ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

2802337138016

Титульный лист

Направление ☐ информатика ☐ история ☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык ■ физика ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ■ 11

Фамилия ПАВЛОВА

Имя АНАСТАСИЯ

Отчество НИКОЛАЕВНА

Дата рождения 25 07 2005

Город участия НИЖНИЙ ТАГИЛ

Аудитория 314

Телефон 89826468857

Дата 24 02 2023 **Подпись** [подпись]

Пример заполнения А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

2802337138016

Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление ☐ информатика ☐ история ☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык ■ физика ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ■ 11

Город участия НИЖНИЙ ТАГИЛ

Заполняется организаторами

Количество доп. листов 1

Количество черновиков к проверке

Время выхода с : до :

Протокол проверки

Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	20	05	15	19	09					
Балл члена жюри №2	20	05	15	19	09					

Номер задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Балл члена жюри №1										
Балл члена жюри №2										

Итоговый балл 068

Подпись члена жюри №1

Подпись члена жюри №2

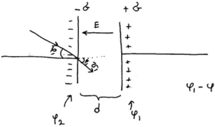
Пример заполнения А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Пусть $q>0$

№4

$m, q, \varphi_1, v_1, \pm\sigma, d$

$\varphi_2 = ?$



$\varphi_1 - \varphi_2 = Ed$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \cancel{\varepsilon}}$

На частицу действует только потенциальная электрическая сила ⇒ верен ЗСЭ:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \varphi_2 q = \varphi_1 q + \frac{mv_2^2}{2}$$

ЗСЭ для случая, когда частица вылетит за пластину $+\sigma$.

$$\Downarrow$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + (\varphi_2 - \varphi_1)q = \frac{mv_1^2}{2} - Edq$$

$$v_2^2 = v_1^2 - \frac{2\sigma d q}{\varepsilon_0 m} \Rightarrow \boxed{v_2 = \sqrt{v_1^2 - \frac{2\sigma d q}{\varepsilon_0 m}}}$$

2ЗН для частицы:

$$F_э = ma$$

$$Eq = ma \Rightarrow \frac{\sigma q}{\varepsilon_0} = ma \Rightarrow \boxed{a = \frac{\sigma q}{m\varepsilon_0}} = const$$

Если $q>0$, то ~~д~~ траектория движения частицы в электрическом поле – это парабола (аналогично с баллистическим движением).
⇒ частица может покинуть поле либо через пластину $+\sigma$, либо через пластину $-\sigma$.

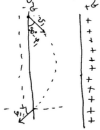


рисунок 1

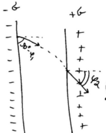


рисунок 2

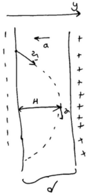
Скорость v_2 будет у частицы, если она покинет поле через пластину $+\sigma$.

! Если частица покинет поле через пластину $-\sigma$, то у нее будет скорость v_1 и вылетит она под углом φ_1 к вертикали. (рисунок 1)

Движение равноускоренное

Формула пути без времени

$2\vec{a}\vec{S} = v^2 - v_0^2$



Найдем условие, при котором частица вылетит через пластину $+\sigma$.

$$H > d$$

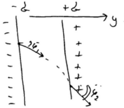
$$y:\ -2aH = 0 - v_1^2\sin^2\varphi_1$$

$$\Downarrow$$

$$H = \frac{v_1^2\sin^2\varphi_1}{2a} = \frac{v_1^2\sin^2\varphi_1 m\varepsilon_0}{2\sigma q}$$

Если $\frac{v_1^2\sin^2\varphi_1 m\varepsilon_0}{2\sigma q} > d$,

то частица вылетит через пластину $+\sigma$ со скоростью v_2.



$$y:\ -2ad = v_2^2\sin^2\varphi_2 - v_1^2\sin^2\varphi_1$$

$$v_2^2\sin^2\varphi_2 = v_1^2\sin^2\varphi_1 - \frac{2d\sigma q}{m\varepsilon_0}$$

$$v_2^2 = v_1^2 - \frac{2\sigma d q}{\varepsilon_0 m}$$

$\varphi_2 > \varphi_1$

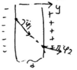
$$\sin^2\varphi_2 = \frac{v_1^2\sin^2\varphi_1 m\varepsilon_0 - 2d\sigma q}{v_1^2\varepsilon_0 m - 2\sigma d q}$$

$$\boxed{\sin\varphi_2 = \sqrt{\frac{v_1^2\sin^2\varphi_1 m\varepsilon_0 - 2d\sigma q}{v_1^2\varepsilon_0 m - 2\sigma d q}}}$$

Если $q<0$, то частица в любом случае вылетит через пластину $+\sigma$.

