2024학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

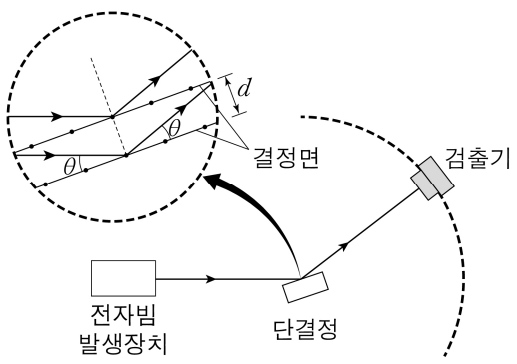
물 리

수험 번호 : ( ) **성 명 : ( )**

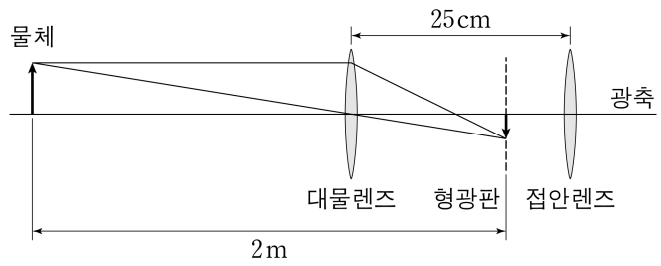
제1차 시험	2교시 전공A	12문항 40점	시험 시간 90분

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

1. 그림과 같이 전압 V로 가속한 전자빔을 단결정에 입사시켰을 때, 결정면에서 산란된 전자 개수 분포가 특정 각도 θ에서 1차 회절 무늬에 의한 극대값을 갖는다. 전자의 드브로이 파장 λ를 구하고, 결정면 사이의 간격 d를 θ와 λ로 구하시오. (단, 전자의 전하량은 e, 질량은 m이고, 플랑크 상수는 h이다. 상대론적 효과는 무시한다.) [2점]



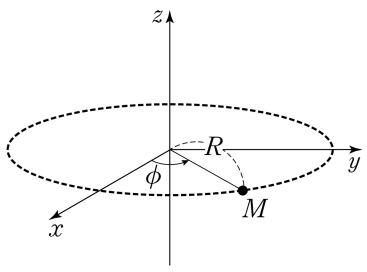
2. 그림은 대물렌즈를 통해 물체에서 나오는 적외선의 상이 형광판에 맺고, 형광판에서 나온 가시광선의 상을 접안렌즈를 통해 보는 적외선 투시경의 구조를 나타낸 것이다. 두 렌즈 사이의 거리가 25 cm이고 물체와 형광판 사이의 거리가 2 m일 때, 초점 거리가 18 cm인 대물렌즈를 통해 형광판에 상이 맺혔다.



대물렌즈와 형광판 사이의 거리를 구하시오. 접안렌즈의 초점 거리가 6 cm일 때, 투시경의 횡배율을 구하시오. (단, 횡배율은 상의 크기를 물체의 크기로 나눈 값이고, 모든 광선은 근축광선이다.) [2점]

3. 질량이 M, 반지름이 R인 지구의 탈출 속력은 v_0이다. 지표면에서 질량 m인 물체를 속력 $v=\alpha v_0$으로 연직상방으로 쏘아 올렸을 때, 물체가 도달할 수 있는 지표면으로부터의 최대 높이를 α와 R로 나타내시오. 물체가 최대 높이에 도달했을 때, 중력 가속도가 지표면의 중력 가속도의 $\frac{1}{4}$이 되는 α를 구하시오. [2점]

4. 그림은 스핀이 없고 전하를 띤 질량 M인 입자가 xy 평면에서 반지름 R인 원 궤도에 속박되어 있는 것을 나타낸 것이다.



