ШИФР ОА-4
(заполняется представителем Оргкомитета)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике Дата проведения 31.01.2021
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Рейбих Полина Олеговна

Серия и номер паспорта [redacted]

Дата рождения 23.09.2003 Класс 11

Школа № МОАУ „ФМЛ“ район ________ город Оренбург

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 выполнявшуюся 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

РПО
(подпись участника олимпиады)

Олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-
БУДУЩЕЕ НАУКИ

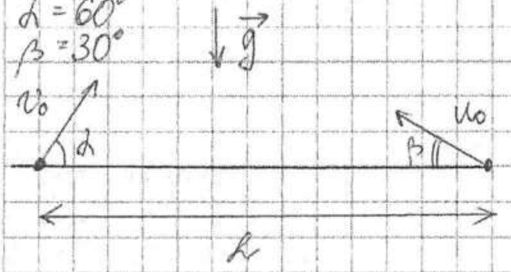
ШИФР 01-4
(заполняется сотрудником секретариата)

Чистовик

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

№1

$\alpha = 60^\circ$
$\beta = 30^\circ$



$l = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$

$t = 2 \cdot \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

$l = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$

1	2	3	4
20	25	25	25

95

Аналогично $l = \frac{u_0^2 \cdot \sin 2\beta}{g}$

$\sin 2\alpha = \sin 2\beta \Rightarrow u_0 = v_0 = \sqrt{\frac{2g \cdot l}{\sqrt{3}}}$

$h_1 = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$

$h_2 = v_0 \cos \sin\beta \cdot t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \Delta h = v_0 t(\sin\alpha - \sin\beta)$

$l_1 = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$

$l_2 = v_0 \cdot \cos\beta \cdot t \Rightarrow \Delta l = l - v_0 t(\cos\alpha + \cos\beta)$

$\Delta S^2 = \Delta h^2 + \Delta l^2 = v_0^2 t^2 (\sin\alpha - \sin\beta)^2 + l^2 - 2 l v_0 t(\cos\alpha + \cos\beta) +$
$+ v_0^2 t^2 (\cos\alpha + \cos\beta)^2 = l^2 + v_0^2 t^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3} - 1}{2}\right)^2 + v_0^2 t^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}+1}{2}\right)^2 -$
$- 2 l v_0 t \cdot \frac{\sqrt{3}+1}{2} \overset{+l^2}{=} v_0^2 t^2 \cdot \frac{3 - 2\sqrt{3} + 1 + 3 + 2\sqrt{3} + 1}{2 \cdot 2} - l v_0 t(\sqrt{3}+1) =$

$= v_0^2 t^2 \cdot 2 - l v_0 t(\sqrt{3}+1) + l^2$

$\Delta S^2(t) = 2v_0^2 \cdot t^2 - l v_0 (\sqrt{3}+1) \cdot t + l^2$

Минимум этой ф-ии достигается в точке $t = \frac{l v_0(\sqrt{3}+1)}{4 v_0^2} =$

$= \frac{l(\sqrt{3}+1)}{4v_0} = \frac{l(\sqrt{3}+1)}{4} \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{2lg}} = \frac{\sqrt{l}(\sqrt{3}+1)\sqrt[4]{3}}{4\sqrt{2g}}$

$\Delta S_{min}^2 = 2v_0^2 \cdot \frac{l^2(\sqrt{3}+1)^2}{16 v_0^2} - l v_0 (\sqrt{3}+1) \cdot \frac{l(\sqrt{3}+1)}{4v_0} + l^2 =$

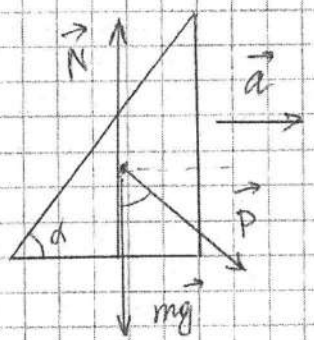
$$= \frac{l^2(\sqrt{3}+1)^2}{8} - \frac{l(\sqrt{3}+1)^2}{4} + l^2 = l^2\left(1 - \frac{(\sqrt{3}+1)^2}{8}\right) =$$

