

1. Ученики изучали движение капель масла в электрическом поле. Исследование было проведено с помощью компьютерной модели, которую разработал искусственный интеллект. Модель имитировала опыт, который выполняется на Земле.

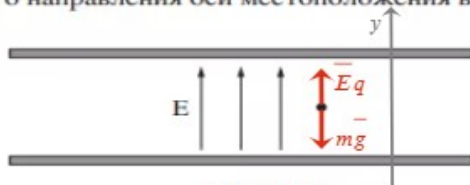
В этой модели действием силы тяготения Земли на каплю масла **нельзя пренебречь**, а сопротивлением воздуха капле масла можно пренебречь.

При моделировании капля масла массой m , заряженная положительным зарядом q , движется на участке, в котором существует однородное электрическое поле E между двумя заряженными горизонтальными пластинами, параллельными поверхности Земли.

Направление электрического поля – вверх перпендикулярно пластинам.

Каплю выводят из состояния покоя в некоторой точке между пластинами, как показано на чертеже 1.

В качестве положительного направления оси местоположения выбрано направление вверх.



Чертеж 1

- (8) (1) Начертите силы, действующие на каплю.

(2) Покажите, что выражением для ускорения a капли является $a = \frac{q}{m}E - g$.

(7 баллов)

Ученики изменяли в модели напряженность электрического поля и получили значения ускорения, приведенные в таблице:

$E(10^4 \frac{V}{m})$	5	10	15	20	25
$a(\frac{m}{s^2})$	-9.5	-5	-0.5	2.5	6.5

8) $\vec{ma} = \vec{Eq} + \vec{mg} \Rightarrow$ в проекции на ось OY $ma = Eq - mg \Rightarrow a = \frac{q}{m}E - g$

- (9) (1) Начертите диаграмму распределения ускорения a как функции напряженности электрического поля E .

(2) Дополните эту диаграмму распределения наиболее подходящей для нее прямой (линией регрессии [линейной]).

(9 баллов)

- (9) Вычислите отношение $\frac{q}{m}$ капли масла. (6 баллов)

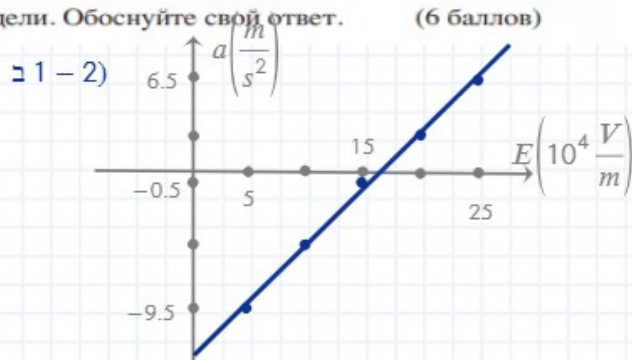
- (7) Известно, что искусственный интеллект может давать результаты, которые не соответствуют общепринятым физическим знаниям.

Определите, произошло ли это в данной модели. Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)

9) $\frac{q}{m} = 8 \cdot 10^{-5} \frac{C}{kg}$

7) Из графика следует, что $g = 13 \frac{m}{s^2}$

это не соответствует известным данным



Затем ученики изучали при помощи модели систему, которая заряжает и сортирует капли масла. На чертеже 2 изображены капли масла, которые движутся внутри металлической трубы и вылетают из нее брызгами в направлении шара, заряженного положительным электрическим зарядом.

Дано, что в ходе данного процесса часть капель были заряжены положительным зарядом, а остальные капли оставались нейтральными.

На чертеже 2 видно, что заряженные капли отталкиваются шаром, а нейтральные капли притягиваются к нему.



Чертеж 2

- п) Объясните, почему заряженные капли отталкиваются от заряженного шара и почему нейтральные капли притягиваются к нему. (5 $\frac{1}{3}$ балла)

- п) В капле масла присутствуют заряды и положительные (N_+), и отрицательные (N_-)

- 1) Если капля нейтральна, тогда $N_+ = N_-$. Заряды перераспределятся

по поверхности капли во внешнем поле шара.

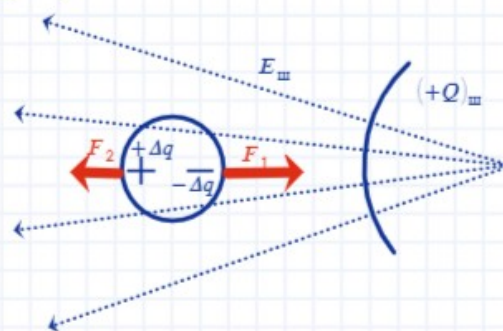
Перераспределение продолжается до тех пор, пока

напряженность электрического поля

внутри капли не станет равной 0.

$$F_1 = \frac{kQ_{\text{ш}}\Delta q}{(r - \Delta r)^2}, F_2 = \frac{kQ_{\text{ш}}\Delta q}{(r + \Delta r)^2}, \Rightarrow F_1 > F_2$$

Капля будет притягиваться.

