

2016학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[물리 I]

1	①	2	⑤	3	④	4	③	5	②
6	⑤	7	②	8	⑤	9	③	10	④
11	①	12	③	13	①	14	③	15	⑤
16	③	17	②	18	④	19	⑤	20	④

1. [출제의도] 전자기파의 성질과 무선 통신 원리 이해하기

ㄱ. 빛이 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 입사각보다 큰 입사각으로 입사할 때 전반사가 일어난다. 따라서 굴절률은 물이 공기보다 크다. ㄴ. 전파의 진동수와 회로의 고유 진동수가 일치할 때 전자기 공명으로 인해 회로에 흐르는 전류의 세기가 최대가 된다. ㄷ. A와 B는 전자기파이므로 진공에서의 속력은 같다.

2. [출제의도] 핵의 변환 과정 적용하기

ㄱ. 핵반응식에서 반응 전과 후 질량수와 전하량은 보존된다. 따라서 (가)는 질량수가 1이고 원자 번호가 0이므로 중성자이다. ㄴ. 중성자수는 (질량수-양성자수)이다. $^{239}_{94}\text{Pu}$ 의 원자 번호와 질량수는 각각 94, 239이므로 중성자수는 145이다. ㄷ. B의 핵반응식에서 β 는 질량수가 0이고 원자 번호가 -1이므로 전자이다. 따라서 β 는 음(-)전하를 띤다.

3. [출제의도] 양쪽이 열린 관에서 발생하는 정상파 탐구하기

ㄱ. 신호 발생기에서 발생한 전기 신호가 스피커에 전달되면 스피커의 진동판이 공기를 진동시켜 소리로 전환된다. ㄴ. 양쪽이 열린 관에서 만들어지는 정상파는 양쪽 끝에 정상파의 배가 만들어진다. 관의 길이는 일정하므로 진동수가 클수록 관 속에서 만들어진 정상파의 파장은 짧다. ㄷ. 진동수가 2배이면 한 옥타브 높은 음이다.

4. [출제의도] 운동량과 충격량 관계 분석하기

ㄱ. 충격량의 크기는 운동량 변화량의 크기와 같다. $0 \sim t_1$ 까지 운동량 변화량의 크기는 A가 B보다 크다. ㄴ. t_2 일 때 A와 B의 운동량의 크기는 같다. 운동량의 크기는 (질량×속도의 크기)이므로 공의 속력은 질량이 작은 A가 B보다 크다. ㄷ. 충격량의 크기는 A와 B가 같고 충돌 시간이 A가 B보다 작으므로 평균 힘의 크기는 A가 B보다 크다.

5. [출제의도] 뉴턴 운동 법칙 적용하기

ㄱ. A의 질량을 m_A 라고 하면, (나)에서 $m_A g = (m + m_A) \frac{1}{3} g$ 이다. 따라서 $m_A = \frac{1}{2} m$ 이다. ㄴ. (가)에서 A, B는 정지 상태이므로 A와 B에 작용하는 알짜힘은 0이다. 따라서 F의 크기는 A에 작용하는 중력의 크기와 같으므로 $\frac{1}{2} mg$ 이다. ㄷ. (가)에서 실이 A를 당기는 힘의 크기는 A에 작용하는 중력의 크기와 같으므로 $\frac{1}{2} mg$ 이고, (나)에서 실이 A를 당기는 힘의 크기는 B에 작용하는 알짜힘의 크기와 같으므로 $\frac{1}{3} mg$ 이다.

6. [출제의도] 등가속도 직선 운동과 역학적 에너지 보존 법칙 적용하기

ㄱ. 운동 방향이 일정하고 등가속도 직선 운동하는

물체의 평균 속력은 $(\frac{\text{처음 속도} + \text{나중 속도}}{2})$ 이다.

따라서 평균 속력은 A가 B의 2배이다. A와 B가 각각의 경사면을 이동하는 데 걸린 시간은 같으므로 이동 거리는 A가 B의 2배이다. ㄴ. 같은 시간 동안 속도 변화량의 크기가 A가 B의 2배이므로 가속도의 크기는 A가 B의 2배이다. ㄷ. A의 운동 에너지 변화량은 $(0 - \frac{1}{2} m(2v)^2)$ 이고, B의 운동 에너지 변화량은 $(\frac{1}{2} (4m)v^2 - 0)$ 이다. 따라서 A의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량은 B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량과 같다.

