ШИФР a50
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

по Физике в 11 классе
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Кончиц Кирилл Олегович

Олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-
БУДУЩЕЕ НАУКИ

Чистовик

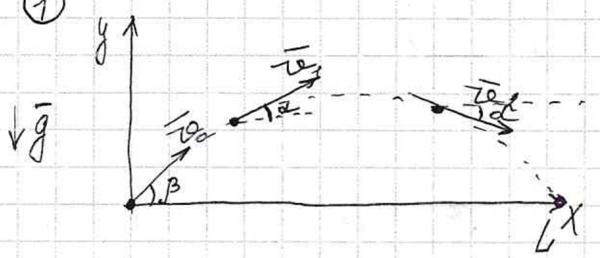
ШИФР a50
(заполняется сотрудником секретариата)

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
10	5	20	25	60

Заполняется проверяющим!

Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!

1



$x = v_x \cdot t$
$v_x = const$
$y = v_0 \sin(\beta) - \frac{gt^2}{2}$

$v_{x_1} = v_1 \cos(\alpha)$
$v_{x_2} = v_2 \cos(\alpha)$ $\Rightarrow$ $v_1 = v_2$.

$v_1^2 = v_{x_1}^2 + v_{y_1}^2$; $\quad v_{y_1} = v_0 \cdot \sin(\beta) - gt_1$

$v_2^2 = v_{x_2}^2 + v_{y_2}^2$; $\quad v_{y_2} = v_0 \cdot \sin(\beta) - gt_2$

$v_1 = v_2 \Rightarrow v_1^2 = v_2^2$; $\quad v_{x_1}^2 + v_{y_1}^2 = v_{x_2}^2 + v_{y_2}^2$; $\quad v_x = const \Rightarrow v_{x_1} = v_{x_2}$;

$v_{y_1}^2 = v_{y_2}^2$; $\quad (v_{y_1} + v_{y_2})(v_{y_1} - v_{y_2}) = 0$

$v_{y_1} = -v_{y_2}$ $\qquad\qquad$ $v_{y_1} = v_{y_2}$

$v_0 \sin(\beta) - gt_1 = gt_2 - v_0 \sin(\beta)$ $\qquad$ $v_0 \sin(\beta) - gt_1 = v_0 \sin(\beta) - gt_2$

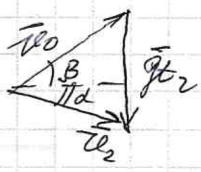
$\frac{2 v_0 \sin(\beta)}{g} = t_2 + t_1$ +5 $\qquad$ $t_1 = t_2$ ← не соотв. условию

$g T_{под.} = v_0 \cdot \sin(\beta)$; $T_{под} = \frac{v_0 \cdot \sin(\beta)}{g}$; $T_{спуск} = T_{под}$; $T_{полет} = 2T_{под}$

$T_{полета} = \frac{2 v_0 \sin(\beta)}{g}$; $\quad T_{полета} = t_2 + t_1$

L – дальность полёта; $L = v_x \cdot (t_2 + t_1)$

$v_0 = \frac{(t_2 + t_1) \cdot g}{2 \cdot \sin(\beta)}$



$\bar{v}_1 = \bar{v}_0 + \bar{g}t_1$; $\quad \bar{v}_2 = \bar{v}_0 + \bar{g}t_2$;

$v_1^2 = v_0^2 + (gt_1)^2 + \cos(\beta - \alpha) v_0 \cdot gt_1$; $\quad v_2^2 = v_0^2 + (gt_2)^2 + \cos(\alpha + \beta) \cdot v_0 \cdot gt_2$.

$v_1^2 = v_2^2$; $\quad (gt_1)^2 + \cos(\beta)\cos(\alpha) \cdot \frac{g(t_2+t_1) \cdot gt_1}{2 \sin(\beta)} + \frac{\sin(\alpha) \cdot g(t_2+t_1) \cdot gt_1}{2} =$

$= (gt_2)^2 + \frac{\cos(\beta)\cos(\alpha) \cdot g(t_2+t_1)gt_2}{2\sin(\beta)} - \frac{\sin(\alpha) \cdot g(t_2+t_1)gt_2}{2}$

$g^2(t_2^2 - t_1^2) + \frac{\cos(\beta)\, ctg(\beta) \cdot g^2}{\sqrt{2}} \cdot (t_2^2 - t_1^2) - \frac{\sin(\alpha) g^2}{2} \cdot (t_2 + t_1)^2 = 0 \; \Big| \cdot \frac{2}{g^2}$

