

2015학년도 수시모집 논술전형 논술고사 출제 영역 및 모범답안

시험유형	인문사회계	자연계
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 물리

1. 출제의도 및 문제해설

[문항 1] 축전기와 코일을 이용하면 교류신호의 공명을 이용하여 특정한 진동수의 교류 신호를 발생시킬 수 있다. 이러한 신호는 공기 중에서 전자기파의 형태로 전파되어 도체 안테나를 이용하여 전자기파를 수신할 수 있으며, 이를 바탕으로 정보를 전송하고 수신하는 무선통신을 할 수 있다. 교류 전기회로에서 저항이나 축전기, 코일을 이용하면 전류의 크기가 변화됨을 알게 하고, 특히 교류회로에서 축전기와 코일은 반대되는 진동수 특성을 나타냄을 이해하고 있는 정도를 측정하고자 하였다.

[문항 2] 태양광 에너지는 친환경 그린 에너지원으로 그 활용 범위가 점점 확장되고 있는 추세이다. 학생들이 반도체의 특성과 반도체 소자에 대한 개념을 바탕으로 태양전지 원리를 이해하는 능력을 측정하고자 하였다. 반도체를 이용한 태양전지의 기본특성은 넓은 의미로 광전효과를 응용한 것이다. 광전효과는 쬐어주는 빛의 에너지, 금속의 일함수, 광전자의 운동에너지 사이의 상호관계를 이용한 것이다. 학생들이 이로부터 에너지 보존법칙을 이용하여 상호관계를 이해하는 정도를 측정하고자 하였다. 또한, 방출된 광전자가 입자와 파동의 성질을 동시에 가질 수 있고, 전자의 운동에너지와 운동량을 제시하고 운동량과 파장 사이의 관계를 정량적으로 적용하여 이해하는 능력을 측정하고자 하였다. 반도체 접합 소자에서 전기장의 형성과 빛 에너지의 전기 에너지 전환 원리의 이해 정도를 측정하고자 하였다.

2. 종합평가 기준

문항	평가영역	평가내용	난이도	배점	출제영역	
					교과목	교과서 개념
1-1	지식	전자기파	하	5	물리1	전자기파와 파동의 전파
1-2	적용	전자기파의 수신	중	5	물리1	교류 회로와 전자기 신호
1-3	응용	전자기 유도	상	5	물리1	전자기 유도
1-4	이해	교류 회로	중	5	물리1	교류 회로
2-1	이해	물질의 구조와성질	중	6	물리1,2	광전효과
2-2	이해	양자현상	중	8	물리2	물질의 이중성
2-3	응용	에너지의발생	상	6	물리1,2	p-n 접합과 태양전지

모범답안

■ 모범답안

1-1>

정답 :

전기장의 진동 방향: y축 방향

이유 :

전자기파의 전기장 성분은 직선 안테나의 자유 전자에 전기력이 작용하여 수신장치의 안테나에 교류전류를 발생시킨다. 따라서 직선 안테나의 방향이 y축 방향으로 놓여있으므로 전기장의 진동 방향이 y축 방향일 때 가장 큰 신호가 수신된다.

1-2>

측정된 교류회로의 주기는 그림 (나)로부터 $T=2 \mu\text{s}$ 임을 알 수 있다.

공명 상태이므로 주기로부터

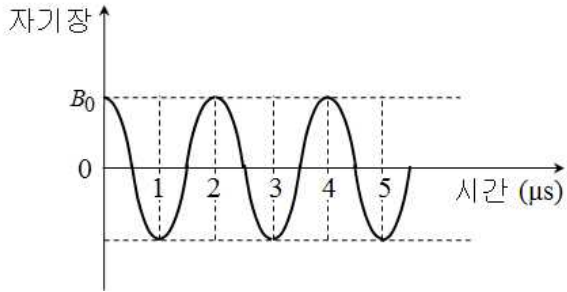
$$\begin{aligned} \text{수신회로의 고유진동수} : f &= \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \times 10^{-6} \text{ s}} \\ &= 5 \times 10^5 \text{ Hz} = 500 \text{ kHz} \text{ 를 구할 수 있다.} \end{aligned}$$

축전기 용량(C)은 수신회로의 고유진동수 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 로부터

$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} \text{ 으로 표현되고,} \\ &= \frac{1}{4 \times 10 \times (5 \times 10^5 \text{ Hz})^2 \times (1 \times 10^{-3} \text{ H})} \\ &= 1 \times 10^{-10} \text{ F} = 100 \text{ pF} \text{ 이다.} \end{aligned}$$

1-3>

정답 :