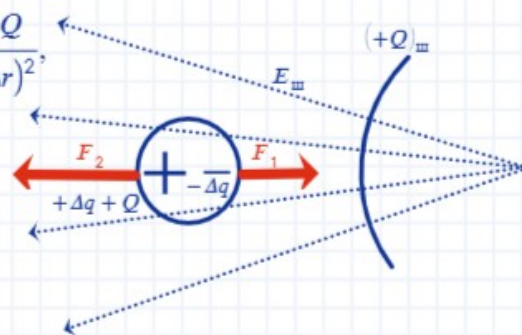


- 2) Если капля заряжена положительно ($+Q$), тогда $N_+ > N_-$.

$$F_1 = \frac{kQ_{\text{ш}}\Delta q}{(r - \Delta r)^2}, F_2 = \frac{kQ_{\text{ш}}(\Delta q + Q)}{(r + \Delta r)^2} = \frac{kQ_{\text{ш}}\Delta q}{(r + \Delta r)^2} + \frac{kQ_{\text{ш}}Q}{(r + \Delta r)^2},$$

Пусть $Q \gg \Delta q \Rightarrow F_1 < F_2$

Капля будет отталкиваться.

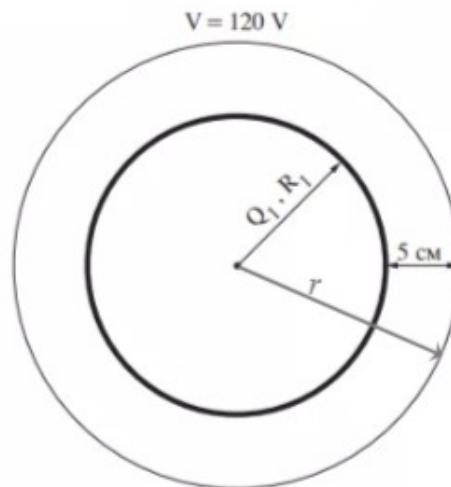


2. Дана металлическая сфера 'н', радиус которой $R_1 = 10 \text{ cm}$. Сфера заряжена электрическим зарядом Q_1 , плотность которого равномерная, а величина и знак неизвестны. На чертеже 1 показаны срединное сечение сферы и линия, изображающая эквипотенциальную поверхность, значение потенциала которой $V = 120 \text{ V}$ на расстоянии 5 cm от сферы.

Дано: Потенциал в бесконечности равен нулю.

Силой тяжести можно пренебречь.

Обратите внимание: чертежи в этом вопросе качественные и не начерчены в масштабе.



Чертеж 1

- (н) Вычислите электрический заряд Q_1 (величину и знак), которым заряжена сфера. (6 баллов)

Чтобы перенести один протон с очень большого расстояния (бесконечности) в точку на сфере, изображенной на чертеже 1, требуется придать ему начальную скорость v_0 .

- (а) Вычислите минимальную величину начальной скорости v_0 , которую нужно придать протону в бесконечности, чтобы он попал на сферу. (8 баллов)

$$\text{н) } V = \frac{kQ_1}{r} \Rightarrow Q_1 = \frac{Vr}{k} \Rightarrow Q_1 = \frac{120(V) * 0.15(m)}{9 * 10^9 \left(\frac{Nm^2}{C^2} \right)} = 2 * 10^{-9}(C)$$

$$Q_1 = +2 * 10^{-9}(C)$$

$$\text{а) } V_{\text{сф}} * R_1 = V * r \Rightarrow V_{\text{сф}} = V * \frac{r}{R_1} \Rightarrow V_{\text{сф}} = V * \frac{r}{R_1} = V * \frac{0.15(m)}{0.1(m)} = 1.5V$$

$$\frac{m_p v^2}{2} = V_{\text{сф}} q_p \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 * 1.5V q_p}{m_p}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 * 1.5 * 120(V) 1.6 * 10^{-19}(C)}{1.67 * 10^{-27}(kg)}} = 18.57 * 10^4 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$v = 18.57 * 10^4 \left(\frac{m}{s} \right)$$

Металлическая сфера 2 располагается на очень большом расстоянии от сферы 1. Радиус сферы 2 $R_2 = 60 \text{ см}$, и она заряжена положительным электрическим зарядом $Q_2 = 10 \text{ нС}$ равномерной плотности.

