2020학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 자연계열1 (물리, 오전)

모집단위		수험번호		성명	

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

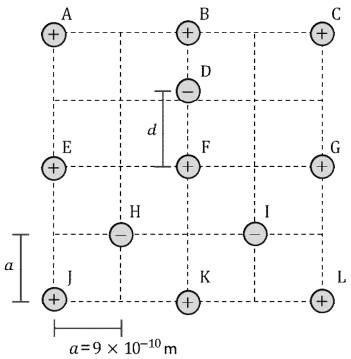
[가] 한 평면에 있는 정사각형 타일에 **[그림1]**과 같이 동그라미로 표시한 전하 12개가 있다. 각 전하의 위치는 고정되어 있고, 중앙에 위치한 전하 F만이 평면에서 자유롭게 움직일 수 있다. 전하 F로부터 전하 B 방향으로 d 만큼 떨어진 지점에 위치한 전하 D는 전하량이 $-\sqrt{2}e$ $(e = 1.6\times10^{-19}\ \mathrm{C})$이다. 그 외 다른 전하들은 전하량의 절대값이 e이고 부호는 동그라미 안에 표시된 바와 같다. 전하들의 크기는 a에 비해 충분히 작아 점으로 가정한다.

[나] 두 개의 도체 극판을 **[그림2]**와 같이 평행하게 놓고, 두 극판 사이에 유전체를 빈틈없이 채워 평행판 축전기를 만들었다. 두 극판의 면적 S와 두 극판 사이의 간격 d 를 자유자재로 변화시킬 수 있지만, 두 극판 사이의 부피는 반드시 $1.25\times10^{-7}\ \mathrm{m}^3$으로 일정해야 한다고 하자. 유전체의 유전 상수는 9이고 유전체가 채워진 두 극판 사이에 생기는 균일한 전기장의 세기는 $10^6\ \mathrm{V/m}$를 넘을 수 없다.

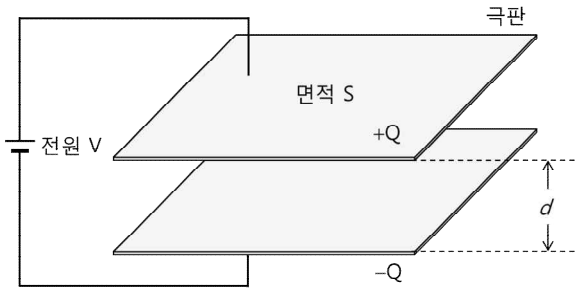
[다] 광전 효과 실험을 위해 **[그림2]**와 같이 일함수가 3 eV인 금속 극판을 준비하였다. 극판의 면적은 충분히 넓고, 두 극판 사이의 거리 d는 $0.01\ \mathrm{m}$로 고정하였다. 직류 전원을 사용하여 위쪽 극판을 양전하로 대전하였고 아래쪽 극판을 음전하로 대전하였다. 빛을 위쪽 극판의 아래쪽 면에 입사시키자 광전효과로 인해 광전자가 방출되었다. 최대 운동에너지를 갖는 광전자는 처음 속도와 전위차 V에 따라 아래쪽 극판에 도달하거나, 도달하지 못하고 포물선 운동을 하여 위쪽 극판으로 돌아온다.

[주의] 아래 질문에 답할 때 물리 상수는 **[표1]**의 값을 사용하고, 만유인력과 방출된 광전자들 간에 작용하는 힘은 무시한다.

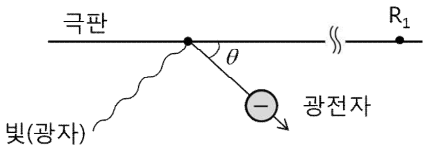
[그림1]



[그림2]



[그림3]



[표1] 물리 상수와 단위 변환

기본 전하량 e	1.6×10^{-19} C
쿨롱 상수 k	9.0×10^{9} N · m²/C²
전자의 질량 m_e	$\frac{80}{9}\times10^{-31}$ kg
진공 유전율 ε_0	8.8×10^{-12} F/m
광속 c	3.0×10^{8} m/s
플랑크 상수 h	6.4×10^{-34} J · s
에너지 단위 변환	1 eV = 1.6×10^{-19} J

[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]**

[문제 2] 1 V 전원에 연결하여 사용할 수 있는 축전기를 제시문 **[나]**와 같이 만든다. 이 축전기의 전기용량을 최대로 하는 S와 d 를 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]**

[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]**

[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]**