

2009학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

물리

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

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

1. 우리나라 과학교육에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? [1.5점]

- ① 제2차 과학과 교육과정은 생활중심과 경험중심 학습을 강조하였다.
- ② 학문중심 교육사상의 영향을 받은 제3차 과학과 교육과정은 학생들의 의사결정력과 창의력 함양에 초점을 두었다.
- ③ STS 과학교육은 과학적 소양의 함양과 과학기술의 사회적 책임을 강조한다.
- ④ 1990년대의 과학교육은 인간중심 교육사상과 구성주의의 영향을 받았다.
- ⑤ 제7차 과학과 교육과정에서 3학년부터 5학년은 기본과정, 6학년 부터 10학년은 기본과정과 심화·보충과정으로 구성된다.

2. 다음은 제7차 과학과 교육과정의 7학년 ‘힘’ 단원에 대해 K교사가 세운 지도계획의 일부이다.

- (가) 지구에서 물체의 무게는 물체에 작용하는 중력의 크기이며 질량과는 다른 개념이라는 것을 지도한다.
- (나) 한 물체에 나란하지 않은 두 개의 힘이 작용할 때, 합력은 두 힘이 만드는 평행사변형의 대각선으로 구할 수 있음을 이해하도록 한다.
- (다) 물체의 한 점에 두 힘이 작용할 때, 힘의 크기가 같고 방향이 반대이면 합력이 0이므로 힘의 평형이 이루어짐을 실험을 통해서 확인시킨다.

제7차 과학과 교육과정 및 교육과정 해설서에 근거할 때, 이 지도 계획과 관련된 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. (가) - ‘중력의 방향이 지구의 중심으로 향한다’고 지도한다.
- ㄴ. (나) - 3개 이상의 힘이 작용할 때의 합력은 심화 과정에서 지도한다.
- ㄷ. (다) - 힘의 평형과 작용 반작용을 구분할 수 있도록 지도한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

3. 금속과 비금속 물질을 구분할 수 있는 학생들이 어떤 물질이 자석에 붙는가에 대해서 처음으로 학습한다. 이 학생들에게 철, 니켈, 플라스틱, 유리를 주고 자석에 붙여 보도록 했더니 철과 니켈만 자석에 붙는 것을 관찰하였다. 그 후에 학생들은 추리하기(inferring)와 추리에 바탕을 둔 예상하기(predicting) 활동을 하였는데 5명의 학생이 다음과 같이 수행하였다.

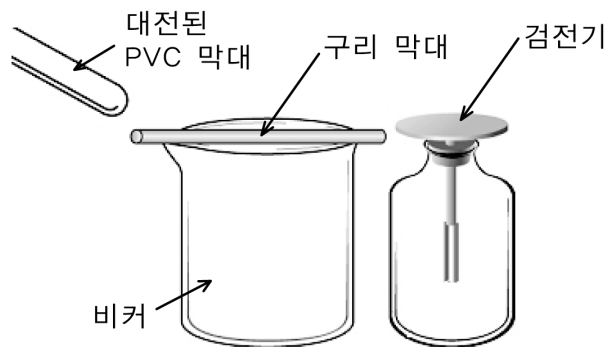
학생	추리	예상
A	금속 물질들은 모두 자석에 붙는다.	코발트는 자석에 붙을 것이다.
B	철과 니켈을 제외한 모든 물질은 자석에 붙지 않는다.	종이는 자석에 붙지 않을 것이다.
C	비금속 물질들은 모두 자석에 붙지 않는다.	코발트는 자석에 붙을 것이다.
D	비금속 물질들은 모두 자석에 붙지 않는다.	종이는 자석에 붙지 않을 것이다.
E	철과 니켈은 자석에 붙고, 플라스틱과 유리는 자석에 붙지 않는다.	나무는 자석에 붙지 않을 것이다.

이 학생들의 탐구 수행을 평가할 때, ‘관찰 결과를 바탕으로 한 추리 활동’과 ‘자신의 추리를 검증하기 위한 예상 활동’을 모두 옳게 한 학생을 모두 고른 것은? (단, 추리나 예상 내용의 진위 여부는 고려하지 않는다.)

- ① A, B ② B, D ③ A, B, D
④ A, C, E ⑤ C, D, E

4. 다음은 ‘로스(Lawson)의 순환학습(Learning Cycle) 모형’에 따라 수업을 설계한 것이다.

(1) 그림과 같이 대전된 PVC 막대를 구리 막대에 가까이 가져가면서 점전기의 금속박이 어떻게 되는지 관찰한다.



- (2) 구리 막대 대신, 철 막대와 알루미늄 막대를 차례로 올려 놓고 같은 실험을 한다.
 (3) 실험 결과를 정리하고 규칙성을 생각해 본다.
 (4) 이 현상을 설명할 수 있는 적절한 개념과 용어를 소개한다.
 (5) 청동 막대, 황동 막대 등에 대해서도 같은 결과가 나타나는지 실험한다.

이 수업에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 과정 (1), (2), (3)은 ‘탐색’ 단계이다.
 ② 과정 (3)은 학생 중심으로 이루어진다.
 ③ 과정 (4)는 ‘개념 재구성’ 단계이다.
 ④ 과정 (4)에서 소개될 적절한 개념은 ‘정전기 유도’이다.
 ⑤ 과정 (5)는 ‘개념 적용’ 단계이다.

5. 다음은 과학자의 강연을 듣고 난 이후의 대화 내용이다.

학생 A, 학생 B: 누나, 이번 강연은 너무 어려웠어요.
 누 나: 어느 부분을 이해하지 못하겠니?
 학생 A: 허블 망원경에서 상이 만들어지는 과정이 이해가 안 돼요.
 누 나: 그러면 간이 망원경의 원리는 알겠니?
 학생 A, 학생 B: 그것도 모르겠어요.
 누 나: 그러면 간이 망원경에 대해서 조금 더 이야기해 볼까?

- 누나의 설명 -

학생 A: 이제 간이 망원경의 원리는 알겠네요.
 학생 B: 나는 아직도 잘 모르겠어요.

이 대화를 비고츠키(Vygotsky)의 사회 문화적 이론으로 설명할 경우 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 누나의 설명은 학생 A의 ‘근접발달영역(zone of proximal development)’ 안에서 이루어졌다.
 ㄴ. 과학 교수·학습에서 학생들의 현재 개념 수준보다 높으면서도 교사나 다른 학생의 도움으로 해결할 수 있는 수준으로 개념을 제시하는 것이 좋다.
 ㄷ. 학생 A가 누나와의 대화를 통해 이해한 것과 같이, 학습자는 언어를 통한 사고와 반성으로 지식을 구성한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

6. 다음은 과학 지식의 형성에 대한 하나의 관점을 제시한 것이다.

과학에서의 지적 진보는 관찰과 이론이 일치하지 않을 때 발생할 수 있다. 이때 형성된 새로운 지식은 (가) 기존 이론 체계를 완전히 대체하거나 (나) 보완하는 이론으로 받아들여진다.

과학의 역사를 보면 여기에는 두 가지 과정이 존재한다. 즉 (다) 기존 이론으로 설명될 수 없는 현상이 먼저 관찰되고 나중에 이를 설명하는 새로운 이론이 출현하는 경우와 새로운 이론이 먼저 나타나 기존 이론으로는 불가능한 예측이 이루어진 다음, 관찰에 의해 이를 입증하는 경우가 그것이다.

