



ШИФР

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИпо физике Дата проведения 28.01.2018
(наименование общеобразовательного предмета)Фамилия И.О. участника Бащуров Вячеслав ВадимовичСерия и номер паспорта

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

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

Дата рождения 20.12.1999 Класс 11Школа № 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 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

(подпись участника олимпиады)

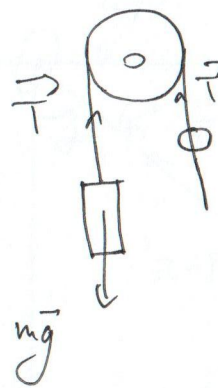
Дано:

$m; \frac{m}{2}$

Найти:

$a_{\text{уп}} = ?$

$F_{\text{тр}} = ?$



$a_{\text{уп}} = ?$

$a_{\text{м}} = ?$

$F_{\text{тр}} = ?$

I з.з. для груза:

$ma_{\text{уп}} = mg - T. (1)$

т.е. по условию грузы движутся с одинаковой скоростью относительно веревки, а веревка невесомая и нерастяжимая, то $|a_{\text{уп}}| = |a_{\text{м}}|$. 5

Тогда, II з.з. для груза:

$\frac{m}{2} a_{\text{м}} = F_{\text{тр}} - \frac{m}{2} g.$

По III з.з.

$F_{\text{тр}} = T. 5$

$\frac{m}{2} a_{\text{м}} = \frac{m}{2} a_{\text{уп}} = T - \frac{m}{2} g (2)$

Сложим (1) и (2) уравнения:

$ma_{\text{уп}} + \frac{m}{2} a_{\text{уп}} = mg - \frac{m}{2} g$

$\frac{3}{2} a_{\text{уп}} = \frac{1}{2} g, \quad a_{\text{уп}} = \frac{g}{3}.$

Из второго уравнения найдем $T = F_{\text{тр}}$.

$\frac{m}{2} \cdot \frac{g}{3} = T - \frac{m}{2} g, \quad T = F_{\text{тр}} = \frac{mg}{6} + \frac{mg}{2} = \frac{2}{3} mg$

$\text{Обр: } a_{\text{уп}} = \frac{g}{3}; \quad F_{\text{тр}} = \frac{2mg}{3}. 20$

Задача 7.

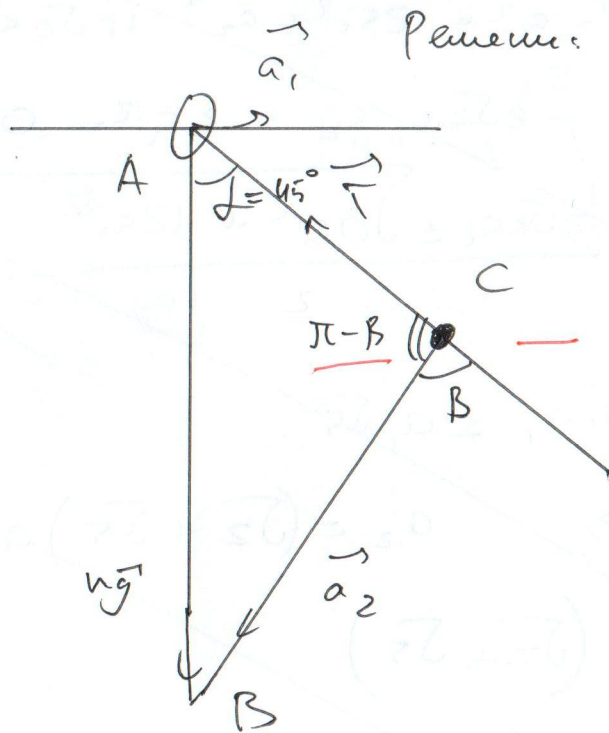
Дано:

$L = 45^\circ$

Найти:

$\frac{a_1}{a_2} = ?$

$$m\vec{a}_2 = n\vec{g} + \vec{T}$$



Т.к. мы знаем, что

используем a_1 и a_2 на ней равны.

$$a_1 \cdot \cos 45^\circ = a_2 \cdot \cos \beta, \quad \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \cos \beta,$$

