



ШИФР

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИпо ФИЗИКЕ Дата проведения 27.01.2019
(наименование общеобразовательного предмета)Фамилия И.О. участника ГЛАЗУНОВА И. А.Серия и номер паспорта

2	2	1	5
---	---	---	---

3	9	7	5	0	2
---	---	---	---	---	---

Дата рождения 04.09.2001 Класс 11Школа № Лицей №3 район _____ город САРОВ**Особые отметки** (Заполняется представителем оргкомитета)
о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.**Правила поведения**

Участник очного тура олимпиады обязан:

- занять место, которое ему указано представителями оргкомитета;
- соблюдать тишину;
- использовать для записей только листы установленного образца;
- работать самостоятельно и не оказывать помощь в выполнении задания другим участникам.

Внимание. Если во время проверки письменных работ, жюри обнаружит идентичный текст (или цитаты с одинаковыми грамматическими, речевыми или смысловыми (фактическими) ошибками) в двух, или более работах, то за эти работы баллы не начисляются.

Участнику олимпиады запрещается:

- разговаривать с другими участниками;
- использовать какие-либо справочные материалы (учебные пособия, справочники, словари, записные книжки, в том числе и электронные, и т.д., а также любого вида шпаргалки);
- пользоваться средствами мобильной связи;
- покидать пределы территории, которая установлена организаторами для проведения очного тура олимпиады.

Внимание. За нарушение правил поведения участник удаляется с очного тура олимпиады с выставлением нуля баллов за выполняющуюся работу независимо от числа правильно выполненных заданий. Все виды

шпаргалок изымаются и выдаются по письменному заявлению после истечения времени, предусмотренного на подачу и рассмотрение апелляций по данному предмету.

Оформление работы

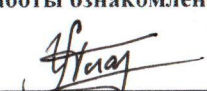
Участник аккуратно заполняет титульный лист папки «Письменная работа», ставит дату и подпись (другие записи на папке делать запрещено).

На вложенных листах, как для чистовых, так и для черновых записей, можно писать или синей, или фиолетовой, или черной пастой (чернилами), одинаковой во всей работе (при необходимости смены цвета пасты (чернил), следует обратиться за разрешением к представителю оргкомитета олимпиады).

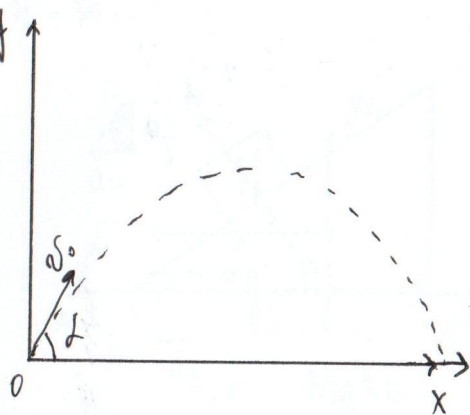
Задания (или часть задания), выполненные на листах, на которых имеются рисунки или записи, не относящиеся к выполняемому заданию, а также записи не на русском языке, и любые другие пометки, которые могут идентифицировать участника, на проверку не поступают и претензии по этим заданиям (задачам) не принимаются. На проверку не поступают также листы, подписанные участником, листы, на которых имеются записи карандашом (кроме рисунков, необходимых для пояснения сути ответа), и рваные (надорванные) листы. Нельзя делать исправления карандашом.

Внимание! Если в работе ошибки исправлены карандашом, то при шифровке работы карандашные исправления будут стерты и на проверку поступит работа без исправлений.

С правилами поведения на олимпиаде и правилами оформления работы ознакомлен


(подпись участника олимпиады)

№ 2-?



Ур-я движения тела:

1008

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_y = v_0 \sin \alpha - gt \\ x = v_0 \cos \alpha t \\ y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$t_n = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ - время полета тела.

Расстояние от точки броска до тела в любой момент времени полета

$$S = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha t^2 + v_0^2 \sin^2 \alpha t^2 + \frac{g^2 t^4}{4} - v_0 \sin \alpha g t^3} =$$

$$= \sqrt{v_0^2 + \frac{g^2 t^4}{4} - v_0 \sin \alpha g t^3}$$

Если S всегда увеличивается (во вр. полета), то при $0 \leq t \leq t_n$ $S' > 0$.

$$S' = \frac{2v_0^2 t + g^2 t^3 - 3v_0 \sin \alpha g t^2}{2\sqrt{v_0^2 + \frac{g^2 t^4}{4} - v_0 \sin \alpha g t^3}} = \frac{2v_0^2 + g^2 t^2 - 3v_0 \sin \alpha g t}{2\sqrt{v_0^2 + \frac{g^2 t^2}{4} - v_0 \sin \alpha g t}}$$

$$S' > 0$$

$$2v_0^2 + g^2 t^2 - 3v_0 \sin \alpha g t > 0.$$

$\sin \alpha < \frac{2v_0^2 + g^2 t^2}{3v_0 g t}$ - должно выполняться при наименьшем значении правой части неравенства. Найдем его.