이 입자의 규격화된 에너지 고유함수 $\psi_n(\phi)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{in\phi}$에 대응하는 에너지 고윳값 E_n을 구하시오. 세기가 약하고 균일한 자기장 $\vec{B}=B_0\hat{z}$을 가했을 때, 섭동항 $H'=-\frac{\mu}{\hbar}B_0L_z$에 의한 E_n의 변화량을 구하시오. (단, n은 정수이고, μ, B_0은 양의 상수이다. $\hbar$는 플랑크 상수이다.) [2점]

<자 료>

○ 질량이 m이고 반지름 r인 원 궤도에 속박된 입자의 해밀토니언:

$$H_0=\frac{L_z^2}{2mr^2},\ \left(L_z=\frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial\phi}\right)$$

한국교육과정평가원

5. <자료 1>은 밀리컨(R. Millikan)의 실험과 관련된 물리학사의 일부이고, <자료 2>는 2022 개정 과학과 교육과정의 '물리학' 과목의 내용 체계의 일부이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

(가) 20세기 초 물리학계에서는 더 이상 나눌 수 없는 최소 단위의 전하량이 존재하는가에 관하여 치열한 논쟁이 있었다. 에렌하프트(F. Ehrenhaft)는 최소 단위의 기본 전하량이 있는 것이 아니라 연속적인 값으로 되어 있다고 주장하였다. 한편 ㉠ 밀리컨(R. Millikan)은 모든 전하는 기본 전하량의 배수로 이루어진다는 가설을 세우고, 이를 실험으로 검증하고자 하였다. 결국 밀리컨이 1913년 기름방울을 활용한 실험 결과를 근거로 기본 전하량이 존재함을 증명하였다. 이로부터 전하량의 최소 단위가 존재함이 받아들여졌다.

(나) 그런데 밀리컨이 죽은 뒤 과학사학자들이 밀리컨의 연구 노트를 연구하면서 밀리컨이 140회의 실험 자료 중 자신의 가설을 뒷받침할 수 있는 58회의 자료만을 골라 논문에 발표하면서, "추려낸 데이터가 아니라 60일 동안 실험한 모든 관찰 결과를 빠짐없이 수록한 것"이라고 거짓으로 적은 것이 드러났다. 하지만 또 다른 논의에서는 밀리컨이 일부 자료만 활용한 것은 실험의 엄밀성을 고려한 결과라는 주장이 제기되었다. 밀리컨이 남긴 연구 노트의 "아름다움. 온도와 조건 완벽. 대류 현상 없음. … (중략) … 발표할 만큼 아름다움." 등의 메모가 압력의 변화, 대류, 전압의 변동과 같은 실험적인 문제가 있거나 측정한 결과의 오차가 너무 큰 경우 수집한 자료를 타당하게 제외했다는 증거로 제시되었다. 무엇보다도 밀리컨이 기본 전하량을 알 수 없는 상황에서 유리한 자료만을 선별할 수는 없다는 것이다. 밀리컨이 발표한 '아름다운 결과'는 잘 통제된 상황에서 오차 없이 엄밀하게 얻어진 실험 결과가 기본 전하량이 존재함을 명확하고 단순하게 보여 준다는 것을 의미한다.

<자료 2>

구분 / 범주	내용 요소
지식 · 이해	… (생략) …
과정 · 기능	… (생략) …
가치 · 태도	• 과학의 심미적 가치 • 과학 유용성 • 자연과 과학에 대한 감수성 • 과학 창의성 • 과학 활동의 윤리성 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 • 안전 · 지속가능 사회에 기여 • 과학 문화 향유

<작성 방법>

○ <자료 1>의 밑줄 친 ㉠에서 사용된 과학적 탐구 방법의 유형을 제시하고 그 근거를 적을 것.

○ <자료 1>의 (나)에서 가장 잘 드러나는 가치 · 태도 범주의 내용 요소 2가지를 <자료 2>에서 찾아 쓰고 그에 대응하는 내용을 <자료 1>의 (나)에서 찾아 각각 제시할 것.

6. 다음은 옴의 법칙에 대한 탐구 상황에서 교사와 고등학생이 나눈 대화이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

교　사 : 여러분 모두 중학교 때 배운 전압, 전류, 저항의 관계를 잘 알고 있네요. 실생활에서 흔히 볼 수 있는 소재를 이용하여 옴의 법칙이 성립하는지 확인해 봅시다.

학생 A, B, C : 저희 모둠은 장난감 자동차에 들어 있는 전동기를 저항으로 이용하여 옴의 법칙이 성립하는지 실험해 보겠습니다.

(학생들은 멀티테스터를 사용하여 전동기의 저항을 먼저 측정한 이후, 1.5 V 건전지를 이용하여 회로를 구성하고 전동기가 회전하는 동안 전동기 양단의 단자전압과 회로에 흐르는 전류를 각각 여러 차례 측정하고 아래와 같은 평균값을 얻었다.)

