

목록

2024-고3-9월-모의고사-물리1-해설-ebs	1
2024-고3-9월-모의고사-화학1-해설-ebs	8
2024-고3-9월-모의고사-생명과학1-해설-ebs	17
2024-고3-9월-모의고사-지구과학1-해설-ebs	25
2024-고3-9월-모의고사-물리2-해설-ebs	32
2024-고3-9월-모의고사-화학2-해설-ebs	40
2024-고3-9월-모의고사-생명과학2-해설-ebs	47
2024-고3-9월-모의고사-지구과학2-해설-ebs	54

2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
과학탐구영역 물리학 I 정답 및 해설

01.②	02.①	03.④	04.③	05.①	06.②	07.②	08.③	09.④	10.⑤
11.①	12.⑤	13.⑤	14.③	15.④	16.②	17.②	18.⑤	19.③	20.④

**1. 전자기파의 이용**

[정답맞히기] ㄴ. 진공에서 전자기파의 속력은 전자기파의 종류에 관계없이 모두 같다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. A는 적외선과 라디오파 사이의 전자기파이므로 마이크로파, B는 자외선과 적외선 사이의 전자기파이므로 가시광선이다.

ㄷ. 파장은 B가 A보다 크므로 진동수는 A가 B보다 크다.

**2. 핵반응**

[정답맞히기] A. (가)는 질량수가 큰 원자핵이 크기가 비슷한 2개의 원자핵으로 쪼개지는 현상인 핵분열 반응이고, (나)는 질량수가 작은 원자핵이 융합하여 질량수가 큰 원자핵이 되는 현상인 핵융합 반응이다. **정답①**

[오답피하기] B. 핵반응 과정에서 질량수와 양성자수는 보존된다. ㉠의 질량수와 양성자수를 각각  $a$ ,  $b$ 라고 하면,  $235+a=140+94+2$ 에서  $a=1$ 이고,  $92+b=54+38$ 에서  $b=0$ 이다. 따라서 ㉠은 중성자( ${}^1_0n$ )이다.

C. 핵반응 과정에서 발생하는 에너지는 질량 결손에 의한 것이므로 (나)에서  ${}^2_1H$ 와  ${}^3_1H$ 의 질량의 합은  ${}^4_2He$ 과 ㉡의 질량의 합보다 크다.

**3. 파동의 표현**

[정답맞히기] ㄱ. A에서 파동의 속력이  $4\text{ cm/s}$ , 파장이  $8\text{ cm}$ 이므로 파동의 주기

$$T = \frac{8\text{ cm}}{4\text{ cm/s}} = 2\text{ s}$$

이다.

ㄷ. 파동이 A에서 B로 이동하므로  $t=0.1$ 초일 때 P에서 파동의 변위는  $y_p$ 보다 작다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. B에서 파동의 파장은  $4\text{ cm}$ 이고, 주기는  $2$ 초이므로 파동의 진행 속력은  $\frac{4\text{ cm}}{2\text{ s}} = 2\text{ cm/s}$ 이다.

**4. 보어의 수소 원자 모형**

[정답맞히기] ㄱ. 전자의 전이 과정에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 에너지 준위 차이이다. 따라서 B에서 방출되는 광자 1개의 에너지는  $|E_4 - E_2|$ 이다.

ㄴ. 전자의 전이 과정에서 방출되는 광자 1개의 에너지가 클수록 방출되는 빛의 파장은 짧다. A, B, C 중에서 방출되는 빛의 에너지는 C가 가장 크므로 C에서 방출되는 빛의 파장은 가장 짧다. 따라서 C에서 방출되는 빛의 파장은  $\lambda_1$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. D에서 흡수되는 빛의 에너지는  $|E_5 - E_3|$ 이고,  $|E_5 - E_3| =$

$|(E_5 - E_2) - (E_3 - E_2)| = hc\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_3}\right)$ 이다. 따라서 D에서 흡수되는 빛의 진동수는  $\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_3}\right)c$ 이다.

### 5. 물질의 자성

[정답맞히기] 실험 결과 II에서 용수철저울의 측정값이 결과 I에서보다 크므로 A와 B 사이에서는 서로 당기는 자기력이 작용하고, 결과 III에서 용수철저울의 측정값이 결과 I에서보다 작으므로 A와 C 사이에서는 서로 미는 자기력이 작용한다. 따라서 A는 강자성체, B는 상자성체, C는 반자성체이다. **정답①**

### 6. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] L. B의 관성계에서 측정한 우주선의 길이는 고유 길이이고, A의 관성계에서 측정한 우주선의 길이는 고유 길이보다 짧은 수축된 길이이다. 따라서 B의 관성계에서 우주선의 길이는  $L_1$ 보다 길다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. A의 관성계에서 B는  $0.9c$ 의 속력으로 운동하고 있으므로 A의 관성계에서 B의 시간은 A의 시간보다 느리게 간다.

ㄷ. B의 관성계에서 측정한 P와 Q 사이의 거리는  $L_2$ 보다 짧다. 따라서 B의 관성계에서, P에서 방출된 빛이 Q에 도달하는 데 걸리는 시간은  $\frac{L_2}{c}$ 보다 작다.

### 7. 열역학 법칙

[정답맞히기] L. C → D 과정은 등적 과정이므로 기체가 방출한 열량은 기체의 내부 에너지 감소량과 같고, 기체의 내부 에너지 변화량은 기체의 절대 온도 변화량에만 관계가 있다. A → B 과정에서 기체가 흡수한 열량이  $5Q$ 이므로 C → D 과정에서 기체가 방출한 열량은  $5Q$ 이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. B와 C의 상태에서 기체의 절대 온도가 같으므로 기체의 압력은 부피에 반비례한다. 따라서 기체의 압력은 B에서가 C에서보다 크다.

ㄷ. A → B → C → D → A 과정에서 기체가 흡수한 열량은  $8Q$ 이고, C → D 과정에서 기체가 외부로부터 받은 일은 방출된 열량( $Q_{DA}$ )과 같으므로 A → B → C → D → A 과

정에서 방출된 열량은  $5Q + Q_{DA}$ 이다. 열기관의 열효율은  $0.25$ 이므로  $\frac{3}{4} = \frac{5Q + Q_{DA}}{8Q}$

에서  $Q_{DA} = Q$ 이다. 따라서 D → A 과정에서 기체가 외부로부터 받은 일은  $Q$ 이다.

### 8. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] ㄱ. B의 질량을  $m_B$ 라고 하자. A, B에 빗면과 나란한 아래 방향으로 작용하는

힘의 크기는 각각  $6ma$ ,  $3m_B a$ 이다. A, B, C가 등속도 운동을 할 때, A, B, C에 작용하는 알짜힘은 0이므로  $2mg - 3m_B a - 6ma = 0 \cdots \textcircled{1}$ 이다. p가 끊어진 후 B, C에 작용하는 힘은  $2mg - 3m_B a = (2m + m_B)a \cdots \textcircled{2}$ 이다. 식 ①, ②를 정리하면  $3m_B a + 6ma = 3m_B a + (2m + m_B)a$ 에서  $m_B = 4m$ 이다.

ㄷ. p를 끊기 전 p가 B를 당기는 힘의 크기는 p가 A를 당기는 힘의 크기와 같다. p가 B를 당기는 힘의 크기를  $T$ 라고 하면, p를 끊기 전 A는 등속도 운동을 하므로  $T = 6ma = \frac{2}{3}mg$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. B의 질량이  $4m$ 이므로 이를 식 ①에 대입하여 정리하면

$$2mg = 12ma + 6ma \text{에서 } a = \frac{1}{9}g \text{이다.}$$

### 9. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서 B가 A를 떠받치는 힘의 크기를  $f$ 라고 하면 (가)에서 B가 A를 떠받치는 힘의 크기는  $2f$ 이다. (가)의 A에서  $F + 2mg = 2f$ 이고, (나)의 A에서  $mg - 2F = f$ 이므로 두 식을 연립하면  $F = \frac{1}{5}mg$ 이다.

ㄷ. 수평면이 B를 떠받치는 힘의 크기는 (가)에서  $N_{(가)} = 4mg + \frac{1}{5}mg = \frac{21}{5}mg$ 이고, (나)에서  $N_{(나)} = 4mg - 2 \times \frac{1}{5}mg = \frac{18}{5}mg$ 이다. 따라서  $N_{(가)}$ 는  $N_{(나)}$ 의  $\frac{7}{6}$ 배이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. A에 작용하는 중력에 대한 작용 반작용 관계의 힘은 A가 지구를 잡아당기는 힘이다. 따라서 B가 A를 떠받치는 힘은 A에 작용하는 중력과 작용 반작용 관계가 아니다.

### 10. 운동량과 충격량

[정답맞히기] ㄴ. II에서 B가 A와 충돌한 후 B의 운동량의 크기를  $p_B$ 라고 하자.  $p + p_B = 2S \cdots \textcircled{1}$ 이고,  $p_B + \frac{1}{3}p = S \cdots \textcircled{2}$ 이다. 식 ①, ②를 정리하면  $p_B = \frac{1}{3}p$ 이다.

