

2011학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

물 리

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

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

1. 다음은 로슨(A. Lawson)의 3단계 순환학습 모형을 연속하여 적용한 단계별 수업 계획이다. 제시된 단계들은 순환학습 모형의 각 단계에 해당된다.

단계 1. 교사는 광전효과 실험 장치를 설치해 준 다음, 광전관에 빛을 쬐이면 어떤 현상이 일어날지 알아보도록 한다. 학생들은 실험을 통해 광전관에 쬐이는 빛의 세기가 셀수록 광전관에 흐르는 전류가 증가하는 현상을 관찰한다. 학생들은 자신의 실험결과를 발표한다.

단계 2. 교사는 학생들이 수행한 실험결과와 관련지어 광전효과의 기본적인 개념을 소개한다.

단계 3. 학생들은 광전효과를 이용한 사례를 일상적 상황에서 찾아보고 여러 학생들과 토론한다.

단계 4. 교사는 다른 광원을 이용하여 쉰 빛을 쬐여주어도 광전효과가 일어나지 않는 현상을 보여주고, 관련 자료를 제공하여 이유를 제안하도록 격려한다. 학생들은 빛의 파장이 길면 광전효과가 일어나지 않는다는 가설을 세우고, 이 가설을 검증하기 위한 실험을 설계하고 수행하여 결과를 발표한다.

단계 5. _____ <생략>

단계 6. _____ <생략>

이 수업 계획에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? [2.5점]

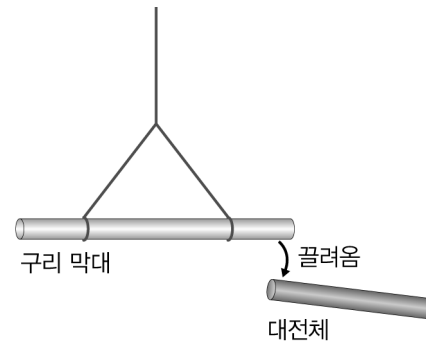
<보 기>

ㄱ. 단계 4는 서술적 순환학습 모형의 '탐색' 단계이다.
 ㄴ. 단계 5에 도입될 중요 개념에는 '한계 진동수'가 포함된다.
 ㄷ. 2009 개정 과학과 교육과정의 물리Ⅱ에서는 이 수업 내용이 '물질의 이중성' 영역의 '빛의 입자성' 내용 요소에 해당된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 다음은 김교사와 영희의 대화이다.

김교사: (구리 막대를 실에 매달고, 대전체를 구리 막대 가까이 가져갔을 때, 구리 막대가 대전체에 끌려오는 현상을 제시하면서)
 구리 막대가 왜 대전체에 끌려왔을까요?



영 희: 이런 현상을 처음 보지만, 제 생각에는 구리가 금속 이라서 그런가 봐요. (가) 금속은 대전체에 끌려와요.
 김교사: 그 생각이 맞는지 어떻게 알아볼 수 있을까요?
 영 희: 알루미늄 막대로 바꾸어서 똑같이 해 봐요. (나) 알루미늄 막대도 금속이니까 대전체에 끌려올 거예요.
 김교사: 그럼, 해보세요.
 (위 실험을 알루미늄 막대로 바꾸어서 실험했을 때, (다) 알루미늄 막대가 대전체에 끌려왔다.)
 김교사: 결과에 대하여 어떻게 생각하나요?
 영 희: (라) 금속은 대전체에 끌려온다는 제 생각이 옳아요.
 김교사: 다른 금속으로 더 해 볼까요?
 영 희: 다른 금속으로 더 해 볼 필요가 없다고 생각해요.

김교사와 영희의 대화 내용에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. (가)는 귀납적 일반화를 통해 얻었다.
 ㄴ. 영희가 (가)의 생각으로부터 (나)의 예상을 하는 과정에는 연역적 방법이 포함된다.
 ㄷ. 영희가 (가)에 근거한 (나)의 예상과 (다)의 결과가 일치한 것을 근거로 (라)의 결론을 내렸다면, 이는 논리적으로는 오류(후진 긍정의 오류)에 해당된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

5. 다음은 실험 안내서이다.

[실험 목표]

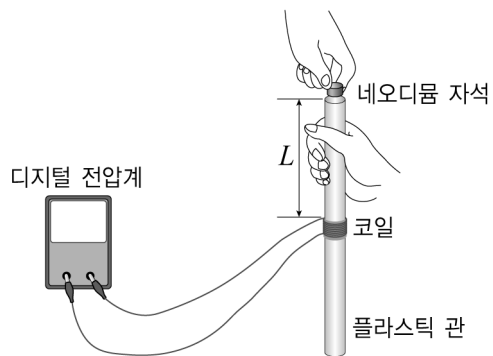
자속의 변화율에 따라 유도 기전력이 어떻게 달라지는지 설명할 수 있다.

[준비물]

플라스틱 관, 코일, 전선, 디지털 전압계, 네오디뮴 자석, 자

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 코일을 끼운 플라스틱 관을 수직으로 세우고, 플라스틱 관 입구에서 코일까지의 거리 L 을 측정한다.



(나) 플라스틱 관 입구에서 자석을 떨어뜨리고 코일에 연결된 디지털 전압계에 나타나는 최대 전압 V 를 측정한다.

(다) L 을 변화시켜 가면서 (나)의 과정을 반복한다.

(라) 측정 결과를 그래프로 나타낸다.

(마) 그래프로부터 결론을 도출한다.

[정리 및 창의적으로 생각해 보기]

(1) <생략>

(2) 위 상황을 이용해 추가로 탐구해 볼 수 있는 다양한 탐구 문제를 가능한 많이 제안해 본다.

이 실험 안내서의 내용에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 플라스틱 관을 구리 관으로 바꾸어 위와 동일한 실험을 하는 것이 [실험 목표]를 달성하는 데 더 적합하다.

ㄴ. 이 실험에서 V 는 독립변인이고, L 은 조작변인이다.

ㄷ. [정리 및 창의적으로 생각해 보기] (2)활동에는 창의적 사고의 '융통성'과 '유창성'이 포함된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

6. 다음은 [과학사 사례]와 [과학의 본성과 관련된 내용]의 일부이다.

[과학사 사례]

(가) 1909년 플레처는 박사 논문 주제를 정하기 위하여 밀리칸의 실험실을 찾았다. 그 당시 밀리칸은 물방울을 이용하여 전하량을 측정하는 실험을 수행하고 있었는데, 물방울은 증발이 빠르기 때문에 2초 동안만 관찰할 수 있었다. 이 문제를 해결하기 위하여 밀리칸, 플레처, 베게만이 함께 논의하여 물방울 대신 기름방울을 사용하기로 하였고 실험이 성공적으로 이루어졌다.

(나) 플레처는 밀리칸과 협의하여 기름방울 실험을 박사 논문 주제로 정한 후 분무기와 시계용 기름을 이용한 간단한 실험 장치를 고안하였다. 이 장치를 이용하여 단 하루 만에 비교적 정확한 전하량을 측정하였다. 밀리칸은 기계공을 불러 플레처의 실험 장치를 바탕으로 정밀한 실험 장치를 제작하였다. 이후 밀리칸과 플레처는 실험실에서 2년간 함께 실험하여 성공적인 결과를 얻었다.

