



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ "МК"
КАФЕДРА МК10 "Высшая математика и физика"

ОТЧЕТ

ПО ДОМАШНИМ ЗАДАНИЯМ вариант № 3

ДИСЦИПЛИНА: "Физика"

Выполнил студент Иудин Д.В. группы ИУК4-326

Проверил преподаватель Богаченко И.И.

Наименование работы	Рейтин говые баллы	Дата защит ы	№ задачи	Подпис ь
Модуль 4. «Электростатика. Постоянный ток» min -6 max -7				
Домашнее задание №1 «Электростатика. Постоянный ток»»	75 (+) Иудин	23, 11, 22	№1	(+) Иудин
			№2	Иудин
			№3	Иудин
			№4	Иудин
Модуль 5 «Магнитостатика. Уравнения Максвелла» min -6 max -8				
Домашнее задание №2 « Магнитостатика. Уравнения Максвелла»	75 (+) Иудин	23, 11, 22	№1	Иудин (+) Иудин
			№2	
			№3	
			№4	
Модуль 6 «Электромагнитные волны. Оптика» min -6 max -8				
Домашнее задание №3 «Электромагнитные волны. Оптика»	65	26 12 22	№1	Иудин
			№2	
			№3	
			№4	

Калуга 20 22 / 23

Лабораторная работа № 3

Вариант № 3

Задача № 1. Протон, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 800 \text{ В}$, влетает в однородные, скрещенные под прямым углом магнитное ($B = 50 \text{ мТл}$) и электрическое поле. Определить напряженность E электрического поля, если протон движется в скрещенных полях прямолинейно. $\Rightarrow \Sigma \vec{F} = 0$

Дано:

$$U = 800 \text{ В}$$

$$B = 50 \text{ мТл} = 0,05 \text{ Тл}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

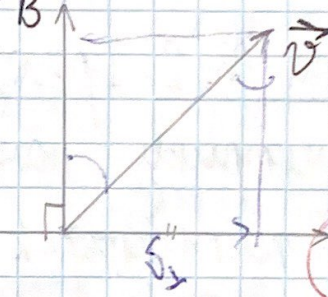
$$E = ? \text{ В/м}$$

Или

Решение:

$B \uparrow$

$\vec{E} \leftarrow$



Протон, пройдя ускоряющую разность потенциалов U , приобретает кинетическую энергию

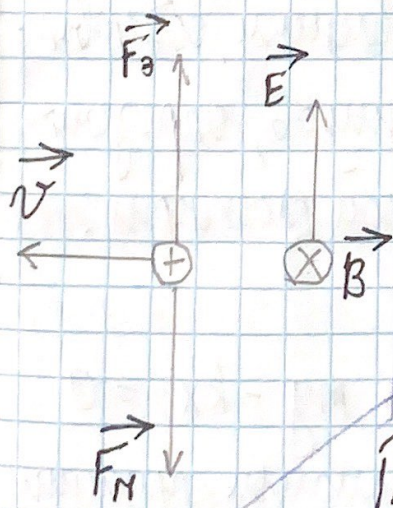
$$T = qU = \frac{m_p v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qU}{m_p}} \quad (1)$$

На частицу действуют силы со стороны э. поля $F_3 = qE$ и магн. поля

$$F_H = Bqv$$

$$\text{По II з. Кнотона: } \vec{F}_3 + \vec{F}_H = m_p \vec{a}$$

$$F_3 - F_H = 0 \Rightarrow F_3 = F_H$$



$$\vec{DE} = B \vec{DE} \cdot \vec{v} = \sin(\vec{v}, \vec{DB})$$

$$E = B \vec{v} \quad (1)$$

Изобразим (1) в (2):

$$E = B \sqrt{\frac{2 \cdot \vec{v} \cdot \vec{v}}{m_p}}$$

$$E = 0,05 \cdot \frac{1}{\text{н}} \cdot \frac{\sqrt{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 800 \text{ В}}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 19,6 \text{ кВ/м}$$

Ответ: $E = B \sqrt{\frac{2 \cdot \vec{v} \cdot \vec{v}}{m}} = 19,6 \text{ кВ/м}$

Задача №2. Проводник массой m и длиной l подвешен к горизонтальной с помощью двух боковых стоек пружиной с общей жесткостью k . Горизонтальное расстояние между стойками равно B и расстояние между точками подвешивания равно mg . К концу провода прикреплена масса m и система находится в равновесии. Проводник согнут в дугу, соединив центр тяжести с точкой подвешивания, определить величину смещения в вертикальном направлении.

