

(표지페이지 : 수기작성할 것)

일반물리학실험2 기말과제 서약서

학과 : 국방정보공학과

학번 : 2020032306

이름 : 송한경

이메일 : smk3808@naver.com

전화번호 : 010 2295 7969

제출일 : 2020년 12월 16일

담당교수 : 오혜근 교수님

<서약서>

본인은 2020년 2학기 일반물리학2 기말과제를 진행하면서 어떠한 형태에 의한 타인의 도움 없이 본인 스스로의 노력으로서만 과제물을 성실하게 작성할 것임을 서약하며, 만약 이를 위배한 부정행위가 있을 경우 학칙에 따라 그에 따른 책임을 질 것임을 서약합니다.

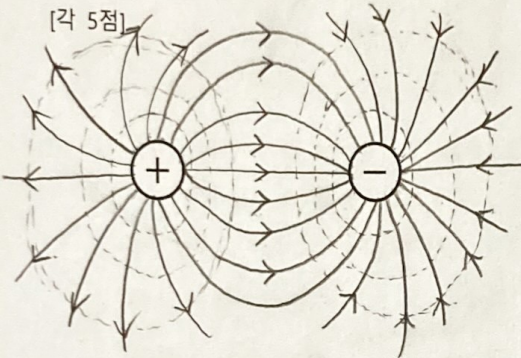
2020년 12월 16일 송한경 송한경

* 모든 유도과정에는 중간 과정이 생략되어선 안됩니다.

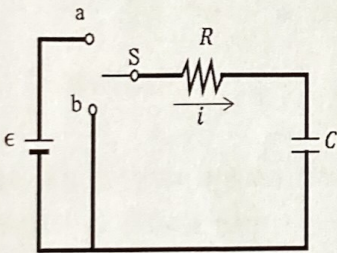
** 모든 답은 소수점 둘째자리에서 반올림하시오.

*** 문제가 이해되지 않는 부분은 조교에게 마음껏 물어보세요.

1. 다음은 크기가 같은 양전하와 음전하를 나타낸 그림이다. 두 점전하가 형성하는 전기력선과 등전위선을 각각 실선과 점선으로 그리시오.



2. 다음과 같이 축전기와 저항으로 이루어진 회로를 구성하였다. 이때, 문제 [1]-[3]에 답하시오.



- [1] 위 회로에서 축전기가 충전되는 동안 (S→a) 축전기 양극판에 쌓이는 전하량 $q(t)$ 는 $q(0) = 0$ 이면, $q(t) = C\epsilon(1 - e^{-t/RC})$ 을 만족한다. 이때, 축전기 사이의 퍼텐셜차 (V_C) 와 저항 사이의 퍼텐셜차 (V_R) 를 구하시오. [각 2점, 총 4점]

$$\textcircled{1} V_C = \frac{q}{C} = \epsilon(1 - e^{-t/RC})$$

$$\textcircled{2} V_R = iR = \epsilon e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$(i = \frac{dq}{dt} = \left(\frac{\epsilon}{R}\right)e^{-\frac{t}{RC}})$$

- [2] 저항 R 의 크기가 $10 \text{ k}\Omega$ 이고 축전기 C 의 크기가 $100 \mu\text{F}$ 일 때, 시간 상수를 구하시오.

[4점]

$$\tau = RC \text{ 이므로}$$

$$\tau = RC$$

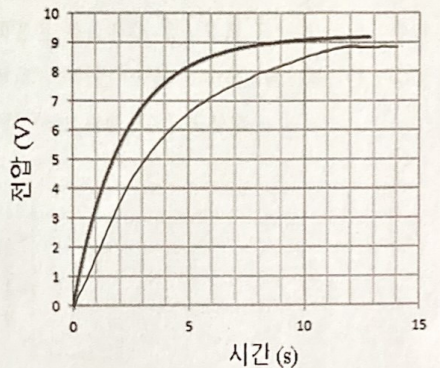
$$= 10 \text{ k}\Omega \times 100 \mu\text{F}$$

$$= 10 \times 10^3 \Omega \times 100 \times 10^{-6} \text{ F}$$

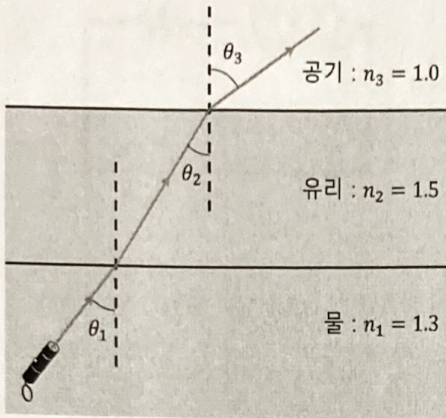
$$= 1 \text{ s}$$

[1s]

- [3] 저항 R 의 크기가 $4 \text{ k}\Omega$ 일 때, 시간에 따른 축전기의 충전 그래프이다. R 을 $6 \text{ k}\Omega$ 으로 증가시켰을 때, 시간에 따른 축전기의 충전 그래프를 아래 그림에 그리시오. [2점]



3. 다음 그림은 레이저를 어항 속에서 밖으로 쏘았을 때의 빛의 경로를 나타낸 그림이다. 이때, 문제 [1], [2]에 답하시오.



