

2013학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

물 리

1차 시험	2 교시 (전공)	40문항 80점	시험 시간 120 분
-------	-----------	----------	-------------

- 문제지 전체 면수가 맞는지 확인하십시오.
- 문항의 배점이 1.5점과 2.5점인 문항에는 배점이 표시되어 있습니다. 나머지 문항은 2점입니다.
- 각 문항의 정답을 컴퓨터용 흑색 사인펜을 사용하여 답안지에 표시하십시오.

1. <보기>는 우리나라 과학과 교육과정에 대한 설명들이다. 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

ㄱ. 2007 개정 과학과 교육과정부터 '자유 탐구'가 도입되었다.
 ㄴ. 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정에서 고등학교 '과학'은 공통 교육과정에 속한다.
 ㄷ. 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정에서 공통 교육과정 '과학'의 내용 체계는 '물질과 에너지'와 '생명과 지구'라는 두 개의 분야로 구성되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

2. <보기>는 제7차 과학과 교육과정과 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정의 '물리 I'에 대해 설명한 것이다. 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. '상대성 이론', '신소재'는 제7차 과학과 교육과정의 '물리 I'의 내용 요소에 포함되어 있다.
 ㄴ. '에너지 준위와 빛의 방출', '힘의 전달과 돌림힘'은 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정의 '물리 I'의 내용 요소에 포함되어 있다.
 ㄷ. '자연 현상에 흥미와 호기심을 가지고, 자연 현상과 관련된 문제를 창의적으로 해결하려는 태도를 기른다.'는 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정의 '물리 I'의 목표 중 하나이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

3. 어떤 교사가 과학 실험 수업에서 학생들의 과학적 태도를 평가하기 위해 다음과 같은 점검표(checklist)를 만들었다.

평가 관점	평가 횟수		
	1	2	3
(가) 다른 사람의 의견을 고려하여 자기의 의견을 수정한다.			
(나) 다른 사람의 의견에 대해 옳고 그름을 판단한다.			
(다) 풀리지 않는 문제를 해결하기 위해 꾸준히 노력한다.			

평가 관점과 이 교사가 평가하려는 과학적 태도 영역을 알맞게 짝지은 것은?

- | | | |
|-------|-----|-----|
| (가) | (나) | (다) |
| ① 개방성 | 비판성 | 끈기 |
| ② 객관성 | 개방성 | 비판성 |
| ③ 끈기 | 호기심 | 객관성 |
| ④ 비판성 | 호기심 | 끈기 |
| ⑤ 호기심 | 개방성 | 객관성 |

4. 다음은 '온도가 다른 두 물체가 접촉할 때 두 물체의 온도는 어떻게 변할까?'라는 탐구 문제를 해결하기 위한 실험 수업의 한 부분이다.

준비물: 수조, 플라스크, 알코올 온도계 2개, 스탠드, 초시계 등
 방법:
 (가) 차가운 물은 수조에 넣고, 뜨거운 물은 플라스크에 담아 물의 온도를 각각 측정한다.
 (나) 뜨거운 물이 담긴 플라스크를 차가운 물이 담긴 수조에 넣고 1분 간격으로 물의 온도를 각각 측정한다.
 (다) 수조와 플라스크 안에 있는 물의 온도 변화를 그래프로 그려 비교한다.
 (이하 생략)

위 수업을 MBL(Microcomputer-Based Laboratory)을 사용하여 진행하는 경우의 특징으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점]

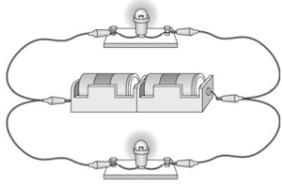
<보 기>

ㄱ. 알코올 온도계 대신에 온도 센서(탐침)를 사용한다.
 ㄴ. 개인차에 의한 측정 오차를 줄일 수 있다.
 ㄷ. 자료 변환에 소요되는 시간이 짧아진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 다음은 '전지의 내부 저항과 단자 전압'에 대한 내용을 학습한 학생들에게 이 내용을 '전구 연결 방법에 따른 전구 빛의 밝기'에 적용하는 수업 과정이다.

[단계 1] 그림과 같이 전구 2개를 건전지에 병렬로 연결한 회로에서 두 전구의 밝기를 관찰하게 하였다.



[단계 2] 이 회로에서 전구 1개를 빼내면 나머지 1개의 밝기가 어떻게 될 것인지 예상하게 하였다. 학생 세 명이 예상한 빛의 밝기 변화와 그렇게 예상한 이유는 표와 같았다.

학생	예상	이유
A	더 밝아질 것이다.	건전지에 연결하는 전구의 개수가 적을수록 밝기 때문이다.
B, C	변화가 없을 것이다.	건전지에 전구 2개를 병렬로 연결하면 전구 1개를 연결한 것과 같은 세기의 전류가 각 전구에 흐르기 때문이다.

[단계 3] 교사는 '전지의 내부 저항과 단자 전압'에 대한 학습 내용을 상기시킨 다음, 실제로 전구 1개를 빼내고 나머지 전구 1개의 밝기 변화를 관찰하게 하였다. 세 학생의 관찰 결과와 그렇게 관찰되는 이유에 대한 설명은 표와 같았다.

학생	관찰	이유
A	더 밝아졌다.	전구를 1개만 연결한 회로이므로 전구 2개를 병렬로 연결한 경우에 비해 2배의 전류가 흐르기 때문이다.
B	변화가 없었다.	건전지에 전구 1개를 연결한 경우와 전구 2개를 병렬로 연결한 경우에는 같은 세기의 전류가 각 전구에 흐르기 때문이다.
C	더 밝아졌다.	전지의 내부 저항을 고려하면 전구 1개를 연결한 회로의 단자 전압은 전구 2개를 병렬로 연결한 회로의 경우보다 약간 더 크기 때문이다.

이 수업 과정에서 학생의 개념에 대한 설명 중 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점]

<보 기>

- ㄱ. [단계 3]에서 학생 A가 가진 개념은 과학적으로 옳지 않다.
- ㄴ. 이 수업은 학생 B의 개념 변화에 도움이 되었다.
- ㄷ. [단계 3]에서 학생 C는 전지의 내부 저항과 단자 전압 개념을 옳게 적용하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

6. 다음은 교사가 학생들에게 자기력선 개념을 지도하는 과정을 나타낸 것이다.

- (1) 막대자석 위에 유리판을 얹고 철가루를 뿌리게 한 다음, 가볍게 두드려서 철가루가 규칙적으로 늘어선 모양이 드러나게 한다.
- (2) 이 모양을 탐색하게 하고 어떤 규칙성이 있는지 말해 보게 한다.
- (3) 철가루가 늘어선 모양을 따라 선으로 연결하도록 한 다음, 자기력선 개념을 설명해 준다.

