

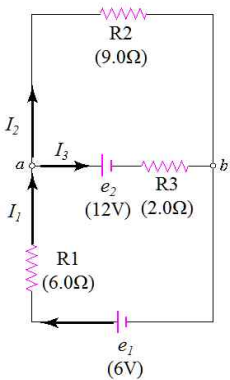
0000 년 00 학기 00 고사		과 목 명	물리학 18장 기출문제 답안지	학 과		학 년		감 독 교 수 확 인		
출 제	공동 출제			학 번			성 명			
편 집	송 현 석									
				○ ○						점 수
시험일시	0000. 00. 00									

[주의 사항] 1. 계산기는 사용할 수 없습니다.

2. 단위가 필요한 답에는 반드시 SI 체계로 단위를 표기하십시오.

[2014년 2학기 중간고사 10번] - 예제 18.2, 연습문제 18.3 참고

1. 다음 그림의 회로에서 저항 R_2 에 흐르는 전류를 구하십시오.



접합점 법칙: $I_1 = I_2 + I_3$

고리 법칙: (위) $-I_2 R_2 + I_3 R_3 + \epsilon_2 = 0$

$$-I_2 \times (9.0\Omega) + I_3 \times (2.0\Omega) + 12V = 0$$

$$-I_2 \times (36.0\Omega) + I_3 \times (8.0\Omega) + 48V = 0$$

고리 법칙: (아래) $-\epsilon_2 - I_3 R_3 + \epsilon_1 - I_1 R_1 = 0$

$$-12V - I_3 \times (2.0\Omega) + 6V - I_1 \times (6.0\Omega) = 0$$

$$-I_1 \times (6.0\Omega) - I_3 \times (2.0\Omega) - 6V = 0$$

$$-(I_2 + I_3) \times (6.0\Omega) - I_3 \times (2.0\Omega) - 6V = 0$$

$$-I_2 \times (6.0\Omega) - I_3 \times (8.0\Omega) - 6V = 0$$

$$-I_2 \times (36.0\Omega) + I_3 \times (8.0\Omega) + 48V = 0$$

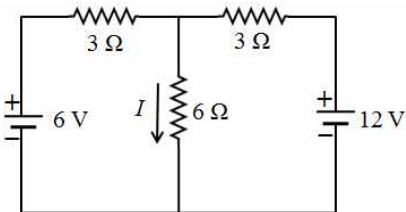
$$-I_2 \times (6.0\Omega) - I_3 \times (8.0\Omega) - 6V = 0$$

$$-I_2 \times (42.0\Omega) + 42V = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{42V}{42.0\Omega} = 1A$$

$$(I_2 = 1A)$$

[2013년 2학기 중간고사 8번] - 예제 18.2, 연습문제 18.3 참고

2. 아래 그림에서 6Ω 의 저항에 흐르는 전류 I 를 구하십시오.



접합점 법칙: $I = I_{\text{좌}} + I_{\text{우}} \Rightarrow I_{\text{우}} = I - I_{\text{좌}}$

고리 법칙: (좌) $+6V - (3\Omega)I_{\text{좌}} - (6\Omega)I = 0$

고리 법칙: (우) $+(3\Omega)I_{\text{우}} - 12V + (6\Omega)I = 0$

$$+(3\Omega)(I - I_{\text{좌}}) - 12V + (6\Omega)I = 0$$

$$-12V - (3\Omega)I_{\text{좌}} + (9\Omega)I = 0$$

$$+6V - (3\Omega)I_{\text{좌}} - (6\Omega)I = 0$$

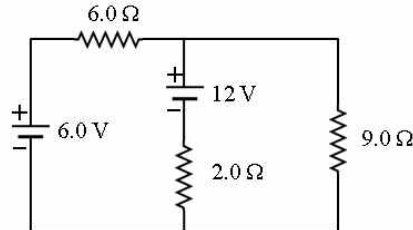
$$-12V - (3\Omega)I_{\text{좌}} + (9\Omega)I = 0$$

$$+18V - (15\Omega)I = 0 \Rightarrow I = \frac{18V}{15\Omega} = 1.2A$$

$$(I = 1.2A)$$

[2011년 2학기 중간고사 6번] - 예제 18.2, 연습문제 18.3 참고

3. 아래 그림의 회로에서 6.0Ω 의 저항에 흐르는 전류를 구하십시오.



