2021학년도 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. <자료 1>은 일의 개념에 대한 문항이고, <자료 2>는 <자료 1>을 바탕으로 교사와 학생이 나눈 대화의 일부이다.

<자료 1>

수평인 빙판 위에서 스케이트 선수가 벽을 밀어 미끄러지고 있다. 벽을 미는 동안 벽이 선수에게 수평 방향으로 작용한 힘의 크기는 F로 일정하며 벽을 미는 동안 미끄러진 거리는 d이다. 이때 벽이 선수에게 작용한 힘이 한 일은?

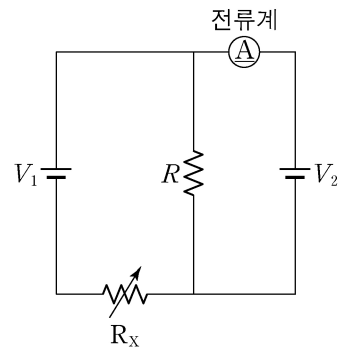
<자료 2>

교사 : 벽이 선수에게 작용한 힘이 한 일은 얼마인가요?
학생 : 이 경우에 일은 힘의 크기와 이동한 거리의 곱이므로 힘이 한 일은 Fd입니다.
교사 : ㉠ 지난주에 배운 에너지 전달의 관점으로 힘이 한 일을 설명해 보세요.
학생 : 벽으로부터 선수에게 Fd만큼의 에너지가 전달돼요.
교사 : ㉡ 그렇다면 벽의 에너지가 줄어들 텐데, 벽의 어떤 에너지가 선수에게 전달될까요?
학생 : 벽으로부터 선수에게 전달된 에너지는 없는 것 같아요.
교사 : 네, 그래요.
학생 : 에너지 전달의 관점에서 생각해 보니 벽이 선수에게 작용한 힘이 한 일은 0이네요. ㉢ 일을 힘의 크기와 이동한 거리의 곱이라고 생각하는 것과 일을 에너지 전달로 생각하는 것이 서로 다른 결과가 나오니 혼란스럽네요.

… (하략) …

비고츠키(L. Vygotsky)의 이론을 바탕으로 교사의 언어활동 ㉠, ㉡의 공통적인 역할을 쓰고, 인지 갈등 모형을 바탕으로 ㉢에서 보이는 인지 갈등의 유형을 쓰시오. [2점]

2. 그림과 같은 회로에서 가변 저항 R_X의 저항값을 조절하여 전류계에 흐르는 전류가 0이 되도록 하였다. $V_1 = 9\,\mathrm{V}$, $V_2 = 5\,\mathrm{V}$, $R = 100\,\Omega$이다.

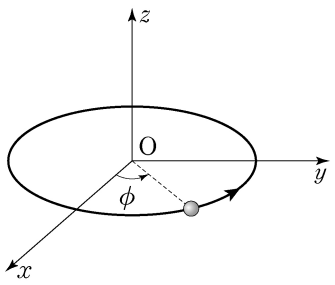


이때 가변 저항 R_X에 흐르는 전류와 저항값을 각각 구하시오. [2점]

3. 그림과 같이 xy-평면에서 반지름이 일정한 원 궤도를 따라 운동하는 입자의 규격화된 파동함수는

$$\psi(\phi)=\sqrt{\frac{4}{3\pi}}\sin^2\phi$$

이다.



입자의 각운동량 z성분 L_z를 측정했을 때, 0과 $-2\hbar$가 나올 확률을 각각 구하시오. [2점]

<자 료>

○ L_z의 규격화된 고유함수는

$\psi_m(\phi)=\dfrac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{im\phi}$ 이고, $m=0,\ \pm1,\ \pm2,\ \cdots$ 이다.

