



ШИФР

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по ФИЗИКЕ

(наименование общеобразовательного предмета)

Дата проведения 28.01.2018

Фамилия И.О. участника Благова Анна Владимировна

Серия и номер паспорта

2213

203096

Дата рождения 29.06.2000

Класс 11

Школа № 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)

ЗАДАЧА №1

1111

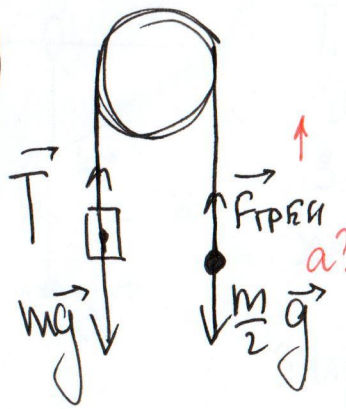
ДАНО:

$m, \frac{m}{2}$

$a_n = a_k$

$a_r = ?$

$F_{тр} = ?$



Так как относительно нити кольцо движется с постоянной скоростью, то

$$a_n = a_k$$

Если кольцо относительно нити движется ВВЕРХ, то $F_{тр}$ направлена ВНИЗ (приложена к кольцу), а приложенная к нити $F_{тр}$ направлена ВВЕРХ. Тогда:

$$T + F_{тр} = a_n \cdot M_{нити}$$

$M_{нити} = 0$, $T + F_{тр} \neq 0$, значит такого быть не может, $F_{тр}$ направлена ВВЕРХ (приложена к кольцу)

В системе отсчёта, связанной с нитью $v_{кольца} = const$, тогда $\vec{a}_k - \vec{a}_n = 0$. Значит $\vec{a}_k \uparrow \uparrow \vec{a}_n$ (сонаправлено) 5

Тогда:

$$\begin{cases} mg - T = a_{груза} m \\ F_{тр} - \frac{m}{2}g = a_k \frac{m}{2} \\ a_{груза} = a_n \text{ (нить нерастяжима)} \\ a_k = a_n \text{ (по условию)} \\ T = F_{тр} \text{ (нить невесома)} \end{cases}$$

$$\frac{m}{2}g = m(a) \cdot \frac{3}{2}m a_n$$

$$a_n = \frac{g}{3} = a_{груза} \quad 5$$

$$F_{тр} = \frac{g}{3} \cdot \frac{m}{2} + \frac{m}{2}g = \frac{2}{3}mg \quad 5$$

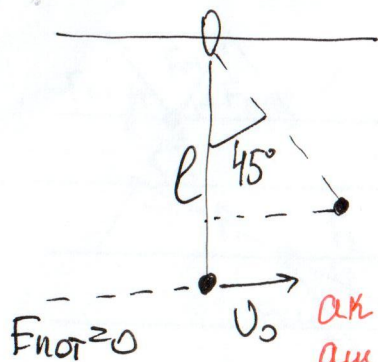
$$\text{ОТВЕТ: } a_{груза} = \frac{g}{3}; F_{тр} = \frac{2}{3}mg.$$

205

1	2	3	4	Σ
20	0	20	15	555

(1)

ЗАДАЧА №2



Т.к. по горизонтали на систему не действуют внешние силы, то выполняется З.С.И.

На В конечный момент времени ~~т.е.~~ шарик был в верхней точке траектории, значит $v_{шара} = v_{кольца} = u$ —

$$mv_0^2 = 2mu^2 \quad u = \frac{v_0}{2}$$

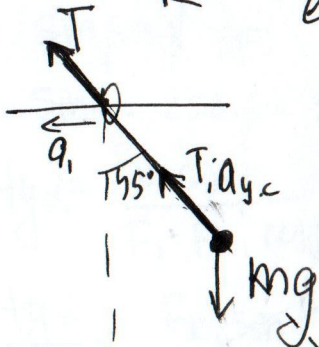
На систему не действуют неконсервативные силы, выполняется З.С.Э

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(\frac{v_0}{2})^2}{2} + \frac{m(\frac{v_0}{2})^2}{2} + mgl(1 - \cos 45^\circ) \quad ?$$

$$\frac{mv_0^2}{4} = mgl(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}) \quad v_0^2 = 4gl(1 - \frac{\sqrt{2}}{2})$$

Относительно кольца шарик движется по круговой траектории, значит

$$a_{у.с} = \frac{v^2}{R} = \frac{(\frac{v_0}{2})^2}{l} = \frac{gl(1 - \frac{\sqrt{2}}{2})}{l} = g(1 - \frac{\sqrt{2}}{2})$$



