



ШИФР

1104

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИпо Физике Дата проведения 28.01.18
(наименование общеобразовательного предмета)Фамилия И.О. участника Никишин Андрей МихайловичСерия и номер паспорта

2	2	1	3
---	---	---	---

1	2	2	4	1	0
---	---	---	---	---	---

Дата рождения 27.01.2000 Класс 11Школа № Лицей №15 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).

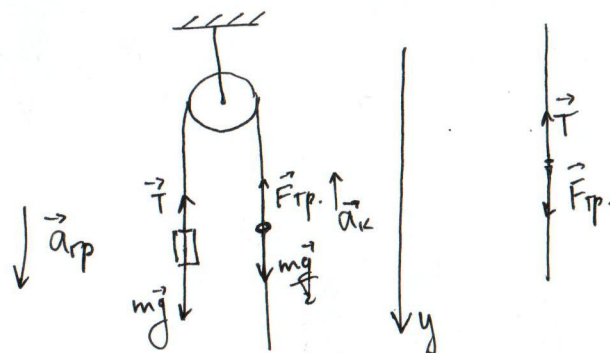
Задания (или часть задания), выполненные на листах, на которых имеются рисунки или записи, не относящиеся к выполняемому заданию, а также записи не на русском языке, и любые другие пометки, которые могут идентифицировать участника, на проверку не поступают и претензии по этим заданиям (задачам) не принимаются. 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)

① Дано:
 $m, \frac{m}{2}; g$
 $a_{rp} - ?$
 $F_{rp} - ?$
 $v_{отн} = const$



Решение:

1104

Т.к. нить идеальная, то

$$T = F_{rp}$$

$$\vec{a}_k = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_n$$

$$\vec{a}_{отн} = \vec{a}_k - \vec{a}_n$$

Т.к. $v_{отн} = const \Rightarrow a_{отн} = 0$

$$\Rightarrow a_k = a_n = a_{rp}$$

II 3. Ньютона на Oy :

$$\begin{cases} a_{rp} m = mg - T \\ \frac{a_k m}{2} = T - \frac{mg}{2} \end{cases}$$

$$\frac{3}{2} a_{rp} m = \frac{mg}{2} \Rightarrow$$

$$3 a_{rp} = g$$

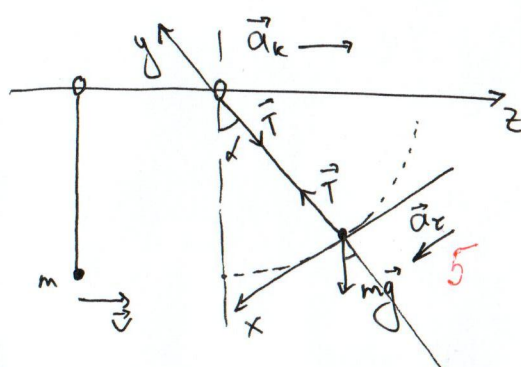
$$a_{rp} = \frac{g}{3}$$

$$F_{rp} = T = mg - a_{rp} m = mg - \frac{mg}{3} = \frac{2}{3} mg$$

20

1	2	3	4	Σ
20	5	10	30	65

② Дано:
 $\mu = 0$
 $m_m = m_k$
 $\alpha_{max} = 45^\circ$
 $\frac{a_m}{a_k} - ? (\alpha = 45^\circ)$



Решение:

II 3. Ньютона для кольца на Oz

$$T \sin \alpha = a_k m \Rightarrow a_k = \frac{T \sin \alpha}{m}$$

II 3. Ньютона для шарика на Ox :

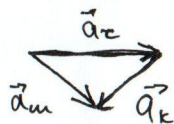
$$T = mg \cos \alpha \Rightarrow a_k = \frac{mg \cos \alpha \sin \alpha}{m} = g \cos \alpha \sin \alpha$$

В момент максимального отклонения:

$$a_y = 0 \quad \text{т.к. } v = 0$$

$$a_x = g_x = g \sin \alpha$$

$\vec{a}_m = \vec{a}_x + \vec{a}_k$ т.к. шарик и кольцо соединены ниткой (идеальной).