○ $e^{\pm i\phi}=\cos\phi\pm i\sin\phi$

4. N개의 입자로 이루어진 계가 있다. 이 계의 허용 가능한 상태 수는 $\Omega=aU^NV^N$이고, a는 상수, U는 내부 에너지, V는 부피이다.

U와 압력 p를 각각 N, V, 온도 T로 나타내시오. [2점]

<자 료>

엔트로피 $S=k_{\mathrm{B}}\ln\Omega$의 변화량 dS는

$$dS=\frac{1}{T}dU+\frac{p}{T}dV=\left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_V dU+\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_U dV$$

이고, k_{B}는 볼츠만 상수이다.

한국교육과정평가원

5. <자료 1>은 예비 교사가 운동량 보존에 대해 설계한 [실험 활동]과 [실험 활동 평가표]이다. <자료 2>는 예비 교사와 지도 교사가 <자료 1>에 대해 나눈 대화의 일부이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

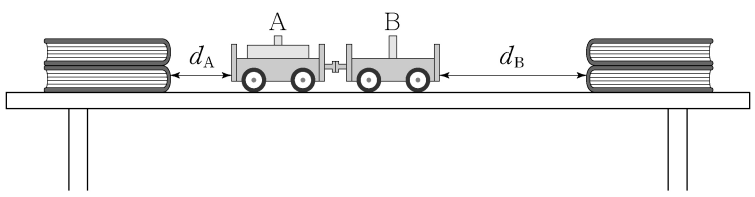
[실험 활동]

○ 실험 목표 : 두 수레가 분리되기 전의 운동량의 합과 분리된 후의 운동량의 합을 비교할 수 있다.

○ 준비물 : 역학 수레 2개, 추, 두꺼운 책, 자, 나무 막대, 저울

○ 탐구 과정

(가) 그림과 같이 평평하고 매끄러운 책상의 양 끝에 두꺼운 책을 놓는다.



(나) 수레 A에 추를 얹어 두 수레 A, B의 질량 m_A, m_B를 측정한다.

(다) 수레에 부착된 용수철을 압축하여 A와 B를 마주 놓는다.

(라) 수레의 용수철 압축 해제 장치를 나무 막대로 가볍게 쳐서 두 수레를 분리한 후 두 수레가 책과 충돌하는 소리를 듣는다.

(마) 분리 전 수레의 위치를 바꾸어 가며 과정 (다)~(라)를 반복하여 수행해 두 수레가 책과 동시에 충돌하는 위치를 찾는다. 이때 두 수레의 이동 거리 d_A, d_B를 측정한다.

(바) A에 얹는 추의 질량을 바꾸어 가면서 과정 (나)~(마)를 반복한다.

○ 결과 및 정리

… (하략) …

[실험 활동 평가표]

평가 기준	점수
실험 수행이 우수함 자료 수집 및 분석과 해석이 우수함 결과 정리 및 결론 도출이 우수함	9점
실험 수행이 양호함 자료 수집 및 분석과 해석이 양호함 결과 정리 및 결론 도출이 양호함	6점
실험 수행이 미흡함 자료 수집 및 분석과 해석이 미흡함 결과 정리 및 결론 도출이 미흡함	3점
실험에 참여하지 않음	0점

<자료 2>

예비 교사 : 이 실험에서는 수레의 속력 대신 수레가 이동한 거리를 측정해서 수레의 운동량을 구해요. 그렇게 하기 위해 (㉠)을/를 통제 변인으로 설정하고 있어요.

지도 교사 : 이런 경우 속력을 측정하지 않기 때문에 수레의 운동량이 얼마인지 알 수 없지만, 수레의 질량과 수레가 이동한 거리의 곱이 운동량의 개념으로 사용되죠. 따라서 학생들이 이 실험을 충분히 이해하기 위해서는 (㉡) 논리가 필요해요. 피아제(J. Piaget)는 형식적 조작기에 이러한 논리를 수행할 수 있다고 말했어요.

예비 교사 : 학생들의 인지 발달 정도를 고려해서 실험 과정을 충분하게 설명해 줄 필요가 있겠네요. 선생님, 제가 작성한 [실험 활동 평가표]에 대해 말씀해 주세요.