건전지 수	저항(Ω)	전압(V)	전류(A)
1개	3.0	1.4	0.11
2개	3.0	2.2	0.33

교　사 : 여러분의 측정 방법과 측정 결과는 적절합니다. 그런데 이 실험 결과를 여러분이 알고 있는 옴의 법칙으로 설명할 수 있을까요?

학생 A : 이 실험 결과는 옴의 법칙으로는 설명하기 어려워요. 왜냐하면 ㉠ 옴의 법칙에 따르면 전압과 전류의 비는 저항값과 같아야 하는데 우리 실험 결과와는 차이가 많이 나요. 옴의 법칙을 버리고 이 실험 결과를 설명하기 위해 적합한 새로운 이론을 찾아야겠어요.

학생 B : 제한된 사례만으로 이미 과학자 사회에서 인정한 옴의 법칙이 틀렸다고 결론 내릴 수는 없어요. 실험 결과가 이론 예측 값과 차이가 나는 것은 오차라고 볼 수 있으니 이 실험 결과는 옴의 법칙으로 설명 가능해요. 이론과 실험 결과가 다른 것은 늘 있는 일이에요.

학생 C : 이 실험 결과는 옴의 법칙이 틀렸다기보다는 우리가 미처 생각하지 않았던 다른 이유가 있다는 것을 나타내는 게 아닐까요? ㉡ 같은 실험 조건에서 전동기가 회전하지 않을 때 전류의 세기가 어떻게 달라지는지 추가 실험을 해 보고 그 이유를 찾아봐야겠어요.

<작성 방법>

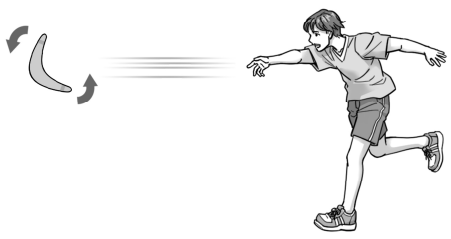
○ 밑줄 친 ㉠과 같은 실험 결과가 나온 이유를 밑줄 친 ㉡을 참고하여 설명하고, 이를 바탕으로 학생 A의 주장에서 드러나는 포퍼(K. Popper)의 반증주의 관점의 한계를 제시할 것.

○ 학생 B와 학생 C의 주장의 공통점을 쿤(T. Kuhn)의 과학혁명 이론 관점에서 설명하고, 차이점을 라카토스(I. Lakatos)의 연구 프로그램 이론 관점에서 설명할 것.

7. <자료>는 학생들에게 귀추적 추론 과정을 적용하여 과학적 가설 설정을 지도하는 교사의 수업 장면이다. 학생들은 '부메랑을 앞으로 던지면 부메랑이 원래 자리로 되돌아온다.'는 현상에 대해서 '앞으로 던진 부메랑이 왜 원래 자리로 되돌아올까?'라는 인과적 의문을 생성하고 교사의 안내에 따라 이에 대한 가설을 찾고 있다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자 료>

교　사 : 부메랑의 모양과 날아가는 모습을 자세히 관찰하고 이와 유사한 다른 사례가 있는지 찾아봅시다.



학생 A : 부메랑의 비행 모습을 보니 처음에는 똑바로 서서 회전하다가 점차 옆으로 기운 채로 회전하는 것이 마치 팽이가 처음에는 제 자리에서 회전하다가 점차 기울어지며 회전하는 것과 비슷하네요.

학생 B : 부메랑의 날개 단면을 보니 마치 비행기 날개처럼 윗부분은 볼록하고 아랫부분은 평평하게 생겼네요.

교　사 : 여러분이 찾은 유사 사례와 관련된 과학적 원리를 설명해 보세요.

학생 A : 각운동량 보존 법칙에 따르면 회전하는 팽이가 살짝 기울어지면 자전축이 회전하는 세차운동을 합니다.

학생 B : 베르누이 정리에 따르면 비행기 날개 모양과 같은 물체가 공기 중에 진행할 때 볼록한 면과 평평한 면 사이의 압력 차가 발생하여 볼록한 면 방향으로 힘을 받습니다.

교　사 : 이제 여러분이 찾은 유사 사례에 비추어 부메랑이 되돌아오는 현상을 설명할 수 있는 가설을 세워보세요.

