

과학탐구 영역



물리 I

1. 속도와 가속도

정답 ②

- ㄱ. 연직 위로 운동하는 어린이에게는 일정한 크기의 중력이 작용하므로 연직 아래쪽으로 알짜힘이 작용한다.
- ㄴ. A, B에서 걸린 시간이 같으므로, 평균 속력은 이동 거리에 비례한다. 따라서 평균 속력의 비는 $A : B = 40 : 24 = 5 : 3$ 으로, A에서 B에서의 $\frac{5}{3}$ 배이다.
- ㄷ. 공기 저항을 무시하므로 가속도는 중력 가속도로 일정하다.

2. 운동의 법칙

정답 ②

- ㄱ, ㄴ. (가), (나)에 매달린 세 물체 전체는 하나의 계로 A의 가속도의 크기는 (가), (나)에서 같고, p가 A를 당기는 힘의 크기는 (가), (나)에서 같다.
- ㄷ. (가), (나)에서 자성체에 작용하는 각 힘의 크기를 다음과 같이 정의하자.

힘의 크기	(가)	(나)
q가 작용하는 힘	F_1	F_2
자성체에 작용하는 알짜힘	F	F
자성체에 작용하는 중력	w	w
자성체에 작용하는 자기력	f_1	f_2

(가) $F = w - F_1 - f_1, F_1 = w - F - f_1$

(나) $F = w - F_2 + f_2, F_2 = w - F + f_2$

따라서 q가 자석을 당기는 힘은 (가)에서 (나)에서보다 작다.

3. 역학적 에너지 보존

정답 ④

- 물체의 질량을 m 이라 하고, 일-에너지 정리와 역학적 에너지 보존을 적용하면 O에서 P까지는 $Fd = \frac{1}{2}m \times 4^2$, P에서 Q까지는 $Fd = m \times 10 \times h + \frac{1}{2}m(2^2 - 4^2)$ 이다. 두 식으로부터 $h = 1.4$ m이다.

4. 케플러 법칙

정답 ③

- ㄱ, ㄷ. B의 타원 궤도 긴반지름은 $6d$ 로 A의 원운동 반지름 $2d$ 의 3배이므로 케플러 3법칙에 의해 A와 C의 공전 주기는 $\frac{T}{\sqrt{3^3}} = \frac{\sqrt{3}}{9}T, \frac{T}{\sqrt{4^3}} = \frac{T}{8}$ 이므로 이 순간부터 C가 4회 공전하는 동안 B는 p에서 r로 이동하므로 속력은 계속 감소한다.
- ㄴ. 태양에서 p, r까지의 거리는 각각 $2d, 10d$ 이므로, B의 가속도의 크기는 p에서 r에서의 25배이다.

5. 특수 상대성 이론

정답 ③

- ㄱ. 철수가 관측할 때 광원의 빛은 P, Q에 동시에 도달하므로 광원은 P, Q의 중앙에 있다. 영희가 관측할 때 광속은 일정하고 P는 빛의 진행 방향으로, Q는 빛의 진행 방향과 반대 방향으로 이동하므로 빛은 P보다 Q에 먼저 도달한다.
- ㄴ. 영희가 관측하는 동안 철수에게는 시간 팽창이 일어나므로 영희가 측정한 시간은 t 보다 작다.
- ㄷ. $0.5d$ 는 우주선의 속력에 철수가 측정한 시간 t 를 곱한 값이다. 철수가 관측할 때 x 가 $0.5d$ 만큼 좁혀지는 동안 영희의 시간 t' 은 t 보다 작고, 영희가 관측한 x 의 변화량은 t' 에 우주선의 속력을 곱한 값이므로 $0.5d$ 보다 작다.

6. 표준 모형

정답 ⑤

- 학생 A: 표준 모형은 쿼크와 렙톤을 기본 입자로 정한다.
- 학생 B: 기본 입자 중 렙톤에는 전하를 띠지 않는 중성미자가 포함된다.
- 학생 C: 표준 모형은 매개 입자를 통해 기본 입자 사이에 작용하는 힘(전자기력, 강력, 약력)을 설명한다.

7. 전기장과 전기력선, 정전기 유도

정답 ②

C가 (+)전하를 띠므로 A, B를 도선으로 연결하면 A의 전자가 B로 이동한다. 도선을 제거하고 C를 치웠을 때 A는 (+)전하를, B는 (-)전하를 띠고 전하량의 크기는 같다. 따라서 전기력선이 A에서 나와 B로 들어가고, 전하량의 크기가 같으므로 나가거나 들어가는 전기력선의 수는 같다.

