

물리 2 및 실험 기말시험

학과

학번

이름

점수

학기: 2013년 2학기

일시: 2013. 12. 17 (화) 오후 7:00~8:00

[학습성과 1 : 70%, 학습성과 4 : 30%]

*주의사항: 1. 특별한 지시가 없는 한, **모든** 주관식 문제의 풀이과정을 논리정연하게 보여야함
2. 계산기는 쓰지 말 것 3. 뒷면에도 문제가 있음 4. 난이도는 주관적일 수 있음

1. 다음 각각의 문장이 맞으면 ○, 틀리면 X로 표시하라.
(30점, 난이도 중)

(가) 저항값이 R_1 과 R_2 인 저항기가 직렬로 연결되어 있다. $R_1 \gg R_2$ 이면 등가저항은 근사적으로 R_1 이다. (○)

$R_1 + R_2 \sim R_1$

(나) 저항기에 흐르는 전류가 3배가 되면 저항기에서 소모되는 일률도 3배가 된다. (X)

$P = I^2 R$, 9배

(다) RC회로에서 시상수는 축전기의 전하량이 초기전하량의 반으로 줄어드는데 걸리는 시간이다. (X)

$1/e \sim 0.37$ 로 줄어드는데 걸리는 시간

(라) 자기장 안에서 정지해 있던 전자는 자기장이 증가하면 힘을 받아 움직이기 시작한다. (○)

(마) 같은 방향으로 전류가 흐르는 근접한 두 도선은 서로 당긴다. (○) **당김.**

(바) 막대자석을 구리로 만든 긴 수직관 속에 떨어뜨리면 일정한 가속도를 가지고 떨어진다. (X)

(사) 자기장이 있는 영역에 자기장의 방향과 평행하게 입사된 전하를 띤 입자는 등속도 운동을 한다.(○)

힘을 받지 않으므로, 당김

(아) 일정한 전류가 흐르는 고리도선의 중심에서의 자기장은 모두 상쇄되어 영(zero)이다. (X)

(자) 자기선속 변화에 의해 생기는 기전력은 전도 경로가 없어도, 혹은 전류가 흐르지 않아도 존재한다. (○) **책의 표현 그대로...**

(차) 일정한 전류가 흐르는 전선 옆에 놓인 원형 도선은 전류가 감소하는 순간 전선 방향으로 힘을 받는다. (○)

(카) 빛은 반사와 굴절 과정에서 진동수 변화는 없다. (○) **ok**

(타) 산란된 빛은 진행하는 방향으로 편광된다. (X)

(파) 광섬유는 내부 전반사를 이용하는 것으로 굴절률이 작고 가벼운 소재가 좋다. (X)

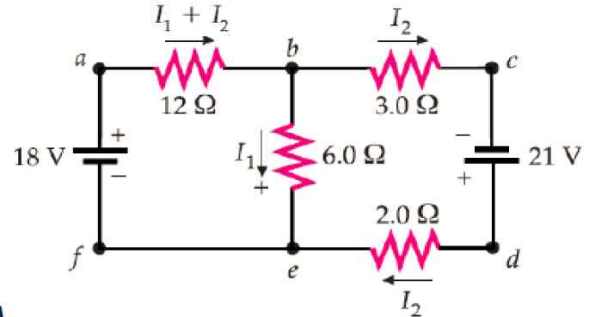
굴절률이 커야 임계각이 작고, 입사각이 임계각보다 큰 모든 입사광은 전반사를 한다.

(하) 동일한 진동수와 파장을 갖는 결맞은 두 빛의 위상차가 360도의 정수배가 되면 중첩된 빛의 세기는 각 빛의 세기의 두 배가 된다. (X)

빛의 세기는 진폭의 제곱에 비례하므로, 위상차가 360도가 되는 빛이 보강간섭으로 진폭이 두배가 되면 빛의 세기는 4배가 된다.

(까) 굴절률이 1보다 큰 물질에서는 빛의 속도가 진공에서보다 느리다 (○) $n = c/v$, $v = c/n$

2. 아래 회로에 키르히호프법칙을 적용하여 답하시오.(난이도 중 20점)



(가) 고리 abefa와 bcdeb에서의 고리규칙의 식을 쓰시오.

abefa : $-12(I_1 + I_2) - 6I_1 + 18 = 0$

bcdeb : $-3I_2 + 21 - 2I_2 + 6I_1 = 0$

(나) (가)의 식으로부터 저항 6Ω 와 3Ω 흐르는 전류의 크기와 방향을 각각 구하시오.

$I_1 = 1A$, **윗 방향**, $I_2 = 3A$, **오른쪽 방향**

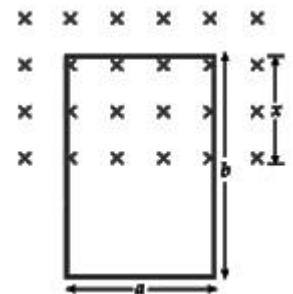
(다) 저항 12Ω 에 걸린 전압을 구하시오.

$V = 12 \times (-1 + 3) = 24V$

(라) 오른쪽 21V 전전지가 1pF의 축전기로 교체되고 충분한 시간이 흐른 후 저항 12Ω 에 흐르는 전류를 구하시오.

