



ШИФР

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

# Письменная работа

## Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике Дата проведения 15.03.2015  
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Здорова Елизавета Термановна

Серия и номер паспорта 

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

6	7	4	2	2	1
---	---	---	---	---	---

Дата рождения 20.01.1997 Класс 11

Школа № 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)

Межрегиональная олимпиада школьников  
«Будущие исследователи – будущее науки»

Финальный тур

ФИЗИКА

Шифр

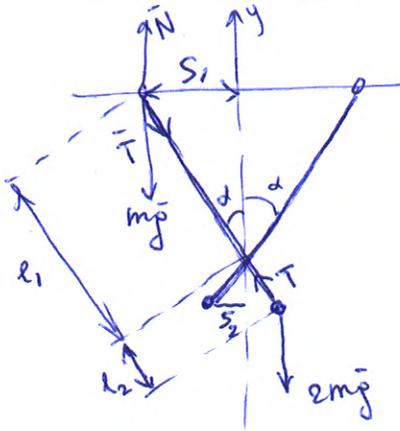
1104
------

Σ

Задача №1	Задача №2	Задача №3	Задача №4	Задача №5	Подписи членов комиссии
25	25	25	10	85	Вирекина К.Б. Маназарова,

ФИЗИКА

n2.  
L  
m, 2m  
T-?



затем  $\Pi$  3. Ключом к горизонталь-  
ной и верт. осей для кольца и груза.  
(колебания малые  $\Rightarrow \alpha$  - мал).

для кольца:

$$a_{y_k} = 0$$

$$a_{x_k} m = T \sin \alpha$$

для груза:

$$2m a_{y_r} = T \cos \alpha - 2mg$$

$$\alpha \text{ - мал} \Rightarrow \cos \alpha \approx 1$$

$$a_{y_r} \approx 0 \text{ (малые колебания)}$$

$$T = 2mg$$

$$a_{x_{r.}} 2m = T \sin \alpha$$

$$a_{x_k} = \frac{T \sin \alpha}{m} = \frac{2mg \sin \alpha}{m} = 2g \sin \alpha = 2g \cdot \frac{S_1}{l_1} = \left( \frac{2g}{l_1} \right) \cdot S_1$$

где  $l_1$  и  $l_2$  - констан-  
ты.

$$a_{x_{r.}} = \frac{T \sin \alpha}{2m} = \frac{2mg \sin \alpha}{2m} = g \sin \alpha = g \cdot \frac{S_2}{l_2} = \left( \frac{g}{l_2} \right) \cdot S_2$$

колебания гармонические

$$\omega^2 = \frac{2g}{l_1} = \frac{g}{l_2} \Rightarrow$$

$$2l_2 = l_1$$

$$L = l_2 + l_1$$

$$L = 3l_2$$

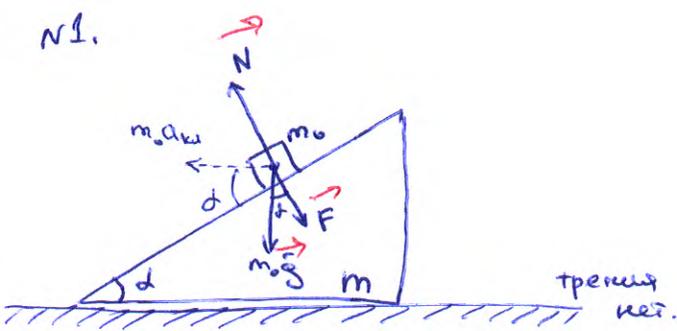
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{3g}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{3g}}$$

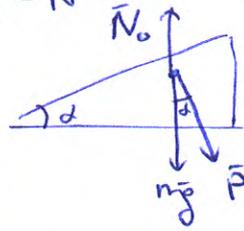
258

Ответ:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{3g}}$

N1.



(сила между клином и грузом)  
 $P = N$



Рассмотрим силы, действующие на клин:

(вертикальн. состав.)  $a_{y,kl} = 0$

$$a_{x,kl} \cdot m = P \sin \alpha$$

$$a_{x,kl} = \frac{P \sin \alpha}{m}$$

т.к.  $P \neq 0 \Rightarrow$  клин всегда будет двигаться с ускорением  $a_{x,kl} = a_{kl}$ . ( $a_{y,kl} = 0$ ).

$$a_{kl} = \frac{P \sin \alpha}{m} \quad (1) - \text{уравн. 1.}$$

Рассмотрим движение груза:

перейдем в подвижную сист. отсчета, движущуюся с ускор.  $a_{kl}$  сонаправленно с направлением движения клина, тогда в этой сист. отсчета клин неподвижен это ускорение бруска в этой сист. отсчета направлено вдоль наклонной плоск. клина:

$$a_{др.} m_0 = m_0 a_{kl} \cos \alpha + m_0 g \sin \alpha$$

$$a_{др.} = a_{kl} \cos \alpha + \sin \alpha g$$

$$a_{др. y} = 0 \Rightarrow N + m_0 a_{kl} \sin \alpha = m_0 g \cos \alpha + F$$

$$N = P$$

$$P + \frac{m_0 \sin \alpha \cdot P \sin \alpha}{m} = m_0 g \cos \alpha + F$$

$$\frac{P(m + m_0 \sin^2 \alpha)}{m} = m_0 g \cos \alpha + F$$



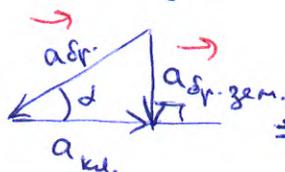
Из закона относительности

Галилея:

$$\vec{a}_{др. \text{относ. земли}} = \vec{a}_{др. \text{отн. клина}} + \vec{a}_{\text{клин} \text{ отн. зем.}}$$

$$\vec{a}_{др. \text{зем}} = \vec{a}_{др.} + \vec{a}_{kl}$$

По усл.  $a_{др. \text{зем}} \perp$  земле.



$$a_{kl} = a_{др.} \cos \alpha; \quad a_{др. \text{зем}} = \tan \alpha \cdot a_{kl}$$

Стр. 2

$$\frac{P \sin \alpha}{m} = (a_{\text{кл}} \cos \alpha + \sin \alpha g) \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{P \sin \alpha}{m} = \left( \frac{P \sin \alpha \cos \alpha}{m} + \sin \alpha g \right) \cos \alpha$$

$$\frac{P \sin \alpha}{m} (1 - \cos^2 \alpha) = \sin \alpha g \cos \alpha$$

$$\frac{P \sin^3 \alpha}{m} = \sin \alpha g \cos \alpha$$

$$\frac{P \sin^2 \alpha}{m} = g \cos \alpha$$

$$P = \frac{g \cos \alpha m}{\sin^2 \alpha}$$

↓

$$a_{\text{кл}} = \frac{P \sin \alpha}{m} = \frac{g \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} \cdot \sin \alpha = \frac{g}{\tan \alpha}$$

$$a_{\text{кл}} = g \operatorname{ctg} \alpha \Rightarrow a_{\text{кл}} = \operatorname{ctg} \alpha = a_{\text{сп. зем}} = g$$

Вернемся к уравнению (1):

~~$$\frac{P(m + m \sin^2 \alpha)}{m} = m g \cos \alpha + F$$~~

$$a_{\text{кл}} = \frac{P \sin \alpha}{m} \Rightarrow P \sin \alpha = m g \operatorname{ctg} \alpha$$

$$P = \frac{m g \operatorname{ctg} \alpha}{\sin \alpha}$$

$$a_{\text{кл. y}} = 0 \Rightarrow$$

$$N_0 = m g + P \cdot \cos \alpha$$

(где  $N_0$  — сила с которой  
стан давит на клин

$$N_0 = m g + m g \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

эта сила равна  $N'_0 = N_0$   
с которой клин давит  
на стан по III з.  
Ньютона).

$$N'_0 = m g (1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha)$$

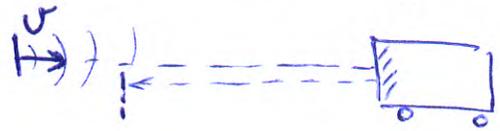
$$\text{Ответ: } a_{\text{сп. зем}} = g; N'_0 = m g (1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha)$$

255

НЧ.

20  
2-?

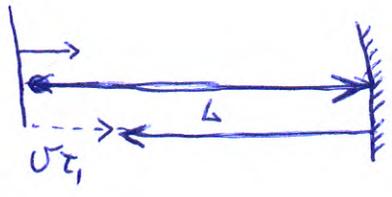
Перейдём в сист. отсчёта, связанную с движущимся автомобилем. Тогда в этой сист. отсчёта автомобиль стоит, приёмник и ~~адресат~~ источник движутся.



где  $v$  - скорость автомобиля в неподвижн. сист. отсч. или скорость радара в подвижной сист. отсчёта.

Рассмотрим два соседних максимума волны, которую излучает радар.