- [1] 레이저의 입사각 θ_1 이 30° 일 때, 최종적으로 투과하는 빛의 각도 θ_3 을 구하시오. [5점]

빛의 법칙 : $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

$$\begin{cases} \sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \\ \sin \theta_3 = \frac{n_2}{n_3} \sin \theta_2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \sin \theta_3 &= \frac{n_2}{n_3} \times \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \frac{n_1}{n_3} \sin \theta_1 \\ &= \frac{1.3}{1.0} \times \sin 30^\circ = 0.65 \end{aligned}$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(0.65) = 40.5^\circ$$

40.5°

- [2] 유리-공기 경계면에서 전반사가 일어나기 위한 입사각 θ_1 을 구하시오. [5점]

$$\theta_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.0}{1.5}$$

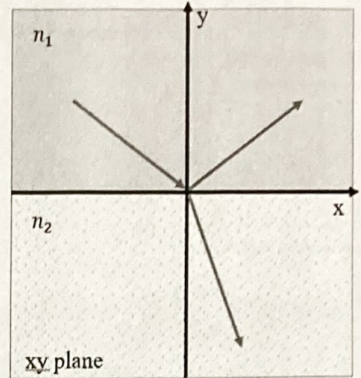
$$\begin{aligned} \sin \theta_1 &= \frac{n_2}{n_1} \sin \theta_2 \\ &= \frac{1.5}{1.3} \times \frac{1.0}{1.5} = \frac{1}{1.3} \end{aligned}$$

$$\therefore \theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.3}\right) = 50.3^\circ$$

50.3°

4. 주어진 문제 [1], [2]에 답하시오.

- [1] 다음 그림에서 x 축, y 축, xy 평면이 의미하는 바를 [보기]에서 고르시오.



[보기]

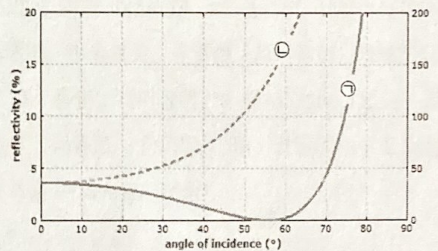
경계면, 편광면, 광축, 입사면, 단층, 법선

x 축 [1점] : 경계면

y 축 [1점] : 법선

xy 평면 [3점] : 입사면

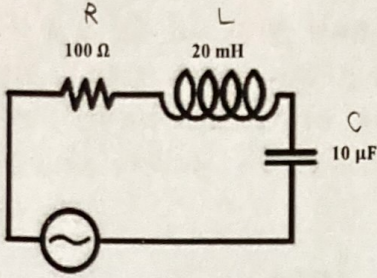
- [2] 다음 그래프는 입사각을 바꿔가며 반사율을 측정한 결과이다. 입사면과 평행한 빛을 P파라 하고 수직인 빛을 S파라 할 때, ㉠, ㉡에 해당하는 파를 각각 쓰시오.



㉠ [2.5점] : P파

㉡ [2.5점] : S파

5. 다음의 회로를 구성했을 때, 문제 [1]-[3]에 답하시오.



- [1] 주파수가 3 kHz 이고 V_{pp} 는 5 V 인 사인파를 신호발생기로 가했을 때, 회로의 임피던스 값을 구하시오. [4점]

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2}$$

$$= \sqrt{(100\Omega)^2 + \left(2\pi(3\text{kHz})(20\text{mH}) - \frac{1}{2\pi(3\text{kHz})(10\mu\text{F})}\right)^2}$$

$$= 384.9\Omega$$

$$\boxed{384.9\Omega}$$

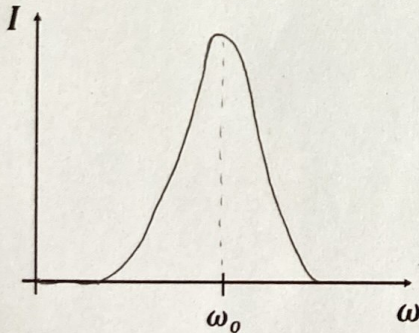
- [2] 이 회로에서의 공진주파수 (ω_0)를 구하시오. [3점]