Кольцо может двигаться только по горизонтали, на него действует сила $T_{гориз} = \frac{\sqrt{2}}{2}T$.

$$\text{Ускорение кольца } q_1 = \frac{\sqrt{2}T}{2m}$$

На шар по радиусу действует сила T

$$T - mg \cdot \sin 45^\circ = a_{у.с} \cdot m$$

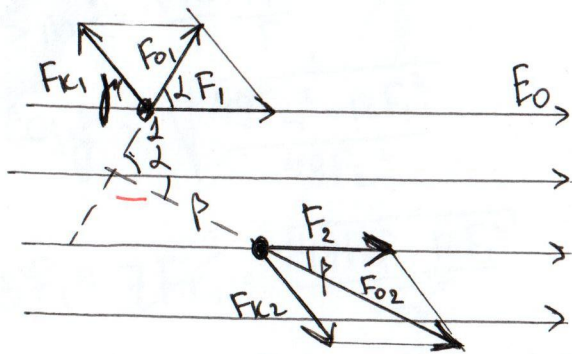
$$T = m(g - \frac{\sqrt{2}}{2}g + \frac{\sqrt{2}}{2}g) \quad T = mg; \quad q_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}g$$

$$a_{шара} = a_2 = \sqrt{(\frac{\sqrt{2}}{2} \frac{T}{m})^2 + (mg - \frac{\sqrt{2}}{2}T)^2} = \sqrt{\frac{1}{2}g^2 + g^2(1 - \frac{\sqrt{2}}{2})^2} = g\sqrt{\frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2} - \sqrt{2}} = g\sqrt{2 - \sqrt{2}}$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}g}{g\sqrt{2 - \sqrt{2}}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{8 - 4\sqrt{2}}} = \sqrt{\frac{1}{4 - 2\sqrt{2}}}$$

$$\text{ОТВЕТ: } \frac{a_1}{a_2} = \sqrt{\frac{1}{4 - 2\sqrt{2}}} \quad \textcircled{0}$$

ЗАДАЧА №3.



Обозначим силу со стороны однородного электрического поля на 1 заряд F_1 , на 2 F_2 ; силу кулоновского взаимодействия между зарядами $F_{k1} = F_{k2}$; равнодействующую на 1 заряд F_{01} , на 2 F_{02} .

Угол между равнодействующей на 1 заряд и F_1 и между F_{02} и F_2 — β ; между F_{k1} и $E_0 = \alpha$
По условию $\alpha + \beta = 60^\circ$, значит $\alpha = 60^\circ - \beta$

$$F_{01} \sin \alpha = F_{k1} \sin \beta$$

$$2F_{01} = F_{02}$$

$$F_{02} \sin \beta = F_{k2} \sin \alpha$$

$$\frac{\sin \alpha}{2 \sin \beta} = 1$$

$$\sin \alpha = 2 \sin \beta$$

$$\sin(60^\circ - \beta) = 2 \sin \beta$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \beta - \frac{1}{2} \sin \beta = 2 \sin \beta$$

$$\sqrt{3} \cos \beta = 5 \sin \beta$$

$$\tan^2 \beta + 1 = \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$\cos^2 \beta = \frac{1}{\tan^2 \beta + 1} = \frac{25}{28}$$

$$\tan \beta = \frac{\sqrt{3}}{5}$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{3}{28}}$$

$$\sin \alpha = 2 \sin \beta = 2 \sqrt{\frac{3}{28}} = \sqrt{\frac{3}{7}}; \cos \alpha = \sqrt{\frac{4}{7}}; \tan \alpha = \sqrt{\frac{3}{4}}$$

$$\tan \alpha = \frac{F_{k1} \sin \beta}{F_1 - F_{k1} \cos \alpha}; \tan \beta = \frac{F_{k2} \sin \alpha}{F_2 + F_{k2} \cos \beta}$$

$$\frac{\tan \alpha}{\tan \beta} = \frac{F_{k1} \sin \beta (F_2 + F_{k2} \cos \beta)}{F_{k2} \sin \alpha (F_1 - F_{k1} \cos \alpha)} = \frac{F_1 + F_{k1} \cos \alpha}{F_1 - F_{k1} \cos \alpha} = \frac{\sqrt{3} \cdot 5}{\sqrt{3} \cdot 2} = \frac{5}{2}$$

$$2F_1 + 2F_{k1} \cos \alpha = 5F_1 - 5F_{k1} \cos \alpha$$

$$3F_1 = 7F_{k1} \cos \alpha$$

$$F_{01} \cos \alpha = F_{k1} \cos \alpha + F_1$$

$$F_{01} \cdot \sqrt{\frac{4}{7}} = \frac{4}{7} F_1 \quad F_{01} = \sqrt{\frac{4}{7}} F_1$$

