

2018학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

물 리

수험 번호 : ()

성 명 : ()

제1차 시험	2 교시 전공 A	14문항 40점	시험 시간 90분
--------	-----------	----------	-----------

- 문제지 전체 면수가 맞는지 확인하십시오.
- 모든 문항에는 배점이 표시되어 있습니다.

1. <자료>는 2015 개정 과학과 교육과정에서 ‘통합과학’의 ‘성격’의 일부이다. 표는 교사가 ‘발전과 신재생 에너지’ 단원을 지도할 때 <자료>의 괄호 안의 ㉠에 공통으로 해당하는 과학과 핵심 역량을 함양하기 위해 STS 교수·학습 모형을 적용한 단계별 교수·학습 내용이다.

<자 료>

‘통합과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어지도록 한다. 또한 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통하여 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, (㉠) 등의 과학과 핵심 역량을 함양하도록 한다.

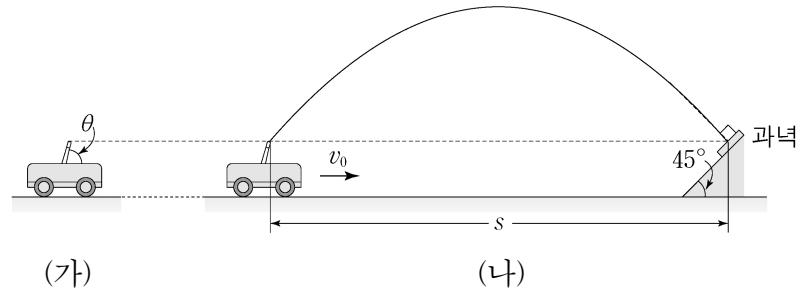
... (중략) ...

(㉠)은/는 사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 대한 관심을 가지고 의사 결정 과정에 참여하며 새로운 과학 기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 나가는 능력을 가리킨다.

단계	교수·학습 내용
㉠	<ul style="list-style-type: none"> • 교사는 우리 학교에 태양광 발전 장치 설치 여부를 결정하는 것을 문제로 제기하며, 학생들이 이 문제에 대해 관심과 흥미를 가지도록 자극을 준다.
탐색	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들은 문제를 명확하게 이해하기 위해 우리 학교의 여건과 태양광 발전 장치 설치와 관련 있는 다양한 자료와 정보를 수집한다. • 우리 학교에 태양광 발전 장치 설치 여부를 결정하기 위한 조사 방법이나 실험 계획을 세우고, 조사 방법과 범위, 내용을 설정하고 수행한다. • 자료를 근거로 다른 학생과 토의하여 우리 학교에 태양광 발전 장치 설치 여부를 결정하는 방안을 모색한다.
설명 및 해결 방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 전 단계에서 수집한 정보와 실험 결과를 토대로 우리 학교에 태양광 발전 장치 설치에 대한 장단점을 분석한다. • 여러 가지 방안을 종합적으로 살펴 우리 학교에 태양광 발전 장치를 설치하는 문제에 대한 의견을 결정한다.
실행	<ul style="list-style-type: none"> • 우리 학교에 태양광 발전 장치 설치 여부에 대해 학생들의 최종 의견을 학교 해당 위원회에 전달한다.

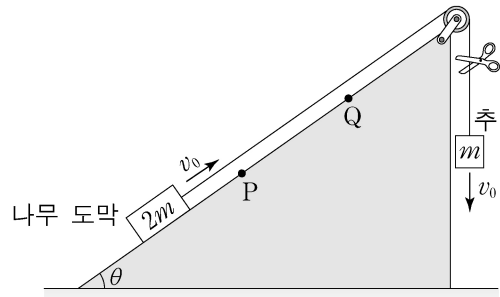
괄호 안의 ㉠에 공통으로 해당하는 과학과 핵심 역량과 ㉠에 해당하는 단계를 쓰시오. [2점]

2. 그림 (가)와 같이 정지해 있는 장난감 자동차에 총알이 속도 v_0 로 발사되는 장난감 총을 수평면과 이루는 각이 θ 가 되도록 고정시켰다. 이 자동차가 일정한 속도 v_0 로 직선 운동할 때 총알을 발사하였더니 그림 (나)와 같이 총알이 포물선 운동을 하여 수평 거리 s 만큼 날아가 수평면에 대해 45° 기울어진 과녁에 수직으로 충돌하였다.



