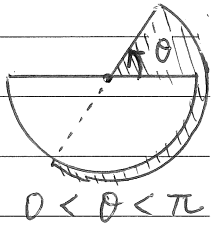
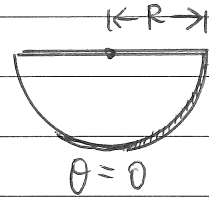
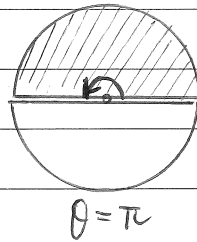


物理学Ⅱ レポート⑤ 解答編

問5-1 「パララシコニデンサ」

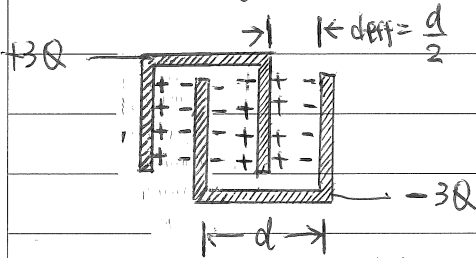
$\theta = \pi$ のとき、電極板の重なりはなくなる。

$\theta = 0$ のとき、 \therefore は半円の面積 $\frac{\pi R^2}{2}$ となる。



$0 < \theta < \pi$ のとき、重なり面積は θ と比例関係にあるので

1つの電極板がコンデンサとして有効にはたらく面積は $A_{\text{eff}} = \frac{(\pi - \theta) R^2}{2}$

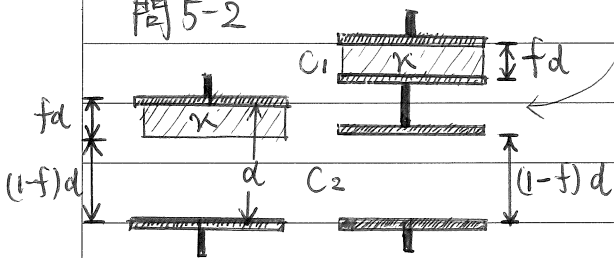


それぞれのかし型の電極のうち、2枚の電極板同士が対向している部を考えると、左図の様に正・負電荷が「3」の因子でたまる。

問では、N枚の電極があるので平行電極板ペアの数は $2N - 1$ となる。

よって全電気容量は $C = \frac{(2N - 1) \epsilon_0 A_{\text{eff}}}{d_{\text{eff}}} = \frac{(2N - 1) \epsilon_0 (\pi - \theta) R^2}{d}$

問5-2



十分に薄い金属板を挿入しても、全電気容量に影響を与えない。よって左図の等価回路を考える。

上下2つのコンデンサの電気容量は

$$C_1 = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{fd}, \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 A}{(1-f)d}$$

等価回路

直列コンデンサの電気容量は

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{fd}{\kappa \epsilon_0 A} + \frac{(1-f)d}{\epsilon_0 A} = \frac{f + \kappa(1-f)d}{\kappa \epsilon_0 A}$$

$C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ を用いた式を变形すると

$$C = \frac{\kappa}{f + \kappa(1-f)} C_0$$

($\because f \rightarrow 0$ と考えると $C = C_0$, $f \rightarrow 1$ と考えると $C = \kappa C_0$ となる)

問5-3 Text P160より $R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{b}{a}$

(a) $R_a = \frac{1.0 \times 10^{13} \Omega \cdot m}{2\pi (0.150 \text{ m})} \ln \left(\frac{1.75 \text{ cm}}{0.500 \text{ cm}} \right) = 1.33 \times 10^{13} \Omega$

(b) $R_b = \rho \frac{l}{A} = (1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m) \left[\frac{0.15 \text{ m}}{\pi (5.00 \times 10^{-3} \text{ m})^2} \right] = 3.2 \times 10^{-5} \Omega$

R_a は R_b より 10^{18} 倍大きいので抵抗が大きい。→ 無視できる。

問5-4 Wheatstone Bridge

(a) $\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_4}{R_2}$ $R_3 = \frac{R_1 R_4}{R_2} = \frac{1 \times 3}{2} = 1.5 [\Omega]$