이 내용을 학생의 과학학습 지도에 활용한다면, ‘관찰과 이론의 불일치’는 ‘인지갈등’ 상황으로, ‘기존 이론’은 ‘학생의 개념’으로, ‘대체하거나 보완하는 이론’은 ‘바람직한 과학 개념’으로 관련지어 생각해 볼 수 있다. <보기>에서 옳은 것을 모두 고른 것은? [2.5점]

<보 기>

- ㄱ. 학생의 인지갈등 상황이 (가)의 형태로 해결되는 과정은 정상과학 안에서 이루어지는 ‘수수께끼 풀이(puzzle solving)’에 해당한다.
 ㄴ. 인지갈등 상황에 있는 학생의 개념이 (나)의 형태로 해결되는 것은 ‘포퍼(Popper)의 반증 논리’가 적용된 경우이다.
 ㄷ. 수업에서 학생의 개념을 (다)의 방식으로 변화시킬 때에는 ‘쿤(Kuhn)의 변칙사례(anomaly)’와 같이 학생의 개념으로 설명되지 않는 관찰 사례들을 도입하는 전략이 필요하다.

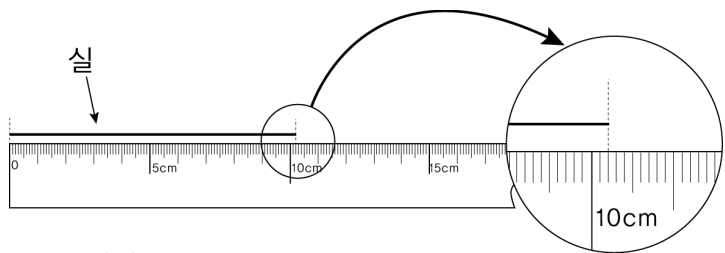
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

7. 다음은 '진자의 길이와 주기 사이의 관계'를 알아보는 실험 보고서의 일부이다.

[실험 과정]

※ 추의 크기는 무시하고, 실의 길이를 진자의 길이로 가정한다.

(1) 그림과 같은 방법으로 실의 길이를 측정하고 유효숫자를 고려하여 기록하였다.



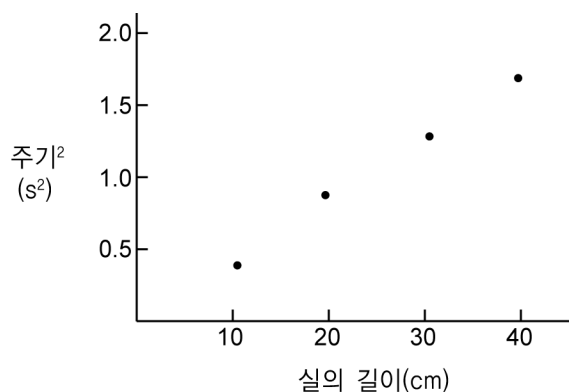
• 측정값: 10.2 cm

(2) 세 학생이 진자가 30번 왕복 운동한 시간을 각각 다른 시계를 이용하여 측정하고 그 값을 기록하였다.

	학생 A	학생 B	학생 C	평균
시간(s)	18	18.1	18.17	㉠

(3) 실의 길이를 변화시키면서 주기를 측정하고 표로 정리하였다. (<표> 생략)

(4) 실의 길이와 주기의 제곱과의 관계를 그래프로 나타내었다.



(5) 그래프를 이용하여 진자의 길이와 진자의 주기와 관계 구하였다. (이하 생략)

이 실험 보고서에 대한 분석으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

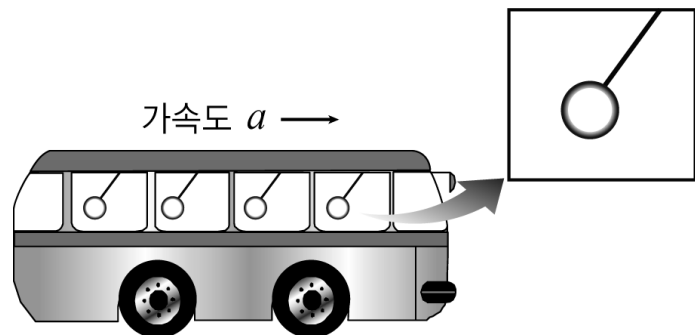
<보 기>

- ㄱ. 과정 (1)에서 실의 길이의 측정값을 유효숫자를 고려하여 바르게 기록하였다.
- ㄴ. 과정 (2)의 ㉠에 들어갈 평균값은 유효숫자를 고려하면 18이다.
- ㄷ. 실의 길이와 주기의 제곱과의 관계를 그래프로 나타내는 활동의 주된 탐구과정은 '자료 변환'이다.
- ㄹ. 외삽(extrapolation)을 이용하면, 실의 길이가 50 cm일 때의 주기를 알 수 있다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ
- ④ ㄱ, ㄴ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

8. 다음은 '힘과 운동'에 대한 학생의 생각을 평가하기 위한 서술형 문항이다.

그림은 버스가 지면에 대해 가속도 a 로 등가속도 직선 운동을 하고 있을 때 질량이 m 인 버스 손잡이가 기울어져 있는 모습이다. 지면에 대해 정지한 사람의 관점에서 손잡이에 작용하는 힘을 모두 그리고, 합력의 크기와 방향을 쓰시오. (단, 손잡이 끈의 질량은 무시한다.)



합력의 크기	
합력의 방향	

이 문항에 대하여 5명의 학생이 다음과 같이 답하였다. 과학 교사가 이를 평가할 때, 옳게 답한 것으로 평가해야 할 학생은?

[2.5점]

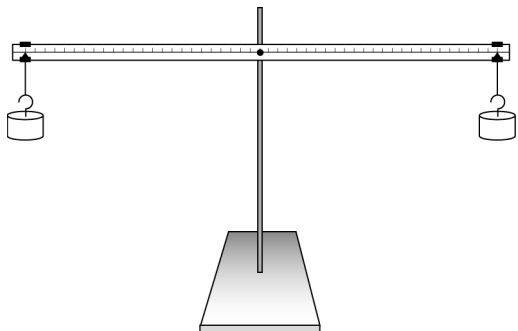
학생	작용하는 힘	합력의 크기	합력의 방향
A		mg	중력 방향
B		ma	버스의 가속도와 같은 방향
C		ma	버스의 가속도와 반대 방향
D		0	합력이 0이므로 방향이 없다
E		$mg + ma$	버스의 가속도와 반대 방향

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

9. 다음은 ‘돌림힘(토크, torque)의 평형’에 대한 실험 과정이다.

[과정 1]

같은 질량의 추를 수평 막대 양쪽에 걸어 평형을 이루도록 한다. 평형을 이루었을 때, 막대의 중심으로부터 추까지의 길이를 재고, 추의 질량과 함께 기록한다.



[과정 2]

수평 막대 양쪽에 있는 추의 질량과 위치를 변화시키면서
평형이 되었을 때, 막대의 중심으로부터 추까지의 거리와 추의
질량을 기록한다.

[과정 3]

기록된 데이터로부터 ‘(막대의 중심에서 추까지의 길이)×(추의 무게)’를 구한 다음, 수평 막대 양쪽의 값을 비교한다.