$$a_m^2 = a_x^2 + a_k^2 - 2 a_x a_k \cos \alpha$$

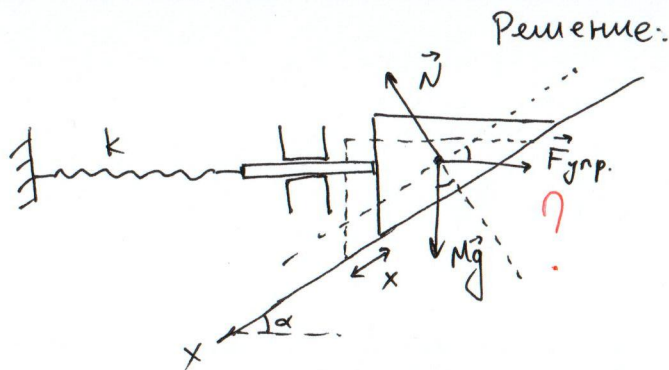
$$a_m^2 = g^2 \sin^2 \alpha + g^2 \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha - 2 g^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha = g^2 \sin^2 \alpha (1 - \cos^2 \alpha) = g^2 \sin^4 \alpha$$

$$\Downarrow a_m = g \sin^2 \alpha$$

$$\Downarrow \frac{a_m}{a_k} = \frac{g \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha \sin \alpha} = \tan \alpha \Rightarrow \frac{a_m}{a_k} = 1$$

58

④ Dano:
 $\alpha; M; k$
 $M=0$
 $T=?$
 $W_{np}=?$



II 3. Ньютона на OX:

$$Mg \sin \alpha = F_{\text{пруж}} \cdot \cos \alpha$$

$$Mg \sin \alpha = k \Delta l_0 \cos \alpha$$

$$\Delta l_0 = \frac{Mg \sin \alpha}{k \cos \alpha} = \frac{Mg}{k} \tan \alpha$$

$$W_{np.} (\text{равн.}) = \frac{k M^2 g^2 \tan^2 \alpha}{2 k^2} = \boxed{\frac{M^2 g^2 \tan^2 \alpha}{2 k}}$$

рассмотрим малое отклонение от положения равновесия:

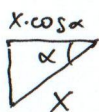
II 3. Ньютона:

$$aM = -F_{\text{пруж}} \cos \alpha$$

$$aM + kx \cos^2 \alpha = 0$$

$$a + \left(\frac{k}{m} \cos^2 \alpha \right) x = 0$$

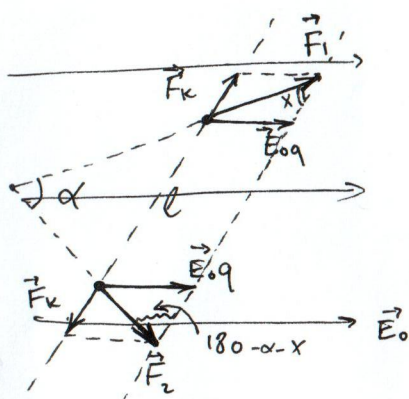
ω^2



$x \cdot \cos \alpha$ - деформация пружины

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k \cos^2 \alpha}} = \boxed{\frac{2\pi}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{m}{k}}} \quad 30$$

③ Dano:
 $E_0; q$
 $F_1 = 2F_2$
 $\alpha = 60^\circ$
 $l=?$



Решение:

$$E_0^2 q^2 = F_1^2 + \frac{k^2 q^4}{l^4} - 2F_1 \frac{kq^2}{l^2} \cos x$$

$$F_1^2 - \frac{2kq^2 \cos x}{l^2} F_1 + \frac{k^2 q^2}{l^4} - E_0^2 q^2 = 0$$

$$D = E_0^2 q^2 - \frac{k^2 q^4 \sin^2 x}{l^4}$$

$$F_1 = \frac{kq^2 \cos x}{l^2} + \sqrt{E_0^2 q^2 - \frac{k^2 q^4 \sin^2 x}{l^4}}$$

$$\cos(180 - \alpha - x) = -\cos(\alpha + x)$$

$$E_0^2 q^2 = F_2^2 + \frac{k^2 q^2}{l^4} + 2F_2 \frac{kq^2}{l^2} \cos(\alpha + x)$$

$$F_2^2 + \frac{2kq^2}{l^2} \cos(\alpha + x) F_2 + \frac{k^2 q^2}{l^4} - E_0^2 q^2 = 0$$

$$D_1 = \frac{k^2 q^2}{l^4} (\cos^2(\alpha + x) - 1) + E_0^2 q^2 = E_0^2 q^2 - \frac{k^2 q^2}{l^4} \sin^2(\alpha + x)$$

$$F_2 = -\frac{kq^2}{l^2} \cos(\alpha + x) + \sqrt{E_0^2 q^2 - \frac{k^2 q^2}{l^4} \sin^2(\alpha + x)}$$

$$F_1 = 2F_2$$

$$\frac{kq^2}{l^2} (\cos x + 2\cos(\alpha + x)) = 2 \sqrt{E_0^2 q^2 - \frac{k^2 q^2}{l^4} \sin^2(\alpha + x)} - \sqrt{E_0^2 q^2 - \frac{k^2 q^4 \sin^2 x}{l^4}} \quad 20$$