Соединили обе сферы с помощью проводника, как показано на чертеже 2. Сопротивлением проводника можно пренебречь.



Чертеж 2

- а) Вычислите заряд (величину и знак) каждой из сфер спустя длительное время после соединения. (8 баллов)

Соединение вызвало движение электронов между двумя сферами.

- б) Укажите, электроны переходили от сферы 1 к сфере 2 или в противоположном направлении, и вычислите их число. (6 баллов)
- в) Объясните, почему требуется допущение, что расстояние между сферами очень большое. (5 $\frac{1}{3}$ балла)

$$\lambda) \quad Q_1 + Q_2 = Q_{11} + Q_{22} = \text{const}, \quad \frac{kQ_{11}}{R_1} = \frac{kQ_{22}}{R_2} \Rightarrow \frac{Q_{11}}{R_1} = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_{11}}{R_2} \Rightarrow Q_{11} = \frac{R_1(Q_1 + Q_2)}{R_1 + R_2}$$

$$Q_{11} = \frac{0.1(\text{м}) * 12 * 10^{-9}(\text{С})}{0.7(\text{м})} = 1.72 * 10^{-9}(\text{С}) \Rightarrow Q_{22} = Q_1 + Q_2 - Q_{11} = 10.28 * 10^{-9}(\text{С})$$

$$Q_{11} = +1.72 * 10^{-9}(\text{С}), \quad Q_{22} = +10.28 * 10^{-9}(\text{С})$$

- г) $Q_{11} - Q_1 < 0 \Rightarrow$ электроны пришли на сферу 1 от сферы 2 и уменьшили заряд сферы 1

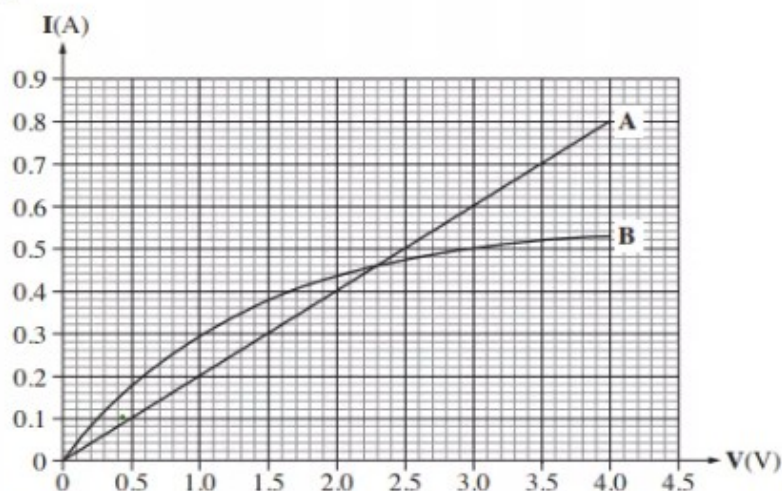
$$N = \frac{Q_1 - Q_{11}}{e} = \frac{0.28 * 10^{-9}(\text{С})}{1.6 * 10^{-19}(\text{С})} = 1.75 * 10^9 \Rightarrow N = 1.75 * 10^9$$

- д) если $R \gg R_1, R_2$, тогда мы можем считать заряды точечными по отношению друг к другу и $\Rightarrow$

$$\frac{kQ_{11}}{R_1} + \frac{kQ_{22}}{R} = \frac{kQ_{22}}{R_2} + \frac{kQ_{11}}{R}, \quad R \gg R_1, R_2 \Rightarrow \frac{kQ_{22}}{R} \ll \frac{kQ_{11}}{R_1} \text{ и } \frac{kQ_{11}}{R} \ll \frac{kQ_{22}}{R_2} \Rightarrow$$

$$\frac{kQ_{11}}{R_1} = \frac{kQ_{22}}{R_2}$$

3. Даны два неизвестных электрических компонента, А и В. График силы тока как функции напряжения (график вольтамперной характеристики) каждого из этих компонентов изображен на чертеже 1.



Чертеж 1

Ответьте на вопросы следующих пунктов при помощи графика.

- (к) Определите, какой из компонентов, А или В, имеет постоянное сопротивление.

Обоснуйте свой ответ.

(5 баллов)

Известно, что компонент, сопротивление которого постоянно – это проводящая проволока, и ее параметры: длина $\ell = 2 \text{ m}$, площадь сечения $A = 0.45 \text{ mm}^2$.