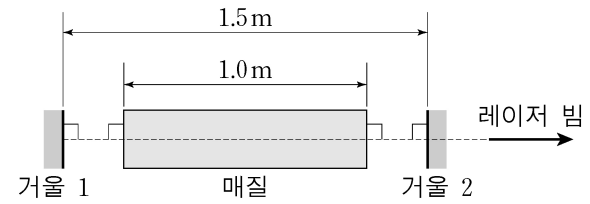
v_0 과 θ 를 각각 구하십시오. (단, 중력 가속도의 크기는 g 이고, 총알의 질량은 자동차의 질량에 비해 매우 작고, 공기 저항은 무시한다.) [2점]

3. 그림과 같이 경사각이 θ 이고 마찰이 있는 비탈면에서 질량 $2m$ 인 나무 도막이 줄에 매달린 질량 m 인 추에 이끌려 크기 v_0 인 등속도로 올라가고 있다. 나무 도막이 점 P를 지나는 순간 줄을 끊었더니 점 Q에서 정지하였다.



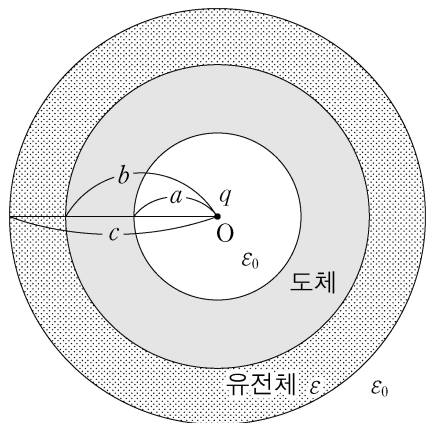
줄을 끊은 후 나무 도막의 가속도의 크기 a 와 P에서 Q까지 이동하는 데 걸린 시간 Δt 를 구하시오. (단, 중력 가속도의 크기는 g 이고, 줄과 도르래의 질량, 도르래의 마찰과 공기 저항은 무시한다.) [2점]

4. 그림은 매질과 두 개의 평면 거울로 구성된 레이저 공진기가 공기 중에 놓여 있는 것을 모식적으로 나타낸 것이다. 두 거울 사이의 거리는 1.5m이고, 매질의 길이는 1.0m이다. 공기의 굴절률은 1.0이고, 매질의 굴절률은 1.5이다.



레이저 빔이 거울 1에서 거울 2로 진행할 때의 광경로 길이 (optical path length) L 을 구하고, 공진기 내부에서 정상파 조건을 만족하는 종 모드(longitudinal mode)들 중에서 이웃한 두 모드 사이의 진동수 차 $\Delta\nu$ 를 구하시오. (단, 공기에서 빛의 속력은 3.0×10^8 m/s이다. 매질 표면에서의 반사는 무시하고, 레이저 빔은 거울 면에 수직이다.) [2점]

5. 그림과 같이 유전율이 ϵ 인 유전체와 도체로 구성된 내부가 비어 있는 구의 중심 O에 점전하 q 가 놓여 있다. 유전체와 도체에는 알짜 전하가 없고, 도체 구의 안쪽 반지름은 a , 바깥쪽 반지름은 b , 유전체 구의 바깥쪽 반지름은 c 이다.



중심 O로부터 거리 r 인 유전체 밖($r > c$)에서의 전기장의 크기를 구하시오. 도체 구의 안쪽 면($r = a$)에 유도된 전하량을 Q_a , 유전체 바깥 면($r = c$)의 편극에 의한 면전하량을 Q_c 라 할 때, $\frac{Q_c}{Q_a}$ 를 구하시오. (단, 유전체는 균질하고 등방적이며 선형적이다. 진공의 유전율은 ϵ_0 이다.) [2점]

6. 질량 m 인 입자가 다음과 같은 1차원 퍼텐셜 $V(x)$ 안에 놓여 있다.

$$V(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}m\omega^2x^2 & (x > 0) \\ \infty & (x \leq 0) \end{cases}$$

<자료>를 참고하여 바닥 상태의 규격화된 고유 함수 $\varphi(x)$ 를 $x > 0$ 인 영역에서 구하고, 첫 번째 들뜬 상태의 에너지 E 를 구하시오. (단, ω 는 양의 상수이다.) [2점]

<자 료>

1차원 조화 진동자를 나타내는 퍼텐셜 $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2$ 에서 질량 m 인 입자의 규격화된 고유 함수는 양자수 $n = 0, 1, 2, \dots$ 에 대해 $\psi_n(x) = N_n H_n(\alpha x) e^{-\frac{\alpha^2}{2}x^2}$ 이다. 이에 따른 에너지는 $\epsilon_n = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega$ 이다. $N_n = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{4}} \sqrt{\frac{1}{2^n n!}}$ 과 $\alpha = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}$ 는 상수이고, 에르미트 다항식 $H_n(\xi)$ 의 몇 가지 예는 $H_0(\xi) = 1$, $H_1(\xi) = 2\xi$, $H_2(\xi) = 4\xi^2 - 2$, $H_3(\xi) = 8\xi^3 - 12\xi$, ...이다.

