

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия

И В А Н О В

Имя

А Н Д Р Е Й

Отчество

Д М И Т Р И Е В И Ч

Дата рождения

13 09 2008

Город участия

Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория

М 415

Дата

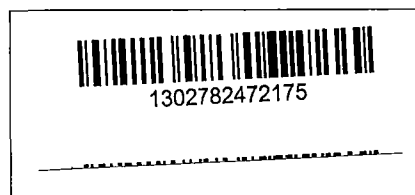
31 01 2026

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 ☐ анализ данных ☐ информатика ☐ история
☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык
☒ физика ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Город участия Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Заполняется организаторами

Количество доп. листов 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	10	0	4	25						
Балл члена жюри №2	10	0	4	25						

Итоговый балл

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

1

1

1

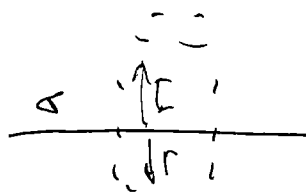
1

1

1) Дано:
d
n(d) = ?

Решение

1) Найдем напряженность поля внутри конденсатора



По закону Гаусса для однородно заряженной плоскости

$$\Phi = E \cdot 2\pi r^2 = \frac{\sigma \pi r^2}{\epsilon_0 \epsilon}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0 \epsilon}$$

В конденсаторе 2 пластины

$$E' \approx 2E = \frac{2\sigma}{2\epsilon_0 \epsilon} = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon}$$

$$\sigma = \frac{q}{S}$$

$$E' = \frac{q}{S\epsilon_0 \epsilon}$$

, по условию ϵ отвечает $E_{\text{кон}} = \frac{q}{S\epsilon}$

Рассмотрим сколько должен пролететь заряд со скоростью v , чтобы остановиться

всю скорость тратившая на преодоление электрического поля

$$\frac{mv^2}{2} = dE'q$$

$$v^2 = 2d \frac{q}{S\epsilon_0 \epsilon} q$$

$$v^2 = \frac{2dq^2}{S\epsilon_0} \quad (1)$$

Рассмотрим график $n(d) = \frac{1}{2} \ln(n(d))$

$$\ln(n) = -\frac{1}{2} \ln(d) \quad (\text{численно})$$

$$\ln(n) = \ln(d)^{-1/2}$$

$$n = d^{-1/2}$$

$$n = \frac{1}{\sqrt{d}} \quad (\text{численно})$$

$$\sqrt{d} = \frac{1}{n}$$

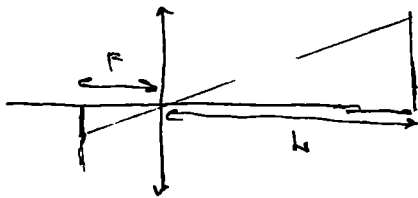
$$d = \frac{1}{n^2} \quad (2)$$

Подставим (2) в (1)

$$n_{\text{KOH}} = \frac{N_{\text{бел}}}{V^2 \cdot v^2} \cdot \frac{2q^2}{S \epsilon_0} \cdot n_{\text{KOH}} \cdot \frac{1}{v} \cdot \frac{N_{\text{бел}} \cdot 2q^2}{v \sqrt{S \epsilon_0}} \cdot N_{\text{бел}}, q, v, S \epsilon_0 - \text{const}$$

Объем обратно пропорционален $n_{\text{кон}} \sim \frac{1}{v}$, $n_{\text{кон}} = \frac{k}{v}$

Рассмотрим начальный момент времени:



$\sigma_A = \frac{\sigma_{\text{ст}} H^2}{2} \leftarrow \begin{matrix} \text{параметры} \\ \text{сдвига} \\ \text{камеры} \end{matrix}\right.$

$$\frac{adt}{2v} = \frac{F}{L}$$

$$a = \frac{2Fv}{Ldt}$$

470-6070

Умноживая, что равенство выполняется равно у него
наименьшим результатом будет, если $\frac{1}{x} = \frac{1}{y}$, $x = y$

$$v_{\text{конеч}} = 2v$$

$$V_{kon} - V_G = \frac{2FV}{1}$$

$$2V = \frac{2EV}{L}$$

Линия отреза

Бланк ответов

~~$$v^2 = \frac{1}{n^2} \frac{2q^2}{\epsilon_0}$$~~

~~$$n = \frac{N}{N_{\text{всех}}}, n_{\text{кон}} = \frac{N}{V}$$~~

~~$$v^2 = \frac{N_{\text{всех}}^2}{N^2} \frac{2q^2}{\epsilon_0} \quad | \quad v^2 = \frac{N_{\text{всех}}^2}{V^2 n_{\text{кон}}^2} \frac{2q^2}{\epsilon_0}$$~~

~~$$n_{\text{кон}}^2 = \frac{N_{\text{всех}}^2}{V^2 v^2} \frac{2q^2}{\epsilon_0}$$~~

