

2021학년도 대학수학능력시험  
과학탐구영역 **물리학 I** 정답 및 해설

01.④	02.①	03.③	04.③	05.⑤	06.⑤	07.④	08.②	09.④	10.②
11.③	12.①	13.①	14.②	15.③	16.⑤	17.④	18.④	19.①	20.②

### 1. 전자기파의 종류

A는 감마선과 자외선 사이의 전자기파이므로 X선, B는 가시광선보다 파장이 긴 전자기파이므로 적외선, C는 적외선과 라디오파 사이의 전자기파이므로 마이크로파이다.

[정답맞히기] ㄴ. A는 X선이고, X선은 투과력이 강하여 공항에서 수하물을 검사하는데 이용된다.

ㄷ. B는 적외선이고, 적외선 체온계는 적외선을 측정할 수 있으므로 사람의 몸에서 나오는 B에 해당하는 전자기파를 측정한다. **정답 ④**

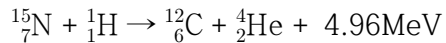
[오답피하기] ㄱ. 진공에서 전자기파의 속력은 파장에 관계없이 일정하고, 전자기파의 속력은 파장과 진동수의 곱이므로 A가 C보다 진동수가 크다.

### 2. 핵반응

[정답맞히기] ㄱ. (가)는  ${}^2_1\text{H}$ 와  ${}^3_1\text{H}$ 가 융합하여 더 무거운 원자핵인  ${}^4_2\text{He}$ 이 되는 반응이므로 핵융합 반응이다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 핵융합 반응에서 방출된 에너지는 질량 결손에 의한 것이며, 방출된 에너지가 (가)에서가 (나)에서보다 크므로 질량 결손은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

ㄷ. 질량수 보존과 전하량 보존에 따라 (나)의 핵반응식을 나타내면 다음과 같다.



따라서 ㉠은  ${}^{12}_6\text{C}$ 이므로 ㉠의 질량수는 12이다.

### 3. 물질의 자성

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 전류가 흐르는 전자석에 의한 자기장에 의해 자기화된 철못은 (나)에서 외부 자기장을 제거해도 자성을 유지하므로 철못은 강자성체이다.

ㄷ. (나)에서 클립은 자기화된 철못에 달라붙어 있으므로 자기화되어 있다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 철못은 전자석에 의한 자기장의 방향으로 자기화되므로 철못의 머리는 S극, 철못의 끝은 N극을 띤다.

### 4. 물질의 저항과 전기 전도도

[정답맞히기] ㄱ. 동일한 물질일 때, 물질의 저항값( $R$ )은 물질의 길이( $l$ )에 비례하고 물질의 단면적( $A$ )에 반비례한다( $R \propto \frac{l}{A}$ ). b와 c의 길이의 비가 2:3일 때 b와 c의 저항값의 비가 2:3이므로 단면적은 ㉠에 해당한다.

ㄷ. 실험 결과로부터 a, b, c의 길이와 관계없이 a, b, c의 전기 전도도는 일정하

로 X의 전기 전도도는 막대의 길이에 관계없이 일정하다.

정답 ③

[오답피하기] ㄴ. a와 b는 단면적이 같지만 길이의 비가 1:2이므로 ㉠은 50보다 작다.

## 5. 빛의 이중성

[정답맞히기] ㄱ. 광전 효과는 빛의 파동성으로는 설명할 수 없고, 아인슈타인이 광자(광양자)의 개념을 도입하여 설명한 현상이다.

ㄴ. 전하 결합 소자(CCD)는 광전 효과를 이용한 것이므로 빛의 입자성을 이용한 것이다.

ㄷ. 비눗방울에서 다양한 색의 무늬가 보이는 현상은 빛의 간섭에 의한 현상이므로 빛의 파동성으로 설명할 수 있다.

