

01. ⑤   02. ⑤   03. ①   04. ⑤   05. ④   06. ②   07. ①   08. ②   09. ③   10. ④  
11. ①   12. ③   13. ④   14. ③   15. ③   16. ②   17. ②   18. ⑤   19. ③   20. ④

### 1. 뉴턴 운동 법칙

[정답 맞히기] 철수 : 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체의 운동 상태가 변하지 않으므로 속도는 변하지 않는다.

영희 : 운동 제2법칙에서 물체의 가속도는 질량에 반비례하고, 물체에 작용하는 알짜힘에 비례한다.

민수 : 힘은 쌍으로 작용하며, 이때 작용과 반작용의 관계에 있는 두 힘은 방향은 반대이고 크기는 같다. 정답 ⑤

### 2. 물체의 비열 측정

열량 보존 법칙에서 고온의 물체가 잃은 열량과 저온의 물체가 얻은 열량은 같다. 물체의 열용량은 질량과 비열의 곱이다.

[정답 맞히기] ㄴ. 열량  $Q = C\Delta t$  ( $C$ : 열용량,  $\Delta t$ : 온도 변화)이다. A가 잃은 열량과 열량계 속의 물이 얻은 열량은 같으므로 열용량은 온도 변화에 반비례한다. A의 온도 변화는  $70^\circ\text{C}$ 이고, 물의 온도 변화는  $14^\circ\text{C}$ 이므로 A의 열용량은 열량계 속의 물의 열용량보다 작다.

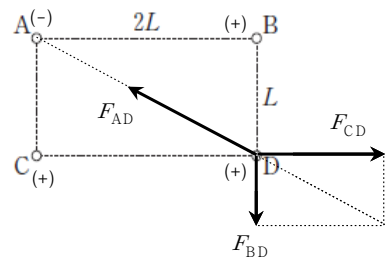
ㄷ. 열용량  $C = cm$  ( $c$ : 비열,  $m$ : 질량)이다. A의 질량과 열량계 속의 물의 질량은  $300\text{g}$ 으로 같으므로 비열은 A가 물보다 작다. 정답 ⑤

[오답 피하기] ㄱ. (다)에서 온도가 높은 A가 잃은 열량과 온도가 낮은 열량계 속의 물이 얻은 열량은 같다.

### 3. 전기력

점전하 A, B, C가 D에 작용하는 전기력의 합  $F_{AD} + F_{BD} + F_{CD} = 0$ 이다.

[정답 맞히기] ㄱ. 오른쪽 그림과 같이 D를 양(+)전하로 가정하면 A는 음(-)전하이므로, C는 양(+)전하이다. 마찬가지로 D를 음(-)전하로 가정하면, B와 D 사이에는 인력이 작용하게 되므로 C와 D 사이에는 인력, A와 D 사이에는 척력이 작용하여야 하므로 A는 음(-)전하이므로, C는 양(+)전하이다. 따라서 A가 B에 작용하는 전기력은 인력이다. 정답 ①



[오답 피하기] ㄴ. C는 양(+)전하이다.

ㄷ. B와 D 사이의 거리보다 C와 D 사이의 거리가 크므로 C와 D 사이에 작용하는 전기력( $F_{CD}$ )은 B와 D 사이에 작용하는 전기력( $F_{BD}$ )보다 크다. 따라서 전하량은 C가 B보다 크다.

#### 4. 볼록 렌즈에 의한 상

렌즈 공식  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  ( $a$ : 물체와 렌즈 사이의 거리,  $b$ : 상과 렌즈 사이의 거리,  $f$ : 렌즈의 초점 거리)이고, 배율  $m = \left| \frac{b}{a} \right|$ 이다.

[정답 맞히기] 나. 물체와 렌즈 사이의 거리는  $d$ 이고, 렌즈와 상 사이의 거리는  $\frac{3}{2}d$ 이므로 상의 크기는 물체의 크기의  $\frac{3}{2}$ 배이다.

다.  $\frac{1}{d} + \frac{1}{\left(\frac{3}{2}d\right)} = \frac{1}{f}$ 에서 렌즈의 초점 거리는  $f = \frac{3}{5}d$ 이다. 정답 ⑤

[오답 피하기] 가. 상이 물체의 반대편에 만들어졌으므로 볼록 렌즈에 의한 상은 실상이다.