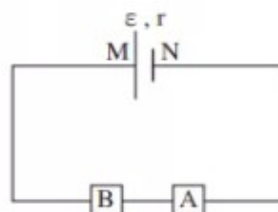
- (а) Вычислите удельное сопротивление этой проводящей проволоки.

(7 баллов)

Ученики собрали две различные электрические цепи. В каждой из цепей они использовали следующие компоненты: А и В, источник напряжения, ЭДС которого равна ε и внутреннее сопротивление равно r , и измерительные приборы (приборы не изображены на чертежах).

Первая цепь, которую собрали ученики, изображена на чертеже 2.

Ученики измерили при помощи идеального вольтметра значения напряжения на компоненте А и на компоненте В и увидели, что измеренные значения напряжения равны друг другу.



Чертеж 2

- (а) Вычислите напряжение на клеммах источника V_{MN} .

- к) $V = R \cdot I \Rightarrow$ постоянное сопротивление у элемента А

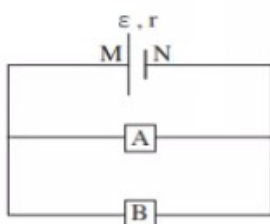
$$а) \quad R = \frac{V}{I} = \frac{\rho l}{S} \Rightarrow \rho = \frac{VS}{I \cdot l} \Rightarrow \rho = \frac{4(V) \cdot 0.45 \cdot 10^{-6}(\text{m}^2)}{0.8(A) \cdot 2(m)} = 1.125 \cdot 10^{-6}(\Omega m)$$

$$з) \quad I_A = I_B = 0.46(A), V_A = V_B = 2.3(V), V_{MN} = V_A + V_B \Rightarrow \boxed{V_{MN} = 4.6(V)}$$

$$\varepsilon = V_{MN} + I_A r, I_A = 0.46(A), V_{MN} = 4.6(V) \Rightarrow \varepsilon = 4.6(V) + 0.46(A)r$$

Вторая цепь, которую собрали ученики, изображена на чертеже 3.

Ученики измерили при помощи идеального вольтметра напряжение на компоненте А и увидели, что напряжение $V = 3.5 \text{ V}$.



Чертеж 3

(7) Вычислите силу тока, который течет через источник напряжения в этой цепи.

(4 балла)

(8) Вычислите ЭДС ε и внутреннее сопротивление r источника напряжения.

(6 баллов)

Ученики снова собрали первую цепь, изображенную на чертеже 2.

Ученики измерили напряжение на компоненте, сопротивление которого постоянно, при помощи неидеального вольтметра.

(9) Определите, было ли измеренное ими напряжение больше, меньше или равно напряжению, измеренному на этом компоненте при помощи идеального вольтметра в первой цепи.

Обоснуйте свой ответ.

(5 $\frac{1}{3}$ балла)

$$7) V_A = V_B = 3.5(V) \Rightarrow I_{B2} = 0.52(A), I_{A2} = 0.7(A)$$

$$I_\varepsilon = I_A + I_B \Rightarrow I_\varepsilon = 1.22(A)$$

$$8) \varepsilon = V_A + I_\varepsilon r, I_\varepsilon = 1.22(A), V_A = 3.5(V) \Rightarrow \varepsilon = 3.5(V) + 1.22(A)r$$

$$\begin{cases} \varepsilon = 3.5(V) + 1.22(A)r \text{ (вторая цепь)} \\ \varepsilon = 4.6(V) + 0.46(A)r \text{ (первая цепь)} \end{cases} \Rightarrow \varepsilon = 5.27(V), r = 1.45(\Omega)$$

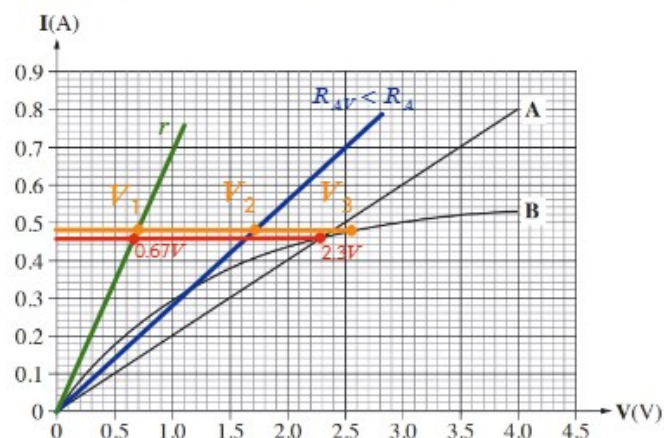
$$9) R_{AV} = \frac{R_A * R_V}{R_A + R_V} \Rightarrow R_{AV} < R_A \Rightarrow I \uparrow \Rightarrow$$

