2016학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

물　　리

수험 번호 : (　　　　　　　)　　　　　　**성　명 : (　　　　　　)**

제1차 시험	2 교시 전공A	14문항 40점	시험 시간 90분

○ 문제지 전체 면수가 맞는지 확인하시오.
○ 모든 문항에는 배점이 표시되어 있습니다.

1. 다음은 ‘정전기 유도’ 수업에서 ‘순환학습 모형을 확장한 5E 수업 모형’의 수업 단계를 순서 없이 배열한 것이다.

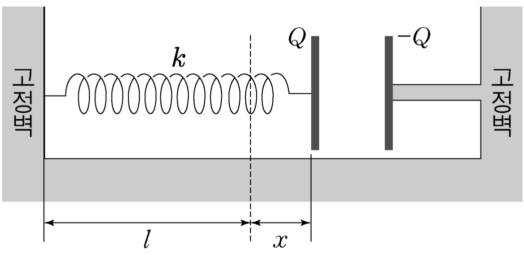
단계	교수·학습 활동
(가)	검전기를 이용한 정전기 유도 현상을 학생이 과학적 용어로 설명하고, 이 현상이 적용되는 다양한 상황을 찾아 발표하게 한다.
(나)	학생의 흥미를 유발하기 위해서 대전된 풍선으로 형광등에 불이 켜지는 현상을 보여 주고 정전기 유도 현상과 관련된 경험을 이야기하도록 하여, 학생의 사전 개념을 확인한다.
(다)	학생이 투명 테이프를 이용하여 다양한 시도를 하고, 투명 테이프 두 장을 서로 붙였다 뗀 뒤에 서로 당기는 것을 확인하도록 한다.
(라)	투명 테이프에서 나타난 정전기 유도 현상을 학생 자신의 용어와 의미로 설명하도록 장려하고, 대전, 인력, 척력의 개념을 학생에게 설명해 준다.
평가	정전기 유도 현상에서 나타나는 예를 학생에게 설명하도록 하여 잘못된 개념은 없는지 확인한다.

수업 단계에 맞게 (가)~(라)를 순서대로 배열하고 (나)단계의 명칭을 쓰시오. [2점]

2. 그림과 같이 수평면에 놓인 질량 m인 물체가 시간 $t=0$일 때 속력 v_0으로 직선 운동을 시작하여 $t=t_{정지}$에 정지하였다. 물체는 운동하는 동안 속력 v에 비례하는 크기가 kv인 공기에 의한 저항력과 수평면으로부터 크기가 f인 운동 마찰력을 받는다.

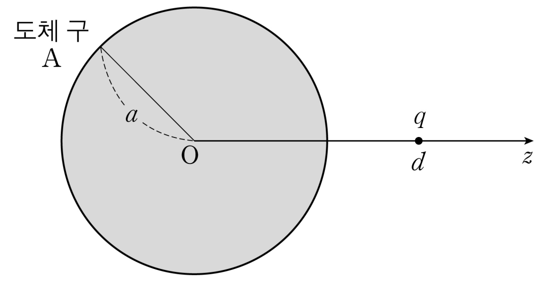
이 물체의 운동 방정식을 쓰고 $t_{정지}$를 구하시오. (단, k와 f는 상수이다.) [2점]

3. 그림은 전하량 Q, $-Q$로 대전된 평행판 축전기의 왼쪽 극판이 용수철 상수 k인 용수철에 연결되어 용수철이 x만큼 늘어나 평형 상태로 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. 각 극판의 면적은 A이다.



용수철의 늘어난 길이 x를 구하시오. (단, 용수철의 늘어나지도 줄어들지도 않은 길이는 l이다. 진공의 유전율은 ϵ_0이다. 극판 두께, 가장자리 효과, 중력은 무시한다. 고정벽과 용수철은 축전기와 절연되어 있다.) [2점]

4. 그림은 접지되어 있지 않고 대전되어 있지도 않은 반지름 a인 도체 구 A의 외부에 전하량이 q인 점전하를 z축 상의 한 점 $z=d$에 놓은 모습을 나타낸 것이다.