ㄷ. I에서 A, B의 운동량의 합은 0이므로 II에서도 A, B의 운동량의 합은 0이다. 따라서 II, III에서 A의 운동량의 크기는  $\frac{1}{3}p$ 이다. III에서 A와 B의 운동량의 크기는 같고, 질량은 B가 A의 2배이므로 속력은 A가 B의 2배이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. B가 A와 충돌하는 받은 평균 힘의 크기는  $\frac{2S}{T}$ 이고, 벽과 충돌하는 동안 받은 평균 힘의 크기는  $\frac{S}{2T}$ 이다. 따라서 B가 받은 평균 힘의 크기는 A와 충돌하는 동안이 벽과 충돌하는 동안의 2배이다.

### 11. 다이오드

[정답맞히기] ㄱ.  $S_1$ 을 a에 연결하고  $S_2$ 를 닫았을 때, LED에서 빛이 방출되므로 A와 LED에는 모두 순방향 전압이 걸린다. 따라서 X는 p형 반도체이고, 주로 양공이 전류를 흐르게 한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ.  $S_1$ 을 a에 연결하고  $S_2$ 를 열었을 때, LED에는 순방향 전압이 걸리지만 LED에서 빛이 방출되지 않았으므로 B에는 역방향 전압이 걸린다.

ㄷ.  $S_1$ 을 b에 연결하면 LED에는 역방향 전압이 걸리므로 LED에서 빛이 방출되지 않는다. 따라서 ㉠은 ‘방출되지 않음’이다.

### 12. 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] ㄱ. a에서 P에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기와 Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 같다. 만약에 Q에 흐르는 전류의 방향이  $-y$ 방향이라면, a에서 P, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장은 0이다. R에는 일정한 전류가 흐른다고 했으므로 R의 중심이 a일 때, a에서 P, Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장은 0이 될 수 없다. 따라서 Q에 흐르는 전류의 방향은  $+y$ 방향이다.

ㄴ. R의 중심에서 R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기를  $B$ 라 하고,  $xy$ 평면에 수직으로 들어가는 방향을 (+)방향이라고 하자. a에서  $k\left(\frac{2I_0}{2d} + \frac{3I_0}{3d}\right) = B$ 에서  $B = k\frac{2I_0}{d}$ 이

다. R의 중심이 b일 때 P, Q, R에 의한 자기장의 세기는

$k\left(\frac{2I_0}{4d} + \frac{3I_0}{3d}\right) - B = k\left(\frac{3I_0}{2d} - \frac{2I_0}{d}\right) = -k\frac{I_0}{2d} = B_0$ 이다. 따라서 ㉡은  $xy$ 평면에서 수직으로 나오는 방향이다.

ㄷ. ㉢ =  $k\left(\frac{2I_0}{4d} + \frac{3I_0}{d}\right) - B = k\left(\frac{7I_0}{2d} - \frac{2I_0}{d}\right) = k\frac{3I_0}{2d} = 3B_0$ 이다. 정답⑤

### 13. 전자기 유도

[정답맞히기] a가  $x=7d$ 일 때 a에는  $-y$ 방향으로 유도 전류가 흐르고, a가  $x=d$ 일 때 같은 방향( $-y$ 방향)으로 유도 전류가 흐르므로 영역 I에서 자기장의 방향은  $xy$ 평면에서 수직으로 나오는 방향이다.

a의 위치	단위 시간당 자기장의 변화량	a에 흐르는 유도 전류의 방향	a에 흐르는 유도 전류의 세기
$x=0$ 에서 $x=2d$	$\Delta B_0$	$-y$ 방향	$I_0$
$x=2d$ 에서 $x=4d$	$2\Delta B_0$	$+y$ 방향	$2I_0$
$x=4d$ 에서 $x=6d$	$\Delta B_0$	$+y$ 방향	$I_0$
$x=6d$ 에서 $x=8d$	$2\Delta B_0$	$-y$ 방향	$2I_0$

따라서 a에 흐르는 유도 전류를 나타낸 그래프로 가장 적절한 것은 ⑤번이다. 정답⑤

#### 14. 빛의 굴절

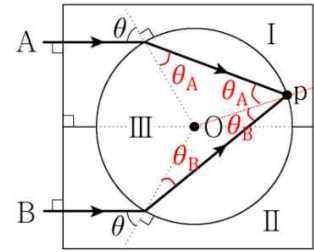
[정답맞히기] ㄱ. A가 I에서 III으로 진행할 때 I과 III의 경계면에서 A의 입사각은 굴절각보다 크다. 따라서 굴절률은 I이 III보다 작으므로 A의 파장은 I에서가 III에서보다 길다.

ㄴ. B가 II에서 III으로 진행할 때 II와 III의 경계면에서 B의 입사각은 굴절각보다 크다. 따라서 굴절률은 II가 III보다 작다. III의 경계면에서 A, B의 굴절각을 각각  $\theta_A$ ,  $\theta_B$ 라고 하면,  $\theta_A > \theta_B$

이다. I과 III의 경계면에서 A의 입사각과 II와 III의 경계면에서 B의 입사각은  $\theta$ 로 같으므로 굴절률은 I이 II보다 크다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. I, II, III의 굴절률을 각각  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ 라고 하면,  $n_3 > n_1 > n_2$ 이다. B가 III에서 I로 진행할 때 III과 I의 경계면에서 B의 임계각을  $\theta_{i1}$ 라 하고, B가 III에서 II로 진행할 때 III과 II의 경계면에서 B의 임계각을  $\theta_{i2}$ 라 하면,  $\sin \theta_{i1} = \frac{n_1}{n_3}$ 이고  $\sin \theta_{i2} = \frac{n_2}{n_3}$ 이다.

$n_1 > n_2$ 이므로  $\theta_{i1} > \theta_{i2}$ 이다. 만약에 B가 III에서 II로 진행한다면 III과 II의 경계면에 입사각  $\theta_B$ 로 입사할 때 굴절각은  $\theta$ 이므로 B는 전반사하지 않는다.  $\theta_{i1} > \theta_{i2}$ 이므로 B는 p에서 전반사하지 않는다.



#### 15. 파동의 간섭

[정답맞히기] ㄱ. P에서는 마루와 골이 중첩되므로 상쇄 간섭이 일어난다.

ㄷ. 물결파의 주기는  $T = \frac{20 \text{ cm}}{20 \text{ cm/s}} = 1 \text{ s}$ 이다. 따라서 R에서 중첩된 물결파의 변위는  $t=1$ 초일 때와  $t=2$ 초일 때가 같다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. Q에서는 마루와 마루가 만나므로 보강 간섭이 일어나는 지점이다. Q에서는 시간에 따라 마루와 마루, 골과 골이 중첩되므로 물결파의 변위는 시간에 따라 변한다.

#### 16. 물질파

[정답맞히기] ㄷ. 물질파 파장이 짧을수록 분해능이 좋다. 물질파 파장은 Q가 P보다 짧으므로 분해능은 Q를 이용할 때가 P를 이용할 때보다 좋다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 전자의 질량을  $m$ 이라고 하면, P의 운동량의 크기는  $\sqrt{2mE_0}$ 이고, Q의 운동량의 크기는  $\sqrt{2m(2E_0)}$ 이다. 따라서 전자의 운동량의 크기는 Q가 P의  $\sqrt{2}$ 배이다.

ㄴ. 물질파 파장은 운동량의 크기에 반비례한다. 운동량의 크기는 Q가 P의  $\sqrt{2}$ 배이므로 물질파 파장은 P가 Q의  $\sqrt{2}$ 배이다. 따라서 ㉠은  $\sqrt{2} \lambda_0$ 이다.

### 17. 운동량 보존

[정답맞히기] B의 운동 에너지를  $E_0$ 이라 하면 C의 운동 에너지는  $2E_0 = \frac{1}{2}m(2v)^2$ 에서  $E_0 = mv^2$ 이다. (나)에서 A와 C가 충돌하여 정지하였으므로 (가)에서 A와 C의 운동량의 크기는 같다. C의 운동량의 크기가  $2mv$ 이므로 A와 B의 운동량의 크기도  $2mv$ 이다. B의 질량이  $m_B$ 일 때,  $E_0 = \frac{(2mv)^2}{2m_B} = mv^2$ 에서  $m_B = 2m$ 이다. D의 질량이  $m_D$ 일 때, (가)와 (나)에서 B와 D의 운동량은 보존되므로  $2mv - m_Dv = (2m + m_D) \times \frac{1}{3}v$ 에서  $m_D = m$ 이다. 정답②

### 18. 전기력

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 A에 작용하는 전기력의 방향은  $+x$ 방향이므로, B가 A에 작용하는 전기력의 크기는 C가 A에 작용하는 전기력의 크기보다 작다. A로부터의 거리는 C가 B보다 크므로 전하량의 크기는 C가 B보다 크다.