정답 ⑤

## 6. 물체의 여러 가지 운동

[정답맞히기] ㄱ. 자유 낙하 하는 공에 작용하는 알짜힘은 중력이므로 물체는 중력 방향으로 운동한다. 또한 중력은 방향이 일정하므로 낙하하는 공의 등가속도 직선 운동은 A에 해당한다.

ㄴ. 등속 원운동을 하는 물체는 운동 방향이 계속 변하지만 물체의 속력은 일정하다. 따라서 등속 원운동을 하는 위성의 운동은 B에 해당한다.

ㄷ. 수평면에 대해 비스듬히 던진 공이 포물선 운동할 때 공에 작용하는 알짜힘은 중력이다. 중력은 방향이 일정하므로 수평면에 대해 비스듬히 던진 공의 포물선 운동은 C에 해당한다.

정답 ⑤

## 7. 파동의 굴절

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 빛이 공기에서 유리로 입사할 때, 입사각이 굴절각보다 크므로 굴절률은 유리가 공기보다 크다.

ㄷ. (다)에서 굴절은 물질의 굴절률에 의한 속력 차이로 인해 나타나고, 굴절률이 클수록 속력이 느려지므로 굴절이 많이 일어난다. 차가운 공기로 갈수록 빛의 굴절이 커지므로 빛의 속력이 느려진다. 따라서 빛의 속력은 뜨거운 공기에서가 차가운 공기에서보다.

정답 ④

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 소리의 속력은 공기의 온도가 높을수록 크므로, 소리의 속력은 따뜻한 공기에서가 차가운 공기에서보다 크다.

## 8. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] ㄴ. 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 진동수( $f$ )는 두 에너지 준위의 차( $\Delta E$ )에 비례한다( $\Delta E = hf$ ). 에너지 준위 차는 c에서가 b에서보다 크므로 방출되는 빛의 진동수는 c에서가 b에서보다 크다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 전자가 높은 에너지 준위로 전이할 때 흡수되는 광자 1개의 에너지는 두 에너지 준위의 차와 같으므로, a에서 흡수되는 광자 1개의 에너지는  $(-0.54\text{eV}) - (-1.51\text{eV}) = 0.97\text{eV}$ 이다.

ㄷ. 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 파장( $\lambda$ )은 두 에너지 준위의 차에 반비례한다 ( $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$ ). ㉠은 c에 의해 나타난 스펙트럼선이고, 에너지 준위의 차는 b에서가 d에서보다 작으므로 방출되는 빛의 파장은 b에서가 d에서보다 길다. 따라서 ㉠은 b에 의해 나타난 스펙트럼선이다.

## 9. 충격량과 운동량 변화량

[정답맞히기] A가 B와 충돌하는 동안 A가 받은 충격량의 크기( $I$ )는 A의 운동량 변화량의 크기( $\Delta p$ )와 같다. 충돌하는 동안 A가 B로부터 받은 평균 힘의 크기를  $F$ 라고 하면,  $I = F \times 0.2s = \Delta p = 2\text{kg} \times 1\text{m/s} - 2\text{kg} \times (-3\text{m/s}) = 8\text{kg} \cdot \text{m/s} = 8\text{N} \cdot \text{s}$ 이다. 따라서 충돌하는 동안 A가 B로부터 받은 평균 힘의 크기  $F = \frac{8\text{kg} \cdot \text{m/s}}{0.2s} = 40\text{N}$ 이다. **정답**

④

## 10. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서 A가 B에 작용하는 힘의 크기는 A의 중력의 크기에  $F$ 가 더해진 힘의 크기이다. 또한 A가 B에 작용하는 힘은 B가 A에 작용하는 힘과 작용 반작용 관계이므로 B가 A에 작용하는 힘의 크기는  $F$ 보다 크다. **정답** ②

[오답피하기] ㄱ. 작용과 반작용은 항상 쌍으로 작용하며, 크기가 같고 방향은 반대이다. 따라서 (가)에서 B가 A에 작용하는 힘을 작용이라고 하면 A가 B에 작용하는 힘이 반작용이다.

