

# 물리 2 및 실험 중간시험

학과

학번

이름

점수

학기: 2014년 2학기

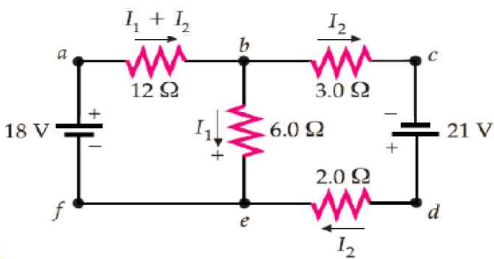
일시: 2014. 12. 15 (월) 오후 7:00~8:00

[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

- 다음 각각의 문장이 맞으면 ○, 틀리면 X로 표시하라. (각3점, 총30점, 난이도 중)
  - (가) 자기장이 전하에 해주는 일은 영(zero)이다. ----(○)
  - (나) 서로 반대 방향으로 전류가 흐르는 평행한 두 직선 도선 사이에는 척력이 작용한다. -----(○)
  - (다) 변의 길이가  $L=2R$ 인 정사각형 고리와 반지름  $R$ 인 원형고리에 같은 크기의 전류가 흐르면 원형고리 중심의 자기장의 세기가 더 크다. -----(○)
  - (라) 솔레노이드 코일을 감은 횟수가 2배가 되면 자기전속이 2배가 된다. -----(x)
  - (마) 전반사는 굴절율이 작은 매질에서 큰 매질로 빛이 진행할 때 일어난다. -----(x)
  - (바) 발전기 회로에서는 코일의 역학적 에너지가 전기에너지로 바뀐다. -----(○)
  - (사) 플라스틱 관을 통해 자유낙하 하는 자석은 구리관을 통해 떨어지는 자석보다 천천히 떨어진다. -----(x)
  - (아) 신기루는 공기의 밀도차이에 의해 일어나는 빛의 난반사 현상이다. -----(x)
  - (자) 두 물질의 경계면에서 일어나는 빛의 굴절 과정에서 진동수는 변하지 않는다. -----(○)
  - (차) 매질에서의 굴절률은 항상 1보다 크다. -----(○)

- 아래 회로에 키르히호프법칙을 적용하여 답하시오. (난이도 중 15점)



- 고리 abefa와 abcdefa에서의 고리규칙의 식을 쓰시오.(5점)

$$-12\Omega(I_1 + I_2) - 6\Omega I_1 + 18V = 0,$$

$$-12\Omega(I_1 + I_2) - 3\Omega I_2 + 21V - 2\Omega I_2 + 18 = 0$$

- (가)의 식으로부터 저항  $3.0\Omega$ 에 흐르는 전류의 크기와 방향을 구하시오.(5점)

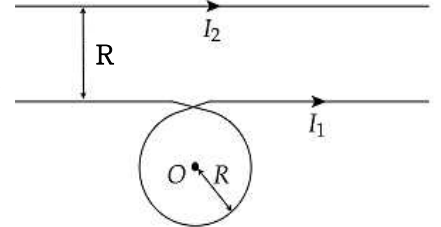
단순한 계산 문제,  
연립방정식을 풀면  $I_2 = 3A$

- 위 회로에서 왼쪽 18V 건전지를 1pF의 축전기로 교체하고 충분한 시간이 흐른 뒤  $6\Omega$ 에 흐르는 전류를 구하시오.(5점)

$$I = 21V / (3\Omega + 2\Omega + 6\Omega) = (21/11)A$$

- 다음의 그림과 같이 두께를 무시할 수 있는 두 개의 무한도선(직선, 직선+원형 고리)에 전류  $I_2$  과  $I_1$ 가 흐르고 있다.(난이도 중15점)

- (가) 앙페르의 법칙을 이용하여 전류  $I_2$ 가 도선에서  $r$  떨어진 곳에 만드는 자기장의 세기를 구하라.(5점)



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

$$B = \frac{\mu_0 I_2}{2r}$$

- (나) 전류  $I_1$  &  $I_2$ 가 반지름  $R$ 의 원형 고리 중심에 만드는 자기장의 크기 및 방향을 하시오. 참고로 원형고리전류가 중심에 만드는 자기장의 세기는  $B = \mu_0 I / 2r$  이다. (5점)

$$B = \frac{\mu_0 I_2}{4\pi R} + \frac{\mu_0 I_1}{2\pi R} + \frac{\mu_0 I_1}{2R}$$

방향은  $\otimes$

- (다) 이제  $I_2$  전류의 방향이 바뀌었다고 가정하자. 원형고리의 중심에서의 자기장이 0(zero)이 되도록 하는 전류  $I_2$ 의 값을 구하라.(5점)

$$B = -\frac{\mu_0 I_2}{4\pi R} + \frac{\mu_0 I_1}{2\pi R} + \frac{\mu_0 I_1}{2R} = 0,$$

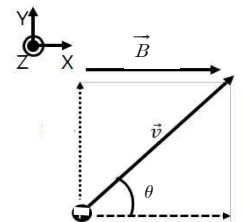
$$I_2 = 2(1 + \pi)I_1$$

- x-방향으로 일정한 자기장  $\vec{B} = B\hat{x}$ 가 형성되어 있는 영역에서 질량이  $m$ 이고, 전하량  $(-e)$ 를 갖는 전자가 자기장과  $\theta$ 의 각도를 이루고  $v$ 의 속력으로 운동을 시작했다고 하자. (난이도 하 15점)

