

ШИФР

1104
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по ФИЗИКЕ Дата проведения 13.03.2016
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника РЕДОРЕНКО ДАНИИЛ ГЛЕБОВИЧ

Серия и номер паспорта

2	2	1	2
---	---	---	---

9	4	5	7	8	9
---	---	---	---	---	---

Дата рождения 17.09.1998 Класс 11

Школа № МБОУ Лицей №3 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

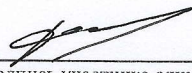
Участник аккуратно заполняет титульный лист папки «Письменная работа», ставит дату и подпись (другие записи на папке делать запрещено).

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.

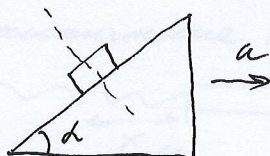
С правилами поведения на олимпиаде и правилами оформления работы ознакомлен


(подпись участника олимпиады)

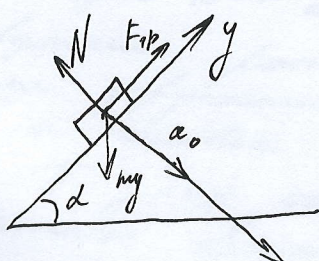
1	2	3	4	Σ
20	10	20	10	60

1104

№1
Дано
 $\alpha = 30^\circ$
 m
 $\mu = 0,8$
 $a = ?$
 $F = ?$



1) Разрешившиеся условием ускорения направленного перемещения камня (по условию задачи, т.к. в этом направлении stone движется вверх)



$$2) F_{\text{тр}} = \mu N$$

По 2-му з-ку Ньютона

$$\begin{cases} \text{Ох: } ma_0 = mg \cos \alpha - N \\ \text{Оу: } 0 = F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow$$

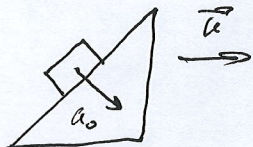
$$0 = \mu N - mg \sin \alpha \Rightarrow N = \frac{mg \sin \alpha}{\mu} +$$

Тогда $F_{\text{тр}} = \mu N = mg \sin \alpha$

Условием движения, с которым камень взаимодействует на вверх $\vec{F} = \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$, и т.к. $\vec{F}_{\text{тр}} \perp \vec{N}$, то по теореме Пифагора

$$F = \sqrt{N^2 + F_{\text{тр}}^2} = \sqrt{\left(\frac{mg \sin \alpha}{\mu}\right)^2 + (mg \sin \alpha)^2} = mg \sin \alpha \sqrt{\frac{1}{\mu^2} + 1}$$

3)



Пусть $a_{\text{ком}}$ - ускорение груза относительно камня, тогда $a_0 = a_{\text{ком}} + a$

Из условия задачи $a_0 = a \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{a_0}{\sin \alpha}$

Из закона сохранения энергии $ma_0 = mg \cos \alpha - N$ найдем a_0 :

$$a_0 = \frac{mg \cos \alpha - N}{m} = g \cos \alpha - \frac{N}{m} = g \cos \alpha - \frac{g \sin \alpha}{\mu} \Rightarrow$$

$$a_0 = g \left(\cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\mu} \right); \text{ тогда } a = \frac{g \left(\cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\mu} \right)}{\sin \alpha} = g \left(\cot \alpha - \frac{1}{\mu} \right) +$$

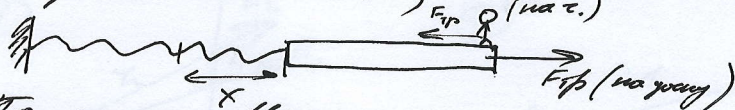
Ответ: $F = mg \sin \alpha \sqrt{1 + \frac{1}{\mu^2}}, a = ?$

1

Дано
 v
 m
 k

 $v_{\max} = ?$
 $l = ?$

- 1) Человек начинает движение, пружина растягивается на расстояние x , $F_{\text{пр}} (на з.)$



По 2-му закону Ньютона
 $kx = F_{\text{пр}} \Rightarrow ma = kx \Rightarrow a = \frac{kx}{m} (1)$

- 2) При $k \rightarrow 0: v_{\max} = 0$
 При $k \rightarrow \infty: v_{\max} = v \Rightarrow$ При условии постоянства $v(k) v_{\max} = v$, т.е.