ЗСЭ: $\frac{mv_1^2}{2} - \varphi_2 q = \frac{mv_2^2}{2} - \varphi_1 q \Rightarrow \boxed{v_2^2 = v_1^2 + \frac{2\sigma d q}{\varepsilon_0 m}}$

$\varphi_2 < \varphi_1$



$$-2ad = v_2^2\sin^2\varphi_2 - v_1^2\sin^2\varphi_1$$

$$v_1^2 \sin^2 \varphi_1 - \frac{2d\delta q}{m\varepsilon_0} = v_2^2 \sin^2 \varphi_2$$

$$\sin^2 \varphi_2 = \frac{v_1^2 \sin^2 \varphi_1 - \frac{2d\delta q}{m\varepsilon_0}}{v_1^2 + \frac{2d\delta q}{m\varepsilon_0}}$$

$$\sin^2 \varphi_2 = \frac{v_1^2 \sin^2 \varphi_1 m\varepsilon_0 - 2d\delta q}{v_1^2 m\varepsilon_0 + 2d\delta q}$$

$$\boxed{\sin \varphi_2 = \sqrt{\frac{v_1^2 \sin^2 \varphi_1 m\varepsilon_0 - 2d\delta q}{v_1^2 m\varepsilon_0 + 2d\delta q}}}$$

Ответ: 1) Если $q > 0$ и $\frac{v_1^2 \sin^2 \varphi_1 m\varepsilon_0}{2\delta q} > d$, то

$$\sin \varphi_2 = \sqrt{\frac{v_1^2 \sin^2 \varphi_1 m\varepsilon_0 - 2d\delta q}{v_1^2 \varepsilon_0 m - 2d\delta q}}$$

2) Если $q > 0$ и $\frac{v_1^2 \sin^2 \varphi_1 m\varepsilon_0}{2\delta q} < d$, то

$\varphi_2 = \varphi_1$

3) Если $q < 0$, то $\sin \varphi_2 = \sqrt{\frac{v_1^2 \sin^2 \varphi_1 m\varepsilon_0 - 2d\delta q}{v_1^2 m\varepsilon_0 + 2d\delta q}}$

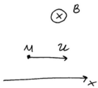
19б

Верно при условии, что $\varphi_1, \varphi_2 = \left(\frac{\pi}{2} - \varphi_{1,2}\right)$, по сравнению с показанными на рисунке

№1

m, q, R, B

$u_0 = ?$



Рассмотрим систему „пуля + шар". Пусть M – масса пули и шара. На систему действуют только вертикальные внешние силы $\Rightarrow$ в проекции на ось x верен ЗСИ. Удар неупругий.

ЗСИ до и после удара: $mu_0 = Mu$, где u – скорость пули и шара после удара.

$$\Downarrow$$

$$u_0 = \frac{Mu}{m}$$

На пулю и шар в МП действует сила Лоренца. Шар и пуля в МП движутся по окружности радиусом R, т.к. $\vec{F_Л} \perp \vec{v} \Rightarrow A_{F_Л} = 0$.

Ускорение центростремительно.

2ЗН для системы: $Bqv \sin 90^\circ = \frac{Mv^2}{R}$

$v = u$

$$Mv = RBq$$

$$\Downarrow$$

$$Mu = RBq \Rightarrow \boxed{u_0 = \frac{RBq}{m}}$$

Ответ: $u_0 = \frac{RBq}{m}$

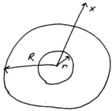
20

Бланк ответов

№2

$\omega, r, R, u\ (u > \omega R)$

$t - ?$



$r \le x \le R$

$|\overrightarrow{v_{пер}}| = v = \omega x$

переносная скорость переменная

ЗСС: $\overrightarrow{v_{абс}} = \overrightarrow{v_{отн}} + \overrightarrow{v_{пер}}$

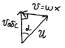
$|\overrightarrow{v_{отн}}| = u$

$\overrightarrow{v_{абс}} \perp \overrightarrow{v_{пер}}$? или $\overrightarrow{v_{отн}} \perp \overrightarrow{v_{пер}}$?

Если $\overrightarrow{v_{абс}} \perp \overrightarrow{v_{пер}}$, то путь, который пройдет лодка равен $R - r$.

$R - r \ne v_{абс} t$

$t \ne \frac{R-r}{v_{абс}}$, т.к $v_{абс} \ne const$



По Th. Пифагора:

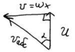
$v_{абс} = \sqrt{u^2 - \omega^2 x^2} \ne const$

$v_{абс}$ зависит от x ← экспо-нента
~~х зависит от времени~~ в x

$\int_r^R$

Если $\overrightarrow{v_{отн}} \perp \overrightarrow{v_{пер}}$, то путь l - путь, который пройдет лодка ~~равен~~

$l \ne v_{абс} t \Rightarrow t \ne \frac{l}{v_{абс}}$, т.к $v_{абс} \ne const$



По Th. Пифагора:

$v_{абс} = \sqrt{u^2 + \omega^2 x^2} \ne const$

$\angle \alpha < 90^\circ$, т.к $u > \omega R$

Если $\overrightarrow{v_{отн}} \perp \overrightarrow{v_{пер}}$, то

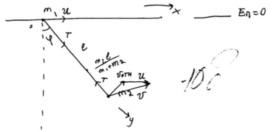
$t = \frac{R-r}{u}$

№3

m_1, m_2, l

E_{max}

$A_1 = ?$



ЗСС: $\vec{v_{абс}} = \vec{v_{отн}} + \vec{v_{пер}}$

$\vec{v} = \vec{v_{отн}} + \vec{u}$

В СО m_1, m_2 двигается как обычный математический маятник

В амплитудном положении $v_{отн} = 0$, а скорость m_1 становится максимальной и равна u_{max} ⇨ m_2 по ЗСС становится равна u_{max}

$$E_{max} = \frac{(m_1 + m_2) u_{max}^2}{2}$$

⇩

$$u_{max} = \sqrt{\frac{2E_{max}}{m_1+m_2}}$$

~~[illegible]~~

$u_{max} = A_1 \omega$ ⇨ $A_1 = \frac{u_{max}}{\omega}$

2ЗН для m_1: x: $T_s \sin\varphi = m_1 a_x \neq const$

Для системы „$m_1 + m_2$" верен ЗСЭ, т.к действуют только потенциальные силы, которые совершают работу.

$E_к + E_п = const$ ⇨ $E_к' + E_п' = 0$

$\cancel{E_к = \frac{m_1 u^2}{2} + \frac{m_2 v^2}{2}}$; $\cancel{E_п = -m_2 g l \cos\varphi}$

$\cancel{E_к' = m_1 u a_1 + m_2 v a_2}$; $\cancel{E_п' = m_2 g l \sin\varphi \omega'}$ угловая скорость

Найдем местоположение центра масс: $y = \frac{m_2 l}{m_1+m_2}$

Для ц.м верен ЗСЭ:

$E_к = \frac{(m_1+m_2) V_ц^2}{2}$; $E_п = -\frac{m_2 l}{m_1+m_2} \cos\alpha (m_1+m_2) g = -m_2 l \cos\alpha g$

$$E_к = \frac{(m_1+m_2) \omega^2 (m_2 l)^2}{2(m_1+m_2)^2}$$

Продолжение на стр. 4 (обратная сторона)

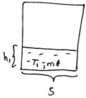
Дополнительный лист №1

№5

$S, m_в, T_1,$
$m_л, T_2, \rho_0,$
$c_в, c_л, \lambda_л$
$\Delta m = ?$
$T_к = ?$

Т.к сосуд теплоизолированный, то кол-во теплоты, отданное водой кубику льда равно кол-ву теплоты, полученному кубиком льда от воды.

$$|Q_{отд}| = |Q_{пол}|$$



$$V_1 = \frac{m_в}{\rho_0} = S h_1 \Rightarrow \boxed{h_1 = \frac{m_в}{\rho_0 S}}$$

$\Delta m \neq m_л \Rightarrow$ после установления равновесия будет и вода, и лёд $\Rightarrow T_к = 0°C$

$$V_2 = \frac{m_в + \Delta m}{\rho_0} = S h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{m_в + \Delta m}{S \rho_0}$$

$$c_в m_в (T_1 - T_к) = c_л m_л (0 - T_2) + \cancel{c_в} \lambda_л \Delta m$$

Даны S и $\rho_0 \Rightarrow$ скорее всего $\Rightarrow T_к \neq 0°C$

Т.к $T_к = 0$, то

$$c_в m_в T_1 = -c_л m_л T_2 + \lambda_л \Delta m$$

$$\Delta m = \frac{c_в m_в T_1 + c_л m_л T_2}{\lambda_л}$$

9б

Нужен ещё случай $T_к > 0°C$

Продолжение №3

$$E_K' = \frac{\omega_0 \varepsilon m_2^2 l^2}{m_1+m_2} \qquad E_П' = m_2 l g \sin\alpha \cdot \omega_0$$

угловое ускорение

угловая скорость

$$m_2 l g \sin\alpha\, \omega + \frac{\omega \varepsilon m_2^2 l^2}{m_1+m_2} = 0$$

$\angle\alpha$ - малый $\Rightarrow$ $\sin\alpha \approx \alpha$

$$\frac{\varepsilon m_2^2 l^2}{m_1+m_2} + m_2 l g \sin\alpha = 0$$

$$\varepsilon + \frac{(m_1+m_2)g\alpha}{m_2 l} = 0$$ — нужны пояснения!

дифференциальное уравнение гармонических колебаний.

$$\omega^2 = \frac{(m_1+m_2)g}{m_2 l} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{(m_1+m_2)g}{m_2 l}}$$

$$A_1 = \frac{u_{max}}{\omega} = \sqrt{\frac{2E_{max} m_2 l}{(m_1+m_2)^2 g}}$$

Ответ: $A_1 = \sqrt{\frac{2E_{max} m_2 l}{(m_1+m_2)^2 g}}$

15 б