#### 5. 레이저

[정답 맞히기] 가. 전자의 에너지가 높은 상태에서 낮은 상태로 전이할 때 빛이 방출되므로 들뜬상태의 전자를 만들기 위해 에너지 공급원에서 매질에 에너지를 공급한다.

다. 유도 방출된 빛은 진동수와 위상이 같아 중첩되어 증폭된다. 정답 ④

[오답 피하기] 나. 자발 방출된 빛의 위상은 다르다.

#### 6. 축전기의 전기 용량

[정답 맞히기] 진공에서 유전율을  $\epsilon_0$ 이라고 하면, (가)에서 축전기의 전기 용량은  $C_1 = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ 이다. (나)에서는 극판 사이가 진공인 축전기와 유전 상수가 2(유전체의 유전율  $\epsilon = 2\epsilon_0$ )인 축전기 두 개가 병렬로 연결된 것과 같다. 따라서 (나)에서 축전기의 전기 용량은  $C_2 = \epsilon_0 \left(\frac{A}{2d}\right) + 2\epsilon_0 \left(\frac{A}{2d}\right) = \epsilon_0 \left(\frac{3A}{2d}\right)$ 이다. 따라서  $\frac{C_2}{C_1} = \frac{3}{2}$ 이다. 정답 ②

#### 7. 운동량 보존과 도플러 효과

[정답 맞히기] A와 B는 탄성 충돌을 하므로 운동량과 운동 에너지가 보존된다. A와 B의 질량을 각각  $m$ , 충돌 후 A와 B의 속도를 각각  $v_A$ ,  $v_B$ 라고 하자. 운동량 보존에서  $2mv - mv = mv_A + mv_B$ 이므로  $v = v_A + v_B$ (식 ①)이고, 운동 에너지 보존에서

$\frac{1}{2}m(2v)^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$ 이므로  $5v^2 = v_A^2 + v_B^2$ (식 ②)이다. 식 ①과 ②를 연립하면 충돌 후 A의 속력은 왼쪽 방향으로  $v$ 이고, B의 속력은 오른쪽 방향으로  $2v$ 이다. 충돌

전 A와 B는 가까워지므로 진동수는  $f_1 = f_0 \frac{v_0 + 0.1v_0}{v_0 - 0.2v_0} = \frac{11}{8}f_0$ 이고, 충돌 후 A와 B는 멀어

지므로 진동수는  $f_2 = f_0 \frac{v_0 - 0.2v_0}{v_0 + 0.1v_0} = \frac{8}{11}f_0$ 이다. 정답 ①

### 8. 자기 모멘트와 돌림힘

[정답 맞히기] 나. 자기 모멘트의 크기는  $\mu = IA$ 이다. P와 Q의 자기 모멘트의 크기는 같고, 면적은 Q가 P의 4배이므로 전류의 세기는  $I_p = 4I_Q$ 이다. 정답 ②

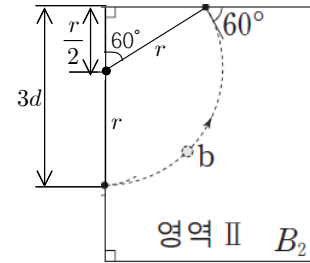
[오답 피하기] 가. 사각형 도선에 앙페르 오른나사 법칙을 적용해보면 오른손 엄지손가락은  $+y$  방향을 가리키므로 P의 자기 모멘트의 방향은  $+y$  방향이다.

다. 자기장에 의해 자기 쌍극자가 받는 돌림힘의 크기는  $\tau = \mu B$ 이다. 자기장의 세기와 자기 모멘트의 크기가 같으므로 돌림힘의 크기는 (가)와 (나)에서 같다.

### 9. 로런츠 힘

[정답 맞히기] 가. 영역 I에서 입자에 작용하는 알짜힘은 0이다. 즉, 전기력과 자기력이 평형으로 이루므로  $qE = qv_0 B_1$ 에서  $E = v_0 B_1$ 이다.

다. 전하가 자기장 속에서 원운동을 할 때, 반지름  $r = \frac{mv}{qB}$ 이다. 입자 a와 b는 전하량과 속력이 같으므로 원운동의 반지름은 질량에 비례한다. a의 원운동의 반지름은  $d$ 이고, 오른쪽 그림과 같이 b의 원운동의 반지름은  $r = 2d$ 이다. 따라서 질량은 b가 a의 2배이다. 정답 ③



[오답 피하기] 나. 영역 I에서 양(+)전하를 띤 입자에 작용하는 자기력이  $-y$  방향이므로 자기장의 방향은  $xy$  평면에서 나오는 방향이다. 영역 II에서 입자는 반시계 방향으로 원운동을 하므로 자기장의 방향은  $xy$  평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

### 10. 빛의 간섭

간섭 무늬의 간격은 슬릿 간격이 좁고, 빛의 파장이 길수록 크다.

