364256
Регистрационный номер

Фамилия Титова
Имя Аёна
Отчество Сергеевна

705
(не заполнять)

Подпись

ЮНИОР

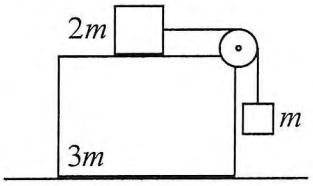
«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

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: 705
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 06.04.24
Вариант № _____
Площадка написания: Шифр

ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

1.

$pV = \nu RT$

$\nu_к = \frac{V_0 \rho}{\mu}$

$p_0 = 10^5$ Па

$p_0 V_0 = \frac{V_0 \rho}{\mu} R \cdot T_0$

$T_0 = \frac{p_0 V_0 \mu}{V_0 \rho R} = ?$

$T = t + 273°$

момент разрыва:

$V = 20$ л

$p_м = 10^6$ Па

$p_м V = \frac{V_0 \rho}{\mu} R \cdot T$ – температура разрыва

$T = \frac{\mu p_м V}{V_0 \rho R} = \frac{28 \cdot 10^{-3} \cdot 800 \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{0{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 800 \cdot 8{,}31} = \frac{28 \cdot 20 \cdot 10^3}{400 \cdot 8{,}31} =$

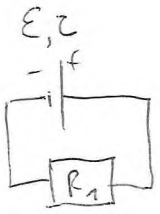
$= \frac{28 \cdot 100}{16{,}62} = \frac{28 \cdot 10^4}{1662} = \frac{14 \cdot 10^4}{831} = \frac{140000}{831} = 168 \frac{329}{831}$ K

$t = T - 273° = -104 \frac{502°}{831}$

сосуд разорвёт при температуре $t = -104 \frac{502°}{831}$

1б

2.



$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$

$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1+r} = 0{,}18\ A$

$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2+r} = 0{,}21\ A$

$I_3 = \frac{\varepsilon}{R_1+R_2+r} = 0{,}14\ A$

$I = \frac{\varepsilon}{r} - ?$

$\varepsilon = 0{,}18(R_1+r)$

$\varepsilon = 0{,}21(R_2+r)$

$\varepsilon = 0{,}14(R_1+R_2+r)$

$$\begin{cases} 0{,}18(R_1+r) = 0{,}21(R_2+r) \\ 0{,}14(R_1+R_2+r) = 0{,}21(R_2+r) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 18R_1+18r = 21R_2+21r \\ 2R_1+2R_2+2r = 3R_2+3r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 18R_1-21R_2 = 3r \\ r = 2R_1-R_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 6R_1-7R_2 = r \\ r = 2R_1-R_2 \end{cases}$$

$6R_1-7R_2 = 2R_1-R_2$

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{2}$ пусть $R_1 = 3R$; $R_2 = 2R$

$2(5R+r) = 3(2R+r)$

$10R+2r = 6R+3r$

$4R = r$

$\frac{\varepsilon}{2R} = 0{,}18 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{\varepsilon}{4R} = \frac{0{,}18\cdot 7}{4} = \frac{18\cdot 7}{400} = \frac{9\cdot 7}{200} = \frac{63}{200}$

$= \frac{31{,}5}{100} = 0{,}315\ A$

Ответ: 0,315 A. (5)

ШИФР: 705
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

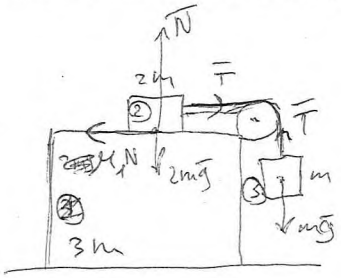
Работа по физике

Дата ~~06.04~~ 06.04.24
Вариант № _____
Площадка написания: МИФИ
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

3.



~~$3\mu mg - T + T$~~ ① ②

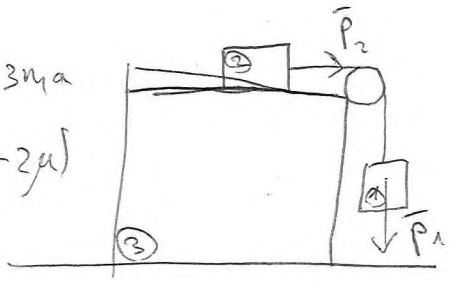
$$\begin{cases} mg - T = ma \\ T - 2mg\mu = 2ma \end{cases} + \begin{cases} 2mg - 2T = 2ma \\ T - 2mg\mu = 2ma \end{cases}$$