ㄷ. C가 A에 작용하는 전기력의 크기는 (가)에서와 (나)에서가 같다. B가 A에 작용하는 전기력의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크고, (가)와 (나)에서 C가 A에 작용하는 전기력의 방향과 B가 A에 작용하는 전기력의 방향인 반대이다. 따라서 A에 작용하는 전기력의 크기는 (나)에서가 (가)에서보다 크다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 C는 A와 B의 외부에 위치해 있고, (나)에서 C는 A와 B 사이에 위치해 있다. C에 작용하는 전기력의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크므로 A와 B는 같은 종류의 전하이다. 따라서 B는 양(+)전하이다. (가)에서 B가 A에 작용하는 전기력의 방향은  $-x$ 방향이고, B와 C가 A에 작용하는 전기력의 방향은  $+x$ 방향이므로 C는 음(-)전하이다. 따라서 (가)에서 B에 작용하는 전기력의 방향은  $+x$ 방향이다.

### 19. 역학적 에너지

[정답맞히기] 마찰 구간 I에서 손실된 역학적 에너지를  $W$ 라 하면 마찰 구간 II에서 손실된 역학적 에너지는  $2W$ 이다. 중력 가속도가  $g$ 일 때, 높이  $6h$ 인 지점에서 물체의 역학적 에너지는  $6mgh$ 이고,  $r$ 의 높이가  $H$ 일 때  $r$ 에서 물체의 역학적 에너지는  $mgH = 6mgh - 3W \cdots ①$ 이다.

p에서의 역학적 에너지는  $6mgh - W = mgh + \frac{1}{2}m(\sqrt{2}v)^2 \cdots ②$ 이고, q에서의 역학적 에너지는  $mgh + \frac{1}{2}m(\sqrt{2}v)^2 - 2W = 2mgh + \frac{1}{2}mv^2 \cdots ③$ 이다. 식 ②와 ③을 연립하면

$W = \frac{3}{5}mgh$ 이고, 이를 식 ①에 대입하면  $H = \frac{21}{5}h$ 이다. 정답③

## 20. 등가속도 운동

[정답맞히기] b, c, d에서 물체의 속력을 각각  $v_b$ ,  $v_c$ ,  $v_d$ 라고 하자. 물체가 a에서 b

까지, c에서 d까지 운동하는 데 걸린 시간이  $t$ 로 같다고 하면  $\frac{L}{t} = \frac{v+v_b}{2} \dots \textcircled{1}$ 이고,

$\frac{3L}{t} = \frac{v_c+v_d}{2} \dots \textcircled{2}$ 이다. 식 ①, ②를 정리하면  $3v+3v_b = v_c+v_d \dots \textcircled{3}$ 이다. a와 d 사이

의 평균 속력은 b와 c 사이의 평균 속력과 같으므로  $v_b+v_c = v+v_d$ 에서  $v_b-v = v_d-v_c \dots \textcircled{4}$ 이다. 식 ③+④를 하면  $2v_b+v = v_d \dots \textcircled{5}$ 이다. 식 ③-④를 하면  $2v+v_b = v_c \dots \textcircled{6}$ 이

다. 물체는 b에서 d까지 등가속도 운동을 하므로  $v_d^2 - v_b^2 = 18aL$ 이고, 식 ⑤를 대입하여 정리하면  $v^2 + 4vv_b + 3v_b^2 = 18aL$ 에서  $(v+3v_b)(v+v_b) = 18aL \dots \textcircled{7}$ 이다. 마찬가지로

물체는 a에서 c까지 등가속도 운동을 하므로  $v_c^2 - v^2 = 14aL$ 이고, 식 ⑥을 대입하여 정리하면  $3v^2 + 4vv_b + v_b^2 = 14aL$ 에서  $(3v+v_b)(v+v_b) = 14aL \dots \textcircled{8}$ 이다. 식 ⑦, ⑧을 정리

하면  $\frac{3v+v_b}{v+3v_b} = \frac{7}{9}$ 이므로  $v_b = \frac{5}{3}v$ 이다. 물체가 a에서 b까지 등가속도 운동을 하므로

$v_b^2 - v^2 = 2aL$ 에서  $\frac{25}{9}v^2 - v^2 = 2aL$ 이므로  $a = \frac{8v^2}{9L}$ 이다. 정답④

### [별해]

a에서 b까지와 c에서 d까지 물체가 이동하는 데 걸린 시간을 각각  $t$ , b에서 c까지 물체가 이동하는 데 걸린 시간을  $\Delta t$ , 가속도의 크기를  $a$ 라고 하자. c에서 물체의 속력을  $v_c$ 라 하면 b에서 물체의 속력은  $v+at$ 이고, d에서 물체의 속력은  $v_c+at$ 이다. a

에서 d까지 평균 속력을 이용하면  $\frac{v+(v_c+at)}{2} \times (2t+\Delta t) = 10L \dots \textcircled{1}$ , b에서 c까지 평

균 속력을 이용하면  $\frac{(v+at)+v_c}{2} \times \Delta t = 6L \dots \textcircled{2}$ 이다. 식 ①, ②를 연립하면  $\Delta t = 3t$ 이

다. a에서 b까지 평균 속력을 이용하면  $\frac{2v+at}{2} \times t = L \dots \textcircled{3}$ , a에서 d까지 평균 속력을

이용하면  $\frac{2v+5at}{2} \times 5t = 10L \dots \textcircled{4}$ 이다. 식 ③, ④를 연립하면  $at = \frac{2}{3}v \dots \textcircled{5}$ 이고, 이를

식 ③에 대입하면  $t = \frac{3L}{4v} \dots \textcircled{6}$ 이다. 식 ⑤, ⑥을 정리하면  $a = \frac{2v}{3t} = \frac{8v^2}{9L}$ 이다.



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

### 1. 발열 반응과 흡열 반응

[정답맞히기] 학생 A. 메테인( $\text{CH}_4$ )은 탄소(C)와 수소(H)로 이루어진 화합물이므로 탄소 화합물이다. 정답①

[오답피하기] 학생 B. 메테인( $\text{CH}_4$ )의 연소 반응은 발열 반응이다.

학생 C. 질산 암모늄( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )이 물에 용해될 때 주위의 온도가 내려가므로 냉찜질 주머니를 차갑게 만들 수 있다. 따라서 질산 암모늄( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )이 물에 용해될 때 주위의 열을 흡수한다.

### 2. 금속 결합과 공유 결합

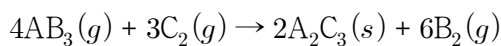
[정답맞히기] ㄱ. 은(Ag)은 금속 결합 물질이므로  $\ominus$ 은 자유 전자이다.

ㄴ.  $\text{Ag}(s)$ 은 금속 결합 물질이므로 전성(퍼짐성)이 있다.

ㄷ. C( $s$ , 다이아몬드)는 공유 결합 물질이므로 C( $s$ , 다이아몬드)를 구성하는 원자는 공유 결합을 하고 있다. 정답⑤

### 3. 화학 반응식

$\text{AB}_3(g)$ 와  $\text{C}_2(g)$ 가 반응하여  $\text{A}_2\text{C}_3(s)$ 와  $\text{B}_2(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



$\text{AB}_3(g)$  4 mol이 모두 반응할 때 3 mol의  $\text{C}_2(g)$ 가 소모되고, 6 mol의  $\text{B}_2(g)$ 가 생성된다. 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하고, 실린더 속 기체의 부피비는 실린더

속 기체의 몰비와 같으므로  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{6}{4+3} = \frac{6}{7}$ 이다. 정답②

### 4. 분자의 구조와 극성, 무극성

분자의 구조가 직선형인 분자와 평면 삼각형인 분자에서 극성 또는 무극성 분자가 존재한다. ㉠은 분자 구조가 직선형이면서 극성 분자이고, ㉡은 분자 구조가 평면 삼각형이면서 극성 분자이다.

[정답맞히기] ④ HCN는 분자 구조가 직선형이면서 극성 분자이고, HCHO는 분자 구조가 평면 삼각형이면서 극성 분자이다. 정답④

[오답피하기] ①  $\text{H}_2\text{O}$ 은 분자 구조가 굽은형이면서 극성 분자이고,  $\text{BCl}_3$ 는 분자 구조가 평면 삼각형이면서 무극성 분자이다.

②  $\text{H}_2\text{O}$ 은 분자 구조가 굽은형이면서 극성 분자이고, HCHO는 분자 구조가 평면 삼

각형이면서 극성 분자이다.

③ HCN는 분자 구조가 직선형이면서 극성 분자이고, BCl<sub>3</sub>는 분자 구조가 평면 삼각형이면서 무극성 분자이다.

⑤ HCN는 분자 구조가 직선형이면서 극성 분자이고, NH<sub>3</sub>는 분자 구조가 삼각뿔형이면서 극성 분자이다.

### 5. CO<sub>2</sub>의 동적 평형

[정답맞히기] ㄱ. t<sub>2</sub>일 때 CO<sub>2</sub>(s)와 CO<sub>2</sub>(g)가 동적 평형 상태에 도달하였고, t<sub>1</sub>→t<sub>2</sub>까지 ㉠의 양(mol)은 감소하므로 ㉠은 CO<sub>2</sub>(s)이다.

