

일반물리2 과제풀이 CH.23

13번.

$$W = \frac{kq_1q_2}{a} + \frac{kq_2q_3}{a} + \frac{kq_3q_1}{a} = k \frac{(-2e)e}{a} + k \frac{(-2e)e}{a} + k \frac{e^2}{2a \sin(52.5)}$$

$k = 9.0 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$, $e = 1.60 \times 10^{-19} C$, $a = 10^{-10} m$ 를 대입하면
 $W = -48.5 eV$

14번.

(a). $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0 A} = \frac{1.1 \mu C}{\epsilon_0 (0.25m)^2} = 1.99 MV/m$

(b). $V = Ed = (1.99 MV/m)(0.0050m) = 9.94 kV$

(c). $U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} (1.1 \mu C)(9.94 kV) = 5.5 mJ$

23번.

C_2, C_3 는 병렬 연결이므로 $C_{2,3} = C_2 + C_3 = 1 \mu F + 2 \mu F = 3 \mu F$

전체는 직렬 연결이므로 $C = \frac{C_1 C_{2,3}}{C_1 + C_{2,3}} = 1.2 \mu F$

(b). 총 전하 : $Q_1 = Q_2 + Q_3$, $Q_1 = CV = (1.2 \mu F)(12.0 V) = 14.4 \mu C$

$$Q_1 = Q_3 \left(\frac{C_2}{C_3} \right) + Q_3 = Q_3 \left(1 + \frac{C_2}{C_3} \right), \quad Q_3 = \frac{Q_1}{1 + \frac{C_2}{C_3}} = 9.60 \mu C, \quad Q_2 = 4.80 \mu C$$

(c). $V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = 7.2 V$, $V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = 4.8 V$, $V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = 4.8 V$

47번.

$V = V_1 + V_2$,

$$V_1 = V - V_2 = V - \frac{Q}{C_2} = V - \frac{CV}{C_2} = V - \frac{V}{(C_1^{-1} + C_2^{-1})C_2} = V \left(1 - \frac{C_1}{C_1 + C_2} \right) = \frac{C_2 V}{C_1 + C_2}$$

$$V_2 = V - V_1 = V - \frac{Q}{C_1} = V - \frac{CV}{C_1} = V - \frac{V}{(C_1^{-1} + C_2^{-1})C_1} = V \left(1 - \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right) = \frac{C_1 V}{C_1 + C_2}$$

64번.

평행판이 평행판의 가로폭(L) 방향으로 움직인다.

(a). 유전체의 전기 용량은 $C_{\text{유전체}} = x \frac{\epsilon_0 A}{d}$ 이다. 처음 $Q = C_0 V_0$ 에서 유전체를 절반 넣었을

때, 유전체의 절반은 유전 상수와 원래 평행판 넓이의 절반의 곱이 된다. 나머지 절반은 유전체 밖에 있기 때문에 $C = C_0 \frac{1}{2} + C_0 \frac{x}{2} = C_0 \frac{1+x}{2}$ 이다.

(b). 저장된 에너지는 $U = \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 A} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$, 따라서 $U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_0 \frac{1+x}{2}} = \frac{Q^2}{C_0(1+x)} = \frac{C_0 V_0^2}{1+x}$

(c). $F = -\nabla U$ 이다. 문제에서는 가로 방향(x)으로만 유전체가 움직이기 때문에 $F = -\frac{dU}{dx}$ 이

다. $E_{\text{평행판 축전기}} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$, $Q = x\epsilon_0 EA_{\text{유전체가 차지한 넓이}} + \epsilon_0 EA_{\text{유전체가 없는 곳의 넓이}}$

L과 수직한 세로 폭을 w로 두자.

$$Q = x\epsilon_0 E(xw) + \epsilon_0 E(L-x)w = \epsilon_0 Ew(xx + L-x) = \frac{\epsilon_0 V}{L} w(xx + L-x)$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C^2} = \frac{1}{2} \frac{Q^2 L}{2C_0(xx + L-x)} = \frac{U_0 L}{xx + L-x}$$

$$F = -U_0 L \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{xx + L-x} \right) = -U_0 L \frac{-(x-1)}{(xx + L-x)^2}$$

x=L/2을 대입

$$F = -U_0 L \frac{-(x-1)}{\left(x\frac{L}{2} + L - \frac{L}{2}\right)^2} = U_0 L \frac{x-1}{\frac{L^2}{4}(x+1)^2} = \frac{2C_0 V_0^2(x-1)}{L(x+1)^2}$$