(다) 밀리칸과 플레처의 연구결과는 모두 다섯 편의 논문으로 정리되었다. 플레처는 논문이 자신과 밀리칸의 공저로 발표될 것으로 생각하고 있었다. 그러나 밀리칸이 첫 번째 논문을 단독으로 발표하고 싶어하였다. 플레처는 내키지 않았지만 이에 동의하였다. 그래서 첫 번째 논문은 1910년 밀리칸 단독 논문으로 발표되었고, 나머지 네 편 중 두 편은 밀리칸과 플레처의 공저로, 두 편은 플레처 단독으로 발표되었다. 밀리칸이 1910년 단독으로 발표한 첫 번째 논문은 밀리칸이 1923년 노벨물리학상을 수상하는 데 기여하였다.

[과학의 본성과 관련된 내용]

- A. 과학자는 윤리적으로 바람직한 태도를 갖추어야 한다.
- B. 과학은 여러 과학자 사이의 협력에 의해 발전된다.
- C. 과학 지식은 한계를 지니며 언제든지 바뀔 수 있다.
- D. 과학의 발전은 이론뿐 아니라 기술(technology)의 활용을 통해서도 이루어진다.
- E. 과학자의 관찰은 이론 의존적이다.

제시된 [과학사 사례]의 내용에 국한하여 판단할 때, 수업에서 논의하기 위한 소재로 [과학사 사례]를 [과학의 본성과 관련된 내용]과 가장 적절하게 짝지은 것은? [15점]

- | | (가) | (나) | (다) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | B | D | A |
| ② | B | E | D |
| ③ | C | A | D |
| ④ | C | B | E |
| ⑤ | E | C | A |

7. 다음은 교사와 학생과의 대화이다.

교사: (탁자 위에 놓인 책을 가리키면서) 이 책에 작용하는 힘에는 무엇이 있는지 모두 말해 보세요.

학생: 중력만 있어요.

교사: 이번에는 용수철 위에 책을 놓아볼게요. (용수철 위에 책을 올려 놓으면서) 어떻게 되었나요?

학생: 용수철이 늘렸네요.

교사: 그렇다면 용수철 위에 놓인 책에 작용하는 힘에는 무엇이 있나요?

학생: 중력이 있고, 용수철이 책을 위로 미는 힘도 있어요.

교사: (탁자 위에 놓인 책을 가리키면서) 이 책에 작용하는 힘에는 무엇이 있는지 다시 말해 볼까요?

학생: (가) 중력만 있어요. (다른 힘은 언급하지 않았다.)

교사: 이번에는 탄성계수가 더 큰 용수철 위에 책을 올려놓아 봅시다. 어떻게 되었나요?

학생: 거의 늘리지 않았어요.

교사: 이 때에도 용수철이 책을 위로 미는 탄성력이 있나요?

학생: 예. 용수철이 있으니까 책을 밀어 올리는 탄성력이 작용해요.

교사: (탁자 위에 놓인 책을 가리키면서) 이 책에 작용하는 힘에는 무엇이 있는지 다시 말해 볼까요? 책이 용수철 위에 놓인 경우와 탁자 위에 놓인 경우를 비교하면서 생각해 보세요.

학생: (나) 용수철 위에 놓인 경우처럼 탁자가 책을 밀고 있는 힘이 있네요.

교사: 왜 그렇게 생각했나요?

학생: (다) 두 번째 용수철에서 거의 늘리지 않았지만 용수철이 책에 힘을 작용했듯이, 탁자를 아주 센 용수철로 보면 탁자가 책을 받치는 힘도 있어요.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

—<보 기>—

ㄱ. (가)에서는 학생에게 인지적 갈등이 유발되지 않았다.

ㄴ. (나)를 피아제(J. Piaget)의 관점에서 보면, 학생의 인지구조에서 동화는 일어났지만 조절은 일어나지 않았다.

ㄷ. (다)를 보면, 탄성계수가 큰 용수철 위에 책이 놓인 사례는 '인지적 다리(cognitive bridge)' 역할을 하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 다음은 과학사 사례이다.

사례 1: 라부아지에 이전에는 물질이 연소할 때 그 물질에서 플로지스톤이 방출된다는 이론이 있었다. 그러나 연소 후에 물질의 무게가 늘어난다는 사실이 발견됨으로써 이 이론은 위협을 받았다. 이러한 반론을 피하기 위해 몇몇 과학자들은 (가) 플로지스톤이 음의 무게를 가진다고 주장하였다. 이 가설이 옳은지 틀린지 검증하기 위해서는 오직 물질의 연소 전과 후의 무게를 비교하는 방법 밖에 없었는데, 이 방법으로는 가설이 결코 반박될 수 없었다.

사례 2: 뉴턴은 태양계의 운동을 설명하기 위하여 (나) 태양을 고정된 하나의 점으로 보고, 그 주위를 하나의 행성만이 공전하는 모델을 세웠다. 그리고 이 모델로부터 힘에 대한 거리의 역자승 비례 법칙을 도출하였다. 그러나 뉴턴의 제3 법칙에 의하면 이를 받아들일 수 없었다. 그래서 (다) 태양과 하나의 행성 사이에 있는 '질량 중심'을 중심으로 행성은 물론 태양도 돈다는 새로운 모델을 제안하였다. 새로운 모델을 제안한 이유는 관찰 사실이 아닌 이론적으로 생긴 문제점 때문이었다.

사례 3: 1913년 보어는 수소 스펙트럼에 대한 관찰 사실을 설명하기 위해 (라) 양자 조건과 진동수 조건을 포함한 원자모형을 제안하였다. 양자 조건이란 전자는 원자핵 주위를 불연속적인 특정한 궤도에서만 안정하게 돌 수 있으며 이때 전자기파를 방출하지 않는다는 것이다. 진동수 조건이란 정상상태에 있는 전자가 다른 정상상태로 옮겨갈 때에는 두 궤도의 에너지 차이에 해당하는 전자기파(광자)를 방출하거나 흡수한다는 것이다. 이러한 양자 조건과 진동수 조건을 포함한 그의 원자모형은 기존의 전자기 이론에 의하면 정합적이지 않다는 것을 알면서도 제안된 것이었다.

이 사례에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

—<보 기>—

ㄱ. (가)의 주장은 '임시변통적(ad hoc) 가설'에 해당된다.

ㄴ. 모델 (나)에 비해 모델 (다)는 '반증가능성'이 낮다.

ㄷ. (라)의 원자모형은 그 당시의 배경 지식에 비추어 보아 그럴듯하지 않은 주장을 담고 있는 '대담한 가설'에 해당된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

9. 다음은 협동학습 모형을 적용하여 24명의 학생을 지도하기 위한 수업 계획이다.

[수업 목표]

대체 에너지를 이용한 발전의 종류, 특징, 원리를 설명할 수 있다.

[수업 과정]

(가) 4개의 책상 위에 아래와 같이 [자료]를 준비한다.