ㄷ. t<sub>2</sub>일 때 CO<sub>2</sub>(s)와 CO<sub>2</sub>(g)가 동적 평형 상태에 도달하였으므로 CO<sub>2</sub>(g)의 양(mol)은 t<sub>3</sub>일 때와 t<sub>4</sub>일 때가 같다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 밀폐된 진공 용기 속 CO<sub>2</sub>(s)가 동적 평형 상태에 도달할 때까지 CO<sub>2</sub>(s)가 CO<sub>2</sub>(g)로 승화되는 속도는 일정하고, CO<sub>2</sub>(g)가 CO<sub>2</sub>(s)로 승화되는 속도는 증가하므로 동적 평형 상태에 도달하면  $\frac{\text{CO}_2(g)\text{가 CO}_2(s)\text{로 승화되는 속도}}{\text{CO}_2(s)\text{가 CO}_2(g)\text{로 승화되는 속도}} = 1$ 이 된다.

따라서 t<sub>1</sub>일 때  $\frac{\text{CO}_2(g)\text{가 CO}_2(s)\text{로 승화되는 속도}}{\text{CO}_2(s)\text{가 CO}_2(g)\text{로 승화되는 속도}} < 1$ 이다.

### 6. 이온 결합 물질

X<sup>a+</sup>, Y<sup>b+</sup>, Z<sup>c-</sup>은 Ne의 전자 배치를 가지므로 X, Y는 3주기 금속 원소 중 하나이고, Z는 2주기 비금속 원소 중 하나이다. 화합물 (가)에서 이온 수 비는 X<sup>a+</sup>:Z<sup>c-</sup>=2:3이므로 a=3, c=2이고, (나)에서 이온 수 비는 Y<sup>b+</sup>:Z<sup>c-</sup>=2:1이므로 b=1이다.

[정답맞히기] ㄴ. Z 원자는 전자 2개를 받아 Z<sup>2-</sup>이 되므로 Z는 2주기 16족 원소이다. 따라서 Z는 산소(O)이다.

ㄷ. X는 전자 3개를 잃고 X<sup>3+</sup>이 되므로 X는 3주기 13족 원소이고, Y는 전자 1개를 잃고 Y<sup>+</sup>이 되므로 Y는 3주기 1족 원소이다. 따라서 원자가 전자 수는 X>Y이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. a=3이다.

### 7. 오비탈의 양자수

Mg의 바닥상태 전자 배치는 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>이므로 (가)~(라)는 1s, 2s, 2p, 3s 중 하나이다. 1s, 2s, 2p, 3s의 n+l는 각각 1, 2, 3, 3이고, n+l는 (가)>(나)>(다)이므로 (가)는 2p와 3s 중 하나이고, (나)는 2s, (다)는 1s이다. m<sub>l</sub>는 (나)=(라)>(가)인데 2s인 (나)의 m<sub>l</sub>=0이므로 (가)는 m<sub>l</sub>=-1인 2p이고 (라)는 m<sub>l</sub>=0이므로 m<sub>l</sub>=0인 2p 또는

3s 중 하나인데 (가)~(라) 중  $l+m_l$ 는 (라)가 가장 크므로 (라)는 2p이다.

오비탈	(가)	(나)	(다)	(라)
	2p	2s	1s	2p
$m_l$	-1	0	0	0
$n+l$	3	2	1	3
$l+m_l$	0	0	0	1

[정답맞히기] ㄴ. (가)의  $l=1$ ,  $m_l=-1$ 이므로  $l+m_l=0$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 다전자 원자에서 오비탈의 에너지 준위는  $2p > 2s$ 이다. 따라서 에너지 준위는 (가)>(나)이다.

ㄷ. (라)는 2p이다.

### 8. 결합의 극성

X는 C, Y는 O이므로  $XY_2$ 는  $CO_2$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 2주기에서 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 크므로 전기 음성도는  $Y > X$ 이다.

ㄷ.  $XH_4$ 의 분자 구조는 정사면체형이고,  $XY_2$ 의 분자 구조는 직선형이므로 결합각은  $XY_2 > XH_4$ 이다. 정답④

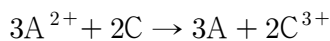
[오답피하기] ㄴ. 전기 음성도는  $Y > X > H$ 이므로  $YH_2$ 에서 Y는 부분적인 음전하( $\delta^-$ )를 띤다.

### 9. 금속과 금속 양이온의 반응

$A^{a+}$   $3N$ mol이 모두 반응할 때 I에서 전체 양이온의 양(mol)은 증가했으므로 이온의 산화수는  $A^{a+}$ 이  $B^{b+}$ 보다 크고, II에서 전체 양이온의 양(mol)은 감소했으므로 이온의 산화수는  $C^{c+}$ 이  $A^{a+}$ 보다 크다. 따라서  $c > a > b$ 이므로  $a=2$ ,  $b=1$ ,  $c=3$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서  $A^{a+}$ 은 환원되고 B와 C를 산화시키므로  $A^{a+}$ 은 산화제로 작용한다.

ㄴ. 금속과 다른 금속의 양이온이 반응할 때 양이온의 총 전하량은 일정하다. II에서 일어나는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서  $A^{2+}$   $3N$ mol이 반응하면  $C^{3+}$   $2N$ mol이 생성되므로  $x=2N$ 이다.

ㄷ.  $c > b$ 이다. 정답⑤

### 10. 바닥상태 전자 배치

표는 2, 3주기 14족~16족 바닥상태 원자에 대한 자료이다.

원자	C	N	O	Si	P	S
홀전자 수	2	3	2	2	3	2
p 오비탈에 들어 있는 전자 수	2	3	4	8	9	10
$\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{\text{홀전자 수}}$	1	1	2	4	3	5

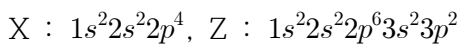
따라서 X는 O, Y는 P, Z는 Si이다.

[정답맞히기] ㄱ. 3주기 원소는 Y와 Z의 2가지이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 홀전자 수는 Y가 X보다 크다.

ㄷ. X와 Z의 바닥 상태 전자 배치는 다음과 같다.



따라서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 X가 5, Z가 8이므로, 전자가 들어 있는 오비탈 수는 Z가 X의 2배보다 작다.

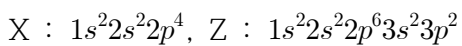
따라서 X는 O, Y는 P, Z는 Si이다.

[정답맞히기] ㄱ. 3주기 원소는 Y와 Z이므로 2가지이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 홀전자 수는 Y가 X보다 크다.

ㄷ. X와 Z의 바닥 상태 전자 배치는 다음과 같다.



따라서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 X가 5, Z가 8이므로, 전자가 들어 있는 오비탈 수는 Z가 X의 2배보다 작다.

### 11. 원소의 주기적 성질

Li, Be, B, C 중 제1 이온화 에너지는  $C > Be > B > Li$ 이고, 제2 이온화 에너지는

$Li > B > C > Be$ 이므로  $\frac{E_1}{E_2}$ 는 Li이 가장 작다. 따라서 W는 Li이다. 그리고 B는 제1

이온화 에너지는 Be과 C보다 작고, 제2 이온화 에너지는 Be과 C보다 크므로  $\frac{E_1}{E_2}$ 는

두 번째로 작다. 따라서 X는 B이다. 또한 제1 이온화 에너지는  $Y > Z$ 이므로 Y는 C, Z는 Be이다.

[정답맞히기] ㄱ. W는 Li이다.

ㄴ. 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크다. 원자 번호는 Y가 X보다 크므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는  $Y > X$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 같은 주기에서 원자 반지름은 원자 번호가 작을수록 크다. 원자 번호는  $Y > X > Z > W$ 이므로 원자 반지름은  $W > Z > X > Y$ 이다. 따라서 원자 반지름은 Y가 가장 작다.

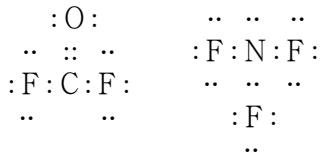
## 12. 분자의 모양

$\text{XF}_2$ 에서 X와 F은 단일 결합을 형성하므로 X는 O이고  $\text{XF}_2$ 는  $\text{OF}_2$ 이다. 또한 X는 O이므로 Y는 N이고  $\text{YF}_3$ 는  $\text{NF}_3$ 이다. F은 원자가 전자 수가 7이므로 F 원자 1개는 다른 원자와 단일 결합 1개를 이룬다. 따라서 F 원자와 다른 원자 사이의 단일 결합 수는 분자에 포함된 F 원자 수와 같다.  $\text{CXF}_m$ 에서 C와 F 사이의 단일 결합 수는 2이므로 분자에 포함된 F 원자 수는 2이고  $m=2$ 이다. 따라서  $\text{CXF}_m$ 은  $\text{COF}_2$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ.  $\text{XF}_2$ 에서 중심 원자 X에 비공유 전자쌍이 있으므로 (가)의 분자 구조는 굽은 형이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ.  $\text{CXF}_m$ 는  $\text{COF}_2$ 이므로  $m=2$ 이다.

ㄷ.  $\text{COF}_2$ 와  $\text{NF}_3$ 의 루이스 전자점식은 다음과 같다.



따라서  $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}}$ 는  $\text{COF}_2$ 가  $\frac{1}{2}$ ,  $\text{NF}_3$ 가  $\frac{3}{10}$ 이므로  $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}}$ 는 (나)>(다)이다.