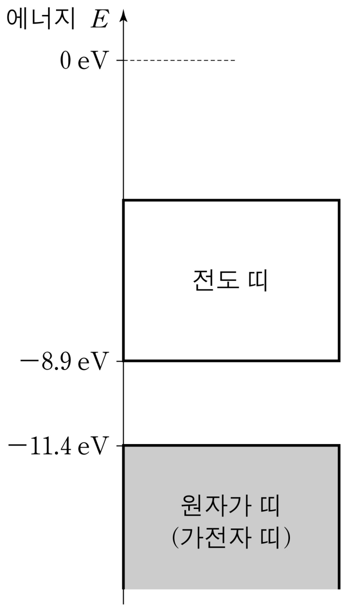


<자료>를 참고하여 도체 구 A의 정전 퍼텐셜(전위)을 구하시오. (단, 점전하가 도체 구로부터 무한히 멀리 있을 때 도체 구의 퍼텐셜은 0이다. 진공의 유전율은 ϵ_0이다.) [2점]

<자 료>

전하량이 Q인 점전하가 반지름 a인 도체 구의 중심으로부터 s만큼 떨어진 곳에 있고, 도체 구가 전위 0으로 접지되어 있을 때, 구면에서의 경계조건을 만족시키기 위한 영상 전하의 전하량과 위치는 각각 $Q_{영상}=-\frac{aQ}{s}$와 $s_{영상}=\frac{a^2}{s}$이다.

5. 그림은 절대 온도 0 K에서 어떤 물질의 에너지 띠 구조를 나타낸 것이다. 에너지가 $E<0$일 때는 전자가 물질에 속박된 상태를, $E=0$일 때는 전자가 속박 상태를 가까스로 벗어난 상태를 나타낸다.



물질이 흡수할 수 있는 빛의 최대 파장 $\lambda_{빛}$을 구하시오. 또한 15.4 eV의 에너지를 가진 빛을 비추었을 때 물질로부터 방출된 광전자의 물질파 최소 파장 $\lambda_{물질파}$를 구하시오. (단, 온도 변화에 따른 에너지 띠 변화는 무시한다. 플랑크 상수는 h, 빛의 속력은 c, $hc=1240\ \text{eV}\cdot\text{nm}$, 전자의 질량은 $m_e \approx 5\times10^5\ \text{eV}/c^2$이다.)

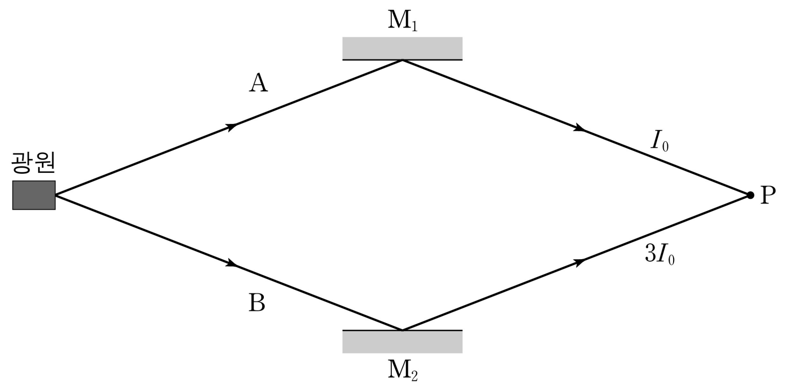
[2점]

6. 스핀이 $\frac{1}{2}$인 동일한 두 페르미온 입자로 이루어진 계의 스핀 부분 해밀토니안은 $H_s = -\alpha(\vec{S}_1+\vec{S}_2)\cdot\vec{B}$이다. $\vec{S}_i\ (i=1,\ 2)$는 입자 i의 스핀 연산자이고, 자기장은 $\vec{B}=B_0\hat{z}$이다. 두 입자 계의 파동함수를 $|\psi\rangle=\phi(\vec{r}_1,\ \vec{r}_2)|\chi\rangle$라 할 때, $\phi(\vec{r}_1,\ \vec{r}_2)$는 공간 좌표의 고유함수로 $\phi(\vec{r}_1,\ \vec{r}_2)=\phi(\vec{r}_2,\ \vec{r}_1)$을 만족하며, $|\chi\rangle$는 H_s의 규격화된 스핀 고유벡터이고 고윳값은 E_s이다.