8. 전류에 의한 자기장

정답 ②

- ㄱ. 도선 중심에서 전류에 의한 자기장의 방향은 오른손 엄지를 전류의 방향으로 향하고 나머지 네 손가락이 도선을 감아주는 방향이므로 동쪽이다.
- ㄴ. 과정 (나)의 도선 중심에서 전류에 의한 자기장의 방향은 서쪽이므로 자침의 N극, S극은 각각 서쪽, 동쪽으로 회전한다.
- ㄷ. 원형 도선의 반지름이 클수록 도선 중심에서 자기장은 약해진다. 따라서 자침은 과정 (가)에서보다 작게 회전한다.

9. 전자기 유도, 물질의 자성

정답 ④

- ㄱ. (나)에서 LED가 켜지므로 자성체는 자기장이 제거된 후에도 자성을 띠는 강자성체이다.
- ㄴ. (가)에서 앙페르 법칙으로부터 강자성체의 X 표시된 쪽은 N극으로 자기화 된다. (나)에서 렌츠 법칙으로부터 A를 통과할 때 코일 내부에는 유도 전류에 의해 왼쪽을 향하는 자기장이 만들어지고 이때 LED에 순방향 전압이 걸리므로 LED가 켜진다.
- ㄷ. 자성체가 코일에 접근할 때, 역학적 에너지의 일부가 전기 에너지로 전환되므로 코일에 접근하는 동안 속력이 감소한다.

10. 빛의 흡수와 방출

정답 ①

- ㄱ. A는 발머 계열 중 진동수와 에너지가 가장 작은 빛이므로 전자가 $n=3$ 에서 $n=2$ 로 전이할 때 방출된다. 따라서 A의 진동수가 f_1 일 때 $E_3 - E_2 = hf_1, f_1 = \frac{E_3 - E_2}{h}$ 이다.
- ㄴ. $c = f\lambda$ 로부터 광속이 c 로 일정할 때 빛의 파장 λ 는 진동수 f 가 클수록 작으므로 파장은 B가 C보다 크다.
- ㄷ. 에너지 준위가 높아질수록 이웃한 에너지 준위 사이의 에너지 차이가 작아지므로, $E_4 - E_3 > E_5 - E_4$ 이다.

11. 공명과 화음

정답 ②

- A를 사용할 때 $x = 100$ cm에서 소리가 커지고 그 다음에 $x = 60$ cm에서 소리가 커지므로 관에서 만들어진 정상파의 반파장은 40 cm이다. B는 A보다 두 옥타브 높은 음을 발생시키므로 B를 사용할 때 만들어진 정상파의 반파장은 $40 \times \frac{1}{4} = 10$ (cm)이다. 따라서 ㉠, ㉡에 들어갈 적절한 값은 각각 85, 75이다.

12. 반도체

정답 ②

- ㄱ. 트랜지스터에서 이미터와 베이스 사이에는 순방향 전압을, 베이스와 컬렉터 사이에는 역방향 전압을 걸어준다.
- ㄴ. 베이스는 매우 얇게 만들어져 전자가 많지 않으므로 이미터에서 베이스로 이동한 대부분의 양공은 컬렉터 쪽으로 확산하여 컬렉터에 공급되는 전자와 결합한다.
- ㄷ. 컬렉터로 확산되는 양공의 양은 베이스 전압인 V_{be} 의 미세한 변화에 의해 영향을 많이 받으므로, 트랜지스터는 V_{be} 의 작은 변화가 컬렉터 전류인 I_c 의 커다란 변화를 일으키는 증폭 작용을 한다.

13. 반도체, 색의 인식

정답 ⑤

- ㄱ, ㄴ. LED에서는 전도띠의 바닥에 있던 전자가 원자가 띠 꼭대기의 양공으로 떨어져 결합하는 과정에서 빛을 방출하는데, 이때 띠틈의 간격이 클수록 에너지가 큰 빛을 방출한다. 따라서 a, b는 전도띠이고, 진동수는 A가 B보다 작다.
- ㄷ. 빛의 진동수는 A가 B보다 작으므로 청원뿔 세포인 P는 A보다 B에 민감하게 반응한다.