7. [출제의도] 표준 모형 이해하기

ㄱ. A는 위 쿼크 1개와 아래 쿼크 2개로 이루어진 중성자이므로 기본 입자가 아니다. ㄴ. 양성자와 A의 쿼크 조합은 각각 uud, udd이고 전하량은 각각 +e, 0이므로 위 쿼크의 전하량은 $+\frac{2}{3}e$ 이다. ㄷ. 쿼크 사이에는 글루온을 매개 입자로 강한 상호 작용을 한다.

8. [출제의도] 케플러 법칙 결론 도출하기

ㄱ. A가 p에서 속력이 가장 작고 q에서 속력이 가장 크므로 운동 에너지는 p에서 q로 운동하는 동안 증가한다. ㄴ. 위성의 가속도 크기는 행성으로부터 떨어진 거리 제곱에 반비례한다. 따라서 가속도의 크기는 B가 q를 지나는 순간이 A가 p를 지나는 순간보다 9배 크므로 행성에서 p까지의 거리는 행성에서 q까지 거리의 3배이다. ㄷ. 위성의 공전 주기의 제곱은 궤도 긴반지름의 세제곱에 비례한다. 따라서 A의 궤도 긴반지름이 B의 궤도 반지름의 2배이므로 공전 주기는 A가 B의 $2\sqrt{2}$ 배이다.

9. [출제의도] 특수 상대성 이론 적용하기

ㄱ. B를 향해 움직이는 철수가 측정하면 B는 광원 쪽으로 움직이고 A는 광원으로부터 멀어지는 쪽으로 움직이므로 광원에서 나온 빛은 A보다 B에 먼저 도달한다. ㄴ. $0.9cT$ 는 고유 길이이므로 영희가 측정할 때, A에서 B까지의 거리는 길이 수축이 일어나 $0.9cT$ 보다 작다. ㄷ. 민수가 측정할 때, 영희가 철수보다 빠르게 움직이므로 영희의 시간은 철수의 시간보다 느리게 간다.

10. [출제의도] 전하에 의한 전기장 분석하기

ㄱ. A와 B에 의한 전기장이 0이 되는 지점은 B의 오른쪽에 위치하므로 A와 B는 서로 다른 종류의 전하이므로, 전하량은 A가 B보다 크다. ㄴ. A와 C에 의한 전기장이 0이 되는 지점이 두 전하 사이에 있고 A에 가까운 쪽에 위치하므로 두 전하의 종류는 같고 전하량은 A가 C보다 작다. $x = 2d$ 에서 전기장의 방향이 -x방향이므로 C는 양(+)전하이므로, 전하량의 크기는 B가 A보다 작고, C가 A보다 크므로 C는 B보다 크다.

11. [출제의도] 직선 전류에 의한 자기장 분석하기

ㄱ, ㄴ. I_1 일 때 자기장이 0이 되는 지점은 P와 Q의 사이에 있고 P쪽에 가까우므로 전류의 세기는 I_1 이 I_0 보다 크고 전류의 방향은 같다. I_2 일 때 자기장이 0이 되는 지점은 Q의 오른쪽에 있으므로 전류의 세기는 I_2 가 I_0 보다 작고 전류의 방향은 서로 반대이다. 따라서 전류의 방향은 I_1 과 I_2 가 서로 반대이다. ㄷ. b에서 P와 Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 I_1 일 때 종이면에서 수직으로 나오는 방향이고, I_2 일 때 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다.

12. [출제의도] 교류 회로에서 코일과 축전기의 특성

적용하기

ㄱ. 코일은 진동수가 큰 교류 전류를 잘 흐르지 못하게 하는 특성이 있다. 따라서 I_4 는 I_0 보다 작다. ㄴ. 저항 양단에 걸리는 전압은 전류의 세기에 비례한다. 따라서 저항 양단에 걸리는 전압은 전류의 세기가 I_1 일 때가 I_4 일 때보다 크다. ㄷ. 축전기는 진동수가 큰 교류 전류를 잘 흐르게 하는 특성이 있다. 따라서 I_6 는 I_0 보다 크므로 I_4 는 I_6 보다 작다.

13. [출제의도] 물질의 자성과 전자기 유도 현상 적용하기

ㄱ, ㄴ. (나)에서 물체를 솔레노이드에 접근시키는 동안 $a \rightarrow$ 저항 $\rightarrow b$ 방향으로 유도 전류가 흐르므로 물체는 자성을 띠고 있다. 따라서 물체는 강자성체이고 물체의 P쪽이 S극이므로 자석의 윗면은 S극이다. ㄷ. 물체는 자석에 의해 자기화되어 있으므로 솔레노이드에 접근시킬 때 물체와 솔레노이드 사이에는 서로 밀어내는 방향으로 자기력이 작용한다.