연료전지를 이용한 발전 관련 자료	태양전지를 이용한 발전 관련 자료	풍력을 이용한 발전 관련 자료	조력을 이용한 발전 관련 자료
--------------------	--------------------	------------------	------------------

- (나) 과학 성취도 상위 1명, 중위 2명, 하위 1명으로 구성된 소집단을 6개 편성한다.
- (다) 각 소집단의 구성원들은 한 명씩 자신이 학습할 자료가 놓여있는 책상으로 가서, 다른 소집단으로부터 온 학생들과 함께 제공된 자료를 학습하게 한다.
- (라) ‘(다)’에서 활동했던 학생들은 처음의 소집단으로 돌아와 각자 자신이 학습한 내용을 설명하고, 토의를 통하여 4가지 발전 방식의 기본적인 특징과 원리를 종합하여 표로 정리하게 한다.
- (마) 소집단 학습이 끝난 후 4가지 발전 방식에 대하여 OX 퀴즈를 본다.

[OX 퀴즈 문항]

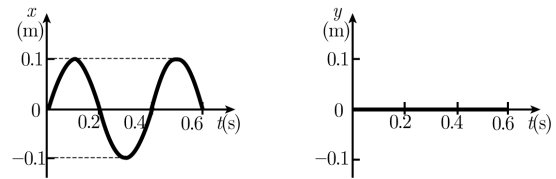
- A. 연료전지, 태양전지(solar cell), 풍력, 조력을 이용한 발전의 원리는 모두 패러데이 법칙으로 설명할 수 있다. (O, X)
- B. (생략)

이 수업 계획에 관련된 설명으로 옳은 것은?

- ① 비고츠키(L. Vygotsky)의 이론에 의하면, [수업 목표]를 달성하기 위해서는 제시된 [자료]의 내용 수준이 학생들의 ‘잠재적 발달 수준(potential developmental level)’보다 높아야 한다.
- ② STAD(Student Teams-Achievement Division) 협동학습 모형을 적용한 것이다.
- ③ (나)에서 구성한 소집단은 ‘전문가 집단(expert group)’이다.
- ④ (다)에서는 ‘개인별 책무성’이 요구된다.
- ⑤ 퀴즈 문항 A의 답은 ‘O’이다.

10. 다음은 학력 평가를 위해 개발 중인 지필평가 문항이다.

그림은 xy 평면에서 용수철을 진동시켜 x 축 방향으로 진행하는 파동을 발생시킬 때, 용수철에 있는 한 점에 대한 x 축 방향의 변위, y 축 방향의 변위를 시간 t 에 따라 나타낸 것이다.



이 파동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <다음>에서 모두 고른 것은? (단, 용수철상수 k 는 5 N/m 이다.)

<다음>

- A. 파동의 종류는 횡파이다.
 B. 진동수는 2.5 Hz 이다.
 C. 속력은 0.4 m/s 이다.

- ① A ② C ③ A, B ④ A, C ⑤ B, C

정답: ⑤

이 문항에 대한 검토 사항으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. 제7차 과학과 교육과정의 통합탐구기능 중 ‘자료 변환’ 기능을 평가하기 위한 문항이다.
- ㄴ. 용수철상수 k 값은 A, B, C의 진위를 판단하는데 필요하지 않다.
- ㄷ. 위 문항의 정답을 구하기 위해서는 파동의 파장이 필요하다.

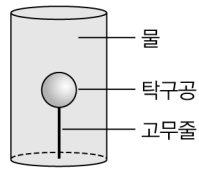
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

11. 2007년 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? [1.5점]

- ① 2007년 개정 과학과 교육과정에 따르면, ‘과학’의 목표에는 창의적 문제해결력과 과학적 소양이 명시되어 있다.
- ② 2007년 개정 과학과 교육과정의 교수·학습 방법에는 심화·보충의 수준별 교수·학습과 자유 탐구에 관한 항목이 제시되어 있다.
- ③ 2009 개정 교육과정에 따르면, 고등학교 ‘과학’은 선택교육과정의 과목이다.
- ④ 2009 개정 과학과 교육과정의 고등학교 ‘과학’은 물리, 화학, 생명 과학, 지구 과학의 기본 개념들이 적절하게 균형을 이루면서 자연스럽게 융합되도록 구성되어 있다.
- ⑤ 2009 개정 과학과 교육과정에 따르면, 블랙홀과 중력렌즈 내용이 ‘물리 I’의 내용에 추가되었다.

12. 다음은 학생의 물리 개념을 조사하기 위한 장치와 운동 상황이다.

그림 (가)는 바닥에 연결된 고무줄에 탁구공을 연결하여 물이 가득 차 있는 투명 플라스틱 통에 넣어 밀봉한 '장치'이고, 그림 (나)는 이 장치를 이용하여 세 가지 상황에서 운동을 시켰을 때 탁구공의 위치를 예상한 것이다.



(가) 장치

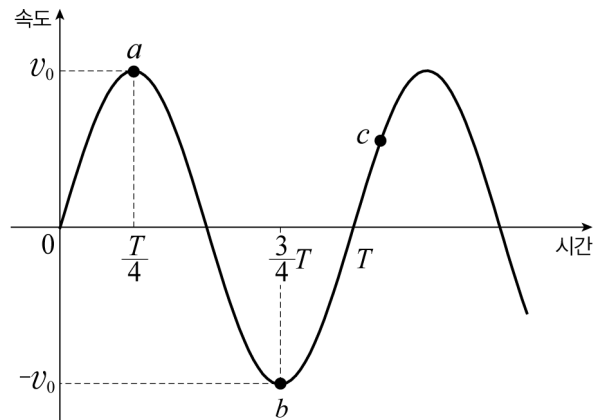
운동 상황	예상
<p>장치 수레와 함께 운동방향으로 속도가 점점 증가하는 경우</p>	A
<p>장치 원판과 함께 등속 원운동하는 경우</p>	B
<p>장치 수직으로 자유 낙하하는 경우</p>	C

(나) 물체의 운동 상황별 탁구공의 위치

정지한 관찰자가 본 모습이 그림 (나)의 운동 상황과 같을 때, 탁구공의 위치를 옳게 예상한 것만을 모두 고른 것은? (단, 그림에서 화살표는 운동 방향을 나타낸다.)

- ① A ② C ③ A, B
④ B, C ⑤ A, B, C

13. 그림은 1차원에서 주기 T 로 단진동하는 물체의 시간에 따른 속도를 나타낸 것이다. 최대 속력은 v_0 이다.