이 실험을 인식론적 V도로 나타내는 과정으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

-<보기>-

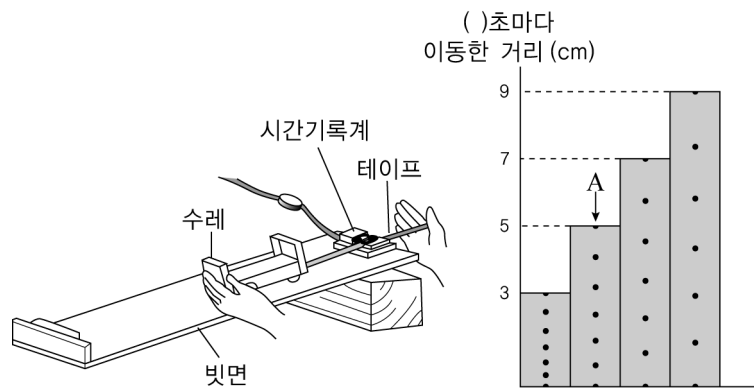
- ㄱ. ‘초점 질문(focus question)’은 ‘수평 막대에 작용하는 돌림힘의 평형 조건은 무엇일까?’이다.
- ㄴ. 개념적(이론적) 측면의 ‘원리(principle)’는 ‘힘, 돌림힘, 길이, 무게’이다.
- ㄷ. 방법론적 측면의 ‘지식 주장(knowledge claim)’에는 ‘평형이 되었을 때, 막대의 중심에서 추까지의 길이와 추의 무게를 곱한 양은 수평 막대 양쪽의 경우 거의 같다’라는 내용이 포함될 수 있다.

- ① $\neg$ ② $\perp$ ③ $\neg, \perp$
④ $\perp, \perp$ ⑤ $\neg, \perp, \perp$

10. 다음은 ‘수레의 운동’에 대한 평가 문항이다.

[실험 과정]

1. 1 초에 60 타점을 찍는 시간기록계를 장치하고 수레에 종이 테이프를 연결한다.
2. 시간기록계를 켜고 빗면 위에서 수레를 굴린다.
3. 종이테이프를 6 타점 간격으로 구간을 잘라 순서대로 붙인다.



[실험 결과] (

- (1) 세로축의 값은 ()초마다 이동한 거리를 의미한다. ()에 들어갈 값을 쓰시오.
- (2) A 구간의 평균 속력은 몇 cm/s인지 쓰시오.
- (3) [실험 결과]에 적합한 내용을 쓰시오.

이 문항에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

-<보 기>

- ㄱ. (3)에 대해서 ‘빗면을 내려오는 동안 수레의 속력은 일정하게 증가한다’로 답하면 정답으로 평가한다.
- ㄴ. 이 실험의 내용은 제7차 과학과 교육과정의 8학년 ‘여러 가지 운동’에서 학습한다.
- ㄷ. 클로퍼(Klopper)의 과학교육목표 분류 중 ‘자료의 해석과 일반화’에 중점을 둔 평가 문항이다.
- ㄹ. ‘힘과 운동의 법칙에 대한 실험을 통하여 힘과 가속도가 비례함을 안다’를 평가하는 것이다.

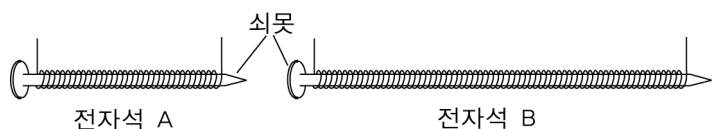
- ① $\neg, \perp$ ② $\perp, \supset$ ③ $\supset, \supset$
④ $\neg, \perp, \supset$ ⑤ $\neg, \supset, \supset$

11. 다음은 어느 학생이 문제를 해결하는 방법을 기록한 보고서의 일부이다.

(가) 전자석의 세기는 에나멜선의 감은 수에 비례하는가?

○ 문제 해결 방법

그림과 같이 쇠못 전체에 에나멜선을 균일하게 감은 전자석 A와 B를 만들어 같은 전류가 흐르게 하였을 때, 쇠클립이 얼마나 많이 달라붙는지 비교한다.

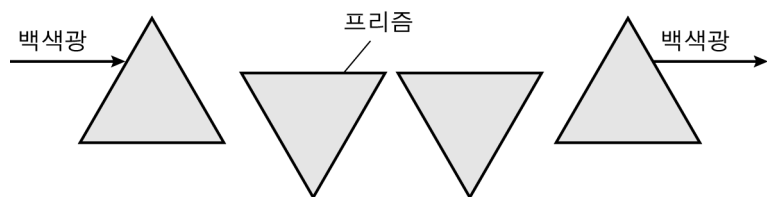


- 전자석 A(길이: 5cm, 감은 수: 100회)
- 전자석 B(길이: 10cm, 감은 수: 200회)

(나) 프리즘에 백색광을 입사시킬 때, 빛의 분산과 합성을 이용하여 다시 백색광이 나오게 하는 방법은?

○ 문제 해결 방법

동일한 프리즘 4개를 그림과 같이 배치하여 한쪽에 백색광을 입사시키면 빛의 분산과 합성을 거쳐 4번째 프리즘에서 백색광이 나오게 된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

- (가)에서 전자석 B에 붙는 쇠클립의 수는 전자석 A에 붙는 쇠클립의 수의 약 2배일 것이다.
- (가)에서 에나멜선이 감겨 있는 쇠못의 길이를 같게 하지 않았기 때문에 문제해결 방법이 적절하지 않다.
- (나)의 내용인 빛의 분산은 제7차 과학과 교육과정의 7학년에서 학습한다.
- (나)에서 첫 번째 프리즘에서 분산된 빛이 두 번째 프리즘에서 다시 합성되므로 프리즘 2개만 있어도 문제를 해결할 수 있다.

- ㉠ ㄱ, ㄴ ㉡ ㄱ, ㄷ ㉢ ㄴ, ㄷ
- ㉣ ㄱ, ㄷ, ㄹ ㉤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

12. 다음은 학생의 사전 개념이 실험을 통해 새로운 개념으로 변화된 두 가지 사례이다.

	사례 (가)	사례 (나)
사전 개념	속력은 힘에 비례한다. $v \propto F$	전류는 전압에 비례한다. $I = \frac{V}{R}$
실험	수레에 벽돌을 올려놓고 고 무줄로 힘 F 를 변화시키면서 수레의 속력 변화를 측정한다.	전원에 연결된 니크롬선을 알코올램프로 가열할 때 전압 V 를 변화시키면서 전류 I 를 측정한다.
새로운 개념	가속도는 힘에 비례한다. $a = \frac{F}{m}$	전류는 전압에 비례하고, 온도에 따른 저항값 $R(T)$ 에 따라 달라진다. $I = \frac{V}{R(T)}$

두 사례를 학생 개념 변화의 관점과 라카토스(Lakatos)의 과학 지식 변화의 관점에서 볼 때 각각 옳게 연결한 것은?