$$R_B \uparrow, V_r = I * r, V_B = I * R_B \Rightarrow$$

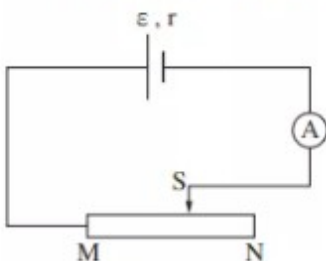
$$V_r \uparrow, V_B \uparrow, V_A = \varepsilon - V_r - V_B \Rightarrow V_A \downarrow$$

Напряжение на элементе А, измеренное неидеальным вольтметром меньше напряжения, измеренного идеальным вольтметром для цепи 1

$$\varepsilon = 0.67(V) + 2 * 2.3(V) = V_1 + V_2 + V_3 \text{ (для цепи с неидеальным вольтметром)}$$



4. Ученица физического класса собрала простую электрическую цепь, которая включала неидеальный источник напряжения, значения ЭДС (ε) и внутреннего сопротивления (r) которого неизвестны, переменный резистор MN и идеальный амперметр (смотрите чертеж 1).



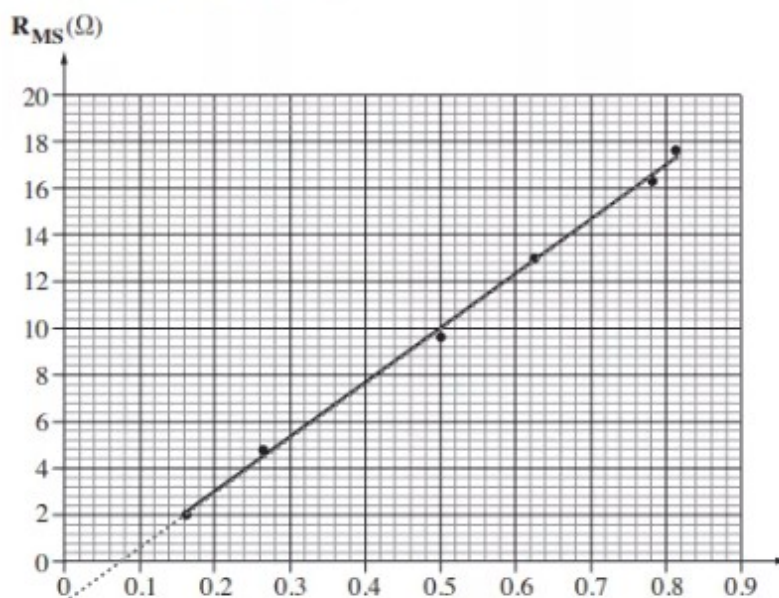
Чертеж 1

Ученица несколько раз изменяла силу тока путем изменения местоположения ползунка S и каждый раз измеряла сопротивление активной части, R_{MS} , переменного резистора.

Цель измерений, которые провела ученица, заключалась в том, чтобы вычислить ЭДС ε источника напряжения и его внутреннее сопротивление r .

- (к) Выведите выражение для сопротивления активной части переменного резистора R_{MS} как функции значения силы электрического тока I и параметров ε и r . (7 баллов)

Согласно результатам измерений, ученица нарисовала диаграмму распределения (чертеж 2) и провела линию регрессии [קו מגמה ליניארי].



Чертеж 2

Ученица не указала названия горизонтальной оси и ее единицы измерения.

$$\text{н) } \varepsilon = I(R_{MS} + r) \Rightarrow R_{MS} = \frac{\varepsilon}{I} - r$$

Ученица не указала названия горизонтальной оси и ее единицы измерения.

- (а) Напишите название горизонтальной оси и ее единицы измерения. Обоснуйте свой ответ.

$$\text{б) } R_{MS} = \varepsilon * \left(\frac{1}{I}\right) - r \Rightarrow \text{горизонтальная ось } \frac{1}{I} (\text{A}^{-1})$$

- (а) Согласно приведенной диаграмме распределения и выражению, которое вы вывели в пункте (к):
- (1) Вычислите ЭДС источника напряжения, ε .
 - (2) Вычислите внутреннее сопротивление, r .
- (10 баллов)
- (г) Вычислите электрическую мощность, которая развивается на переменном резисторе, когда его сопротивление $R_{MS} = 10\Omega$. (6 баллов)

Известно, что мощность, значение которой вы вычислили в пункте (г), может развиться на резисторе также и при токе большей силы.

