문항카드 13. 논술전형 물리 오전 1번

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열1(물리, 오전) / 제시문, 1번	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	과학, 물리Ⅰ, 물리Ⅱ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리Ⅰ, 물리Ⅱ
	핵심개념 및 용어	쿨롱 법칙, 전기력, 알짜힘, 전하량, 힘의 방향
예상 소요 시간	15분 / 총 60분	

2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 1] 제시문 **[가]**에서 전하 F가 가운데 지점에서 움직이지 않는 d 값을 정하시오. 이렇게 정해진 d 와 함께 전하 F가 중앙에서 움직이지 않고 있던 상황에서 전하 J와 L이 동시에 사라진다면, 그 순간 전하 F가 받게 될 알짜힘의 크기와 방향을 논하시오. **[10점]**

3. 출제 의도

고등학교 물리 교과과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 복합적인 과제를 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 시작하여, 복잡한 물리적 상황을 체계적으로 해결하는 능력을 집중적으로 평가하고자 노력하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

	영역별 내용
제시문 (가)	**[물리Ⅰ]** ⑵ 물질과 전자기장 ㈎ 전자기장 ① 정지한 전하 주위에는 전기장이 발생함을 전기력선의 개념을 이용하여 이해한다. 물1211. 정지한 전하 주위에 발생하는 전기장을 전기력선의 개념을 이용하여 설명할 수 있다. **[물리Ⅱ]** ⑵ 전기와 자기 ㈎ 전하와 전기장 ① 전기장, 전기력선, 전위의 관계를 이해하고, 전기쌍극자의 의미를 안다.

		물2211. 전기장과 전기력선, 전위의 관계를 진술하고, 전기쌍극자를 설명할 수 있다.
	(나)	**[물리 II]** ⑵ 전기와 자기 ㈎ 전하와 전기장 ② 평행판 축전기의 전기장과 전기용량의 관계를 이해한다. ③ 평행판 축전기의 전기용량을 변화시키기 위한 유전체의 역할을 이해한다. 물2212. 평행판 축전기의 전기장을 표현할 수 있으며, 전기장과 전기용량의 관계를 설명할 수 있다. 물2213. 평행판 축전기에서 유전체를 이용한 전기용량의 크기를 변화시키는 원리를 설명할 수 있다.
	(다)	**[물리 I]** ⑶ 정보와 통신 ㈎ 소리와 빛 ④ 광전효과를 이해하고, 여러 가지 광센서의 구조와 원리를 안다. 물1314. 광전효과를 이해하고, 여러 가지 광센서의 구조와 원리를 설명할 수 있다. **[물리 II]** ⑴ 운동과 에너지 ㈎ 힘과 운동 ③ 지표면 근처에서 일어나는 포물선 운동과 원운동을 분석할 수 있다. 물2113. 지표면 근처에서 일어나는 포물선운동과 원운동을 분석하여 기술할 수 있다. ⑵ 전기와 자기 ㈎ 전하와 전기장 ② 평행판 축전기의 전기장과 전기용량의 관계를 이해한다. ③ 평행판 축전기의 전기용량을 변화시키기 위한 유전체의 역할을 이해한다. 물2212. 평행판 축전기의 전기장을 표현할 수 있으며, 전기장과 전기용량의 관계를 설명할 수 있다. 물2213. 평행판 축전기에서 유전체를 이용한 전기용량의 크기를 변화시키는 원리를 설명할 수 있다. ⑷ 미시세계와 양자현상 ㈎ 물질의 이중성 ② 광전효과와 컴프턴 산란을 통하여 빛의 입자성을 이해한다. 물2412. 광전효과와 컴프턴 산란을 통하여 빛의 입자성을 설명할 수 있다.