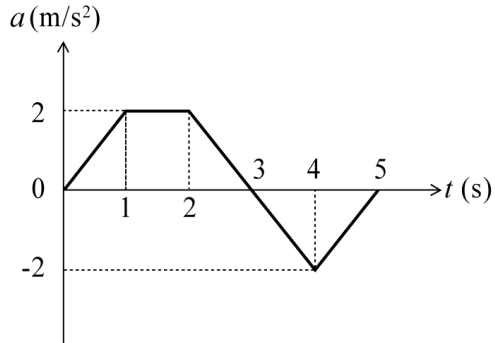
학생의 개념 변화	라카토스의 연구프로그램 이론
ㄱ. 학생 개념의 완전한 대체 ㄴ. 학생 개념의 부분적 수정	A. 연구 프로그램에서 핵의 변화 B. 긍정적 발견법에 의한 보호대의 변화 C. 부정적 발견법에 의한 보호대의 변화

사례 (가)

사례 (나)

- ㉠ ㄱ, A ㉡ ㄴ, B
- ㉢ ㄱ, B ㉣ ㄴ, C
- ㉤ ㄱ, C ㉥ ㄴ, A
- ㉦ ㄴ, B ㉧ ㄱ, A
- ㉨ ㄴ, C ㉩ ㄱ, C

13. 그림은 초기($t=0$)에 직선 위에서 오른쪽으로 운동하고 있던 물체의 시간 t 에 따른 가속도 a 를 나타낸다. 오른쪽을 양(+)의 방향으로 정한다.



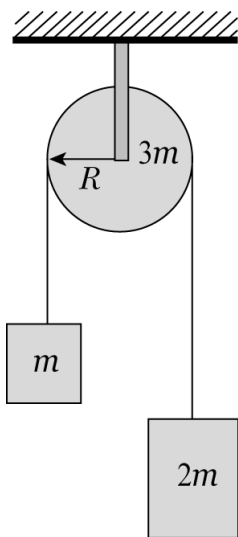
물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

- ㄱ. 이 그림만으로는 초기속력을 알 수 없다.
 ㄴ. 0~5s 사이에 물체의 운동 방향이 한 번 바뀐다.
 ㄷ. 2~3s 사이에 이동한 거리는 3~4s 사이에 이동한 거리와 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

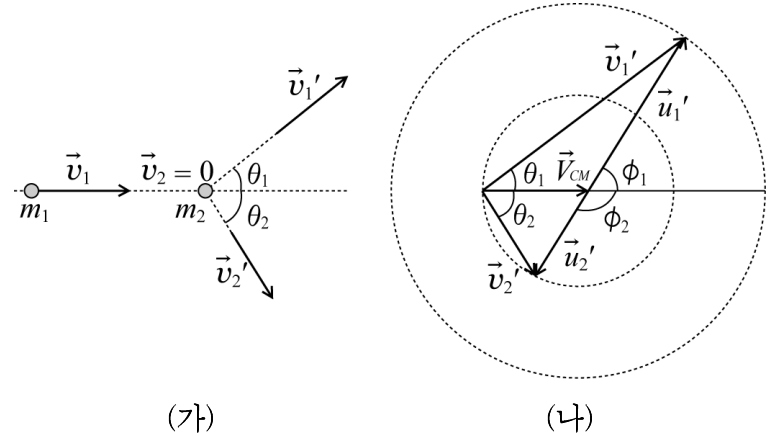
14. 그림은 반지름 R , 질량 $3m$ 인 균일한 원판형 도르래에 질량 m , $2m$ 인 두 물체가 늘어나지 않는 줄로 연결된 것을 나타낸다. 줄의 질량은 무시할 수 있고, 줄은 도르래에서 미끄러지지 않으며, 도르래와 회전축 사이의 마찰은 무시한다. 중력가속도는 g 이다.



도르래에 작용하는 알짜 토크의 크기는?

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

15. 그림 (가)는 실험실 좌표계에서 질량 m_1 인 물체가 속도 $\vec{v}_1$ 로 입사하여 정지해 있는 질량 m_2 인 물체에 탄성충돌하는 것을 나타낸다. 그림 (나)는 충돌 후 실험실 좌표계에서 두 물체의 속도 $\vec{v}_1'$, $\vec{v}_2'$ 와 질량중심 좌표계에서의 속도 $\vec{u}_1'$, $\vec{u}_2'$ 및 질량중심의 속도 $\vec{V}_{CM}$ 과의 관계를 나타낸다. 실험실 좌표계에서 질량 m_1 의 산란각은 θ_1 , 질량 m_2 의 산란각은 θ_2 이며, 질량중심 좌표계에서 산란각은 각각 ϕ_1 과 ϕ_2 이다.



그림을 참고하여 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보 기>

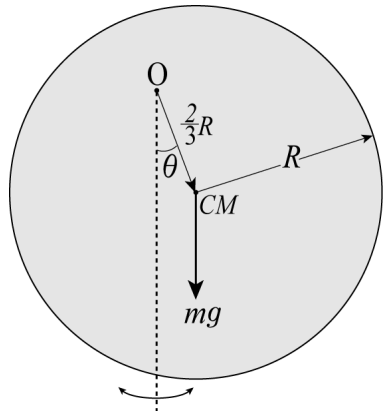
- ㄱ. 위 충돌에서 질량 m_1 이 m_2 보다 크다.
 ㄴ. 질량중심 좌표계에서 질량 m_1 의 운동량의 크기는 충돌 전후에 변하지 않는다.
 ㄷ. 만약 $m_1 = m_2$ 라면 $\theta_1 = \frac{\phi_1}{2}$ 이다.
 ㄹ. 위 충돌에서, 실험실 좌표계에서 총 운동에너지는 질량중심 좌표계에서 총 운동에너지와 같다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
 ④ ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

16. 중심력 $\vec{F}$ 가 작용하는 공간에서 중심력의 중심을 지나지 않는 경로 C 를 따라 물체가 운동할 때, 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 역학적 에너지는 보존된다.
 ② 항상 $\vec{\nabla} \times \vec{F} = 0$ 이 성립한다.
 ③ 항상 $\oint_C \vec{F} \cdot d\vec{l} = 0$ 이 성립한다.
 ④ 중심력의 중심에 대한 각운동량은 보존된다.
 ⑤ 항상 $\vec{F} = \vec{\nabla} \times \vec{A}$ 인 벡터 함수 $\vec{A}$ 가 존재한다.

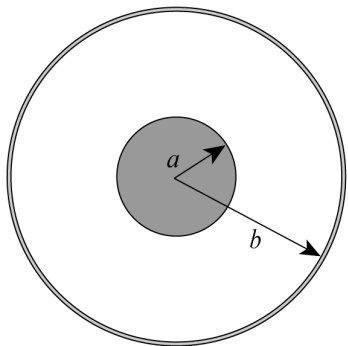
17. 그림은 질량 m , 반지름 R 인 균일한 원판이 중심(CM)에서 거리 $\frac{2}{3}R$ 만큼 떨어진 점 O 를 축으로 하여 작은 각도로 진동하는 것을 나타낸다. 중력가속도는 g 이다.



원판의 각진동수는?

- ① $\sqrt{\frac{10g}{27R}}$ ② $\sqrt{\frac{6g}{11R}}$ ③ $\sqrt{\frac{2g}{3R}}$
 ④ $\sqrt{\frac{12g}{17R}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{g}{R}}$

18. 그림은 반지름 a 인 금속구가 반지름 b 인 금속 구껍질로 둘러싸여 있는 동심 구형 축전기이다.