접합점 법칙: $I_{\text{좌}} + I_{\text{우}} = I_{\text{우}}$

고리 법칙: (좌) $+6.0V - (6.0\Omega)I_{\text{좌}} - 12V + (2.0\Omega)I_{\text{우}} = 0$

$$-(6.0\Omega)I_{\text{좌}} + (2.0\Omega)I_{\text{우}} - 6.0V = 0$$

$$-(66\Omega)I_{\text{좌}} + (22\Omega)I_{\text{우}} - 66V = 0$$

고리 법칙: (우) $-(9.0\Omega)I_{\text{우}} - (2.0\Omega)I_{\text{우}} + 12V = 0$

$$-(9.0\Omega)(I_{\text{좌}} + I_{\text{우}}) - (2.0\Omega)I_{\text{우}} + 12V = 0$$

$$-(9.0\Omega)I_{\text{좌}} - (11.0\Omega)I_{\text{우}} + 12V = 0$$

$$-(18\Omega)I_{\text{좌}} - (22\Omega)I_{\text{우}} + 24V = 0$$

$$-(66\Omega)I_{\text{좌}} + (22\Omega)I_{\text{우}} - 66V = 0$$

$$-(18\Omega)I_{\text{좌}} - (22\Omega)I_{\text{우}} + 24V = 0$$

$$-(84\Omega)I_{\text{좌}} - 42V = 0 \Rightarrow I_{\text{좌}} = -\frac{42V}{84\Omega} = -0.5A$$

$$- \text{부호는 전류가 좌측으로 흐른다는 의미} \quad (I_{6.0\Omega} = 0.5A)$$

[2013년 2학기 중간고사 6번 & 2008년 2학기 중간고사 7번]

4. 키르히호프의 법칙 중 접합점 법칙은 (②)에 근거하고, 고리법칙은 (④)에 근거한다. 여기서 괄호 안에 들어갈 적절한 법칙을 아래 보기에서 고르시오.

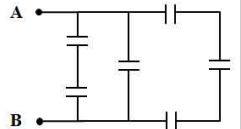
① 가우스 법칙 ② 전하량 보존 법칙 ③ 옴의 법칙

④ 에너지 보존 법칙 ⑤ 암페어 법칙

[2012년 2학기 중간고사 7번] - 예제 18.5, 연습문제 18.4 참고

5. 우측 그림과 같이 축전기만으로 구성된 회로가 있다.

모든 축전기의 전기용량이 $1.2\mu F$ 으로 동일할 때,
단자 A, B 사이의 등가 전기용량은 얼마인가?



$$\frac{1}{C_{\text{등}}}= \frac{1}{C}+ \frac{1}{C}= \frac{1}{1.2\mu F}+ \frac{1}{1.2\mu F}= \frac{2}{1.2\mu F}= \frac{1}{0.6\mu F}$$

$$\Rightarrow C_{\text{등}}= 0.6\mu F$$

$$\frac{1}{C_{\text{등}}}= \frac{1}{C}+ \frac{1}{C}+ \frac{1}{C}= \frac{1}{1.2\mu F}+ \frac{1}{1.2\mu F}+ \frac{1}{1.2\mu F}= \frac{3}{1.2\mu F}= \frac{1}{0.4\mu F}$$

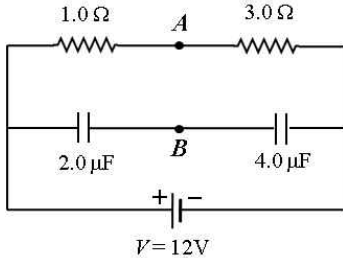
$$\Rightarrow C_{\text{등}}= 0.4\mu F$$

$$C_{\text{eq}}= C_{\text{등}}+ C+ C_{\text{등}}= 0.6\mu F+ 1.2\mu F+ 0.4\mu F= 2.2\mu F$$

$$(C_{\text{eq}}= 2.2\mu F)$$

[2011년 2학기 중간고사 8번] - 연습문제 18.14 참고

6. 아래 그림과 같은 회로에서 B점에 대한 A점의 전위는 몇 V인가?



$$V_R = IR \Rightarrow V_R \sim R$$

$$V_C = \frac{Q}{C} \Rightarrow V_C \sim \frac{1}{C}$$

1.0Ω에서 -3V, 3.0Ω에서 -9V이므로 A점의 전위는 9V이다.

2.0μF에서 -8V, 4.0μF에서 -4V이므로 B점의 전위는 4V이다.

