

問1. 以下の各問に答えなさい(4).

(1) 導体中を 20 分間に $6[\mu\text{C}]$ の電荷が通過した時の電流の大きさ I を求めなさい。

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{6 \times 10^{-6}}{20 \times 60} = \frac{10^{-6}}{200} = 5 \times 10^{-9} [\text{A}]$$

A. $5 \times 10^{-9} [\text{A}]$

(2) $R_1=40[\Omega]$, $R_2=60[\Omega]$ の抵抗を並列に接続した回路において、回路全体に流れる電流 I が $20[\text{A}]$ のとき、回路全体に加えた電源電圧 V を求めなさい。

$$R_1 \text{ と } R_2 \text{ の合成抵抗 } R \text{ は } R = \frac{1}{\frac{1}{40} + \frac{1}{60}} = \frac{120}{3+2} = 24 [\Omega]$$

$$V = RI = 24 \times 20 = 480 [\text{V}]$$

A. $480 [\text{V}]$

(3) 4 個の $60[\Omega]$ の抵抗を直列に接続したときと、並列に接続したときのそれぞれの合成抵抗を求めなさい。

直列の時 $R = 60 + 60 + 60 + 60 = 240 [\Omega]$

並列の時 $R = \frac{1}{\frac{1}{60} + \frac{1}{60} + \frac{1}{60} + \frac{1}{60}} = \frac{60}{4} = 15 [\Omega]$

A. [直列] $240 [\Omega]$
A. [並列] $15 [\Omega]$

(4) 空気中にある $10[\mu\text{C}]$ の点電荷から $20[\text{cm}]$ の距離にある P の電界の強さを E とする時、 E の強さを $1/100$ にするための、点電荷と P の間の距離 r を求めなさい。

E の強さを $1/100$ にするためには距離の 2 乗に反比例するので、
 r を 10 倍にすればよい。

A. $2 [\text{m}]$

(5) コイルのインダクタンスが $3[\text{mH}]$ の回路において、周波数が $50[\text{Hz}]$ の電圧 $v=7\sin\omega t [\text{V}]$ を加えたとき、回路に流れる電流の実効値を求めなさい。ただし、 $\sqrt{2}=1.4$, $\pi=3$, 有効数字 3 桁で解答すること。

電圧の実効値 = 電圧の最大値 / $\sqrt{2} = 7/1.4 = 5 [\text{V}]$ $I = V/X_L = 5/0.9 = 5.555 \dots$

$$X_L = 2\pi fL = 2 \times 3 \times 50 \times 3 \times 10^{-3} = 0.9 [\Omega]$$

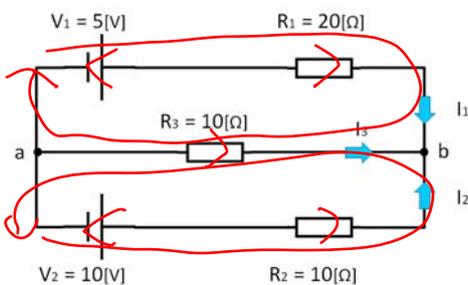
A. $5.56 [\text{A}]$

(6) $600[\text{ml}]$ で水温 10°C の水の温度を $1[\text{kW}]$ の電熱器を使って 70°C まで温めるには何分何秒かかるかを求めなさい。ただし、 $1[\text{J}]=0.24[\text{cal}]$ を用いること。

$600[\text{ml}] = 600[\text{g}]$ 所以 $600 \times 60 = 36000 [\text{cal}]$ 必要。
 $1[\text{kW}]$ の電熱器は 1 秒間に $1000[\text{J}] = 240[\text{cal}]$ 発生するので、
 $36000/240 = 150$ (秒) つまり、2 分 30 秒かかる。

A. 2 分 30 秒

問2. 次の直流回路の図において、 $I_1, I_2, I_3, b-a$ 間の電圧 V_{b-a} を求めなさい(5).



- A. (I_1) $0 [\text{A}]$
A. (I_2) $0.5 [\text{A}]$
A. (I_3) $-0.5 [\text{A}]$
A. (V_{b-a}) $-5 [\text{V}]$

(5問目でもよい。)