이 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? [1.5점]

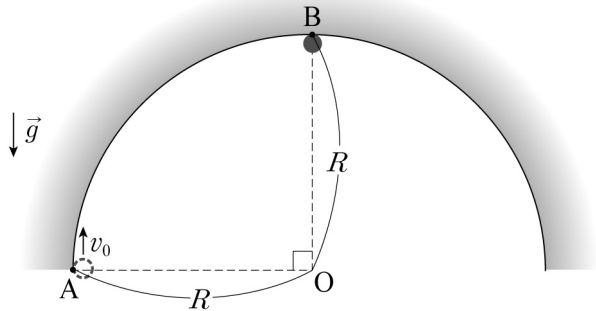
- <보 기>
- ㄱ. a 와 b 에서 물체의 위치는 같다.
 ㄴ. a 와 c 사이에서 물체의 운동 방향은 두 번 바뀐다.
 ㄷ. c 에서 물체의 속도와 가속도의 방향은 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 질량 M 인 대포로 질량 m 인 포탄을 수평 방향으로 발사했다. 대포가 자유로이 움직일 수 있는 마찰이 없는 수평 얼음판에서 포탄을 발사했을 때 포탄이 대포를 떠나는 순간 포탄의 속력은 $v_{\text{얼음}}$ 이었고, 대포를 지면에 고정시키고 포탄을 발사했을 때 포탄이 대포를 떠나는 순간 포탄의 속력은 $v_{\text{고정}}$ 이었다. 포탄을 발사하는 데 사용된 에너지는 같았다. 속력의 비 $\frac{v_{\text{얼음}}}{v_{\text{고정}}}$ 은? (단, $v_{\text{얼음}}$ 과 $v_{\text{고정}}$ 은 지면에 대한 속력이고, 포탄 발사 과정에서 에너지 손실 및 화약의 질량은 무시한다. 지구 질량과 비교했을 때 대포 질량과 포탄 질량은 무시된다.)

- ① $\frac{M}{M+m}$ ② $\sqrt{\frac{M}{M+m}}$ ③ $\frac{M-m}{M+m}$
 ④ $\sqrt{\frac{M^2}{M^2+m^2}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{M^2-m^2}{M^2+m^2}}$

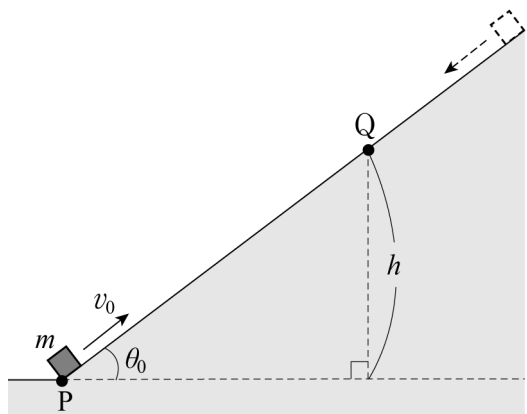
15. 그림과 같이 마찰이 없고 반지름 R 인 반원형 구조물의 내부 면상에 있는 A 지점에서 초기속력 v_0 으로 질량 m 인 물체를 연직 상방으로 쏘아 올렸다. 이 물체는 반원형 궤도를 따라 원운동하였다.



이 물체가 최고점 B를 지나는 순간, 물체가 구조물로부터 받는 수직항력의 크기는? (단, g 는 중력가속도이고, 공기 저항과 물체의 크기는 무시한다.)

- ① $\frac{mv_0^2}{R} - 3mg$ ② $\frac{mv_0^2}{R} - 2mg$ ③ $\frac{mv_0^2}{R} - mg$
 ④ $\frac{mv_0^2}{R} + mg$ ⑤ $\frac{mv_0^2}{R} + 3mg$

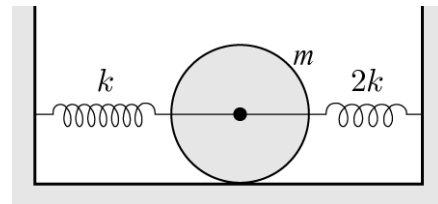
16. 그림과 같이 수평인 지면에 대하여 경사각 θ_0 인 마찰이 있는 경사면 꼭대기에 정지해 있던 질량 m 인 물체에 순간적인 힘을 주었더니 등속도로 미끄러져 내려왔다. 이 물체를 지면상의 P 지점에서 경사면을 따라 초기속력 v_0 으로 쏘아 올렸더니 Q 지점에 정지하였다.



지면으로부터 Q 지점까지의 수직 높이 h 는? (단, g 는 중력가속도이고, 공기 저항과 물체의 크기는 무시한다.)

- ① $\frac{v_0^2}{4g}$ ② $\frac{v_0^2}{2g}$ ③ $\frac{v_0^2}{g}$
 ④ $\frac{(v_0 \sin \theta_0)^2}{4g}$ ⑤ $\frac{(v_0 \cos \theta_0)^2}{2g}$

17. 그림과 같이 질량 m , 반지름 R 인 원판의 중심에 용수철상수가 각각 k 와 $2k$ 인 두 개의 용수철이 수평으로 연결되어 있다. 두 용수철은 각각 벽에 고정되어 평형상태에 있으며, 원판은 정지해 있다. 원판의 중심을 원판면에 수직으로 통과하는 축에 대한 원판의 관성모멘트는 $I = \frac{1}{2}mR^2$ 이다.



원판이 수평면 위를 미끄러지지 않고 구르면서 직선상에서 단진동하게 하였을 때, 단진동의 주기는? (단, 용수철의 질량은 무시한다.) [2.5점]

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

18. 질량 m 인 입자가 $y = bx^2$ 으로 주어지는 포물선 궤도를 따라 운동하도록 구속되어 있다. b 는 양의 상수이고, $-y$ 방향으로 중력이 작용하고 있다. 이 입자의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, g 는 중력가속도이고, $y=0$ 에서 중력 퍼텐셜에너지는 0이다.) [2.5점]

—<보 기>—

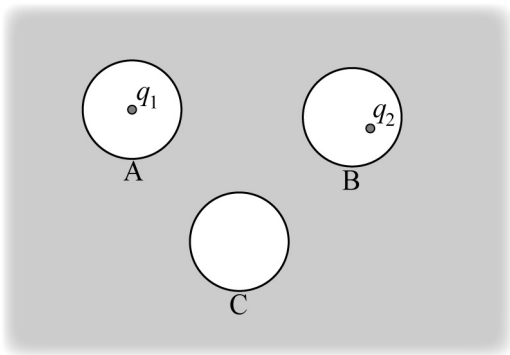
ㄱ. 라그랑지안은 $L = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + 2m(bx\dot{x})^2 - mgbx^2$ 이다.
 ㄴ. x 에 대한 일반화운동량은 시간에 따라 변하지 않는다.
 ㄷ. 운동방정식은 $(1 + 4b^2x^2)\ddot{x} + 4b^2x\dot{x}^2 + 2gbx = 0$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19. 양성자(p), 반양성자(\bar{p}), 중성자(n), 양전하를 띤 파이온(π^+)은 강입자이고, 전자(e), 양전자(e^+), 전자중성미자(ν_e)는 경입자이다. 이들 입자의 반응에서는 전하량, 중입자수(baryon number), 경입자수(lepton number)가 보존된다. 이 보존 법칙에 위배되지 않는 반응은? (단, γ 는 광자를 나타낸다.)

- ① $n \rightarrow p + \gamma$ ② $\gamma + n \rightarrow \pi^+ + e + \nu_e$
 ③ $p \rightarrow \pi^+ + \gamma$ ④ $p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$
 ⑤ $p + \bar{p} \rightarrow n + \gamma$

20. 그림과 같이 전기적으로 중성인 도체 속에 구형의 공간(cavity) A, B, C가 있다. A의 중심에는 양(+의) 점전하 q_1 이 있고, B의 내부에는 양(+의) 점전하 q_2 가 중심에서 벗어난 한 지점에 있으며, C의 내부에는 전하가 없다.



