学籍番号＿＿＿＿＿＿　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　得点

解答には最終結果だけでなく，必ず導出過程を記述すること．

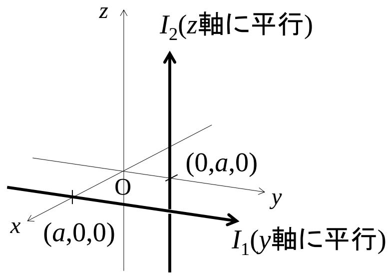
真空の透磁率は$4\pi\times10^{-7}$Tm/A とする．

Q1: 真空中で，無限に長い導線に 2.0A の電流が流れている．この導線から 2.0cm の位置の磁場の大きさ[T]を有効数字 2 桁で求めよ(20).

公式$B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}$を適用して，

$$B=\frac{(4\pi\times10^{-7})\times2.0}{2\pi\times(2.0\times10^{-2})}=2.0\times10^{-5}\ \mathrm{T}$$

Q2: 真空中に，図のように無限に長い 2 本の導線が置かれている．電流はそれぞれ I_1，I_2 である．

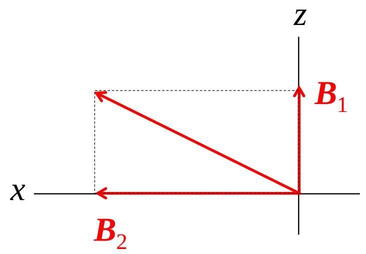


(1) 電流 I_1 が原点につくる磁場の向きと大きさを求めよ．真空の透磁率はμ_0，小数を使わず答えること(5×2=10).

公式を適用して，$B_1=\dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi a}$．向きは z 軸正の方向

(2) 原点の磁場の大きさは(1)の解のちょうど 2 倍であった．電流 I_2 の大きさを求めよ．小数を使わず答えること(10).

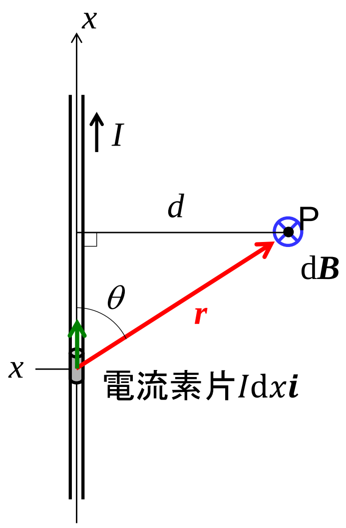
I_2 がつくる磁場は x 軸の方向で，合成磁場は下図のようになる．ここから，B_2 は B_1 の$\sqrt{3}$倍と分かり，I_1，I_2 はそれぞれ原点から等しい距離にあるので，$I_2=\sqrt{3}I_1$.



Q3: 細い導線を 200 回巻いて円形リング状のコイルを作った．リングの半径は 10cm である．1.0A の電流を流したとき，真空中でのリングの中心の磁場の大きさを有効数字 2 桁で求めよ(20).

円形リング導体の中央の磁場は$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$. 200 巻きなので電流は 200A と考える.

$$B = \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \times 200}{2 \times (1.0 \times 10^{-1})} = 1.3 \times 10^{-3}\ \mathrm{T}$$



Q4: 真空中で，無限に長い直線電流が作る磁場を下記の様に求めた．(ア)〜(エ)に入る数式を答えなさい(10×4=40).

位置xにある電流素片 $I\mathrm{d}x$ が電流からの距離 d の P 点に作る磁場は，向きが紙面表から裏で，大きさは$\mathrm{d}B = \frac{\mu_0 I \mathrm{d}x \sin\theta}{4\pi r^2}$である．これを $x = -\infty$から $x = +\infty$まで積分すれば，P 点の磁場を得る．積分は，定数を前に出して$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\int_{-\infty}^{\infty}(ア)\mathrm{d}x$と書ける．積分計算のため，$\sin\theta$を d，x の関数で表すと $\sin\theta$ = (イ)である．積分公式$\int \frac{\mathrm{d}x}{(x^2+d^2)^{3/2}} = \frac{x}{d^2(x^2+d^2)^{1/2}}$を使えば積分できて，$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}\left[(ウ)\right]_{-\infty}^{\infty}$を得る．答は(エ)である．

(ア) $\frac{\sin\theta}{r^2}$

(イ) $\frac{d}{\sqrt{x^2+d^2}}$.

(ウ) $\frac{x}{\sqrt{x^2+d^2}}$

(エ) $\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$.