

ШИФР

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

А 25

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

по Физике в 11 классе
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Проклашкина Александра Антоновича

Дата рождения

Школа № «Лицей» район Центральная город Арзамас

Особые отметки (Заполняется представителем оргкомитета)
о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.

Дата проведения 09.03.2025

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.

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

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.

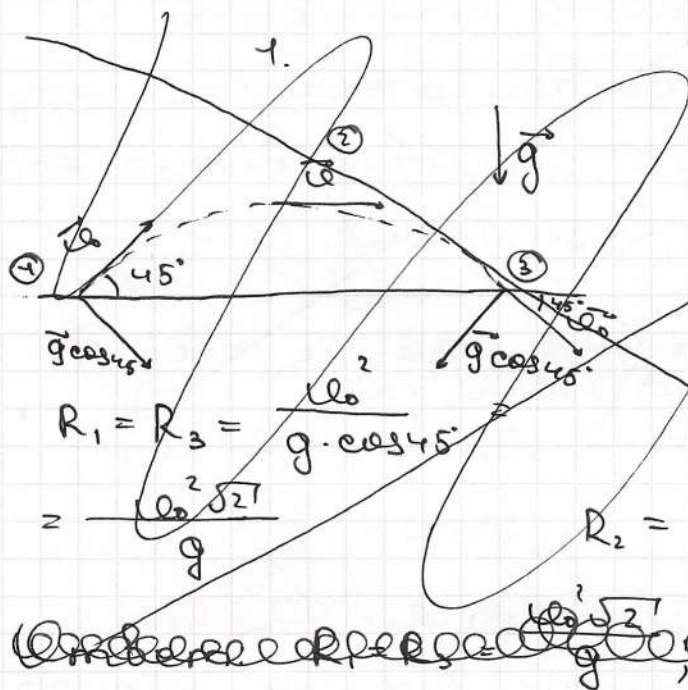
Внимание. За нарушение правил поведения участник удаляется с очного тура олимпиады с выставлением нуля баллов за выполнявшуюся работу независимо от числа правильно выполненных заданий. Все виды шпаргалок изымаются и выдаются по письменному

(по

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
15	15	15	25	70
2	2	2	2	2

Заполняется проверяющим!

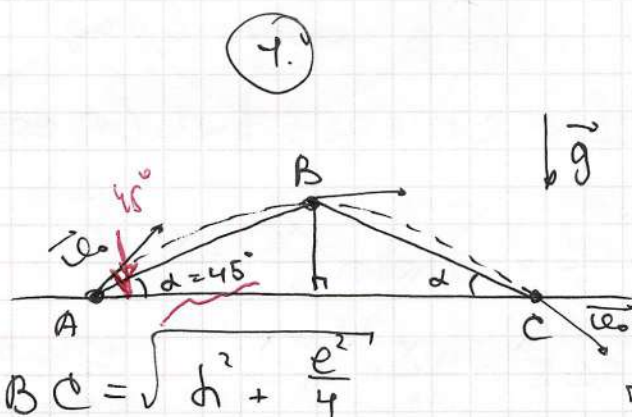
Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!



Дополнение:
 $a = \frac{v^2}{R}$, где R - радиус кривизны, (окр., на которой летит тело), а a - это ускор. \perp скорости (центростремительное)

$$R_2 = \frac{v^2}{g} = \frac{v_0^2 \cos^2 45^\circ}{g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Ответ: $R_1 = R_3 = \frac{v_0^2 \sqrt{2}}{g}$, $R_2 = \frac{v_0^2}{2g}$



Дополнение:

$A, B, C \in \omega$

$+ R_w = \frac{BC}{2 \sin \alpha}$ - радиус

окр., на которой летят точки A, B, C .