- (н) Определите, при каком из двух значений силы тока (большей или меньшей) КПД цепи будет выше. Обоснуйте свой ответ (нет необходимости проводить вычисления).
- (5 $\frac{1}{3}$ балла)

$$\lambda) \varepsilon = \frac{\Delta R_{MS}}{\Delta(I^{-1})} \Rightarrow \varepsilon = \frac{10(\Omega)}{0.42(A^{-1})} \approx 24(V) \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 24(V)}$$

$$R_{MS} = 10(\Omega), I^{-1} = 0.5(A^{-1}) \Rightarrow r = 24(V) * 0.5(A^{-1}) - 10(\Omega) = 2(\Omega) \Rightarrow \boxed{r = 2(\Omega)}$$

$$\gamma) P_{MS} = R_{MS} I^2 = 10(\Omega) * (0.5)^{-2}(A^2) = 40(W) \Rightarrow \boxed{P_{MS} = 40(W)}$$

$$\eta) \eta = \frac{R_{MS} I^2}{\varepsilon I} = \frac{R_{MS} I}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon - Ir}{\varepsilon} \Rightarrow \eta = \frac{\varepsilon - Ir}{\varepsilon} \quad \eta_1 = \frac{\varepsilon - I_1 r}{\varepsilon}, \quad I_1 > I \Rightarrow \boxed{\eta_1 < \eta}$$

Условие равенства мощностей $P_{MS} = P_{MS1}$ при разных токах является лишним.

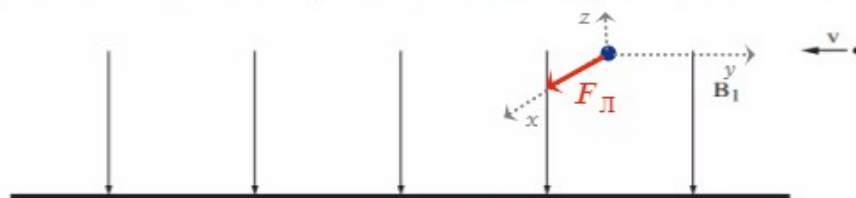
5. Исследователи изучали движение протонов в магнитном поле.

Действием силы тяжести на движение протонов можно пренебречь.

В первом опыте было создано однородное магнитное поле B_1 , направленное вниз перпендикулярно поверхности Земли.

Протон влетает на участок, на котором действует магнитное поле B_1 , со скоростью v , направленной горизонтально влево (смотрите чертеж 1).

Дано: индукция магнитного поля $B_1 = 0.02 \text{ Т}$, величина скорости протона $v = 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



Чертеж 1

(к) Вычислите силу (величину и направление), действующую на протон при его попадании в магнитное поле. (6 баллов)

(а) (1) Вычислите радиус вращения R_1 протона в магнитном поле.

(2) Вычислите период обращения T_1 протона в магнитном поле.

(10 баллов)

Исследователи создали электрическое поле E в дополнение к магнитному полю B_1 , и протон начал двигаться по прямой траектории.

(а) Вычислите напряженность электрического поля E (величину и направление), которое создали исследователи. (7 баллов)

к) На протон действует сила Лоренца $F_L = q_p v B_1 \Rightarrow F_L = 1.6 \cdot 10^{-19} (\text{C}) \cdot 10^6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \cdot 0.02 (\text{Т})$

$$F_L = 3.2 \cdot 10^{-15} (\text{Н})$$

По правилу левой руки сила Лоренца сонаправлена с положительным направлением

оси x (см рисунок) то есть "из листа".

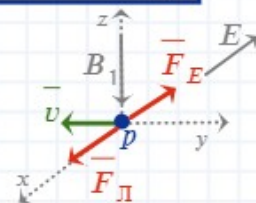
$$\text{б) } a = \frac{F_L}{m} = \frac{q_p v B_1}{m} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{q_p B_1} \Rightarrow R = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} (\text{кг}) \cdot 10^6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)}{1.6 \cdot 10^{-19} (\text{C}) \cdot 0.02 (\text{Т})} \Rightarrow R = 0.522 (\text{м})$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \cdot \frac{mv}{q_p B_1}}{v} = \frac{2\pi \cdot m}{q_p B_1} \Rightarrow T = \frac{2\pi \cdot 1.67 \cdot 10^{-27} (\text{кг})}{1.6 \cdot 10^{-19} (\text{C}) \cdot 0.02 (\text{Т})} \Rightarrow T = 3.28 \cdot 10^{-6} (\text{с})$$

