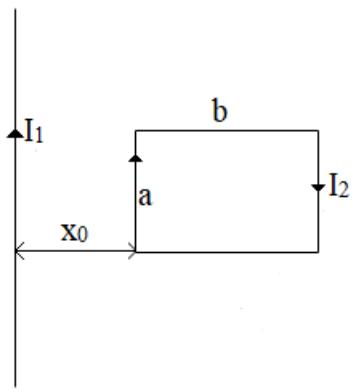
Podstawy Fizyki

Zadania domowe 9

Zadanie 1. Dany jest nieskończony prostoliniowy przewodnik, przez który płynie prąd o natężeniu $I_1 = 1\,\mathrm{A}$. W odległości $x_0 = 15\,\mathrm{cm}$ od przewodnika umieszczono prostokątną ramkę o bokach $a = 10\,\mathrm{cm}$ i $b = 25\,\mathrm{cm}$ (rysunek poniżej). W ramce płynie stały prąd o natężeniu $I_2 = 4\,\mathrm{A}$. Wyznacz wypadkową siłę, z jaką przewodnik z prądem działa na prostokątną ramkę.



Odp.: $\mathrm{F} \approx 3 \cdot 10^{-7}\mathrm{N}$.

Zadanie 2. Dany jest nieskończenie długi walec o promieniu $R = 40\,\mathrm{cm}$. Przez walec płynie stały prąd o gęstości $j(r) = \alpha r/R$, gdzie α to dodatnia stała liczbowa. Wiedząc, że wartość indukcji w punkcie $r = R/2$ równa jest $B_0 = 10^{-6}\,\mathrm{T}$, wyznacz wartość parametru α.

Odp.: $\alpha \approx 23,87\,\mathrm{A} \cdot \mathrm{m}^{-2}$.

Zadanie 3. Znajdź indukcję pola magnetycznego w środku kwadratowego obwodu, o boku a, jeśli przez obwód płynie prąd o natężeniu I.

Wskazówka: Całkę $\int \left(1 + x^2\right)^{-3/2} \mathrm{d}x$ najłatwiej obliczyć przez podstawienie $x = \sinh(t)$.

Odp.: $2\sqrt{2}\mu_0 I/\pi a$.

Zadanie 4. Przez nieskończenie długi walec o promieniu a płynie prąd o gęstości $j(r) = j_0 r^2/a^2$. Walec ten jest otoczony współosiowo walcową warstwą o promieniach $b = 3a$ i $c = 5a$. Przez warstwę płynie prąd o natężeniu I. Wyznacz postać wektora indukcji magnetycznej w całej przestrzeni.

Odp.: $\vec{B}(\vec{r}) = \mu_0 j_0 r^3 \hat{e}_\varphi/4a^2$ gdy $r \leq a$, $\vec{B}(\vec{r}) = \mu_0 j_0 a^2 \hat{e}_\varphi/4r$ gdy $a \leq r \leq b$,
$\vec{B}(\vec{r}) = \left(\mu_0 j_0 a^2/4r + \mu_0 \left(r^2 - 9a^2\right) I/32\pi a^2 r\right) \hat{e}_\varphi$ gdy $b \leq r \leq c$, $\vec{B}(\vec{r}) = \left(\mu_0 j_0 a^2/4r + \mu_0 I/2\pi r\right) \hat{e}_\varphi$ gdy $r \geq c$.

Zadanie 5. Jednokrotnie zjonizowane jądra atomowe żelaza oraz glinu wpadają w obszar pola magnetycznego o indukcji $\vec{B} = B_0 \hat{e}_z$, z prędkościami początkowymi postaci $\vec{v}_i = v_i \hat{e}_y$. Zakładając, że oba jony rozpoczynają swój ruch w obszarze pola magnetycznego w tym samym punkcie, oraz ich energia kinetyczna E_k w momencie wlatywania w obszar pola magnetycznego jest taka sama, oraz wiedząc, że każdy z jonów pokonuje pół okręgu po czym uderza w tarczę, wyznacz różnicę między punktami na złotej tarczy, z którymi zderzą się te jądra, a także różnicę w czasie między otrzymanymi sygnałami.

Odp.: $\Delta r = 2\sqrt{2E_k}(\sqrt{m_{\mathrm{Fe}}} - \sqrt{m_{\mathrm{Al}}})/qB_0$, $\Delta t = \pi\left(m_{\mathrm{Fe}} - m_{\mathrm{Al}}\right)/eB_0$.