

2023학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

물 리

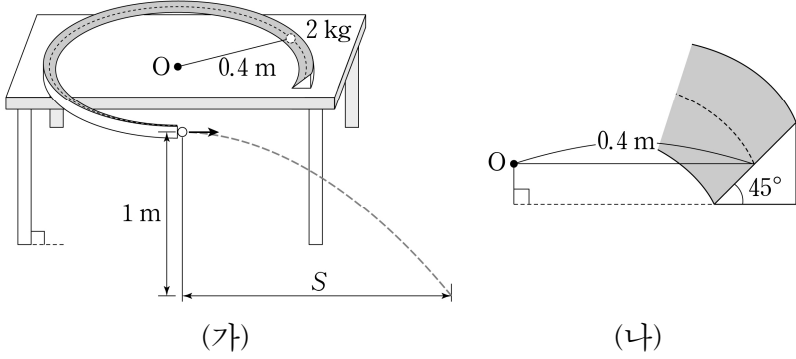
수험 번호 : ()

성 명 : ()

제1차 시험	2 교시 전공 A	12문항 40점	시험 시간 90분
--------	-----------	----------	-----------

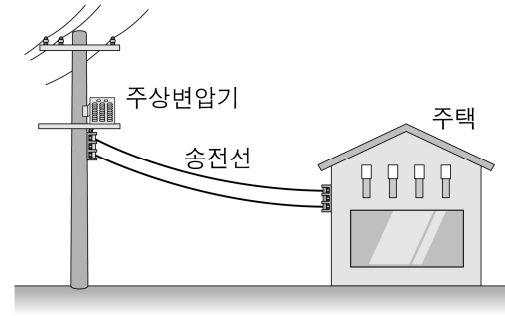
- 문제지 전체 면수가 맞는지 확인하십시오.
- 모든 문항에는 배점이 표시되어 있습니다.

1. 그림 (가)는 물체가 책상면 위의 원형 트랙의 일부에서 등속 원운동을 하다가 트랙을 떠나는 모습을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 트랙의 일부를 확대한 것이다. 책상면은 수평이며, 트랙의 경사면이 책상면과 이루는 각은 45° 이다. 물체의 질량은 2kg , 원 궤도의 반지름은 0.4m 이다. 물체가 책상면의 트랙을 떠난 순간, 지면으로부터 물체까지의 높이는 1m , 지면에 닿을 때까지의 수평 이동 거리는 S 이다.



트랙이 물체에 작용하는 수직 항력의 크기와 S 를 각각 구하십시오. (단, 중력 가속도의 크기는 10m/s^2 이고, 공기 저항과 물체의 크기는 무시한다.) [2점]

2. 그림은 주상변압기와 주택이 송전선으로 연결된 모습을 나타낸 것이다. 주상변압기에서 공급하는 전력은 공급 전압이 110V 인 경우와 220V 인 경우 동일하고, 송전선의 저항값은 R 로 일정하다. 공급 전압이 110V 와 220V 일 때, 송전선에 흐르는 전류는 각각 I_1, I_2 이고, 송전선에서 발생하는 손실 전력은 각각 P_1, P_2 이다.



$\frac{I_2}{I_1}$ 와 $\frac{P_2}{P_1}$ 를 각각 구하십시오. (단, 전압과 전류는 제곱 평균 제곱근 값이고, 전력은 평균값이다.) [2점]

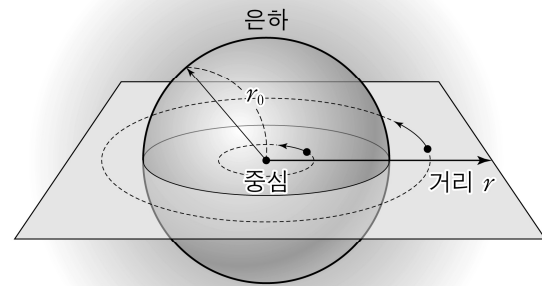
3. 어떤 양자 계의 해밀토니언이 다음과 같이 행렬 H 로 표현된다.

$$H = \epsilon \begin{pmatrix} 1 & a \\ a & 3 \end{pmatrix}$$

이 때, a 와 ϵ 은 양의 실수이다.

