



### Титульный лист

Направление  информатика  история  математика  
 обществознание  русский язык  физика  
 химия

Класс  8  9  10  11

Фамилия МАХМАЕВ

Имя АЛЕКСАНДР

Отчество АНДРЕЕВИЧ

Дата рождения 11 10 2005

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Аудитория 632

Телефон +79122635499

Дата 27 02 2023

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



### Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление  информатика  история  математика  
 обществознание  русский язык  физика  
 химия

Класс  8  9  10  11

Город участия **ЕКАТЕРИНБУРГ**

Заполняется организаторами

Количество доп. листов **1** Количество черновиков к проверке

Время выхода с : до :


### Протокол проверки

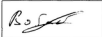
Заполняется жюри

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

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

Итоговый балл **100**

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 масса заряженного шара  $M$ .

$$3CI: mU_0 = (M+m)U;$$

$$U = U_0 \frac{m}{M+m}.$$

Уравнение движения по окружности:

$$(M+m) \frac{U^2}{R} = qQB;$$

$$M+m = \frac{qBR}{U}.$$

$$U_0 = \frac{M+m}{m} U = \frac{qBR}{m}.$$

Ответ:  $U_0 = \frac{qBR}{m}$



100

№2.

Введем ось  $Ox$ , как показано на рисунке.

Скорость движения лодки равна  $v_x = \sqrt{u^2 - v_{\text{логн}}^2}$ :

$$= \sqrt{u^2 - \omega^2 x^2}$$

За время  $dt$  лодка прошла расстояние  $dx = -v_x dt =$

$$= -\sqrt{u^2 - \omega^2 x^2} dt \quad (\text{знак "-" потому что скорость лодки противоположна направлению оси } Ox).$$

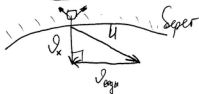
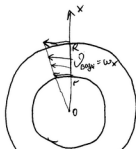
Движение лодки описывается дифференциальным уравнением

$$-\frac{dx}{\sqrt{u^2 - \omega^2 x^2}} = dt. \quad \text{Вспомним табличную производную } \arcsin(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} \text{ и легко решить уравнение.}$$

$$-\frac{dx}{\sqrt{u^2 - \omega^2 x^2}} = -\frac{1}{u} \cdot \frac{dx}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2}{u^2} x^2}} = -\frac{1}{u} \cdot \frac{u}{\omega} \cdot \frac{d(\frac{\omega x}{u})}{\sqrt{1 - (\frac{\omega x}{u})^2}} =$$

$$= -\frac{1}{\omega} d(\arcsin(\frac{\omega x}{u})) = dt; \quad -\frac{1}{\omega} \left( \arcsin(\frac{\omega x_{\text{кон}}}{u}) - \arcsin(\frac{\omega x_{\text{нач}}}{u}) \right) = t;$$

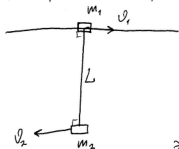
$$t = \frac{1}{\omega} \left( \arcsin(\frac{\omega R}{u}) - \arcsin(\frac{\omega r}{u}) \right).$$



202

№3.

Рассмотрим момент прохождения положения равновесия системы.



Центр масс не меняет своего положения, т.е.  $v_{cm} = 0$ ;

$$\frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 0; \quad m_1 v_1 = m_2 v_2 \quad \checkmark$$

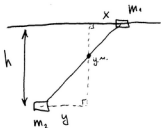
В этом положении потенциальная энергия системы минимальна (и

равна  $-m_2 g L$ ) при каибровке такой, что  $E_{пот}$  на оси  $x$  равна 0.) Значит, у ЗСЭ, кинетическая энергия в этот момент максимальна.

~~$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = E_{max}; \quad \frac{m_1}{2} v_1^2 + \frac{m_2}{2} \left(\frac{m_1 v_1}{m_2}\right)^2 = E_{max};$$~~

~~$$\left(\frac{m_1}{2} + \frac{m_2}{2m_1}\right) v_1^2 = E_{max}; \quad v_1 = \sqrt{\frac{2m_2 E_{max}}{m_1(m_2 + m_1)}}, \quad v_2 = \sqrt{\frac{2m_1 E_{max}}{m_2(m_2 + m_1)}}$$~~

Из  $m_1 v_1 = m_2 v_2$  следует, что, если  $v_1 = 0$ , то  $v_2 = 0$ , и если  $v_2 = 0$ , то  $v_1 = 0$ .  
Рассмотрим момент максимального отклонения.