пружина растягивается до некоторого положения, сила упругости достигает макс. значения, после останавливается, и человек продолжает движение со скоростью v .

- 3) По 2-му софр. импульса, в момент, когда человек начинает движение, но скорость ему. инвариантна $= v$!

По 3. С. У. $0 = mv_1 - mv_2 \Rightarrow v_1 = v_2$

$v_1 = v - v_2 \Rightarrow v_1 + v_2 = v \Rightarrow 2v_1 = v \Rightarrow$

$v_1 = v_2 = \frac{v}{2}$ т.е. в момент старта скорости человека и инвариантной скорости будут равны $\frac{v}{2}$

- 4) т.е. инвариантная скорость $\frac{v}{2}$

По 2-му софр. энергии

$\frac{m(\frac{v}{2})^2}{2} = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow x^2 = \frac{mv^2}{4k} \Rightarrow x = \frac{1}{2}v\sqrt{\frac{m}{k}} (2)$

- 5) Движение человека ($v_{\max} = v$) $\rightarrow$ и.е.

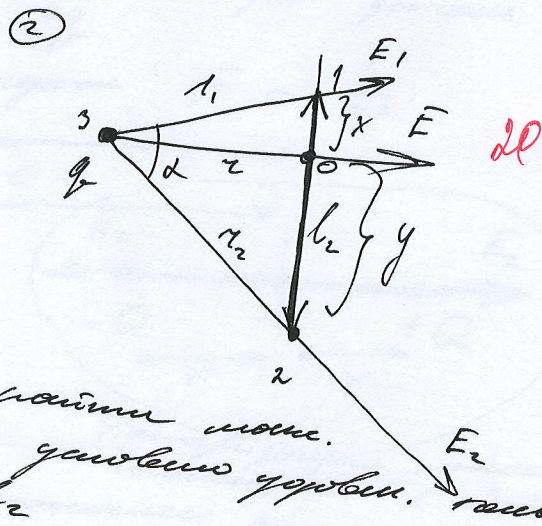
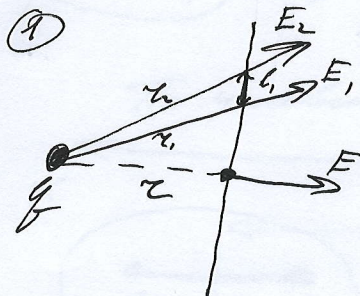
$a = \frac{v_{\max} - 0}{t} \Rightarrow t = \frac{v}{a}$

Тогда $l = \frac{at^2}{2} = \frac{av^2}{2a^2} = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2\frac{kx}{m}} = \frac{mv^2}{2kx} = \frac{mv^2}{2k \cdot \frac{1}{2}v\sqrt{\frac{m}{k}}} = v\sqrt{\frac{m}{k}}$

Ответ: $l = v\sqrt{\frac{m}{k}}, v_{\max} = v$

Дано
 $r = 1 \text{ м}$
 $E = 10 \text{ В/м}$
 $E_1 = 8 \text{ В/м}$
 $E_2 = 2 \text{ В/м}$
 $L = ?$
 $L_{\text{max}} = ?$

Рисунок 2 вект. сумм



- 1) т.к. в задаче необходимо найти поле, вычислив расстояние, то удобно выбрать угол α , т.к. $l_1 \perp l_2$
- 2) т.е. в нашей сумме $l_{\text{max}} = l_2 = x + y$
- 3) направление результирующего поля определяется формулой
 $E = k \frac{q}{r^2}$

Для точки 0: $E_k = \frac{q}{r^2}$, где (1)
 q - изв. точечный заряд,
 r - расстояние от заряда до точки 0

Для точки 1: $E_1 = k \frac{q}{r_1^2}$ (2)

Для точки 2: $E_2 = k \frac{q}{r_2^2}$ (3)