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{20\text{mH} \cdot 10\mu\text{F}}}$$

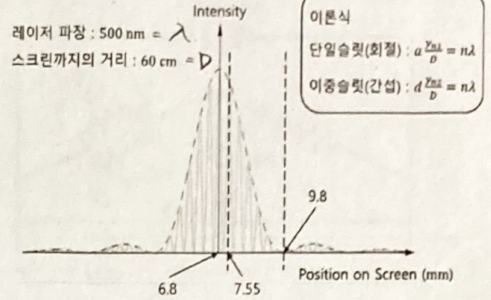
$$= \frac{1}{\sqrt{20 \times 10^{-3} \text{H} \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{F}}} = 2236.1\text{Hz}$$

$$\boxed{2236.1\text{Hz}}$$

- [3] 이 회로에서의 주파수에 따른 전류 그래프를 그리시오. (ω_0 는 공진주파수를 의미한다.) [3점]



6. 다음은 이중 슬릿 실험을 통해 얻은 결과 그래프이다. 아래 실험에서 사용한 (1) 슬릿 폭 (a)과 (2) 슬릿 간격 (d)을 구하시오. [10점]



$$(1) a = \frac{D}{y_{n1}} n\lambda = \frac{6 \times 10^2 \text{mm}}{(9.8 - 6.8) \text{mm}} \times 1 \times 500 \times 10^{-6} \text{mm}$$

$$= 0.1 \text{mm}$$

$$(2) d = \frac{D}{y_{n2}} n\lambda = \frac{6 \times 10^2 \text{mm}}{(1.55 - 6.8) \text{mm}} \times 1 \times 500 \times 10^{-6} \text{mm}$$

$$= 0.4 \text{mm}$$

- 지레비가 1 mm : 0.000002321 m 인 마이켈슨 간섭계에서 마이크로미터를 3 mm 움직인다. 이 때 간섭무늬 개수가 25 개 이동했다면 실험에 사용된 레이저의 파장 λ 을 구하시오. (단, 레이저의 파장은 반드시 nm 로 쓰시오.) [10점]

$$\lambda = \frac{2d}{n} = \frac{2 \times 3 \times 0.002321 \text{mm}}{25} \times \frac{10^6 \text{nm}}{1 \text{mm}}$$

$$= 557 \text{nm}$$

$$\boxed{557 \text{nm}}$$

8. 도선으로 100 회 감긴 코일이 있다. 코일은 가로, 세로의 길이가 각각 10, 20 cm 인 직사각형이며, 코일면에 수직으로 균일한 자기장이 가해진다. 0.5 초 동안 자기장이 0 에서 500 Gauss 로 일정한 비율로 증가할 때 코일에 유도되는 기전력을 구하시오. [10점]

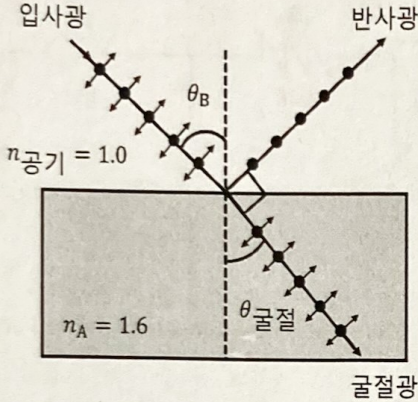
$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt} = -NA \frac{dB}{dt}$$

$$= -100 \times (0.1 \text{m})(0.2 \text{m}) \times \frac{500 \times 10^{-4} \text{T}}{0.5 \text{s}}$$

$$= -0.2 \text{V}$$

$$\boxed{-0.2 \text{V}}$$

9. 다음 그림은 비편광된 빛을 물질 A로 입사시켰을 때, 빛의 경로를 나타낸 그림이다. 브루스터 각 θ_B 로 빛을 입사시키면, 반사광의 편광 방향이 S 파로만 관측된다. 이때, θ_B 를 구하시오. (빛이 브루스터 각으로 입사하는 경우 반사광과 굴절광이 수직이라는 것이 실험적으로 밝혀져 있다.) [10점]



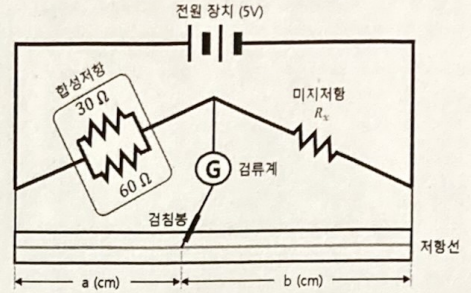
$$\text{브루스터 각} : \theta_B = \tan^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$\therefore \theta_B = \tan^{-1}\left(\frac{1.6}{1.0}\right)$$

$$= 58^\circ$$

$$\boxed{58^\circ}$$

10. 다음은 휘트스톤브릿지 실험의 회로도이다. 검류계에 흐르는 전류가 0일 때, 저항선 길이의 비가 $a:b=1:2$ 이다. 문제 [1], [2]에 답하시오.