$|\chi\rangle$와 E_s를 각각 구하시오. (단, α와 B_0은 양의 상수이다. $|\chi\rangle$는 $|m_1\rangle|m_2\rangle$의 선형 결합으로 나타내는데 각 입자의 스핀 상태벡터 $|m_i\rangle$는 $S_{iz}|m_i\rangle=\hbar m_i|m_i\rangle$를 만족하고 m_i는 $\frac{1}{2}$ 또는 $-\frac{1}{2}$이다.)

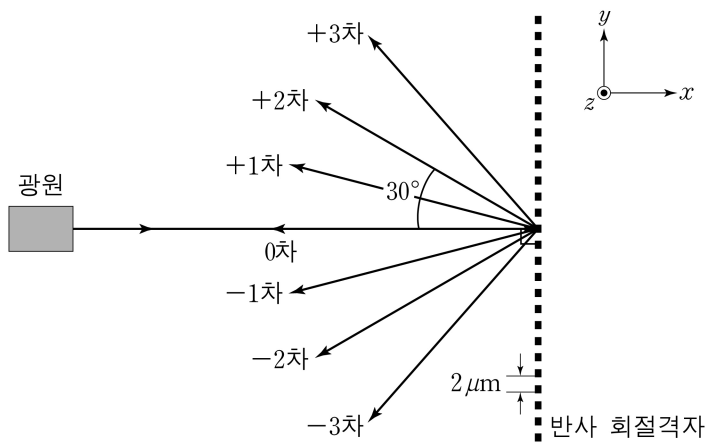
[2점]

7. 그림은 동일한 광원에서 나온 2개의 평면파 A, B가 각각 거울 M_1, M_2에서 반사하여 서로 다른 두 경로를 지난 후 점 P에서 중첩하는 모습을 나타낸 것이다. P에서 A, B의 복사조도(세기)는 각각 I_0, $3I_0$이다. 광원이 결 어긋난(incoherent) 광원인 경우 P에서 중첩된 파동의 복사조도는 I_1이고, 결 맞은(coherent) 광원인 경우 P에서 위상차 없이 중첩된 파동의 복사조도는 I_2이다.



I_1과 I_2를 각각 구하시오. (단, P에 도달한 A, B의 편광과 파장은 같다.) [2점]

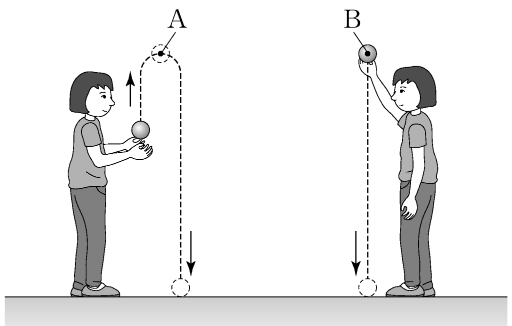
8. 그림은 yz면에 놓여 있는 격자선 간격 $2\,\mu$m를 가지는 반사 회절격자에 파장 λ인 단색평면파가 수직으로 입사하여 격자면의 법선으로부터 30° 방향으로 +2차 회절광이 진행하는 것을 나타낸 것이다.



λ를 구하시오. (단, 반사 회절격자의 격자선의 방향은 z축과 평행하고, 회절광은 xy평면에 있다.) [2점]

9. 다음은 '연직 위로 던진 물체의 운동'에 관해 교사가 비고츠키(L. Vygotsky)의 학습 이론에 따라 진행한 고등학교 수업에서 학생과 나눈 언어적 상호작용의 일부이다.

