ШИФР 1108

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике Дата проведения 13 марта 2016

(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Бычков Алексей Станиславович

Серия и номер паспорта | 2 | 2 | 1 | 2 | | 9 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 |

Дата рождения 11. 08. 1998 Класс 11

Школа № Лицей №15 район Нижегородская обл. 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

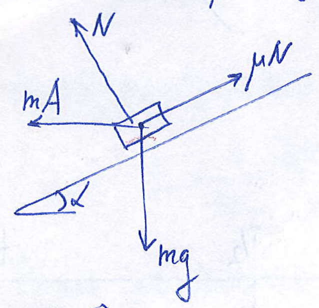
(подпись участника олимпиады)

Задача 1.

В С.О., сопровождающей клин: ($\vec{A}$ – ускорение клина, $\vec{a}'$ – уск. груза в НИСО, $\vec{a}$ – уск. груза относительно лаборатории)

1108

1	2	3	4	Σ
25	40	10	15	90

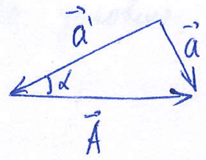


(1) $ma' = mA\cos\alpha + mg\sin\alpha - \mu N$ (вдоль клина)

(2) $N + mA\sin\alpha = mg\cos\alpha$ (поперек клина)

Ещё нужно получить кинематическую связь между $\vec{a}'$ и $\vec{A}$.

$\vec{a} = \vec{a}' + \vec{A}$ (закон з-н сложения скоростей)



$\underline{A\cos\alpha = a'}$ (3) +

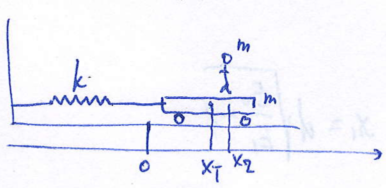
Подставим (3) → (1): $mg\sin\alpha - \mu N = 0$; $\boxed{N = \frac{mg\sin\alpha}{\mu}} = \frac{5}{8}mg$. + 25б.

Из (2) выразим A: $A = \frac{mg\cos\alpha - N}{m\sin\alpha} = g\,ctg\,\alpha - \frac{mg\sin\alpha}{\mu m\sin\alpha}$

$$\boxed{A = g\left(ctg\,\alpha - \frac{1}{\mu}\right)} = g\left(\sqrt{3} - \frac{5}{4}\right)$$ +

Задача 2.

Начало координат – в центре масс тележки в момент, когда пружина не растянута.



Нетрудно видеть, что $x_2 = x_T + \frac{l}{2} - Vt$. (1)

Отсюда немедленно следует, что

$\dot{x}_2 = \dot{x}_T - V$ (2) и

$\ddot{x}_2 = \ddot{x}_T$ (3)

Координата центра масс системы „тележка + человек": $x_{ц.м.} = \frac{1}{2m}(mx_T + mx_2)$ (4).

Подставим (1) → (4): $2x_{ц.м.} = x_T + x_T + \frac{l}{2} - Vt$; $2x_{ц.м.} = 2x_T + \frac{l}{2} - V(t) \Rightarrow \underbrace{\ddot{x}_{ц.м.} = \ddot{x}_T}$ (5)

2ой з-н Ньютона на систему „тележка + человек":

$2m\ddot{x}_{ц.м.} = -kx_T$, а, с учетом (5), $2m\ddot{x}_T = -kx_T$. (6)

Решение (6) в общем виде имеет вид:

$$x_T(t) = A\cos\omega t + B\sin\omega t, \quad \omega^2 = \frac{k}{2m}.$$

Константы A и B берутся из начальных условий.

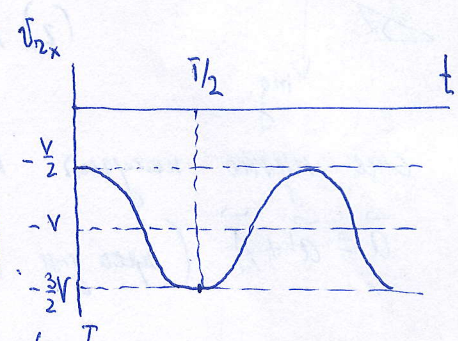
$$\begin{cases} x_T(0)=0 \quad (1') \\ \dot x_T(0)=\frac{1}{2}V \quad (2') \end{cases}$$ (пружина ещё не успела растянуться, и ц.м. должен покоиться)

Из (1') немедленно следует $A=0$,

из (2) — $+V=+2\omega B$.