Из  $m_1 v_1 = m_2 v_2$  следует:

$$m_1 v_1 dt = m_2 v_2 dt;$$

$$m_1 dx = m_2 dy;$$

$$m_1 (x-0) = m_2 (y-0);$$

$$\boxed{m_1 x = m_2 y}$$

$$3C \exists: E_{\max} - m_2 g L = -m_2 g h; \quad h = L - \frac{E_{\max}}{m_2 g}.$$

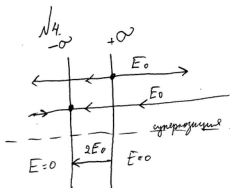
$$h^2 + (x+y)^2 = L^2;$$

$$\cancel{h} \quad x+y = \sqrt{L^2 - \left(L - \frac{E_{\max}}{m_2 g}\right)^2} = \sqrt{2 \frac{L E_{\max}}{m_2 g} - \left(\frac{E_{\max}}{m_2 g}\right)^2}.$$

Proportional  $y = \frac{m_1}{m_2} x$  u. variieren  $x$ :

$$x = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \sqrt{2L \frac{E_{\max}}{m_2 g} - \left(\frac{E_{\max}}{m_2 g}\right)^2}.$$

$$\text{Oder: } x = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \sqrt{2L \frac{E_{\max}}{m_2 g} - \left(\frac{E_{\max}}{m_2 g}\right)^2}.$$



Поле в пространстве между пластинами — суперпозиция их полей. По закону Гаусса

$$SE_0 + SE_0 = \frac{S\sigma}{\epsilon_0};$$

$$E_0 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}.$$

Поле между пластинами равно  $2E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$  и направлено от  $+\sigma$  к  $-\sigma$ ; поле вне пластин нулевое.

$$MA_x = -q \cdot 2E_0 = -\frac{q\sigma}{\epsilon_0};$$

$$a_x = -\frac{q\sigma}{m\epsilon_0} \text{ — движение равноускоренное.}$$

~~Работа силы  $F_x$  вычисляется по формуле:~~

~~$\int_{x_0}^x F_x dx$~~  По формуле из Кинематики:

$$v_{x \text{ кон}}^2 - v_{x0}^2 = 2da_x = -\frac{2dq\sigma}{m\epsilon_0};$$

$$v_{x \text{ кон}} = \sqrt{v_{x0}^2 - \frac{2dq\sigma}{m\epsilon_0}}.$$

$v_{y \text{ кон}} = v_{y0}$ . При этом  $v_{y0} = v_{\sin(\varphi)}$ ,  $v_{x0} = v_{\cos(\varphi)}$ .

Эта формула для  $v_{x \text{ кон}}$  верна, если частица достигнет пластины  $+\sigma$  и пересечёт её. В противном случае,  $x \neq d$ , но  $x=0$ , и  $v_{x \text{ кон}} = -v_x$  или.



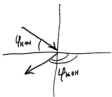
Ответ: Если  $v_1^2 \cos^2(\varphi) > \frac{2d g \sigma}{m \epsilon_0}$ , то

$$\varphi_{\text{кон}} = \arctg \left( \frac{v_1 \sin(\varphi)}{\sqrt{v_1^2 \cos^2(\varphi) - \frac{2d g \sigma}{m \epsilon_0}}} \right);$$



Если  $v_1^2 \cos^2(\varphi) < \frac{2d g \sigma}{m \epsilon_0}$ , то

$$\varphi_{\text{кон}} = \pi - \varphi_{\text{нач.}} \text{ (касания поверхности).}$$



№5.