이 과정에서 사용된 '과학적 탐구 과정'에 해당하는 것을 <보기>에서 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

- ㄱ. 관찰 ㄴ. 추리 ㄷ. 측정 ㄹ. 가설 설정 ㅁ. 변인 통제

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄹ, ㅁ

7. <보기>는 현대 물리학에 관련된 과학사 사례이다. 쿤(T. Kuhn)의 과학혁명 이론에서 '수수께끼 풀이(puzzle-solving)'에 해당하는 사례로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점]

<보 기>

- ㄱ. 양자 역학의 체계가 정립되면서 과학자들은 그전까지 설명하지 못했던 비정상 제만 효과(anomalous Zeeman effect)를 그 이론 체계를 이용하여 설명하는 데 성공하였다. 또한, 과학자들은 양자 역학을 이용해 그전까지 경험 법칙에 그쳤던 파울리 배타 원리가 왜 성립하는지 설명할 수 있게 되었다.
- ㄴ. 물질파 이론이 정립된 후 데이비슨(C. Davisson)은 그전에는 의미를 해석할 수 없었던 전자 산란 실험 결과가 전자의 파동성에 기인한다고 보고, 새로운 실험들에서 회절 무늬를 관측함으로써 전자의 파동성을 실험으로 검증하였다.
- ㄷ. 아인슈타인(A. Einstein)은 에테르를 전제한 빛의 전파에 관한 이론과 고전 전자기 이론에서 등속으로 움직이는 계와 정지한 계에서의 관찰을 구별할 방법이 없음을 주장하였다. 예를 들면, 그는 고전 전자기 이론의 전자기 유도에 대한 설명의 난점을 지적하였다. 에테르의 존재는 증명이 되지 않았고 금속 고리와 자성체가 서로 접근하거나 멀어질 때 전류가 흐른다는 것만 관측할 수 있기 때문에, 관측된 것이 자성체의 움직임에 의한 것인지 고리의 움직임에 의한 것인지 알 수 없다고 주장하였다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

8. 다음은 30명의 학생으로 이루어진 학급에서 교사가 교과서에 소개된 5가지 신소재(그래핀, 초전도체, 탄소나노튜브, 유전체, 액정)에 관해 수업하는 과정을 나타낸 것이다.

- (가) 수업 진행 방법을 학생들에게 설명하고 5명씩으로 구성된 학습 모둠을 만든다. 각 학습 모둠의 구성원들에게 신소재의 기본 성질과 이용 사례에 대한 조사 과제를 적은 학습지를 나누어 주고 한 명씩 서로 다른 신소재를 담당하여 전문가 역할을 하게 한다.
- (나) 각 모둠에서 동일한 과제를 맡은 학생들끼리 따로 전문가 모둠을 구성하여 함께 학습 활동을 하게 한다. 이 학습 활동은 ㉠ 담당한 조사 과제를 수행하는 것이다.
- (다) 각 학생은 전문가 모둠 활동을 끝내고 학습 모둠으로 돌아와서 학습한 내용을 다른 동료들에게 설명하게 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 고른 것은? [1.5점]

—<보 기>—

- ㄱ. (나)의 ㉠은 ‘초전도체의 기본 성질과 이용 사례 조사하기’를 포함한다.
- ㄴ. (나)에서 전문가 모둠의 수는 6개이다.
- ㄷ. (다)에서 학습 모둠의 모둠원들은 새로 배우는 내용의 대부분을 동료 모둠원들에게서 배운다.
- ㄹ. 이 수업은 STAD(Student Teams-Achievement Divisions) 모형을 이용하였다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

9. 다음은 원자 모형에 대한 과학사 사례를 기술한 것이다.

1904년에 제안된 톰슨(J. J. Thomson)의 원자 모형은 알파 입자 산란 실험과 이에 대한 러더퍼드(E. Rutherford)의 해석(양전하가 원자의 중심에 있고 아주 작은 영역을 차지하는 핵을 이루어야 한다.)에 의해 오류인 것으로 증명되었다. 러더퍼드의 해석은 원자에 대한 러더퍼드 모형으로 발전하였다.

그러나 이 모형은 고전 전자기 이론으로는 설명될 수 없는 문제를 가지고 있었다. 고전 전자기 이론에 따르면 회전 운동하는 전자는 전자기파를 방출해야 한다. 그런데 전자가 에너지를 방출하면 전자의 궤도 반경은 계속 감소하게 되고, 결국 핵에 흡수되어 원자는 붕괴하게 된다.

보어(N. Bohr)는 1913년에 안정성을 ‘조건(가정, postulate)’으로 설정함으로써 이 문제를 해결했다. 논리적 추론에 의해서가 아니라 ‘조건’ 설정을 통해 문제를 해결한 것임에도 불구하고, 당시 과학계는 러더퍼드의 모형 대신에 보어의 모형을 받아들였다.

이에 대한 설명 중 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

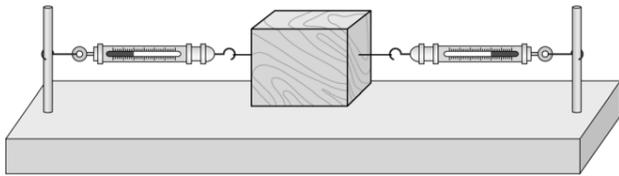
—<보 기>—

- ㄱ. 과학 개념(또는 이론)이 변할 수 있다는 것을 나타낸 사례이다.
- ㄴ. 과학자 사회의 합의(또는 인정)가 사회적 구성주의의 관점에서 과학적 방법이 될 수 있다는 것을 보여 준 사례이다.
- ㄷ. 이 사례에 나타난 원자 모형의 변화 과정은 귀납주의에 의해 설명된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10. 다음은 힘에 대한 오개념을 가지고 있는 학생들을 대상으로 하는 개념 변화 수업에서 주요 단계별 교사의 활동을 나타낸 것이다.

[단계 1] 그림과 같이 용수철저울이 양쪽에 연결되어 있고, 나무 도막은 정지해 있다. 양쪽의 용수철저울 부분을 천으로 가려 나무 도막만 보이게 한 상태에서, 나무 도막에 힘이 작용하는지에 대한 학생들의 생각을 말하게 한다.



[단계 2] 가렸던 천을 치워 용수철저울이 보이게 하고 용수철저울의 눈금을 읽게 하여 실제로 힘이 작용하고 있음을 알게 한다.

[단계 3] 합력이 0이 되어 나무 도막이 움직이지 않음을 설명하고 힘의 평형 개념을 도입한다.

[단계 4] 줄다리기 상황에서 힘의 평형을 어떻게 설명할 수 있는지 질문한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

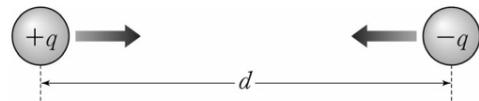
<보 기>

- ㄱ. [단계 1]에서 '정지해 있는 물체에는 힘이 작용하지 않는다.'는 학생의 생각은 이 수업에서 변화시키려는 오개념에 해당한다.
- ㄴ. [단계 2]에서는 학생들의 인지적 갈등을 일으키려는 의도가 있다.
- ㄷ. [단계 4]에서는 학생이 새롭게 획득한 개념을 적용하는 기회를 제공하고 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 다음은 '뉴턴의 중력 법칙'을 공부한 학생이 아직 배우지 않은 '쿨롱 법칙'에 관한 문제와 답을 보고 풀이 과정에 관한 자신의 생각을 교사에게 설명한 것이다.