Таким образом, $x_T(t)=+\frac{V}{2\omega}\sin\omega t$,

$\dot x_T(t)=+\frac{V}{2\omega}\cos\omega t\cdot\omega=+\frac{V}{2}\cos\omega t$



Вспомним теперь про (2):

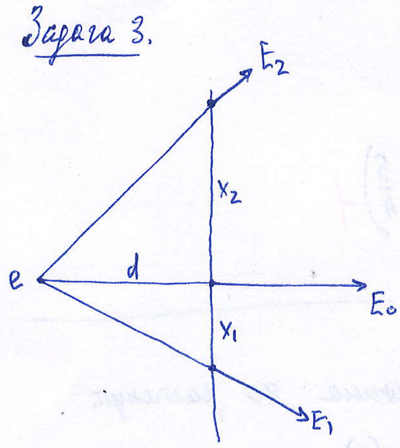
$$(v_2)_x\equiv\dot x_2=\dot x_T-V=+\frac{V}{2}\cos\omega t-V=\frac{V}{2}\left(\cos\omega t-2\right).$$

Из графика видно, что $\boxed{|v_2|_{max}=\frac{3}{2}V}$, и достигается она при $t_0=\frac{T}{2}$.

Значит, длина доски должна быть не меньше, чем Vt_0:

$$\boxed{\ell\geqslant V\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}}$$

<u>Задача 3.</u>



$E_0=10\,\frac{V}{m}$, $E_1=8\,\frac{V}{m}$, $E_2=2\,\frac{V}{m}$.

Ясно, что наибольшее расстояние между рассматриваемыми точками равно x_1+x_2.

(1) $E_0=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e}{d^2}$

(2) $E_1=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e}{d^2+x_1^2}$

(3) $E_2=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e}{d^2+x_2^2}$

Из (1) выразим $\frac{e}{4\pi\varepsilon_0}$ и подставим в (2) и (3): $E_1=E_0\frac{d^2}{d^2+x_1^2}\to x_1=d\sqrt{\frac{E_0}{E_1}-1}$

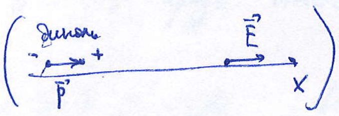
$E_2=E_0\frac{d^2}{d^2+x_2^2}\to x_2=d\sqrt{\frac{E_0}{E_2}-1}$.

$$\boxed{x_1+x_2=d\left[\sqrt{\frac{E_0}{E_1}-1}+\sqrt{\frac{E_0}{E_2}-1}\right]=2.5\text{ м.}}$$

10

$\angle(\vec E_1,\vec E_2)=\operatorname{arctg}\frac{x_2}{d}+\operatorname{arctg}\frac{x_1}{d}$; $\boxed{\angle(\vec E_1,\vec E_2)=\operatorname{arctg}\sqrt{\frac{E_0}{E_1}-1}+\operatorname{arctg}\sqrt{\frac{E_0}{E_2}-1}}=\pi$.

диполя $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{3(\vec{p}\vec{r})\vec{r}}{r^5} - \frac{\vec{p}}{r^3}\right]$.

Будем рассматривать одномерный случай (

)

1Б

$$E_x = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{3p x x}{x^5} - \frac{p}{x^3}\right] = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2p}{x^3}\left(\sim \frac{1}{x^3}\right).$$

Теперь рассмотрим поляризованную в поле диполя молекулу. Сила, действующая на неё, как и на любой эл. диполь во внешнем поле, равна: ($\vec{p}_1$ – её дипольный момент)

$$\vec{F} = (\vec{p}_1\vec{\nabla})\vec{E}. \xrightarrow[\text{случае}]{\text{в одномерном}} F_x = p_{1x}\frac{\partial E_x}{\partial x}.$$

По условию, $p_1 \sim E$.

$$\to F_x = p_{1x}\frac{\partial E_x}{\partial x} \sim \frac{1}{r^3}\cdot\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{r^3}\right) \sim \frac{1}{r^3}\cdot\frac{1}{r^4} \sim \frac{1}{r^7}.$$

$$\boxed{F \sim r^{-7}}.$$