지도 교사 : [실험 활동 평가표]는 수정이 필요해요. ㉢ 이 평가표로는 학생의 실험 활동에 대해 점수를 부여하기 어려운 경우가 있어요. 예를 들면, 어떤 학생이 '실험 수행', '자료 수집 및 분석과 해석' 둘 다 우수하지만 '결과 정리 및 결론 도출'이 양호한 경우에는 몇 점을 주어야 할지를 알 수 없어요.

… (하략) …

<작성 방법>

○ ㉠에 해당하는 통제 변인을 쓰고, 이 변인을 통제하는 실험 과정을 <자료 1>의 '탐구 과정'을 참고하여 설명할 것.

○ ㉡에 해당하는 논리를 쓸 것.

○ ㉢을 바탕으로 [실험 활동 평가표]의 수정 방안을 제시할 것.

6. <자료>는 교사가 인과적 의문에 대하여 학생이 설명 가설을 세울 수 있도록 지도하는 장면이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자 료>

학생 : 평소에는 보통 쇠못인데, 자석으로 쇠못을 문질렀더니 쇠못이 마치 자석이 된 것처럼 다른 철 클립을 잡아당겨요. 정말 신기하네요.

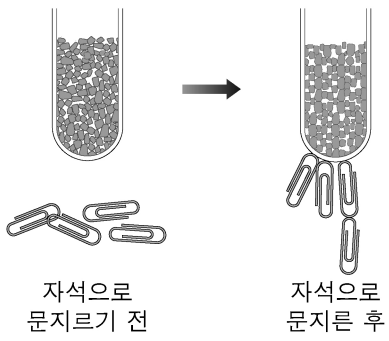
교사 : 왜 자석으로 문지르면 쇠못이 자석의 성질을 갖게 될까요? 어떤 의문에 대한 잠정적인 설명을 가설이라고 하는데, 한번 가설을 세워 보세요.

학생 : 어떻게 가설을 세워야 할지 잘 모르겠어요.

교사 : 이 현상에 대한 가설을 찾아보기 위해서 유사한 다른 현상을 관찰해 봅시다. 막대자석을 잘게 부수어 시험관에 담아 봅시다. 여기에 클립을 가까이 가져가면 어떻게 되나요?

학생 : 클립이 달라붙지 않아요.

교사 : 이번에는 자석으로 시험관을 한쪽 방향으로 문질러 봅시다. 자석을 치우고 이 시험관에 다시 클립을 가져가 봅시다. 어떻게 되나요?



학생 : 클립이 달라붙네요.

교사 : 지금까지 관찰한 현상으로부터 '왜 자석으로 문지르면 쇠못이 자석의 성질을 갖게 될까'라는 의문에 대한 가설을 세워 보세요.

학생 : 두 현상이 다른데 어떻게 가설을 세우죠?

교사 : 선생님을 따라 차근차근 생각해 봅시다. 첫째, (㉠). 둘째, (㉡).

학생 : (교사의 발문에 따른 답변)

교사 : 지금까지의 생각을 바탕으로 '왜 자석으로 문지르면 쇠못이 자석의 성질을 갖게 될까'에 대한 설명을 추리해 볼까요?

학생 : 아, 그렇다면 '(㉢)'(이)라는 가설을 세울 수 있겠어요.

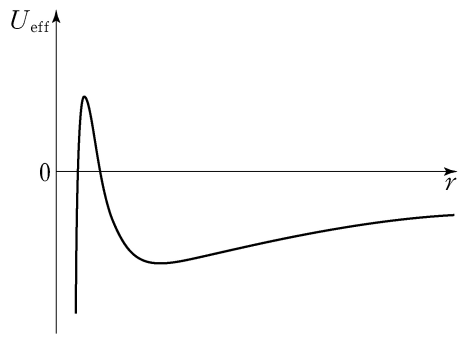
<작성 방법>

○ <자료>에서 교사가 학생의 가설 설정을 지도하기 위해 적용하고 있는 '과학적 추론 방법'을 쓸 것.