- [1] 합성저항의 크기를 구하시오. [5점]

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \text{ 에서,}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{30\Omega} + \frac{1}{60\Omega} = \frac{1}{20\Omega}$$

$$\therefore R = 20\Omega$$

$$\boxed{20\Omega}$$

- [2] 미지저항의 크기를 구하시오. [5점]

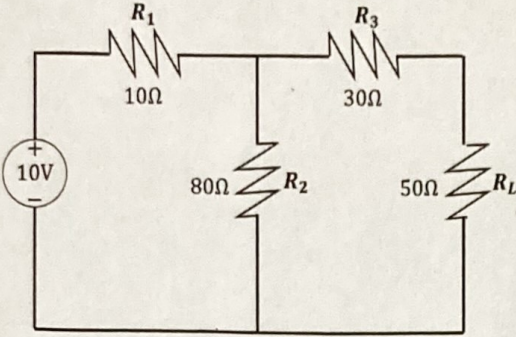
$$R_x = \frac{b}{a} R$$

$$= 2 \cdot 20\Omega$$

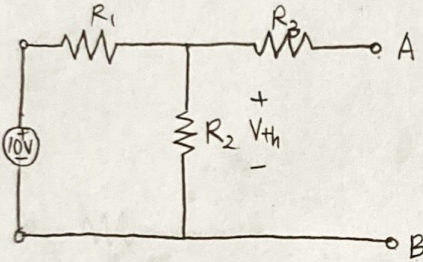
$$= 40\Omega$$

$$\boxed{40\Omega}$$

11. 아래와 같은 회로가 있을 때 R_L 에 흐르는 전류와 가해지는 전압을 테브난의 정리(Thevenin's theorem)와 일반물리학실험2 멀티미터와 오실로스코프 실험에서 배운 방법을 이용해 구하고, 그 과정을 서술하시오. 단, 테브난의 정리는 외부 문헌을 참고 하시오.



① 구하고자 하는 부위의 회로를 개방시킨다.



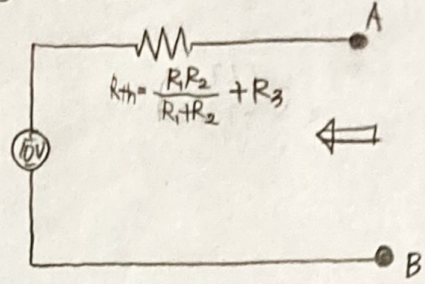
A, B 양단에 걸리는 전압이 V_{th} 를 의미한다.

이때, R_L 이 개방되어 있으므로 R_2 에 걸리는 전압이 V_{th} 와 동일하다.

$$\begin{aligned} \therefore V_{th} &= \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s = \left(\frac{80\Omega}{10\Omega + 80\Omega} \right) \times 10V \\ &= \frac{80}{9} V \end{aligned}$$

따라서, R_L 에 가해지는 전압은 $\frac{80}{9}V$ 이다.

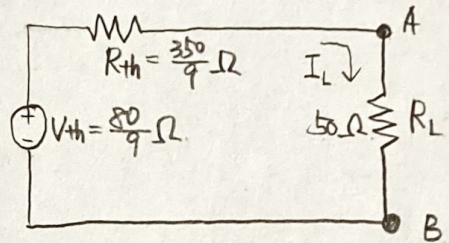
② 회로 단순화



회상표 방향으로 바라본 상태에서 총 저항을 계산해 R_{th} 를 구한다.

$$\begin{aligned} R_{th} &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{10\Omega \times 80\Omega}{10\Omega + 80\Omega} + 30\Omega \\ &= \frac{350}{9} \Omega \end{aligned}$$

③ 회로를 V_{th} , R_{th} 로 대체하고 전류 구하기.



$$I_L = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L} = \frac{\frac{80}{9}\Omega}{\frac{350}{9}\Omega + 50\Omega}$$

$$= 0.1A$$

$$\begin{aligned} V_L &= V_{th} \times \frac{R_L}{R_L + R_{th}} = \frac{80}{9}\Omega \times \frac{50\Omega}{50\Omega + \frac{350}{9}\Omega} \\ &= 5V \end{aligned}$$

$\therefore R_L$ 에 흐르는 전류 (I_L) = 0.1A
 R_L 에 가해지는 전압 (V_L) = 5V

한 학기 동안 수고 많으셨습니다 ☺