



ШИФР

a5-5

(заполняется представителем Оргкомитета)

## Письменная работа

### Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике Дата проведения 03.03.2024  
(наименование общеобразовательного предмета)ФИО участника (полностью) Каюнов Тимур ДенисовичДата рождения \_\_\_\_\_ Класс 11Школа КТБДЗ "БЛИК" район \_\_\_\_\_ город Бийск

**Особые отметки** (Заполняется представителем оргкомитета)  
о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.

письменному заявлению после истечения времени, предусмотренного на подачу и рассмотрение апелляций по данному предмету.

#### Оформление работы

Участник аккуратно заполняет титульный лист «Письменная работа», ставит дату и подпись.

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)

#### 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

1	2	3	4	$\Sigma$
25	15	15	20	75

ШИФР


(заполняется сотрудником секретариата)

Чистовик

ab-6

Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!

## Задача 1


  
 т. А и В - положения тела в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  соответственно  
 модуль  
 Тело в т. В модуль скорости по оси  $Ox$  также равен  $v_x$  (м. и. высота одинаковы)

Время полета  $\tau$  от точки А до В  $= t_2 - t_1$ , её также можно выразить через  $v_x$  и  $\tau$

$$\tau = \frac{2v_y}{g} \Rightarrow t_2 - t_1 = \frac{2v_y}{g}$$

$$v_y = \frac{g(t_2 - t_1)}{2}$$

$v_{y0}$  - начальная скорость по оси  $y$

$$v_{y0} = v_y + g t_1 = \frac{g(t_2 + t_1)}{2}$$

ИЗЗ:  $m \frac{v_{y0}^2}{2} = m g h$  - макс. высота (или  $h = \frac{v_{y0}^2}{2g}$ )



Задача 11) продолжение

$$h = \frac{V_{30}^2}{2g} = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{8}$$

$$h = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{8}$$

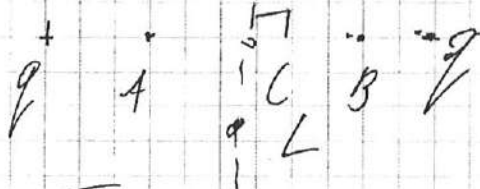
$$h = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{8}$$

Задача 3

Многие понятия в канале для точек поле 0, расположенные определить, где в отсеченном ряду полей поле от ряда зарядов орбитально и по порядку и по направлению

Такие варианты есть?

1. На точках летание на отрезке, соединяющем заряды, расположенные симметрично относительно середины отрезка



$$EA = EB$$

$$AC = CB$$

2. Точки находящиеся на середине и равному отрезку, находящиеся на орбитальной расстоянии от середины отрезка

$$KC = CL$$

$$EK = EL$$

Сим метр 4

Задача 1 (упрощенная)

$$h = \frac{v_{y0}^2}{2g} = \frac{p^2(t_1+t_2)^2}{4 \cdot 2g} = \frac{p^2(t_1+t_2)^2}{8}$$

Ответ:  $h = \frac{p^2(t_1+t_2)^2}{8}$

Задача 2

2. Введем координаты  $x$  и  $y$ , сонаправленные с направлением груза  $B$ . В начале координат расположим в положении равновесия

Запишем зависимости  $x(t)$  и  $y(t)$  за  $t=0$  примем начало отсчета второго груза

Поскольку

$$x(t) = L\theta \cos(\omega t) - \text{уравнение зависимости}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} - \text{мат. частота колебаний второго груза}$$

$$y(t) = L\theta \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$y(0) = L\theta \sin \varphi_0 < 0$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{1}{2}$$

т.к. координата  $y$  уменьшается

$$y(t) = L\theta \cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) \quad \sin \varphi_0 > 0$$

$$R = \sqrt{x(t)^2 + y(t)^2} \quad \varphi_0 = \frac{\pi}{3}$$

$$R = L\theta \sqrt{\cos^2(\omega t) + \cos^2(\omega t + \frac{\pi}{3})}$$



т. к.  $\sqrt{2}$  монотонно возрастает,  
иная функция, но достаточно  
чтобы порядок ее значения  
был  $\leq 2$  максимальным