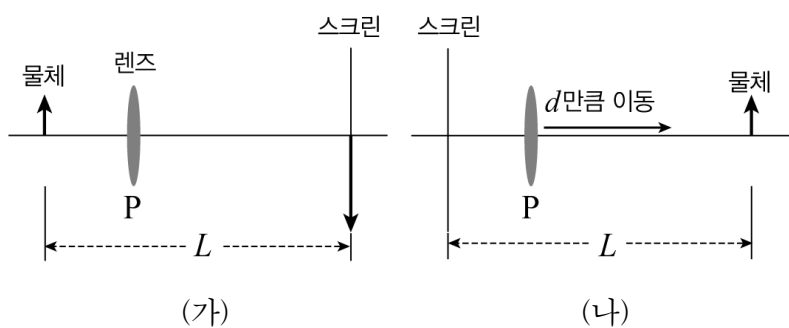
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. q_1 에 작용하는 전기력은 0이다.
 ㄴ. A 내부의 전기장은 B 내부의 q_2 위치에 무관하다.
 ㄷ. C의 경계면에 분포하는 총전하량은 $q_1 + q_2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

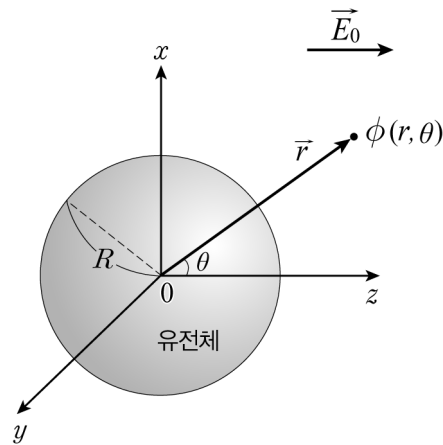
21. 그림 (가)와 같이 얇은 볼록렌즈를 작은 물체와 스크린 사이의 위치 P에 놓았더니 스크린에 상이 맺혔다. 이 상태에서, 그림 (나)와 같이 스크린과 물체의 위치를 맞바꾸고 렌즈를 처음 위치 P에서 오른쪽으로 거리 d 만큼 옮겼더니 스크린에 다시 상이 맺혔다. 물체와 스크린 사이의 거리는 L 이다.



이 렌즈의 초점거리는?

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

22. 그림과 같이 알짜 전하가 없고, 반지름 R 인 유전체 구가 자유 공간에서 균일한 전기장 $\vec{E}_0 = E_0 \hat{z}$ 속에 있다. 임의의 위치에서 전기퍼텐셜 $\phi(r, \theta)$ 를 라플라스 방정식 $\nabla^2 \phi = 0$ 을 이용하여 구하려고 한다. $\phi_{\text{안}}$ 과 $\phi_{\text{밖}}$ 은 각각 유전체 구의 안과 밖의 전기 퍼텐셜이다.



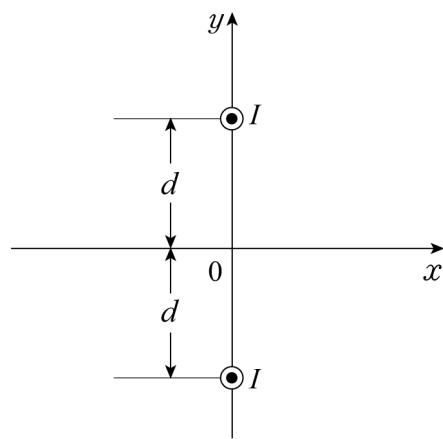
라플라스 방정식을 풀기 위해 필요한 경계조건으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 유전체는 균일하고, 등방적이고, 선형적이다.)

<보 기>

ㄱ. $r = R$ 에서 $\phi_{\text{안}} = \phi_{\text{밖}}$ 이다.
 ㄴ. $r = R$ 에서 $\frac{\partial \phi_{\text{안}}}{\partial r} = \frac{\partial \phi_{\text{밖}}}{\partial r}$ 이다.
 ㄷ. $r = \infty$ 에서 $\vec{\nabla} \phi_{\text{밖}} = -E_0 \hat{z}$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

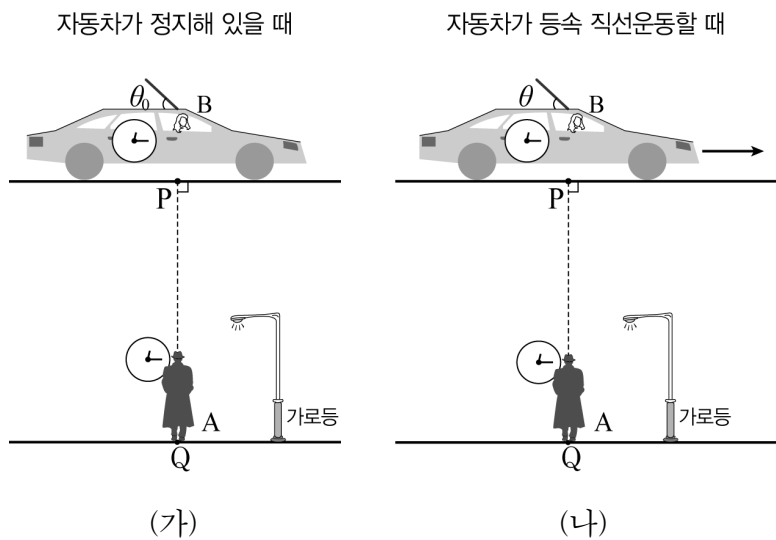
23. 그림과 같이 일정한 전류 I 가 흐르는 두 무한 직선도선이 x 축으로부터 각각 거리 d 만큼 떨어져 y 축과 교차한다. 전류는 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 흐른다.



x 축상에서 이 전류에 의한 자기장의 크기가 최대가 되는 곳의 x 값은? [2.5점]

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

24. 그림 (가)와 같이 P 지점에 정지해 있는 자동차를 가로등 옆 Q 지점에 정지해 있는 A가 바라보고 있다. 이때 A가 관측한 자동차의 안테나 각도는 자동차의 수평인 지붕면에 대해 θ_0 이다. 그림 (나)는 B가 동일한 자동차를 타고 빛의 속력에 가깝게 등속 직선운동하며 P 지점을 지날 때, Q 지점에 정지해 있는 A가 자동차의 수평인 지붕면에 대한 안테나의 각도를 θ 로 관측하는 것을 나타낸 것이다.



(나)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, A와 B는 동일한 시계를 갖고 있으며, A의 시선 방향은 자동차의 진행 방향에 수직이고, B가 관측하는 안테나의 각도는 변하지 않는다.)