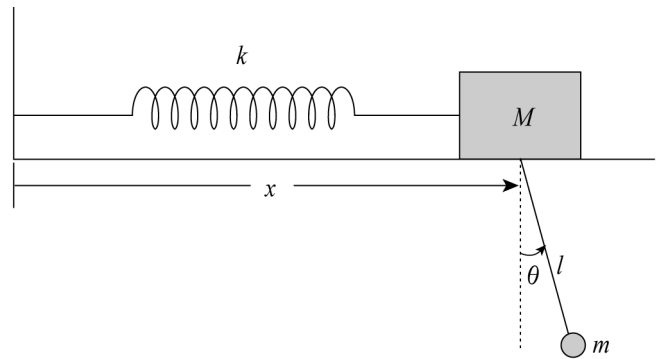
이 축전기에 관한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 축전기에 충전된 전하량을 일정하게 유지하면서 b 를 증가시키면 축전기에 저장되는 전기에너지는 증가한다.
 ㄴ. 축전기의 전위차를 일정하게 유지하면서 a 를 감소시키면 축전기에 저장되는 전기에너지는 증가한다.
 ㄷ. 축전기의 전위차를 일정하게 유지하면서 $a < r < b$ 인 공간을 선형 유전체로 채우면 축전기에 저장되는 전기에너지는 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

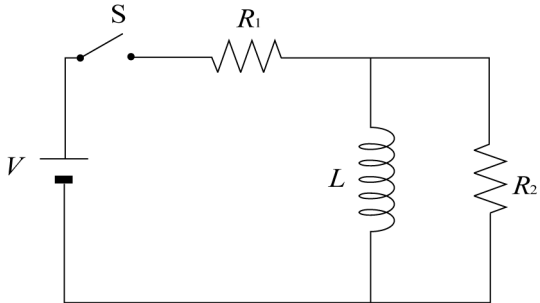
19. 그림은 용수철 상수 k 인 용수철에 질량 M 인 물체가 연결되어 마찰 없는 수평면에서 진동하고 있는 것을 나타낸다. 질량 m 인 진자는 질량 M 에 연결된 줄에 매달려 진동한다. x 는 벽으로부터 질량 M 의 변위, x_0 는 용수철이 늘어나지 않았을 때의 M 의 변위, l 은 줄의 길이, θ 는 연직선으로부터 질량 m 의 각변위를 나타낸다. 중력가속도는 g 이며, 줄은 팽팽한 상태를 유지한다.



두 물체가 같은 평면에서 운동할 때, 이 운동계에 대한 라그랑지안(Lagrangian) L 은? (단, $\dot{x}$ 과 $\dot{\theta}$ 는 각각 x 와 θ 의 시간 미분을 나타낸다.) [2.5점]

- ① $L = \frac{1}{2}(M+m)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + ml\cos\theta\dot{x}\dot{\theta} - \frac{1}{2}k(x-x_0)^2 + mgl\cos\theta$
 ② $L = \frac{1}{2}(M+m)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 - ml\cos\theta\dot{x}\dot{\theta} + \frac{1}{2}k(x-x_0)^2 + mgl\cos\theta$
 ③ $L = \frac{1}{2}(M+m)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + ml\cos\theta\dot{x}\dot{\theta} - \frac{1}{2}k(x-x_0)^2 - mgl\cos\theta$
 ④ $L = \frac{1}{2}(M+m)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 - ml\sin\theta\dot{x}\dot{\theta} + \frac{1}{2}k(x-x_0)^2 - mgl\cos\theta$
 ⑤ $L = \frac{1}{2}(M+m)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + ml\sin\theta\dot{x}\dot{\theta} - \frac{1}{2}k(x-x_0)^2 + mgl\cos\theta$

20. 그림은 크기 R_1 , R_2 인 두 저항, 인덕턴스 L 인 인덕터 및 스위치 S가 전압 V 인 전지에 연결된 회로를 나타낸다. 전지의 내부저항은 무시한다.



회로에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. S를 닫는 순간 인덕터에 걸리는 전압은 0이다.
 ㄴ. S를 닫는 순간 R_1 을 흐르는 전류는 $\frac{V}{R_1 + R_2}$ 이다.
 ㄷ. 시간이 충분히 지났을 때 인덕터에 걸리는 전압은 $\frac{R_2}{R_1 + R_2}V$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

21. 전기장과 자기장에 대한 맥스웰 방정식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\vec{\nabla} \cdot \vec{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \vec{\nabla} \cdot \vec{B} &= 0 \\ \vec{\nabla} \times \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \vec{\nabla} \times \vec{B} &= \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\end{aligned}$$

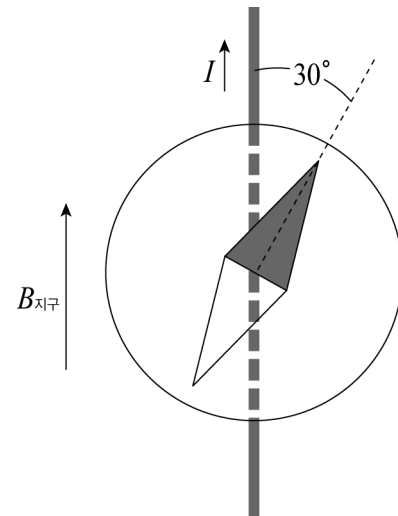
위 방정식으로 설명할 수 있는 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 전하밀도와 전류밀도 사이에 연속방정식이 성립한다.
 ㄴ. 축전기에 전하가 충전되는 동안 자기장이 발생한다.
 ㄷ. 정지한 점전하가 만드는 전기장의 세기는 거리의 제곱에 반비례한다.

- ① ㄴ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

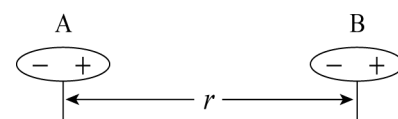
22. 그림은 직선 도선 위에 나침반을 올려놓은 것을 나타낸다. 나침반 바늘은 도선의 중심축으로부터 거리 r 만큼 떨어진 곳에 있으며, 도선의 방향과 지구 자기장 $B_{지구}$ 의 방향이 일치할 때 나침반 바늘이 도선과 30° 가 되었다.



도선에 흐르는 전류는? (단, μ_0 는 진공의 투자율이다.) [1.5점]

- ① $\frac{2\pi}{\mu_0}rB_{지구}$ ② $\frac{\sqrt{3}\pi}{\mu_0}rB_{지구}$ ③ $\frac{4\pi}{\sqrt{3}\mu_0 r}B_{지구}$
 ④ $\frac{2\pi}{\sqrt{3}\mu_0}rB_{지구}$ ⑤ $\frac{1}{2\pi\mu_0 r}B_{지구}$

23. 그림은 전기쌍극자 A와, A에 의해 선형 유전체에 유도된 전기쌍극자 B가 일직선 위에 놓여있는 것을 나타낸다. 두 쌍극자의 중심 사이의 거리 r 은 쌍극자를 이루는 두 전하 사이의 거리에 비해 매우 크다. 두 쌍극자는 잡아당기는 쪽으로 서로 같은 크기의 힘을 작용한다.

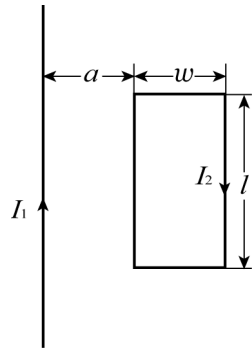


다음 내용을 이용하여 A, B 사이에 작용하는 힘 F 를 구할 때 옳은 관계는? [2.5점]

- 전기쌍극자가 거리 r 만큼 떨어진 점에 만드는 전기장의 세기는 r^3 에 반비례한다.
- 유도된 전기쌍극자 모멘트는 외부 전기장에 비례한다.
- 전기장 $\vec{E}$ 속에서 전기쌍극자 $\vec{p}$ 의 퍼텐셜 에너지는 $U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$ 이다.