Решение:

1) Тип задачи: механика $mg - kx = 0$

2) Тип задачи: механика $mg - kx = 0$

3) Тип задачи: механика $mg - kx = 0$

4) Тип задачи: механика $mg - kx = 0$

Кинетическая энергия проводника:

$$W_k = \frac{m \vec{v}^2}{2} = \frac{m (\vec{x}')^2}{2}$$

Потенциальная энергия пружины:

$$W_p = -mgx$$

Потенциальная энергия груза:

$$W_g = \frac{1}{2} k (x+x_0)^2$$

Электростатическая энергия конденсатора: $W_a = \frac{C U^2}{2}$

Итак как проводник находится в магнитном поле, то на него будут действовать ЭДС индукции: $\mathcal{E} = B l \vec{v} = B l \vec{x}'$

Источники сопротивления проводника и пружины можно пренебречь, но в работе должны участвовать и

концы, равно ЭДС индукции: $U = \mathcal{E} \Rightarrow W_a = \frac{C (B l \vec{x}')^2}{2}$

Итого энергия системы:

$$W = W_k + W_p + W_a = \frac{m (\vec{x}')^2}{2} + (-mgx) + \frac{k (x+x_0)^2}{2} + \frac{C (B l \vec{x}')^2}{2}$$

Величину производную от полной энергии по времени:

$$W' = \frac{m}{2} \cdot 2 \vec{x}' \cdot \vec{x}'' - mg \vec{x}' + \frac{k}{2} \cdot 2 (x+x_0) \vec{x}' + \frac{C (B l)^2}{2} \cdot 2 \vec{x}' \cdot \vec{x}'' =$$

$$= m \vec{x}' \cdot \vec{x}'' - mg \vec{x}' + k (x+x_0) \vec{x}' + C (B l)^2 \vec{x}' \cdot \vec{x}'' =$$

$$= ((m + C (B l)^2) \vec{x}' \cdot \vec{x}'' + kx - (mg - kx_0)) \vec{x}'$$

$$mg - kx_0 = 0 \Rightarrow W' = ((m + C (B l)^2) \vec{x}' \cdot \vec{x}'' + kx) \vec{x}'$$

$$= ((m + C (B l)^2) \vec{x}' \cdot \vec{x}'' + kx) \vec{x}'$$

$$= ((m + C (B l)^2) \vec{x}' \cdot \vec{x}'' + kx) \vec{x}'$$

$$= ((m + C (B l)^2) \vec{x}' \cdot \vec{x}'' + kx) \vec{x}'$$

Равное значение скорости распространения $W = \text{const} \Rightarrow$

$$W' = 0$$

$$(m + C(B\epsilon)^2)x'' + kx = 0$$

$$(m + C(B\epsilon)^2)x'' = -kx$$

$$II_{34}; a = x''$$

$$x'' + \frac{k}{m + C(B\epsilon)^2} x = 0$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m + C(B\epsilon)^2}$$

$$x'' + \omega_0^2 x = 0$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m + C(B\epsilon)^2}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m + B^2 \epsilon^2 C}{k}}$$

$$\text{Ответ: } T = 2\pi \sqrt{\frac{m + B^2 \epsilon^2 C}{k}}$$

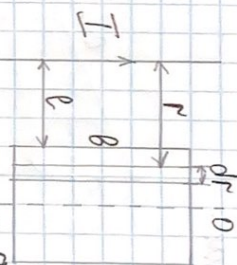
Задача №3. Всплывший воздушный шарик

массой m и площадью поперечного сечения S и a и b . Шарик и толчок вверх и вниз, при этом шарик движется к толчку скорости v и u и g направлена толчок и отклонен от него на расстояние l

Решение: Шарик движется вверх и вниз, при этом шарик движется к толчку скорости v и u и g направлена толчок и отклонен от него на расстояние l

а, б Шарик движется вверх и вниз, при этом шарик движется к толчку скорости v и u и g направлена толчок и отклонен от него на расстояние l

$$L = \frac{1}{2} m v^2$$



Решение: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ Шарик движется к толчку скорости v и u и g направлена толчок и отклонен от него на расстояние l

$$d\phi = B(r) \cdot b \cdot dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr$$

$$\phi = \int_a^{b-a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi} b \ln \left(\frac{b-a}{a} \right)$$

$$L = \frac{1}{2} I \phi = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi} b \ln \left(\frac{b-a}{a} \right)$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi} b \ln \left(\frac{b-a}{a} \right)$$

Задача №4. На расстоянии r от центра шарика

шарик движется к толчку скорости v и u и g направлена толчок и отклонен от него на расстояние l

шарик движется к толчку скорости v и u и g направлена толчок и отклонен от него на расстояние l

шарик движется к толчку скорости v и u и g направлена толчок и отклонен от него на расстояние l