H 의 두 고윳값의 합을 구하고, 낮은 에너지 고윳값이 0이 되는 a 를 구하시오. [2점]

4. 그림은 구면 대칭의 질량 분포를 가지는 은하와 은하 주위를 운동하는 물체를 나타낸 것이다. 은하의 질량 분포는 은하 중심으로부터의 거리 r 에 따라 변하고, 물체는 은하 중심을 지나는 평면상에서 등속 원운동한다.



은하 중심으로부터 거리 r 만큼 떨어진 물체의 속력 v 는

$$v(r) = \begin{cases} \frac{v_0}{r_0} r, & r < r_0 \\ v_0, & r \geq r_0 \end{cases}$$

이다. $M(r)$ 가 반지름 r 인 구면 내부의 질량일 때, 은하의 질량 밀도는 $\rho(r) = \frac{1}{4\pi r^2} \frac{dM(r)}{dr}$ 이다.

<자료>를 참고하여 $r < r_0$ 과 $r \geq r_0$ 에 대한 은하의 질량 밀도 $\rho(r)$ 를 각각 구하시오. (단, v_0 , r_0 은 상수이다.) [2점]

<자 료>

○ 은하 중심으로부터 r 만큼 떨어진 물체의 등속 원운동 관계식은 $\frac{v^2(r)}{r} = \frac{GM(r)}{r^2}$ 이고, G 는 중력 상수이다.

5. <자료 1>은 2015 개정 과학과 교육과정 ‘과학탐구실험’ 과목의 내용 체계 일부이다. <자료 2>의 (가)와 (나)는 빛의 본질에 대한 데카르트(R. Descartes)의 생각과 뉴턴(I. Newton)의 연구에 관한 것이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소
			과학탐구실험
역사 속의 과학 탐구	과학의 본성	과학자들의 탐구실험에서 과학의 다양한 본성이 발견되며, 과학 탐구 수행 과정에서 과학의 본성을 경험한다.	<ul style="list-style-type: none"> • ... (중략) ... • ... (중략) ... • 패러다임의 전환을 가져온 (㉠)

<자료 2>

(가) 데카르트는 색이란 빛이 물체에 닿았을 때 물체와의 상호 작용 때문에 변형되어 생긴다고 하였다. 그러므로 데카르트는 햇빛이 프리즘을 통과한 후에 무지개 색이 나타나는 이유를 프리즘의 특성으로 인해 빛이 변형되기 때문이라고 설명하였다.

(나) 뉴턴은 빛의 본질을 알아보기 위해 두 개의 프리즘을 사용하는 연구를 계획하였다. 우선 그는 (㉡) (이)라는 가설을 세웠고, 프리즘은 빛을 단순히 분산시키는 역할을 한다고 생각하였다. 뉴턴은 이 가설이 옳다면, 첫 번째 프리즘을 통과한 무지개의 빛 중에서 빨간색 빛만 두 번째 프리즘을 통과시키면, 그 빛은 더 이상 분산되지 않고 빨간색 빛으로 보일 것이라고 생각하였다. 반면 데카르트의 생각이 옳다면 두 번째 프리즘을 통과한 빛도 역시 무지개 색으로 보였을 것이다. 실제 실험 결과는 뉴턴의 생각이 옳았다는 것을 보여 주었다. 뉴턴은 이 실험을 (㉠) (이)라고 그의 저서 『광학』에 소개하였다.

<작성 방법>

- 괄호 안의 ㉠에 공통으로 해당하는 용어를 쓸 것.
- (나)의 내용을 바탕으로 괄호 안의 ㉡에 해당하는 적절한 가설을 제시할 것.
- (나)에 해당하는 과학자의 탐구 방법을 쓰고, 그 근거를 설명할 것.