7. 그림은 데이비슨(C. Davisson)과 거머(L. Germer)가 드브로이(de Broglie) 가설을 검증한 실험을 개략적으로 나타낸 것이다. 그림 (가)와 같이 전자빔을 단결정 니켈에 입사시켰을 때, 산란된 전자 개수의 분포가 특정 각도에서 극댓값을 가지게 되며, 이는 니켈의 결정면에서 산란되는 전자빔의 회절 현상으로 설명할 수 있다.

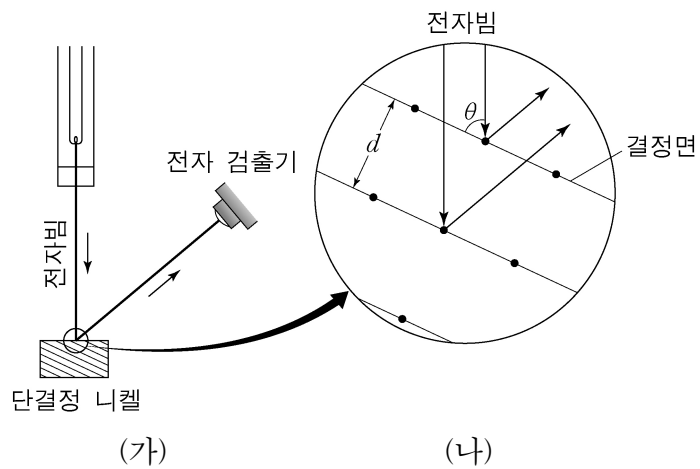
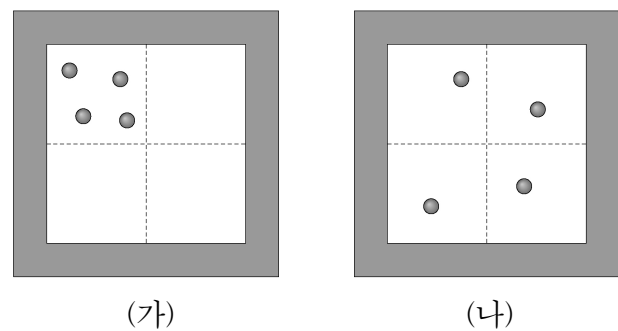


그림 (나)와 같이 간격이 d 인 니켈의 결정면에 대해 단일 에너지를 가진 전자빔을 각 θ 로 입사시켰을 때, 전자의 1차 회절 무늬가 뚜렷하게 관측되었다.

이때 입사된 전자의 파장 λ 와 운동 에너지 K 를 구하시오. (단, 플랑크 상수는 h , 전자의 정지 질량은 m_e 이고, 운동 에너지 K 는 전자의 정지 질량 에너지에 비해 매우 작다.) [2점]

8. 그림은 상자 안에 서로 구별되지 않는 입자 4개가 운동하고 있는 고립계 모형을 나타낸 것이다. 상자를 같은 크기인 4개의 구역으로 나눌 때, 어느 순간에 한 입자가 각 구역에 들어가 있을 확률은 $\frac{1}{4}$ 로 모두 같다. 그림 (가)의 경우처럼 왼쪽 위 구역에 4개의 입자가 모두 들어가 있는 상태를 A라 하고, 그림 (나)의 경우처럼 4개의 구역 각각에 1개의 입자만 들어가 있는 상태를 B라 하자.

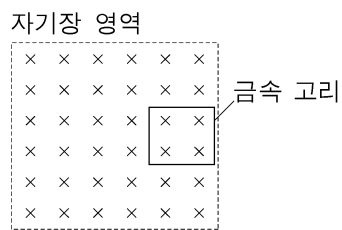


A와 B의 상태가 나타날 확률은 각각 P_A 와 P_B 이고, A와 B의 엔트로피는 각각 S_A 와 S_B 이다. 확률의 비 $\frac{P_B}{P_A}$ 를 구하고, 엔트로피 차 ($S_B - S_A$)를 볼츠만 상수 k 를 포함한 식으로 구하시오. [2점]

9. <자료 1>은 교사가 철수에게 전자기 유도와 관련하여 제시한 질문의 내용과 이에 대한 철수의 응답 결과를 정리한 것이며, <자료 2>는 이에 대한 교사와 철수의 대화이다.