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \Rightarrow h^2 = \frac{v_0^4 \sin^4 45^\circ}{4g^2}$$

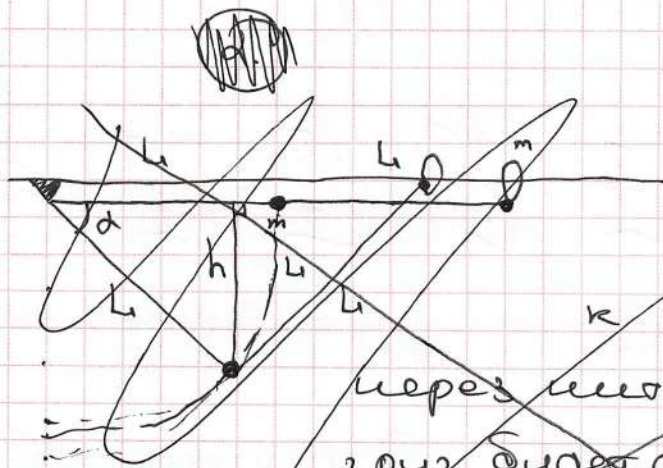
$$e = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} \Rightarrow e^2 = \frac{v_0^4 \sin^2 90^\circ}{g^2} \Rightarrow \frac{e^2}{4} = \frac{v_0^4 \sin^2 90^\circ}{4g^2}$$

$$BC^2 = \frac{v_0^4}{4g^2} \left(\frac{1}{4} + 1 \right) = \frac{5v_0^4}{16g^2}$$

$$BC = \frac{\sqrt{5} v_0^2}{4g}$$

$$R_w = \frac{\sqrt{5} v_0^2}{8g \sin 45^\circ} = \frac{\sqrt{10} v_0^2}{8g}$$

Ответ: $\frac{\sqrt{10} v_0^2}{8g}$



Выводим:

пружина прикрепленна к опоре и к колеблю через свою длину $L_1 \Rightarrow$ пружина будет двигаться по окружности радиуса L_1 .

Отсюда, если α не ноль, то и колебания будут быть, как: $\frac{2\pi L_1}{2\pi} \cdot \alpha = L_1 \Rightarrow \alpha = 4\pi \alpha$.

$$h = L_1 \sin \alpha$$

Угловая зависимость ω_{pr} от ω_{kon} :

если пружина сместится на Δx , тогда

$$\frac{2\pi L_1}{2\pi} \cdot \beta = \Delta x \quad \beta = \frac{\Delta x}{L_1}, \text{ где } \beta - \text{угл в рад}$$

$$\Delta h = L_1 \sin \beta \Rightarrow \Delta y = L_1 - 2L_1 \cos \beta = 2L_1(1 - \cos \beta)$$

- смещение колеблется.

$$\omega_{pr} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\omega_{kon} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = 2L_1 \sin \frac{\Delta x}{L_1} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot \frac{1}{L_1} =$$

$$2 \omega_{pr} \sin \frac{\Delta x}{L_1} \Rightarrow \omega_{pr} = \frac{\omega_{kon} L_1}{2 \sin \frac{\Delta x}{L_1}}$$

по 303:

$$\omega_{gd}^2 = \frac{\omega_{pr}^2}{2} + \frac{\omega_{kon}^2}{2}$$

$$2 \omega_{gd}^2 = \omega_{pr}^2 + \omega_{kon}^2 = \frac{\omega_{kon}^2}{4 \sin^2 \frac{\Delta x}{L_1}} + \omega_{kon}^2$$

$$\Delta x = L_1 \Rightarrow$$

$$2 \omega_{gd}^2 \sin^2 \alpha = \omega_{kon}^2 \left(\frac{1}{4 \sin^2 \alpha} + 1 \right) \Rightarrow \omega_{kon}^2 = \frac{2 \omega_{gd}^2 \sin^2 \alpha}{\frac{1}{4 \sin^2 \alpha} + 1}$$

$$v_{kon}^2 = \frac{2gL \cdot 4 \cdot \sin^3 \alpha}{1 + 3 \sin^2 \alpha}$$

Омного чон а менгы нах. и кон. лагелсамес дугел лабен:

$$\frac{2\pi L}{360} \cdot \alpha = L \Rightarrow \alpha = \frac{180}{\pi}$$

$$\alpha = L \sin \alpha = L \sin\left(\frac{180}{\pi}\right)$$

ах менгы и коньга нах лабен за-
вучет от крива:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{2\pi L}{360} \cdot \beta = \Delta x - \text{сменелелел крива} \\ \beta = \frac{\Delta x \cdot 180}{\pi L} \end{array} \right.$$

$$\Delta y = \alpha L - \alpha L \cos \beta - \text{сменелелел коньга}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta v_{kp} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ v_{kon} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \alpha L \sin\left(\frac{\Delta x \cdot 180}{\pi L}\right) \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot \frac{180}{\pi L} = \frac{360}{\pi} \sin \dots \end{array} \right.$$

$$v_{kon} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \alpha L \sin\left(\frac{\Delta x \cdot 180}{\pi L}\right) \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot \frac{180}{\pi L} = \frac{360}{\pi} \sin \dots$$

$$\sin\left(\frac{\Delta x \cdot 180}{\pi L}\right) \cdot v_{kp} \Rightarrow v_{kp} = \frac{v_{kon} \cdot \pi}{360 \cdot \sin\left(\frac{\Delta x \cdot 180}{\pi L}\right)}$$

до 303:

$$\text{mgh} = \frac{mv_{kp}^2}{2} + \frac{mv_{kon}^2}{2}$$

$$2gh = v_{kp}^2 + v_{kon}^2 = 2gL \sin^2\left(\frac{180}{\pi}\right) = v_{kon}^2 + \frac{v_{kon}^2 \pi^2}{360^2 \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta x \cdot 180}{\pi L}\right)}$$

$$2v_{kon}^2 \left(1 + \frac{\pi^2}{360^2 \sin^2\left(\frac{\Delta x \cdot 180}{\pi L}\right)}\right) \quad (\Delta x = L)$$

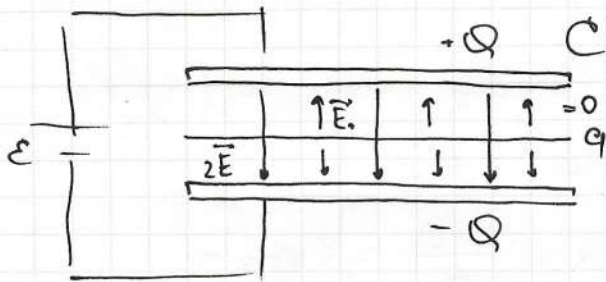
$$v_{kon}^2 = \frac{2gL \sin \alpha}{1 + 360^2 \cdot \sin^2(\alpha)}, \text{ где } \alpha = \frac{180}{\pi}$$

$$v_{kon}^2 = \frac{2gL \sin^3 \alpha \cdot 360^2}{360^2 \cdot \sin^2 \alpha + \pi^2}$$

Ответ:

$$v_{kon} = \frac{360 \cdot \sin \alpha \sqrt{2gL \sin \alpha}}{\sqrt{360^2 \cdot \sin^2 \alpha + \pi^2}}, \text{ где } \alpha = \frac{180}{\pi}$$

3)



Решение:

заряженная пластина создаст эл. поле напряжённостью E_0 , направленное от нее.

Плоский конденсатор между обкладками создаёт эл. поле напряжённостью $2E$ (от двух обкладок) от плюса к минусу \Rightarrow между верхней пластиной конденсатора и пластиной ~~заряженной~~ из суперпозиции напряжённостей они будут вычитаться.

$$2E - E_0 = 0$$

$$\frac{Q}{\epsilon \cdot S} - \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = 0 \Rightarrow \underline{Q = 2Q_0 = 2CE}$$