[문제] 아래 그림과 같이 거리 $d = 5.3 \times 10^{-11}$ m만큼 떨어져 있고, 전하량이 각각 $+q$, $-q$ 인 두 전하 사이에 작용하는 힘의 크기는 8.4×10^{-8} N이다. 거리가 2배가 된다면 이 두 전하 사이에 작용하는 힘의 크기는 얼마인가?



[답] 2.1×10^{-8} N

[학생의 생각] 이 문제와 답을 보면 두 전하 사이의 거리가 2배가 되면 그 힘의 크기는 $\frac{1}{4}$ 배가 되네요. 여기서 힘이 작용하는 상황을 볼 때, 중력 법칙이 적용되는 상황과 유사해요. 두 전하 사이에 작용하는 힘의 크기가 거리의 제곱에 반비례하면 거리가 2배가 될 때 힘의 크기는 $\frac{1}{4}$ 배가 되잖아요. 그러므로 두 전하 사이에 거리의 제곱에 반비례하는 힘이 작용한다고 볼 수 있어요.

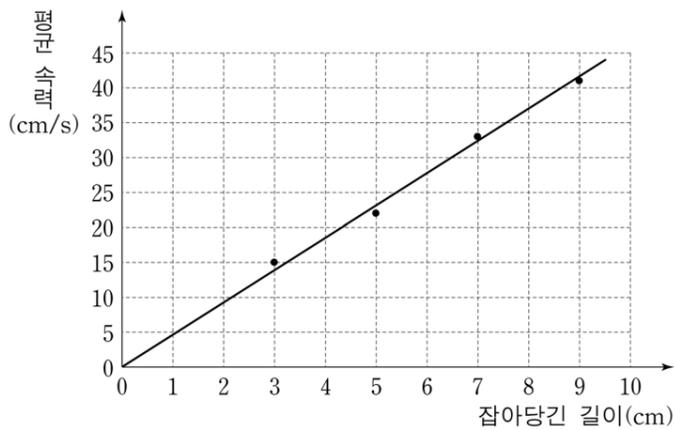
이 학생이 사용한 과학적 사고로 다음 중 가장 적절한 것은?

- ① 귀납적 사고 ② 귀추적 사고 ③ 반증적 사고
 ④ 비판적 사고 ⑤ 수렴적 사고

12. 다음은 학생의 탐구 사례이다.

어떤 학생이 용수철을 더 많이 당겼다 놓으면 더 빨리 움직이는 것을 보고 ‘혹시 제자리로 되돌아가는 동안의 평균 속력이 잡아당긴 길이에 비례하는 것이 아닐까?’라고 추측하였다. 이 학생은 자신의 생각을 과학적으로 확인하려고 실험을 하였다. 용수철의 길이를 달리하면서 잡아당겼다 놓았을 때 원래의 길이로 되돌아가는 시간을 측정해 얻은 자료를 이용하여 다음의 표와 그래프를 작성하였다.

잡아당긴 길이(cm)	3.0	5.0	7.0	9.0
시간(s)	0.20	0.23	0.21	0.22
평균 속력(cm/s)	15	22	33	41



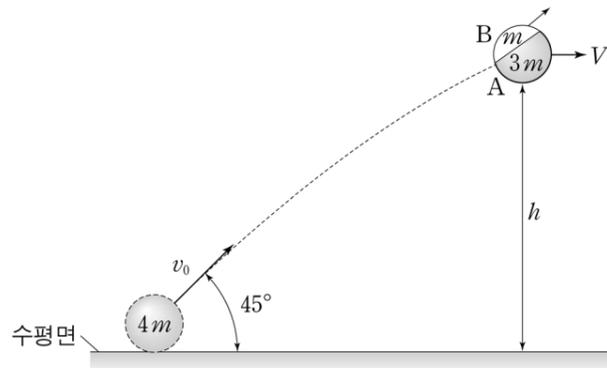
이 학생의 탐구에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 잡아당긴 용수철의 길이가 4.0 cm일 때의 평균 속력을 내삽(interpolation)에 의해 예상(prediction)할 수 있다.
- ㄴ. ‘잡아당긴 길이에 따른 평균 속력’ 그래프를 그린 것은 자료 변환에 해당한다.
- ㄷ. 이 학생이 그래프를 해석하여 ‘모든 용수철에서 제자리로 되돌아가는 동안의 평균 속력은 잡아당긴 길이에 비례한다.’고 결론을 내린다면 성급한 일반화에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

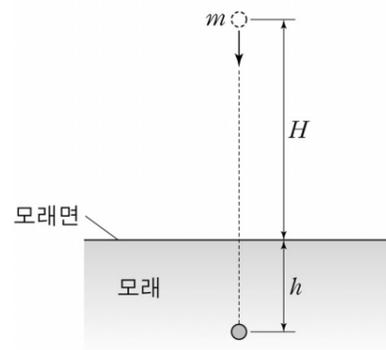
13. 그림은 질량 $4m$ 인 물체가 지면에서 v_0 의 속력으로 수평면과 이루는 각 45° 로 발사되어 최고점에 도달하기 전에 높이 h 인 곳에서 질량이 각각 $3m$, m 인 물체 A, B로 분열된 직후의 상황을 나타낸 것이다. 분열 직후, A의 속도는 수평성분 V 만 가진다.



분열 직후, B의 속도의 수평성분과 연직성분의 크기로 알맞게 짝지은 것은? (단, 모든 물체는 같은 연직면상에서 운동하며, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기와 공기의 저항은 무시한다.)

- | | | |
|---|-----------------------|------------------------|
| | <u>수평성분의 크기</u> | <u>연직성분의 크기</u> |
| ① | $ \sqrt{2}v_0 - 3V $ | $2\sqrt{2v_0^2 - 8gh}$ |
| ② | $ 2\sqrt{2}v_0 - 2V $ | $2\sqrt{2v_0^2 - 8gh}$ |
| ③ | $ 2\sqrt{2}v_0 - 3V $ | $2\sqrt{2v_0^2 - 8gh}$ |
| ④ | $ 2\sqrt{2}v_0 - 2V $ | $2\sqrt{2v_0^2 - 4gh}$ |
| ⑤ | $ 2\sqrt{2}v_0 - 3V $ | $2\sqrt{2v_0^2 - 4gh}$ |

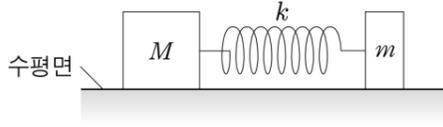
14. 그림은 수평한 모래면으로부터 높이 H 인 지점에서 질량 m 인 물체가 정지 상태에서 자유낙하하여, 모래면으로부터 모래면과 수직으로 h 만큼 내려간 후 정지한 것을 나타낸 것이다. 물체는 모래 속에서 크기가 일정한 저항력을 받는다. 모래면에 닿는 순간의 물체 속력은 v_s 이고, 모래면으로부터 $\frac{h}{3}$ 만큼 내려간 순간의 물체 속력은 v 이다.



$\frac{v}{v_s}$ 는? (단, 물체의 크기와 공기의 저항은 무시한다.)