하위문항	문제1	**[물리 I]** (2) 물질과 전자기장 ㈎ 전자기장 ① 정지한 전하 주위에는 전기장이 발생함을 전기력선의 개념을 이용하여 이해한다. 물1211. 정지한 전하 주위에 발생하는 전기장을 전기력선의 개념을 이용하여 설명할 수 있다. **[물리 II]** (1) 운동과 에너지 ㈎ 힘과 운동 ① 위치, 속도, 가속도를 벡터로 표현할 수 있다. 물2111. 위치, 속도, 가속도를 벡터로 표현하여 물체의 운동을 기술할 수 있다. (2) 전기와 자기 ㈎ 전하와 전기장 ① 전기장, 전기력선, 전위의 관계를 이해하고, 전기쌍극자의 의미를 안다. 물2211. 전기장과 전기력선, 전위의 관계를 진술하고, 전기쌍극자를 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리 I	곽성일	천재교육	2011	92~94, 175~179
	물리 I	김영민	교학사	2011	106~112, 203~210
	물리 II	곽성일	천재교육	2011	13~17, 106~111, 113~122, 262~274
	물리 II	김영민	교학사	2011	14~19, 122~127, 131~135, 281~295

5. 문항 해설

한 평면상에 분포하는 전하 간에 작용하는 전기력에 관한 문제이다. 두 전하 간에 작용하는 힘의 크기와 방향을 이해하고, 주어진 전하들의 전하량과 거리를 이용하여 알짜힘의 크기와 방향을 도출할 수 있는지 평가하고자 한다.

▪ 두 전하 사이에 작용하는 전기력은 쿨롱 법칙으로부터 $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$ 이다.

전하 F가 전하 A와 전하 L, 전하 B와 전하 K, 전하 C와 전하 J, 전하 E와 전하 G로부터 받는 힘은 서로 상쇄되므로, 오로지 전하 D, 전하 H, 전하 I로부터 받는 힘만 고려할 수 있다.

전하 F가 전하 H와 전하 I로부터 받는 힘은,
가로 방향의 경우 크기는 같고 방향이 반대이므로 0이고,

세로 방향의 경우 크기와 방향이 같으므로 $2k\frac{e^2}{(\sqrt{2}a)^2}\cos 45^\circ = \frac{ke^2}{\sqrt{2}a^2}$이다.

전하 F가 전하 D로부터 세로 방향으로 받는 힘의 크기는 $\sqrt{2}k\frac{e^2}{d^2}$이다.

전하 F가 세로 방향으로 받는 알짜힘이 0이 되려면,

$\frac{ke^2}{\sqrt{2}a^2} = \frac{\sqrt{2}ke^2}{d^2} \rightarrow d^2 = 2a^2$

$\therefore\ d = \sqrt{2}a$ or $9\sqrt{2}\times 10^{-10}$ m

- 전하 J와 전하 L이 동시에 사라지면 반대편의 전하 A와 전하 C가 전하 F에 작용하는 힘은 상쇄되지 않는다(또는 전하 J와 전하 L에 음전하가 위치하는 것으로 생각해도 좋다). 따라서 전하 F가 받는 힘은 수직 아래로 작용한다.

  힘의 크기는,

  $2k\frac{e^2}{(2\sqrt{2}a)^2}\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}ke^2}{8a^2}$

$\therefore\ \frac{32}{9}\sqrt{2}\times 10^{-11}$ N혹은 약 5×10^{-11} N

문항카드 14. 논술전형 물리 오전 2번

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열1(물리, 오전) / 2번	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	과학, 물리Ⅰ, 물리Ⅱ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리Ⅱ
	핵심개념 및 용어	축전기, 유전체, 유전 상수, 전기 용량, 전위차
예상 소요 시간	15분 / 총 60분	

2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 2] 1 V 전원에 연결하여 사용할 수 있는 축전기를 제시문 **[나]**와 같이 만든다. 이 축전기의 전기용량을 최대로 하는 S와 d를 정하고, 도달 가능한 전하량의 최대값 Q를 구하시오. 이렇게 정해진 전기용량의 축전기를 1 V 전원에 연결하여 완전히 충전한 후 전원과의 연결을 끊고 유전체를 제거하여 두 극판 사이가 진공이 되었을 때, 예상되는 축전기의 전기용량 변화와 두 극판 사이의 전위차에 대해 논하시오. **[10점]**