교사 : 지난 시간에 자유낙하에 대해 배웠죠? 자유낙하하는 동안 어떤 힘이 작용하나요?
학생 : 중력이요.
교사 : 자유낙하 운동에서 중력이 작용한다는 것은 잘 알고 있네요. 그럼 연직 위로 던진 물체가 최고점에 도달한 순간에는 어떤 힘이 작용할까요?
학생 : 물체가 최고점에 도달하는 순간 정지하니까 힘이 작용하지 않아요.
교사 : 그럼 공을 연직 위로 던지는 상황과 자유낙하 상황을 비교해 봐요. 그림에서 A, B 지점에서부터의 운동을 살펴봐요. 위로 던진 공이 가장 높은 A에서 멈추었다 떨어지는 것과 B에서 공을 가만히 놓아 떨어지는 것이 어떻게 다르지요?



학생 : 어? 둘 다 정지했다가 떨어지네요.
교사 : 그런데 하나는 중력이 작용하고 다른 하나는 힘이 작용하지 않는다고 할 수 있나요?
학생 : 아! 그럼 위로 던진 공이 최고점에서 떨어지는 것과 자유낙하는 똑같은 운동이네요. 둘 다 중력이 작용하네요.
교사 : 그렇지요! 자 이제 연직 위로 던진 공이 올라가면서 속력이 줄어드는 경우에 공에 작용하는 힘에 대해 이야기해 봐요. ㉠ 공이 올라가면서 속력이 왜 줄어들까요?

근접발달영역(ZPD)의 의미를 설명하고, 이에 근거하여 교사가 의도한 언어적 상호작용의 목적 2가지를 서술하시오. 또한 밑줄 친 ㉠에 대하여, 힘과 운동에 관한 오개념을 가진 학생이 대답할 것으로 예상되는 답변을 1가지 제시하시오. [4점]

10. 질량 μ인 입자가 다음과 같은 반지름 a인 구형 퍼텐셜 우물 $V(r)$에서 3차원 운동을 한다.

$$V(r)=\begin{cases}0 & (r<a)\\ \infty & (r\geq a)\end{cases}$$

슈뢰딩거 방정식의 해인 파동함수는 $\psi(r,\ \theta,\ \phi)=R(r)\,Y_{lm}(\theta,\ \phi)$로 변수분리가 된다. 지름방향 파동함수 $R(r)$를 $R(r)=\dfrac{u(r)}{r}$로 치환하면, $u(r)$의 방정식은 $l=0$과 $m=0$일 때 다음과 같다.

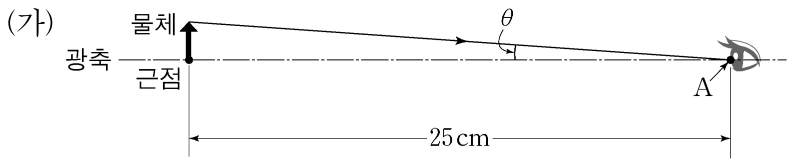
$$-\frac{\hbar^2}{2\mu}\frac{d^2u}{dr^2}+V(r)u=Eu$$

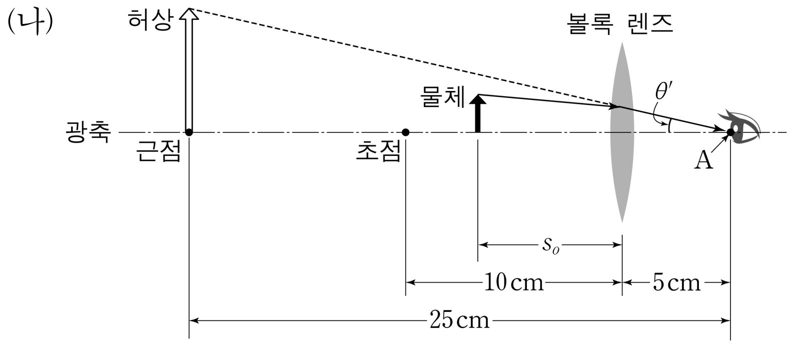
바닥상태의 고유에너지 $E_{바닥}$과 규격화된 고유함수 $\psi_{바닥}(r,\theta,\phi)$을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, $Y_{lm}(\theta,\ \phi)$은 구면조화함수이고, l과 m은 각각 궤도 양자수와 자기 양자수이다. 바닥상태에서 $l=0$과 $m=0$이고, $Y_{00}(\theta,\ \phi)=\dfrac{1}{\sqrt{4\pi}}$이다.) [4점]

11. 질량 m인 어떤 입자가 원점 O로부터 거리 r에 따른 퍼텐셜 에너지 $V(r)=kr$에 의한 중심력을 받으며 한 평면에서 운동한다. 입자의 각운동량은 L이다.