## 13. 용액의 몰농도

용액을 물로 묽히면 용질의 양(mol)은 변하지 않는다.

[정답맞히기] ㄱ.  $0.4 \text{ M A}(aq) \ x \text{ mL}$ 에 물  $150 \text{ mL}$ 를 추가했을 때 수용액의 몰 농도는  $0.1 \text{ M}$ 이므로  $0.4x = 0.1(x + 150)$ 이고,  $x = 50$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ.  $0.4 \text{ M A}(aq) \ 50 \text{ mL}$ 에 물  $V \text{ mL}$ 를 추가했을 때와  $0.2 \text{ M B}(aq) \ 300 \text{ mL}$ 에 물  $V \text{ mL}$ 를 추가했을 때 수용액의 몰 농도가 같으므로  $\frac{0.4 \times 50}{50 + V} = \frac{0.2 \times 300}{300 + V}$ 이고,  $V = 75$ 이다.

ㄷ.  $0.4 \text{ M A}(aq) \ 50 \text{ mL}$ 에 들어 있는 A의 양은  $0.02 \text{ mol}$ 이고,  $0.2 \text{ M B}(aq) \ 300 \text{ mL}$ 에 들어 있는 B의 양은  $0.06 \text{ mol}$ 이다. 따라서 용질의 질량은  $\text{A}(aq)$ 에서 A가  $0.06a \text{ g}$ ,  $\text{B}(aq)$ 에서 B가  $0.06a \text{ g}$ 이므로 용질의 질량은  $\text{A}(aq)$ 과  $\text{B}(aq)$ 에서 같다.

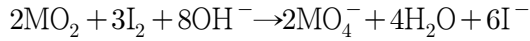
## 14. 산화 환원 반응

[정답맞히기] M의 산화수는  $\text{MO}_2$ 에서  $+4$ ,  $\text{MCl}_2$ 에서  $+2$ ,  $\text{MO}_x^-$ 에서  $2x - 1$ 이다.

$\frac{\text{반응물에서 M의 산화수}}{\text{생성물에서 M의 산화수}}$ 는 (가):(나) =  $2 : \frac{4}{2x - 1} = 7 : 2$ 이므로  $x = 4$ 이고,  $\text{MO}_x^-$ 에서 M

의 산화수는  $+7$ 이다. (나)에서 M의 산화수는  $+4$ 에서  $+7$ 로 3만큼 증가하고, I의 산화수는  $0$ 에서  $-1$ 로 1만큼 감소하므로 증가한 총 산화수와 감소한 총 산화수가 같도록 계수를 맞추면  $a = 3$ ,  $d = 6$ 이다. 또한 O의 원자 수는  $4 + b = 8 + c$ 이고 H의 원자 수는

$b = 2c$ 이므로  $b = 8$ ,  $c = 4$ 이다. 완결된 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서  $x = 4$ ,  $b = 8$ ,  $d = 6$ 이므로  $\frac{b+d}{x} = \frac{7}{2}$ 이다.

정답②

### 15. 중화 적정 실험

[정답맞히기] (나)에서 만든 수용액의 몰농도를  $y$  M이라고 할 때,  $y$  M 식초 수용액 20 mL와 반응한  $x$  M NaOH(aq)의 부피는 50 mL이므로  $20y = 50x$ ,  $y = \frac{5}{2}x$ 이다.

(나)에서 만든 수용액의 몰 농도와 부피는 각각  $\frac{5}{2}x$  M,  $\frac{50}{d}$  mL이고, 이 수용액에 들어 있는  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 의 양(mol)은  $\frac{5}{2}x \times \frac{50}{d} \times 10^{-3} = \frac{x}{8d}$ 이다. 따라서 식초 10 g에 들어

있는  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 의 질량은  $\frac{x}{8d} \times 60 = \frac{15x}{2d}$ 이고, 식초 1 g에 들어 있는  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 의 질

량은  $a$  g이므로  $a = \frac{\frac{15x}{2d}}{10} = \frac{3x}{4d}$ 이다. 따라서  $x = \frac{4ad}{3}$ 이다.

정답④

### 16. 동위 원소

원소 X에서  $^{79}\text{X}$ 와  $^{81}\text{X}$ 의 자연계에 존재하는 비율(%)은 각각  $a$ ,  $b$ 이고,  $a + b = 100$ 이다. 원소 X의 평균 원자량이 80이므로  $\frac{79 \times a + 81 \times (100 - a)}{100} = 80$ 에서  $a = 50$ 이므로  $b = 50$ 이다.

원소 Y에서  $^m\text{Y}$ 와  $^{m+2}\text{Y}$ 의 자연계에 존재하는 비율(%)은 각각  $c$ ,  $d$ 이고,  $c + d = 100$ 이다. XY 중 분자량이  $m+81$ 인 분자는  $^{79}\text{X}^{m+2}\text{Y}$ 와  $^{81}\text{X}^m\text{Y}$ 이고,  $\text{Y}_2$  중 분자량이  $2m+4$ 인 분자는  $^{m+2}\text{Y}^{m+2}\text{Y}$ 이므로  $\frac{\text{XY 중 분자량이 } m+81 \text{인 XY의 존재 비율}(\%)}{\text{Y}_2 \text{ 중 분자량이 } 2m+4 \text{인 Y}_2 \text{의 존재 비율}(\%)} =$

$$\frac{\frac{50}{100} \times \frac{c}{100} + \frac{50}{100} \times \frac{d}{100}}{\frac{d}{100} \times \frac{d}{100}} = 8 \text{에서 } d = 25 \text{이다. 따라서 } c = 75 \text{이다.}$$

[정답맞히기] ㄱ. 자연계에 존재하는 XY의 분자량은  $79+m$ ,  $81+m(=79+m+2$  또는  $81+m)$ ,  $81+m+2$ 이므로 분자량이 서로 다른 XY는 3가지이다.

ㄷ. 원소 X와 Y의 양성자 수를 각각  $x$ ,  $y$ 라고 두면 자연계에서 1 mol의 XY 중

$$\frac{^{81}\text{X}^m\text{Y의 전체 중성자수}}{^{79}\text{X}^{m+2}\text{Y의 전체 중성자수}} = \frac{\frac{50}{100} \times \frac{75}{100} \times (81 - x + m - y)}{\frac{50}{100} \times \frac{25}{100} \times (79 - x + m + 2 - y)} = 3 \times \frac{-x - y + m + 81}{-x - y + m + 81} =$$

3이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 원소 Y의 평균 원자량은  $\frac{m \times c + (m+2) \times d}{100} = \frac{m \times 75 + (m+2) \times 25}{100}$   
 $= m + \frac{1}{2}$ 이다.

### 17. 물의 자동 이온화

(가)의 pH를  $x$ 라고 두면, pOH는  $14-x$ 이고, (나)의 pH를  $y$ 라고 두면, pOH는  $14-y$ 이다.

(가)와 (나)에서 pOH-pH는 각각  $14-x-x=2b$ ,  $14-y-y=b$ 에서  $x-2y=-7(\dots①)$ 이다.

$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ 는 (가)에서  $\frac{1 \times 10^{-x}}{1 \times 10^{-14+x}} = 1 \times 10^{14-2x} = 100a$ 이므로  $a = 1 \times 10^{12-2x}$ 이고, (나)에서  $\frac{1 \times 10^{-y}}{1 \times 10^{-14+y}} = 1 \times 10^{14-2y} = a$ 이므로  $1 \times 10^{12-2x} = 1 \times 10^{14-2y}$ 에서  $x-y=-1(\dots②)$ 이다.

다. ①과 ②에서  $x=5$ ,  $y=6$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ.  $a = 1 \times 10^{12-2x}$ 에서  $a = 100$ 이고,  $14-2y=b$ 에서  $b=2$ 이다. 따라서  $\frac{a}{b} = \frac{100}{2} = 50$ 이다.

ㄷ. (나)에서  $\text{H}_3\text{O}^+$ 의 양(mol)  $= \frac{1 \times 10^{-6} \times 10V}{1 \times 10^{-5} \times V} = 1$ 이다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. (가)의 pH는 5이다.

### 18. 화학식량과 양(mol)

일정한 온도와 압력에서 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다.

[정답맞히기] (가)에서  $\text{XY}_4(g)$ 와  $\text{Y}_2\text{Z}(g)$ 의 양(mol)을 각각  $a$ ,  $b$ , (나)에서  $\text{XY}_4(g)$ 와  $\text{XY}_4\text{Z}(g)$ 의 양(mol)을 각각  $c$ ,  $d$ 라고 두면 실린더 속 기체의 부피비는 (가):(나) =

$a+b : c+d = 5 : 4$ 에서  $c+d = \frac{4}{5} \times (a+b)(\dots①)$ 이다.

Y 원자 수비는 (가):(나) =  $4a+2b : 4c+4d = 7 : 8$ 에서  $32a+16b = 28c+28d(\dots②)$ 이므로 ①과 ②에서  $3a = 2b(\dots③)$ 이고, ①에서  $c+d = 2a$ 이다.