3. 출제 의도

고등학교 물리 교과과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 복합적인 과제를 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 시작하여, 복잡한 물리적 상황을 체계적으로 해결하는 능력을 집중적으로 평가하고자 노력하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
하위문항	문제2	**[물리Ⅱ]** ⑵ 전기와 자기 ㈎ 전하와 전기장 ② 평행판 축전기의 전기장과 전기용량의 관계를 이해한다. ③ 평행판 축전기의 전기용량을 변화시키기 위한 유전체의 역할을 이해한다. 물2212. 평행판 축전기의 전기장을 표현할 수 있으며, 전기장과 전기용량의 관계를 설명할 수 있다. 물2213. 평행판 축전기에서 유전체를 이용한 전기용량의 크기를 변화시키는 원리를 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리 II	곽성일	천재교육	2011	113～122
	물리 II	김영민	교학사	2011	131～135

5. 문항 해설

평행판 축전기의 전기용량에 관한 문제이다. 유전체가 채워진 평행판 축전기의 전기 용량과 극판의 면적, 극판 사이의 간격, 유전율의 상관관계를 이해하고 있는지 평가하고자 한다. 또한 충전 후 전원과 연결을 떼어 낸 축전기에서 유전체를 제거했을 때, 전기 용량과 전위차의 변화를 이해하고 있는지 평가하고자 한다.

▪ 유전체가 가득 채워진 평행판 축전기에서 전기 용량은

$C = \varepsilon\frac{S}{d}$ or $\varepsilon\frac{L}{d^2}$ (부피가 L로 일정할 때, $L = Sd$이므로)

유전율과 부피는 고정되어 있으므로, d가 작을수록 전기 용량이 크다. 전압 1V에서 평행판 축전기 사이에 걸린 균일한 전기장의 세기는 10^6 V/m를 넘을 수 없으므로,

$$d_{\min} = \frac{V}{E} = \frac{1}{10^6}$$

$$S_{\max} = \frac{L}{d_{\min}} = \frac{1.25 \cdot 10^{-7}}{10^{-6}} = 0.125\ \mathrm{m^2}$$

$$C_{\max} = \varepsilon\frac{S}{d_{\min}} = 9 \cdot (8.8 \cdot 10^{-12})\frac{1.25 \cdot 10^{-7}}{10^{-12}} = 9.9 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{F} \text{ 또는 } 9.9\ \mu\mathrm{F}$$

$$Q_{\max} = C_{\max}V = 9.9 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{C} \text{ 또는 } 9.9\ \mu\mathrm{C}$$

▪ 전하량 Q가 변하지 않는 상황에서 평행판 사이의 유전율은 $9\varepsilon_0$에서 ε_0가 된다.

$C = \varepsilon_0\frac{S}{d}$ 로 9배 감소.

$V = \frac{Q}{C}$ 로 9배 증가.

문항카드 15. 논술전형 물리 오전 3번

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열1(물리, 오전) / 3번	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	과학, 물리Ⅰ, 물리Ⅱ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리Ⅰ, 물리Ⅱ
	핵심개념 및 용어	광전 효과, 광자, 광전자, 에너지, 운동량, 드브로이 물질파
예상 소요 시간	15분 / 총 60분	

2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 3] 제시문 **[다]**에서 입사된 광자의 에너지는 12 eV이고, 일함수가 3 eV인 두 극판의 전위차는 0 V라 하자. 전자를 드브로이 물질파로 볼 때, 최대 운동에너지를 갖는 광전자의 파장과 입사된 광자의 파장을 비교하여 논하시오. 입사된 광자의 운동량의 크기와 광전자의 운동량의 크기를 비교하고, 최대 운동에너지를 갖는 광전자의 운동량과 같은 크기의 운동량을 갖는 광자의 에너지에 대해 논하시오. **[10점]**