$$\left(\frac{2v_0^2 + g^2 t^2}{3v_0 g t} \right)' = \left(\frac{2v_0}{3gt} + \frac{gt}{3v_0} \right)' = \frac{g}{3v_0} - \frac{2v_0}{3gt^2}.$$

$$\begin{cases} 0 \leq t \leq \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \\ \frac{g}{3v_0} = \frac{2v_0}{3gt^2} \end{cases} \quad \begin{cases} t = \sqrt{2} \frac{v_0}{g} \\ \sqrt{2} \frac{v_0}{g} \leq \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad \checkmark \end{cases}$$

При $t = \sqrt{2} \frac{v_0}{g}$ получаем наименьшее значение.

$$\sin \alpha < \frac{2v_0^2 + g^2 \cdot 2 \frac{v_0^2}{g^2}}{3v_0 g \cdot \sqrt{2} \frac{v_0}{g}} = \frac{4v_0^2}{3\sqrt{2}v_0^2} = \frac{4\sqrt{2}}{6} = \frac{2}{3}\sqrt{2}.$$

Ответ: $\sin \alpha < \frac{2}{3}\sqrt{2}$ 25

1	2	3	4	Σ
25	25	25	15	905

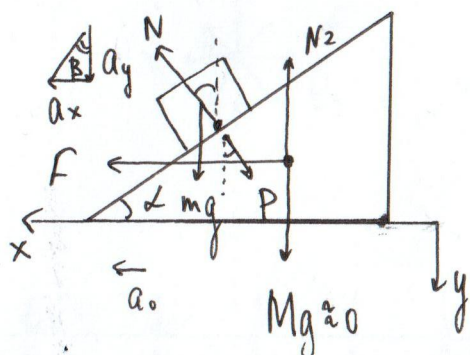
$$\alpha = 45^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$\text{из г.м. : } N = P.$$

$$\tan \beta = \pm \tan 30^\circ.$$

$$\tan \beta = \frac{a_x}{a_y}.$$



из г.м. в проекциях на Ox : сумм: $F - N \sin \alpha = M a_0 \approx 0 \rightarrow N = \frac{F}{\sin \alpha}$
 раз: $N \sin \alpha = m a_x$.

Oy : раз: $mg - N \cos \alpha = m a_y$.

$$\frac{a_x}{a_y} = \frac{N \sin \alpha}{mg - N \cos \alpha} = \frac{F}{mg - F \cot \alpha} = \tan \beta.$$

$$F = mg \tan \beta - F \cot \alpha \tan \beta.$$

$$F = \frac{mg \tan \beta}{1 + \cot \alpha \tan \beta}$$

$$F = \frac{mg \tan \beta}{1 + \tan \beta}.$$

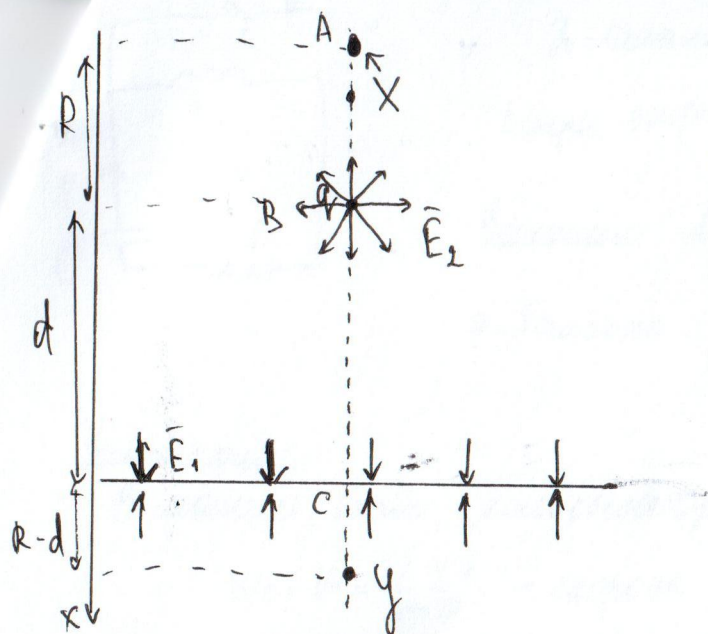
1) $\tan \beta = \frac{1}{\sqrt{3}} \rightarrow F = \frac{mg}{\sqrt{3} (1 + \frac{1}{\sqrt{3}})} = \frac{mg}{\sqrt{3} + 1}$ (направлена влево)

2) $\tan \beta = -\frac{1}{\sqrt{3}} \rightarrow F = \frac{-mg}{\sqrt{3} (1 - \frac{1}{\sqrt{3}})} = \frac{mg}{1 - \sqrt{3}} = -\left(\frac{mg}{\sqrt{3} - 1}\right)$ (напр. вправо).