학생 A : 제가 세운 가설은 '㉠ 회전 운동하던 부메랑이 살짝 기울어지면 각운동량 보존 법칙에 따라 세차운동을 하게 되어 진행 방향도 휘어진다.'입니다.

학생 B : 제가 세운 가설은 (　　㉡　　)입니다.

교　사 : 두 학생 모두 가설을 잘 세웠습니다. 그럼 다음 시간에는 각자가 세운 가설을 검증할 수 있는 실험을 설계해 봅시다.

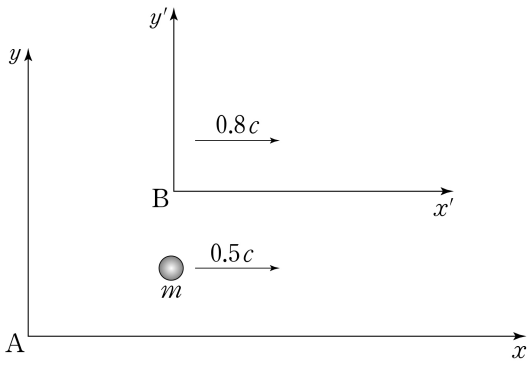
<작성 방법>

○ 밑줄 친 ㉠이 문제 현상을 인과적으로 설명하는 가설로 적절하다고 평가할 수 있는 이유 2가지를 <자료>를 바탕으로 제시할 것. (단, '검증 가능성'은 제외.)

○ 학생 B의 귀추적 추론 과정의 결과로 도출된 괄호 안의 ㉡에 해당하는 가설을 쓰고, 이 가설을 검증할 수 있는 실험 설계를 제안할 것.

한국교육과정평가원

8. 그림과 같이 관성계 A에 대해 관성계 B가 속력 $0.8c$로 x축을 따라 운동하고 있고, 정지질량 m인 입자는 A에 대해 속력 $0.5c$로 x축을 따라 운동하고 있다. A에서 측정한 입자의 운동량을 구하시오. B에서 측정한 입자의 속력을 풀이 과정과 함께 구하고, 총에너지를 구하시오. (단, c는 빛의 속력이다.) [4점]

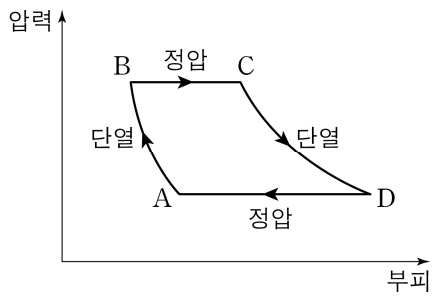


<자 료>

○ A에 대해 B가 $+x$방향으로 속력 v로 등속운동할 때, 두 좌표계 사이의 로렌츠 변환식은 다음과 같다.

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},\ t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

9. 그림은 열기관에 사용된 1몰(mol)의 단원자 분자 이상기체의 상태가 A → B → C → D → A의 경로를 따라 변할 때, 기체의 압력과 부피 관계를 나타낸 것이다. A → B, C → D는 단열, B → C, D → A는 정압 과정이다. A, B, C, D에서의 온도는 각각 T_A, T_B, T_C, T_D이다.



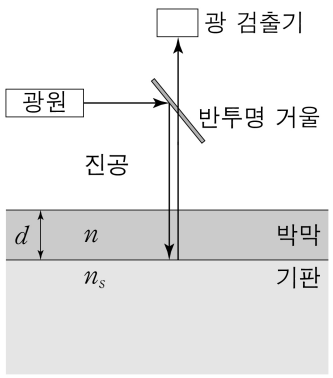
B → C과정에서 기체에 흡수되는 열과 이 열기관의 효율을 제시된 온도 값으로 나타내시오. C → D과정에서 기체가 한 일을 풀이 과정과 함께 제시된 온도 값으로 구하시오. [4점]

<자 료>

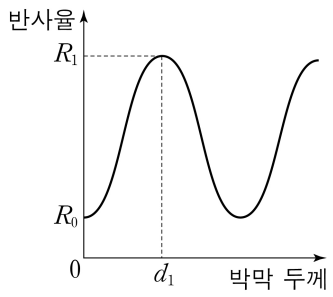
○ 단원자 분자 이상기체 1몰(mol)의 정압 비열은 $\frac{5}{2}R$이고, 정적 비열은 $\frac{3}{2}R$이며, R는 기체 상수이다.