Дано:

$$r = 1 \text{ мкм}$$

$$\lambda = 0,5 \text{ мкм}$$

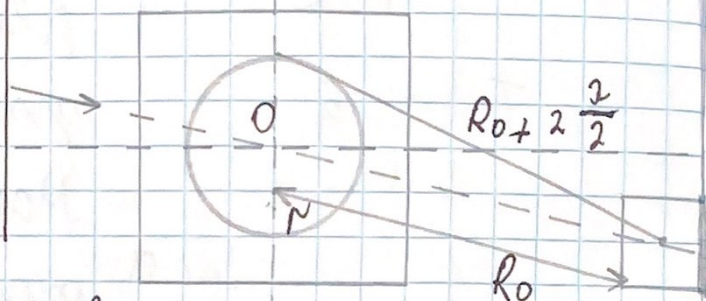
$$b_{\text{max}} = ? \text{ м}$$

CU

$$= 0,001 \text{ м}$$

$$= 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Решение:



$$R_0 = b_{\text{max}}$$

$$b_{\text{max}}^2 + 2 b_{\text{max}} \lambda + \lambda^2$$

$$r^2 = (b_{\text{max}} + 2 \frac{\lambda}{2})^2 - b_{\text{max}}^2 = 2 \lambda b_{\text{max}} + \lambda^2$$

$$\lambda \ll b_{\text{max}} \Rightarrow \text{пренебрегаем } \lambda^2$$

$$r^2 = 2 \lambda b_{\text{max}} \Rightarrow b_{\text{max}} = \frac{r^2}{2 \lambda}$$

$$b_{\text{max}} = \frac{(0,001 \text{ м})^2}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 1 \text{ м}$$

Ответ: $b_{\text{max}} = 1 \text{ м}$

Задача №2-3

Дано:

q, B
 $R_1 = 2R_2$
 $U_{\text{кз}} = \text{const}$
 $\frac{m_2}{m_1} = ?$

Искать:

$U_{\text{кз}} = U_{\text{кз}2} = \frac{m_1 v_1}{m_1} = \frac{m_2 v_2}{m_2} = 44$

по 1 и 2. Опишем в замкнутом поле

$F_n = Bq v = m a_y$

a_y - угловое ускорение

$31 a_y = \frac{R_1 v_1}{R_2} \text{ тогда}$

$Bq v_1 = \frac{m_1 v_1}{R_1} \Rightarrow v_1 = \frac{Bq R_1}{m_1}$

$Bq v_2 = \frac{m_2 v_2}{2R_1} \Rightarrow v_2 = \frac{Bq 2R_1}{m_2}$

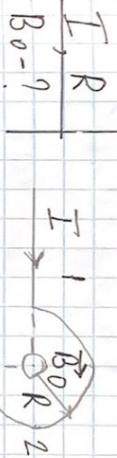
$\frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{B^2 q^2 R_1^2}{m_1^2} \cdot \frac{m_2^2}{B^2 q^2 4R_1^2} \Rightarrow$

$\frac{m_2}{m_1} = \frac{m_2}{4m_1} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = 4$

Ответ: $\frac{m_2}{m_1} = 4$

Задача №3

Дано:



по 3. Вектор-потенциал:

$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^3} [d\vec{\ell} \times \vec{r}]$

Вектор \vec{B} в точке 0 по принципу суперпозиции:

$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$

Искомый участок ① и ②:

$d\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2} d\ell; \alpha = 0 \Rightarrow \sin \alpha = 0 \Rightarrow$

$\vec{B}_1 = \vec{B}_2 = 0 \Rightarrow \vec{B} = \vec{B}_3$

Искомый участок ③:

Вектор на участке ③ равен $d\vec{\ell}$

$d\vec{B}_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2} d\ell; \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin \alpha = 1 (\mu = 1)$

Принцип суперпозиции по 4

$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \int_0^{2\pi} d\ell = \frac{\mu_0 I \frac{2\pi R}{2}}{4\pi R^2} = \frac{3\mu_0 I}{8R}$

Ответ: $B_3 = \frac{3\mu_0 I}{8R}$

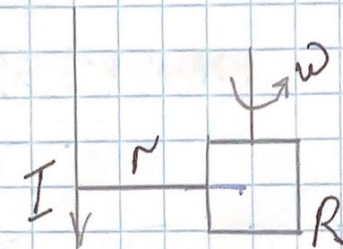
Задача № 1

Дано:

$I, r,$
 R, ω, S

$I(t) = ?$

Решение:



$$\Phi = BS \cos(\theta)$$

$$\theta = \omega t$$

$B(z)$

эксперимент

Ищем поле однородно в пределах рамки,

моща по т. Био-Савара-Лапласа:

$$B = \frac{\mu_0 I_n}{4\pi r}; \quad \mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = I_k R$$

$$d\Phi = \frac{BS \cos(\omega t)}{dt} = \omega dt$$

$$I_k(t) = \frac{BS \cos(\omega t)}{R} = \frac{\mu_0 I_n S \cos \omega t}{4\pi r R}$$

Ответ: $I_k(t) = \frac{\mu_0 I_n S \cos \omega t}{4\pi r R}$