(b) キルヒホッフの法則より

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= I_3 + I_a \\ I_4 &= I_2 + I_a \\ -V_0 + I_1 R_1 + I_3 R_3 &= 0 \\ -V_0 + I_2 R_2 + I_4 R_4 &= 0 \\ I_1 R_1 + I_a R_a - I_2 R_2 &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} I_a &= \frac{(R_3 R_2 - R_4 R_1) V_0}{R_2 R_4 (R_1 + R_3) + (R_2 + R_4) [R_1 R_3 + R_a (R_1 + R_3)]} \\ R_1 &= 1 \Omega \\ R_2 &= 2 \Omega \\ R_3 &= 1.5 \Omega \\ R_4 &= 3.0 \Omega \\ V_0 &= 6 \text{ V} \end{aligned} \left. \begin{aligned} & \\ & \\ & \\ & \\ & \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \\ & \\ & \text{代入すれば} \\ & \\ & I_a = -2.5 \text{ [mA]} \end{aligned}$$

Text
問5-5 P172 式(24.14)より. 円電流に於ける場合は $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$
円の中心の

次に I の中身を考へる.

電流の定義は, 「単位時間あたりに通過する電荷」であるから $I \equiv \frac{dQ}{dt}$.

よって円周 $2\pi R$ を速さ v で電荷 q を持つ粒子が運動すれば $I = \frac{qv}{2\pi R}$

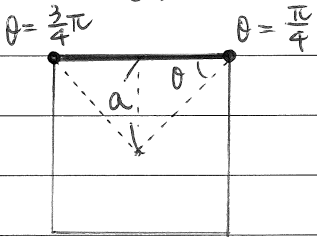
定数を代入すれば $B = \frac{\mu_0 q v}{4\pi R^2}$

$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}) \times (1.602 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (2.19 \times 10^6 \text{ m})}{4\pi \times (5.29 \times 10^{-11})^2}$$

$$= 0.125 \times 10^{-7+14+6} = 12.5 \text{ [T]}$$

727.

問5-6 (a) Text P176 直線電流の作る磁場 $dB = \frac{\mu_0 I \sin\theta}{4\pi a} d\theta$



左図の上辺からの寄与は

$$B' = \int_{\pi/4}^{3/4\pi} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \sin\theta d\theta$$

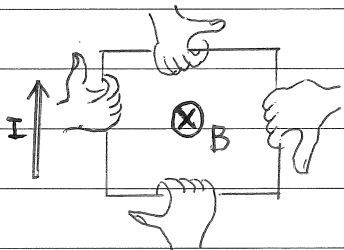
$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left[-\cos\theta \right]_{\pi/4}^{3/4\pi} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left(-\cos\frac{3}{4}\pi + \cos\frac{\pi}{4} \right)$$

$\therefore a = \frac{l}{2}$ は正方形の中心から

各辺への距離。

4辺からの寄与を正し合わせれば $B = 4B' = \frac{4 \times 10 \times 10^{-7}}{0.200} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$

$$= 2\sqrt{2} \times 10^{-5} \text{ T} = 28.3 \text{ [}\mu\text{T]}$$



磁場の方向は(左図に手あてり), 紙面に向かう向き。

(continued) 問 5-6 (b) 正方形の外周は $4l$ であり、変形後の円の半径を R とすると

$$4l = 2\pi R$$

text 172. (式 24.14) より、

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 \pi l}{4l} = \frac{(4\pi^2 \times 10^{-7}) \times (10.0)}{4 \times (0.400)} = 24.7 \text{ } \mu\text{T}$$

【補遺】 基底状態の電子配置

Z		K (n=1)	L (n=2)	M (n=3)	N (n=4)
1	H	(1s) ¹			
2	He	(1s) ²			
3	Li	(1s) ²	(2s) ¹		
4	Be	(1s) ²	(2s) ²	closed	-> [Be] core
5	B	(1s) ²	(2s) ² (2p) ¹		
6	C	(1s) ²	(2s) ² (2p) ²		
7	N	(1s) ²	(2s) ² (2p) ³		
8	O	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁴		
9	F	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁵		
10	Ne	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	closed	-> [Ne] core
11	Na	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ¹	
12	Mg	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ²	
13	Al	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ¹	
14	Si	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ²	
15	P	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ³	
16	S	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁴	
17	Cl	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁵	
18	Ar	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶	closed -> [Ar] core
19	K	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶	(4s) ¹
20	Ca	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶	(4s) ²
21	Sc	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ¹	(4s) ²
22	Ti	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ²	(4s) ²
23	V	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ³	(4s) ²
24	Cr	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ⁵	(4s) ¹
25	Mn	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ⁵	(4s) ²
26	Fe	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ⁶	(4s) ²
27	Co	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ⁷	(4s) ²
28	Ni	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ⁸	(4s) ²
29	Cu	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ¹⁰	(4s) ¹
30	Zn	(1s) ²	(2s) ² (2p) ⁶	(3s) ² (3p) ⁶ (3d) ¹⁰	(4s) ²