

# 과학탐구 영역



## 물리 I

### 1. 열린 관에서의 정상파

정답 ②

- ㄱ, ㄴ. 정상파의 인접한 배와 배 사이의 거리는 반파장 이므로 A의 파장은  $2L$ 이고, B의 파장은  $L$ 이다. 따라서 A를 만든 소리가 B를 만든 소리보다 회절 이 더 잘 일어난다.
- ㄷ. 소리의 속력은 동일하고 파장이 A가 B의 2배이므로 진동수는 B가 A의 2배이다. 따라서 B를 만든 소리가 A를 만든 소리보다 한 옥타브 높은 소리이다.

### 2. 파장에 따른 전자기파의 분류와 특성

정답 ④

- ① 무선 통신에 이용되는 전자기파는 라디오파(E)이다.
- ② 진공에서 모든 전자기파의 속력은 빛의 속력과 같다.
- ③ 모든 전자기파는 매질 없이 진행할 수 있다.
- ④ 마이크로파(D)는 물 분자를 진동시켜 음식물을 데우는 데 사용된다.
- ⑤ 적외선은 라디오파(E)보다 파장이 짧고, 진동수는 크다.

### 3. 케플러 법칙과 만유인력 법칙

정답 ⑤

- ㄱ. P와 Q의 공전 주기가 같으므로 P의 공전 반지름은 Q의 궤도 반지름  $L$ 과 같다.
- ㄴ. 만유인력에 의한 위성의 가속도의 크기는 행성으로부터 떨어진 거리 제곱에 반비례하므로 Q의 가속도의 크기는 a에서 b에서보다 크다.
- ㄷ. a에서 c까지 행성과 위성을 연결한 직선이 끌고 간 면적이 P는 전체 면적의  $\frac{1}{2}$ 보다 작고, Q는 전체 면적의  $\frac{1}{2}$ 보다 크다. 공전 주기가 같으므로 a에서 c까지 운동하는 데 걸리는 시간은 P가 Q보다 작다.

### 4. 전기 신호의 조절

정답 ②

- ㄱ. 축전기는 진동수가 큰 교류 전류를, 코일은 진동수가 작은 교류 전류를 잘 흐르게 한다.
- ㄴ. 저항, 축전기, 코일이 직렬로 연결된 교류 회로에서 전류의 최댓값이 최대일 때, 교류 전원의 진동수는 회로의 고유 진동수와 같다.
- ㄷ. 교류 전원의 진동수가  $f_0$ 일 때 회로의 저항값은 S를 a에 연결했을 때는 R이고, b에 연결했을 때는 R보다 크므로, 회로에 흐르는 전류의 최댓값은 S를 b에 연결했을 때가 a에 연결했을 때보다 작다.

### 5. 원형 전류에 의한 자기장

정답 ①

- ㄱ. (가)에서 합성 자기장의 방향이 종이면에서 수직으로 나오는 방향이므로 (가)에서 원형 도선에 흐르는 전류의 방향은 ㉠이다.
- ㄴ. 균일한 자기장의 세기를  $B_{\text{균}}$ , 원형 전류에 의한 자기장의 세기를  $B_{\text{원}}$ 이라 하면, O에서 합성 자기장의 세기는 (가)에서는  $B_{\text{원}} - B_{\text{균}} = B$ , (나)에서는  $B_{\text{원}} + B_{\text{균}} = 2B$ 이므로  $B_{\text{균}} = \frac{1}{2}B$ ,  $B_{\text{원}} = \frac{3}{2}B$ 이다.
- ㄷ. (다)에서 합성 자기장의 세기가 0이므로  $B_{\text{원}} = B_{\text{균}}$ 과 같다. 따라서 전류의 세기는  $\frac{1}{3}I$ 이다.

### 6. 베타 붕괴 과정

정답 ①

- ㄱ. 삼중 수소 원자핵( ${}^3_1\text{H}$ )의 중성자 수는 2이다.
- ㄴ. 베타 붕괴 과정에서 기본 입자인 전자와 중성미자가 생성되므로 A는 중성미자이다.
- ㄷ. 베타 붕괴의 매개 입자는 W보손이다.

### 7. 트랜지스터가 연결된 회로

정답 ④

- ㄱ. 베이스와 컬렉터 사이에는 역방향 전압이 걸려 있다.
- ㄴ, ㄷ. 컬렉터에 연결된 저항에 ㉠ 방향으로 전류가 흐르려면 이미터와 베이스에 순방향 전압이 걸려야 하므로 S를 b에 연결해야 한다. 이때 베이스에 있는 전자의 대부분은 이미터 쪽으로 이동한다.