Полная энергия системы равна  $c_A m_A T_2 + c_A m_B T_{\text{пл}} + \lambda_A m_0 + c_B m_0 (T_1 - T_{\text{пл}})$ . Для конечного состояния системы возможны 3 случая: 1) лед при температуре  $T_{\text{кон}} \leq T_{\text{пл}}$ ,

2) ненулевое кол-во льда и некоторое кол-во воды при температуре  $T_{\text{кон}} = T_{\text{пл}}$ ; 3) вода при температуре  $T_{\text{кон}} > T_{\text{пл}}$ .

1)  $E \leq c_A \cdot 2m_0 \cdot T_{\text{пл}}$ ;  $(m_0 + m_1)$   $(m_1 + m_0)$

2)  $E > c_A \cdot 2m_0 \cdot T_{\text{пл}}$ ;  $E \leq c_A \cdot 2m_0 \cdot T_{\text{пл}} + \lambda_A \cdot 2m_0$

3)  $E > c_A \cdot 2m_0 \cdot T_{\text{пл}} + \lambda_A \cdot 2m_0$

Следует, что вода осталась, т.е.  $E > c_A \cdot 2m_0 \cdot T_{\text{пл}}$ . Значит, единственное разрешающее условие:  $E \leq c_A \cdot 2m_0 \cdot T_{\text{пл}} + \lambda_A \cdot 2m_0$ .

~~Ответ~~ Это эквивалентно условию  $\frac{c_A m_A T_2 - \lambda_A m_A + c_B m_0 T_1}{c_A m_A + c_B m_0} \leq T_{\text{пл}}$ .

Если это так, то  $c_A m_A T_2 + c_A m_B T_{\text{пл}} + \lambda_A m_0 + c_B m_0 (T_1 - T_{\text{пл}}) = c_A (m_0 + m_A) T_{\text{пл}} + \lambda_A (m_0 + \Delta m)$ , откуда

горячий элемент имеет  $\sim 1$

$$\dots \text{ откуда } \Delta m = \frac{C_B m_B (T_1 - T_m) - C_A m_A (T_m - T_2)}{\lambda_n} \quad T_k = T_m.$$

$$\text{Если } \frac{C_A m_A T_2 - \lambda_n m_A + C_B m_B T_1}{C_A m_A + C_B m_B} > T_m, \text{ то } \Delta m = m_A - \text{лед}$$

из расчета.

~~Заметим, что при равенстве в условии на разграничение  
случаев 2) и 3)  $\Delta m = m_A$ , поэтому это в смысле вода без  
льда при температуре  $T_m$ , так это условие можно упростить,  
отбросив этот случай и случая 3).~~

~~$$\text{Ответ: Если } \frac{C_A m_A T_2 - \lambda_n m_A + C_B m_B T_1}{C_A m_A + C_B m_B} < T_m, \text{ то}$$~~

$$\text{В случае 3): } C_A m_A T_2 + C_A m_B T_m + \lambda_n m_B + C_B m_B (T_1 - T_m) = \\ = C_A (m_A + m_B) T_m + \lambda_n (m_A + m_B) + C_B (m_A + m_B) (T_k - T_m),$$

$$\text{откуда } \underline{T_k = T_m + \frac{C_B m_B (T_1 - T_m) - C_A m_A (T_m - T_2) - \lambda_n m_A}{C_B (m_A + m_B)}} \quad \checkmark$$

$$\text{Ответ: Если } \frac{C_A m_A T_2 - \lambda_n m_A + C_B m_B T_1}{C_A m_A + C_B m_B} \leq T_m, \text{ то}$$

$$\Delta m = \frac{C_B m_B (T_1 - T_m) - C_A m_A (T_m - T_2)}{\lambda_n}; \quad T_k = T_m;$$

$$\text{Если } \frac{C_A m_A T_2 - \lambda_n m_A + C_B m_B T_1}{C_A m_A + C_B m_B} > T_m, \text{ то}$$

$$\Delta m = m_A; \quad T_k = T_m + \frac{C_B m_B (T_1 - T_m) - C_A m_A (T_m - T_2) - \lambda_n m_A}{C_A m_A + C_B m_B}; \quad \text{где}$$

$T_{\text{пл}} \approx 273^{\circ}\text{K}$  — температура плавления льда и замерзания воды.