Накаленная энергия конденсатора

$$W_1 = \frac{C_1 E^2}{2}$$

$$C \sim \frac{1}{d}$$

$$d_1 = 2d_1 \Rightarrow C_2 = 2C_1 \Rightarrow$$

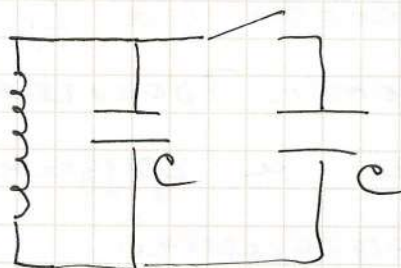
$$W_2 = \frac{2C_1 E^2}{2}$$

$$\underline{A = W_2 - W_1 = \frac{2C_1 E^2}{2} - \frac{C_1 E^2}{2} = \frac{C_1 E^2}{2} = \frac{CE^2}{2}}$$

$$\text{Ответ: } 1) 2CE; 2) \frac{CE^2}{2}$$

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

40



Дано:

$$a_1 = I_0$$

$$I_k = \frac{I_0}{2}$$

$$a_2 = ?$$

Решение:

При замкнутом ключе два паралл. соединённых конт.

эквивалентны конт с ёмк

$$\Rightarrow \frac{2C U_{M1}^2}{2} = \frac{L I_0^2}{2} = \frac{2C U_{M2}^2}{2} + \frac{L I_0^2}{8}$$

$$4L I_0^2 = 8C U_{M2}^2 + L I_0^2$$

$$3L I_0^2 = 8C U_{M2}^2 \quad U_{M2}^2 = \frac{3L I_0^2}{8C}$$

После размыкания ключа у нас остаются паралл. контур с конденсатором C и индуктор L и катушка с током $\frac{I_0}{2}$

$$\frac{L I_0^2}{8} + \frac{C U_2^2}{2} = \frac{L a_2^2}{2}$$

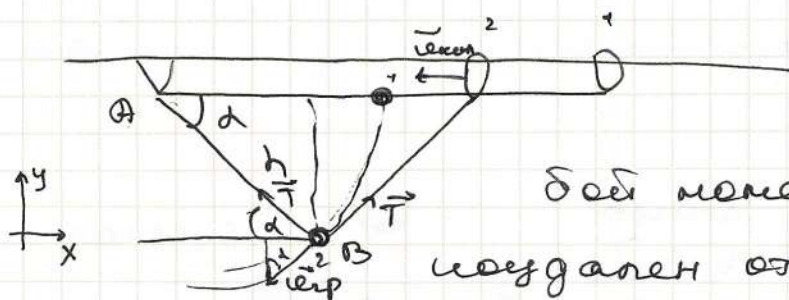
$$L I_0^2 + 4C U_2^2 = 4L a_2^2$$

$$L I_0^2 + \frac{3L I_0^2}{2} = \frac{5L I_0^2}{2} = 4L a_2^2$$

$$a_2^2 = \frac{5}{8} I_0^2 \quad \left[a_2 = \frac{\sqrt{10} I_0}{4} \right]$$

Ответ: $\frac{\sqrt{10} I_0}{4}$

(2)



Оценим
грузик в по-
доб момент времени рав-
ноудален от опоры на $L \Rightarrow$

он движется по окружности. Треуголь-
ник опор, колеблющейся и грузиком
в любой момент равнобедренный.

длина, пройденная грузом $\geq L \Rightarrow$

$$\frac{2\pi L}{360} \cdot \alpha = L \Rightarrow \alpha = \frac{180}{\pi} - \text{в градусах}$$

$$\underline{h = L \sin \alpha}$$

по ЗСМ:

т.к. пер. напр по кас. к окр, по которой
движется $\Rightarrow AB \perp \vec{v}_p$

$$O_x: \int T \cdot \cos \alpha \cdot dt = m v_p \sin \alpha + m v_{кон} \sin \alpha$$

$$O_y: \int m g \cdot dt - \int T \sin \alpha \cdot dt = m v_p \cos \alpha$$

(учит только
неблизко нуля
и, правда -
компенсир.
силы T
со opp. v_p)