- ① $\sqrt{\frac{1}{3}}$ ② $\frac{2}{3}$ ③ $\sqrt{\frac{2}{3}}$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ⑤ $\frac{2\sqrt{2}}{3}$

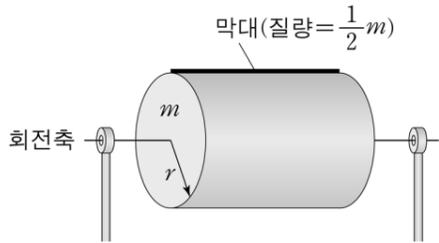
15. 그림과 같이 질량이 M, m 인 두 물체가 용수철상수 k 인 용수철에 연결되어 수평면에서 일차원 운동을 하고 있다. 이 계의 고유진동수(normal mode frequency)는 ω 이다.



ω 는? (단, 물체와 수평면 사이의 마찰, 용수철의 질량, 공기의 저항은 무시한다.)

- ① $\sqrt{\frac{k}{m+M}}$ ② $\sqrt{\frac{2k}{m+M}}$ ③ $\sqrt{\frac{k(m+M)}{2mM}}$
 ④ $\sqrt{\frac{k(m+M)}{mM}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{2k(m+M)}{mM}}$

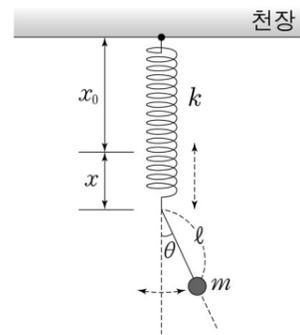
16. 그림과 같이 질량 m , 반지름 r 인 균일하게 속이 찬 원통의 표면에 질량 $\frac{1}{2}m$ 인 균일한 막대가 원통의 중심축에 평행하게 고정되어 가장 높은 위치에 정지해 있다. 원통-막대 계는 원통의 중심축을 회전축으로 하여 회전하며, 회전축에 대한 원통만의 관성 모멘트는 $\frac{1}{2}mr^2$ 이다.



초기 각속도의 크기 ω_0 으로 계를 회전시킨 후, 계의 각속도의 최대 크기는? (단, 중력가속도는 g 이고, 회전축은 중력 방향과 수직이며, 회전축과 막대의 굵기, 공기의 저항 및 모든 마찰은 무시한다.)

- ① $\sqrt{\omega_0^2 + \frac{g}{2r}}$ ② $\sqrt{\omega_0^2 + \frac{g}{r}}$ ③ $\sqrt{\omega_0^2 + \frac{4g}{3r}}$
 ④ $\sqrt{\omega_0^2 + \frac{2g}{r}}$ ⑤ $\sqrt{\omega_0^2 + \frac{4g}{r}}$

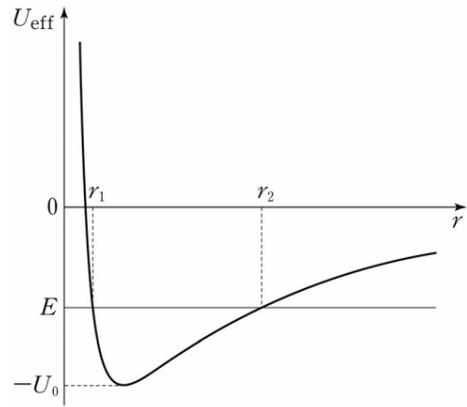
17. 그림은 천장에 고정된 용수철상수 k , 길이 x_0 인 용수철의 한 끝에 연결된 길이 ℓ 인 실에 질량 m 인 물체가 매달려 같은 연직면 상에서 운동하는 것을 나타낸 것이다. 실은 운동하는 동안 팽팽하게 유지된다. x 는 용수철이 늘어난 길이이고, θ 는 물체를 매단 실과 연직선 사이의 각도이다. 용수철은 연직 방향으로만 움직인다. $x=0, \theta = \frac{\pi}{2}$ 에서 용수철-진자 계의 퍼텐셜에너지는 0이다.



계의 라그랑지안 L 은? (단, 중력가속도는 g 이고, 물체의 크기, 실의 질량, 용수철의 질량, 공기의 저항 및 모든 마찰은 무시한다.)

- ① $\frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 - m\ell\dot{x}\dot{\theta}\cos\theta + mg(x + \ell\cos\theta) - \frac{1}{2}kx^2$
 ② $\frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 + mg(x + \ell\sin\theta) - \frac{1}{2}kx^2$
 ③ $\frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 - m\ell\dot{x}\dot{\theta}\cos\theta + mg(x + \ell\sin\theta) - \frac{1}{2}kx^2$
 ④ $\frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 + mg(x + \ell\cos\theta) - \frac{1}{2}kx^2$
 ⑤ $\frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 - m\ell\dot{x}\dot{\theta}\sin\theta + mg(x + \ell\cos\theta) - \frac{1}{2}kx^2$

18. 그림은 질량 M 인 행성으로부터 중력을 받으며 움직이는 질량 $m(\ll M)$ 인 위성의 유효퍼텐셜 $U_{\text{eff}} (= V(r) + \frac{L^2}{2mr^2})$ 를 행성 중심으로부터 위성 중심까지의 거리 r 에 따라 나타낸 것이다. r_1, r_2 는 타원궤도를 따라 운동하는 위성의 총 에너지가 E 일 때, 각각 행성의 중심으로부터 위성의 중심까지 가장 가까운 거리 및 가장 먼 거리이다. $V(r), L$ 은 각각 위성의 중력 퍼텐셜에너지와 각운동량의 크기이며, $-U_0$ 은 U_{eff} 의 최솟값이다.



위성의 총 에너지가 E 일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $-U_0 < E < 0$ 이다.) [2.5점]

< 보 기 >

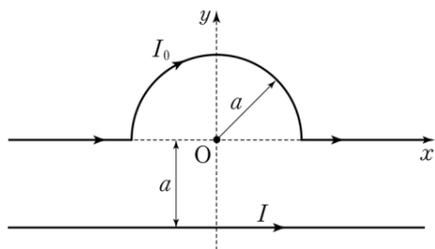
ㄱ. r_1, r_2 에서 위성의 속력이 각각 v_1, v_2 일 때, $\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_2}{r_1}$ 이다.

ㄴ. r_1, r_2 에서 위성의 가속도의 크기가 각각 a_1, a_2 일 때, $\frac{a_1}{a_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$ 이다.

ㄷ. L 은 $\sqrt{-2mEr_1r_2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

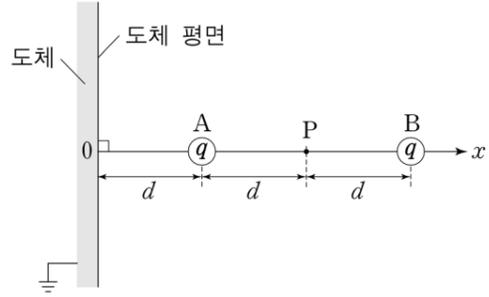
19. 그림과 같이 반지름 a 인 반원 모양의 도선을 포함한 x 축상의 무한직선 도선에 전류 I_0 이 오른쪽 방향으로 흐르며, x 축으로부터 a 만큼 떨어진 위치에 놓여 x 축과 평행한 무한직선 도선에 전류 I 가 오른쪽 방향으로 흐른다. 두 도선은 xy 평면상에 고정되어 있고, 반원의 중심은 원점 O 이다.