따라서 B점에 대한 A점의 전위는 $V_A - V_B = 9V - 4V = 5V$ 이다.

$$(V_A - V_B = 5V)$$

[2014년 2학기 중간고사 9번] - 연습문제 18.6 참고

7. 평행판 축전기를 충분히 충전한 후 기전력 장치를 제거하였다. 이제 평행판 축전기의 간격을 세 배로 늘리면 전기용량, 두 표면의 전하밀도, 축전기 양단의 전위차는 각각 몇 배가 되는가? 순서대로 쓰시오.

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{\frac{Qd}{\epsilon_0 A}} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow C \sim \frac{1}{d} \Rightarrow d \rightarrow 3d \Rightarrow C' \rightarrow \frac{1}{3}C$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \Rightarrow \sigma: \text{불변}, E: \text{불변}, Q: \text{불변}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV \Rightarrow d \rightarrow 3d \Rightarrow U' \rightarrow 3U, V' \rightarrow 3V$$

$$\left(\frac{1}{3} \text{ 배}, 1 \text{ 배}, 3 \text{ 배} \right)$$

[2010년 2학기 중간고사 9번] - 연습문제 18.6 참고

8. 평행판 축전기를 충분히 충전한 후 기전력 장치를 제거하였다. 이제 축전기에서 평행판의 간격을 두 배로 늘렸을 때 다음 중 변하지 않는 양을 모두 골라라.

$$(\textcircled{2}, \textcircled{4})$$

- ① 축전기의 전기용량 ② 평행판의 전하밀도 ③ 축전기에 저장된 에너지
④ 축전기 내부의 전기장 ⑤ 평행판 사이의 전위차

[2009년 2학기 중간고사 8번] - 예제 18.7 참고

9. 단면적 A, 간격 d인 평행판 축전기의 두 극판에 +q, -q로 대전시킨 후 기전력 장치를 제거하고 축전기 사이에 유전상수 $\kappa (>1)$ 인 유전체를(면적 A, 두께 d)를 삽입하였다. 다음 물리량 중 증가하는 것은 어떤 것인가?

$$(\textcircled{2})$$

- ① 극판간의 전위차 ② 축전기의 전기용량 ③ 내부 전기장
④ 극판의 전하밀도 ⑤ 인덕턴스

$$V = \frac{V_0}{\kappa}, \quad C = \kappa C_0, \quad E = \frac{E_0}{\kappa}, \quad \sigma = \sigma_0 - \sigma_i, \quad \text{웬 인덕턴스~???}$$

[2011년 2학기 중간고사 7번] - 연습문제 18.6, 18.16 참고

10. 전기용량이 C인 평행판 축전기를 전압이 V인 전원에 연결하여 충분히 충전한 후 전원을 끊었다. 그 후 축전기에서 평행판의 간격이 세 배가 되도록 끌어당겼는데, 끌어당기는 데 필요한 일을 C와 V를 이용하여 나타내어라.

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{\frac{Qd}{\epsilon_0 A}} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow C \sim \frac{1}{d} \Rightarrow d \rightarrow 3d \Rightarrow C' \rightarrow \frac{1}{3}C$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \Rightarrow \sigma: \text{불변}, E: \text{불변}, Q: \text{불변}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV \Rightarrow d \rightarrow 3d \Rightarrow U' \rightarrow 3U, V' \rightarrow 3V$$

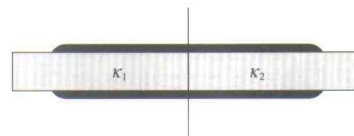
$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow U' = \frac{1}{2} C' V'^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{C}{3} \right) (3V)^2 = \frac{3}{2} CV^2$$

$$W_{\text{외}} = -W_e = \Delta U = U' - U = \frac{3}{2} CV^2 - \frac{1}{2} CV^2 = CV^2$$

$$(W_{\text{외}} = CV^2)$$

[2007년 2학기 중간고사 8번] - 연습문제 18.8, 18.9 참고

11. 그림과 같이 유전 상수가 κ_1, κ_2 로 다른 두 물질로 반반씩 채워진 면적이 A이고 두 판 사이의 거리가 d인 평행판 축전기의 전기용량을 구하시오.



$$C = \kappa C_0 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} = \epsilon \frac{A}{d}$$