<자료 1>

그림과 같이 균일한 자기장 영역에 사각형 금속 고리가 놓인 상태에서 표에 제시된 변화를 주는 동안 금속 고리에 전류가 유도되는가?



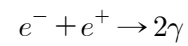
변화 조건	철수의 응답
자기장의 세기를 시간에 따라 변화시킨다.	유도된다
고리를 오른쪽으로 당겨 자기장 영역 밖으로 이동시킨다.	유도되지 않는다

<자료 2>

교사: 어떤 경우 금속 고리에 전류가 유도되나요?
 철수: 자기장의 세기가 시간에 따라 변할 때 전류가 유도돼요.
 교사: 또 다른 경우는 없을까요?
 철수: 예, 자기장의 세기가 변할 때만 생겨요.
 교사: 내가 시범 실험을 하나 보여줄 테니 유도 전류가 발생 하는지 확인하세요.
 ... (중략) ...
 철수: 자기장의 세기가 변하는 경우가 아닌데도 유도 전류가 발생하네요.
 교사: 맞아요. 자기 선속이 변하면 유도 전류가 발생하게 돼요.
 철수: 자기장 영역에서 금속 고리가 회전하면서 고리면의 방향이 바뀌어도 전류가 유도되겠네요.
 교사: 맞아요.

비고츠키(L. Vygotsky)의 학습 이론에 근거하여 철수의 실제적 발달 수준과 잠재적 발달 수준, 교사가 보여 주는 시범 실험의 역할을 서술하고, 적절한 시범 실험의 예를 1가지 서술하시오. [4점]

10. 자유 공간에서 전자와 양전자 한 쌍이 소멸되면서 2개의 광자(γ)가 생성되는 과정은 아래와 같이 표현된다.



이러한 쌍소멸 과정에서 광자가 1개만 생성될 수 없는 이유를 보존 개념으로 설명하고, 생성된 광자의 파장을 구하시오. 한 광자가 $+\hat{x}$ 방향으로 진행할 때, 다른 광자의 운동량의 크기와 방향을 구하시오. (단, 전자와 양전자의 속력과 결합 에너지는 무시한다. 진공에서 빛의 속력은 c 이고, 전자의 정지 질량은 m_e 이며, 플랑크 상수는 h 이다.) [4점]

11. 균일한 전기장과 자기장이 각각 $\vec{E} = E\hat{y}$, $\vec{B} = B\hat{z}$ 로 주어지는 공간에서 전하량이 q , 질량이 m 인 입자가 운동하고 있다. 시간 $t=0$ 일 때, 입자의 속도 \vec{v} 는 $v_0\hat{z}$ 이다.

입자의 운동 방정식을 x , y 성분별로 쓰고, <자료>를 참고하여 속도의 x 성분 $v_x(t)$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, E 와 B 는 상수이다.) [4점]

<자 료>

G 와 H 가 상수인 경우에 미분 방정식 $\frac{d^2f}{dx^2} + Gf = H$ 의 특수해는 $f(x) = \frac{H}{G}$ 이고, $G > 0$ 인 경우에 $\frac{d^2f}{dx^2} + Gf = 0$ 의 일반해는 $f(x) = M\sin(\sqrt{G}x) + N\cos(\sqrt{G}x)$ 이다. 여기서 M 과 N 은 임의의 상수이다.

12. 스핀 $\frac{1}{2}$ 인 입자가 균일한 자기장 $\vec{B} = B_0\hat{z}$ 에 놓여 있고,

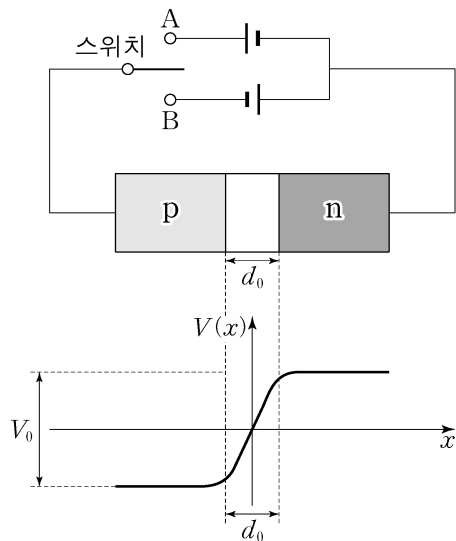
이 입자의 스핀 상태는 $\chi(t) = \begin{pmatrix} \cos\frac{\alpha}{2}e^{-i\gamma B_0 t} \\ \sin\frac{\alpha}{2}e^{i\gamma B_0 t} \end{pmatrix}$ 이다. α 와 γ 는 상수

이다. 입자는 $t=0$ 에서 S_x 의 고윳값이 $\frac{\hbar}{2}$ 인 고유 상태에 있다.