점 O 에서 두 도선에 의한 자기장의 세기가 0일 때, 전류 I 는?

- ① $\frac{\pi}{4}I_0$ ② $\frac{\pi}{2}I_0$ ③ $\frac{3\pi}{4}I_0$ ④ πI_0 ⑤ $\frac{5\pi}{4}I_0$

20. 그림은 무한히 넓은 접지된 도체 평면으로부터 $x=d$ 인 점 A, $x=3d$ 인 점 B에 각각 같은 점전하 q 가 진공 속에 놓여 있는 것을 나타낸 것이다. B의 전하 q 는 고정되어 있다. 점 P는 도체 평면으로부터 $x=2d$ 인 점이고, x 축은 도체 평면에 수직이다. 점 A, P, B는 x 축상에 있다.



A의 전하 q 를 P까지 이동시키기 위하여 필요한 일은? (단, ϵ_0 은 진공의 유전율이다.)

- ① $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{21q^2}{40d}$ ② $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{27q^2}{40d}$ ③ $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{31q^2}{40d}$
- ④ $-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{37q^2}{40d}$ ⑤ $-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{41q^2}{40d}$

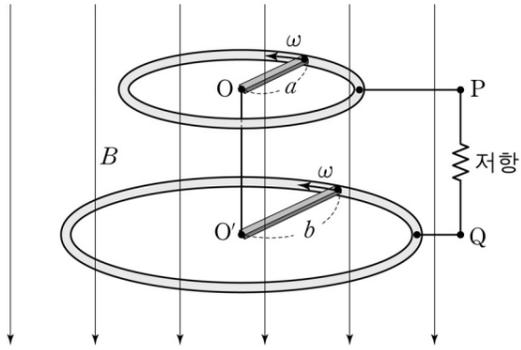
21. 그림은 면적이 같은 두 개의 평행한 원형 도체판 사이에 전기 전도도 σ_1 , 두께 d_1 인 물질 1과 전기 전도도 σ_2 , 두께 d_2 인 물질 2가 각각 채워져 있는 것을 나타낸 것이다. 두 도체판 사이의 전압은 V 이다.



전류가 정상상태로 흐를 때, 도체판 사이의 전류밀도 크기는? (단, 두 물질은 모두 균일하고 등방적이며 선형적이고, 가장자리 효과는 무시한다.) [1.5점]

- ① $\frac{V\sigma_1\sigma_2}{d_1\sigma_2 + d_2\sigma_1}$ ② $\frac{V(\sigma_1 + \sigma_2)^2}{d_1\sigma_2 + d_2\sigma_1}$ ③ $\frac{V\sigma_1\sigma_2}{d_1\sigma_1 + d_2\sigma_2}$
- ④ $V\left(\frac{\sigma_1}{d_1} + \frac{\sigma_2}{d_2}\right)$ ⑤ $V\left(\frac{\sigma_1}{d_2} + \frac{\sigma_2}{d_1}\right)$

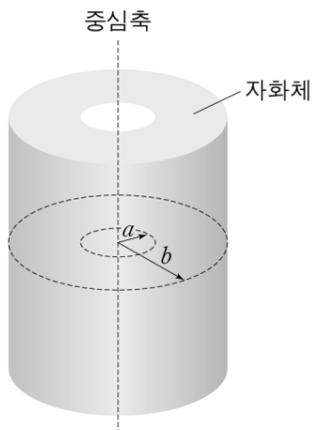
22. 그림과 같이 길이가 각각 a, b 인 두 도체 막대가 두 원형 도체 고리와 접촉하며, 두 고리를 수직으로 통과하는 크기가 B 인 균일한 자기장 속에서 두 고리의 중심 O, O' 을 중심으로 회전한다. 두 막대의 각속도의 방향은 같고, 크기는 모두 ω 로 일정하다. O, O' 은 도선으로 연결되어 있고, 두 고리는 저항과 도선으로 연결되어 회로를 형성하며, 저항 양단의 점 P, Q 에서 전위는 각각 V_P, V_Q 이다.



($V_P - V_Q$)는? (단, 두 고리는 고정되어 있으며, 막대와 고리의 굽기는 무시한다.)

- ① $\frac{1}{2}\omega B(a^2 - b^2)$ ② $\frac{1}{2}\omega B(b^2 - a^2)$
- ③ $\omega B(a^2 - b^2)$ ④ $\omega B(b^2 - a^2)$
- ⑤ $\frac{3}{2}\omega B(a^2 - b^2)$

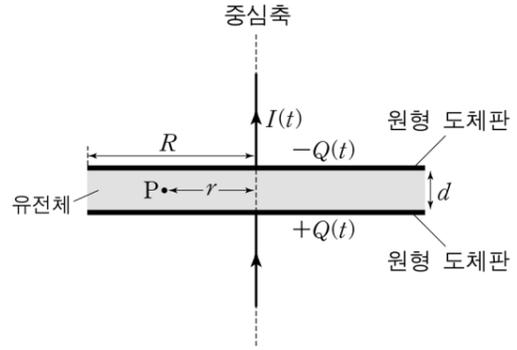
23. 그림은 내부와 외부 반지름이 각각 a, b ($a < b$)인 무한히 길고 속이 빈 원통형 자화체를 나타낸 것이며, 자화체의 자화(magnetization)의 방향은 원통의 중심축과 나란하고 크기는 일정하다.



자화체의 중심축으로부터 거리 r 에 따른 자기장의 크기 B 를 가장 적절히 나타낸 것은?

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤

24. 그림은 시간에 따라 변하는 전류가 흐르는 도선이 연결된 원형 도체판으로 이루어진 평행판 축전기에서, 시간 t 일 때의 전류 $I(t)$ 와 도체판의 전하량 $Q(t)$ 를 나타낸 것이다. 두 도체판의 반지름은 R 로 같고 중심축이 일치한다. 두 도체판 사이의 간격은 d ($\ll R$)이고 유전체로 채워져 있다. 점 P 는 중심축으로부터 거리 r ($< R$)인 두 도체판 사이의 가운데 지점이다.



시간 t 일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 유전체는 균일하고 등방적이며 선형적이고, 유전율, 투자율은 각각 ϵ, μ 이며, 가장자리 효과는 무시한다.)

— < 보 기 > —

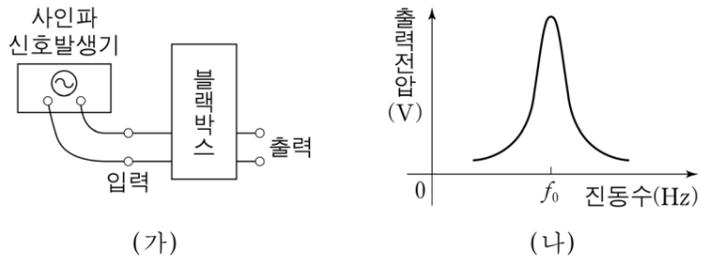
ㄱ. P 에서 전기 변위(electric displacement) \vec{D} 의 크기는 $\frac{Q(t)}{\pi r^2}$ 이다.

ㄴ. P 에서 자기 세기(magnetic intensity) \vec{H} 의 크기는 $\frac{rI(t)}{2\pi R^2}$ 이다.