### 8. 보어의 수소 원자 모형

정답 ⑤

- ㄱ. A는  $n=3$ 에서  $n=1$ 로 전자가 전이할 때 방출된다. 따라서  $E_3 - E_1 = hf_A$ ,  $f_A = \frac{E_3 - E_1}{h}$ 이다.
- ㄴ. 광자 1개의 에너지는 빛의 진동수에 비례하므로 B가 C보다 크다.
- ㄷ.  $E_3 - E_1 = hf_A$ ,  $E_2 - E_1 = hf_B$ ,  $E_3 - E_2 = hf_C$ 이므로  $f_A - f_B = f_C$ 이다.

### 9. 광전 효과

정답 ②

- ㄱ. 실험 (가)에서 광전자가 방출되지 않았으므로 광전관 금속판의 문턱 진동수는  $f_1$ 보다 크다.
- ㄴ. 광전자의 최대 운동 에너지는 단색광의 진동수에만 관계있으므로 (다)에서  $E_K$ 는 (나)와 동일한  $E$ 이다.
- ㄷ. 광전자의 최대 운동 에너지가 (나)에서보다 (라)에서 더 크므로 단색광의 진동수는  $f_2 < f_3$ 이다.

### 10. 점전하에 의한 전기장

정답 ①

- ㄱ. (가)에서  $x=3d$ 인 지점에서 전기장은 0이므로 A와 B는 전하의 종류가 서로 다르고, A의 전하량의 크기는 B의 전하량의 크기의 9배이다.
- ㄴ. (나)에서  $x=d$ 에서 B와 C에 의한 전기장이 0이므로 B와 C의 전하의 종류와 전하량의 크기는 같다. 따라서 C는 A와 다른 종류의 전하를 띤다.
- ㄷ. (다)에서  $x=3d$ 인 지점에서 A에 의한 전기장의 크기  $k\frac{qA}{9d^2}$ 는 C에 의한 전기장의 크기  $k\frac{qC}{4d^2}$ 보다 크므로 A와 C에 의한 전기장의 방향은  $-x$  방향이다.

### 11. 등가속도 직선 운동

정답 ②

- ㄱ. 처음 속도가 0인 등가속도 직선 운동에서 나중 속도는 이동 거리의 제곱근에 비례한다. 따라서 a에서 속력은  $\frac{1}{\sqrt{3}}v$ 이다.
- ㄴ.  $2a(3L) = v^2$ 에서 가속도의 크기  $a = \frac{v^2}{6L}$ 이다.
- ㄷ. O에서 a까지, O에서 b까지 운동하는 데 걸린 시간을 각각  $t_1$ ,  $t_2$ 라고 하면,  $L = \frac{1}{2}at_1^2$ ,  $2L = \frac{1}{2}at_2^2$ 에서  $t_2 = \sqrt{2}t_1$ 이다.

### 12. 특수 상대성 이론

정답 ④

- ㄱ. 영희가 측정할 때, 상대적으로 운동하는 철수의 시간은 자신의 시간보다 느리게 간다.
- ㄴ. 철수가 측정할 때, 운동하고 있는 광원과 A 사이의 거리는 길이 수축에 의해 L보다 작다.
- ㄷ. 철수가 측정할 때, 광원에서 방출된 빛이 B에 도달하는 동안 이동한 거리는 L보다 크다. 따라서 철수가 측정하는 시간은  $\frac{L}{c}$ 보다 크다.

### 13. 여러 가지 발전 방식

정답 ③

- ㄱ. 친환경 에너지를 이용한 발전은 풍력 발전과 태양광 발전이다. 풍력 발전과 태양광 발전 중 밤에도 발전할 수 있는 것은 풍력 발전이다. 따라서 (가)는 화력 발전, (나)는 태양광 발전, (다)는 풍력 발전이다.
- ㄴ, ㄷ. 태양광 발전은 태양 전지를 이용하여 전기를 생산하고, 풍력 발전은 날개의 회전 운동을 이용하여 발전기를 돌려 교류 전기를 생산하는 방식이다.

### 14. 역학적 에너지 보존 법칙

정답 ⑤

- 실이 끊어지기 전 A, B, C는 정지해 있으므로 A에 작용하는 빗면 아래 방향의 힘의 크기는  $2mg$ 이고, 실이 끊어진 후 A와 B가 L만큼 이동한 지점에서 A와 B의 운동 에너지는 같으므로  $2mgL = E_A + E_B = 2E$ 이다. 실이 끊어진 후 A와 B의 알짜힘  $2mg = 6ma$ 이므로 A와 B의 가속도의 크기는  $a = \frac{1}{3}g$ 이다. C의 가속도의 크기는  $g$ 이므로 B가 L만큼 이동하는 동안 C는  $3L$ 만큼 이동한다. 따라서 C의 운동 에너지 증가량은 중력 퍼텐셜 에너지 감소량인  $6mgL = 6E$ 이다.