Возьмем производную из порядка  
функции и приравняем ее к 0

$$-\sin(2\omega t) - \sin(2(\omega t + \frac{\pi}{3})), \quad t=0$$

$$\omega t = \frac{\pi}{3} - \text{т. максимум}$$

$$\omega t = \frac{11\pi}{6} - \text{т. максимум}$$

$$t = \frac{11\pi}{6} \sqrt{\frac{L}{g}} - \text{исходное время}$$

$$R_{\max} = LQ \sqrt{(\frac{\sqrt{3}}{2})^2 + (\sqrt{3})^2} =$$

$$= LQ \sqrt{\frac{3}{2}} = LQ \frac{\sqrt{6}}{2}$$

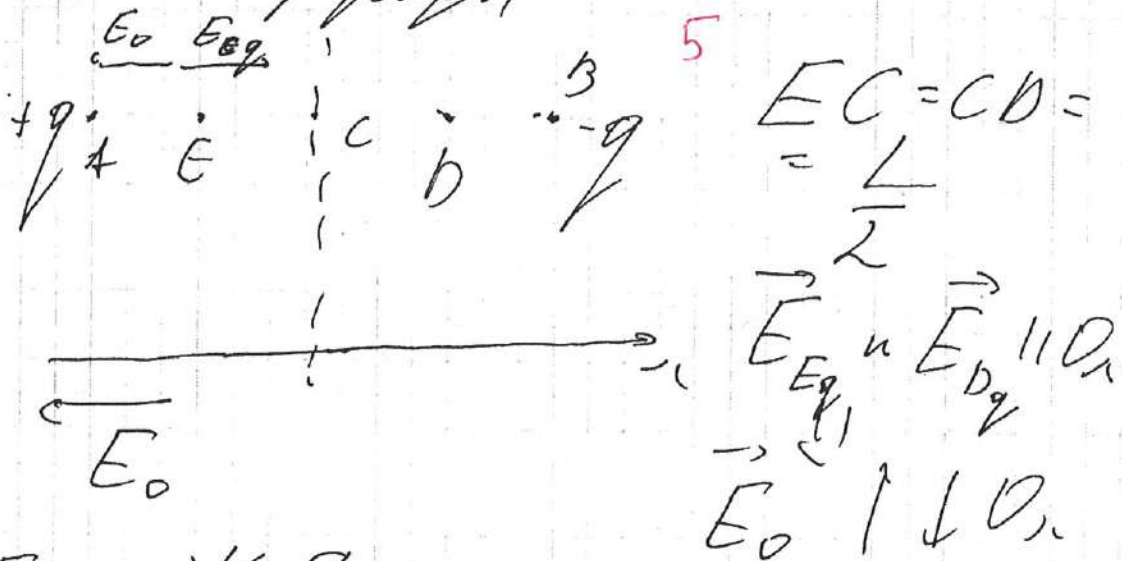
Задача 3 (продолжение)

Рассмотрим подробнее 2 варианта:

На серединная перпендикулярная  
поле от зарядов направлено  
по горизонтали, а следовательно  
и однородное поле тоже будет  
направлено по горизонтали, чтобы  
компенсировать поле от зарядов

Задача 3 (вариант 2)  
Точка при перемещении из  
одной точки (полюс 0 в  
другую разность потенциалов  
не зависит от пути  
т.к.  $\vec{E}_p \perp \vec{S}, \vec{S}'$  перпендикулярны

П.О. известны две точки  
А и Б на отрезке, соединя-  
ющем заряды



~~$E_0 = kq$~~

$|E_0| = |E_{E_q}| \Rightarrow E_0 = \frac{kq}{\frac{(L-L)^2}{2} - \frac{(L+L)^2}{2}}$

$E_0 = 4kq \left( \frac{1}{(L-L)^2} + \frac{1}{(L+L)^2} \right)$

$E_0 = \frac{4kqL^2}{(L^2 - L^2)^2}$



Задача 3 (продолжение 3)

$$\Delta \varphi - \varphi_E = E_0 L \quad - \text{по внесение зарядов}$$

$$\varphi_{II}' = \frac{E_0 L}{2} + \frac{4kqL}{5^2 - L^2} \quad \text{Потенциал в т. С = 0}$$

$$\varphi_E' = \frac{4kqL}{5^2 - L^2} - \frac{E_0 L}{2}$$

$$\Delta \varphi' = \varphi_{II}' - \varphi_E' = E_0 L - \frac{8kqL}{5^2 - L^2}$$

$$2\Delta \varphi' = \Delta \varphi$$

$$2E_0 L - \frac{16kqL}{5^2 - L^2} = E_0 L$$

$$E_0 = \frac{16kq}{5^2 - L^2} \quad 5$$

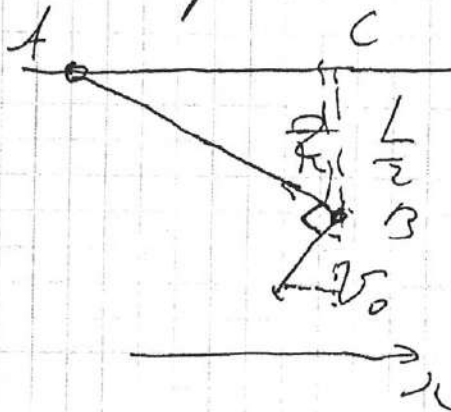
$$\begin{cases} E_0 = \frac{16kq}{5^2 - L^2} \\ E_0 = \frac{16kqL}{(5^2 - L^2)^2} \end{cases}$$

