяг} = 2ma$; y: $N_1 = 3mg$.

$F_{тр} = \mu N_1 = 3\mu mg$;

ШИФР: 701
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Олимпиада Кванф

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

№3.

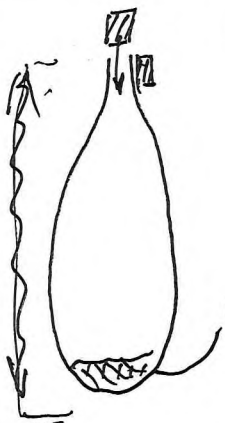
Рассмотрим шарик, чтоб тело будет покоиться
это при $F_{тр} \geq F_{тяг} \Rightarrow 3\mu mg \geq 2mg$

~~$3\mu mg \geq 2mg$~~ $3\mu g \geq 2g$

$3\mu \geq 2 \Rightarrow \boxed{\mu \geq \frac{2}{3}}$ (1)

Ответ: при $\mu \geq \frac{2}{3}$.

№5.



В начальный момент, когда сосуд был открыт, вещ.-ва (воздух и азот) находились в равновесии $\Rightarrow P_{A0} = P_{B0} = P_0$, где P_0 - атмосф.-е давление.

Тогда: $B \rightarrow P_0(V - V_0) = \nu_B R T_0$

$N_2 \rightarrow P_0 V_0 = \nu_A R T_0$.

В конечный момент времени (при $t = 29°C$) давление в сосуде равно сумме парциальных давлений воздуха и газа азота. Это нужно доказать с рм. (1)

302

№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)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Регистрационный номер	**347519**
Личные данные	
Фамилия	Новоселов
Имя	Валерий
Отчество	Павлович
Пол	Мужской
Адрес электронной почты (email)	valeri.novoseloff@yandex.ru (является логином для входа в информационную систему)
Мобильный телефон	89299206366
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)	1511
Класс	10

Подпись (участника) _____ Дата «06» февраля 2024 г

ШИФР: 302
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Олимпиада 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	2	2				4	

№5.

$\sin\alpha(x-\sin\alpha)^2+\cos\alpha(x-\cos\alpha)^2=0$ (*) 1 реш.

1) Если $\sin\alpha=0 \Rightarrow \cos\alpha=\pm 1 \Rightarrow$ 1) $0+1(x-1)^2=0$ ($\cos\alpha=1$)
$(x-1)^2=0$
$x=1$ - 1 реш.
2) $0-1(x+1)^2=0$
$x=-1$ - 1 реш. $\Rightarrow$ при $\sin\alpha=0$ 2 реш.

2) Если $\cos\alpha=0 \Rightarrow \sin\alpha=\pm 1 \Rightarrow$ 1) $1(x-1)^2+0=0 \Rightarrow x=1$
2) $-1(x+1)^2+0=0 \Rightarrow x=-1$ } - 2 реш.

3) Пусть $a=\sin x$, $b=\cos x$; $a,b\in[-1;1]$; $a^2+b^2=1$.
Тогда: (*) $\Rightarrow a(x-a)^2+b(x-b)^2=0$
$a(x^2-2ax+a^2)+b(x^2-2bx+b^2)=0$
$ax^2-2a^2x+a^3+bx^2-2b^2x+b^3=0$
$(a+b)x^2-2(a^2+b^2)x+(a^3+b^3)=0$, $b=-1$
$a+b=0$?
1 реш. при $D=0 \Rightarrow$
$\Rightarrow D_4=(a^2+b^2)^2-(a^3+b^3)(a+b)=a^4+2a^2b^2+b^4-a^4-ab^3-a^3b-b^4=$
$=2a^2b^2-ab^3-a^3b=ab(2ab-b^2-a^2)=-ab(a^2-2ab+b^2)\in$

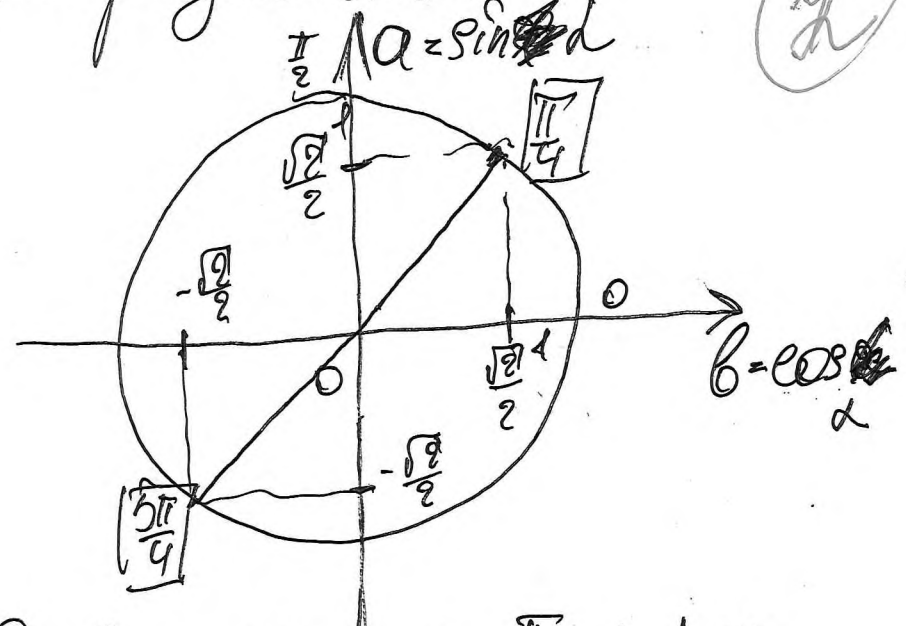
$\Leftrightarrow -ab(a-b)^2=0. (D=0) \Leftrightarrow \begin{cases} a=0 \\ b=0 \\ (a-b)^2=0 \end{cases}$