6. <자료>는 주사기를 이용하여 기체의 부피와 온도의 관계를 알아보는 실험을 한 후, 이에 대하여 지도 교사와 두 예비 교사가 나누는 대화이다. 두 예비 교사는 포퍼(K. Popper), 쿤(T. Kuhn), 라카토스(I. Lakatos)의 과학 철학적 관점 중 하나를 따른다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료>

지도 교사: 실험 결과, 단열된 주사기의 피스톤을 밀었을 때 실린더 안의 기온이 올라갔고, 피스톤을 당겼을 때에는 실린더 안의 기온이 내려갔어요. 이 실험 결과에 대해 어떻게 생각하세요?

예비 교사 1: 이 실험 결과에서 피스톤을 당겼을 때 기체의 온도가 내려갔으니 열역학 제1법칙은 폐기되어야 합니다. 열역학 제1법칙이 옳다면, 피스톤을 당길 때 힘이 필요하고 힘이 작용하는 방향으로 피스톤이 이동하므로 힘과 피스톤의 이동 거리를 곱한 값인 일이 열로 바뀌어 온도가 올라가야 합니다.

예비 교사 2: 그렇게 쉽게 판단하면 안 됩니다. 열역학 제1법칙을 포함하는 열역학 법칙은 물리학의 주요 법칙으로 패러다임에 해당합니다. 피스톤을 당길 때에는 기체가 팽창하면서 일을 한 것이므로 기체가 한 일만큼 실린더 안 기체의 내부 에너지가 감소하여 온도가 내려가는 것이 열역학 제1법칙에 부합합니다. ㉠ 피스톤 외부의 기압을 변경시켜 피스톤의 압축과 팽창을 일으킬 때, 피스톤 내부 기체의 온도 변화를 측정해서 열역학 제1법칙을 충족하는지 추가로 확인해 보면 좋을 것 같네요.

<작성 방법>

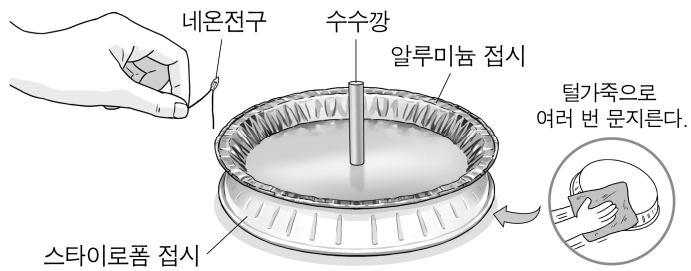
- 예비 교사 1의 과학 철학적 관점을 쓰고, 그 근거를 설명할 것.
- 예비 교사 2의 과학 철학적 관점을 따를 때, 밑줄 친 ㉠은 어떤 단계에 해당하는지 쓰고, 그 근거를 설명할 것.

7. <자료 1>은 ‘마찰 전기로 전구에 불 켜기’에 관한 탐구 활동과 이에 대한 교사 설명의 일부이다. <자료 2>는 학생들에게 소개하는 초기 전기 연구에 대한 자료이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

[탐구 활동]

- 탐구 목표: 마찰 전기로 전구에 불을 켜 보며 전하가 이동하여 전류가 흐르는 과정을 설명할 수 있다.
- 준비물: 알루미늄 접시, 수수깡, 털가죽, 네온전구, 합성 수지로 만든 스타이로폼 접시, 접착테이프
- 탐구 과정
 - (가) 스타이로폼 접시를 털가죽으로 여러 번 문지른 후 책상 위에 스타이로폼 접시의 볼록한 면이 위로 오게 얹어 놓는다.
 - (나) 알루미늄 접시의 오목한 면의 중앙에 길이가 약 5 cm인 수수깡을 세워 붙인 다음, ㉠ 이 수수깡을 잡아 알루미늄 접시를 스타이로폼 접시 위로 올려놓는다.
 - (다) ㉡ 네온전구의 한쪽 다리를 손으로 잡고 다른 쪽 다리를 알루미늄 접시의 가장자리에 갖다 대면서 네온전구에 불이 켜지는지 관찰한다.



- 탐구 시 주의 사항
 - (가) 네온전구를 잡기 전에 손에 정전기가 없게 한다.
 - (나) 손이 알루미늄 접시에 닿지 않도록 주의한다.