3. 출제 의도

고등학교 물리 교과과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 복합적인 과제를 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 시작하여, 복잡한 물리적 상황을 체계적으로 해결하는 능력을 집중적으로 평가하고자 노력하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
하위문항	문제3	**[물리Ⅰ]** ⑶ 정보와 통신 ㈎ 소리와 빛 ④ 광전효과를 이해하고, 여러 가지 광센서의 구조와 원리를 안다. 물1314. 광전효과를 이해하고, 여러 가지 광센서의 구조와 원리를 설명할 수 있다. **[물리Ⅱ]** ⑷ 미시세계와 양자현상

	㈐ 물질의 이중성 ② 광전효과와 컴프턴 산란을 통하여 빛의 입자성을 이해한다. ③ 드브로이의 물질파 이론과 데이비슨-저머 실험을 통하여 입자의 파동성을 이해한다. 물2412. 광전효과와 컴프턴 산란을 통하여 빛의 입자성을 설명할 수 있다. 물2413. 드브로이의 물질파 이론과 데이비슨-저머 실험을 통하여 입자의 파동성을 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리 I	곽성일	천재교육	2011	175~179
	물리 I	김영민	교학사	2011	203~210
	물리 II	곽성일	천재교육	2011	262~274
	물리 II	김영민	교학사	2011	281~295

5. 문항 해설

빛과 드브로이 물질파의 에너지, 파장, 운동량에 관한 문제이다. 광전 효과 상황에서 주어진 일함수와 광자 에너지를 바탕으로 광전자의 최대 운동에너지를 구하고, 광자와 광전자 간에 에너지, 파장, 운동량의 차이를 이해하고 있는지 평가하고자 한다.

▪ 광자의 에너지는 $E_{ph} = \frac{hc}{\lambda}$.

$$\lambda_{ph} = \frac{hc}{E_{ph}} = \frac{6.4 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{12 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} = 10^{-7}\ \mathrm{m}$$

광전 효과로 인해 방출되는 광전자의 최대 운동에너지는 $E_e = hf - W_0$이므로,

$E_e = 12 - 3 = 9\ \mathrm{eV}$

$p_e = \sqrt{2m_eE_e}$

$$\lambda_e = \frac{h}{p_e} = \frac{6.4 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot (80/9) \cdot 10^{-31} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 9}} = 4 \times 10^{-10}\ \mathrm{m}$$

▪ 광자의 운동량은 $p_{ph} = \frac{h}{\lambda_{ph}}$ 이고, 광전자의 운동량은 $p_e = \frac{h}{\lambda_e}$

$$\frac{p_e}{p_{ph}} = \frac{\lambda_{ph}}{\lambda_e} = \frac{10^{-7}}{4 \cdot 10^{-10}} = 250$$

광전자의 운동량은 광자의 운동량에 비해 250배 더 크다.

광자가 광전자와 동일한 운동량을 가지려면 파장이 250배 더 짧아야 하므로,

$E_{ph} = \frac{hc}{\lambda_{ph}}$ 에 의해 에너지는 250배 더 커야 한다.

$\therefore\ 250 \times 12 = 3000\ \mathrm{eV}\ \ \mathrm{or}\ \ 4.8 \times 10^{-16}\ \mathrm{J}$

문항카드 16. 논술전형 물리 오전 4번

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열1(물리, 오전) / 4번	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	과학, 물리Ⅰ, 물리Ⅱ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리Ⅱ
	핵심개념 및 용어	광전 효과, 전기력, 포물선 운동
예상 소요 시간	15분 / 총 60분	

2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 4] 제시문 **[다]**에서 일함수가 3 eV인 두 극판의 전위차는 10 V이고 광자 에너지는 13 eV라 하자. **[그림3]**과 같이 극판에서 방출되는 순간 광전자의 속도가 극판과 이루는 각도를 θ라 하고, θ는 광전자의 운동에너지와 관계없이 일정하다고 가정하자. 광전자의 방출 지점으로부터 $1\times10^{-2}\,\mathrm{m}$ 떨어진 지점을 R_1이라 하고, R_1에 도달하는 광전자의 운동에너지를 E_1이라 하자. 최대 운동에너지를 갖는 광전자가 아래쪽 극판에 도달하지 못하고 포물선 운동을 하여 R_1 지점에 도달하도록 하는 θ에 대해 논하시오. **[10점]**