Из ур-н (1): $kq = E r^2$, подставляем в (2) и (3):
 $E_1 = \frac{E r^2}{r_1^2}$; $E_2 = \frac{E r^2}{r_2^2} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = r \sqrt{\frac{E}{E_1}} = \frac{\sqrt{5}}{2} \text{ м} \\ r_2 = r \sqrt{\frac{E}{E_2}} = \sqrt{5} \text{ м} \end{cases}$

4) По т. Пифагора
 $\begin{cases} r_1^2 = x^2 + z^2 \\ r_2^2 = y^2 + z^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \sqrt{r_1^2 - z^2} = \frac{1}{2} \text{ м} \\ y = \sqrt{r_2^2 - z^2} = 2 \text{ м} \end{cases}$

Тогда $l_{\text{max}} = x + y = 2 + \frac{1}{2} = 2,5 \text{ м}$.

- 5) По теореме косинусов для треугольника 1-2-3 (рис. 2)
 найдем угол α .
 $l_{\text{max}}^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2 \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot \cos \alpha$

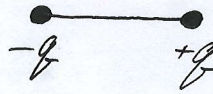
Подставляем известные значения.

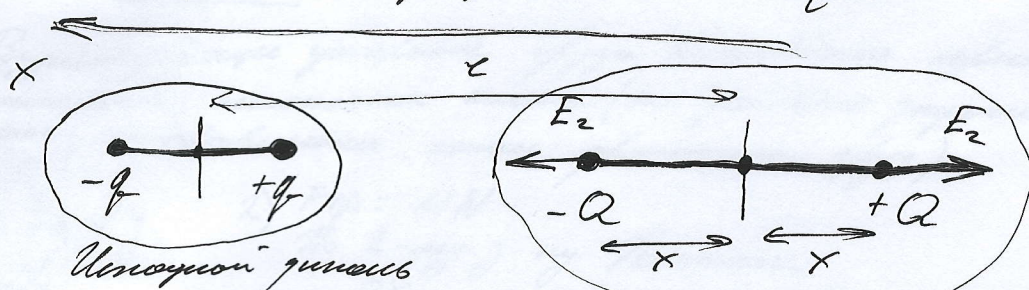
$$(2,5)^2 = \left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^2 + (\sqrt{5})^2 - 2 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} \cdot \sqrt{5} \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\frac{25}{4} = \frac{25}{4} - 5 \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

Ответ: $l_{\text{max}} = 2,5 \text{ м}$
 $\alpha = 90^\circ$

Дано
 $E \sim \frac{1}{r^3}$
 $x \sim E$
 $F = ?$

1)  $\rightarrow$  - идеальный диполь.
 По условию расстояния $E \sim \frac{1}{r^3}$



- 3) Расстояние между диполями одинаковым за τ .
 Расстояние между центром второго диполя и центром первого диполя (или отрицательного) зарядов x .
 4) E_1 - поле со стороны первого диполя на отр. заряде второго диполя.
 E_2 - поле со стороны первого диполя на положительный заряд второго диполя.
 5) Сила определяется как

$$F = E_1 \cdot Q - E_2 \cdot Q = (E_1 - E_2) \cdot Q$$

(все от направления справа налево)

По условию $E \sim \frac{1}{r^3}$
 $E_1 \sim \frac{1}{(r-x)^3}$; $E_2 \sim \frac{1}{(r+x)^3}$
 Тогда $F \sim \frac{1}{(r-x)^3} - \frac{1}{(r+x)^3} = \frac{(r+x)^3 - (r-x)^3}{((r-x)(r+x))^3} = \frac{6r^2x + 2x^3}{(r^2 - x^2)^3}$;
 т.е. $F \sim \frac{6r^2x + 2x^3}{(r^2 - x^2)^3}$;

т.к. $x \ll r$, то преобразуем $2x^3$ и x^2 - малые величины по сравнению с r

Тогда $F \sim \frac{r^2 \cdot x}{r^6} \sim \frac{x}{r^4}$, т.к. $x \sim E \sim \frac{1}{r^3}$, то

$$F \sim \frac{x}{r^4} \sim \frac{1}{r^3} \sim \frac{1}{r^3}$$

Ответ: $F \sim \frac{1}{r^3}$