[정답 맞히기] 가. 이중 슬릿을 통과한 빛이 스크린에서 보강 간섭하여 밝게 된다.

다. 과정 (다)에서 간섭 무늬의 간격은 빛의 파장이  $\lambda_1$ 일 때가  $\lambda_2$ 일 때보다 크므로  $\lambda_1 > \lambda_2$ 이다. 정답 ④

[오답 피하기] 나. 과정 (나)에서 간섭 무늬의 간격은 슬릿 P일 때가 Q일 때보다 크므로 슬릿 간격은 P가 Q보다 좁다.

### 11. 빛의 굴절

[정답 맞히기] 가. 빛이 공기 중에서 A로 진행할 때, 입사각( $\theta_1$ )보다 굴절각이 작으므로 빛의 속력은 공기 중에서도 A에서보다 크다. 정답 ①

[오답 피하기] 나, 다.  $d_1 < d_2$ 이므로  $\theta_1 > \theta_2$ 이다. 공기 중에서 A로 진행할 때 굴절각을  $r$ 라고 하면, B에서 공기 중으로 진행할 때의 입사각은  $r$ 이다. 따라서 굴절 법칙을 적용하면,  $\sin\theta_1 = n_A \sin r$ ,  $n_B \sin r = \sin\theta_2$ 이고,  $\theta_1 > \theta_2$ 이므로 굴절률은 A가 B보다 크다.

## 12. 광전 효과

[정답 맞히기] ㄱ. 광전자의 최대 운동 에너지가 클수록 정지 전압이 크다. 따라서 광전자의 최대 운동 에너지는 A를 비추었을 때가 C를 비추었을 때보다 크다.

ㄴ. 진동수가 같은 빛을 비출 때, 빛의 세기가 작을수록 광전류의 최대값도 작다. 따라서 단색광의 세기는 B가 C보다 작다. **정답 ③**

[오답 피하기] ㄷ. 비추는 빛의 진동수가 클수록 광전자의 최대 운동 에너지가 크고, 정지 전압도 크다. 따라서 진동수는 A가 B보다 크므로 파장은 A가 B보다 짧다.

## 13. 양자 터널 효과

[정답 맞히기] ㄴ. 퍼텐셜 장벽의 높이와 입자의 에너지의 차가 작을수록 입자가 장벽을 투과할 확률이 크다. 장벽을 투과할 확률이 A가 B보다 크므로 입자의 에너지는  $E_A > E_B$ 이다.

ㄷ. 질량이 같을 때 입자의 에너지가 클수록 드브로이 파장은 짧다. 따라서 입자의 드브로이 파장은 A가 B보다 짧다. **정답 ④**

[오답 피하기] ㄱ. 파동 함수의 절댓값의 제곱은 확률 밀도이다.  $x > L$ 인 영역에서 확률 밀도는 A가 B보다 크므로 입자가 장벽을 투과할 확률은 A가 B보다 크다.

## 14. 보어의 수소 원자 모형

[정답 맞히기] ㄱ. 전자가 궤도 운동하는 원의 둘레가 드브로이 파장의 정수배가 되어 정상파를 이룰 때 전자는 전자기파를 방출하지 않는 정상 상태에 있게 된다. (가)에서 원운동 궤도의 둘레는 전자의 드브로이 파장의 4배이며 양자수는  $n=4$ 이다.

ㄴ. (나)에서 원운동 궤도의 둘레는 전자의 드브로이 파장의 3배이므로 양자수는  $n=3$ 이다. **정답 ③**

[오답 피하기] ㄷ. (다)는 양자수  $n=2$ 인 상태이고, 수소 원자 내 전자의 에너지는  $E \propto -\frac{1}{n^2}$ 이다. 따라서 전자의 에너지는 (가)일 때가 (나)일 때보다 크므로 방출되는 빛의 진동수는 전자가 (가)에서 (다)로 전이할 때가 (나)에서 (다)로 전이할 때보다 크다.

## 15. 1차원 상자에 갇힌 입자의 파동 함수

파동 함수의 절댓값의 제곱은 특정 위치에서 입자를 발견할 확률 밀도이다.