$2(t_2^2 - t_1^2) + \frac{\sqrt{2}}{2} ctg(\beta)\,(t_2^2 - t_1^2) - \frac{\sqrt{2}}{2}(t_2 + t_1)^2 = 0$

$$\operatorname{ctg}(\beta) = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}(t_2+t_1)^2 - 2(t_2^2-t_1^2)}{\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot(t_2-t_1)^2} = \frac{\sqrt{2}(t_2+t_1)^2 - 4(t_2+t_1)(t_2-t_1)}{\sqrt{2}(t_2-t_1)(t_2+t_1)} =$$

$$= \frac{\sqrt{2}(t_2+t_1) - 4(t_2-t_1)}{\sqrt{2}(t_2-t_1)} = \frac{(t_2+t_1)}{(t_2-t_1)} - \frac{4\sqrt{2}}{2} =$$

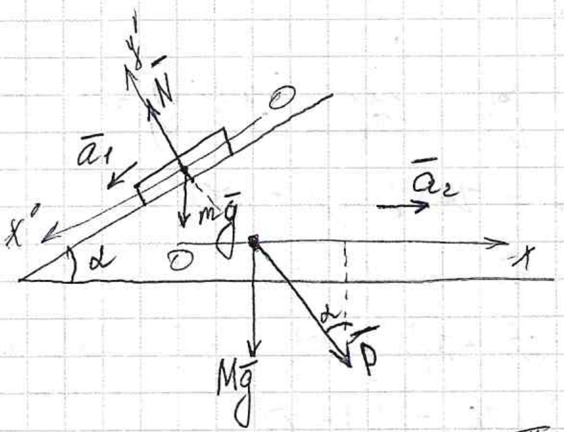
$$= \frac{(t_2+t_1)}{t_2-t_1} - 2\sqrt{2}$$

$$L = v_0\cos(\beta)\cdot(t_1+t_2) = \frac{(t_1+t_2)^2 g\cdot\cos(\beta)}{2\sin(\beta)} = \frac{(t_1+t_2)^2}{2} g\cdot\operatorname{ctg}(\beta) =$$

$$= \underline{\frac{g(t_1+t_2)^2}{2}\cdot\left(\frac{t_2+t_1}{t_2-t_1} - 2\sqrt{2}\right)}$$

(2)

По услов: $F_{тр} = \bar{0}$



По II-му з-ну Ньютона:

$OX:\ Ma_2 = P\cdot\sin(\alpha)$

$OX':\ ma_1 = mg\cdot\sin(\alpha)$

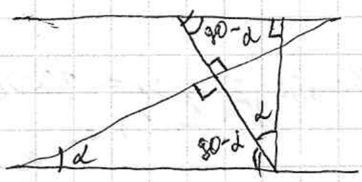
$a_1 = g\cdot\sin(\alpha)$

$Oy':\ 0 = N - mg\cos(\alpha)$

$N = mg\cos(\alpha)$

По III з-ну Ньютона:

$N = P \Rightarrow P = mg\cos(\alpha)$;



$$Ma_2 = mg\cos(\alpha)\sin(\alpha) = \frac{mg\cdot\sin(2\alpha)}{2}$$

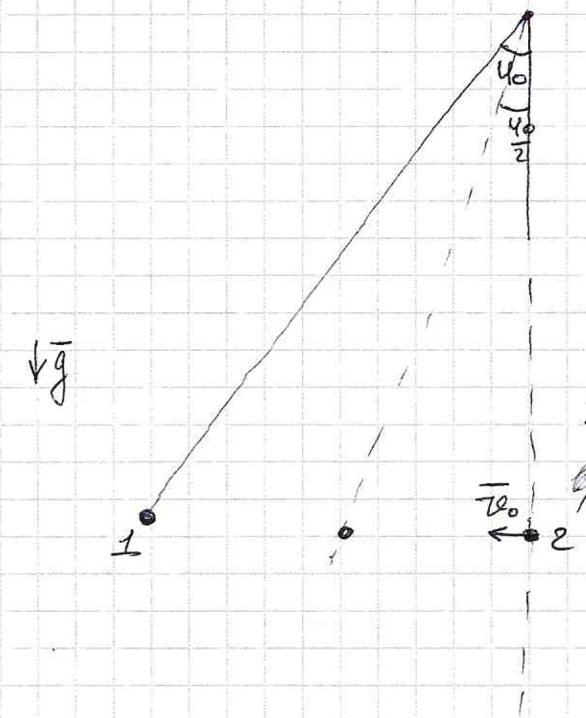
$$a_2 = \frac{m}{M}\cdot\frac{g\sin(2\alpha)}{2}$$