Решая уравнение получаем

$$L = 5 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} L \quad - \text{расстояние между зарядами}$$

$$E_0 = \frac{32kq}{(\sqrt{5} + 1)L^2}$$

1) Задача 2



Найти скорость  
матки  $V_0$   
в момент  
отпускания кольца  
м.к. ро этого  
кольца было  
зажато  
 $V_0 \perp AB$

$$m \frac{V_0^2}{2} = m g \frac{L}{2}$$

$$V_0 = \sqrt{gL}$$

$$V_{0x} = -V_0 \sin 30 = -\frac{V_0}{2} = -\frac{\sqrt{gL}}{2}$$

2) Рассмотрим систему три материальных  
тела, кольцо после отпущения  
по льду

м.к.  $\sum F_n = 0$ , то  $P_n = \text{const}$

$$m V_{0x} = m V_K + m V_A$$

где  $V_K$  - скорость кольца

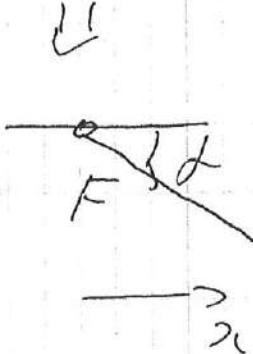
$V_K \parallel O_A$

$$V_{0x} = V_K + V_A \quad V_{0x} = -\frac{V_0}{2}$$

3) М.к. - стержень невесомый,  
то сумма сил на него  
0, сумма моментов тоже  
0  $\Rightarrow$  силы со стороны кольца  
и матри на стержень равны



Задача 2 (продолжение)  
и направлением вдоль стержня  
Стержень растянут



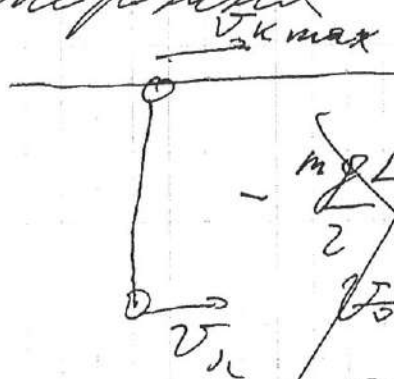
Кольцо вдоль

оси  $x$  разрывом  
малой силы  $d\epsilon$   
От стержня

$$F \cos \alpha = m a_k$$

Поскольку скорость максимальная  
в момент силы  $z$  ускорения  
 $a_k = 0 \Rightarrow \cos \alpha = 0$

Таким образом положение наступит  
при вертикальном положении  
стержня



ЗСЗ:

$$-\frac{mgL}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = mgL + \frac{mv_n^2}{2} + \frac{mV_{kmax}^2}{2}$$

$$gL + v_0^2 = v_n^2 + V_{kmax}^2$$

ЗСЧ:

$$v_{0n} = v_n + V_{kmax}; \quad V_{kmax} =$$

$$\frac{v_0}{2} - v_n = V_{kmax} \quad v_n = \frac{v_0}{2} - V_{kmax}$$

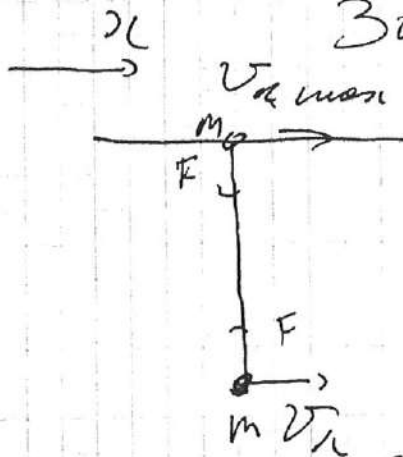
Задача 2 (продолжение 2)

$$\begin{cases} 2\varphi L = v_n^2 + v_{kmax}^2 & v_0 = \sqrt{\varphi L} \\ \frac{\varphi L}{2} = v_n + v_{kmax} \end{cases}$$

Решая систему в лучшем

$$v_{kmax} = \frac{1 + \sqrt{15}}{4} \sqrt{\varphi L}$$

Задача 2 (продолжение 2)



ЗСЭ:

$$-m\varphi L + \frac{mv_0^2}{2} = -m\varphi L + \frac{mv_n^2}{2} + \frac{mv_{kmax}^2}{2}$$

$$2\varphi L = v_n^2 + v_{kmax}^2$$

ЗСН (0n)

$$-\frac{\sqrt{\varphi L}}{2} = v_n + v_{kmax}$$

$$v_n = -\frac{\sqrt{\varphi L}}{2} - v_{kmax}$$

То же самое

$$\frac{-\sqrt{\varphi L}}{2} =$$

$$\begin{cases} 1) 2\varphi L = v_n^2 + v_{kmax}^2 \\ 2) v_n = -(\frac{\sqrt{\varphi L}}{2} + v_{kmax}) \end{cases}$$



Задача 2 (продолжение 3)  
Порядковые  $V_n$  в (1) уравнения  
получают

$$2V_{kmax}^2 + \sqrt{PL} V_{kmax} - \frac{7}{4} PL = 0$$

Дискриминант  
отнимаем

$$V_{kmax} = \frac{\sqrt{15} - 1}{4} \sqrt{PL}$$

Ответ:  $V_{kmax} = \frac{\sqrt{15} - 1}{4} \sqrt{PL}$