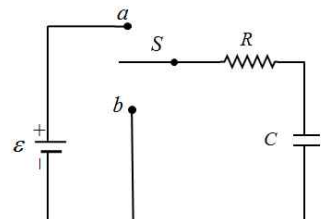
$$\begin{cases} C_1 = \kappa_1 \epsilon_0 \frac{A_1}{d} \\ C_2 = \kappa_2 \epsilon_0 \frac{A_2}{d} \end{cases} \Rightarrow C = C_1 + C_2 = (\kappa_1 A_1 + \kappa_2 A_2) \frac{\epsilon_0}{d}$$

$$= (\kappa_1 \frac{A}{2} + \kappa_2 \frac{A}{2}) \frac{\epsilon_0}{d} = (\kappa_1 + \kappa_2) \frac{A}{2} \frac{\epsilon_0}{d}$$

$$(C = (\kappa_1 + \kappa_2) \frac{A}{2} \frac{\epsilon_0}{d})$$

[2012년 2학기 중간고사 8번] - 예제 18.8, 연습문제 18.10, 18.11 참고

12. 우측 그림과 같은 회로에서 저항 R은 5.0Ω이고 축전기의 전기용량 C는 3.0μF이다. 기전력 장치로는 $\mathcal{E} = 6.0V$ 인 전지를 사용한다. 스위치 S를 a에 연결한 후 오랜 시간이 흘러 축전기에 충전이 끝났을 때 축전기의 전하량은 얼마인가?



오랜 시간이 흐르면 회로에 흐르는 전류는 점점 줄어들어 0이 되어 저항에서의 전압 소모는 없어지고 공급되는 전압은 모두 축전기의 양단에 걸리게 된다.

$$Q = CV = (3.0 \times 10^{-6} F) \times (6.0 V) = 18.0 \times 10^{-6} FV = 18.0 \times 10^{-6} C$$

$$= 1.8 \times 10^{-5} C$$

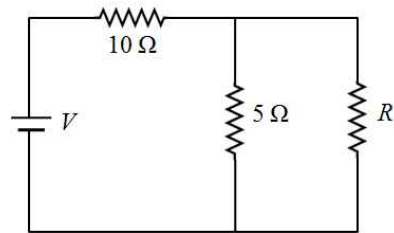
$$(Q = 1.8 \times 10^{-5} C)$$

[주의 사항] 주관식 문제는 상세한 풀이과정이 없으면 영점처리 됩니다.

[2011년 2학기 중간고사 주관식 2번] - 예제 18.1 연습문제 18.1, 18.2 참고

[주관식 1] [15점]

아래 그림과 같은 저항 회로가 있다. 이 회로는 저항이 각각 10Ω , 5Ω 인 두 개의 저항을 전압이 V 인 전지에 직렬로 연결한 후 저항 R 을 5Ω 의 저항에 병렬로 연결한 것이다. 이때, 저항 R 의 단위는 Ω 이다. 다음 질문들에 답하여라.



(1) 위 회로에서 저항 R 에 걸리는 전압을 R 과 V 의 함수로 나타내시오. [5점]

$$R_{5+R} = \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{R}} = \frac{1}{\frac{R+5}{5R}} = \frac{5R}{R+5}$$

$$V_{5+R} = \frac{R_{5+R}}{10 + R_{5+R}} V = \frac{\left(\frac{5R}{R+5}\right)}{10 + \left(\frac{5R}{R+5}\right)} V = \frac{R}{3R+10} V$$

$$V_R = V_{5+R} = \frac{R}{3R+10} V$$

$$\left(V_R = \frac{R}{3R+10} V \right)$$

(2) 저항 R 에서 소비되는 전력을 R 과 V 의 함수로 나타내시오. [5점]

$$P = IV = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

$$\Rightarrow P_R = \frac{V_R^2}{R} = \frac{1}{R} \left(\frac{R}{3R+10} V \right)^2 = \frac{RV^2}{(3R+10)^2}$$

$$\left(P_R = \frac{RV^2}{(3R+10)^2} \right)$$

(3) 저항 R 에서 소비되는 전력이 최대가 되기 위한 R 의 값과 그 때의 소비 전력을 구하시오. [5점]

$$\begin{aligned} \frac{dP_R}{dR} &= \frac{d}{dR} \left(\frac{RV^2}{(3R+10)^2} \right) = \frac{V^2}{(3R+10)^2} - \frac{6RV^2}{(3R+10)^3} \\ &= \frac{(3R+10)V^2}{(3R+10)^3} - \frac{6RV^2}{(3R+10)^3} = \frac{10-3R}{(3R+10)^3} V^2 = 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow 10-3R=0 \Rightarrow R = \frac{10}{3} \Omega$$