$\frac{\text{Z 원자수}}{\text{X 원자수}}$ 의 비는 (가):(나) =  $\frac{b}{a} : \frac{d}{c+d} = \frac{b}{a} : \frac{d}{2a} = 6 : 1$ 에서  $b = 3d$ 이므로  $c = \frac{3}{2}a$ ,  $d = \frac{1}{2}a$ 이다. 따라서  $a : b : c : d = a : \frac{3}{2}a : \frac{3}{2}a : \frac{1}{2}a = 2 : 3 : 3 : 1$ 이다.

$a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ 의 양(mol)을 각각  $2n$ ,  $3n$ ,  $3n$ ,  $n$ 이라고 두면, (가)에서 Z  $3n$  mol의 질량이 4.8 g이므로 (나)에서 Z  $n$  mol의 질량은 1.6 g이다.

(나)에서 X와 Y의 질량의 합은  $8.0 \text{ g} - 1.6 \text{ g} = 6.4 \text{ g}$ 이고, 원자 수비는  $X : Y = 1 : 4$ 이므로

로 X  $4n$  mol과 Y  $16n$  mol의 질량의 합은 6.4 g이다. 따라서 (나)에서  $XY_4(g)$   $3n$  mol의 질량(g)은  $w = 4.8$ 이다.

X ~ Z의 원자량을 각각  $x \sim z$ 라고 두면, Z를 제외한 실린더 속 기체의 질량비는 (가) : (나) =  $2nx + 8ny + 6ny : 3nx + 12ny + nx + 4ny = 3.8 (= 8.6 - 4.8) : 6.4 (= 8 - 1.6)$ 에서  $x = 12y$ 이다.

$x$ 와  $y$ 를 각각  $12k$ ,  $k$ 라고 두면, (가)에서  $2nx + 8ny + 6ny = 38kn = 3.8$ 이고,  $3nz = 4.8$ 이므로  $z = 16k$ 이다.

따라서  $w \times \frac{\text{X의 원자량}}{\text{Z의 원자량}} = 4.8 \times \frac{12k}{16k} = 3.6$ 이다. 정답⑤

### 19. 중화 반응의 양적 관계

[정답맞히기] (가)는 중성이므로 반응한  $H^+$ 의 양(mol)과  $OH^-$ 의 양(mol)은 같다. 따라서  $10a = 10b + 10c$ 이다.

(가)의 혼합 용액에 존재하는 양이온은  $Na^+$ 과  $K^+$ 이고, 수용액의 부피비는  $NaOH(aq) : KOH(aq) = 1 : 1$ , 양이온 수의 비율은  $2 : 1$ 이므로 염기 수용액의 몰농도 비는  $2 : 1$ 이다. 만일 수용액의 몰농도는  $NaOH(aq)$ 가  $KOH(aq)$ 의 2배라면 (나)에서 수용액의 부피 비는  $NaOH(aq) : KOH(aq) = 2 : 3$ 이므로 양이온 수비는  $Na^+ : K^+ = 4 : 3$ 이어야 한다. 그런데 (나)에서 혼합 용액에 존재하는 양이온 수의 비율은  $3 : 2 : 1$ 이므로 수용액의 몰농도는  $KOH(aq)$ 이  $NaOH(aq)$ 의 2배이다. 따라서 수용액의 몰 농도(M) 비는  $b : c = 1 : 2$ 이고  $a = b + c$ 이므로  $a : b : c = 3 : 1 : 2$ 이다.

(가)에서 존재하는  $Na^+$ 과  $K^+$ 의 양(mol)을 각각  $n$ ,  $2n$ 이라 두면  $Cl^-$ 의 양(mol)은  $3n$ 이다. (나)에서 존재하는  $Na^+$ 과  $K^+$ 의 양(mol)은 각각  $2n$ ,  $6n$ 이므로  $H^+$ 의 양(mol)은  $4n$ 이고,  $Cl^-$ 의 양(mol)은  $12n$ 이다. 10 mL의  $HCl(aq)$ 에 들어 있는  $Cl^-$ 의 양(mol)은  $3n$ 이므로  $x = 40$ 이다.

(다)에서 반응 전  $H^+$ 의 양(mol)은  $12n$ 이고,  $KOH(aq)$   $y$  mL에 들어 있는  $K^+$ 의 양(mol)을  $k$ 라고 두면 혼합 용액에 들어 있는 양이온의 몰비는  $1 : 1 : 1$ 이므로 반응 후 존재하는 이온의 몰비는  $H^+ : K^+ = 12n - 2k : k = 1 : 1$ 에서  $k = 4n$ 이다.

따라서  $y = 20$ 이므로  $\frac{x}{y} = 2$ 이다. 정답①

### 20. 화학 반응의 양적 관계

[정답맞히기] 실험 I에서  $14w$  g의  $A(g)$ 의 양을  $2n$  mol이라 두면 반응 몰비는  $A(g) : C(s) = 1 : 1$ 에서 생성된  $C(s)$ 의 양은  $2n$  mol이고, 화학식량 비는  $A : C = 2 : 5$ 에서 생성된  $C(s)$ 의 질량은  $35w$  g이다.

I에서 생성된  $D(g)$ 의 질량은  $27w$  g이고 반응 전과 후 전체 질량은 보존되어야 하므로, 반응 후 남은  $B(g)$ 의 질량은  $48w$  g이다. 반응 질량비는  $A(g) : B(g) : C(s) : D(g) = 14 : 48 : 35 : 27$ 이고, 반응 몰비는  $A(g) : B(g) : C(s) : D(g) = 1 : 3 : 1 : 3$ 에서 화학식



---

량 비는  $A : B : C : D = 14 : 16 : 35 : 9$ 이다.

실험 I에서  $B(g)$   $96w$  g의 양을  $kn$  mol이라 두면, 몰비는  $A(g) : B(g) = \frac{14w}{14} : \frac{96w}{16}$

$= 1 : 6 = 2n : kn$ 에서  $k = 12$ 이다.

실험 II에서  $xw$  g의 양을  $k'n$  mol이라 두면  $A(g)$   $7w$  g( $=n$  mol)은 모두 반응하므로

반응 후  $\frac{B(g)\text{의 양(mol)}}{D(g)\text{의 양(mol)}} = \frac{k'n - 3n}{3n} = 2$ 에서  $k' = 9$ 이고,  $x = 72$ 이다.

실험 III에서  $B(g)$   $36w$  g의 양은  $\frac{9}{2}n$  mol이므로 반응 후 남은  $B(g)$ 의 양은  $\frac{3}{2}n (= \frac{9}{2}n$

$- 3n)$  mol이고, 생성된  $D(g)$ 의 양은  $3n$  mol이므로 반응 후  $\frac{B(g)\text{의 양(mol)}}{D(g)\text{의 양(mol)}} = \frac{\frac{3}{2}n}{3n} =$

$\frac{1}{2}$ 이다. 따라서  $x \times y = 72 \times \frac{1}{2} = 36$ 이다.

정답②

2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
**과학탐구영역 생명과학 I** 정답 및 해설

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

**1. 생물의 특성**

[정답맞히기] ㄱ. 아메바가 분열법으로 번식하는 것은 생식과 유전의 예에 해당하므로 (가)는 생식과 유전이다. 뱀이 큰 먹이를 먹기에 적합한 몸의 구조를 갖는 것은 적응과 진화의 예에 해당하므로 (나)는 적응과 진화이다.

ㄴ. 뱀(㉠)은 생물이므로 세포로 구성되어 있다.

ㄷ. 뜨거운 물체에 손이 닿으면 반사적으로 손을 떼는 것은 자극에 대한 반응의 예에 해당한다. 정답⑤

**2. 사람의 물질대사**

[정답맞히기] ㄱ. 간에서 암모니아가 요소(㉡)로 전환되는 반응(가)이 일어난다.

ㄴ. 지방이 세포 호흡을 통해 물과 이산화 탄소로 분해되는 반응(나)은 물질대사로 효소가 이용된다.

ㄷ. 배설계를 통해 요소(㉡)가 몸 밖으로 배출된다. 정답⑤

**3. 체세포 분열**

[정답맞히기] ㄱ. 구간 I의 DNA 상대량이 1이고, DNA가 복제되기 이전이므로 구간 I은 G<sub>1</sub>기에 해당한다. 따라서 구간 I의 세포는 핵상이 2n이다.

ㄴ. 구간 II의 DNA 상대량이 2이므로 구간 II는 G<sub>2</sub>기와 분열기(M기) 중 전기, 중기, 후기, 말기의 일부분에 해당한다. (나)에서 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 (나)는 중기의 세포이다. 따라서 구간 II에는 (나)(중기의 세포)가 관찰되는 시기가 있다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 상동 염색체의 접합은 체세포 분열에서는 일어나지 않고, 감수 1분열 전기에 일어난다. 따라서 (나)에서 상동 염색체의 접합이 일어나지 않았다.

**4. 기관계**

A는 음식물을 분해하여 포도당을 흡수하므로 소화계이고, B는 순환계이다. 혈중 포도당 농도가 증가하면 ㉢의 분비가 촉진되므로 ㉢은 이자에서 분비되는 인슐린이다.

[정답맞히기] ㄱ. 소화계(A)에서 음식물이 분해되므로 이화 작용이 일어난다.

ㄴ. 심장은 순환계(B)에 속한다.

