



3101372566146

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия Ш и р о к о в

Имя А н д р е й

Отчество В л а д и м и р о в и ч

Дата рождения 0 5 1 0 2 0 0 7

Город участия Н и ж н и й Т а т и л

Аудитория 3 1 4

Телефон 8 9 3 2 1 2 4 5 7 0 0

Дата 0 1 0 2 2 0 2 5

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



3101372566146

Проверочный лист

Заполняется участниками

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Город участия Нижний Тагил

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	14	3	20	25						
Балл члена жюри №2	14	3	20	25						

Итоговый балл 62

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

$M = 2 \cdot 10^{31} \text{ кг}$
 $v = 20 \text{ км/с}$
 $R_0 = 300 \text{ км}$

 $M_{\text{с}} = ?$

1) $L = c T \approx (3 \cdot 10^8 \text{ м/с}) (3,16 \cdot 10^7 \text{ с}) \approx 9,5 \cdot 10^{15} \text{ м}$
 Возьмём $L \sim 10^{16} \text{ м}$

В области концентрации молекул водорода
 такая как $n = 10^4 \text{ з/см}^3$ ~~10^{10} з/м^3~~
 $1 \text{ см}^3 = 10^{-6} \text{ м}^3 \Rightarrow n = 10^{10} \text{ з/м}^3$
 Каждая молекула (H_2) имеет $m \approx 2 \text{ мр} \approx 2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

2) Определим эффективный объём
 $A = \pi R_0^2 = \pi (3 \cdot 10^5)^2 \text{ м}^2$
 $(3 \cdot 10^5)^2 = 9 \cdot 10^{10} \text{ м}^2$
 $\Rightarrow A \approx 2,83 \cdot 10^{11} \text{ м}^2$

На длине пути L объём, через который
 проходит газ $V = A L \approx 2,83 \cdot 10^{11} \text{ м}^2 \cdot 9,5 \cdot 10^{15} \text{ м} \approx 2,69 \cdot 10^{27} \text{ м}^3$

3) Число аккрецированных молекул
 $N = n V \approx 10^{10} \text{ м}^{-3} \cdot 2,69 \cdot 10^{27} \text{ м}^3 \approx 2,69 \cdot 10^{37}$

4) Общая масса аккрецированного вещества
 $M_{\text{с}} = N m_{\text{H}_2} \approx 2,69 \cdot 10^{37} \cdot 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 8,9 \cdot 10^{10} \text{ кг}$

Ответ $9 \cdot 10^{10} \text{ кг}$

№3

Из материала, который вы в рюкзаче, можно изготовить и скользящий конденсатор

1) Для изготовления пластины берем слоистую фольгу для запекания из нее вырезаются два прямоугольных листа. Один из листов будет неподвижный, а другой - подвижный, так, что их перекрывающая область будет изменяться от min до max

2) В качестве диэлектрика используем кусок стрейч-пленки (из полиэтилена с $\epsilon \approx 2,25$), либо с помощью изоленты создаем тонкий слой равномерной и тонкой прослойки между пластинами, затем изготавливаем картонное замыкание

3) Механизм регулировки. При помощи скотча, изоленты, и швейной машинки можно сделать крепление, позволяющее сдвигать подвижную пластину таким образом можно изменять перекрытие от min до max значения

Расчет

1) $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$, где $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
 $\epsilon_r \approx 2,25 \quad \epsilon_r \approx 1$

A - площадь пересечения пластин (толщина диэлектрика)
Чтобы установка работала в диапазоне 0,2 - 2 нФ

$C_{\text{max}} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$

$C_{\text{min}} = 0,2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$

2) Толщина для надежной изоляции должна составлять порядка $d \approx 20 \cdot 10^{-6} \text{ м}$

3) Определим требуемую площадь

$$A_{\text{max}} = \frac{C_{\text{max}} d}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{2 \cdot 10^{-9} \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 2,25} = \frac{40 \cdot 10^{-15}}{19,922 \cdot 10^{-12}} \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 20 \text{ см}^2$$

$$A_{\min} = 0,2 \cdot 10^{-3} \approx 2 \text{ см}^2$$

Для практической реализации

1) Вырезать из фольги 2 квадрата $15-20 \text{ см}$ и шири $3-4 \text{ см}$,
Т.е. и, чтобы при макс. переиротии их площадь была меньше 20 см^2

2) Сформируем диэлектрич. слой. Вырезать из изолянт. полосы той же длины, что и фольга, но с шириной, равной ширине пластины

3) Сбортка в площадь изолянт. или скотча один лист фольги на одну сторону диэлектрич. слоя, а второй на обратную. Один элемент сделать жестко закреп, второй - подвижным

4) Подключение проводов, при площади изолянт. и к каждой одну из проводящих слоев

Итого оценки

При макс. переиротии и толщине диэл $\approx 20 \text{ мкм}$, $\epsilon_r = 2,25$

$$C_{\max} = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A_{\max}}{a} = \frac{8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 2,25 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ ф} = 2 \text{ нФ}$$

при

$$C_{\min} = 0,2 \cdot 10^{-9} \text{ ф}$$

диапазон $0,2 - 2 \text{ нФ}$, что и даёт требуемый

н4

1) $R = ct$ (радиус сфер. фронта волны)

$$r = \sqrt{R^2 - d^2}, \quad r = 0,1 R$$

$$(0,1 R)^2 = R^2 - d^2 \Rightarrow 0,01 R^2 = R^2 - d^2$$

$$d^2 = R^2 - 0,01 R^2 = 0,99 R^2$$

$$d = R \sqrt{0,99}$$

2) Скорость изменяется

Т.к. $R = ct$

$$r(t) = \sqrt{(ct)^2 - d^2}$$

$$\frac{dr}{dt} = \frac{d}{dt} \sqrt{c^2 t^2 - d^2} = \frac{1}{2\sqrt{c^2 t^2 - d^2}} \cdot 2c^2 t = \frac{c^2 t}{\sqrt{c^2 t^2 - d^2}}$$

Но $\sqrt{c^2 t^2 - d^2} = r, \Rightarrow \frac{dr}{dt} = \frac{c^2 t}{r}$

3) В момент, когда $r = 0,1 R = 0,1 ct$, ~~имеем~~ имеем

$$\frac{dr}{dt} = \frac{c^2 t}{0,1 ct} = \frac{c}{0,1} = 10c$$

Ответ $10c$

н2

$$S = \pi r^2 \frac{1 - \cos \varphi}{2}$$

$$R_3 = 147 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$R_B = 108 \cdot 10^6 \text{ км}$$

1) мин расстояние от 3 до B = 0,28 а.е.

2) макс расстояние от 3 до B = 1,72 а.е.

3) $S_{\max} = \text{яркость } B_{\max}$, если расст = 0,7 а.е.

