08190

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

Шифр

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	1
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ЧИКИН
	Имя	ПЕТР
	Отчество	АЛЕКСЕЕВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 03; Месяц: 11; Год: 2005
6.	Страна	РОССИЯ
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	Г. МОСКВА
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	ГОРОД
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	МОСКВА
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	ГБОУ Школа N548

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ____

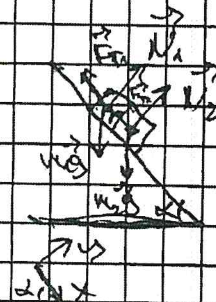
Шифр 08190

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

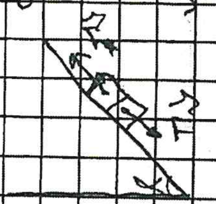
Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
78			[подпись]

№1

Т.к. цилиндр вращает. по часовой стрелки, то шарики начнут подниматься по левой стороне цилиндра, снизу окажется второй кубик.



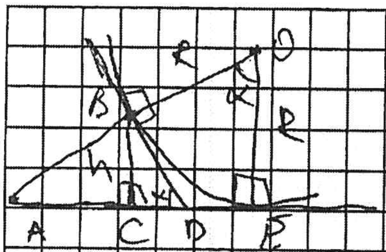
Пусть α - угол между касательной к окружности в точке максимального подъёма к горизонтали. Т.к. это точка максимального подъёма, ускорения ~~шар~~ кубиков равно 0. Т.к. ~~шары~~ кубики соприкасаются, они взаимодействуют с силой $\vec{F}$, равной по модулю и противополжн. по направл. для каждого из шариков. Т.к. размерами кубиков можно пренебречь, считаем ~~их~~ их ~~м~~ материальными точками. Второй закон Ньютона к проэкц. на ось Ox:



$$\begin{cases} m_2 g \cos(90^\circ-\alpha) + F - F_{тр_2} = 0 \\ m_1 g \cos(90^\circ-\alpha) - F - F_{тр_1} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} m_2 g \sin\alpha + F = \mu_2 N_2 \\ m_1 g \sin\alpha - F = \mu_1 N_1 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} m_2 g \sin\alpha + F = \mu_2 m_2 g \sin(90^\circ-\alpha) \\ m_1 g \sin\alpha - F = \mu_1 m_1 g \sin(90^\circ-\alpha) \end{cases} \oplus \Rightarrow m_1 g \sin\alpha + m_2 g \sin\alpha = \mu_1 m_1 g\cos\alpha + \mu_2 m_2 g \cos\alpha$$

$$\sin\alpha(m_1+m_2) = (\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)\cos\alpha \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2}{m_1+m_2}$$



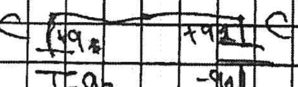
Введём обозначения как показано на рисунке => h — искомое

$OB \perp BD$, $OБ \perp CБ$ $\Big|$ => $OBDБ$ — впис. => $\angle KOБ + \angle BDБ = 180°$, $\alpha + \angle BDБ = 180°$ $\Big|$ =>

=> $\angle BOБ = \alpha$ => $AБ = R\,tg\,\alpha$

$\angle BAC = 90° - \alpha$ => $\cos\angle BAC = \frac{AC}{h}$ => $AC = \cos(90° - \alpha)\cdot h = h\sin\alpha$ — Отв.