- ① $F \propto \frac{1}{r^3}$ ② $F \propto \frac{1}{r^4}$ ③ $F \propto \frac{1}{r^5}$
 ④ $F \propto \frac{1}{r^6}$ ⑤ $F \propto \frac{1}{r^7}$

24. 그림은 가로와 세로의 길이가 각각 w , l 인 직사각형 회로가 무한 직선도선으로부터 수직거리 a 만큼 떨어져 같은 평면에 놓여있는 것을 나타낸다. 무한 직선도선에는 전류 I_1 이 흐르고 직사각형 회로에는 전류 I_2 가 흐른다.



상호인덕턴스(mutual inductance) M 은?

- ① $\frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{w}{a}\right)$ ② $\frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{a}{w}\right)$
 ③ $\frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{l}{w}\right)$ ④ $\frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{w}{l}\right)$
 ⑤ $\frac{\mu_0 w}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{a}{l}\right)$
25. 질량 m 인 입자가 다음과 같은 퍼텐셜 우물에 구속되어 2차원 공간에서 운동하고 있다.

$$V(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < 2a \\ \infty, & x \leq 0, x \geq 2a \end{cases}$$

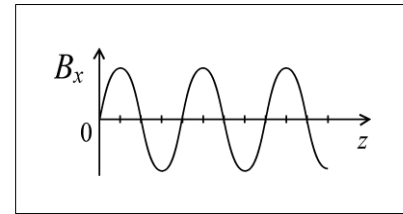
$$V(y) = \begin{cases} 0, & 0 < y < a \\ \infty, & y \leq 0, y \geq a \end{cases}$$

다음 중 같은 고유에너지를 가지는 다른 고유상태가 있는, 즉 축퇴되어 있는 고유함수는? [2.5점]

- ① $\frac{\sqrt{2}}{a} \sin \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{a}$ ② $\frac{\sqrt{2}}{a} \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{a}$
 ③ $\frac{\sqrt{2}}{a} \sin \frac{3\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{a}$ ④ $\frac{\sqrt{2}}{a} \sin \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{a}$
 ⑤ $\frac{\sqrt{2}}{a} \sin \frac{5\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{a}$
26. 질량 m 인 입자가 일차원 퍼텐셜 $V(x)$ 의 영향을 받으면서 운동하고 있다. 파동함수 $\psi(x) = Ae^{-Bx^2}$ 은 고유에너지 E_0 인 상태의 규격화된 고유함수이다. 여기서 A 와 B 는 0이 아닌 실수인 상수이고, $V(0) = 0$ 이다. 고유에너지 E_0 의 값은?

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

27. 평면 전자기파가 진공에서 전파하고 있다. 전자기파가 진행하는 방향을 z 축으로 잡고 자기장이 진동하는 방향을 x 축으로 잡는다. y 축은 오른손 규칙에 따라 정한다. 어느 순간 자기장이 다음과 같다면 전기장은?



- ① E_x vs z graph starting at a positive peak.
 ② E_x vs z graph starting at a negative peak.
 ③ E_y vs z graph starting at a positive peak.
 ④ E_y vs z graph starting at a negative peak.
 ⑤ E_y vs z graph starting at zero with a positive slope.

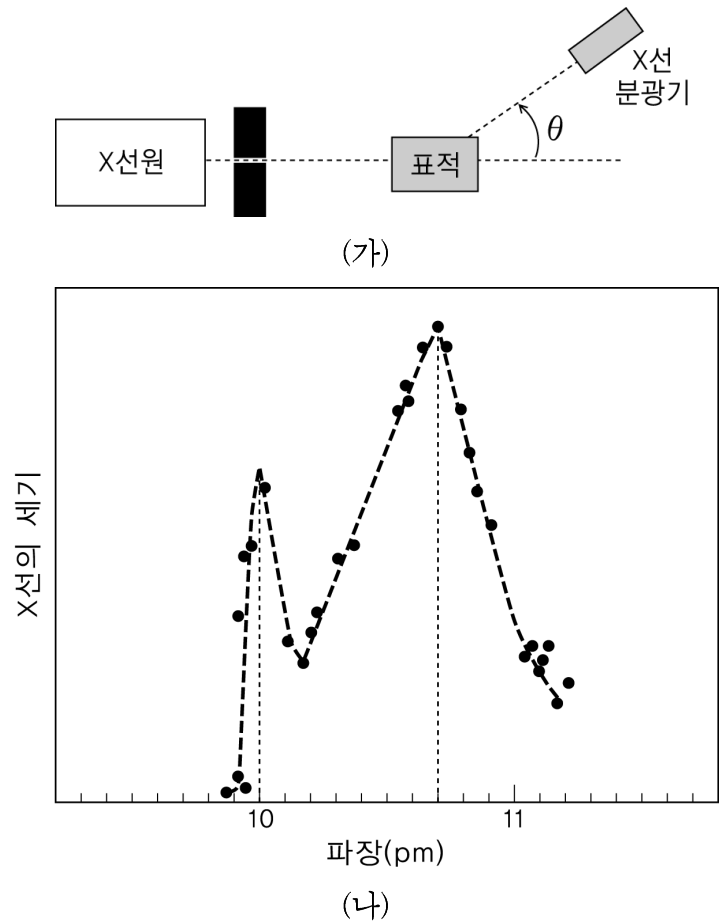
28. 어떤 계가 두 개의 고유상태만을 가진다. 고유상태는 $|1\rangle$ 과 $|2\rangle$ 이고, 각각에 해당하는 고유에너지는 ϵ_1 과 ϵ_2 이다. $t=0$ 일 때 계의 상태가 $\sqrt{\frac{1}{3}}|1\rangle + \sqrt{\frac{2}{3}}i|2\rangle$ 라면 임의의 시간 t 에서 상태는?

- ① $\sqrt{\frac{1}{3}}e^{-i\frac{\epsilon_1}{\hbar}t}|1\rangle + \sqrt{\frac{2}{3}}ie^{-i\frac{\epsilon_2}{\hbar}t}|2\rangle$
 ② $\sqrt{\frac{1}{3}}e^{-i\frac{\epsilon_1}{3\hbar}t}|1\rangle + \sqrt{\frac{2}{3}}ie^{-i\frac{2\epsilon_2}{3\hbar}t}|2\rangle$
 ③ $e^{-i\frac{\epsilon_1+2\epsilon_2}{3\hbar}t}\left[\sqrt{\frac{1}{3}}|1\rangle + \sqrt{\frac{2}{3}}i|2\rangle\right]$
 ④ $e^{-i\frac{\epsilon_1-2\epsilon_2}{3\hbar}t}\left[\sqrt{\frac{1}{3}}|1\rangle + \sqrt{\frac{2}{3}}i|2\rangle\right]$
 ⑤ $e^{-i\frac{\epsilon_1+\sqrt{2}\epsilon_2}{\sqrt{3}\hbar}t}\left[\sqrt{\frac{1}{3}}|1\rangle + \sqrt{\frac{2}{3}}i|2\rangle\right]$

29. 나트륨(Na, $Z=11$) 원자에서 전자를 10개 제거한 이온은 수소원자와 유사하다. Na^{10+} 이온의 바닥상태에 있는 전자를 제거하기 위해서 필요한 최소 에너지에 가장 가까운 값은?