3. 출제 의도

고등학교 물리 교과과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 복합적인 과제를 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 시작하여, 복잡한 물리적 상황을 체계적으로 해결하는 능력을 집중적으로 평가하고자 노력하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
하위문항	문제4	**[물리Ⅱ]** (1) 운동과 에너지 ㈎ 힘과 운동 ③ 지표면 근처에서 일어나는 포물선 운동과 원운동을 분석할 수 있다. 물2113. 지표면 근처에서 일어나는 포물선운동과 원운동을 분석하여 기술할 수 있다. (2) 전기와 자기 ㈎ 전하와 전기장

	① 전기장, 전기력선, 전위의 관계를 이해하고, 전기쌍극자의 의미를 안다. ② 평행판 축전기의 전기장과 전기용량의 관계를 이해한다. 물2211. 전기장과 전기력선, 전위의 관계를 진술하고, 전기쌍극자를 설명할 수 있다. 물2212. 평행판 축전기의 전기장을 표현할 수 있으며, 전기장과 전기용량의 관계를 설명할 수 있다. (4) 미시세계와 양자현상 ㈎ 물질의 이중성 ② 광전효과와 컴프턴 산란을 통하여 빛의 입자성을 이해한다. 물2412. 광전효과와 컴프턴 산란을 통하여 빛의 입자성을 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리 II	곽성일	천재교육	2011	30~32, 106~111, 113~122, 262~268
	물리 II	김영민	교학사	2011	30~32, 122~127, 131~135, 281~286

5. 문항 해설

균일한 전기장 속에서 비스듬하게 입사된 전자의 포물선 운동에 관한 문제이다. 전자의 운동에너지와 전위차로부터 처음 속도와 가속도를 유추하고, 이를 바탕으로 주어진 지점에 도달하도록 하는 입사각을 유추할 수 있을지 평가하고자 한다.

▪ 방출된 광전자의 최대 운동에너지는 $E_{\max} = hf - W_0$이므로,

$E_{\max} = 13 - 3 = 10\,\mathrm{eV}$

광전자가 방출될 때 처음 속도를 v라 하면 극판으로 평행한 방향의 속도 성분을 $v_x = v\cos\theta$로, 극판에 수직한 방향의 속도 성분을 $v_y = v\sin\theta$로 나타낼 수 있다.

균일한 전기장에서 받는 힘의 방향은 위쪽 극판을 향하며,

그 크기는 $m_e a = e\mathrm{E} = e\dfrac{\mathrm{V}}{d}$이다.

따라서 광전자가 받는 가속도는 $a = \dfrac{e\mathrm{V}}{m_e d}$.

극판으로부터 평행한 방향의 위치를 x, 수직한 방향의 위치를 y라 하자.

광전자가 방출된 후 포물선 운동을 하여 위쪽 극판으로 돌아오는 시간을 t라 하면,

$y = v_y t - \dfrac{1}{2}at^2 = 0 \quad \rightarrow \quad t = \dfrac{2v_y}{a}$

$t = \dfrac{2v_y}{a}$일 때 x방향으로 이동한 거리는

$$x = v_x t = \frac{2v^2 \sin\theta\cos\theta}{a} = \frac{v^2 \sin 2\theta}{a}$$

$x = \mathrm{R}_1$일 때 θ를 구하면,

$$\sin 2\theta = \frac{a\mathrm{R}_1}{v^2} = \frac{e\mathrm{V} \cdot \mathrm{R}_1}{m_e d \cdot v^2} = \frac{e\mathrm{V} \cdot \mathrm{R}_1}{2d \cdot \frac{1}{2} m_e v^2} = \frac{10 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10} = \frac{1}{2}$$

$\therefore \ \theta = 15^\circ \ \text{or} \ 75^\circ$