ㄷ. (가)에서 저울에 측정된 힘의 크기는 A의 중력의 크기와 B의 중력의 크기의 합이고, (나)에서 저울에 측정된 힘의 크기는 A의 중력의 크기와 B의 중력의 크기의 합에  $F$ 가 더해진 힘의 크기이다. 저울에 측정된 힘의 크기는 (나)에서가 (가)에서의 2배이므로  $F$ 는 A의 중력의 크기와 B의 중력의 크기의 합과 같다. 따라서 (나)의 저울에 측정된 힘의 크기는  $2F$ 이다.

## 11. 전자기 유도

[정답맞히기] ㄱ. 0초부터 2초까지 금속 고리 내부를 지나는 자기장의 세기가 일정(자기장의 변화량이 0)하므로 1초일 때 금속 고리에는 유도 전류가 흐르지 않는다.

ㄴ. 3초일 때 유도 전류의 방향은 시계 방향이고, 6초일 때 유도 전류의 방향은 시계 반대 방향이므로 유도 전류의 방향은 3초일 때와 6초일 때가 서로 반대이다. **정답** ③

[오답피하기] ㄷ. 유도 전류의 세기는 시간에 대한 자기장의 세기 변화량에 비례한다. 7초일 때가 4초일 때보다 시간에 대한 자기장의 세기 변화량이 작으므로 유도 전류의 세기도 7초일 때가 4초일 때보다 작다.

## 12. 열역학 과정

[정답맞히기] ㄱ. 열기관의 열효율 =  $\frac{\text{흡수한 열량} - \text{방출한 열량}}{\text{흡수한 열량}}$  이므로,  $0.3 = \frac{\text{㉠} - 140}{\text{㉠}}$

이다. 따라서 ㉠ = 200이다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. A→B 과정은 기체의 압력이 일정하게 유지되면서 기체의 부피가 증가하고 온도가 상승하는 과정이다. 따라서 기체의 내부 에너지는 온도에 비례하므로, A→B 과정에서 기체의 내부 에너지는 증가한다.

ㄷ. C→D 과정은 기체의 압력이 일정하게 유지되면서 기체의 부피가 감소하고 온도가 하강하는 과정이므로, 기체는 외부로 열을 방출한다.

### 13. 물결파의 간섭

[정답맞히기] ㄱ. 물결파의 속력( $v$ ) =  $\frac{\text{파장}(\lambda)}{\text{주기}(T)}$  이다. 물결파의 속력이 5cm/s, (나)의 R에

서 중첩된 물결파가 한 번 진동하는 데 걸리는 시간(주기,  $T$ )이 2초이므로  $5\text{cm/s} = \frac{\lambda}{2\text{s}}$

에서  $\lambda = 10\text{cm}$ 이다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. 1초일 때 P에서는 마루와 골이 중첩되므로 중첩된 물결파의 변위는 0이다.

ㄷ. 2초일 때 R에서 골과 골이 중첩되므로 Q에서는 마루와 마루가 중첩된다. 따라서 2초일 때, Q에서 중첩된 물결파의 변위는 2cm이다.

### 14. 운동량 보존과 운동 에너지

[정답맞히기] 위치-시간 그래프에서 기울기는 물체의 속도를 나타내므로, 충돌 전과 후 A의 속도의 크기는 각각 2m/s, 1m/s임을 알 수 있다. 따라서 충돌 후 B의 속도의 크기를  $v_B$ 라고 하면, 운동량 보존에 의해  $m_A \times 2\text{m/s} = m_A \times 1\text{m/s} + m_B v_B$ 이므로

$v_B = \frac{m_A}{m_B}$ 이다. 또한 충돌 후 운동 에너지는 B가 A의 3배이므로  $3 \times \frac{1}{2} m_A \times (1\text{m/s})^2 =$

$\frac{1}{2} m_B v_B^2$ 이므로  $v_B = \frac{m_A}{m_B}$ 를 대입하면  $m_A = 3m_B$ 이다. 따라서  $m_A : m_B = 3 : 1$ 이다.