○ 단원자 분자 이상기체의 단열 과정에서 $PV^{\frac{5}{3}}$은 일정하다.

10. 그림 (가)는 진공에서의 파장이 λ인 빛을 이용하여 기판 위에 놓인 두께 d인 박막의 반사율을 측정하는 장치를 나타낸 것이다. 기판의 굴절률은 n_s이며 박막의 굴절률은 n이다. 그림 (나)는 $n > n_s$일 때 (가)에서 두께 d를 변화시키며 측정한 반사율을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

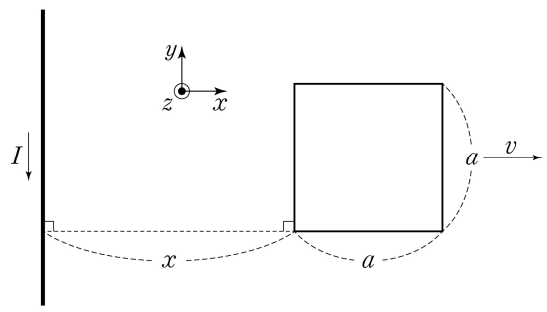
반사율이 R_1이 되는 최소 박막 두께 d_1을 풀이 과정과 함께 구하시오. 최소 반사율이 $R_0 = 0.04$이고 최대 반사율이 $R_1 = 0.25$일 때, n_s와 n을 구하시오. (단, 기판으로 투과된 빛은 되돌아오지 않는다. 진공의 굴절률은 1이다.) [4점]

<자 료>

○ 그림 (가)와 같은 장치에서 빛의 반사율 :

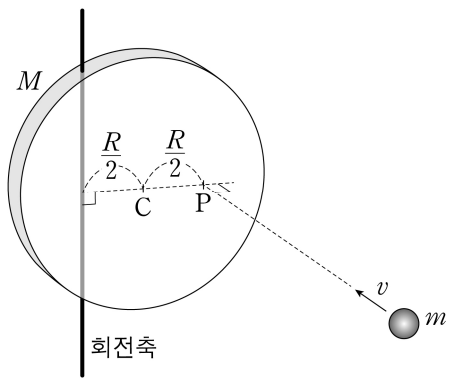
$$R = \frac{n^2(n_s-1)^2\cos^2\delta + (n^2-n_s)^2\sin^2\delta}{n^2(n_s+1)^2\cos^2\delta + (n^2+n_s)^2\sin^2\delta}, \quad \left(\delta = 2\pi\frac{d}{(\lambda/n)}\right)$$

11. 그림은 xy 평면상에서 무한히 긴 직선 도선에 $-y$ 방향으로 일정한 전류 I가 흐르고, 한 변의 길이 a인 정사각형 도체 고리가 도선으로부터 x만큼 떨어진 지점을 일정한 속도 $\vec{v} = v\hat{x}$으로 움직이고 있는 한 순간을 나타낸 것이다. 이때 고리를 통과하는 자기선속 Φ를 구하시오. 고리에 유도되는 기전력을 풀이 과정과 함께 구하고, 유도 전류의 방향을 구하시오. (단, 고리의 자체 유도는 무시하고, 공간의 투자율은 μ_0이다.) [4점]



한국교육과정평가원

12. 그림은 질량 m인 물체가 원판에 수직인 방향으로 원판 위의 점 P를 향해 일정한 속력 v로 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 원판은 고정된 회전축을 포함한 평면 위에 정지해 있고, 밀도는 균일하며, 질량은 M, 반지름은 R이다. 원판의 중심 C에서 회전축 사이의 거리와 C에서 P까지 거리는 각각 $\frac{R}{2}$이다.



회전축에 대한 원판의 관성모멘트를 구하고, 물체가 충돌하는 동안 회전축이 원판에 준 충격량의 크기를 구하시오. 물체가 P에서 탄성 충돌 후, 물체는 정지하고 원판은 회전축을 중심으로 회전할 때, $\frac{M}{m}$을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 원판의 두께, 충돌하는 데 걸리는 시간, 마찰, 공기 저항, 중력은 무시한다.) [4점]

<자 료>

○ 질량이 μ이고 반지름이 r이며 밀도가 균일한 원판의 질량 중심을 지나고 원판에 수직인 회전축에 대한 관성모멘트는 $\frac{1}{2}\mu r^2$이다.

<수고하셨습니다.>