№2



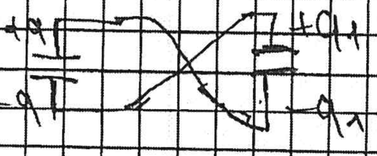
Изначальный заряд на конденсаторе C: $q_0 = CU_0$, где $U_0 = 100$ В

Пусть q^*, q^*_1 — заряды на конденсаторах C и C_1.
По закону сохранения заряда для проводника подсоед. к полож. обкладке конденсаторов: $q_0 = q^* + q^*_1$ => $q_0 = CU^* + C_1U^*$, где U^* — напряж. на конденсаторах, оно одинаково на обоих конденсаторах т.к. потенциалы в обоих проводн. везде одинаковы => $U^* = \frac{q_0}{C+C_1}$ =>

$\frac{q^*}{C} = \frac{q_0}{C+C_1}$, $\frac{q^*_1}{C_1} = \frac{q_0}{C+C_1}$ $\Big|$ =>

=> $q^* = \frac{q_0C}{C+C_1}$ => $q = 0{,}9q_0$

$q_1 = \frac{q_0C_1}{C+C_1}$ => $q_1 = 0{,}1q_0$



После ~~переворот.~~ ~~пров.~~ на проводники переворачивания конденсатора суммарный заряд каждого из проводников по модулю станет $|q + q_1| = |0{,}9q_0 - 0{,}1q_0| = 0{,}8q_0$, а ~~после распре-~~ => заряд конденсатора C станет $0{,}9\cdot 0{,}8q_0 = 0{,}72q_0$, заряд конденсатора C_1 станет $0{,}1\cdot 0{,}8q_0 = 0{,}08q_0$

При возвращение в начальное состояние суммарный модуль ~~з~~ заряда проводников опять уменьшится на 20%, т.к. $|0{,}72q_0 - 0{,}08q_0| = 0{,}64q_0 = 0{,}8q_0\cdot 0{,}8$ →

→ За каждый переход из одного ~~полож~~ положения в другое ~~сумм~~ модуль заряда каждого из проводников уменьшается на 20%, т.к. $|0{,}9q' - 0{,}1q'| = 0{,}8q'$, где q' ~~суммарный~~ заряд проводника в прошлом ~~по~~ положении. → за пять повторений процедуры заряд модуль заряда ~~прово~~ каждого из проводников станет $q_0\cdot 0{,}8^9$ (т.к. ~~пути~~ ~~первые~~ ~~изме~~ состояния ~~положения~~ по положения конденсаторов изменилось 9 раз) → ~~По доказанному~~ По доказанному ранее заряд на конденсаторе C_1 в конце станет: $q = q_0\cdot 0{,}8^9\cdot 0{,}9$

~~q/q_1~~ ~~$q = \frac{q_0\cdot 0{,}8^9\cdot C}{C+C_1}$~~ $q = q_0\cdot 0{,}8^9\cdot 0{,}9$

~~$q = \frac{C^2U\cdot 0{,}8^9}{C+C_1} \to q =$~~ $q = CU\cdot 0{,}8^9\cdot 0{,}9$

$q = 9\cdot 10^{-6}\cdot 100\cdot 0{,}8^9\cdot 0{,}9 = 108{,}72\cdot 10^{-6}$ Кл ~~$= 108{,}72$ мКл~~

Отв ~~от~~: ~~108,72 мКл~~ $108{,}72\cdot 10^{-6}$ Кл

№3

Т.к. ~~источники света~~ концы ~~движутся~~ вдоль главной ~~оптической~~ оси их ~~изображения~~ на собирающая линза дает ~~действительное~~ изображение предмета если он расположен дальше фокуса → встреча изображения 2 источника и первого источника происходит, когда второй источник находится от линзы на расстоянии меньше фокуса (т.к. мнимое изображение будет по ту же сторону от линзы что и источник) → формула тонкой линзы для 2 источника, т.к. изображение действительное: $\frac{1}{9F-1{,}5\upsilon t}+\frac{1}{b}=\frac{1}{F}$, где

t – время до момента встречи, b – расстояние от изобр до линзы → чтобы ~~их изобр встретились~~ встретилось с первым источником: $b=7F-\upsilon t$ → $\frac{1}{9F-1{,}5\upsilon t}+\frac{1}{7F-\upsilon t}=\frac{1}{F}$

$\to \frac{7F-\upsilon t+9F-1{,}5\upsilon t}{(9F-1{,}5\upsilon t)(7F-\upsilon t)}=\frac{1}{F}$ → пусть $\upsilon t=x$ → $\frac{16F-2{,}5x}{(9F-1{,}5x)(7F-x)}=\frac{1}{F}$ →