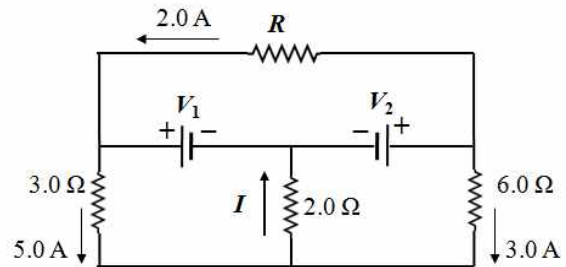
$$P_R = \frac{V_R^2}{R} = \frac{1}{R} \left(\frac{R}{3R+10} V \right)^2 = \frac{RV^2}{(3R+10)^2} = \frac{\left(\frac{10}{3}\right)V^2}{\left(3\left(\frac{10}{3}\right)+10\right)^2} = \frac{V^2}{120}$$

$$\left(R = \frac{10}{3} \Omega, P_R = \frac{V^2}{120} \right)$$

[2012년 2학기 중간고사 주관식 2번] - 예제 18.2 연습문제 18.3 참고

[주관식 2] [15점]

아래 그림과 같은 회로에서 다음 질문들에 답하여라.



(1) 2.0Ω 의 저항에 흐르는 전류 I 를 구하시오. [5점]

$$\text{접합점 법칙: } I = 5.0 A + 3.0 A = 8.0 A$$

$$(I = 8.0 A)$$

(2) 두 전원 장치의 전압 V_1 과 V_2 를 구하시오. [5점]

$$\text{고리 법칙: (좌)} \quad V_1 - (3.0\Omega)(5.0 A) - (2.0\Omega)(8.0 A) = 0$$

$$\Rightarrow V_1 = 15 V + 16 V = 31 V$$

$$\text{고리 법칙: (우)} \quad V_2 - (6.0\Omega)(3.0 A) - (2.0\Omega)(8.0 A) = 0$$

$$\Rightarrow V_2 = 18 V + 16 V = 34 V$$

$$(V_1 = 31 V, V_2 = 34 V)$$

(3) 저항 R 의 크기를 구하시오. [5점]

$$\text{고리 법칙: (상)} \quad -31 V + 34 V - (2.0 A)R = 0$$

$$\Rightarrow R = \frac{3.0 V}{2.0 A} = 1.5 \Omega$$

$$(R = 1.5 \Omega)$$

[2013년 2학기 중간고사 주관식 2번] - 예제 18.7 참고

[주관식 3] [10점]

전기용량이 $10\mu F$ 인 평행판 축전기가 $200 V$ 의 전압으로 충전되었다. 충전 후 전원을 분리시키고 이 축전기에 유전상수가 2.5인 유전체를 평행판 사이에 삽입하였다. 이때, 다음 질문들에 답하시오.

(1) 유전체를 삽입하기 전, 축전기에 저장된 전기에너지를 구하시오. [5점]

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} (10 \times 10^{-6} F)(200 V)^2 = 0.2 J$$

$$(U = 0.2 J)$$

(2) 유전체를 삽입한 후, 축전기에 저장된 전기에너지를 구하시오. [5점]

$$C' = \kappa C$$

$$U' = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C'} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{\kappa C} = \kappa \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{U}{\kappa} = \frac{0.2 J}{2.5} = 0.08 J$$

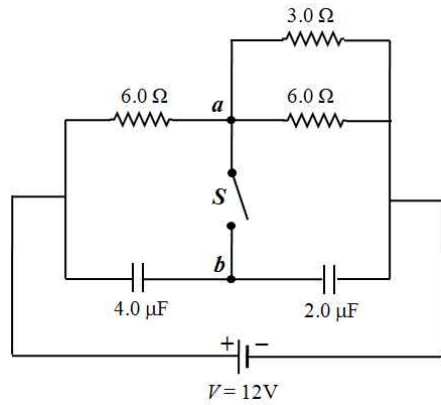
$$(U' = 0.08 J)$$

<뒷 면에 주관식 문제 더 있음.>

[2010년 2학기 중간고사 주관식 1번] - 연습문제 18.14 참고

[주관식 4] [20점]

아래 그림과 같이 저항과 축전기로 구성된 회로가 있다. 다음 질문들에 답하시오.