정답 ②

### 15. 전반사와 광섬유

[정답맞히기] ㄱ. X에서 Y로 입사하는 단색광 A의 입사각이 임계각( $\theta_1$ )보다 크면 A는 X와 Y의 경계면에서 전반사한다. (가)에서 A를  $\theta_0$ 보다 큰 입사각으로 X에 입사시키면 A는 X에서 Y로 입사할 때 입사각이  $\theta_1$ 보다 작으므로 A는 X와 Y의 경계면에서 전반사하지 않는다.

ㄷ. 굴절률은 Z가 X보다 크므로 (가)와 (나)에서 각각 공기에서 X와 Z로 A를 입사각  $\theta_0$ 으로 입사시켰을 때 굴절각은 (나)의 Z에서가 (가)의 X에서보다 작기 때문에 (나)의 Z에서 Y로 입사하는 입사각은  $\theta_1$ 보다 크다. (나)의 Z와 Y 사이의 임계각은  $\theta_1$ 보다 작고, Z에서 Y

로 입사하는 입사각은  $\theta_1$ 보다 크므로, (나)에서 A는 Z와 Y의 경계면에서 전반사한다.

정답 ③

[오답피하기] ㄴ. 굴절률은 Z가 X보다 크므로 (나)에서 Z와 Y 사이의 임계각은  $\theta_1$ 보다 작다.

#### 16. 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] ㄱ. 오른손 법칙에 의해 p에서 B에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은  $xy$  평면에 수직으로 나오는 방향이다. 또한 p에서 세 도선의 전류에 의한 자기장은 0이고, C에 흐르는 전류의 방향을 반대로 바꾸었더니 p에서 세 도선의 전류에 의한 자기장의 방향이  $xy$  평면에 수직으로 들어가는 방향이 되었으므로 방향을 바꾸기 전 C에 흐르는 전류의 방향은  $+y$  방향이다. 따라서 p에서 C에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은  $xy$  평면에서 수직으로 나오는 방향이므로 p에서 세 도선의 전류에 의한 자기장이 0이 되려면 A에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은  $xy$  평면에 수직으로 들어가는 방향이어야 하므로, A에 흐르는 전류의 방향은  $+y$  방향이다.

ㄴ. 전류에 의한 자기장의 세기는 도선으로부터 떨어진 거리에 반비례하고 도선에 흐르는 전류의 세기에 비례한다( $B \propto \frac{I}{r}$ ). C의 위치가 B의 위치인  $x=3d$ 인 지점에 있는 경우로 가정하면, 세 도선이 p로부터 떨어진 거리가 같다. 따라서 p에서 세 도선의 전류에 의한 자기장이 0이 되려면  $I_A = I_B + I_C$ 가 되어야 한다. 그러나 C의 위치가  $x=3d$ 보다 커지면  $I_C$ 도 커져야 하므로  $I_A < I_B + I_C$ 이다.

ㄷ. C에 흐르는 전류의 방향을 바꾸기 전에는 세 도선에 흐르는 전류의 방향이 모두  $+y$  방향이므로 O에서 세 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은  $xy$  평면에서 수직으로 나오는 방향이다. 또한 O로부터 떨어진 거리는 C가 가장 크므로 C에 흐르는 전류의 방향이 바뀌어도 O에서 세 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은  $+y$  방향이다. 따라서 O에서 세 도선의 전류에 의한 자기장의 방향은 C에 흐르는 전류의 방향을 바꾸기 전과 후가 같다.

정답 ⑤

#### 17. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄱ. Q가 P를 스치는 순간 P에서 A와 B까지의 거리는 같으므로 P의 관성계에서, A와 B에서 발생한 빛은 동시에 P에 도달한다.