$\to 16F^2-2{,}5xF=63F^2-9Fx-10{,}5Fx+1{,}5x^2$

$1{,}5x^2-17Fx+47F^2=0$ $\quad D=289F^2-282F^2=7F^2$

$x_{1,2}=\frac{17F+\sqrt{7}F}{3}=6{,}549F$ → $6{,}549F=\upsilon t$ → $t=\frac{6{,}549F}{\upsilon}$

Ответ: $t=\frac{6{,}549F}{\upsilon}$ или $t=\frac{(17+\sqrt{7})F}{3\upsilon}$ с.

15б.

№4

Пусть p_1 – давление газа в негерметичном сосуде в момент когда ~~капля~~ капля упала в него, тогда по закону Менделеева-Клапейрона: $p_1V_0=\frac{(m_0-\alpha t)}{M}RT_0$, где t – время прошедшее от начала процесса →

$\to p_1=\frac{(m_0-\alpha t)RT_0}{MV_0}$ (1)

Шифр

Для ~~герметическо~~ герметичного сосуда т.к процесс изотермический: $p_0(V_0+\frac{1}{2}\ell S) = p_0' \cdot (V_0+\ell S)$, где p_0' – давление в левом сосуде, когда капля показал. в правый

Т.к. процесс очень медленный в любой момент ~~в~~ сумма сил действующих на каплю равна 0 →

$\Rightarrow \cancel{p_0'S = p_1 S \Rightarrow p_0' = p_1}$ $p_0'S - p_1 S = 0 \Rightarrow p_0' = p_1 \Rightarrow p_0(V_0+\frac{1}{2}\ell S) = p_1 (V_0+\ell S) \Rightarrow p_1 = \frac{p_0(V_0+\frac{1}{2}\ell S)}{V_0+\ell S}$

Подставим в (1): $\frac{(m_0-\alpha\tau)RT_0}{MV_0} = \frac{p_0(V_0+\frac{1}{2}\ell S)}{V_0+\ell S}$

$m_0-\alpha\tau = \frac{p_0 M V_0 (V_0+\frac{1}{2}\ell S)}{RT_0 (V_0+\ell S)}$

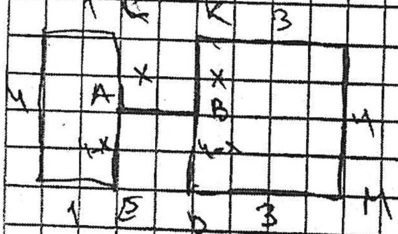
~~По~~ закону Менделеева-Клапейрона: $p_0 V_0 = \frac{m_0 RT_0}{M} \Rightarrow m_0 = \frac{p_0 V_0 M}{RT_0}$

$\Rightarrow \alpha\tau = \frac{p_0 V_0 M}{RT_0} - \frac{p_0 M V_0 (V_0+\frac{1}{2}\ell S)}{RT_0 (V_0+\ell S)}$

~~$\alpha\tau =$~~ $\tau = \frac{p_0 V_0 M}{\alpha RT_0}\left(1 - \frac{V_0+\frac{1}{2}\ell S}{V_0+\ell S}\right)$

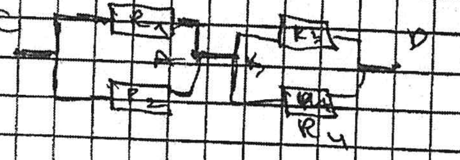
Ответ: $\tau = \frac{p_0 V_0 M}{\alpha RT_0}\left(1 - \frac{V_0+\frac{1}{2}\ell S}{V_0+\ell S}\right)$ с

№5



Пусть перемычка АБ находится на расстоянии x ~~м~~ от верхнего края → сопротивл. $CK = x$, сопр. $CB = x$, сопр. $AБ = 4-x$, сопр. $БМ = 4-x$