キルヒホッフの法則より。

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$5 - 20I_1 + 10I_3 = 0 \quad \text{--- (2)}$$

$$10 - 10I_2 + 10I_3 = 0 \quad \text{--- (3)}$$

②, ③ を代入

$$5 - 20(-I_2 - I_3) + 10I_3 = 0$$

$$5 + 20I_2 + 30I_3 = 0 \quad \text{--- (4)}$$

③ $\times 2$

$$20 - 20I_2 + 20I_3 = 0 \quad \text{--- (5)}$$

④ $+$ ⑤

$$25 + 50I_3 = 0$$

$$\therefore I_3 = -0.5 [\text{A}]$$

I_3 を ④ に代入

$$-10 + 20I_2 = 0$$

$$\therefore I_2 = 0.5 [\text{A}]$$

I_2, I_3 を ① に代入

$$I_1 = 0 [\text{A}]$$

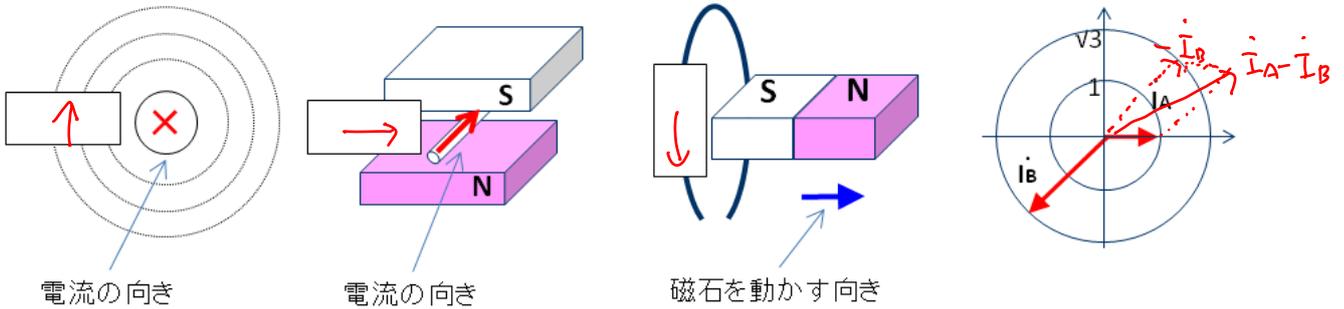
$V_{b-a} = R_3 I_3$

$$= 10 \times (-0.5)$$

$$= -5 [\text{V}]$$

問3. 以下の各図について指定された項目に関する矢印を書きなさい。ただし、(1)~(3)については図の□部分に矢印を記入し、(4)については直接解答用紙に作図すること(4)。

- (1) 磁界の向き (2) 電磁力の向き (3) 誘導起電力の向き (4) $i_A - i_B$



問4. 図(a)のような巻数 $N=200$ のコイルを図(b)のような磁束密度 $B=0.3[T]$ の磁界中に角度 $\theta=60^\circ$ で置き、電流 $I=0.5[A]$ を図のように流したとき、コイルの辺Aに働く力の絶対値と向き、コイルに加わるトルクの絶対値をそれぞれ求めよ(4)。

(a) (b)

$F = NBLI \sin \theta$
 $= 200 \times 0.3 \times 0.04 \times 0.5 \times 1$
 $= 1.2 \text{ (N)}$
 A. (力) 1.2 (N)

$T = NBAI \cos \theta$
 $= 200 \times 0.3 \times 0.04 \times 0.02 \times 0.5 \times 0.5$
 $= 0.012 \text{ (N}\cdot\text{m)}$
 A. (トルク) 0.012 (N·m)

A. (向き) 上向き

問5. 図の回路の合成インピーダンスの絶対値を、 R , L , π を利用して求めよ(4)。

$$\dot{Z} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{jX_L}} = \frac{jRX_L}{R + jX_L} = \frac{jRX_L(R - jX_L)}{(R + jX_L)(R - jX_L)}$$

$$= \frac{RX_L^2 + jR^2X_L}{R^2 + X_L^2}$$

$$|\dot{Z}| = \frac{RX_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

$$X_L = 2\pi fL = 100\pi L \text{ (}\Omega\text{)} = \frac{100\pi RL}{\sqrt{R^2 + 10000\pi^2 L^2}} \text{ (}\Omega\text{)}$$

A. _____

問6. 図のような交流 RLC 直列回路において、回路全体に加わる電圧の大きさ $|\dot{V}|$ 、合成インピーダンスベクトル \dot{Z} 、合成インピーダンスの大きさ $|\dot{Z}|$ 、消費される有効電力 P をそれぞれ求めなさい(5)。

$$\dot{Z} = 6 + j(15 - 7) = 6 + j8 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$|\dot{Z}| = \sqrt{36 + 64} = 10 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$|\dot{V}| = |\dot{Z}| |\dot{I}| = 10 \times 6 = 60 \text{ (V)}$$

$$P = RI^2 = 6 \times 6 \times 6 = 216 \text{ (W)}$$

A. ($|\dot{V}|$) 60 (V) A. (\dot{Z}) $6 + j8$ (Ω) A. ($|\dot{Z}|$) 10 (Ω) A. (P) 216 (W)