$$\text{в) } E q_p = q_p v B_1 \Rightarrow E = v B_1 \Rightarrow E = 10^6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \cdot 0.02 (\text{Т}) = 2 \cdot 10^4 \left(\frac{\text{Н}}{\text{C}} \right)$$

$$E = 2 \cdot 10^4 \left(\frac{\text{Н}}{\text{C}} \right)$$

вектор $\vec{E} \parallel OX$ и направлен в сторону



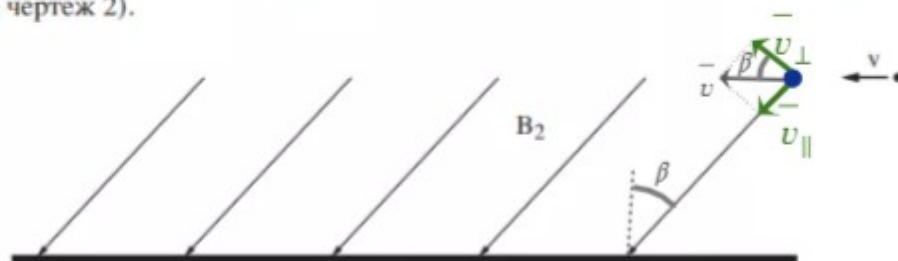
противоположную положительному направлению оси x , то есть "в лист"

Во втором опыте электрическое поле E и магнитное поле B_1 были устранены и было создано другое магнитное поле, B_2 , направленное под острым углом к поверхности Земли, как показано на чертеже 2.

Магнитное поле B_2 однородно, и линии поля параллельны друг другу.

Значение индукции магнитного поля неизвестно.

Протон влетает в магнитное поле B_2 со скоростью v , направленной горизонтально влево (смотрите чертеж 2).



Чертеж 2

После вхождения на участок магнитного поля протон двигался по винтовой траектории (круговое движение в плоскости, перпендикулярной линиям магнитного поля, при одновременном продвижении с постоянной скоростью в направлении линий поля).

(7) Объясните, почему протон двигался по винтовой траектории. (5 баллов)

Подсказка: следует разложить вектор скорости на составляющую, перпендикулярную линиям магнитного поля, и составляющую, параллельную линиям магнитного поля.

7) $\vec{v}_\perp \perp \vec{B}_2$, вращение происходит по окружности в плоскости перпендикулярной

вектору $\vec{B}_2$, со скоростью $|\vec{v}_\perp| = \text{const}$

$\vec{v}_\parallel \parallel \vec{B}_2$, протон двигается с постоянной по величине скоростью $\vec{v}_\parallel$

в направлении вектора $\vec{B}_2$

вектор $\vec{B}_2$ не влияет на скорость $\vec{v}_\parallel$

Чтобы найти величину и направление индукции магнитного поля B_2 , ученые установили на земле датчик магнитного поля, таким образом что угол α между осью датчика и поверхностью Земли может изменяться, как показано на чертеже 3.

Известно, что датчик измеряет величину составляющей магнитного поля, параллельной оси датчика.

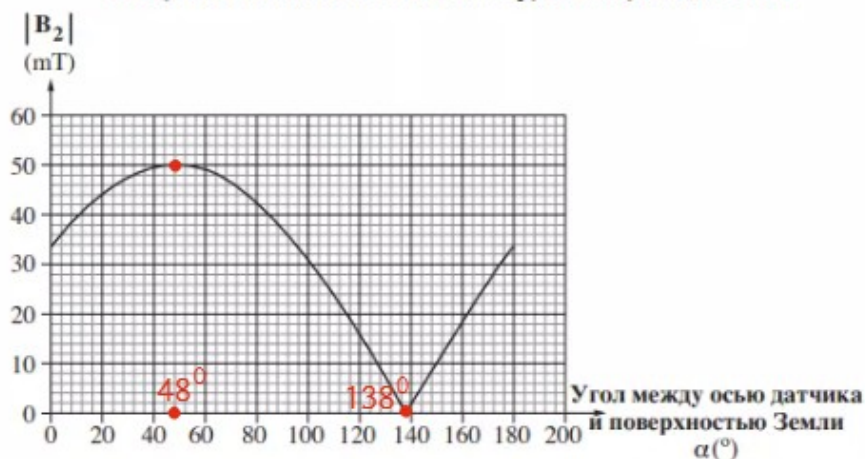


Чертеж 3

Ученые выполнили при помощи датчика несколько измерений индукции магнитного поля как функции угла α оси датчика по отношению к поверхности Земли (смотрите чертеж 3).