ㄷ. 인슐린(㉢)은 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성되는 반응을 촉진하고, 세포로의 포도당 흡수를 촉진한다. 정답⑤

## 5. 자율 신경계

A는 대뇌, B는 중간뇌, C는 연수이다.

[정답맞히기] ㄴ. 대뇌(A)의 겉질은 회색질이다.

ㄷ. 중간뇌(B)와 연수(C)는 모두 뇌줄기에 속한다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. X의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 중간뇌(B)에 있으므로 X는 부교감 신경이다. 따라서 X는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.

## 6. 삼투압 조절

고온 환경에서 같은 양의 땀을 흘렸을 때 시간에 따라 혈장 삼투압 증가가 더 크게 나타나는 A는 '항이뇨 호르몬(ADH)이 정상보다 적게 분비되는 개체'이고, 혈장 삼투압 증가가 더 적게 나타나는 B는 '항이뇨 호르몬(ADH)이 정상적으로 분비되는 개체'이다.

[정답맞히기] ㄱ. ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비되며, 표적 기관인 콩팥에 작용하여 물의 재흡수를 촉진하는 호르몬이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. A는 콩팥에서 물의 재흡수가 정상보다 적게 일어나 B보다 상대적으로 혈장 삼투압 증가가 더 크게 나타난다. 따라서 A는 '항이뇨 호르몬(ADH)이 정상보다 적게 분비되는 개체'이다.

ㄷ. 정상인에서 고온 환경에 노출되어 땀 분비량이 증가하면 혈중 ADH 농도가 증가한다. 그러므로  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 혈중 ADH 농도가 높고, 콩팥에서 물의 재흡수량도 많다. 따라서 B에서 생성되는 오줌의 삼투압은  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 높다.

## 7. 질병과 병원체

A는 무좀, B는 결핵, C는 후천성 면역 결핍증(AIDS)이다.

[정답맞히기] ㄴ. B는 결핵으로 세균에 의한 질병이다. 세균에 의한 질병의 치료에 항생제가 사용된다.

ㄷ. C는 후천성 면역 결핍증(AIDS)으로 바이러스에 의한 질병이다. 바이러스는 세포 구조를 갖지 않지만 유전 물질과 단백질을 갖는다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 스스로 물질대사를 하지만 세균에 속하지 않는 병원체는 무좀의 병원체(곰팡이)가 갖는 특징이다. 따라서 A는 무좀이다.

## 8. 티록신의 분비 조절

TSH는 뇌하수체 전엽에서 분비되고, 음성 피드백에 의한 조절 작용으로 분비가 조절된다.

[정답맞히기] ㄴ. A는 TSH가 분비되지 않는 사람으로 TSH를 투여하면 TSH가 혈액을 통해 온몸으로 이동하며, 수용체가 있는 갑상샘에서 티록신의 분비를 촉진한다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. TSH 투여 후 혈중 티록신 농도가 정상으로 나타난 ㉠은 TSH가 분비되지 않는 A이고, ㉡은 TSH의 표적 세포가 TSH에 반응하지 못하는 B이다.

ㄷ. 정상인에서 혈중 티록신의 농도가 증가하면 음성 피드백에 의한 조절 작용으로 뇌하수체 전엽에서 TSH의 분비가 억제된다.

### 9. 방어 작용

B 림프구는 골수에서 생성되고 성숙하며, T 림프구는 골수에서 생성되고 가슴샘에서 성숙한다.

**[정답맞히기]** ㄱ, ㄴ. 정상 생쥐 A에 X를 1차 주사한 후 A에서 X에 대한 항체 농도가 증가하고, A에 X를 2차 주사한 후 A에서 X에 대한 항체 농도가 1차에 비해 더 높은 농도로 빠르게 증가하였다. 그러므로 구간 I의 A에는 X에 대한 기억 세포가 있다. 또한 구간 II의 A에서 X에 대한 기억 세포가 형질 세포로 분화되어 2차 면역 반응이 일어났다. 정답③

### [오답피하기]

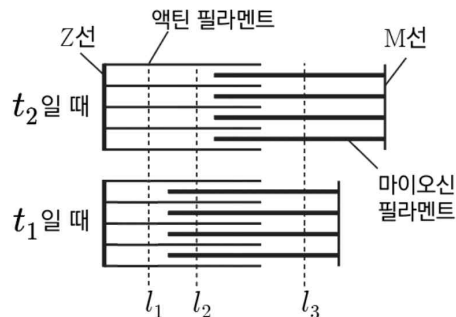
ㄷ. 구간 III의 A에서 X에 대한 항체는 B 림프구인 형질 세포에서 생성된다. 세포독성 T 림프구는 X에 감염된 세포를 제거하는 세포성 면역에 관여한다.

### 10. 골격근의 수축과 이완

근육 원섬유 마디에서 수축이 일어날 때 Z선에 연결된 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가고, 이완이 일어날 때 Z선에 연결된 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이를 빠져나간다. 수축하는 골격근의 원섬유 마디에서 ㉠과 ㉡의 길이는 모두 감소하고, ㉢의 길이는 증가한다. 이완하는 골격근의 원섬유 마디에서 ㉠과 ㉡의 길이는 모두 증가하고, ㉢의 길이는 감소한다.

㉢가 ㉢이라면 ㉢의 길이가  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 짧다고 하였으므로 X는 P의 원섬유 마디이다. 골격근(P)이 수축할 때  $l_3$ 에서 ㉢(㉢)는 ㉢이 될 수 없다. ㉢가 ㉠이라면 ㉢의 길이가  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 짧다고 하였으므로 X는 Q의 원섬유 마디이다. 골격근(Q)이 이완할 때  $l_3$ 에서 ㉢(㉠)는 ㉢이 될 수 없다. 따라서 ㉢는 ㉢이며, ㉢의 길이가  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 짧다고 하였으므로 X는 Q의 원섬유 마디이다. 골격근이 이완할 때  $l_2$ 에서 ㉢가 ㉠로 변하므로 ㉢는 ㉢이고, ㉠는 ㉠이다.  $l_1, l_2, l_3$ 인 세 지점이 ㉠~㉢ 중 어느 구간에 해당하는지는 표와 같고, Z선으로부터 일정한 거리  $l_1, l_2, l_3$ 에 있는 지점의 위치는 그림과 같다.

거리	지점이 해당하는 구간	
	$t_1$	$t_2$
$l_1$	㉠(㉠)	㉠(㉠)
$l_2$	㉢(㉢)	㉠(㉠)
$l_3$	㉢(㉢)	㉢



[정답맞히기]  $d$ .  $t_2$ 일 때  $Z_1$ 로부터  $Z_2$  방향으로 거리가  $l_1$ 인 지점은 액틴 필라멘트만 있는 부분인 ㉠(㉠)에 해당한다. 정답③

[오답피하기]  $g$ .  $Z_1$ 로부터  $Z_2$  방향으로 거리는  $l_1 < l_2 < l_3$ 이다.

$l$ .  $t_1 \rightarrow t_2$  과정에서 X는 이완이 일어나는 골격근 Q의 근육 원섬유 마디이다.

### 11. 감수 분열

I 과 II 의 핵상은 모두  $2n$ 이고, III과 IV의 핵상은 모두  $n$ 이다. 대립유전자(A, a, B, b)의 상대량을 더한 값은 II에서 짝수이면서 가장 크고, III에서는 짝수이다.

[정답맞히기]  $g$ . 4개의 대립유전자를 더한 값(A+a+B+b)이 1인 ㉠은 감수 2분열 이후 세포인 IV이고, IV에는 4개의 대립유전자 중 1개만 있으므로 (가)와 (나)의 유전자 중 1개는 상염색체에 있고, 나머지 1개는 성염색체 있다. 따라서  $G_1$ 기의 세포 I에서는 4개의 대립유전자를 더한 값(A+a+B+b)이 3이고, 감수 1분열 중기의 세포 II에서는 6이며, 감수 2분열 중기의 세포 III에서는 4이다. 따라서 ㉠은 3이고, ㉡는 6이다. 정답①

[오답피하기]  $l$ . ㉠은 I, ㉡은 II, ㉢은 IV, ㉣은 III이다.

$d$ . ㉠은 III이므로 감수 2분열 중기의 세포이다. 사람의 감수 2분열 중기의 세포에서 상염색체는 22개, 성염색체는 1개이다. 따라서 ㉠의 염색체 수는 23이다.

### 12. 흥분의 전도와 전달

A~C의 P에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4ms일 때 자극을 준 지점 P에서의 막전위는 모두  $-70mV$ 이다. 따라서 자극을 준 지점 P는 I ( $d_2 \sim d_4$  중 한 지점)이다. P가  $d_2$ 라면 II와 III 중 하나는  $d_3$ , 나머지 하나는  $d_4$ 이다. 하지만 이 경우 A의 II와 III에서의 막전위가  $+30mV$ 일 수 없으므로 P는  $d_2$ 가 아니다. A에서 P가  $d_4$ 라면 ㉠이 4ms일 때  $d_4$ 로부터 같은 거리에 있는  $d_3$ 과  $d_5$ 에서의 막전위가 서로 같아야 한다. 그러나 주어진 조건에서는 서로 다르다. 따라서 P는  $d_4$ 가 아니고,  $d_3$ 이다.