- (가) 전자가 힘을 받는 방향은?(5점)

$$\vec{F} = (-e)\vec{v} \times \vec{B},$$

$$\hat{F} = \hat{z}$$



- (나) 전자의 나선형 궤도의 주기를 구하여라. (5점)

$$ev_{\perp} B = \frac{mv_{\perp}^2}{r}, v_{\perp} = \frac{eBr}{m}$$

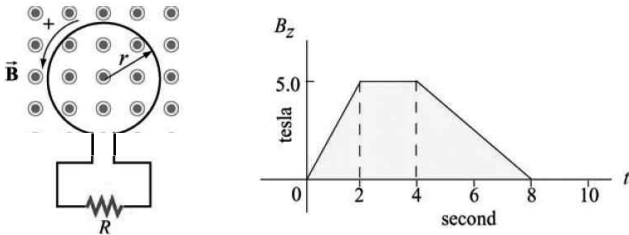
$$T = \frac{2\pi r}{v_{\perp}} = \frac{2\pi m}{eB}$$

<3번문제 계속>

(다) 한번 주기 운동할 때 전자가 x축 방향으로 나아간 거리는 얼마인가?(5점)

$$\Delta x = v_{\parallel} \times T = \frac{2\pi m}{eB} v \cos \theta$$

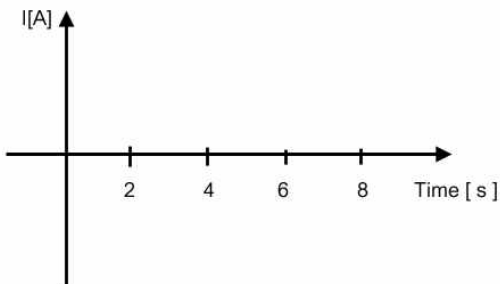
5. 일정한 자기장 B가 수직으로 작용하는(+ Z축 방향) 영역에 그림과 같은 저항을 무시할 수 있는 금속 고리가 놓여 있다. 이때 자기장은 그래프와 같이 시간에 따라 변한다고 하자. 고리 면적은  $\pi r^2 = 0.8 \text{ m}^2$ 이고 저항  $R=2 \text{ } \Omega$  과 연결되어 있다. (난이도 상 15점)



(가) 각 시간 영역에서 회로에 유도되는 전류를 구하고, 그래프로 나타내어라. 이때 전류의 부호는 그림에서 표시된 것처럼 반시계 방향을 ‘+’로 하자. (5점)

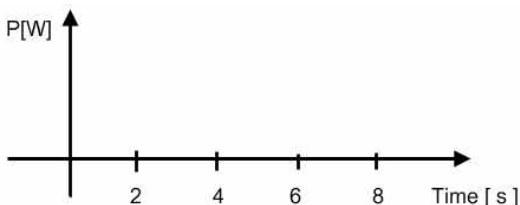
$$\varepsilon = -A \frac{dB}{dt} = -0.8 \times \left[ \frac{5}{2}, 0, -\frac{5}{4} \right] = [-2, 0, 1] \text{ V},$$

$$I = \varepsilon / R = [-2, 0, 1] / 2 = [-1, 0, 0.5] \text{ A}$$



(나) 각 시간 영역에 대하여, 저항에서 소비되는 전력을 구하고, 그래프로 나타내어라. (5점)

$$P = \varepsilon I = [2, 0, 0.5] \text{ W}$$



(다) 위의 과정들을 통해 저항에서 줄열(Joule heating)로 발생하는 총 열에너지를 구하라. (5점)

$$E = \int P dt = 2 \times 2 + 0.5 \times 4 = 6 \text{ J}$$

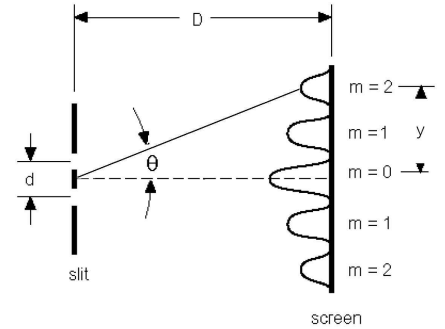
6. LASER가 이중슬릿을 통과하여 간섭무늬가 생겼다. 슬릿간의 간격이 0.1mm, 각 슬릿의 폭이 0.04mm이다. 슬릿과 스크린 사이의 거리는 2m이다.(난이도 하 10점)

(가)  $m=2$ 에 밝은

무늬가 생겼는데 가운데 가장 밝은 지점으로부터 거리를 측정하니

26.6 mm였다.

‘ $\theta$ 가 매우 작다’라는 사실로부터 근사식을 이용하여 이 LASER의 파장을 구하라.



$$d \sin \theta \approx d \tan \theta = d \frac{y}{D} = m \lambda$$

$$d = \frac{m \lambda D}{y}$$

$$\lambda = \frac{dy}{mD} = \frac{(0.1 \times 10^{-3}) \times (26.6 \times 10^{-3})}{2 \times 2}$$

$$= 0.665 \times 10^{-6} \text{ (m)} = 665 \text{ (nm)}$$

(나) 이 실험을 수조(water tank) 안에서 한다면, (가)에서 측정된 거리  $m=0$ 에서  $m=2$  까지의 거리의 값은 얼마가 되겠는가? 물의 굴절률은 1.33 이다.

$$d = \frac{m \tilde{\lambda} D}{\tilde{y}},$$

$$\tilde{y} = \frac{m \tilde{\lambda} D}{d} = \frac{m \lambda D}{n d} = y / n = 26.6 / 1.33 = 20.0 \text{ mm},$$