○ ㉠과 ㉡에 들어갈 내용으로서, '과학적 추론 방법'을 적용하여 학생이 올바른 가설을 세울 수 있도록 안내하는 교사의 발문 내용 2가지를 쓸 것.

○ ㉢에 들어갈 내용으로서, '과학적 추론 방법'을 바르게 적용했을 때 도출되는 가설을 제시할 것.

7. 그림은 질량 M인 항성 주변을 질량 m인 행성이 공전할 때 ($M \gg m$), 뉴턴의 만유인력에 아인슈타인의 일반 상대론적 보정을 고려한 유효 퍼텐셜 U_{eff}를 개략적으로 나타낸 것이다.



U_{eff}는

$$U_{\text{eff}}(r) = \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{GMm}{r} - \frac{GML^2}{mc^2r^3}$$
$$= \frac{\alpha}{r^2} - \frac{\beta}{r} - \frac{\gamma}{r^3}$$

이고, L은 행성의 각운동량, r는 행성과 항성 사이의 거리, G는 만유인력 상수, c는 빛의 속력이다.

행성에 허용되는 안정한 원 궤도의 반지름 r_s를 풀이 과정과 함께 α, β, γ로 나타내시오. 또한 $\gamma = 0$인 경우의 원 궤도 반지름 r_0을 구하고, r_s와의 크기를 비교하시오. [4점]

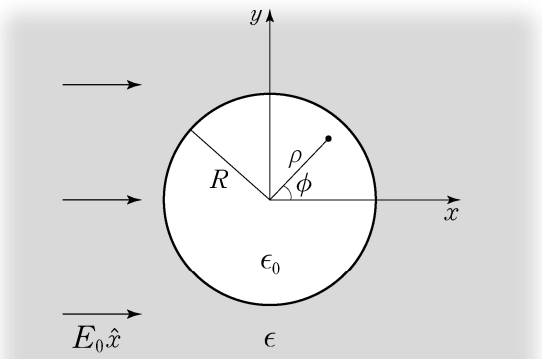
한국교육과정평가원

8. 그림과 같이 전기장이 E_0으로 균일하게 분포되어 있던 유전체 매질 내부에 반지름이 R이고, 길이가 무한히 긴 원통 모양의 공동을 만들었다. 공동 안은 진공이며 공동 밖과 안의 전기 퍼텐셜은 각각

$$V_1(\rho,\phi) = A_1\rho\cos\phi + \frac{B_1}{\rho}\cos\phi, \qquad \rho > R$$

$$V_2(\rho,\phi) = A_2\rho\cos\phi, \qquad \rho \le R$$

이다. 유전체와 진공의 유전율은 각각 ϵ, ϵ_0이다.



A_1을 쓰고, A_2를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 공동 안에서 전기장의 크기를 구하시오. (단, 유전체는 알짜전하가 없고, 선형이고, 균일하며, 등방이다.) [4점]

9. 1차원 조화 진동자의 해밀토니언을 차원이 없는 단위 $(m=\hbar=\omega=1)$로 나타내면

$$H = \frac{1}{2}(p^2+x^2) = a_+a_- + \frac{1}{2}$$

이고, $a_\pm = \frac{1}{\sqrt{2}}(x \mp ip)$이다. 이 진동자의 j번째와 $j+1$번째 에너지 고유함수는 각각

$$\psi_j = A_j(2x^3-3x)e^{-x^2/2}$$

$$\psi_{j+1} = A_{j+1}(4x^4+\alpha x^2+3)e^{-x^2/2}$$

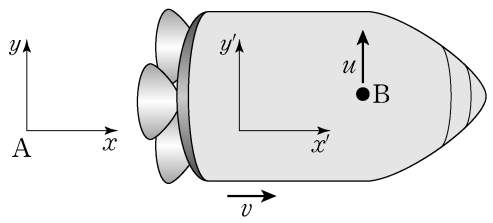
이고, A_j와 A_{j+1}은 규격화 상수이다.

j값을 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 ψ_{j+1}에서 x^2 항의 계수 α를 풀이 과정과 함께 구하시오. [4점]

<자 료>

$a_+\psi_n = \sqrt{n+1}\,\psi_{n+1}$, $a_-\psi_n = \sqrt{n}\,\psi_{n-1}$이고, $n = 0, 1, 2, \cdots$이다.