Схема эквивалентна



, где $R_1 = x$, $R_2 = 1+4+1+4-x = 10-x$

$R_3 = 4-x$; $R_4 = x+3+4+3 = 10+x$

$R_{общ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1+R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3+R_4}$

$R_{общ} = \frac{x(10-x)}{10} + \frac{(4-x)(10+x)}{14} = \frac{7x(10-x)+(20-5x)(10+x)}{70} =$

$= \frac{70x-7x^2+200+20x-50x-5x^2}{70} = \frac{-12x^2+40x+200}{70} = \frac{-3x^2+10x+50}{15}$

т.к. $R(x) = \frac{-3x^2+10x+50}{15}$ — парабола, ветви↓ → x_{max}

АВ подсоединен последовательно в $R_1;R_2$ и $R_3;R_4$ →

→ ток через АВ равен ~~общему~~ общему току в цепи:

$I = \frac{U}{R_{общ}}$, где U напряж. к ср. → чтобы I было минимальным, т.к. U постоянно, $R_{общ}$ должно быть максимальным

$R_{общ} = f(x)$; $R_{общ} = \frac{-3x^2+10x+50}{15}$ — парабола, ветви↓ →

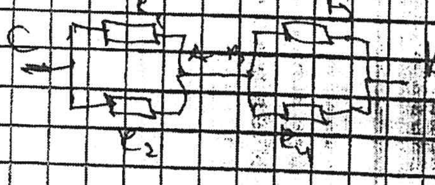
→ максимум $R_{общ}$ достигается в вершине параболы → $x_0 = \frac{-\frac{10}{15}}{-\frac{6}{15}} = \frac{5}{3}$ → $\max R_{общ} = \frac{-3\cdot(\frac{5}{3})^2+10\cdot\frac{5}{3}+50}{15} =$

$= \frac{35}{9}$ → $I_1 = \frac{U}{\max R_{общ}}$ → $I_1 = \frac{9U}{35}$

Во втором случае:

Т.к. длина KM = 5, то сопр. KM также равно 5 →

→ Схема эквивалентная (х обозначает тоже что и в первом случае)



, где $R_1 = x$; $R_2 = 3+1+1+4-x = 10-x$;

$R_3 = x + \frac{(3+4)\cdot 5}{3+4+5} + 3 = \frac{71}{12}+x$

$R_4 = 4-x$

$R_{общ} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3+R_4}$

$R_{общ} = \frac{x(10-x)}{10} + \frac{12(4-x)(\frac{71}{12}+x)}{119} = \frac{119x(10-x)+120(4-x)(\frac{71}{12}+x)}{1190} =$

Шифр

$\Rightarrow \frac{1190x - 119x^2 + 480x + 2840 - 710x - 120x^2}{119} \Rightarrow \frac{-239x^2 + 960x + 2840}{119}$

$\Rightarrow K_{общ} = \frac{-239x^2 + 960x + 2840}{119}$ — кв. ф-ия, гр. парабола, ветви $\downarrow$ $\Rightarrow$ max $K_{общ}$ достигается в $x_в = \frac{-\frac{960}{119}}{-\frac{239 \cdot 2}{119}} = \frac{480}{239} \Rightarrow$

$\Rightarrow \max K_{общ} = \frac{-239 \cdot \left(\frac{480}{239}\right)^2 + 960 \cdot \frac{480}{239} + 2840}{119} = \frac{7640}{239} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_2 = \frac{U}{\max K_{общ}}$, где I_2 — миним. ток во втором случае

$I_2 = \frac{\cancel{239U}\ 239U}{7640}$

т.к. $I_1 = \frac{24}{35} > \frac{239U}{7640}$, то ток во втором случае уменьшился

$I_1 - I_2 = 0{,}4 \Rightarrow \frac{24}{35} - \frac{239U}{7640} = 0{,}4 \Rightarrow U = 1{,}771$ В

Ответ: 1,771 В

205