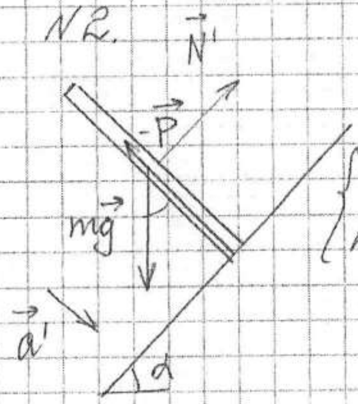
$$= l^2 \cdot \frac{8-3-2\sqrt{3}-1}{8} = \frac{l^2(4-2\sqrt{3})}{8} = \frac{l^2(2-\sqrt{3})}{4}$$

$$\Delta S_{min} = \frac{l}{2} \cdot \sqrt{2-\sqrt{3}}$$

Ответ: $\frac{l\sqrt{2-\sqrt{3}}}{2}$.

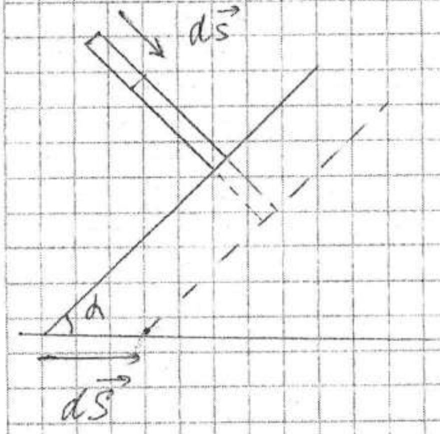
№2.





по III з. Ньютона:

$$\begin{cases} ma = P \cdot \sin\alpha \\ ma' = mg \cdot \cos\alpha - P \end{cases}$$



$$dS \cdot \sin\alpha = ds$$

$$a' = a \cdot \sin\alpha$$

$$\begin{cases} ma = P \cdot \sin\alpha \\ ma \cdot \sin\alpha = mg \cdot \cos\alpha - P \end{cases}$$

$$\begin{cases} P = m(g \cdot \cos\alpha - a \cdot \sin\alpha) \\ ma = m(g \cdot \cos\alpha - a \cdot \sin\alpha) \cdot \sin\alpha \end{cases}$$

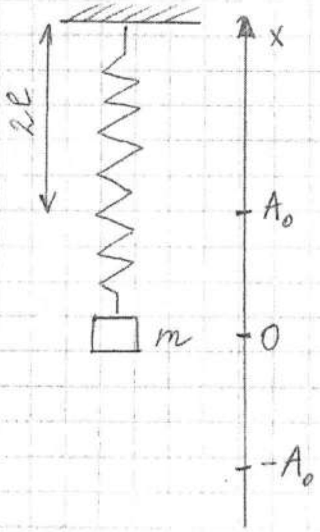
$$a = g \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha - a \cdot \sin^2\alpha$$

$$a(1+\sin^2\alpha) = g \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha$$

$$a = \frac{g \cdot \frac{1}{2}}{1+\frac{1}{2}} = \frac{g}{3}$$

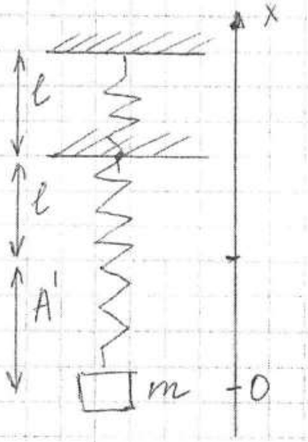
Ответ: $\frac{g}{3}$.

№4.



в положении равновесия:

$mg = k(2l + A_0 - l_0)$, где l_0 - длина пружины в недеформированном состоянии



новая жёсткость пружины $k' = 2k$, длина $l_0' = \frac{l_0}{2}$ => в положении равновесия:

$$mg = 2k\left(l + A' - \frac{l_0}{2}\right)$$

$$k(2l + A_0 - l_0) = 2k\left(l + A' - \frac{l_0}{2}\right)$$

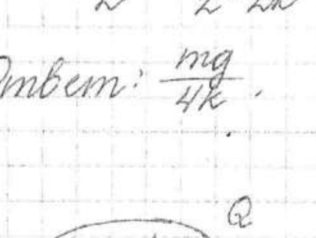
$$2kl + kA_0 - kl_0 = 2kl + 2kA' - kl_0$$

$$A_0 = 2A'$$

$$A' = \frac{A_0}{2} = \frac{mg}{2 \cdot 2k} = \frac{mg}{4k}$$

Ответ: $\frac{mg}{4k}$.