(1) 스위치 S 가 열려 있을 때 a 점과 b 점의 전위는 각각 얼마인가? [6점]

병렬연결된 두 저항의 등가저항 $R_{3.0\Omega + 6.0\Omega} = \frac{1}{\frac{1}{3.0} + \frac{1}{6.0}} = 2.0\Omega$

전체 세 저항의 등가저항 $R_{eq} = 6.0\Omega + 2.0\Omega = 8.0\Omega$

저항 쪽으로 흐르는 전체 전류 $I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12V}{8.0\Omega} = 1.5A$

6.0Ω 저항에서 소모하는 전압 $V_{6.0\Omega} = IR_{6.0\Omega} = (1.5A)(6.0\Omega) = 9.0V$

a 점의 전위 $V_a = V - V_{6.0\Omega} = 12V - 9.0V = 3.0V$

두 축전기의 등가용량 $C_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{4.0} + \frac{1}{2.0}} = \frac{4}{3}\mu F$

축전기에 저장되는 전체 전하량 $Q = C_{eq}V = \left(\frac{4}{3}\mu F\right)(12V) = 16\mu C$

$4.0\mu F$ 축전기 양단에 걸리는 전압 $V_{4.0\mu F} = \frac{Q}{C_{4.0\mu F}} = \frac{16\mu C}{4.0\mu F} = 4.0V$

b 점의 전위 $V_b = V - V_{4.0\mu F} = 12V - 4.0V = 8.0V$
($V_a = 3.0V$, $V_b = 8.0V$)

(2) 스위치 S 가 닫혔을 때 스위치를 통해 흐르는 전하량의 크기는 얼마인가? [6점]

스위치를 닫으면 b 점의 전위가 a 점의 전위와 같아질 때까지 일시적으로 스위치를 통한 전하의 이동이 발생한 후 다시 이동이 멈춘다. $V_b = 8.0V \rightarrow 3.0V$

스위치가 열려 있을 때 두 축전기의 b 점 쪽에 저장된 알짜 전하량

$$Q_{before} = Q_{4.0\mu F} + Q_{2.0\mu F} = -(4.0\mu F)(4.0V) + (2.0\mu F)(8.0V) = -16\mu C + 16\mu C = 0\mu C$$

스위치가 닫혔을 때 두 축전기의 b 점 쪽에 저장된 알짜 전하량

$$Q_{after} = Q_{4.0\mu F} + Q_{2.0\mu F} = -(4.0\mu F)(9.0V) + (2.0\mu F)(3.0V) = -36\mu C + 6\mu C = -30\mu C$$

스위치를 통해 $30\mu C$ 의 음(-)전하가 b 점 쪽으로 흘러 들어간다.

or 스위치를 통해 $30\mu C$ 의 양(+)전하가 b 점 쪽에서 흘러 나온다.

($Q = 30\mu C$)

(3) 스위치가 닫히기 전과 후에 축전기에 저장된 에너지는 각각 얼마인가? [8점]

스위치가 닫히기 전 두 축전기에 저장된 에너지

$$U_{before} = \frac{1}{2} C_{4.0} V_{4.0}^2 + \frac{1}{2} C_{2.0} V_{2.0}^2 = \frac{1}{2} (4.0\mu F)(4.0V)^2 + \frac{1}{2} (2.0\mu F)(8.0V)^2 = 32\mu J + 64\mu J = 96\mu J$$

스위치가 닫힌 후 두 축전기에 저장된 에너지

$$U_{after} = \frac{1}{2} C_{4.0} V_{4.0}^2 + \frac{1}{2} C_{2.0} V_{2.0}^2 = \frac{1}{2} (4.0\mu F)(9.0V)^2 + \frac{1}{2} (2.0\mu F)(3.0V)^2 = 162\mu J + 9\mu J = 171\mu J$$

($U_{before} = 96\mu J$, $U_{after} = 171\mu J$)

[2009년 2학기 중간고사 주관식 1번] - 연습문제 18.7 참고

[주관식 5] [20점]

전기용량이 C 인 축전기에 V_0 의 기전력 장치를 이용하여 충분히 충전시켰다. 이 때, 한 쪽 도체에 충전된 전하량은 Q_0 이다. 이제, 기전력 장치를 떼어내고 미지의 전기용량 C_x 를 갖는 축전기를 병렬로 연결하였다. 다음 질문들에 답하시오.