~~$2mg - 2T - T + 2mg\mu = 0$~~

~~$3T = 3 \cdot 2mg(1+\mu)$~~

$mg - 2\mu mg = 3ma$

$\boxed{1}\ a = g(1-2\mu)$



ЗСИ:

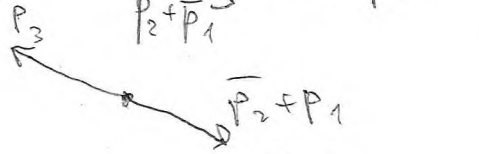
$\bar{P}_3 + \bar{P}_2 + \bar{P}_1 = 0$

$|\bar{P}_3| = |\bar{P}_2 + \bar{P}_1|$

$\bar{P}_2 = 2mat$

$mat = \bar{P}_1$

$\bar{P}_2 + \bar{P}_1$

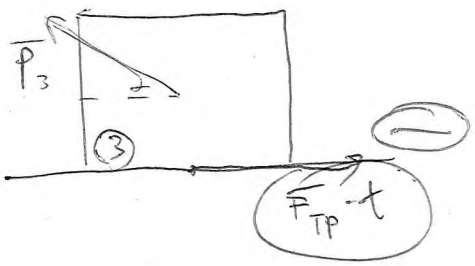


$|\bar{P}_2 + \bar{P}_1| = \sqrt{P_2^2 + P_1^2}$

~~$\bar{P}_2 + \bar{P}_1$~~

$|\bar{P}_3| = \sqrt{5m^2a^2t^2} = mat\sqrt{5}$

~~t~~ $\cos\alpha = \dfrac{|\bar{P}_1|}{|\bar{P}_3|} = \dfrac{1}{\sqrt{5}}$



$|\bar{P}_3| \cdot \cos\alpha = \bar{F}_{тр} \cdot t$

$mat\sqrt{5} \cdot \dfrac{1}{\sqrt{5}} = 3\mu mg \cdot t$

$a = 3\mu g$

$\mu = \dfrac{a}{3g}$ [2]

Из [1] и [2] сост. сист.

$$\begin{cases} a = g(1-2\mu) \\ \mu = \dfrac{a}{3g} \end{cases}$$

$$\mu = \frac{g(1-2\mu)}{3g}$$

$$3\mu = 1-2\mu$$

$$5\mu = 1$$

$$\boxed{\mu = \frac{1}{5}}$$

Ответ: 0,2

(B)

312

364256
Регистрационный номер

Фамилия Гитова
Имя Алёна
Отчество Сергеевна

(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, 10 класс

Вариант 4

1. Петя просматривал календарь 24 века, начиная с 2301 года и заканчивая 2400 годом. Он считал год с номером n «счастливым», если сумма частного и остатка от деления n на 100 являлась делителем числа n. Сколько «счастливых» лет насчитал Петя в 24 веке?

2. При каких значениях параметра a уравнение $\operatorname{tg}a\cdot(x-\operatorname{tg}a)^2+\operatorname{ctg}a\cdot(x-\operatorname{ctg}a)^2=0$ имеет единственное решение.

3. Окружность описана около равнобедренного треугольника $BCD\,(CB=CD)$. На ее дуге BD, не содержащей точки C, взята точка A так, что $\angle BAD=120^0$. Найти площадь четырехугольника $ABCD$, если длина отрезка AC равна 4.

Председатель методической комиссии, 2024 г.

ШИФР: 312
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Олимпиада „Юниор"

Работа по математике

Дата 06.04.24

Вариант № 4

Площадка написания: 2. Москва, КИЯУ МИФИ

ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
0	1	2				3	

2.

$tg\alpha(x-tg\alpha)^2+ctg\alpha(x-ctg\alpha)^2=0$ 1 реш.

$tg\alpha(x^2-2tg\alpha\cdot x+tg^2\alpha)+ctg\alpha(x^2-2ctg\alpha\cdot x+ctg^2\alpha)=0$

$tg\alpha\cdot x^2-2tg^2\alpha\cdot x+tg^3\alpha+ctg\alpha x^2-2ctg^2\alpha\cdot x+ctg^3\alpha=0$

$x^2(tg\alpha+ctg\alpha)+x(-2tg^2\alpha-2ctg^2\alpha)+tg^3\alpha+ctg^3\alpha=0$

$D=4(tg^2\alpha+ctg^2\alpha)^2-(tg\alpha+ctg\alpha)(tg^3\alpha+ctg^3\alpha)=0$ к. 1 реш.

