ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

3303414280095

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия АПТЕР

Имя ВЛАДИМИР

Отчество ДМИТРИЕВИЧ

Дата рождения 08 04 2005

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Аудитория 211

Телефон +79126080405

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

ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

3303414280095

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 01 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	14	–	–	20	20				
Балл члена жюри №2	20	14	–	–	20	20				

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

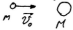
Итоговый балл 074

Подпись члена жюри №1 **Подпись члена жюри №2**

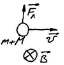
Пример заполнения А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Бланк ответов

Задача № 1.



По З.С.И. $mv_0 = (m+M)v$ (1)



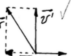
На шар с пулей в магнитном поле действует сила Лоренца $F_\Lambda = Bvq$

С другой стороны (т.к. F_Λ - единственная сила, действующая на шар с пулей) $F_\Lambda = (m+M)a$, $a = \frac{v^2}{R} \Rightarrow F_\Lambda = \frac{(m+M)v^2}{R}$; $F_\Lambda = Bvq \Rightarrow v = \frac{BqR}{m+M}$ - подставляем в уравнение (1): $mv_0 = (m+M)\cdot\frac{BqR}{m+M} \Rightarrow v_0 = \frac{BqR}{m}$.

Ответ: $v_0 = \frac{BqR}{m}$ 20

Задача № 2

Чтобы лодка двигалась перпендикулярно течению, её скорость должна быть направлена под углом к направлению движения, чтобы часть скорости уравновешивала скорость течения.



Упомянутый угол зависит от того как далеко лодка отплыла от острова.

Обозначим „дальность отплытия" за x, где $r \leq x \leq R$, тогда по теореме Пифагора:

$v' = \sqrt{v^2 - \omega^2 x^2}$. $t = \frac{S}{v_{ср}} = \frac{R-r}{v_{ср}}$ $v_{ср}$ - некоторое усреднённое значение v'. $v_{ср} = \frac{1}{R-r}\cdot\int_r^R \sqrt{v^2-\omega^2x^2}\,dx \Rightarrow$

среднее должно быть по времени

Задача № 5 (продолжение)

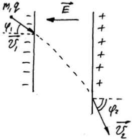
4) $T_к < T_0$ => т.к. лёд не таял $\Delta m = 0$, но при этом в сосуде не осталось воды, т.к. вода не существует при температуре $< T_0$ => этот случай противоречит условию.

Ответ: в случаях 1-3 ответы на $T_к$-? Δm-? помечены *.

Задача № 2 (продолжение).

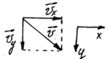
$$=> t = \frac{S}{v_{ср}} = \frac{(R-r)^2}{\int\limits_r^R \sqrt{v^2-\omega^2 x^2}\,dx}$$ ← ОТВЕТ

Задача № 4.



Из рисунка видно, что расстояние между пластинами гораздо меньше размеров самих пластин, значит можно считать поле внутри пластин однородным, а также воспользоваться формулой плоского конденсатора: $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$; $U = \frac{q}{C} = \frac{qd}{\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma d}{\varepsilon_0}$; $E = \frac{U}{d} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

В любой момент времени скорость частицы можно разложить на 2 перпендикулярные состовляющие:



Оси направим так: $x \perp$ пластинам, $y \parallel$ пластинам.

Тогда искомый угол φ_2 найдём так: $\varphi_2 = \operatorname{arctg}\left(\frac{v_{y_2}}{v_{x_2}}\right)$

Для v_1: $v_{x_1} = v_1 \cos\varphi_1$, $v_{y_1} = v_1 \sin\varphi_1$

$v_{y_2} = v_{y_1}$ т.к. вектор $\vec{E}$ (а значит и $\vec{F}$) направлен по оси x.

Задача № 4 (продолжение).