[정답 맞히기] ㄱ.  $n=1$ 일 때, 파동 함수는  $x = \frac{L}{2}$ 을 기준으로 좌우 대칭이므로 입자를 발견할 확률은  $0 < x < \frac{L}{2}$  영역과  $\frac{L}{2} < x < L$  영역에서 같다.

ㄷ.  $n=1$ 일 때 입자의 드브로이 파장은  $\lambda_1 = 2L$ 이고,  $n=2$ 일 때 입자의 드브로이 파장은  $\lambda_2 = L$ 이므로 입자의 운동량( $p = \frac{h}{\lambda}$ )은  $n=1$ 일 때가  $n=2$ 일 때보다 작다. 따라서 입자의 에너지( $E = \frac{p^2}{2m}$ )는  $n=1$ 일 때가  $n=2$ 일 때보다 작다. **정답 ③**

[오답 피하기] ㄴ.  $n=2$ 일 때,  $x=\frac{L}{4}$ 에서와  $x=\frac{3L}{4}$ 에서 파동 함수의 절댓값의 제곱이 같으므로 입자를 발견할 확률 밀도는 같다.

### 16. 단진동

[정답 맞히기] 용수철 상수를  $k$ 라고 하면,  $x=-L$ 에서 용수철에 저장된 퍼텐셜 에너지는  $\frac{1}{2}kL^2$ 이고 평형 위치를 지나는 순간 A와 B의 운동 에너지는  $\frac{1}{2}(2m)v^2$ 이므로 평형 위치를 지나는 순간 속력은  $\frac{1}{2}kL^2=\frac{1}{2}(2m)v^2$ 에서  $v=\sqrt{\frac{k}{2m}}L$ 이다. 단진동을 하는 A의 진동 주기는  $4t_0=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로  $t_0=\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다. 평형 위치를 지나는 순간부터 A는 단진동을 하고 B는 등속도 운동을 한다. 따라서 단진동하는 A가 시간 0에서  $t_0$ 까지 이동한 거리는  $\frac{L}{\sqrt{2}}$ 이고, B가 이동하는 거리는  $\sqrt{\frac{k}{2m}}L \times \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}=\frac{\pi L}{2\sqrt{2}}$ 이다. 그러므로  $t_0$ 일 때, A와 B 사이의 거리는  $\frac{L}{\sqrt{2}}(\frac{\pi}{2}-1)$ 이다. 정답 ②

### 17. 포물선 운동

[정답 맞히기] A를 p에서 던진 속력의 연직 성분은  $\frac{v_0}{\sqrt{2}}$ , 수평 성분은  $\frac{v_0}{\sqrt{2}}$ 이다. p에서 최고점까지 올라가는 높이는  $\frac{1}{8}h$ 이므로  $v_0=\sqrt{\frac{gh}{2}}$ 이다. p에서 최고점까지 올라가는데 걸리는 시간은  $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{h}{g}}$ 이고, 최고점에서 r까지 내려오는 데 걸리는 시간은  $\frac{3}{2}\sqrt{\frac{h}{g}}$ 이므로 A가 p에서 r까지 이동하는데 걸린 시간은  $2\sqrt{\frac{h}{g}}$ 이다. 따라서 수평 방향으로 이동한 거리는  $\frac{v_0}{\sqrt{2}} \times 2\sqrt{\frac{h}{g}}=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}=h$ 이다. 이 시간 동안에 B가 이동한 거리도  $h$ 이므로  $h=\frac{1}{2}a(2\sqrt{\frac{h}{g}})^2$ 에서 B의 가속도의 크기는  $a=\frac{1}{2}g$ 이다. 정답 ②

### 18. 교류 회로

진동수가  $f_0$ 일 때, 교류 전원의 최댓값  $5V=\sqrt{V_R^2+(V_L-V_C)^2}$ 에서  $V_R=4V, V_C=6V$ 이고, 용량 리액턴스가 유도 리액턴스보다 크므로  $V_L=3V$ 이다. 즉, 용량 리액턴스( $X_C$ )는 유도 리액턴스( $X_L$ )의 2배이다.  $X_C=X$ 라고 하면,  $X_L=\frac{X}{2}$ 이다. 진동수가  $2f_0$ 일 때, 용량 리액턴스는  $X_C'=\frac{X}{2}$ 이고, 유도 리액턴스는  $X_L'=X$ 가 된다.