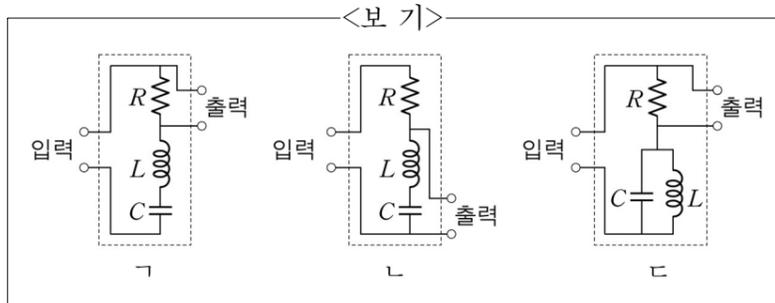
ㄷ. 반지름 R 인 유전체 옆면 전체를 통과하는 단위 시간당 전자기 에너지의 흐름은 $\frac{I(t)Q(t)}{2\pi^2 \epsilon R^3}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

25. 그림 (가)는 블랙박스에 사인파(sine wave) 신호발생기가 연결된 것을 나타낸 것이다. 블랙박스 안에는 저항 R 인 저항기, 전기용량 C 인 축전기, 자체 인덕턴스 L 인 코일로 이루어진 회로가 들어 있다. 그림 (나)는 신호발생기의 진동수를 변화시키면서 블랙박스의 출력전압을 측정한 결과를 나타낸 것이다. (나)에서 f_0 은 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 이다.

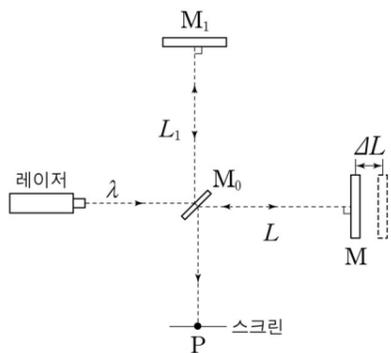


블랙박스 안의 전기회로로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 블랙박스의 입력전압은 진동수에 관계없이 항상 일정하며, 입력 및 출력전압은 실효전압이다.)



- ① 가 ② 나 ③ 다 ④ 가, 다 ⑤ 나, 다

26. 그림은 파장이 λ 인 레이저 광선, 반투명거울 M_0 , 고정된 거울 M_1 , 움직이는 거울 M 으로 구성된 마이컬슨 간섭계를 모식적으로 나타낸 것이다. M_0 에서 M , M_1 까지의 거리가 각각 L , L_1 일 때 스크린상의 점 P에서 밝은 간섭무늬가 관측되었다.

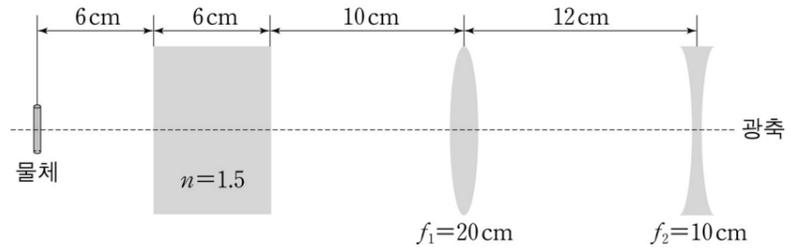


M 을 ΔL 만큼 오른쪽으로 이동시키는 동안 밝은 간섭무늬가 m 번 나타났을 때, 측정되는 파장 λ 로 가장 적절한 것은? (단, 빛은 M , M_1 의 앞면에서 반사되며, 실험은 진공에서 이루어진다.)

[1.5점]

- ① $\frac{1}{4} \frac{\Delta L}{m}$ ② $\frac{1}{2} \frac{\Delta L}{m}$ ③ $\frac{\Delta L}{m}$
 ④ $\frac{2\Delta L}{m}$ ⑤ $\frac{4\Delta L}{m}$

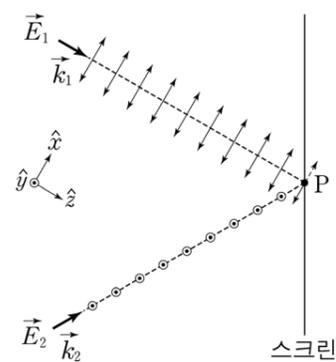
27. 그림과 같이 굴절률(n)이 1.5인 평면 유리판, 얇은 볼록렌즈와 얇은 오목렌즈가 서로 10cm, 12cm 떨어져 배열된 광학계가 공기 중에 놓여 있다. 막대 모양의 물체가 유리판 왼쪽 6cm 위치에 있다. 평면 유리판의 두께는 6cm, 볼록렌즈의 초점거리(f_1)는 20cm, 오목렌즈의 초점거리(f_2)는 10cm이다.



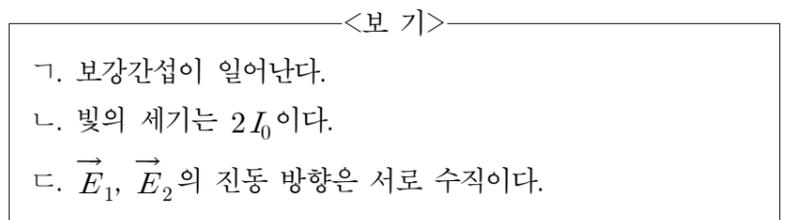
이 광학계에 의해 형성되는 물체의 상의 위치로 가장 적절한 것은? (단, 공기의 굴절률은 1.0이다.)

- ① 오목렌즈의 왼쪽 9.6cm ② 오목렌즈의 오른쪽 9.6cm
 ③ 오목렌즈의 왼쪽 10cm ④ 오목렌즈의 오른쪽 10cm
 ⑤ 오목렌즈의 왼쪽 무한대

28. 그림은 각진동수가 ω 이고 평면파인 두 빛이 스크린상의 점 P에 도달하는 것을 나타낸 것이다. 두 빛의 전기장은 각각 $\vec{E}_1 = \hat{x}E_0 \cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \omega t)$, $\vec{E}_2 = \hat{y}E_0 \cos(\vec{k}_2 \cdot \vec{r} - \omega t)$ 이며, E_0 은 실수이고, 점 P에서 두 빛의 세기는 각각 I_0 으로 같다.

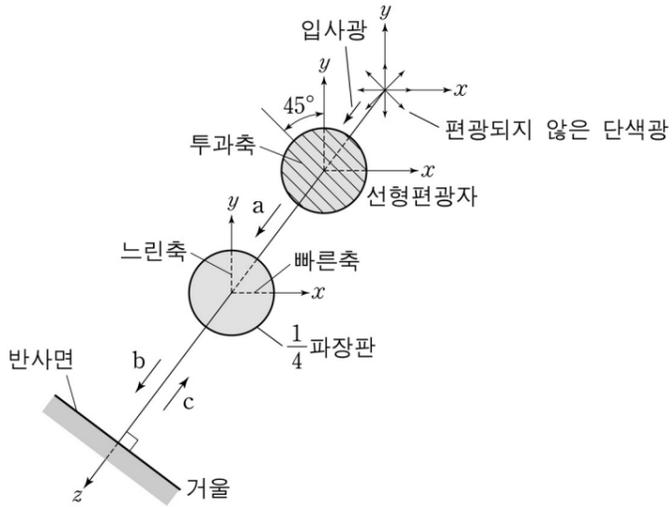


점 P에서 관찰되는 광학적 현상으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, \vec{k}_1 , \vec{k}_2 는 종이면 위에 있으며 $|\vec{k}_1| = |\vec{k}_2|$ 를 만족하고, y 축은 종이면에 수직이다.)