14. [출제의도] 보어의 수소 원자 모형 결론 도출하기

ㄱ. 수소 원자에서 전자는 특정한 에너지 값을 갖는 궤도에서만 존재하므로 수소 원자의 에너지 준위는 양자화되어 있다. ㄴ. a일 때 전자는 에너지가 낮은 궤도로 전이하므로 전자의 에너지는 감소한다. ㄷ. 전자가 흡수한 빛에너지는 두 궤도에서의 에너지 차이이므로 빛에너지는 b일 때가 c일 때보다 크다. 에너지가 큰 빛일수록 빛의 파장은 작다. 따라서 빛의 파장은 b일 때가 c일 때보다 작다.

15. [출제의도] 다이오드와 태양 전지 적용하기

ㄱ. 태양 전지의 p형 반도체 쪽이 (+)극, n형 반도체 쪽은 (-)극이다. 태양 전지에 빛을 비추었을 때 다이오드에 순방향의 전압이 걸리므로 X는 p형 반도체이다. ㄴ. 태양 전지에 빛을 비추면 태양 전지 내부에서 전자와 양공의 쌍이 생성된다. ㄷ. (나)에서 다이오드는 직류 전원에 역방향으로 연결되므로 n형 반도체에 있는 전자의 이동 방향은 p-n 접합면에서 멀어지는 방향이다.

16. [출제의도] 빛의 3원색과 광전 효과 이해하기

ㄱ. a만 끈 경우 P의 색이 자홍이므로 b와 c의 빛은 파랑 또는 빨강 중 하나이고 a의 빛은 초록이다. ㄴ. b만 끈 경우 전류가 흐르지 않으므로 광전 효과는 b에 의해 일어난다. 따라서 b는 파랑, c는 빨강, a는 초록이고 a와 c가 겹쳐진 경우인 ㉠은 노랑이다. ㄷ. c는 빨강이므로 c만을 끈 경우에는 b에 의해 전류가 흐른다.

17. [출제의도] 변압기와 송전 과정에서의 손실 전력 이해하기

A와 B의 2차 코일의 감은 수가 1차 코일의 감은 수의 각각 5배, 10배이므로 A, B에서의 송전 전압은 각각 $5V_0$, $10V_0$ 이다. (가)와 (나)에서 송전선의 손실 전력이 같으므로 $(\frac{P_A}{5V_0})^2 \times r = (\frac{P_B}{10V_0})^2 \times 2r$ 이다. 따라서 $P_A : P_B = 1 : \sqrt{2}$ 이다.

18. [출제의도] 힘의 평형과 돌림힘의 평형 결론 도출하기

A와 B는 정지해 있으므로 A와 B의 알짜힘은 모두 0이다. A와 연결된 실이 나무판을 당기는 힘의 크기는 A의 중력의 크기인 mg 와 같고, B와 연결된 실이 나무판을 당기는 힘의 크기는 B의 중력의 크기인 $3mg$ 와 같다. 따라서 A, B와 연결된 실이 나무판을 당기는 힘의 크기의 합은 나무판과 C의 중력의 크기의 합과 같으므로 $m_c = 3m$ 이다. B와 연결된 실이 나무판을 당기는 힘이 작용하는 지점을 회전축으로

한 돌림힘의 합은 $mg(6L) - mg(3L) - 3mgx = 0$ 이다. 따라서 $x = L$ 이다.

19. [출제의도] 열역학 제1법칙 적용하기

ㄱ. (가)에서 (나)로 변하는 동안 기체는 단열 팽창하였으므로 (가)에서가 (나)에서보다 기체의 압력이 크다. ㄴ. 단열 팽창하는 동안 기체의 온도는 감소하므로 기체 분자의 평균 속력은 (가)에서가 (나)에서보다 크다. ㄷ. 단열 팽창하는 동안 기체의 내부 에너지 감소량은 기체가 외부에 한 일과 같다.

20. [출제의도] 물체에 작용하는 부력 결론 도출하기

(가)와 (나)에서 A, B는 정지해 있으므로 A와 B에 작용하는 알짜힘은 0이다. (가)에서 A, B의 부피를 각각 V_A , V_B , 액체의 밀도를 ρ , 실이 A, B를 당기는 힘을 T 라 하면 A에 작용하는 힘은 $2mg + T - \rho g V_A = 0$ 이고, B에 작용하는 힘은 $7mg - T - \rho g V_B = 0$ 이다. (나)에서 A에 작용하는 힘은 $2mg - \rho g(\frac{1}{2} V_A) = 0$ 이고, 바닥이 B를 떠받치는 힘을 N 이라 하면 B에 작용하는 힘은 $7mg - \rho g V_B - N = 0$ 이다. 따라서 $N = 2mg$ 이다.