Для $\triangle ABC$ по теореме синусов:

$$\frac{mg}{\sin(\pi - \beta)} = \frac{ma_2}{\sin 45^\circ}, \quad a_2 = g \cdot \frac{\sin 45^\circ}{\sin(\pi - \beta)} = g \cdot \frac{\sin 45^\circ}{\sin \beta}.$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{2} \frac{a_1^2}{a_2^2}} = \sqrt{\frac{2a_2^2 - a_1^2}{2a_2^2}}$$

$$\sin^2 \beta = \frac{2a_2^2 - a_1^2}{2a_2^2}$$

$$\cancel{a_2}^2 = g^2 \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\sin^2 \beta} = \frac{g^2}{2} = \frac{2a_2^2}{2a_2^2 - a_1^2}$$

$$2a_2^2 - a_1^2 = g^2.$$

$$ma_1 = T \cdot \cos 45^\circ = T \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}, \quad T = \sqrt{2} m a_1, \quad \text{По теореме косинусов:}$$

$$T^2 + ma_2^2 = 2 \cdot T \cdot m a_2 \cdot \cos(\pi - \beta) = m^2 g^2$$

$$2m^2 a_1^2 + m^2 a_2^2 + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot m^2 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot \cos \beta = m^2 g^2.$$

$$\begin{cases} 2a_2^2 - a_1^2 = g^2 \\ 2a_1^2 + a_2^2 + 2\sqrt{2}a_1a_2 = g^2 \end{cases}$$

применение на группой со стороны

(2)

$$2a_1^2 - a_2^2 = 2a_1^2 + a_2^2 + 2\sqrt{2}a_1a_2 \quad \textcircled{2}$$

$$a_2^2 - 2\sqrt{2}a_1a_2 - 3a_1^2 = 0.$$

$$a_2 = \frac{2\sqrt{2}a_1 \pm \sqrt{8a_1^2 + 12a_1^2}}{2} = \frac{2\sqrt{2}a_1 \pm a_1\sqrt{20}}{2} =$$

$$= \sqrt{2}a_1 \pm a_1\sqrt{5}$$

$$a_2 > 0, \quad a_2 = (\sqrt{2} + \sqrt{5})a_1.$$

$$\frac{a_2}{a_1} = (\sqrt{2} + \sqrt{5})$$

$$\text{Obr: } \frac{a_2}{a_1} = (\sqrt{2} + \sqrt{5}) \approx 3.7 \text{ rad.} \quad \textcircled{2}$$

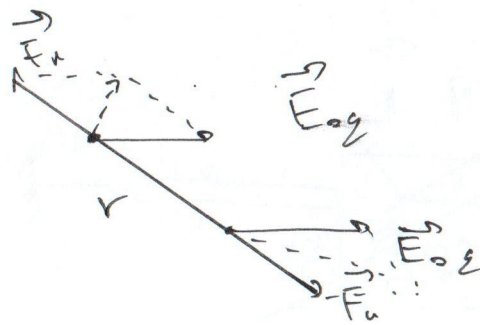
$$2a_1^2 - \textcircled{2}a_1^2 = 2a_1^2 + a_2^2 + 2a_1^2$$

$$a_2^2 = 5a_1^2$$

$$\text{Obr: } \frac{a_2}{a_1} = \sqrt{5} \approx 2.23. \quad 5$$

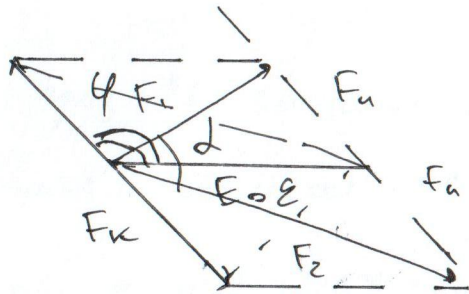
Задача 3.