[정답 맞히기] ㄱ. 진동수가  $f_0$ 일 때와  $2f_0$ 일 때, 용량 리액턴스와 유도 리액턴스의 차는 같으므로 회로의 임피던스가 같다. 따라서 전류의 최댓값은 같다.

ㄴ. 전류의 최댓값은 같고, 용량 리액턴스는 a에 연결했을 때가 b에 연결했을 때의 2

배이므로 축전기에 걸리는 전압도 2배가 되어 충전되는 전하량의 최댓값도 2배이다.  
 c. 회로의 공명 진동수를  $f=af_0$ 이라고 하면, 공명 진동수에서 용량 리액턴스와 유도 리액턴스가 같으므로  $\frac{X}{a}=\frac{aX}{2}$ 에서  $a=\sqrt{2}$ 이다. 따라서 회로의 공명 진동수는  $f=\sqrt{2}f_0$ 이다. 정답 ⑤

**19. 열역학 법칙**

[정답 맞히기] (가)에서 a의 부피를  $V_0$ 이라고 하면, b의 부피도  $V_0$ 이다. (가)에서 a와 b의 내부 에너지의 합은  $U_{(가)}=3RT_0$ 이고,  $P_0V_0=RT_0$ 이다. (나)에서 a와 b의 온도를 각각  $T_a, T_b$ 라고 하면 (나)에서 a와 b의 내부 에너지의 합은  $U_{(나)}=\frac{3}{2}R(T_a+T_b)$ 이고, a의 부피가  $V_0+\Delta V$ 이면 b의 부피는  $V_0-\Delta V$ 이다. 따라서  $RT_a=2P_0(V_0+\Delta V)$ ,  $RT_b=2P_0(V_0-\Delta V)$ 이므로  $U_{(나)}=6RT_0$ 이다. a에 가한 열량  $Q$ 는 a와 b의 내부 에너지를 증가시키므로  $Q=U_{(나)}-U_{(가)}=3RT_0$ 이다. 정답 ③

**20. 운동량 보존과 등가속도 운동**

[정답 맞히기] 충돌 후 A, B의 속도의  $x, y$  성분 크기를 각각  $v_{Ax}, v_{Ay}, v_{Bx}, v_{By}$ 라 하자. 탄성 충돌이므로 운동량 보존과 운동 에너지 보존을 적용하면,

[운동량 보존]

$x$ 축 성분 :  $0 = mv_{Ax} - 3mv_{Bx}$ 에서  $v_{Ax} = 3v_{Bx}$  (식 ①)

$y$ 축 성분 :  $mv_0 = mv_{Ay} + 3mv_{By}$  (식 ②)

[운동 에너지 보존]

$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m(v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2) + \frac{1}{2}(3m)(v_{Bx}^2 + v_{By}^2)$  (식 ③)

A는 전기장 영역에서  $+y$  방향으로는 등속도 운동을 하고 P에서 만나기 위해서는  $v_{Ay} = v_{By}$ 이므로, 식 ②에서  $v_{Ay} = v_{By} = \frac{1}{4}v_0$ 이다. 식 ①과  $v_{Ay} = v_{By} = \frac{1}{4}v_0$ 을 식 ③에 대입하여 정리하면  $v_{Ax} = \frac{3}{4}v_0, v_{Bx} = \frac{1}{4}v_0$ 이다.

B가  $-x$  방향으로 이동한 거리는  $2L$ 이므로 P까지 이동하는 데 걸린 시간은  $t = \frac{8L}{v_0}$ 이다. A는 전기장이 없는 영역에서  $x$ 축과 나란한 방향으로 이동한 거리가 총  $4L$ 이므로 시간은  $t' = \frac{16L}{3v_0} = \frac{2}{3}t$ 이다. 따라서 A가 전기장 영역에서 운동한 시간은  $\frac{1}{3}t = \frac{8L}{3v_0}$ 이다.

A가 전기장 영역에 들어가는 순간 속도와 나오는 순간 속도의  $x$ 성분은 각각  $\frac{3}{4}v_0, -\frac{3}{4}v_0$ 이며, 가속도가  $-\frac{qE_0}{m}$  ( $-x$  방향)인 등가속도 운동을 하므로  $-\frac{3}{4}v_0 - \frac{3}{4}v_0 = \frac{-qE_0}{m}(\frac{8L}{3v_0})$

이다. 따라서  $v_0 = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{qE_0L}{m}}$ 이다. 정답 ④