<보 기>

ㄱ. A와 B에게 관측되는 가로등 빛의 속력은 다르다.
 ㄴ. A는 B의 시계가 자신의 시계보다 느리게 가는 것으로 관측한다.
 ㄷ. θ 는 θ_0 보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

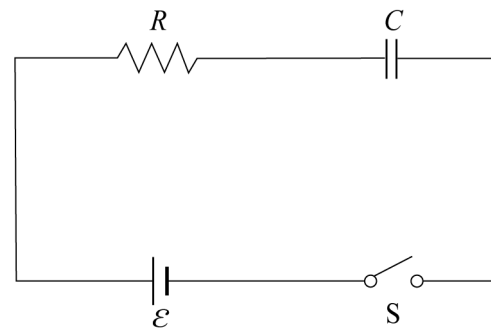
25. 수소원자의 2p 상태에 있는 전자의 규격화된 파동함수가 구면좌표계 (r, θ, ϕ) 에서

$$\psi_{211}(r, \theta, \phi) = -\frac{1}{8\sqrt{\pi a_0^3}} r e^{-r/2a_0} \sin\theta e^{i\phi}$$

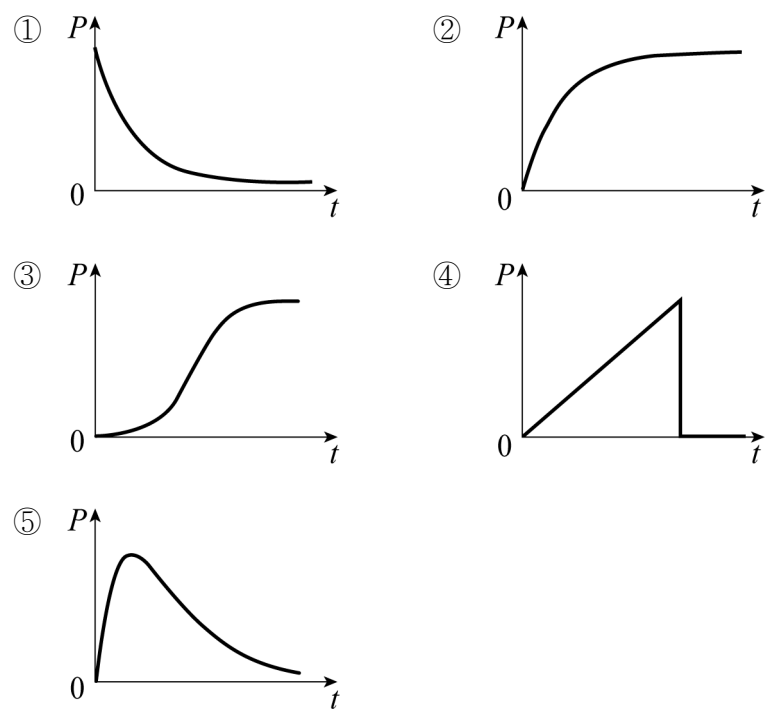
로 주어진다. 이 상태에 있는 전자를 원자핵으로부터 거리 r 에서 발견할 지름확률밀도(radial probability density)가 최대가 되는 r 값은? (단, a_0 은 보어 반지름이다.) [1.5점]

- ① a_0 ② $\frac{3}{2}a_0$ ③ $\frac{5}{2}a_0$
 ④ $3a_0$ ⑤ $4a_0$

26. 그림과 같이 저항값 R 인 저항과 전기용량 C 인 축전기가 기전력 \mathcal{E} 인 직류전원에 직렬로 연결되어 있다. 스위치 S를 닫기 전 축전기의 전하량은 0이고, 시간 $t=0$ 일 때 S를 닫았다.



직류전원으로부터 축전기에 공급되는 전력 P 의 시간에 따른 변화를 개략적으로 나타낸 그래프 중 가장 적절한 것은? [1.5점]



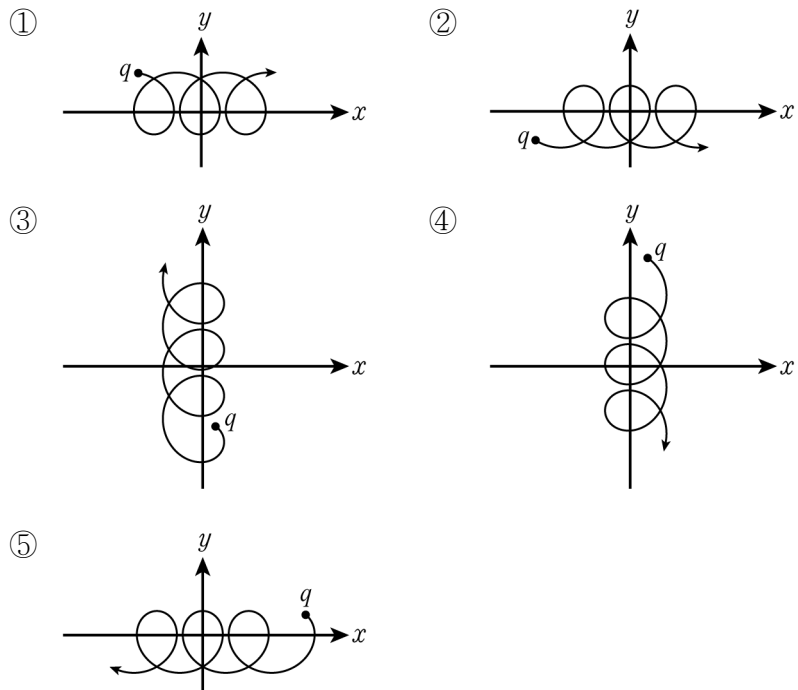
27. 게르마늄(Ge)에 인(P) 원자를 게르마늄 원자 수의 $\frac{1}{10^9}$ 만큼 주입했다니 상온에서 게르마늄의 전기 전도도가 약 1000배 증가했다. 이 현상과 관련된 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 주입된 인 원자의 가전자가 상온에서 여기되어 게르마늄의 전도대(conduction band)로 들어갔다.
 ㄴ. 인 주입 때문에 게르마늄의 가전자대(valence band)와 전도대 사이의 에너지 간격이 상온의 열에너지와 같아질 정도로 좁아졌다.
 ㄷ. 온도가 올라가면 인이 주입된 게르마늄에서 정공(hole)의 수가 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

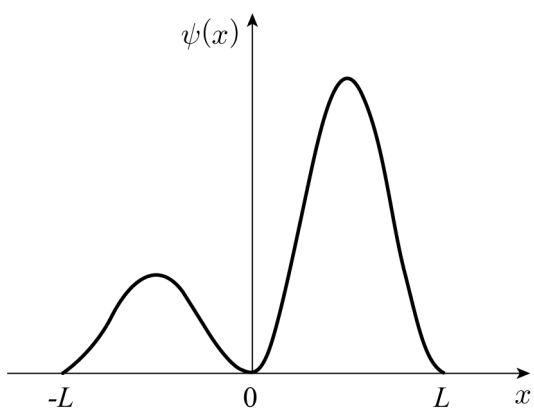
28. 전기장 $\vec{E} = E_0 \hat{x}$ 와 자기장 $\vec{B} = B_0 \hat{z}$ 가 동시에 있는 영역에 양전하 q 를 띠는 입자가 시간 $t=0$ 일 때 속도 $\vec{v}(0) = v_0 \hat{x}$ 로 입사되어 힘 $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$ 를 받아 xy 평면상에서 운동한다. 이 입자의 운동은 $\vec{E} + \vec{v}_d \times \vec{B} = 0$ 을 만족하는 \vec{v}_d 로 기술되는 등속 직선운동과 \vec{v}_\perp 으로 기술되는 원운동의 결합($\vec{v} = \vec{v}_d + \vec{v}_\perp$)으로 표현할 수 있다. 이 입자의 운동 궤적을 개략적으로 나타낸 그림 중에서 가장 적절한 것은? (단, E_0, B_0, v_0 은 양의 상수이며, $v_0 > \frac{E_0}{B_0}$ 이다.)