### 15. 페러데이 전자기 유도 법칙

정답 ④

- ㄱ.  $t_1$ 일 때나  $t_3$ 일 때 모두 원형 도선을 위쪽으로 통과하는 자속이 증가하므로 유도 전류의 방향은 서로 같다.
- ㄴ. 자석은 유도 전류가 만드는 자기장에 의해 항상 운동을 방해하는 방향으로 자기력을 받는다. 따라서  $t_2$ 일 때와  $t_3$ 일 때 받는 자기력의 방향은 반대이다.
- ㄷ. 자석의 역학적 에너지의 일부가 원형 도선에서 전기 에너지로 전환되므로  $t_4$ 일 때, 자석의 속력은  $v$ 보다 작다.

### 16. 변압기

정답 ②

- ㄱ. 변압기에서 전압이 낮아지므로 1차 코일의 감은 수는 2차 코일의 감은 수보다 많다.
- ㄴ, ㄷ. a, b에 연결된 저항값을 R라 하면, 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 a만 닫은 경우에는  $\frac{V}{R}$ 이고, a, b를 모두 닫은 경우에는  $2 \times \frac{V}{R}$ 이다. 2차 코일에 걸린 전압이 일정하므로 1차 코일에 걸린 전압도 일정하다. 따라서 1차 코일에 흐르는 전류의 세기도 a, b를 모두 닫은 경우가 a만 닫은 경우의 2배가 되므로,  $R_1$ 에서 손실되는 전력은 a와 b를 모두 닫은 경우가 a만 닫은 경우의 4배이다.

### 17. 열역학 법칙과 기체 분자의 운동

정답 ③

- ㄱ. A는 (나)에서 단열 압축되어 온도가 증가하므로 분자의 평균 속력은 (가)에서 (나)에서보다 작다.
- ㄴ. (나)에서 같은 양의 이상 기체인 B와 C는 온도는 같고 부피는 B가 C보다 크므로 압력은 B가 C보다 작다.
- ㄷ. A, B, C 전체의 부피가 변하지 않으므로, A, B, C 전체가 외부에 한 일은 0이다. 따라서 A, B, C의 내부 에너지 증가량은 공급된 열량과 같은 Q이다.

### 18. 뉴턴의 운동 법칙 및 물체의 운동량

정답 ⑤

- ㄱ. 질량이 A가 B의 2배이므로 운동량도 A가 B의 2배이다. 따라서  $p_B$ 의 크기는  $\frac{1}{2}p_A$ 이다.
- ㄴ. 0초부터  $t$ 초까지  $p_A$ 는 일정하므로 F의 크기는 B에 작용하는 중력인  $mg$ 와 같다.
- ㄷ. 실이 A와 B를 당기는 힘의 크기가 같다. 실이 B를 당기는 힘의 크기는 0초부터  $t$ 초까지는  $mg$ 이고,  $t$ 초부터  $2t$ 초까지는  $mg$ 보다 크다.

### 19. 파스칼 법칙

정답 ⑤

- (가)에서 실이 A를 당기는 힘의 크기를 T라고 하면, 실이 B를 당기는 힘의 크기도 T이다. 왼쪽과 오른쪽 관에서 A로부터 깊이 h인 곳에서 액체 기둥에 의한 압력은 같으므로  $\frac{mg-T}{2S} + \rho gh = \frac{5mg-T}{S}$ ,  $T = 9mg - 2S\rho gh$ 이다. (나)에서 A로부터 깊이 2h인 곳에서 왼쪽과 오른쪽 관에서 압력은 같으므로  $\frac{mg}{2S} + \rho g(2h) = \frac{5mg}{S}$ ,  $S\rho gh = \frac{9}{4}mg$ 이다. 따라서  $T = \frac{9}{2}mg$ 이다.

### 20. 돌림힘과 부력을 이용한 역학적 평형

정답 ③

- 실이 A를 당기는 힘의 크기를 T, 받침대가 A를 받치는 힘의 크기를 f라고 하면,  $5mg = f + 2T$  ..... ①이다. B의 아래 부분의 단면적을 S라고 하면,  $f + mg = \rho gSh_0$  ..... ②이다. 받침대를 기준으로 하는 돌림힘의 관계식은  $(2L \times mg) + (4L \times 4mg) = (L \times T) + (8L \times T)$ 이므로  $T = 2mg$ 이다. 따라서 ①, ②식을 정리하면  $\rho gSh_0 = 2mg$  ..... ③이다. 수조에 액체를 더 넣으면 왼쪽 실이 A를 당기는 힘의 크기가 0이 되는 순간까지 A는 수평을 유지할 수 있다. 받침대가 A를 받치는 힘의 크기를 f'이라고 하고, 오른쪽 실이 A를 당기는 지점을 기준으로 하는 돌림힘의 관계식은  $(4L \times 4mg) + (6L \times mg) = (8L \times f')$ 이므로  $f' = \frac{11}{4}mg$ 이다. B에 작용하는 힘의 관계식은  $f' + mg = \rho gSh$ 이고,  $\rho gSh = \frac{15}{4}mg$ 이므로 ③식을 이용하면  $h = \frac{15}{8}h_0$ 이다.