[교사 설명]

○ 탐구 과정 (다)에서 ㉡ 손으로 잡은 네온전구를 알루미늄 접시에 연결하면 불이 켜집니다. 이것은 털가죽과 스타이로폼의 마찰로 스타이로폼 접시 표면에 발생한 전하가 알루미늄 접시를 거쳐 네온전구로 이동했기 때문입니다. 이렇게 전하는 금속과 같은 도체를 따라 이동할 수 있는데, 이러한 전하의 흐름을 전류라고 합니다.

…(중략)…

전기 회로에서 전자는 전지의 (-)극에서 (+)극 쪽으로 이동합니다. ㉢ 전자의 존재를 몰랐을 때 과학자들은 전류가 전지의 (+)극에서 (-)극 쪽으로 흐른다고 정하였습니다. 그 후 전자가 이동하여 전류가 흐른다는 사실이 밝혀졌지만, 오랫동안 사용한 전류의 방향을 바꾸기 어려웠습니다. 그래서 전기 회로에서 전류의 방향과 전자의 이동 방향은 서로 반대입니다.

<자료 2>

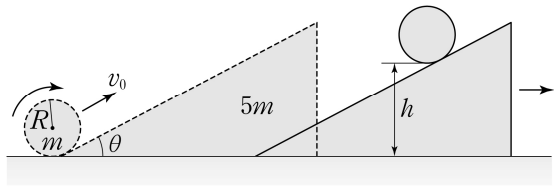
18세기에 전기와 관련된 다양한 현상들이 알려져 있었다. 화석화된 수지인 호박을 털가죽으로 문질렀을 때 호박과 털가죽은 가벼운 종잇조각이나 먼지를 잡아당겼는데 이 현상을 ‘전기’라고 불렀다. 유리를 명주형깃으로 문질렀을 때에도 전기가 발생했다. 이렇게 전기를 띤 호박과 유리를 가까이 하면 서로 잡아당기지만 전기를 띤 호박끼리 또는 전기를 띤 유리끼리는 서로 밀친다는 것이 관찰되자 전기는 ‘수지 전기’와 ‘유리 전기’라는 두 종류의 유체로 이루어져 있다는 생각이 제기되었다.

동일한 전기 현상에 대하여 프랭클린(B. Franklin)은 전기가 한 종류의 ‘전기 유체’로 이루어져 있다는 가설을 제시했다. 그는 이 유체가 어떤 물체에 보통보다 많이 존재하면 그 물체는 양전기를 띠고, 보통보다 적게 존재하면 그 물체는 음전기를 띤다고 설명했다. 여기에서 ‘양’과 ‘음’은 각각 ‘전기 유체’의 ‘잉여’와 ‘부족’을 의미하였다. 이 이론으로는 ‘유리 전기’를 띤 물체는 ‘전기 유체’가 남아 ‘양전기’를 띤 것이 되고, ‘수지 전기’를 띤 물체는 ‘전기 유체’가 모자라 ‘음전기’를 띤 것으로 이해되었다. 또한 두 물체가 접촉했을 때, ‘전기 유체’는 ‘전기 유체’가 잉여 상태인 물체에서 보통 상태인 물체로, 보통 상태인 물체에서 부족 상태인 물체로 이동하는 성질을 갖는다. 이와 같이 ㉣ ‘양전기’와 ‘음전기’의 개념으로 전기 현상을 설명하는 것이 개념상 편리했기에 이후에 연구자들 사이에서 ‘양전기’, ‘음전기’라는 용어가 보편적인 용어로 채택되었다.

<작성 방법>

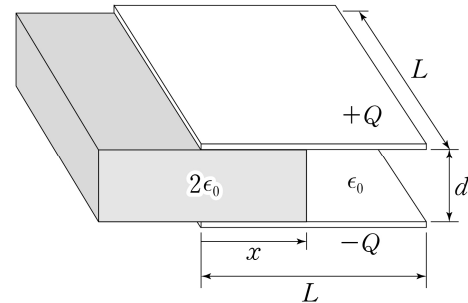
- 밑줄 친 ㉠의 이유를 ‘탐구 시 주의 사항’과 관련하여 제시하고, 밑줄 친 ㉡에서 네온전구의 다리를 스타이로폼 접시가 아니라 알루미늄 접시에 갖다 대는 이유를 제시할 것.
- <자료 2>의 프랭클린의 이론에 근거하여, 밑줄 친 ㉢에서 ‘전기 유체’의 이동 방향을 제시할 것.
- 밑줄 친 ㉣과 ㉤에서 공통적으로 찾을 수 있는, 과학적 지식을 형성하는 방법을 제시할 것.