$4(tg^4\alpha+2tg^2\alpha\,ctg^2\alpha+ctg^4\alpha)-(tg^4\alpha+tg^3\alpha\cdot ctg\alpha+tg\alpha\cdot ctg^3\alpha+ctg^4\alpha)=0$

$4(tg^4\alpha+2+ctg^4\alpha)-(tg^4\alpha+tg^2\alpha+ctg^2\alpha+ctg^4\alpha)=0$

$3tg^4\alpha+3ctg^4\alpha+8-tg^2\alpha-ctg^2\alpha=0$

1) Замена $a=tg^2\alpha$

$b=ctg^2\alpha$

$3a^2+3b^2+8-a-b=0$

$3a^2-a+3b^2-b+8=0$

$D=1-12(3b^2-b+8)=-36b^2+12b-96+1=-36b^2+12b-95\geq 0$

$a_{1,2}=\frac{1\pm\sqrt{-36b^2+12b-95}}{6}$

$tg\alpha(x-tg\alpha)^2 = -ctg\alpha(x-ctg\alpha)^2$

$\begin{cases} tg\alpha = -ctg\alpha \\ (x-tg\alpha)^2 = (x-ctg\alpha)^2 \end{cases}$ ①

①: $tg\alpha = -ctg\alpha$ - невозможно, т.к. $tg\alpha \cdot ctg\alpha = 1 \Rightarrow x \in \varnothing$

$\begin{cases} tg\alpha = -(x-ctg\alpha)^2 \\ ctg\alpha = (x-tg\alpha)^2 \end{cases}$

②: $tg\alpha = -(x-ctg\alpha)^2$

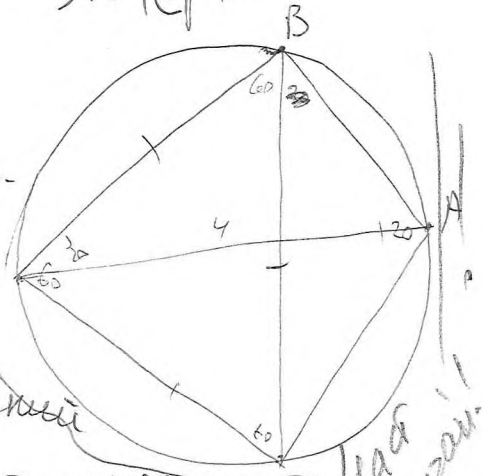
$\begin{cases} tg\alpha = (x-ctg\alpha)^2 \\ ctg = -(x-tg\alpha)^2 \end{cases}$

1

НЕ ЗАЧЁРКНУТО!

3.

~~Т.к. по усл. $A \in \overset{\smile}{BD}$ (на которой нет~~ C), угол BAD определён еще до размещения т. A (120°), поскольку он в любом случае будет опираться на $\overset{\smile}{BCD}$, т.к. никаких других указаний, влияющих на расположение т. A нет, кроме как в центр дуги BD.



Наб случай

ABCD - вписанный четыр. $\Rightarrow \angle BCD = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ \Rightarrow \triangle CBD$ - р/с

т.к. $\overset{\smile}{AB} = \overset{\smile}{AD} \Rightarrow \angle CBA = \angle CDA = 90^\circ \Rightarrow CA$ - диам.

$\triangle CBA$:

$\angle BCA = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ \Rightarrow BA = CA \cdot \sin 30^\circ = 2$

$BC = CA \cdot \cos 30^\circ = 2\sqrt{3}$

Аналогично $AD = 2$

$CD = 2\sqrt{3}$

$S_{\triangle CBA} = \frac{1}{2} CB \cdot BA = \frac{1}{2} \cdot 2\sqrt{3} \cdot 2 = 2\sqrt{3}$

~~Ну вот~~ ~~$\angle BCD = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ \Rightarrow \triangle CBD$ - р/с~~

$S_{CBAD} = 2 S_{\triangle CBA} = \boxed{4\sqrt{3}}$

(т.к. $\triangle CBA$ и $\triangle CDA$ равны)

2

Ответ: $4\sqrt{3}$

ШИФР: 312
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

"Юниор"

Работа по математике

Дата 06.04.24
Вариант № 4
Площадка написания: МИФИ
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

1.