1-ый макс-ум:



$t = \tau_1$  - время приёма этого сигнала.

$$x_1 = L + (L - v\tau_1)$$

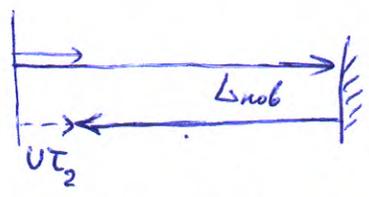
$$x_1 = c \cdot \tau_1$$

$$2L - v\tau_1 = c\tau_1$$

$$2L = (v+c)\tau_1$$

$$\tau_1 = \frac{2L}{v+c}$$

2-ой макс-ум:



$$L_{нов} = L - T_0 \cdot v$$

т. к. за время  $T_0$  от испускания первого сигнала до второго сигнала радар прошёл  $T_0 v$  в подвижной сист. отсч.

Аналогично,  $\tau_2$  - время с момента испускания сигнала до момента приёма

$$x_2 = c \cdot \tau_2$$

$$2L_{нов} - v\tau_2 = c\tau_2$$

$$\tau_2 = \frac{2L_{нов}}{v+c}$$

( $t_{наз} = T_0$   
 $t_{кон} = T_0 + \tau_2$   
где  $T_0$  - период испускания сигнала радара).

$$x_2 = L_{нов} + (L_{нов} - v\tau_2) \Rightarrow \tau_2 = \frac{2L_{нов}}{v+c} = \frac{2(L - T_0 v)}{v+c}$$

период приёма сигнала на приёмнике:

$$T_{приём} = (\tau_2 + T_0) - \tau_1 = \frac{2(L - T_0 v)}{v+c} + T_0 - \frac{2L}{v+c} =$$

ФИЗИКА

$$= \tau_{\text{прям.}} = \frac{(2L) - 2T_0 v + U T_0 + c T_0 (-2L)}{U + c} = \frac{c T_0 - T_0 U}{U + c} = \left( \frac{c - U}{U + c} \right) \cdot T_0$$

$$\tau_{\text{прям.}} = \frac{1}{v} \quad T_0 = \frac{1}{v_0} \Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{c - U}{U + c} \cdot \frac{1}{v_0}$$

$$\boxed{v = \frac{U + c}{c - U} \cdot v_0}$$

105

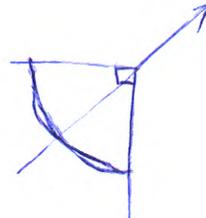
Ответ:  $v = \frac{(U + c)v_0}{c - U}$

н3.

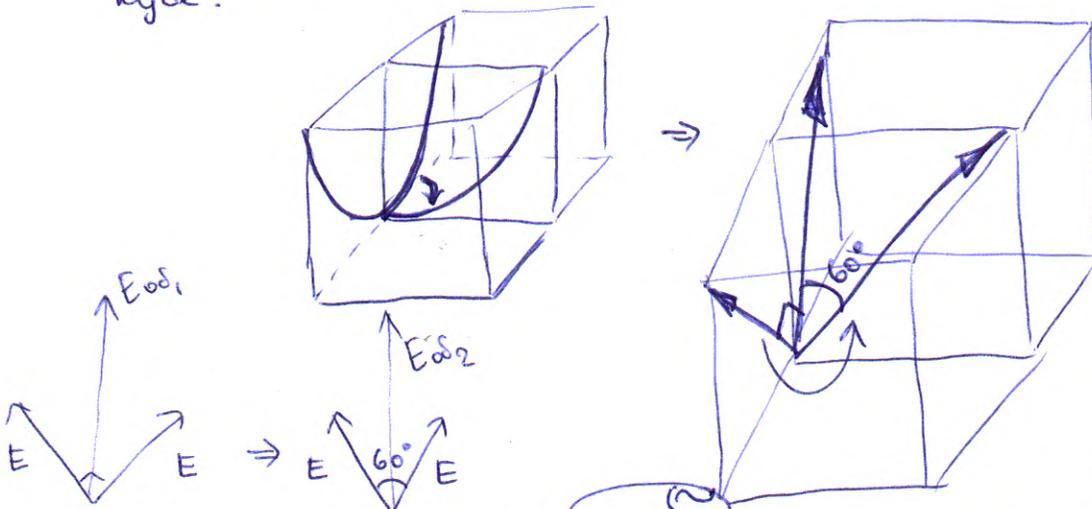
Рассмотрим четверть кольца:



Напряжённость четвертинки направлена по ~~касательной~~ биссектрисе.



Тогда представим напряжённость четвертинок на кубе:



255

$$E_{0\delta_1} = \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot E \right) \cdot 2 ; E_{0\delta_2} = \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot E \right) \cdot 2 \Rightarrow \frac{E_{0\delta_2}}{E_0} = \frac{\sqrt{3} E}{\sqrt{3} E} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

Стр. 5

Ответ:  $\sqrt{\frac{3}{2}}$