8. 그림과 같이 반지름 R 인 원기둥이 경사각 θ 인 도막의 비탈면을 미끄러짐 없이 올라가 최고점 h 에 도달하였다. 도막은 처음에 정지 상태였으며, 원기둥이 비탈면을 올라가는 순간 비탈면 방향으로의 선속력은 v_0 이고 각속력은 $\frac{v_0}{R}$ 이다. 원기둥과 도막의 질량은 각각 m , $5m$ 이다. 도막과 수평면 사이의 마찰은 없다.



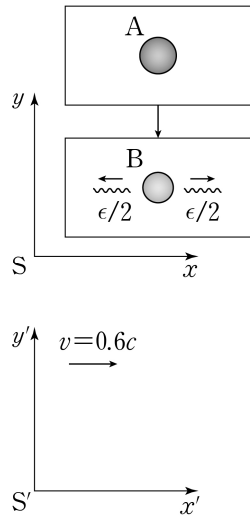
원기둥이 h 에 도달했을 때, 원기둥과 도막으로 이루어진 계의 역학적 에너지와 수평 방향의 선운동량을 각각 구하시오. 또한 h 를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 중력 가속도의 크기는 g 이고, 원기둥의 중심축을 회전축으로 하는 관성 모멘트는 $\frac{1}{2}mR^2$ 이다. 도막과 원기둥의 질량 중심은 동일 연직면에서 운동한다.) [4점]

9. 그림은 한 변의 길이가 L 인 정사각형 두 도체 판이 거리 d 만큼 떨어져 있고, 그 사이에 유전율 $2\epsilon_0$, 길이 L , 두께 d 인 유전체가 너비 x 만큼 채워진 평행판 축전기를 나타낸 것이다. 축전기에 충전된 전하는 Q 로 일정하다. 유전체에는 알짜 전하가 없고, $x=0$ 일 때 축전기의 전기 용량은 $\epsilon_0 \frac{L^2}{d}$ 이다.



평행판 축전기에 저장된 전기 에너지 $U(x)$ 를 풀이 과정과 함께 Q 를 포함하여 구하시오. 또한 $U(x)$ 로부터 유전체에 작용하는 힘의 크기와 방향을 구하시오. (단, ϵ_0 은 진공의 유전율이다. 유전체는 균일하고 등방적이며 선형적이다.) [4점]

10. 그림과 같이 관성계 S에서, 정지해 있던 물체 A가 에너지 $\frac{\epsilon}{2}$ 인 광자 2개를 각각 $+x$ 방향과 $-x$ 방향으로 방출하면서 물체 B가 되는 사건이 관측되었다. 이 사건을 S에 대해 $+x$ 방향으로 속력 $v=0.6c$ 로 등속 운동하는 관성계 S'에서 관측한다. S, S'에서 측정된 두 광자의 에너지의 합은 각각 $E_S, E_{S'}$ 이며, S'에서 측정된 A, B의 상대론적 운동 에너지는 각각 K_A', K_B' 이다.



<자료>를 참고하여 E_S 와 $E_{S'}$ 을 각각 ϵ 으로 나타내시오. 또한 $K_A' - K_B'$ 을 풀이 과정과 함께 ϵ 으로 구하시오. (단, c 는 빛의 속력이다.) [4점]

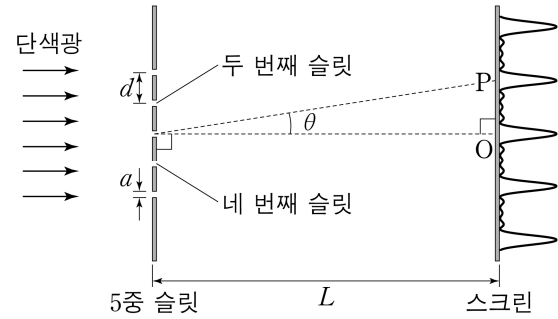
<자 료>

- 상대론적 도플러 효과: 광원에서 관찰자를 향해 방출되는 광자의 진동수가 f 일 때, 광원에 대해 속력 v 로 가까워지는 관찰자와 멀어지는 관찰자가 측정하는 진동수는 각각 다음과 같다.