$n : (k+z)$

$\begin{cases} 100z + k = n \\ (z+k) \cdot z = n \end{cases}$

$n = \overline{abcd}$

$\overline{cd} = k$

$z = \overline{ab}$

$\begin{array}{c} n \mid 100 \\ \dots \\ k \end{array} \quad \overline{z}$

В таком случае число может быть "счастливым" только если:

$\begin{cases} \overline{ab} : z \\ \overline{cd} : z \end{cases}; \begin{cases} \overline{ab} : z \\ \overline{cd} \not: z \end{cases}; \begin{cases} \overline{ab} \not: z \\ \overline{cd} : z \end{cases}$ ✓

Нам подходит только 3 вариант, т.к. 24 ве

$\overline{abcd} = (\overline{ab} + \overline{cd}) z$

$1000a + 100b + 10c + d = (10a + b + 10c + d) z$

$a(1000 - 10z) + b(100 - z) + c(10 - 10z) + d(1 - z)$

$>0 \quad >0 \quad \leq 0 \quad \leq 0$

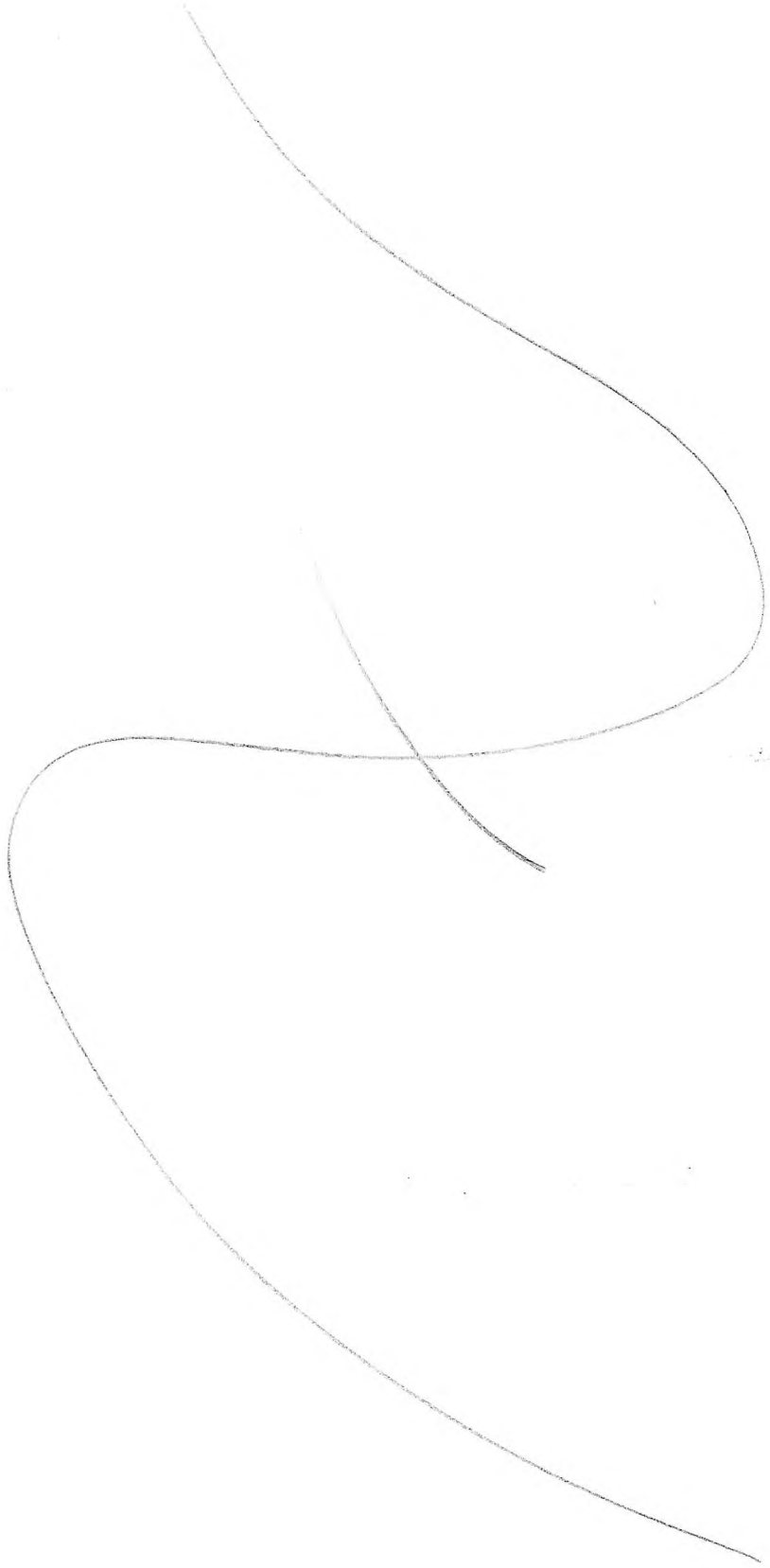
Т.к. z - двухзн. число>

$a(1000 - 10z) + b(100 - z) = c(10z - 10) + d(z - 1)$

0

$k : z$

$100z + k = n : z \quad | : z$

$50z + \frac{k}{z} = \frac{n}{z}$

Лист 2 из 2