(1) 전하량 Q_0 를 구하시오. [5점]

$$Q_0 = CV_0$$

($Q_0 = CV_0$)

(2) 전기용량 C_x 를 갖는 축전기의 한 쪽 도체판에 저장된 전하량 Q_x 는 Q_0 의 몇 배인가? [8점]

$$\begin{cases} V = \frac{Q}{C} \\ V_x = \frac{Q_x}{C_x} \end{cases} \Rightarrow V = V_x \Rightarrow \frac{Q}{C} = \frac{Q_x}{C_x} \Rightarrow Q = \frac{C}{C_x} Q_x$$

$$Q + Q_x = Q_0 \Rightarrow \frac{C}{C_x} Q_x + Q_x = Q_0 \Rightarrow \left(\frac{C}{C_x} + 1 \right) Q_x = Q_0$$

$$\Rightarrow Q_x = \frac{Q_0}{\left(\frac{C}{C_x} + 1 \right)} = \frac{C_x}{C + C_x} Q_0$$

($\frac{C_x}{C + C_x}$ 배)

(3) 전기용량 C 를 갖는 축전기의 양단의 전위차 V 는 원래의 전위차 V_0 의 몇 배인가? [7점]

$$\begin{cases} V = \frac{Q}{C} \\ V_x = \frac{Q_x}{C_x} \end{cases} \Rightarrow \frac{Q}{C} = V = V_x = \frac{Q_x}{C_x} = \frac{1}{C_x} \left(\frac{C_x}{C + C_x} Q_0 \right) = \frac{Q_0}{C + C_x}$$

$$= \frac{(CV_0)}{C + C_x} = \frac{C}{C + C_x} V_0$$

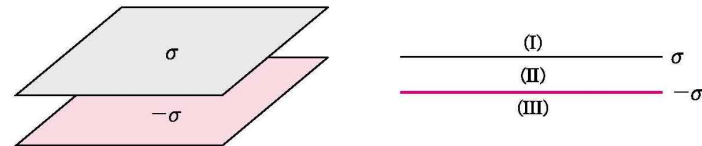
($\frac{C}{C + C_x}$ 배)

<뒷 면에 주관식 문제 더 있음.>

[2014년 2학기 중간고사 주관식 2번] - 예제 16.5, 연습문제 18.5, 18.16 참고

[주관식 6] [15점]

면적이 A 인 두 평면에 균일한 면 전하밀도 σ 와 $-\sigma$ 로 각각 대전되어 나란히 놓여 있는 평행판 축전기가 있다. 아래 물음에 답하시오. (단, 유전율은 ϵ_0 이다.)



(1) 영역 I, II, III 에서 전기장의 세기를 각각 구하시오. (단, 두 평면의 면적은 충분히 넓고 사이의 간격은 충분히 좁아서 가장자리 효과는 무시한다.) [5점]

무한 평면에 의한 전기장의 세기

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi_S = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{a} = 2EA \\ \Phi_S = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} = \frac{\pm \sigma A}{\epsilon_0} \end{array} \right. \Rightarrow 2EA = \frac{\pm \sigma A}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \pm \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

영역 I 과 III 에서는 두 판이 만드는 전기장의 방향이 서로 반대 방향이므로

$$E_I = E_{III} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = 0$$

영역 II 에서는 두 판이 만드는 전기장의 방향이 서로 같은 방향이므로

$$E_{II} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad \text{<아랫방향>}$$

$$(E_I = 0, E_{II} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}, E_{III} = 0)$$

(2) 이 때, 평행판 축전기에 저장된 에너지와 에너지 밀도를 주어진 변수들 (ϵ_0, σ, A, d)을 이용하여 나타내시오. [5점]

$$\Delta V = \int E dr = \int \frac{\sigma}{\epsilon_0} dr = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \int dr = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{\left(\frac{Qd}{\epsilon_0 A}\right)} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \left(\epsilon_0 \frac{A}{d}\right) \left(\frac{\sigma}{\epsilon_0} d\right)^2 = \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} (Ad)$$

$$u = \frac{U}{\text{부피}} = \frac{U}{Ad} = \frac{\frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} (Ad)}{(Ad)} = \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0}$$

$$(U = \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} (Ad), u = \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0})$$