29. 그림은 어느 입자의 규격화된 파동함수

$$\psi(x) = \begin{cases} \phi(x) & , -L < x \leq 0 \\ 3\phi(x-L) & , 0 < x < L \\ 0 & , |x| \geq L \end{cases}$$

을 나타낸 것이다. $\phi(x)$ 는 $x = -\frac{L}{2}$ 에 대해 좌우 대칭인 실수함수이며 $\int_{-L}^0 x|\phi(x)|^2 dx = -\frac{L}{2} \int_{-L}^0 |\phi(x)|^2 dx$ 이고, $\phi(-L) = \phi(0) = 0$ 이다.



이 입자의 위치 x 의 기댓값은?

- ① $0.2L$ ② $0.25L$ ③ $0.3L$
 ④ $0.4L$ ⑤ $0.45L$

30. 연산자 A 는 고유상태 $|a\rangle$ 와 $|-a\rangle$ 만을 가지며, 각각의 고유상태에 해당하는 고유값은 a 와 $-a$ 이고, $a \neq 0$ 이다. 연산자 B 를 두 고유상태에 작용하면, 그 결과는 $B|a\rangle = |-a\rangle$ 와 $B|-a\rangle = |a\rangle$ 이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

ㄱ. $|a\rangle + |-a\rangle$ 는 B 의 고유상태이다.
 ㄴ. $AB = BA$ 이다.
 ㄷ. A 와 B 는 공통고유상태를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

31. 어느 입자의 해밀토니안 H 의 고유값은 E_1 과 E_2 이며 ($E_1 \neq E_2$), 각각의 고유값에 해당하는 규격화된 고유함수는 $\psi_1(x)$ 과 $\psi_2(x)$ 이다. 시간 $t=0$ 일 때 입자의 파동함수가 $\frac{1}{\sqrt{2}}[\psi_1(x) + \psi_2(x)]$ 이다. 시간에 따라 변하지 않는 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, $\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial t} = 0$ 이다.)

<보 기>

ㄱ. 에너지가 E_1 로 측정될 확률
 ㄴ. H 의 기댓값
 ㄷ. $[H, A] = 0$ 인 연산자 A 의 기댓값

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

32. 전자의 궤도 각운동량 연산자는 $\vec{L} = (L_x, L_y, L_z)$ 이다. $L^2 = L_x^2 + L_y^2 + L_z^2$ 과 L_z 의 규격화된 공통고유상태는 $|l, m\rangle$ 이며, l 은 궤도 양자수, m 은 자기 양자수이다. 공통고유상태 $|1, 1\rangle$ 에 있는 전자의 L_x^2 의 기댓값은? (단, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h 는 플랑크 상수이다.)

- ① 0 ② $\frac{1}{3}\hbar^2$ ③ $\frac{1}{2}\hbar^2$
 ④ $\frac{2}{3}\hbar^2$ ⑤ \hbar^2

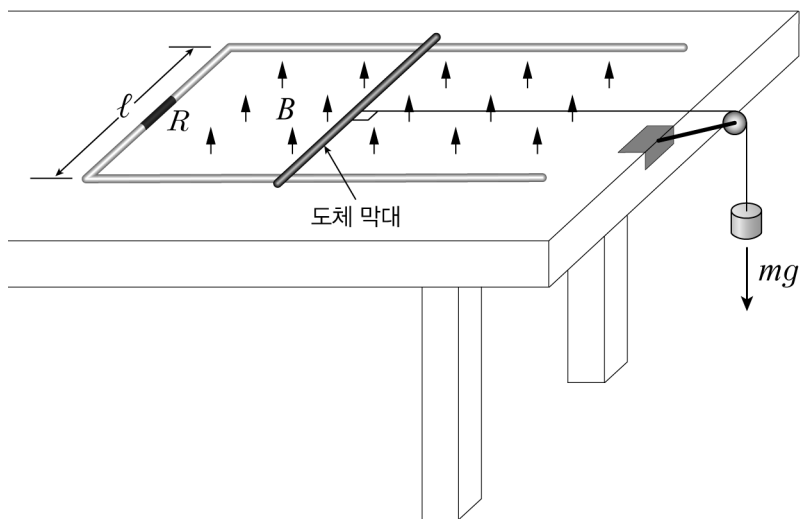
33. 스핀 각운동량 연산자 $S_x = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ 에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h 는 플랑크 상수이다.) [2.5점]

<보 기>

ㄱ. S_x 의 고유값은 $\pm \frac{\hbar}{2}$ 이다.
 ㄴ. S_x 의 고유상태는 $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ 과 $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$ 이다.
 ㄷ. 스핀 상태가 $\frac{1}{\sqrt{5}} \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$ 일 때, S_x 의 측정값이 $\frac{\hbar}{2}$ 일 확률은 $\frac{4}{9}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

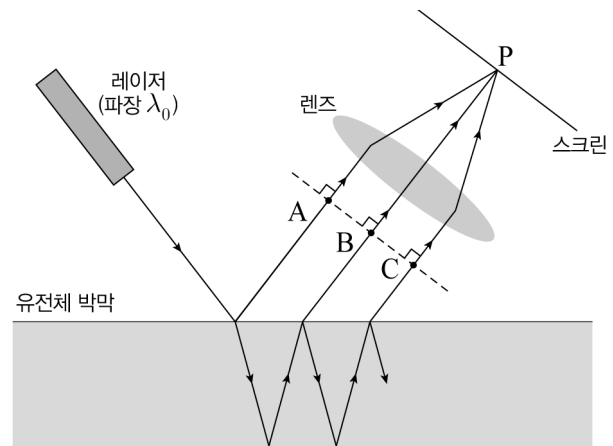
34. 그림과 같이 저항 R 이 연결되어 있고 폭이 ℓ 인 \square 자 모양의 도선이 균일한 자기장 속에서 수평면상에 고정되어 있다. 자기장의 크기는 B 이고 방향은 연직상방이다. 이 도선 위에는 도선과 직사각형 모양의 폐회로를 이루며 수평 방향으로 움직일 수 있는 도체 막대가 놓여 있다. 이 막대는 수평 방향의 실과 도르래를 거쳐 질량 m 인 추와 연결되어 있다. 이 막대는 운동을 시작하여 충분한 시간이 지난 후 속력이 종단속력에 접근한다.



이 막대의 종단속력은? (단, g 는 중력가속도이고, 실은 늘어나지 않으며, 실과 도르래의 질량, 추의 크기, 공기저항 및 모든 마찰은 무시한다.)

- ① $\frac{mgR}{2B^2\ell^2}$ ② $\frac{mgR}{B^2\ell^2}$ ③ $\frac{2mgR}{B^2\ell^2}$
 ④ $\frac{4mgR}{B^2\ell^2}$ ⑤ $\frac{6mgR}{B^2\ell^2}$

35. 그림과 같이 파장 λ_0 인 s -편광된 레이저광을 공기에서 유전체 박막으로 브루스터각보다 작은 입사각으로 입사시켰다. 이 유전체 박막에서 다중 반사된 레이저광을 렌즈로 스크린 위의 P점에 모았다. 유전체 박막은 균일하고, 두께는 일정하다.