- ① 13.6 eV ② 136 eV ③ 150 eV
 ④ 1.36 keV ⑤ 1.65 keV

30. 그림 (가)는 콤프턴 산란 실험 장치를 도식화한 것이며, 그림 (나)는 산란각 θ 에 장치한 X선 분광기로부터 얻은 측정값을 나타낸 그래프이다.



거의 정지해 있던 전자가 산란각 θ 로 X선을 산란시킬 때 전자가 얻는 운동에너지에 가장 가까운 값은?

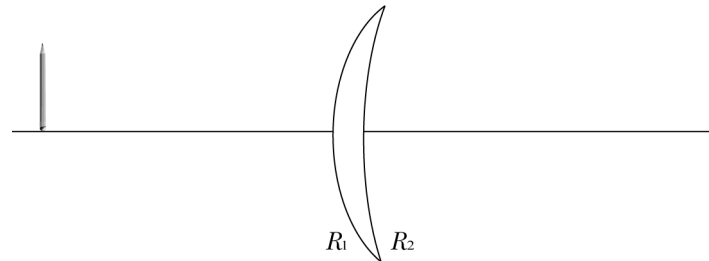
(단, $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$, $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$, $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$, $hc = 1240 \text{ keV} \cdot \text{pm}$ 이다.)

- ① 10 eV ② 100 eV ③ 1 keV
④ 10 keV ⑤ 100 keV

31. 회절과 관련된 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 회절은 진행파의 파면이 장애물에 의해서 일부 차단될 때 일어나는 파동현상이다.
② 분해능이 큰 망원경을 제작하기 위하여 지름이 큰 렌즈를 사용한다.
③ 스크린을 충분히 먼 곳으로부터 장애물 쪽으로 가까이 가져 가면 회절무늬의 크기는 변해도 모양은 변하지 않는다.
④ 다중슬릿(회절격자)의 슬릿 사이의 간격을 일정하게 유지하면서 빛이 통과하는 슬릿 수를 증가시키면 분해능이 커진다.
⑤ 입사 평면파의 파장이 500 nm일 때, 슬릿으로부터 충분히 먼 곳에 설치된 스크린에 나타난 회절 무늬는 단일 슬릿의 폭이 600 nm인 경우가 폭이 800 nm인 경우보다 중앙 밝은 영역이 더 넓다.

32. 그림은 곡률 반지름이 각각 $R_1 = 10 \text{ cm}$, $R_2 = 20 \text{ cm}$ 이고 굴절률 $n = 1.5$ 인 유리로 만든 렌즈 앞에 물체가 놓여있는 것을 나타낸다. 렌즈의 두께는 무시할 수 있을 만큼 얇다. 굴절률이 1인 공기 중에서 렌즈 제작자의 공식은 $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$ 이다.



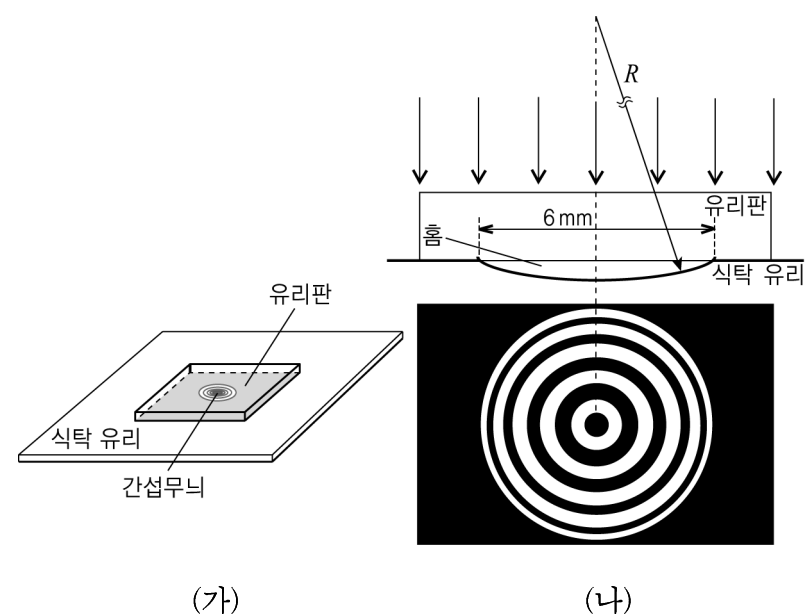
이 실험에 관한 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

- ㄱ. 이 실험에서 렌즈에 의한 상은 물체의 위치에 관계없이 모두 허상이다.
ㄴ. 물체를 렌즈 앞 20 cm 지점에 놓고 관찰할 때, 렌즈의 오른쪽 면이 물체를 향하도록 뒤집어도 상의 위치는 변하지 않는다.
ㄷ. 굴절률이 1.3인 물 속에서 물체를 렌즈 앞 20 cm 지점에 놓고 실험하면, 공기에서 실험할 때보다 상의 위치는 렌즈에 더 가까워진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

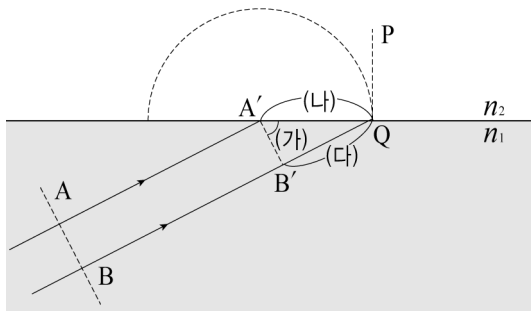
33. 그림 (가)는 작은 홈이 파인 식탁 유리에 유리판을 덮고 단색광을 비출 때 간섭무늬가 생긴 것을 나타낸다. 그림 (나)는 홈과 유리판에 단색광을 수직으로 비춘 측면도와 유리판에 생긴 간섭무늬를 나타낸다.



홈의 지름은 6 mm이고 단색광의 파장이 600 nm일 때, 홈의 곡률 반지름 R 에 가장 가까운 값은? (단, 홈 안의 굴절률은 1이다.)

- ① 1.5 m ② 3 m ③ 6 m ④ 9 m ⑤ 12 m

34. 그림은 굴절률이 다른 경계면에 평면파의 파면 AB가 임계각 θ_c 로 입사할 때 전반사가 일어나는 것을 호이겐스 원리를 이용하여 보여 주는 것이다. 파면 상의 점 A'와 점 B'는 새로운 점파원이 된다. 점 A'에서 발생한 구면파가 점 Q까지 가는 시간 Δt 동안 점 B'에서 파가 동일한 점 Q까지 가게 되면 굴절파의 파면 QP는 경계면에 직각이 되어 굴절각이 $\frac{\pi}{2}$ 가 된다. 전반사 조건은 $\sin(\text{가}) = \frac{(\text{다})}{(\text{나})}$ 로부터 구할 수 있다.



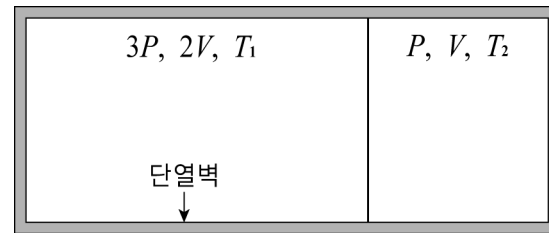
진공에서 빛의 속력을 c 라 할 때, (가)~(다)에 알맞은 것은?