입자의 유효 퍼텐셜에너지 $U_{\mathrm{eff}}(r)$를 쓰고, $U_{\mathrm{eff}}(r)$가 최소가 되는 원점으로부터의 거리 r_0을 쓰시오. 또한 입자가 원운동을 할 때 회전 주기 T를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, k는 양의 상수이다.) [4점]

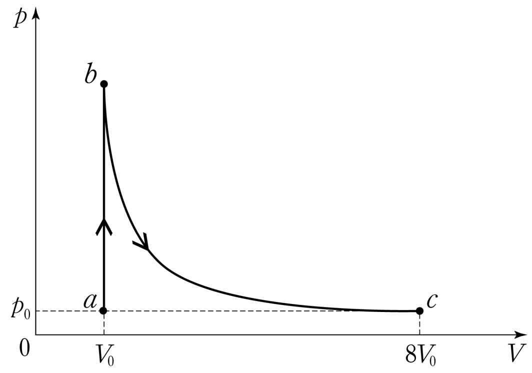
12. 그림 (가)는 동공의 중심인 점 A로부터 25 cm 떨어진 눈의 근점(near point)에 작은 물체를 놓고 눈으로 물체를 바라보는 모습을 나타낸 것이다. 물체와 A를 연결한 선과 광축 사이의 각은 θ이다. 그림 (나)는 A에서 5 cm 떨어진 지점에 초점거리가 10 cm인 얇은 볼록 렌즈를 놓고, 렌즈로부터 s_o만큼 떨어진 지점에 동일한 물체를 놓았을 때, 근점에 생긴 허상을 눈으로 보는 모습을 나타낸 것이다. (나)에서 허상과 A를 연결한 선과 광축 사이의 각은 θ'이다.





(나)에서의 s_o와 이 볼록 렌즈의 각배율(angular magnification) M을 각각 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 물체에서 나와서 눈으로 들어가는 모든 광선은 근축광선이고 물체는 광축에 수직이다.) [4점]

13. 그림은 1몰의 단원자 분자 이상 기체가 압력 p_0, 부피 V_0인 상태에서 $a \rightarrow b \rightarrow c$의 경로를 따라 변할 때, 기체의 압력 p와 부피 V의 관계를 나타낸 그래프이다. $a \rightarrow b$는 정적 과정, $b \rightarrow c$는 단열 과정이다.



$a \rightarrow b$ 과정에서 기체에 유입된 열에너지 Q_{ab}와 $b \rightarrow c$ 과정에서 기체가 한 일 W_{bc}를 각각 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 단원자 분자 이상 기체의 비열비 $\gamma = \frac{5}{3}$이다.) [4점]

14. 1차원 단순 조화 퍼텐셜에 속박된 동일한 질량 m을 가진 구별 가능한 입자 1과 입자 2로 이루어진 계의 해밀토니안은

$$H_0 = \frac{p_1^2}{2m} + \frac{p_2^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x_1^2 + \frac{1}{2}m\omega^2 x_2^2$$

이다.

계의 바닥상태 에너지 고윳값을 쓰시오. 또한 H_0에 섭동 해밀토니안 $H' = \frac{\epsilon m^2 \omega^3}{3\hbar}(x_1 - x_2)^4$이 더해졌을 때, <자료>를 참고하여 바닥상태에 대한 에너지의 1차 보정값을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, ϵ은 임의의 상수이다.) [4점]

<자 료>

- 입자 $i\ (i = 1, 2)$의 위치 연산자 x_i는 $x_i = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}}\,(a_i + a_i^\dagger)$이다.
- 입자 i의 고유벡터가 $|n_i\rangle$일 때 $a_i|n_i\rangle = \sqrt{n_i}\,|n_i - 1\rangle$, $a_i^\dagger|n_i\rangle = \sqrt{n_i + 1}\,|n_i + 1\rangle$이다.

<수고하셨습니다.>