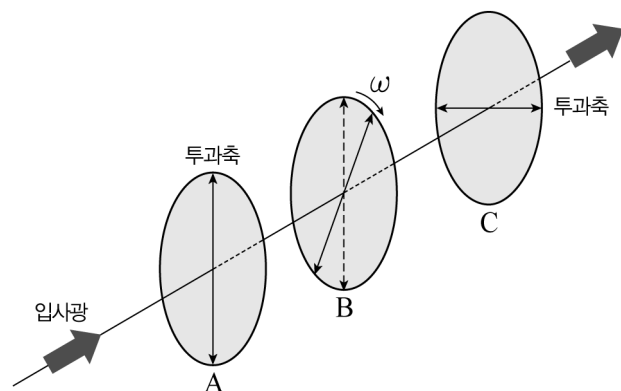
P점에서 밝기가 최대가 되는 가장 얇은 유전체 박막의 경우, 반사광의 경로상의 점 A, B, C를 지나는 빛에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. A와 B에서의 광경로차는 $\frac{\lambda_0}{4}$ 이다.
 ㄴ. A와 B를 지나는 광선은 P점에서 보강간섭을 한다.
 ㄷ. A와 C를 지나는 광선은 P점에서 보강간섭을 한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

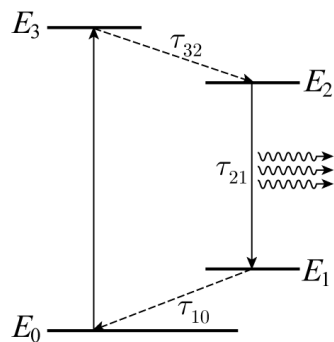
36. 그림과 같이 선형편광판 A, B, C를 평행하게 설치하고, A에 수직으로 빛을 입사시켰다. A와 C의 투과축(편광축)은 서로 직교하고, B는 크기 ω 인 일정한 각속도로 회전한다. 시간 $t=0$ 에서 A와 B의 투과축은 일치한다.



A를 투과한 직후의 빛의 세기를 I_A , C를 투과한 직후의 빛의 세기를 I_C 라 할 때, $\frac{I_C}{I_A}$ 는? [1.5점]

- ① $\frac{1}{4} \sin^2(2\omega t)$ ② $\frac{1}{2} \sin^2(2\omega t)$ ③ $\sin^2(2\omega t)$
 ④ $\frac{1}{4} \sin^2(\omega t)$ ⑤ $\frac{1}{2} \sin^2(\omega t)$

37. 그림은 4준위계 고체 레이저에서 증폭매질의 원자 에너지 준위 E_0, E_1, E_2, E_3 을 나타낸 것이다. 레이저광은 원자 상태가 E_2 준위에서 E_1 준위로 바뀔 때만 나온다. 원자 상태가 높은 에너지 준위 E_i 에서 낮은 에너지 준위 E_j 로 바뀔 때, 수명 τ_{ij} 는 E_i 준위의 원자 수가 초기 원자 수의 e^{-1} 배가 되는 데 걸리는 시간이다. ($i, j=0, 1, 2, 3$)



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, h 는 플랑크 상수이고, 레이저광은 연속적으로 나온다.)

<보 기>

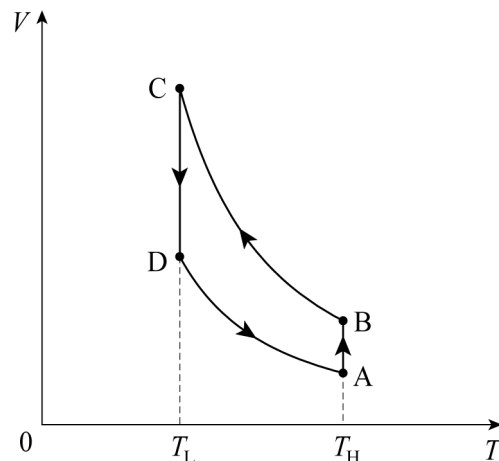
ㄱ. τ_{32} 는 τ_{21} 보다 작다.
 ㄴ. E_2 준위의 원자 수가 E_1 준위의 원자 수보다 작다.
 ㄷ. 레이저광의 진동수는 $\frac{E_2 - E_1}{h}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

38. 3차원에서 운동하는 질량 m 인 입자들로 구성된 단원자 분자 이상기체가 절대온도 T 인 열원과 평형상태에 있다. 이 기체 입자들은 맥스웰 속도 분포를 따르며, 최빈속력(the most probable speed)은 $v_M = \sqrt{2k_B T/m}$ 이다. 이 기체 입자 속도의 x 방향 성분을 v_x 라 할 때, $(v_x - v_M)^2$ 의 평균값은? (단, k_B 는 볼츠만 상수이다.)

- ① $\frac{3k_B T}{2m}$ ② $\frac{2k_B T}{m}$ ③ $\frac{5k_B T}{2m}$
 ④ $\frac{3k_B T}{m}$ ⑤ $\frac{7k_B T}{2m}$

39. 그림은 이상적인 열기관에 사용된 단원자 분자 이상기체의 상태가 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 의 경로를 따라 변할 때, 기체의 부피 V 와 절대온도 T 의 관계를 나타낸 것이다. $A \rightarrow B$ 와 $C \rightarrow D$ 는 등온과정이고, $B \rightarrow C$ 와 $D \rightarrow A$ 는 단열과정이며, T_H 와 T_L 는 각각 고온 열원과 저온 열원의 절대온도이다.



이 열기관에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? [2.5점]

<보 기>

ㄱ. $A \rightarrow B$ 에서 증가한 기체의 엔트로피는 $C \rightarrow D$ 에서 감소한 기체의 엔트로피와 같다.
 ㄴ. 열기관의 효율은 $1 - \frac{T_L}{T_H}$ 이다.
 ㄷ. 이상기체가 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 에서 한 일은 $C \rightarrow D \rightarrow A$ 에서 외부로부터 받은 일과 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

40. 에너지가 E 인 광자의 상태밀도(density of states)는 $D(E) = \frac{8\pi V}{h^3 c^3} E^2$ 이다. V 는 광자가 차지한 공간(cavity)의 부피이다. 절대온도가 T 일 때 단위 부피 안의 광자의 수는? (단, h 는 플랑크 상수, c 는 빛의 속도, k_B 는 볼츠만 상수이고, $\int_0^\infty \frac{x^2}{e^x - 1} dx = 2.4$ 이다.)

- ① $4.8\pi \left(\frac{k_B T}{hc}\right)^3$ ② $9.6\pi \left(\frac{k_B T}{hc}\right)^3$ ③ $14.4\pi \left(\frac{k_B T}{hc}\right)^3$
 ④ $19.2\pi \left(\frac{k_B T}{hc}\right)^3$ ⑤ $24\pi \left(\frac{k_B T}{hc}\right)^3$

- 수 고 하 셴 습 니 다 -