~~$$F_{02} \cos \beta = F_{k2} \cos \beta + F_2 = 2F_{01} \cos \beta = F_1 + \frac{3}{7} F_1 = \frac{10}{7} F_1$$~~

~~$$F_{02} \cos \beta = F_{k2} \cos \beta + F_2 = 2F_{01} \cos \beta = F_{k1} \cos \alpha + F_1$$~~

~~$$2 \cdot \sqrt{\frac{4}{7}} F_1 \cdot \sqrt{\frac{25}{28}} = F_1 = F_{k1} \cos \alpha$$~~

~~$$F_{k1} \sin \beta = F_{01} \sin \alpha = \sqrt{\frac{4}{7}} F_1 \cdot \sqrt{\frac{3}{7}}; F_{k1} \sin \beta = \sqrt{\frac{12}{7}} F_1$$~~

$$\sin \varphi = \frac{\sqrt{12}}{7} \frac{F_1}{F_{K1}}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{\frac{49F_{K1}^2 - 12F_1^2}{49F_{K1}^2}}$$

$$3F_1 = 7F_{K1} \cdot \frac{\sqrt{49F_{K1}^2 - 12F_1^2}}{7F_{K1}}$$

$$9F_1^2 = 49F_{K1}^2 - 12F_1^2 \quad 49F_{K1}^2 = 21F_1^2$$

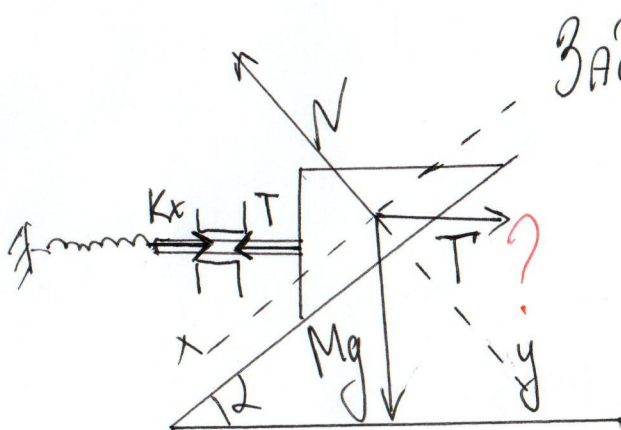
$$F_{K1} = \sqrt{\frac{3}{7}} F_1$$

$$F_{K1} = k \frac{q^2}{r^2}; \quad F_1 = E_0 q$$

$$k \frac{q^2}{r^2} = \sqrt{\frac{3}{7}} E_0 q \quad r^2 = \sqrt{\frac{7}{3}} \frac{kq}{E_0} \quad r = \sqrt{\frac{7}{3}} \frac{kq}{E_0}$$

$$\text{ОТВЕТ: } r = \sqrt{\frac{7}{3}} \frac{kq}{E_0}$$

20



ЗАДАЧА №4

Зная, что ЛЮК ЛЕГКИЙ

$$T - kx = 0, \quad T = kx$$

По II з. Ньютона по OX:

$$Mg \sin \alpha - T \cos \alpha = aM$$

$$Mg \sin \alpha - kx \cos \alpha = x''M$$

$$k \cos \alpha \left(x - \frac{Mg \sin \alpha}{k \cos \alpha} \right) + x''M = 0$$

$$x - \frac{Mg \sin \alpha}{k \cos \alpha} = y \quad y'' = x'' \quad y k \cos \alpha + y''M = 0$$

$$y'' + \frac{k \cos \alpha}{M} y = 0$$

$$\omega^2 = \frac{k \cos \alpha}{M}$$

$$T = \frac{k \cos \alpha}{M} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k \cos \alpha}}$$

момент прохождения положения равновесия
и пружины ≈ 0 , значит

$$Mg \sin \alpha = kx \cos \alpha$$

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

значит энергия деформации пружины в этот момент

$$E = \frac{kx^2}{2} = \frac{M^2 g^2 \tan^2 \alpha}{2k}$$

ОТВЕТ: $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k \cos \alpha}}$; $E = \frac{M^2 g^2 \tan^2 \alpha}{2k}$

15