Ответ: $F = \frac{mg}{\sqrt{3} + 1}$ - направлена влево

$F = \frac{mg}{\sqrt{3} - 1}$ - направлена вправо.

25



$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$E = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$. Т.к. $\vec{E}_1$ имеет только вертикальную составляющую, то E обращается в 0 при $\vec{E}_2$, направленном вертикально.

$$AB: E = E_1 - E_2$$

$$BC: E = E_1 + E_2$$

$$CD: E = -E_1 + E_2$$

Если $E=0$ при некотором $R < d$, то $E_1 = -E_2$, а точка, в которой $E=0$, лежит на отрезке BC. Тогда на AB $E = -2E_2 \neq 0$ на CD $E = 2E_2 \neq 0$.

Таким образом, ~~нигде~~ поле будет равно 0 в двух точках (на AB и CD) только тогда, когда $R \geq d$.

$$\begin{cases} E_1 = E_2 \\ d \leq R \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \\ d \leq R \end{cases} \quad R = \sqrt{\frac{q}{2\pi\sigma}} \\ d \leq \sqrt{\frac{q}{2\pi\sigma}}$$

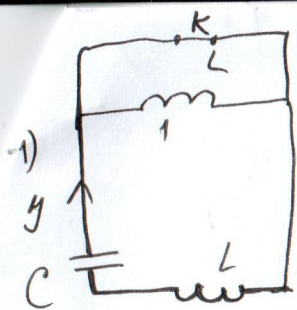
$$\begin{aligned} \varphi_x - \varphi_y &= - \left((E_1 - E_2)R + (E_1 + E_2)d + (-E_1 + E_2)(R - d) \right) = \\ &= - \underline{E_1 R} + \underline{E_2 R} - \underline{E_1 d} - \underline{E_2 d} + \underline{E_1 R} - \underline{E_2 R} - \underline{E_1 d} + \underline{E_2 d} = -2E_1 d. \end{aligned}$$

$|\varphi_x - \varphi_y|$ максимально при наибольшем $d = \sqrt{\frac{q}{2\pi\sigma}}$.

$$\text{Ответ: } 1) d \leq \sqrt{\frac{q}{2\pi\sigma}}$$

$$2) d = \sqrt{\frac{q}{2\pi\sigma}}$$

25



y_0 - амплитуда.

Потери энергии миним → $W = \frac{L y_0^2}{2} \cdot 2 = L y_0^2$.

Заменяем катушкой экв. L_0 : $L_0 \rightarrow W = \frac{L_0 y_0^2}{2}$

Ф. Томсона: $T = 2\pi \sqrt{L_0 C}$.

$$\frac{L_0 y_0^2}{2} = \frac{L y_0^2}{2} \rightarrow L_0 = L$$

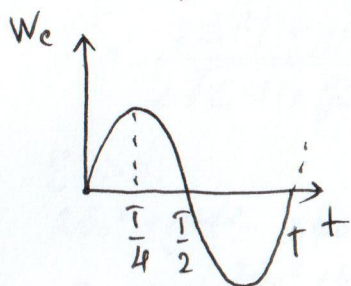
$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

Замечание.

В момент, когда конденсатор полностью заряжен,

$W_e = W = \frac{L y_0^2}{2}$ - скорость изм. энергии ~~максимальная~~ $\Rightarrow$

Ток y наибольший. В этот же момент через катушку ток не течет $\Rightarrow$ ток через катушку максимален.



Первый раз после замкнутия К

конденсатор зарядится через $\frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{LC}$.

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{LC}$$

10

~~$W_e = L y^2$~~ ~~$W_c = \frac{q^2}{2C}$~~

~~$W_e = \frac{q^2}{2C}$~~ ~~$U_c = \frac{q}{C}$~~ ~~$E_L = L \frac{dy}{dt}$~~

~~$\frac{q^2}{2C} = L y_0^2$~~

~~$q = \sqrt{2CL} y_0$~~

~~$y = \frac{q}{L}$~~

$y = \frac{W_e'}{U_c} = \frac{2L y_0 \frac{dy}{dt} C}{q} =$

$= \frac{2 y_0 C q}{q C} = 2 y_0$ 55

$L \frac{dy}{dt} = \frac{q}{C}$

$\frac{q}{C} = L \frac{dy}{dt}$ $q = LC \frac{dy}{dt}$

Ответ: 1) $\frac{\pi}{2} \sqrt{LC}$ -

2) $2 y_0$ +

155