по II З.Н:

$$2T \sin \alpha = m g \Rightarrow \underline{T = \frac{m g}{2 \sin \alpha}} \Rightarrow$$

$$m g \cdot t - \frac{g}{2 \sin \alpha} \cdot \sin \alpha \cdot t = v_p \cos \alpha = 0.5 g \cdot t$$

$$\Delta t = \frac{v_p \cos \alpha}{0.5 g} = \frac{v_p \cos \alpha \cdot 2}{g}$$

$$\frac{m g}{2 \sin \alpha} \cdot \cos \alpha \cdot \frac{v_p \cos \alpha \cdot 2}{g} = m v_p \sin \alpha + m v_{кон} \sin \alpha$$

$$v_p \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} = v_p \sin \alpha + v_{кон} \sin \alpha$$

снес v_p

$$v_p \left(\frac{\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha}{\sin \alpha} \right) = v_{кон} \sin \alpha \quad v_p = \frac{v_{кон} \sin \alpha}{\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha}$$

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



По 303:

$$+ mgh = \frac{m\omega^2 r}{2} + \frac{m\omega^2 r_{\text{кон}}}{2} \quad (\text{сила с горизонтальной опоры + в любой момент, а сила между кольцом и пружиной - внутр. сила})$$

$$2gh = \omega^2 r + \omega^2 r_{\text{кон}}$$

$$2gL \sin \alpha = \frac{\omega^2 r_{\text{кон}} \sin^2 \alpha}{(\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)^2} + \text{пружина - внутр. сила}$$

$$+ \omega^2 r_{\text{кон}} = \omega^2 r_{\text{кон}} \left(\frac{\sin^2 \alpha}{\cos^4 \alpha + \sin^4 \alpha - 2\cos^2 \alpha \sin^2 \alpha} + 1 \right)$$

$$\omega^2 r_{\text{кон}} = \frac{2gL \sin \alpha \cdot (\cos^4 \alpha + \sin^4 \alpha - 2\cos^2 \alpha \sin^2 \alpha)}{\sin^2 \alpha + (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)^2} =$$

$$\omega^2 r_{\text{кон}} = \frac{2gL \sin \alpha (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)}{\sin^2 \alpha + (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)^2}$$

$$\omega^2 r_{\text{кон}} = \frac{2gL \sin \alpha (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)}{\sin^2 \alpha + \cos^4 \alpha + \sin^4 \alpha - 2\cos^2 \alpha \sin^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2gL \sin \alpha (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)}{\sin^2 \alpha (1 + \sin^2 \alpha) + \cos^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)} \quad , 2ge \sin \alpha = \alpha = \frac{180}{\pi}$$

$$\sin^2 \alpha (1 + \sin^2 \alpha) + (1 - \sin^2 \alpha)(1 - \sin^2 \alpha) =$$

$$= \sin^2 \alpha + \sin^4 \alpha + 1 - \sin^2 \alpha - \sin^4 \alpha + \sin^4 \alpha =$$

$$= 1 - 3\sin^2 \alpha + 4\sin^4 \alpha + 1 = 4\sin^4 \alpha - 3\sin^2 \alpha + 1$$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2\sin^2 \alpha$$

$$\omega^2 r_{\text{кон}} = \frac{2gL \sin \alpha (1 - 2\sin^2 \alpha)}{\sqrt{16\sin^4 \alpha + \sin^2 \alpha + 1}} \quad , 2ge \alpha = \frac{180}{\pi}$$

$$\omega^2 r_{\text{кон}} = \frac{2gL \sin \alpha (1 - 2\sin^2 \alpha)}{\sqrt{4\sin^4 \alpha + \sin^2 \alpha + 1}}$$

$$\frac{2gL \sin \alpha \cdot \cos 2\alpha}{\sqrt{4\sin^4 \alpha - 3\sin^2 \alpha + 1}}$$