ㄷ. P와 Q의 관성계에서 빛의 속력은 같다. Q의 관성계에서, Q와 B 사이의 거리는 고유 거리이고, P의 관성계에서 Q와 B 사이의 거리는 짧아진 거리이다. 따라서 B에서 발생한 빛이 Q에 도달할 때까지 걸리는 시간은 Q의 관성계에서보다 P의 관성계에서보다 크다.

정답 ④

[오답피하기] ㄴ. P의 관성계에서, Q는 A에서 빛이 발생한 지점으로부터 멀어지고 있고, B에서 빛이 발생한 지점으로 가까워지고 있으므로, B에서 발생한 빛이 A에서 발생한 빛보다 Q에 먼저 도달한다.

### 18. 가속도 법칙

[정답맞히기] A, B는 크기와 방향이 같은 힘을 받아 각각 등가속도 운동을 하므로 가속도의 크기는 B가 A의 2배이다( $a = \frac{F}{m}$ ). 즉, 같은 시간 동안 B의 속도 변화량의 크기가  $\frac{v}{2}$ 이므로 A의 속도 변화량의 크기는  $\frac{v}{4}$ 이다. 따라서 A가 p에서 2d만큼 이동했을 때 A의 속력은  $\frac{3}{4}v$ 이다. A, B가 이동한 거리는 각각 2d, d+x이므로 A, B에 등가속도 운동 공식을 적용하면, A의 경우는  $2a(2d) = \left(\frac{3}{4}v\right)^2 - v^2 \dots \textcircled{1}$ 이고, B의 경우는  $2(2a)(d+x) = \left(\frac{v}{2}\right)^2 - v^2 \dots \textcircled{2}$ 이다. 따라서 식 ①, ②를 정리하면,  $x = \frac{5}{7}d$ 이다. **정답 ④**

### 19. 전기력

(가)에서 B와 C 사이의 밖에 있는 A에 작용하는 전기력이 0이므로 B와 C는 서로 다른 종류의 전하이므로, 전하량의 크기는 C가 B보다 크다. (나)에서 C를 B에 가까이하였을 때, A와 C 사이에 있는 B에 작용하는 전기력이 0이므로 A와 C는 서로 같은 종류의 전하이므로, 전하량의 크기는 A가 C보다 크다.

[정답맞히기] ㄱ. A와 C는 서로 같은 종류의 전하이므로 C는 양(+)전하이므로 **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 전하량의 크기는 C가 B보다 크고, A가 C보다 크므로 A가 B보다 크다.  
ㄷ. (가)에서 A와 B 사이의 전기력의 크기는 B와 C 사이의 전기력의 크기보다 크다. A에 작용하는 전기력이 0이므로 A와 C 사이의 전기력의 크기와 A와 B 사이의 전기력의 크기는 같다. A와 C 사이의 전기력의 크기는 B와 C 사이의 전기력의 크기보다 크므로 C에 작용하는 전기력의 방향은 +x방향이다.

### 20. 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] 두 물체의 속력이 같을 때 물체의 운동 에너지는 물체의 질량에 비례하므로 (나)에서 A의 운동 에너지를 E라고 하면, B의 운동 에너지는  $\frac{3}{2}E$ 이다. 역학적 에너지 보존에 의해 증가한 역학적 에너지의 합은 감소한 역학적 에너지의 합과 같으므로,  $E + \frac{3}{2}E + 3 \times 10 \times 0.05 = 2 \times 10 \times 0.05 + \frac{1}{2} \times 200 \times (0.1^2 - 0.05^2)$ 에서  $E = 0.1\text{J}$ 이다.  
또한 (나)에서 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는  $\frac{1}{2} \times 200 \times 0.05^2 = 0.25(\text{J})$ 이므로 (나)에서 A의 운동 에너지는 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지의  $\frac{2}{5}$ 배이다.

**정답 ②**