случаи, когда $a=0$ или $b=0$, были рассм. ранее (п. 1 и 2). В этих случаях ур-е имеет 2 решения. Тогда верно $(a-b)^2=0$.

$\begin{cases} (a-b)^2=0 \\ a^2+b^2=1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a^2-2ab+b^2=0 \\ a^2+b^2=1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2ab=1 \\ a=b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ab=\frac{1}{2} \\ a=b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a^2=\frac{1}{2} \\ a=b \end{cases} \Rightarrow$

$\Rightarrow \begin{cases} a=\frac{\sqrt{2}}{2} \\ b=\frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases} \cup \begin{cases} a=-\frac{\sqrt{2}}{2} \\ b=-\frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$.

1) Обр. замена:



$\Rightarrow \boxed{\alpha=\frac{\pi}{4}+\pi k, k\in\mathbb{Z}.}$

Ответ: при $\alpha=\frac{\pi}{4}+\pi k, k\in\mathbb{Z}$.

(2) Тождественный

ШИФР: 302
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Олимпиада Юниор

Работа по математике

Дата 06.04.2024

Вариант № 1

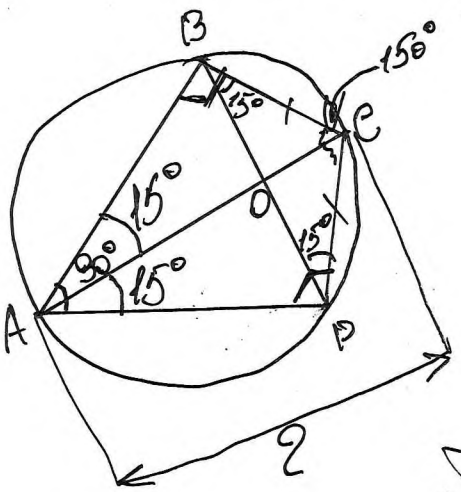
Площадка написания: НИЯУ МИФИ

ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№3.



Т.к. ABCD вписан в окр-ть ⇒ ∠BAD + ∠BCD = ∠ABC + ∠ADC = 180°.

∠BAD = 30° ⇒ ∠BCD = 150°.

Т.к. △ABC – р/б ⇒ ∠CBD = ∠CDB = $\frac{180° - 150°}{2}$ =

По св-ву вписанных = $\frac{30°}{2}$ = 15°.

углов, опир-ся на одну дугу ∠CAD = ∠CBD = 15°,

∠BAC = ∠BDA = 15° ⇒ AC – бис-са ∠A.

№. Сложно на бис-се AC, причём она равноудалена от его сторон.

Вспомним теорему, что BC = BD по усл.

Значит, ∠ABC = ∠ADC = 90° ⇒ AC – диаметр окр-ти.

По теореме синусов в △BCD:

$\frac{BD}{\sin 150°} = 2R = AC \Rightarrow$

$\Rightarrow BD = AC \sin 150°$; $BD = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1$.

Пусть $[AC] \cap [BD] = O \Rightarrow$ ∠AOB = 180° − 15° − (90° − 15°) = 180° − 90° = 90°

(= 180° − ∠BAO − (∠ABC − ∠CBO)).

Найдём S_{ABCD}:

$S_{ABCD} = \frac{1}{2} d_1 d_2 \sin(\hat{d_1}; \hat{d_2}) = \frac{1}{2} AC \cdot BD \cdot \sin\angle AOB = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1 \sin 90° = 1.$

Рассмотрен частный случай

Ответ: $S_{ABCD} = 1$. ↓ 5 1.

Очевидно, что всего Петя прошагивал 100 лет: с 2001 по 2100 год включительно.

нет; 100, нет.

Вернёмся к его сумме, что предыдущая Петя, которая была равна делителям 100:

$P: \{1; 2; 4; 5; 10; 20; 25; 50; 100\}$.

Очевидно, что одинаковый делитель, взятый из 1-го из 100 которого равно 1 — само 100. Все оставшиеся делители, кроме него, равны 0. А тогда эта сумма равна остатку от деления на 100.

Значит, подходят все делители 100 ~~кроме~~ т.к. 8 первых делит-ь будут давать их ост.-е на 100, а для 100 остаток = 0, а ч.-е = 1.

Ответ: 9 лет.

(0)