- ① 가 ② 나 ③ 가, 다 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

29. 그림은 z 축 방향으로 진행하는 편광되지 않은 단색광이 선형 편광자 및 $\frac{1}{4}$ 파장판을 통과하여 거울에서 반사되는 것을 모식적으로 나타낸 것이다. a는 단색광이 선형편광자를 통과한 빛이고, b는 a가 $\frac{1}{4}$ 파장판을 통과한 빛이며, c는 b가 거울에서 반사된 빛이다. 선형편광자의 투과축은 y 축과 45° 기울어져 있고, $\frac{1}{4}$ 파장판의 빠른축은 x 축, 느린축은 y 축과 나란하다.



a, b, c에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 입사광의 파장에서 $\frac{1}{4}$ 파장판 및 선형편광자는 이상적으로 동작하며, 거울은 유전체 거울이다.)

<보 기>

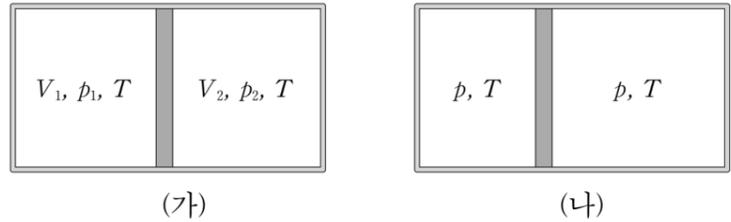
ㄱ. a의 세기는 입사광 세기의 $\frac{1}{2}$ 이다.
 ㄴ. b는 원형편광된 빛이다.
 ㄷ. b와 c의 위상차는 90° 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

30. 어떤 페르미온이 해밀토니안의 3가지 고유상태를 가지며, 세 고유상태의 에너지는 각각 $0, \epsilon, 2\epsilon$ 이다. 이러한 동일한 페르미온 2개로 이루어진 계의 분배함수는? (단, $\beta = \frac{1}{k_B T}$, k_B 는 볼츠만 상수이며 페르미온 간의 상호작용을 무시하고, 고유상태는 스핀과 공간 성분만을 고려한 것이다.)

- ① $1 + e^{-2\beta\epsilon} + e^{-4\beta\epsilon}$
 ② $e^{-\beta\epsilon} + e^{-2\beta\epsilon} + e^{-3\beta\epsilon}$
 ③ $e^{-\beta\epsilon} + e^{-2\beta\epsilon} + e^{-4\beta\epsilon}$
 ④ $1 + e^{-\beta\epsilon} + 2e^{-2\beta\epsilon} + e^{-3\beta\epsilon} + e^{-4\beta\epsilon}$
 ⑤ $1 + 2e^{-\beta\epsilon} + 3e^{-2\beta\epsilon} + 2e^{-3\beta\epsilon} + e^{-4\beta\epsilon}$

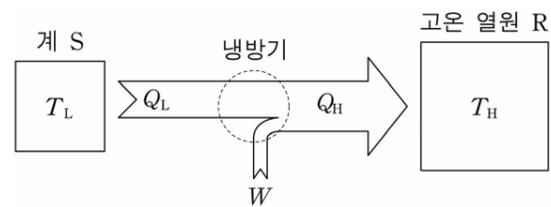
31. 그림 (가)는 직육면체 상자를 좌우로 분리하는 피스톤이 고정되어 있고 양쪽에 이상기체가 채워져 있는 것을 나타낸 것이다. 왼쪽 부분의 부피와 압력은 각각 V_1, p_1 이고 오른쪽 부분은 V_2, p_2 이다. 그림 (나)는 (가)의 피스톤이 마찰 없이 좌우로 자유롭게 이동할 수 있게 되어 평형을 이룬 상태를 나타낸 것이며, 이때 압력은 p 이다. (가), (나)에서 기체의 온도는 T 로 일정하게 유지된다.



압력 p 는?

- ① $\frac{2V_1V_2}{(V_1+V_2)^2}(p_1+p_2)$ ② $\frac{1}{2}\left(\frac{V_1}{V_2}p_1 + \frac{V_2}{V_1}p_2\right)$
 ③ $\frac{1}{2}\left(\frac{V_2}{V_1}p_1 + \frac{V_1}{V_2}p_2\right)$ ④ $\frac{p_1V_2+p_2V_1}{V_1+V_2}$
 ⑤ $\frac{p_1V_1+p_2V_2}{V_1+V_2}$

32. 그림은 온도가 T_L 인 계 S와 온도가 T_H 인 고온 열원(heat reservoir) R 사이에서 카르노 순환과정에 따라 작동하는 냉방기에 의하여, 순환과정의 주기 τ 동안 S에서 열 Q_L 이 제거되고 R로 열 Q_H 가 방출되는 것을 모식적으로 나타낸 것이다. W 는 냉방기에 연결된 전기가 τ 동안 냉방기에 해 주는 일이다. τ 동안 S에 열 $k(T_H - T_L)$ 이 유입되지만 냉방기가 제거하는 Q_L 과 상쇄되어 S의 온도 T_L 은 일정하게 유지된다.



엔트로피는 카르노 순환과정의 엔트로피 변화만을 고려할 때, W 는? (단, k 는 양의 상수이고, $T_L < T_H$ 이며, 고온 열원은 충분히 커서 T_H 의 변화를 무시한다.) [2.5점]

- ① $k\frac{T_H^2 - T_L^2}{T_H}$ ② $k\frac{T_H(T_H - T_L)}{T_L}$
 ③ $k\frac{T_L(T_H - T_L)}{T_H}$ ④ $k\frac{(T_H - T_L)^2}{T_H}$
 ⑤ $k\frac{(T_H - T_L)^2}{T_L}$

33. 수소 원자의 각운동량 연산자는 $\vec{L}=(L_x, L_y, L_z)$ 이다. L^2 과 L_z 의 규격화된 공통고유상태는 $|l m\rangle$ 이며, l 은 궤도 양자수, m 은 자기 양자수이다. 한 수소 원자의 각운동량 상태가 $|\psi\rangle = \frac{2}{\sqrt{5}}|11\rangle + \frac{1}{\sqrt{5}}|21\rangle$ 일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h 는 플랑크 상수이다.)

<보 기>

ㄱ. L_z 의 측정값이 \hbar 일 확률은 1이다.
 ㄴ. L^2 의 측정값이 $2\hbar^2$ 일 확률은 $\frac{1}{5}$ 이다.
 ㄷ. L^2 의 기댓값은 $\frac{8\hbar^2}{5}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

34. 길이가 L 인 일차원 상자 속에서 질량 m , 스핀 $\frac{1}{2}$ 인 서로 상호작용하지 않는 두 개의 동일한 페르미온이 자유로이 운동하고 있다. 이 두 페르미온으로 이루어진 계에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h 는 플랑크 상수이고, 페르미온 파동함수는 스핀과 공간 성분만을 고려한다.)