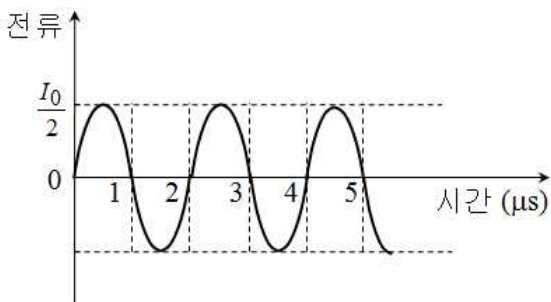


이유 : 안테나의 코일(L₁)에서의 자기장이 0인 지점이 2차 코일(L₂)의 자기력선속의 시간 변화가 가장 크게 변하기 때문에 유도 전류의 세기가 가장 크다. 반대로, 코일(L₁)에서의 자기장의 세기가 큰 지점에서 자기력선속의 시간 변화가 작기 때문에 유도 전류의 세기는 작다.

(참고: 패러데이 법칙에서 코일을 지나는 자기력선속(Φ)이 시간 Δt 동안에 $\Delta\Phi$ 만큼 변했을 때, 유도 기전력 $V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 로 주어진다.)

1-4>

정답:



이유: (1) 외부 신호에 공진된 상태에 있는 RLC 회로의 고유진동수는 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 로 주어짐으로 저항 값과 무관하다.

(2) 공명 상태의 RLC 회로에서 저항값이 2배로 증가하면 회로에 흐르는 교류 전류의 진폭은 반으로 줄어든다.

2-1>

정답:

▶ Na 금속판,

$$\text{▶ } E_k = h \frac{c}{\lambda} - W (= hf - W), 1.78 \text{ eV}$$

풀이과정)

방출된 광전자의 최대 운동에너지(E_k)는 입사광의 에너지($h \frac{c}{\lambda}$), 금속의 일함수(W)와 다음의 관계가 있다.

$$E_k = h \frac{c}{\lambda} - W (= hf - W) \quad (1)$$

여기서, h 는 플랑크 상수, f 는 단색광의 진동수, W 는 금속의 일함수, 그리고 λ 는 파장이다.

주어진 값을 식(1)에 대입하면,

$$E_k = h \frac{c}{\lambda} - W = (4.14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}) \times \frac{(3.0 \times 10^8 \text{ m/s})}{300 \times 10^{-9} \text{ m}} - W = 4.14 \text{ eV} - W \quad (2)$$

$$= 4.14 \text{ eV} - 2.36 \text{ eV} = 1.78 \text{ eV} \quad (W \text{ 에 Na 금속의 일함수를 대입하였음}) \quad (3)$$

[금속판들 중에서 Na(나트륨) 금속판의 일함수(2.36 eV)가 가장 작으며, 따라서 가장 큰 최대 운동에너지를 가진다.]

2-2>

정답:

▶ Zn 금속판

▶ 이유: $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$, 최대 운동에너지가 Na(나트륨) 금속보다 작은 Zn(아연) 금속이 가장 긴

드브로이 파장을 가진다. [일함수가 입사광의 에너지보다 큰 Cu(구리) 금속의 경우 광전자가 방출되지 않음]

폴이과정) 입자의 운동에너지(E_k)와 운동량(p)의 관계는 다음과 같다.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m} \quad -(1)$$

$p = \frac{h}{\lambda}$ 의 관계를 이용하여 식(1)을 파장으로 나타내면,

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} \quad -(2)$$

여기서, m 은 전자의 질량, h 는 플랑크 상수, 그리고 λ 는 드브로이 파장이다.

300 nm 단색광을 Cu(구리) 금속판에 쬐인 경우 입사에너지가 Cu(구리)의 일함수보다 작기 때문에 광전자가 방출되지 않는다. -(3)

따라서 식(2)의 관계에 의해, 최대 운동에너지가 Na(나트륨) 금속판보다 낮은 Zn(아연) 금속판이 가장 긴 드브로이 파장을 가진다. -(4)

2-3>

정답:

▶ 전기장은 c방향(아래 방향),

▶ 전자는 n형 반도체 방향(윗방향, 전기장의 반대방향), 양공은 p형 반도체 방향(아래 방향, 전기장의 방향)

이유:

접합영역의 전기장이 c방향(아래 방향)으로 형성되어 있기 때문에, 전자는 n형 반도체 방향(윗방향)으로 양공은 p형 반도체 방향(아래 방향)으로 이동한다.

폴이과정) p형과 n형 반도체를 접합하면 평형상태에서 접합영역이 형성되며, 이 영역에서 n형 반도체에서 p형 반도체 방향으로 전기장이 형성된다. 태양광을 반도체에 쬐인 경우 접합영역에서 전자·양공 쌍이 생성된다. 접합영역에서 c방향의 전기장에 의해 전자는 n형 반도체의 전극 방향(윗방향)으로 양공은 p형 반도체의 전극 방향(아래 방향)으로 이동하여 전구에 불이 들어온다.