Результаты измерений изображены на чертеже 4.

Индукция магнитного поля как функция угла датчика



Чертеж 4

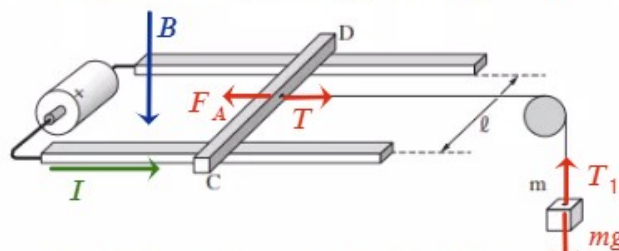
(п) С помощью чертежа 4 найдите величину индукции магнитного поля B_2 и его направление (угол поля относительно поверхности Земли). Кратко объясните способ решения.

($5\frac{1}{3}$ балла)

$$\text{п)} |B_2|_{\max} = 50 \cdot 10^{-3}(\text{Т}), \alpha = 48^\circ \Rightarrow \boxed{B_2 = 0.05(\text{Т})}, \text{ ось датчика параллельна полю } \vec{B}$$

$$|B_2|_{\min} = 0, \alpha = 138^\circ = 48^\circ + 90^\circ, \text{ ось датчика перпендикулярна полю } \vec{B} \Rightarrow \boxed{\alpha = 48^\circ}$$

6. Дана система, включающая проводящий стержень CD, который может двигаться по очень длинной горизонтальной рельсовой дорожке, состоящей из двух параллельных проводящих рельсов. Расстояние между рельсами равно ℓ . Между концами рельсов подсоединена батарейка, ЭДС которой ε , а внутреннее сопротивление r . Существует однородное магнитное поле, индукция которого B , а направление – перпендикулярно плоскости дорожки. К стержню привязана горизонтальная нить, перекинутая через блок. На другом конце нити подвешен груз массой m (смотрите чертеж). Всеми силами трения и сопротивления рельсов дорожки и стержня CD можно пренебречь.



Высвобождают стержень CD, и стержень остается на месте и не движется.

- (к) Определите направление магнитного поля B . Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)
 (а) Выразите массу груза m при помощи данных вопроса (ε , r , ℓ , B) и известных физических констант. (7 баллов)

Батарейку заменяют на лампочку, сопротивление которой R . Высвобождают стержень CD, и стержень начинает двигаться.

- (а) Подробно объясните, как возникает ток в лампочке во время движения стержня. (8 баллов)

Через некоторое время стержень начинает двигаться с постоянной скоростью.

Дано: $B = 1.8 \text{ T}$, $m = 0.05 \text{ kg}$, $\ell = 0.8 \text{ m}$, $R = 7.2 \Omega$

- (т) Вычислите величину постоянной скорости стержня CD. (7 баллов)
 (н) Определите направление тока в стержне CD. Обоснуйте свой ответ. ($5\frac{1}{3}$ балла)

к) $\vec{F}_A = -\vec{T}$, направление тока $C \rightarrow D$, по правилу левой руки поле направлено **вертикально вниз**

а) $F_A = T = T_1 = mg$, $F_A = I * B_{\perp} * \ell$, $B_{\perp} = B \Rightarrow m = \frac{I * B * \ell}{g} \Rightarrow \boxed{m = \frac{\varepsilon * B * \ell}{gr}}$

а) По закону Фарадея $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, минус означает, что ε_i индукции вызывает индукционный ток, который препятствует изменению магнитного потока – правило Ленца

$$\varepsilon_i = \frac{B * \Delta S}{\Delta t} = \frac{B * \Delta S}{\Delta t} = \frac{B * \ell * \Delta x}{\Delta t} = B * \ell * v \Rightarrow \text{появляется ток } I = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{B * \ell * v}{R}$$

т) $v = \text{const}$, $a = 0 \Rightarrow F_A = mg \Rightarrow I * B * \ell = mg \Rightarrow I = \frac{mg}{B * \ell} \Rightarrow v = \frac{mgR}{B^2 \ell^2}$

$$v = \frac{0.05(\text{kg}) * 10\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) * 7.2(\Omega)}{(1.8(\text{T}) * 0.8(\text{m}))^2} \Rightarrow \boxed{v = 1.74\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}$$

н) По правилу Ленца индукционный ток должен препятствовать изменению магнитного потока, то есть сила Ампера должна мешать движению стержня направо $\Rightarrow$

F_A направлена налево. Поэтому индукционный ток направлен от **C $\rightarrow$ D**