10. 그림은 관성계 A에 대해 속력 $v=\frac{3}{5}c$로 x축을 따라 운동하는 우주선과, 이 우주선에 대해 속력 $u=\frac{\sqrt{3}}{2}c$로 y'축을 따라 운동하는 물체 B를 나타낸 것이다. (x, y, t)와 (x', y', t')는 각각 A와 우주선의 좌표계이고, B의 정지질량은 m이다.



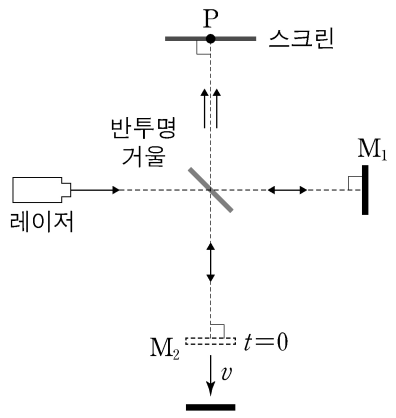
A에서 측정한 B의 속도의 y성분과 B의 속력을 각각 구하시오. 또한 A에서 측정한 B의 상대론적 운동 에너지를 K라 할 때, $\frac{K}{mc^2}$를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, c는 빛의 속력이다.) [4점]

<자 료>

우주선이 관성계 A에 대해서 $+x$방향으로 속력 v로 등속 운동할 때, 두 좌표계 사이의 로렌츠 변환식은 다음과 같다.

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

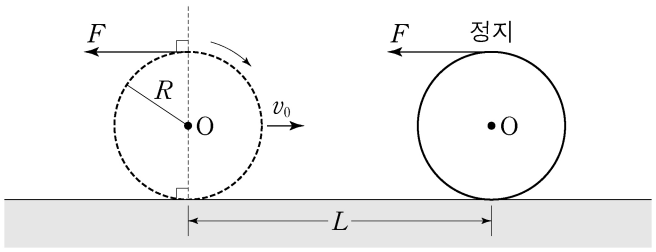
11. 그림은 파장이 λ인 레이저를 사용하는 마이컬슨 간섭계를 나타낸 것이다. 거울 M_1은 고정되어 있고 거울 M_2는 일정한 속력 v로 움직이며, 스크린에는 시간에 따라 변화하는 간섭무늬가 형성된다. M_1, M_2에서 반사되어, 시간 $t=0$일 때 점 P에 도달한 두 빛의 광경로차는 d_0이고, P에 밝은 무늬가 형성된다.



시간 t에서 P에 도달한 두 빛의 광경로차와 위상차를 λ, v, t로 각각 나타내시오. 또한 $\lambda=600\,\mathrm{nm}$이고 P에서 $1\,\mathrm{ms}$ 동안 10^4번의 밝은 간섭무늬가 나타날 때, v의 값을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 실험은 진공에서 이루어진다.) [4점]

한국교육과정평가원

12. 그림과 같이 질량 M, 반지름 R인 바퀴가 수평 방향으로 크기가 F로 일정한 힘을 받으며 수평면에서 오른쪽으로 미끄러짐 없이 구르다가 정지하였다. 바퀴의 질량 중심 O의 속력이 v_0인 순간부터 바퀴가 정지할 때까지 이동한 거리는 L이다.



바퀴와 수평면 사이의 마찰력 f의 크기를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 거리 L을 구하시오. (단, 바퀴의 중심 회전축에 대한 관성 모멘트는 $I=\frac{1}{2}MR^2$이고, 중심 회전축과 힘의 방향은 서로 수직이다.) [4점]

<수고하셨습니다.>