14. 전자기파

정답 ③

- ㄱ. 자기장의 진동 방향은 z 축 방향이다.
- ㄴ. 진행하는 전자기파에서 전기장과 자기장의 위상은 서로 동일하게 변하여 특정한 지점에서 전기장이 0일 때 자기장도 0이므로 P에서 자기장의 세기는 0이다.
- ㄷ. O에서 전기장의 방향은 $-y$ 방향이므로 (-)전하를 띠는 전자에는 $+y$ 방향으로 전기력이 작용한다.

15. 빛의 전반사

정답 ③

- ㄱ. 단색광이 A에서 공기로 진행할 때 전반사하므로 단색광의 속력은 공기에서 A에서보다 크다.
- ㄴ. 공기에서 B로 입사할 때가 A로 입사할 때보다 입사각이 더 큰데, 굴절각이 서로 같으므로, 굴절률은 A가 B보다 작다.
- ㄷ. P는 굴절률이 큰 B이고, Q는 굴절률이 작은 A이다.

16. 변압기

정답 ①

- ㄱ. $\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V}$ 에서 $N_2 > N_1$ 이므로 $V_2 > V$ 이다.
- ㄴ. (나)는 (가)에 비해 2차 코일에 걸리는 전압은 같고, 저항이 2배이므로, 2차 코일에 흐르는 전류는 (나)에서 (가)에서의 $\frac{1}{2}$ 배이다.
- ㄷ. 1차 코일의 감은수를 줄이면 2차 코일의 전압은 (가)보다 높아지고, 2차 코일에 연결된 저항에는 (가)보다 큰 전압이 걸리므로 저항에서 소비되는 전력은 (가)보다 증가한다.

17. 여러 가지 발전 방식

정답 ②

- ㄱ. (가)는 태양열 발전이다.
- ㄴ. (나)는 연료 전지로 전기 에너지를 얻는 과정에서, 물과 열에너지가 발생한다.
- ㄷ. (다)의 태양 전지에서 직류 전류가 발생한다.

18. 돌림힘의 평형

정답 ②

- 평형을 이루는 x, y 의 값이 최대일 때, (가), (나)에서 각각 B와 A가 널빤지에 작용하는 힘의 크기가 0이므로 (가)에서 A를 회전 중심으로 하는 돌림힘의 평형 조건은 $mg(3l - x) + 2mg(4l - x) = 0, X = \frac{11}{3}l$ 이다. (나)에서 B를 회전 중심으로 하는 돌림힘의 평형 조건은 $mg(6l - y) + 2mg(5l - y) = 0, Y = \frac{16}{3}l$ 이다. 따라서 $\frac{Y}{X} = \frac{16}{11}$ 이다.

19. 아르키메데스 법칙

정답 ④

- 용기 밑면의 넓이가 S 이고 물의 밀도가 ρ 일 때 (가)에서 용기의 무게와 물에 잠긴 부피가 받는 부력의 크기가 같으므로 $mg = \rho \frac{HS}{3}g, \rho HS = 3m$ ($\because m = \frac{\rho HS}{3}$)이다. (나)에서 용기와 물의 무의 합과 물에 잠긴 부피가 받는 부력의 크기가 같으므로 용기에 들어간 물의 질량을 M_1 이라 하면 $mg + M_1g = \rho \frac{3HS}{4}g = \frac{3}{4}(3m)g = \frac{9}{4}mg, M_1 = \frac{5}{4}m$ 이다. 용기가 연못 물에 완전히 잠기기 직전의 부력의 크기는 (가)의 3배이므로 (나)의 순간부터 용기가 연못 물에 잠기기 직전까지 들어간 물의 질량을 M_2 라 하면 $mg + M_1g + M_2g = 3mg, m + \frac{5}{4}m + M_2 = 3m, \therefore M_2 = \frac{3}{4}m$ 이다.

20. 열역학 법칙

정답 ④

- ㄱ. 압력이 일정하면서 부피가 증가하면 기체의 내부 에너지가 증가하고, 기체의 온도가 증가해야 하므로 기체는 외부에서 열을 흡수해야 한다.
- ㄴ. B \rightarrow C는 단열 압축 과정으로 기체가 외부에서 받은 일만큼 기체의 내부 에너지가 증가한다.
- ㄷ. B \rightarrow C에서 기체의 내부 에너지가 증가하여 기체의 운동이 활발해지고, 부피가 감소하므로 C가 B보다 압력이 크다. 따라서 압력은 A가 C보다 작다.