№3.



пусть кольцо создаёт в точке A потенциал φ_A', в точке B − φ_B'; заряженная плоскость − φ_A'' в т. A, φ_B'' в т. B

Тогда $\varphi_A = \varphi_A' + \varphi_A''$, $\varphi_B = \varphi_B' + \varphi_B''$

$$\varphi_A' = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_B' = \frac{kQ}{\sqrt{R^2+4R^2}} = \frac{kQ}{\sqrt{5}R}$$

$$\varphi_A'' = \varphi_B'' - E \cdot 2R = \varphi_B'' - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot 2R = \varphi_B'' - \frac{\sigma R}{\varepsilon_0}$$

$$\varphi_A = \frac{kQ}{R} + \varphi_B'' - \frac{\sigma R}{\varepsilon_0}$$

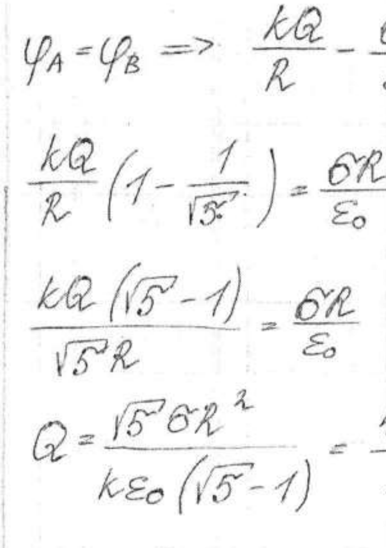
$$\varphi_B = \frac{kQ}{\sqrt{5}R} + \varphi_B''$$

$$\varphi_A = \varphi_B \Rightarrow \frac{kQ}{R} - \frac{\sigma R}{\varepsilon_0} = \frac{kQ}{\sqrt{5}R}$$

$$\frac{kQ}{R}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{5}}\right) = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0}$$

$$\frac{kQ(\sqrt{5}-1)}{\sqrt{5}R} = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0}$$

$$Q = \frac{\sqrt{5}\sigma R^2}{k\varepsilon_0(\sqrt{5}-1)} = \frac{4\pi\varepsilon_0 \cdot \sqrt{5}\sigma R^2}{\varepsilon_0(\sqrt{5}-1)} = \frac{4\pi\sqrt{5}\sigma R^2}{\sqrt{5}-1}$$



$$dE_k = \frac{k \cdot dQ}{2R^2}$$

кольцо симметрично отн. $AC \Rightarrow$ E_k будет направлено вертикально вниз

$$E_k = \sum \frac{k \cdot dQ}{2R^2} \cdot \cos\alpha = \frac{kQ}{2\sqrt{2}R^2}$$

Предположим, что E_c направлена вниз

$E_c = E_k - E_n$

$$E_c = \frac{kQ}{2\sqrt{2}R^2} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{4\pi\sqrt{5}\sigma R^2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot 2\sqrt{2}R^2(\sqrt{5}-1)} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} =$$

$$= \frac{\sqrt{5}\sigma}{2\sqrt{2}(\sqrt{5}-1)\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{\sqrt{5} - \cancel{2}\sqrt{2}(\sqrt{5}-1)}{\cancel{2}\sqrt{2}(\sqrt{5}-1)} = \quad +$$

$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{\sqrt{5}-\sqrt{10}+\sqrt{2}}{\sqrt{10}-\sqrt{2}} = \frac{\sigma(\sqrt{5}+\sqrt{2}-\sqrt{10})(\sqrt{10}+\sqrt{2})}{2\varepsilon_0(\sqrt{10}+\sqrt{2})(\sqrt{10}-\sqrt{2})} =$$

$$= \frac{\sigma(\sqrt{50}+\sqrt{20}-10+\sqrt{10}+2-\sqrt{20})}{2\varepsilon_0 \cdot 8} = \frac{\sigma(\sqrt{50}+\sqrt{10}-8)}{16\varepsilon_0} =$$

$$= \frac{\sigma(\sqrt{10}+5\sqrt{2}-8)}{16\varepsilon_0}$$

Ответ: $\frac{4\pi\sqrt{5}\sigma R^2}{\sqrt{5}-1}$; $\frac{\sigma(\sqrt{10}+5\sqrt{2}-8)}{16\varepsilon_0}$.