시간이 흘러 축전기가 충분히 충전이 되면 저항이 무한대이므로, 등가저항 = $12\Omega + 6\Omega$, $I = 18V/18\Omega = 1A$. 그러므로 저항 12Ω 에 흐르는 전류는 1A. 감은 수 $N=80$ 회, 가로 $a=20.0$ cm, 세로 $b=30.0$ cm인 직사각형 코일의 절반이 지면을 향하는 $B=0.5$ T인 자기장 속에 놓여 있다. 코일의 저항 R 은 10.0 Ω 이고 $x=15.0$ cm이다. (난이도 중 20점)

3. (가) 자기장이 1초 동안 0.5T에서 1.0 T로 증가하였다. 이때 유도전류의 크기와 방향을 구하라.



$$\epsilon = - \frac{d\Phi_m}{dt} = - N a x \frac{dB}{dt} = - 80 \times 0.2 \times 0.15 \times 0.5 = - 1.2 V$$

$$I = \frac{\epsilon}{R} = 0.12 A, \text{ 반시계 방향}$$

면적벡터의 방향을 정의할 때 2가지 불명확성이 있으므로 기전력의 계산결과에서는 부호가 큰 의미 없음.

(나) 이후 자기장이 1.0 T인 정자기장 상태에서 코일이 2.0 m/s로 오른쪽으로 움직일 때 유도전류의 크기와 방향을 구하라.

$$I=0$$

(다)같은 속력으로 아래쪽으로 움직일 때 유도전류의 크기와 방향을 구하라.

$$\epsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -NBa\frac{dx}{dt} = NBav = -80 \times 1 \times 0.2 \times 2 = -32 \text{ V}$$

$$I = \frac{\epsilon}{R} = 3.2 \text{ A, 시계방향}$$

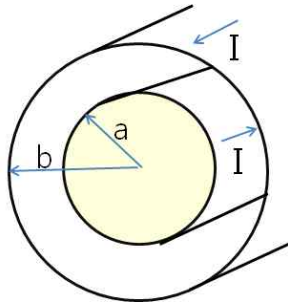
면적벡터의 방향을 정의할 때 2가지 불명확성이 있으므로 기전력의 계산결과에서는 부호가 큰 의미 없음.

(라) 위의 (다) 경우에 N번 감긴 직사각형 코일이 받는 힘의 크기와 방향을 구하라.

$$F = IaB = (80 \times 3.2) \times 0.2 \times 1 = 51.2 \text{ N, 위쪽방향}$$

4. 반지름이 b인 무한히 길고 얇은, 금속 파이프를 따라 그림과 같은 방향으로 일정한 전류 I가 흐른다. 그 내부에는 반경이 a인 굵은 도선을 따라 전류 I가 도선의 단면에 골고루 분포되어 반대방향으로 흐른다. 다음에 답하라.

(난이도 중, 10점)



(가) 내부의 굵은 도선 안에서의 ($r < a$) 자기장의 크기와 방향을 구하라.

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C ; \oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = B 2\pi r ; I_C = \frac{r^2}{a^2} I$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a^2} r$$

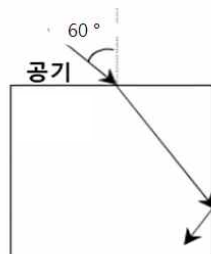
시계방향

(나) 전체 도선 외부의 ($r > b$) 자기장의 크기와 방향을 구하라.

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C ; \oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = B 2\pi r ; I_C = I + (-I) = 0$$

$$B = 0$$

5. 그림과 같이 공기 중에서 정육면체 모양의 어떤 투명블록의 윗면에 60° 의 각도로 빛이 입사하여 굴절된 후, 블록의 우측면에서 전반사가 일어나려면 이 투명블록의 굴절률은 최소한 얼마 이상이어야 하는가? (단, 공기의 굴절률은 1이다.) [10점] [난이도 상]



이하 투명블록은 유리라 칭함.

$$n_{\text{공기}} \sin 60^\circ = n_{\text{유리}} \sin \theta_r$$

$$\sin \theta_r = \sin 60^\circ \frac{n_{\text{공기}}}{n_{\text{유리}}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{1}{n_{\text{유리}}}$$

$$n_{\text{유리}} \sin (90^\circ - \theta_r) = n_{\text{공기}} \sin 90^\circ$$

$$n_{\text{유리}} \cos \theta_r = 1 \Rightarrow \cos \theta_r = \frac{1}{n_{\text{유리}}}$$

$$\sin^2 \theta_r + \cos^2 \theta_r = 1$$

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{1}{n_{\text{유리}}} \right)^2 + \left(\frac{1}{n_{\text{유리}}} \right)^2 = 1$$

$$\left(\frac{3}{4} + 1 \right) \frac{1}{n_{\text{유리}}^2} = 1$$

$$n_{\text{유리}} = \frac{\sqrt{7}}{2}$$

6. 단일 슬릿 회절 무늬를 보여주는 실험에서 파장 700 nm인 레이저 빛이 0.2 mm 폭의 슬릿을 통과하여 6.0 m 떨어진 스크린에 도달한다. (난이도 중 10점)

(가) 스크린에서 중앙 회절 극대 무늬의 폭을 구하여라. 즉 중앙 회절 극대 무늬의 왼쪽의 첫 번째와 오른쪽에서 첫 번째 최소 사이거리를 구하여라.

$$\frac{y_1}{L} = \frac{\lambda}{a}, \quad 2y_1 = 2\lambda L/a = 2 \times 700 \times 10^{-9} \times 6/0.2 \times 10^{-3} = 4.2 \times 10^{-2} \text{ m} = 4.2 \text{ cm}$$

(나) 이후 이 슬릿으로부터 1 mm 떨어진 곳에 폭이 같은 슬릿을 하나 더 열어서 간섭무늬를 관찰하였다. 중앙회절 무늬에서 총 몇 개의 밝은 간섭무늬를 관찰 할 수 있는가?

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{d}, \sin \theta_m = \frac{m\lambda}{d} = \frac{\lambda}{a}, \quad m = 10^{-3}/0.2 \times 10^{-3} = 5, \quad N = (2m - 1) = 9 \text{ 개}$$

<수고하셨습니다.>