Осталось найти v_{x_2}:

$v_{x_2} = v_{x_1} - at$, где $a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m}$

Уравнение движения частицы по оси x ~~за~~ во время нахождения между пластинами:

$d = v_{x_1} t - \frac{at^2}{2} \Rightarrow t^2 \cdot \left(\frac{a}{2}\right) - t \cdot v_{x_1} + d = 0$ - решаем квадратное уравнение, берём только положительный корень: $t = \frac{v_{x_1} + \sqrt{v_{x_1}^2 - 4\frac{a}{2}d}}{2 \cdot \frac{a}{2}} = \frac{v_{x_1} + \sqrt{v_{x_1}^2 - 2ad}}{a}$

$v_{x_2} = v_{x_1} - at = v_{x_1} - v_{x_1} + \sqrt{v_{x_1}^2 - 2ad} = \sqrt{v_{x_1}^2 - 2ad} =$

$= \sqrt{v_{x_1}^2 - \frac{2Eqd}{m}} = \sqrt{v_1^2 \cos^2\varphi_1 - \frac{2Eqd}{m}}$

$\varphi_2 = \operatorname{arctg}\left(\frac{v_{y_2}}{v_{x_2}}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{v_1 \sin\varphi_1}{\sqrt{v_1^2\cos^2\varphi_1 - \frac{2Eqd}{m}}}\right) =$

$= \operatorname{arctg}\left(\frac{\sin\varphi_1}{\sqrt{\cos^2\varphi_1 - \frac{2Eqd}{m v_1^2}}}\right) \longleftarrow$ ОТВЕТ

20

Задача № 5.

Рассмотрим 4 случая:

1) $T_k > T_0$, где T_0 - температура плавления льда в этом случае в сосуде осталась только вода, т.к. лёд не существует при температуре $> T_0 \Rightarrow$

Дополнительный бланк 3

Задача № 5 (продолжение).

=> т.к. весь лёд растаял $\Delta m = m_\text{л}$ *

Кол-во теплоты полученное льдом:

[redacted] $Q_\text{л} = \Delta m \lambda_\text{л} + c_\text{л} m_\text{л} \Delta t_{\text{л}1} + c_\text{в} m_\text{л} \Delta t_{\text{л}2} =$

$= m_\text{л} \lambda_\text{л} + c_\text{л} m_\text{л} (T_0 - T_2) + c_\text{в} m_\text{л} (T_\text{к} - T_0)$

Кол-во теплоты отданное водой:

$Q_\text{в} = c_\text{в} m_\text{в} \Delta t_\text{в} = c_\text{в} m_\text{в}$ [redacted] $\cdot (T_1 - T_\text{к})$

$Q_\text{в} = Q_\text{л} \Rightarrow m_\text{л} \lambda_\text{л} + c_\text{л} m_\text{л} (T_0 - T_2) + c_\text{в} m_\text{л} (T_\text{к} - T_0) = c_\text{в} m_\text{в} (T_1 - T_\text{к}) \Rightarrow$

$\Rightarrow m_\text{л} \lambda_\text{л} + c_\text{л} m_\text{л} (T_0 - T_2) = c_\text{в} (m_\text{в} T_1 - m_\text{в} T_\text{к} - m_\text{л} T_\text{к} + m_\text{л} T_0) \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_\text{к} = \frac{c_\text{в}(m_\text{в} T_1 + m_\text{л} T_0) - m_\text{л} \lambda_\text{л} - c_\text{л} m_\text{л} (T_0 - T_2)}{c_\text{в} (m_\text{в} + m_\text{л})} \ *$$

2) $T_\text{к} = T_0$ * и при этом масса воды не уменьшилась [redacted]:

$Q_\text{л} = \Delta m_\text{л} \lambda_\text{л} + c_\text{л} m_\text{л} (T_0 - T_2)$ [redacted]

$Q_\text{В} = c_\text{в} m_\text{в} (T_1 - T_\text{к})$

$Q_\text{л} = Q_\text{В} \Rightarrow \Delta m_\text{л} \lambda_\text{л} + c_\text{л} m_\text{л} (T_0 - T_2) = c_\text{в} m_\text{в} (T_1 - T_\text{к}) \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta m_\text{л} = \frac{c_\text{в} m_\text{в} (T_1 - T_\text{к}) - c_\text{л} m_\text{л} (T_0 - T_2)}{\lambda_\text{л}} \ *$$

3) $T_\text{к} = T_0$ * и при этом масса воды уменьшилась [redacted] =>

=> вода намерзла на лёд => $\Delta m = 0$ * (т.к. лёд вообще не таял)

?

20б