$t=0$ 일 때 S_x 의 고유 상태와 α 를 각각 구하고, $t \neq 0$ 인 경우 S_x 의 고윳값이 $\frac{\hbar}{2}$ 가 될 확률과 $\langle S_z \rangle$ 를 구하시오. (단,

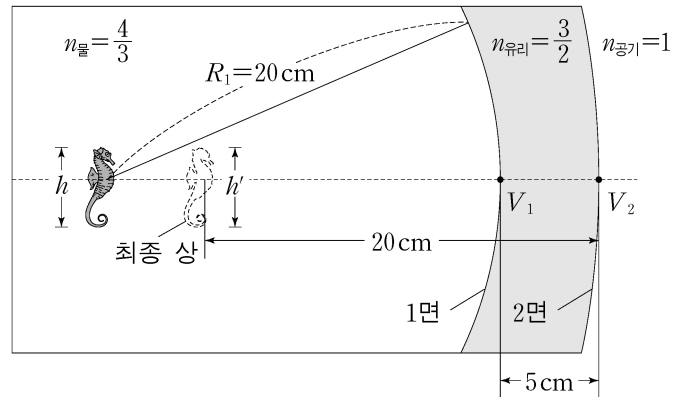
$S_x = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$, $S_z = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ 이고, B_0 은 상수이다.) [4점]

13. 그림은 p-n 접합 다이오드, 전지, 스위치로 구성된 회로와 다이오드에 형성된 전기 퍼텐셜을 나타낸 것이다. 전지를 연결하지 않았을 때 p-n 접합면의 공핍층(depletion region)의 폭은 d_0 이고, 공핍층의 전기 퍼텐셜 차이는 V_0 이다.



스위치를 전지에 연결하기 전, 공핍층에서의 전기장의 방향을 쓰고, 다이오드에 순방향 전류가 흐르기 위해서 스위치를 A, B 중 어느 단자에 연결해야 하는지를 쓰시오. 또한, 순방향 전류가 흐를 때 공핍층의 전기 퍼텐셜 차이와 폭의 변화를 각각 V_0 , d_0 과 비교하여 설명하시오. [4점]

14. 그림과 같이 수조 안에 있는 해마의 최종 상이 안쪽 유리면(1면)과 바깥쪽 유리면(2면)에 의해 형성되어 있다. 해마는 곡률반지름 R_1 이 20cm인 1면의 곡률 중심에 놓여 있으며, V_1 은 1면의 중앙점, V_2 는 2면의 중앙점이다.



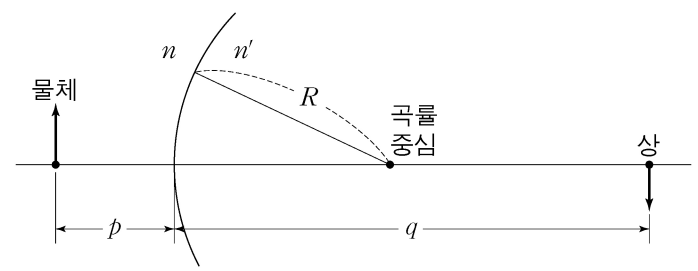
$n_{\text{물}}$: 물의 굴절률 $n_{\text{유리}}$: 유리의 굴절률 $n_{\text{공기}}$: 공기의 굴절률

<자료>를 참고하여 V_1 에서부터 1면에 의해 형성된 상까지의 거리 s , 2면의 곡률반지름 R_2 를 구하고, 해마의 높이 h 에 대한 해마의 최종 상의 높이 h' 의 비 $\frac{h'}{h}$ 을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 해마의 폭은 무시하고, 해마의 상은 근축광선에 의해 형성된다고 가정한다.) [4점]

<자 료>

굴절률이 n , n' 인 두 매질의 경계면(굴절면)에 의해 물체의 상이 근축광선으로 형성되었을 경우 다음 관계식이 성립한다.

$$\frac{n}{p} + \frac{n'}{q} = \frac{n' - n}{R}$$



<수고하셨습니다.>