Решение:



$$F_k = \frac{k q^2}{r^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



$$(2F_u)^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2 \cos d \cdot F_1 F_2$$

$$F_2 = 2F_1$$

$$(2F_u)^2 = F_1^2 + 4F_1^2 - 2F_1^2 = 3F_1^2, \quad F_1^2 = \frac{4}{3}F_u^2$$

$$2F_u = \sqrt{3}F_1, \quad F_1 = \frac{2}{\sqrt{3}}F_u$$

Обе взаимодействующие заряженные сферы. Их взаимодействие
одно. Значит,

$$F_2^2 = (E_0 \cdot q)^2 + F_u^2 - 2 \cdot E_0 \cdot q \cdot F_u \cdot \cos \varphi$$

$$F_1^2 = (E_0 \cdot q)^2 + F_u^2 - 2 \cdot E_0 \cdot q \cdot F_u \cdot (\cos(120^\circ - \varphi))$$

$$F_1^2 + F_2^2 = 5F_1^2 = 2(E_0 \cdot q)^2 + 2F_u^2$$

$$5 \cdot \frac{4}{3} \cdot F_u^2 = 2(E_0 \cdot q)^2 + 2F_u^2$$

$$\frac{20}{3}F_u^2 - 2F_u^2 = 2(E_0 \cdot q)^2, \quad \frac{10}{3}F_u^2 - \frac{2}{3}F_u^2 = (E_0 \cdot q)^2$$

$$\frac{8}{3}F_u^2 = (E_0 \cdot q)^2, \quad \sqrt{\frac{8}{3}} \cdot F_u = E_0 \cdot q \cdot \frac{\sqrt{\frac{8}{3}} \cdot q}{4\pi\epsilon_0 \cdot E_0}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \sqrt{\frac{8}{3}} \cdot \frac{q^2}{r} = E_0 \cdot q \Rightarrow r = \frac{\sqrt{\frac{8}{3}} \cdot q}{4\pi\epsilon_0 \cdot E_0}$$

$$\text{Ответ: } r = \frac{\sqrt{\frac{8}{3}} \cdot q}{4\pi\epsilon_0 \cdot E_0} \quad \text{---} \quad 20$$

(3)

Задача 4.

Дано:

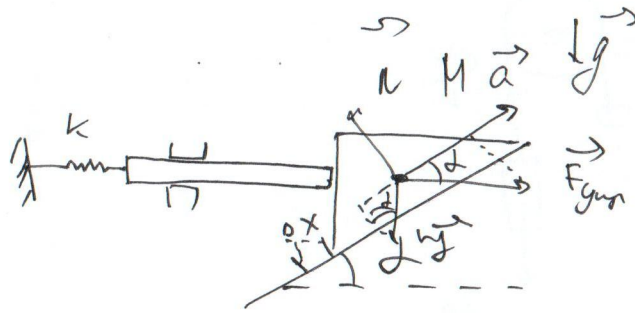
$k; L; M.$

Найти:

$T = ?$

$E = ?$

Решение:



1) Если груз M сместится вниз на Δx .

Тогда горизонтальная составляющая $\Delta x_{\text{гор}} = \Delta x \cdot \cos \alpha$

$$F_{\text{возвр}} = k \cdot \Delta x_{\text{гор}} = \cos \alpha = k \Delta x \cdot \cos^2 \alpha.$$

$$-ma = F_{\text{возвр}}.$$

$$-ma = k \Delta x \cdot \cos^2 \alpha.$$

$$m \ddot{x} + k \Delta x \cdot \cos^2 \alpha = 0.$$

$$\ddot{x} + \underbrace{\frac{k}{m} \cdot \cos^2 \alpha}_{\omega^2} \cdot \Delta x = 0.$$

$$\omega^2 = \frac{k \cos^2 \alpha}{m}, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \cos \alpha.$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}}{\cos \alpha}.$$

2) Задача II 3.4. где нужна в состоянии равновесия в горизонтальной на весовос:

$$\cancel{kx} \quad k \cdot x \cdot \cos \alpha = mg \cdot \sin \alpha, \quad x = \frac{mg \sin \alpha}{k}$$

$$E = \frac{kx^2}{2} = \frac{k}{2} \cdot \frac{m^2 g^2 \sin^2 \alpha}{k^2} = \frac{m^2 g^2 \sin^2 \alpha}{2k}.$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}}{\cos \alpha}; \quad E = \frac{m^2 g^2 \sin^2 \alpha}{2k}. \quad 30$$