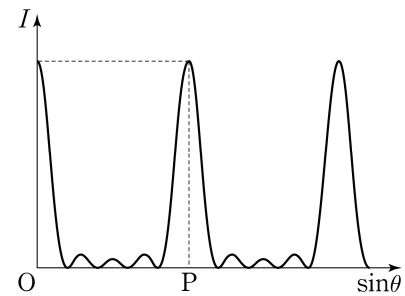
$$f_+ = f \sqrt{\frac{c+v}{c-v}}, \quad f_- = f \sqrt{\frac{c-v}{c+v}}$$

- 광자의 에너지: 진동수 f 인 광자의 에너지는 hf 이다. (h 는 플랑크 상수이다.)
- A에서 방출된 광자를 S'에서 관측할 때, $-x$ 방향으로 방출된 광자는 관찰자와 광원이 가까워지는 경우, $+x$ 방향으로 방출된 광자는 관찰자와 광원이 멀어지는 경우에 해당한다.

11. 그림 (가)는 파장이 λ 인 평면 단색광이 5중 슬릿을 통과하여 거리 L 만큼 떨어진 스크린 위에 간섭무늬를 만드는 것을 나타낸 것이다. 슬릿의 폭은 모두 a 이고 슬릿 사이의 간격은 모두 d 이며 점 O는 간섭무늬의 중앙 극대점이다. 그림 (나)는 스크린에 나타난 빛의 세기 I 를 $\sin\theta$ 의 함수로 나타낸 것이다. P는 첫 번째 주요 극대(first principal maximum)를 나타내는 스크린상의 지점이다.



(가)



(나)

P에서 $\sin\theta$ 의 값을 λ 와 d 로 나타내고, <자료>를 참고하여 I 를 I_0 으로 나타내시오. 두 번째 슬릿과 네 번째 슬릿을 막아 5중 슬릿이 3중 슬릿이 되었을 때, 5중 슬릿의 첫 번째 주요 극대가 나타났던 지점 P에서의 I 를 풀이 과정과 함께 I_0 으로 나타내시오. (단, $a \ll d \ll L$ 이다.) [4점]

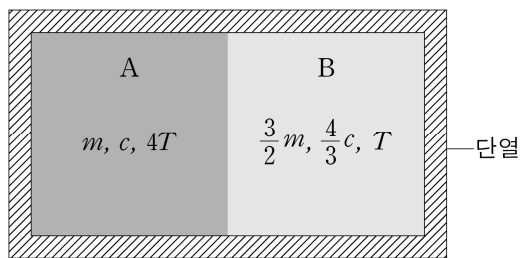
<자 료>

- 프라운호퍼 영역에서 슬릿 사이의 거리가 D 인 N 개의 다중 슬릿에 의한 빛의 세기는 다음과 같은 근사식으로 표현된다.

$$I = I_0 \left(\frac{\sin N\delta}{\sin \delta} \right)^2, \quad \delta = \frac{\pi D \sin \theta}{\lambda}$$

- I_0 은 단일 슬릿의 경우 극대점에서의 빛의 세기이다.

12. 그림은 외부와 단열된 상태에서 서로 접촉해 있는 두 금속 A, B로 이루어진 계를 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 m , $\frac{3}{2}m$ 이고, 비열은 각각 c 와 $\frac{4}{3}c$ 이다. 처음 A와 B의 절대 온도는 각각 $4T$, T 이었고, 이후 열평형 상태에 도달하여 온도가 T_0 이 되었다.



A에서 B로 전달된 열량과 T_0 을 각각 구하시오. 열평형 상태에 도달하는 과정 동안 계의 총 엔트로피 변화를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, A와 B 각각의 비열과 부피는 일정하다.) [4점]

<수고하셨습니다.>