<보 기>

ㄱ. 두 페르미온의 스핀 상태가 서로 같은 경우, 계의 바닥상태 에너지는 $\frac{5\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$ 이다.
 ㄴ. 가능한 총 스핀 각운동량의 크기는 0 또는 $\sqrt{2}\hbar$ 이다.
 ㄷ. 총 스핀 각운동량의 크기가 0인 경우의 공간 성분 파동함수는 반대칭이다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

35. 질량 m 인 입자가 3차원 조화퍼텐셜

$V(x, y, z) = \frac{1}{2}m\omega^2(x^2 + y^2 + z^2)$ 안에서 운동한다. 이 입자의 첫 번째 들뜬상태의 에너지와 축퇴도를 알맞게 짝지은 것은? (단, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h 는 플랑크 상수이고 ω 는 양의 상수이다.)

	에너지	축퇴도
①	$\frac{3}{2}\hbar\omega$	2
②	$\frac{3}{2}\hbar\omega$	3
③	$\frac{5}{2}\hbar\omega$	2
④	$\frac{5}{2}\hbar\omega$	3
⑤	$\frac{7}{2}\hbar\omega$	4

36. 질량 m 인 입자가 다음과 같은 퍼텐셜에너지 $V(x)$ 를 가지는 일차원 상자 속에서 자유로이 운동하고 있다.

$$V(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0 \\ 0, & 0 \leq x \leq L \\ \infty, & x > L \end{cases}$$

이 입자에 다음과 같은 섭동 해밀토니안 H' 이 주어질 때,

$$H' = \begin{cases} V_0, & 0 \leq x \leq \frac{L}{3} \\ 0, & \frac{L}{3} < x \leq L \end{cases}$$

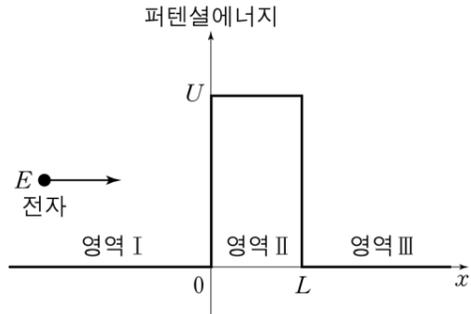
바닥상태 에너지 교정값의 1차 보정값은? (단, V_0 은 양의 상수이며, 바닥상태 에너지보다 훨씬 작다.)

- ① $V_0\left(\frac{1}{3} - \frac{\sqrt{3}}{4\pi}\right)$ ② $V_0\left(\frac{1}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4\pi}\right)$ ③ $V_0\left(\frac{1}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2\pi}\right)$
 ④ $V_0\left(\frac{1}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2\pi}\right)$ ⑤ $\frac{V_0}{3}$

37. 관성계 S에서 정지질량 m_0 인 입자가 x 축 방향으로 속력 $v_x = \frac{4}{5}c$ 로 운동한다. S에 대하여 x 축 방향으로 속력 $V_x = \frac{1}{2}c$ 로 움직이는 계에서 이 입자를 관찰할 때, 입자의 총 에너지는? (단, c 는 빛의 속력이다.)

- ① $\frac{1}{\sqrt{2}}m_0c^2$ ② $\frac{\sqrt{3}}{2}m_0c^2$ ③ m_0c^2
 ④ $\frac{2}{\sqrt{3}}m_0c^2$ ⑤ $2m_0c^2$

38. 그림과 같이 영역 I ($x < 0$)에서 평면파로 기술되는 에너지 E 의 전자가, 영역 II ($0 \leq x \leq L$)에서 퍼텐셜에너지가 U 로 일정한 퍼텐셜 장벽을 향해 입사하고 있다. 입사파의 일부는 장벽에서 반사되고, 나머지는 영역 II를 지나 영역 III ($x > L$)으로 투과된다.

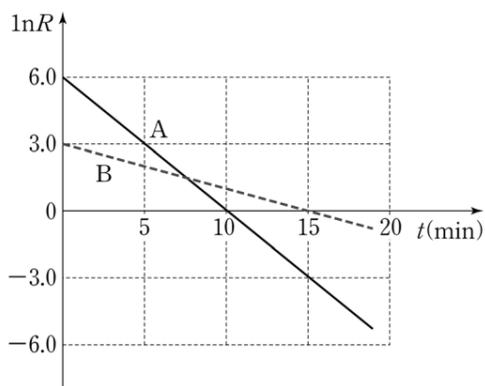


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $0 < E < U$ 이다.)

- <보 기>
- ㄱ. 영역 I에서 입사파와 반사파의 진동수는 같다.
 - ㄴ. 영역 II에서 전자를 발견할 확률밀도는 x 가 증가함에 따라 지수함수로 감소한다.
 - ㄷ. 영역 III에서 투과파의 파장은 영역 I에서 입사파의 파장보다 짧다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

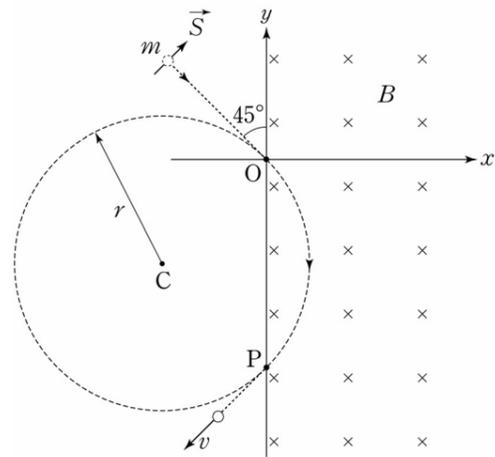
39. 그림은 서로 다른 반감기를 가진 방사선 핵종 A, B의 방사능 (붕괴율, activity) R 의 자연로그 $\ln R$ 를 시간 t 에 따라 각각 나타낸 것이다.



A와 B의 반감기가 각각 T_A 와 T_B 일 때, $\frac{T_A}{T_B}$ 는? [1.5점]

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{3}{2}$ ④ 2 ⑤ 3

40. 그림은 xy 평면에서 전하량 e , 질량 m , 스핀 각운동량 \vec{S} 인 전자가 원점 O에서 y 축과 45° 의 각으로 자기장 영역으로 입사되어 중심 C, 반지름 r 인 원궤도의 일부를 따라 운동한 후, y 축상의 점 P에서 자기장 영역을 벗어나 속력 v 로 운동하는 것을 나타낸 것이다. 자기장은 $x \geq 0$ 인 영역에 있고, xy 면에 수직으로 들어가는 방향이며 크기는 B 로 균일하다. 자기장 영역에서 \vec{S} 는 세차운동을 한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 원운동에 의한 궤도 각운동량은 무시한다.) [2.5점]

- <보 기>
- ㄱ. r 는 $\frac{mv}{\sqrt{2}eB}$ 이다.
 - ㄴ. 전자가 자기장 내의 원궤도에 머무르는 시간은 $\frac{\pi m}{2eB}$ 이다.
 - ㄷ. 자기장 영역에서 \vec{S} 는 x 축을 중심으로 세차운동한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

- 수 고 하 셴 습 니 다 -