~~$$n_{\text{кон}} = \frac{1}{v} \frac{N_{\text{всех}} 2q}{V \sqrt{\epsilon_0}}$$~~

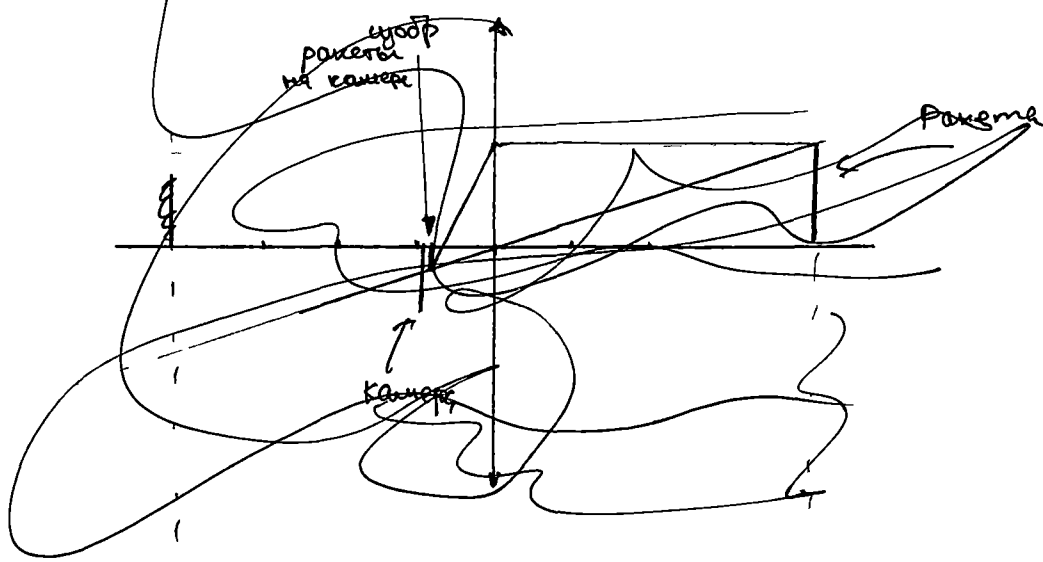
~~$$n_{\text{кон}} = \frac{k}{v} \quad \text{где } k = \frac{\epsilon N_{\text{всех}} q}{V \sqrt{\epsilon_0}}$$~~

обратная пропорциональность

Дана обратная пропорциональность $n_{\text{кон}} = \frac{k}{v}$

Дано:
 $v = 12 \text{ км/с}$
 $r = 8 \text{ км}$
 $L = 400 \text{ м}$
 $q = 2$

Решение



3

Дано
H
φ_{до} - ?
φ_{после}

Решение

Пусть λ - объемная плотность заряда
тогда изначально конус имел заряд

$$Q = V \lambda$$

$$Q = \frac{V}{k^3} \lambda$$

маленький конус имеет объем $V' = \frac{V}{k^3}$ где k - коэф. подобия

$$k = 2$$

$$V' = \frac{V}{8}$$

после сжатия заряд распределится на

$$Q = (V + V') \lambda'$$

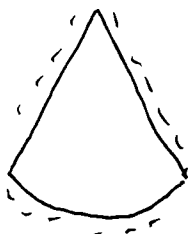
$$Q = \frac{9}{8} V \lambda'$$

$$\frac{9}{8} V \lambda' = V \lambda$$

$$\lambda' = \frac{8}{9} \lambda$$

По закону Гаусса для начального состояния
до того пока заряд не перераспределится?

$$\Phi = E(S_{\text{отн}} + S_{\text{бок}}) = \frac{V \lambda}{\epsilon_0}$$



Аналогично для двух конусов после перераспределения зарядов:

$$\Phi'_\sigma = E'_\sigma (S'_{\text{отн}} + S'_{\text{бок}}) = \frac{V \lambda'}{\epsilon_0} \quad \Phi'_H = E'_H (S'_{\text{отн}} + S'_{\text{бок}}) = \frac{V \lambda'}{\epsilon_0}$$

$$S'_{\text{отн}} = \frac{1}{4} S_{\text{отн}}, \quad S'_{\text{бок}} = \frac{1}{4} S_{\text{бок}}, \quad \text{и аналогично относительно } k^2$$

$$\frac{E'_H}{4} (S_{\text{отн}} + S_{\text{бок}}) = \frac{V \lambda'}{8 \epsilon_0}$$

$$\frac{E'_H}{E'_\sigma} = \frac{1}{2} \Rightarrow E'_\sigma = \frac{3}{2} E'_\sigma \quad (1)$$

$$\frac{E'_\sigma}{E} = \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{\frac{8}{9} \lambda}{\lambda} = \frac{8}{9}, \quad E'_\sigma = \frac{8}{9} E \quad (2)$$

$$(2) \rightarrow (1) \quad E'_\sigma = \frac{8}{9} E = \frac{4}{3} E, \quad \text{значит } \Phi = \int_{\text{пов}} E dr, \text{ а значит}$$