(3) 평행판 축전기에서 두 평행판 간 서로 작용하는 힘을 구하시오. [5점]

$$F = -\frac{\partial U}{\partial d} = -\frac{\partial}{\partial d} \left(\frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} Ad \right) = -\frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} A$$

or

$$F = qE = q_- E_+ = (-\sigma A) \left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \right) = -\frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} A$$

(-)부호는 인력을 의미

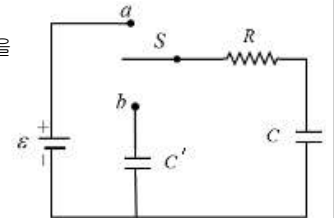
$$(F = -\frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} A \text{ (인력)})$$

[2006년 2학기 중간고사 7,8번] - 예제 18.8 참고

[2005년 2학기 중간고사 5,6번] - 연습문제 18.7, 18.10, 18.11, 18.19 참고

[주관식 7] [20점]

우측의 회로를 보고 회로에 주어진 변수들을 이용하여 다음 질문에 답하시오.



(1) 스위치 S 를 a 단자에 연결하고 충분한 시간이 흐를 때까지 건전지가 한 일은 얼마인가? [5점]

$$W_{\text{전전지}} = Q\epsilon = (C\epsilon)\epsilon = C\epsilon^2 \quad (W_{\text{전전지}} = C\epsilon^2)$$

(2) 스위치 S 를 a 단자에 연결하고 충분한 시간이 흐를 때까지 저항체를 통하여 잃어버린 총 전기에너지는 얼마인가? [5점]

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{\epsilon}{R} e^{-t/RC} = I_0 e^{-t/RC}, \quad P = iV = i^2 R = \frac{V^2}{R}$$

$$P_{\text{저항}} = \frac{dW_{\text{저항}}}{dt} = i^2_{\text{저항}} R = (I_0 e^{-t/RC})^2 R = \left(\frac{\epsilon}{R} e^{-t/RC} \right)^2 R = \frac{\epsilon^2}{R} e^{-2t/RC}$$

$$W_{\text{저항}} = \int dW_{\text{저항}} = \int P_{\text{저항}} dt = \int_{t=0}^{t=\infty} \frac{\epsilon^2}{R} e^{-2t/RC} dt$$

$$= \frac{\epsilon^2}{R} \int_{t=0}^{t=\infty} e^{-2t/RC} dt = \left(-\frac{RC}{2} \right) \frac{\epsilon^2}{R} [e^{-2t/RC}]_{t=0}^{t=\infty}$$

$$= -\frac{C\epsilon^2}{2} (0-1) = \frac{1}{2} C\epsilon^2 = \frac{1}{2} Q\epsilon = \frac{1}{2} W_{\text{전전지}}$$

$$(W_{\text{저항}} = \frac{1}{2} C\epsilon^2)$$

(3) 이제 스위치 S 를 b 단자에 연결하고 충분한 시간이 흐른 후 축전기 C' 의 양 판 사이의 전위차는 얼마인가? [5점]

$$q + q' = Q \Rightarrow q + q' = C\epsilon \Rightarrow C = \frac{q + q'}{\epsilon}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V = \frac{q}{C} \\ V' = \frac{q'}{C'} \end{array} \right. \Rightarrow V = V' \Rightarrow \frac{q}{C} = \frac{q'}{C'} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{q'}{q}$$

$$V' = V = \frac{q}{C} = \frac{q}{q + q'} \epsilon = \frac{1}{\frac{q + q'}{q}} \epsilon = \frac{1}{1 + \frac{q'}{q}} \epsilon = \frac{1}{1 + \frac{C'}{C}} \epsilon = \frac{C}{C + C'} \epsilon$$

$$(V' = \frac{C}{C + C'} \epsilon)$$

(4) 이제 스위치 S 를 b 단자에 연결하고 충분한 시간이 흐른 후 축전기 C' 에 남아있는 전기 에너지는 얼마인가? [5점]

$$U' = \frac{1}{2} \frac{q'^2}{C'} = \frac{1}{2} q' V' = \frac{1}{2} C' V'^2 = \frac{1}{2} C' \left(\frac{C}{C + C'} \epsilon \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{C' C^2}{(C + C')^2} \epsilon^2$$

$$(U' = \frac{1}{2} \frac{C' C^2}{(C + C')^2} \epsilon^2)$$

<수고하셨습니다.>