	(가)	(나)	(다)
①	θ_c	$\frac{c}{n_2} \Delta t$	$\frac{c}{n_1} \Delta t$
②	$\frac{\pi}{2} - \theta_c$	$\frac{c}{n_2} \Delta t$	$\frac{c}{n_1} \Delta t$
③	θ_c	$\frac{c}{n_1} \Delta t$	$\frac{c}{n_2} \Delta t$
④	$\frac{\pi}{2} - \theta_c$	$\frac{c}{n_1} \Delta t$	$\frac{c}{n_2} \Delta t$
⑤	θ_c	$n_1 c \Delta t$	$n_2 c \Delta t$

35. 온도 T_1 인 계 A가 온도 T_2 인 열원(heat reservoir) B와 열 접촉하고 있으며, 이들은 외부로부터 고립되어 있다. 계 A는 열원 B로부터 열에너지를 흡수하여 압력은 일정하게 유지된 채로 온도가 T_2 로 상승하였다. 이 과정에서 열원 B의 엔트로피의 변화는? (단, R 은 기체상수, n 은 계 A의 몰 수이며, 계 A의 정압 몰비열 c_p 는 일정하다.)

① $nR \ln \frac{T_1}{T_2}$	② $nc_p \ln \frac{T_2}{T_1}$	③ $nc_p \ln \frac{T_1}{T_2}$
④ $nc_p \left(1 - \frac{T_1}{T_2}\right)$	⑤ $nc_p \left(\frac{T_1}{T_2} - 1\right)$	

36. 그림은 열적으로 고립된 실린더 속에서 같은 종류의 기체가 얇은 벽으로 나누어진 것을 나타낸다. 초기에 왼쪽 부분의 압력, 부피, 온도는 각각 $3P, 2V, T_1$ 이고, 오른쪽은 P, V, T_2 이다.



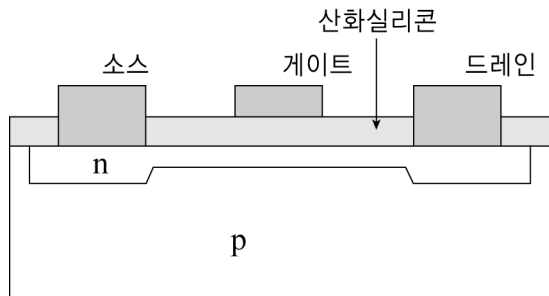
기체 분자는 단위자분자이고 이상기체처럼 행동한다고 할 때, 얇은 벽을 제거한 후 평형 상태에 도달하였을 때 온도와 압력은?

	온도	압력
①	$\frac{6T_1T_2}{T_1+5T_2}$	$\frac{5}{3}P$
②	$\frac{7T_1T_2}{T_1+6T_2}$	$\frac{7}{3}P$
③	$\frac{8T_1T_2}{T_1+7T_2}$	$\frac{5}{3}P$
④	$\frac{6T_1T_2}{5T_1+T_2}$	$\frac{7}{4}P$
⑤	$\frac{7T_1T_2}{6T_1+T_2}$	$\frac{9}{4}P$

37. 질량 m , 선운동량 p_x , 탄성계수 K 인 1차원 고전 단진자의 에너지는 $\frac{p_x^2}{2m} + \frac{1}{2}Kx^2$ 으로 주어진다. 그리고 질량 M , 선운동량 $\vec{P} = P_x \hat{i} + P_y \hat{j} + P_z \hat{k}$, 관성모멘트 I 인 3차원 고전 자유 이원자 분자의 운동에너지는 병진운동에너지와 회전운동에너지의 합 $\frac{1}{2M}(P_x^2 + P_y^2 + P_z^2) + \frac{1}{2I}\left(L_\theta^2 + \frac{L_\phi^2}{\sin^2\theta}\right)$ 으로 주어진다. 여기서 L_θ 와 L_ϕ 는 각각 각운동량의 θ 성분과 ϕ 성분이다. 상온의 절대온도 T 에서 이들 분자 한 개의 평균 운동에너지를 옳게 짝지은 것은? (단, k_B 는 볼츠만 상수이다.)

	1차원 고전 단진자	3차원 고전 이원자 분자
①	$\frac{1}{2}k_B T$	$\frac{3}{2}k_B T$
②	$\frac{1}{2}k_B T$	$\frac{5}{2}k_B T$
③	$k_B T$	$\frac{3}{2}k_B T$
④	$k_B T$	$\frac{5}{2}k_B T$
⑤	$\frac{3}{2}k_B T$	$\frac{7}{2}k_B T$

38. 그림은 p형 반도체 기판 위에 n형 반도체 및 소스, 게이트, 드레인 전극이 접합된 반도체 소자 MOSFET (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor)를 나타낸다.



이 소자에 관한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?
[1.5점]

<보 기>

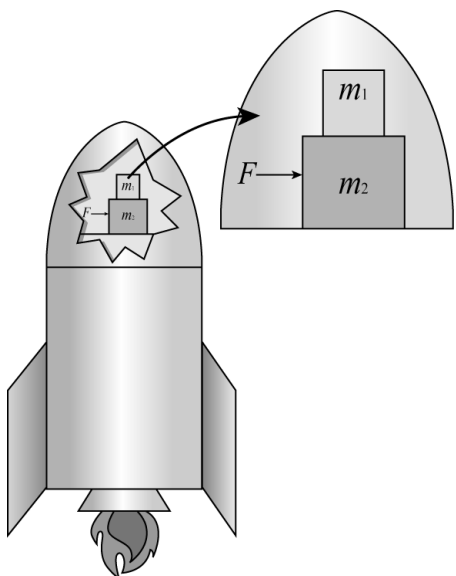
ㄱ. 전압 증폭기로 작용한다.

ㄴ. 집적회로 구성이 쉽다.

ㄷ. 낮은 전력 스위치로 이용된다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

39. 그림은 지표면으로부터 가속도 $3g$ 로 수직 상승 하고 있는 우주선 속에 정지 상태로 놓여 있는 두 물체를 나타낸다. 중력가속도 g 는 일정하며 우주선의 속력은 광속에 비해서 극히 작아서 비상대론적으로 취급하여도 된다고 가정한다. 두 물체의 질량은 각각 $m_1 = m$, $m_2 = 4m$ 이고, 바닥과 m_2 사이에는 마찰이 없다고 가정하고, m_1 과 m_2 사이의 정지마찰계수와 운동마찰계수는 각각 0.4와 0.3이다.



질량 m_2 인 물체에 수평 방향으로 힘 F 가 작용할 때 두 물체가 함께 운동할 수 있는 힘 F 의 최댓값은?

- ① $10mg$ ② $8mg$ ③ $6mg$ ④ $4mg$ ⑤ $2mg$

40. 쿼크 모형에 의하면 양성자, 중성자, 중간자와 같은 강입자들은 기본 입자인 쿼크들로 구성되어 있다. 쿼크들의 성질은 표와 같다.

입자	중입자수	전하량	기묘도	스핀
u 쿼크	$+\frac{1}{3}$	$+\frac{2}{3}e$	0	$\frac{1}{2}$
d 쿼크	$+\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}e$	0	$\frac{1}{2}$
s 쿼크	$+\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}e$	-1	$\frac{1}{2}$

어떤 강입자의 중입자수는 +1, 전하량은 0, 기묘도는 -1, 스핀은 $\frac{1}{2}$ 이다. 이 강입자의 쿼크 구성으로 옳은 것은?

- ① uud ② uds ③ uus ④ udd ⑤ dds

- 수 고 하 셧 습 니 다 -

출 제 : 한국교육과정평가원