потанцуют все же меньше, т.к. фигуры имеют одинаковую форму, то и потанцуют будет меньше аналогично напряженности

$$\frac{\varphi_{до}}{\varphi_{после}} = \frac{E_{до}}{E_{после}} = \frac{F}{E'_{об}} = \frac{F}{\frac{4}{3}F} = \frac{3}{4}$$

$\varphi_{после} = \frac{4}{3} \varphi_{до}$ — потанцуют вырос в $\frac{4}{3}$ раз

Ответ

$$\varphi_{после} = \frac{4}{3} \varphi_{до}$$

4) Дано

$$v = 3,6 \frac{\text{см}}{\text{сек}}$$

$$M_3 = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$M_n = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг}$$

$$R = 384400 \text{ км}$$

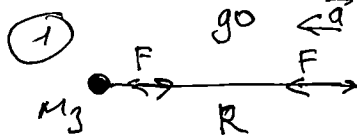
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н/кг}^2$$

$\Delta E_{вр} = ?$

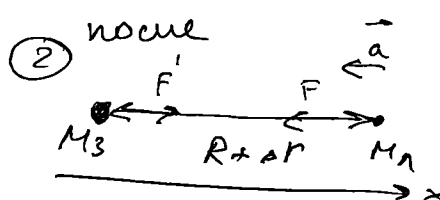
Решение

~~Земля и Луна — это материальные тела, обладающие массой и имеющие форму, поэтому на них действуют силы гравитационного притяжения.~~

Рассмотрим Луну, т.к. расстояние очень большое и Землю и Луну можно считать материальными точками.



то 2-ому Ньютону



1) $F = M_n a$

$$F = G \frac{M_3 M_n}{R^2}$$

2) $F' = M_n a'$

$$F' = G \frac{M_3 M_n}{(R + \Delta R)^2}$$

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$a' = \frac{v'^2}{R + \Delta R}$$

$$\frac{v^2}{R} M_n = G \frac{M_3 M_n}{R^2}$$

$$\frac{v'^2}{R + \Delta R} M_n = G \frac{M_3 M_n}{(R + \Delta R)^2}$$

Уменьшась как ~~квадрат~~ потенциальной энергии Луны в поле Земли, так и ее кинетической энергии и взаимной энергии Земли.

$$E_k + E_n + E_{вр} = E'_k + E'_n + E'_{вр} \quad (\text{по ЗСЭ})$$

$$E_k = \frac{M_n v^2}{2}, \quad E'_k = \frac{M_n v'^2}{2}, \quad E_n = -G \frac{M_3 M_n}{R}, \quad E'_n = -G \frac{M_3 M_n}{R + \Delta R}$$

$$\Delta E_{вр} = E_{вр} - E'_{вр} = E_n - E'_n + E_k - E'_k$$

$$\Delta E_{вр} = G M_3 M_n \left(\frac{1}{R + \Delta R} - \frac{1}{R} \right) + \frac{M_n}{2} \left(\frac{G M_3}{R} - \frac{G M_3}{R + \Delta R} \right)$$

$$\Delta E_{\text{ep}} = G M_3 M_n \left(\frac{1}{R+\Delta r} - \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} - \frac{1}{2(R+\Delta r)} \right) =$$

$$= G M_3 M_n \left(\frac{1}{R+\Delta r} - \frac{1}{2R} \right) - \frac{G M_3 M_n}{2} \left(\frac{R - R + \Delta r}{(R+\Delta r)R} \right) =$$

$$= \frac{G M_3 M_n \Delta r}{2R(R+\Delta r)} =$$

~~$$\Delta E_{\text{ep}} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg} \cdot 0,038 \frac{\text{m}}{\text{m}^2 \text{ s}^2}}{2 \cdot (384400000 \text{ m})^2}$$~~

$$= - \frac{G M_3 M_n v_{\Delta t}}{2R(R+v_{\Delta t})} \quad (\approx)$$

$$R+v_{\Delta t} \approx R, \quad \text{т.к. } v_{\Delta t} \ll R$$

$$(\approx) - \frac{G M_3 M_n v_{\Delta t}}{2R^2}$$

$$\Delta E_{\text{ep}} = \frac{-6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg} \cdot 0,038 \frac{\text{m}}{\text{m}^2 \text{ s}^2}}{2 \cdot (384400000 \text{ m})^2}$$

$$= -3,8 \cdot 10^{18} \text{ J}$$

Ответ: $\Delta E_{\text{ep}} = -3,8 \cdot 10^{18} \text{ J}$