$a_1 = a_2$ по услов;

$$\frac{m}{M}\cdot\frac{g\sin(2\alpha)}{2} = g\cdot\sin(\alpha);\quad \frac{m}{M} = \frac{2\sin(\alpha)}{\sin(2\alpha)} = \frac{2\cdot\sin(30^\circ)}{\sin(60^\circ)} =$$

$$= \frac{2\cdot\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2}{\sqrt{3}} = \underline{\frac{2\sqrt{3}}{3}}$$

(4)



Запишем ур-ния гар. колеб.:

1: $X_1 = X_{A_1}\cdot\cos(\omega t)$ +

$X_{A_1} = \sin(\varphi_0)\cdot L$ +

т.к. φ_0 по услов. небольшой, $\sin(\varphi_0)\approx\varphi_0$

$X_{A_1} = L\cdot\varphi_0$

Пусть столк. произошло в момент времени t_1

$$x_1(t_1) = \frac{\varphi_0}{2}\cdot L = \varphi_0 L\cdot\cos(\omega t_1)$$

$$\cos(\omega t_1) = \frac{1}{2}$$

$$\omega t_1 = \frac{\pi}{3};\ t_1 = \frac{\pi}{3\omega}$$

2. $X_2 = X_{A_2}\cdot\sin(\omega t)$

$$X_2(t_1) = X_1(t_1) = X_{A_2}\cdot\sin(\omega t_1)$$

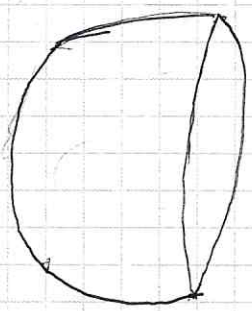
$$\frac{\varphi_0 L}{2} = X_{A_2}\cdot\sin\left(\omega\cdot\frac{\pi}{3\omega}\right);\quad X_{A_2} = \frac{\varphi_0 L}{2}\cdot\frac{1}{\sin(\frac{\pi}{3})} =$$

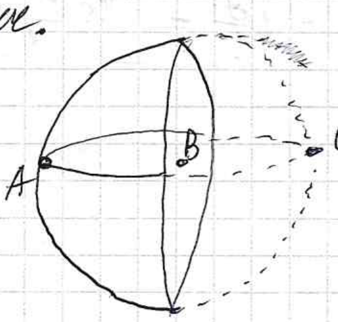
$$= \frac{\varphi_0\cdot L}{2}\cdot\frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2}};\quad \frac{\varphi_0\cdot L\cdot 2}{2\cdot\sqrt{3}} = \frac{\varphi_0 L\cdot\sqrt{3}}{3}$$

$$v_0 = X_{A_2}\cdot\omega = \frac{\varphi_0\cdot L\cdot\sqrt{3}}{3}\cdot\sqrt{\frac{g}{L}} = \frac{\varphi_0\cdot\sqrt{3gL}}{3}$$

③

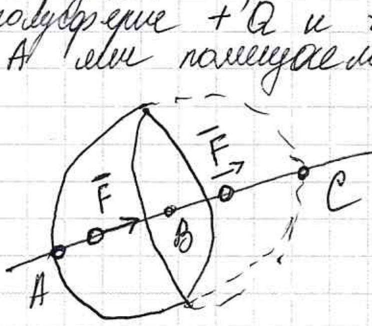
Окружим полусферу поверхностью, представляющей из себя сферу, радиус которой равен радиусу полусферы.

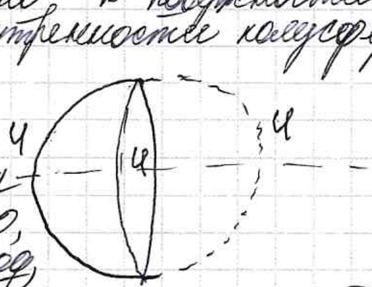




Т. Исходя из т. Гаусса, $\bar{E}$ внутри этой поверхности равна $\bar{0}$, т.к. внутри поверхности нет никакого заряда, т.е. распределение потенциала полусферы аналогично распределению потенциала сфере (применимо к поверхности и внутренности полусферы)

Предположим, что заряд (общий) полусфере $+Q$ и что в точку A мы помещаем заряд $+q$.





Из соображений симметрии и всего вышесказанного, можно сделать вывод, что

A_{AB} (работа эл. поля на уч. AB) $=$ A_{BC} (работа эл. поля на уч. BC)

По т. об изменении E_K: $E_B - \underset{0}{E_A} = A_{AB}$; $A_{AB} = \frac{m v_B^2}{2} = A_{BC}$.

$A_{AC} = A_{AB} + A_{BC} = E_C - \underset{0}{E_A}$; $\frac{m v_C^2}{2} = \frac{2 m v_B^2}{2}$; $v_C^2 = 2 v_B^2$

$v_C = v_B\sqrt{2}$!