A의  $d_3$ 에 자극을 주고 경과된 시간이 4ms일 때 II와 III에서의 막전위가  $+30mV$ 로 서로 같고, II와 III 중 하나는  $d_2$ , 나머지 하나는  $d_4$ 이므로 (가)에는 시냅스가 없다. 또한 A의  $d_4$ 에서의 막전위가  $+30mV$ 이므로 흥분이 도달하고 2ms가 지난 시점이고, 두 지점 사이의 거리는 2cm이므로 A에서 흥분 전도 속도는  $1cm/ms$ (㉡)이다. B의  $d_3$ 에 자극을 주고 경과된 시간이 4ms일 때 B의  $d_1$ 에서의 막전위가  $+30mV$ 이므로 흥분이 도달하고 2ms가 지난 시점이며, 두 지점 사이의 거리는 4cm이므로 B에서 흥분 전도 속도는  $2cm/ms$ (㉠)이다. 2개의 뉴런으로 구성된 B와 C의 각 뉴런에서 흥분 전도 속도가 같으므로 C의  $d_3$ 에 자극을 주고 경과된 시간이 4ms일 C의  $d_4$ 에서의 막전위는  $-80mV$ 이다.

[정답맞히기]  $g$ . II는  $d_2$ , I은  $d_3$ , III은  $d_4$ 이고, (가)에는 시냅스가 없으며, (나)와 (다)에는 모두 시냅스가 있다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 시냅스가 있는 신경은 B와 C이다. B와 C를 구성하는 뉴런의 흥분 전도 속도는 ①로 같으며 ①은 2cm/ms이다.

ㄷ. ㉠이 5ms일 때 B의  $d_4$ 에서의 막전위는 -80mV이고,  $d_5$ 에서의 막전위는 +30mV이다.

### 13. 사람의 유전

(가)~(다)의 유전자가 서로 다른 2개의 상염색체에 있으므로, 3쌍의 대립유전자 중 2쌍의 대립유전자는 같은 염색체에 있고, 나머지 1쌍의 대립유전자는 다른 염색체에 있다. (나)의 유전에서 유전자형이 BB, Bb, bb인 사람의 표현형은 모두 다르다. (다)의 유전에서 유전자형이 DD, DE, DF인 사람의 표현형은 서로 같고, EE, EF인 사람의 표현형은 서로 같으며, FF인 사람의 표현형은 DD, EE인 사람과 다르다. (가)와 (나)의 유전자가 서로 다른 염색체 있다고 가정할 경우 ①에게서 나타날 수 있는 유전자형은 표와 같다.

	P의 생식세포 유전자형			
Q의 생식세포 유전자형	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb

이 경우 ①에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 4가지(A\_BB, A\_Bb, aaBB, aaBb)이므로 조건과 다르다. (가)와 (나)의 유전자가 같은 염색체 있다고 가정할 경우 ①에게서 나타날 수 있는 유전자형은 2개의 표와 같다.

	P의 생식세포 유전자형	
Q의 생식세포 유전자형	AB	ab
AB	AABB	AaBb
aB	AaBB	aaBb

	P의 생식세포 유전자형	
Q의 생식세포 유전자형	Ab	aB
AB	AABb	AaBB
aB	AaBb	aaBB

①가 가질 수 있는 (가)와 (나)의 유전자형 중 AABB가 있어야 하므로 P에서 A는 B와, a는 b와 같은 염색체에 있다. ①가 가질 수 있는 (다)의 유전자형 중 FF가 있어야 하므로 P와 Q는 모두 F를 가지고 있다. 또한 ①의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률이  $\frac{1}{2}$ 이므로, (다)의 표현형이 Q와 같을 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 (다)의 유전자형은 P가 DF이고, Q가 EF이다.(①의 (다)의 유전자형 DE, DF, EF, FF)

(가)~(다)의 유전자형이 AaBbDF인 P와 AaBBEF인 Q 사이에서 ①가 태어날 때 (가)~(다)의 유전자형이 모두 P(A\_BbD\_)와 같을 확률은  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다. 정답②

#### 14. 종 사이의 상호 작용

서로 다른 종인 쾡거루쥐와 주머니쥐의 먹이 지위가 중복되어 같은 종류의 먹이를 두고 서로 경쟁하는 (가)는 경쟁이고, 꽃과 벌새가 서로 돕는 (나)는 상리 공생이다.

[정답맞히기] 나. (나)는 서로 밀접하게 관계를 맺고 함께 살아가는 두 개체군이 서로 이익을 얻는 것이므로 상리 공생의 예이다. **정답②**

[오답피하기] 가. 개체군은 같은 종인 개체들로 이루어진 집단으로 서로 다른 종인 쾡거루쥐와 주머니쥐는 한 개체군을 이루지 않는다.

다. 포식자인 스라소니가 피식자인 눈신토끼를 잡아먹는 것은 포식과 피식의 예이다.

#### 15. 염색체와 유전자

상동염색체가 함께 들어 있는 세포의 핵상은  $2n$ 이고, 같은 종의 세포에는 모양과 크기가 같은 염색체가 들어 있다. (가)의 핵상은  $n$ , (나)의 핵상은  $2n$ , (다)의 핵상은  $n$ 이고, (가)와 (다)는 서로 같은 종의 세포이다.

[정답맞히기] 가. (나)는 모양과 크기가 같은 상동염색체가 함께 들어 있으며, 염색체 수가 짝수이다. 따라서 (나)( $2n=6$ )는 X 염색체(⊙)가 2개 있는 암컷 C의 세포이다.

나. (가)는 핵상이  $n$ 인 세포인데 염색체 수가 4이고, (다)는 핵상이  $n$ 인 세포인데 염색체 수가 3이다. 따라서 (가)는 X 염색체(⊙)가 있는 암컷 B의 세포이고, (다)는 X 염색체(⊙)가 없지만 나타내지 않은 Y 염색체가 있는 수컷 A의 세포이다. 그러므로 (가)와 (나)는 모두 암컷의 세포이다. **정답③**

[오답피하기] 다. 암컷 C( $2n=6$ )의 체세포 분열 중기의 세포 1개당  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X 염색체 수}} = \frac{4}{2} = 2$ 이다.

#### 16. 질소 순환

질산화 작용에서 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )이 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ )으로 전환되므로 ⊙은 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ ), ⊖은 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ )이다.

[정답맞히기] 나. I에서 대기 중의 질소( $\text{N}_2$ )가 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )(⊙)으로 전환되므로 I은 질소 고정 작용이다.

다. II에서 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ )(⊖)이 대기 중의 질소( $\text{N}_2$ )로 전환되므로 II는 탈질산화 작용이다. 탈질산화 세균은 탈질산화 작용(II)에 관여한다. **정답④**

[오답피하기] 가. ⊙은 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )이다.

**17. 사람의 유전병**

어머니의 (가)의 유전자형이 HT/Ht이고, ㉠의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형이 최대 2가지이므로 아버지에게서 형성되는 모든 정자에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 0, 1, 2 중 하나여야 한다. 아버지에게서 형성되는 모든 정자에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 0(아버지의 (가)의 유전자형이 ht/ht)인 경우와 2(아버지의 (가)의 유전자형이 HT/HT)인 경우 ㉠의 동생이 태어날 때, 이 아이가 가질 수 있는 (가)의 유전자형은 최대 2가지이므로 조건을 만족하지 못한다. 따라서 아버지에게서 형성되는 모든 정상 정자에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 1이며, 아버지의 (가)의 유전자형은 Ht/hT이다.

[정답맞히기] ㄱ. 아버지의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 2이다.

ㄴ. ㉠의 동생이 태어날 때 이 아이가 가질 수 있는 (가)의 유전자형은 HT/Ht, HT/hT, Ht/Ht, Ht/hT이다.

ㄷ. ㉠의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 4이고, ㉠는 아버지에게서 대문자로 표시되는 대립유전자 1개를 물려받으므로 어머니에게서 대문자로 표시되는 대립유전자 3개를 물려받아야 한다. 따라서 남자 Q는 H 2개와 T 1개를 갖고 있어야 하며, 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다. 정답⑤

**18. 식물 군집 조사**

A의 상대 밀도는  $40(= \frac{96}{96+48+18+48+30} \times 100 = \frac{96}{240} \times 100)$ 이므로 ㉡은 상대 밀도

이다. A의 상대 빈도는  $27.5(= \frac{22}{22+20+10+16+12} \times 100 = \frac{22}{80} \times 100)$ 이므로 ㉢은 상대 빈도이다.

따라서 ㉡은 상대 피도이다. 각 식물 종의 상대 빈도(㉢), 상대 밀도(㉡), 상대 피도(㉣), 중요치(중요도)는 표와 같다.

구분	A	B	C	D	E
상대 빈도(㉢)(%)	27.5	25	12.5(㉠)	20	15
상대 밀도(㉡)(%)	40	20	7.5	20	12.5
상대 피도(㉣)(%)	36	17	13	24	10
중요치	103.5	62	33	64	37.5

[정답맞히기] ㄱ. ㉠는 12.5이다.

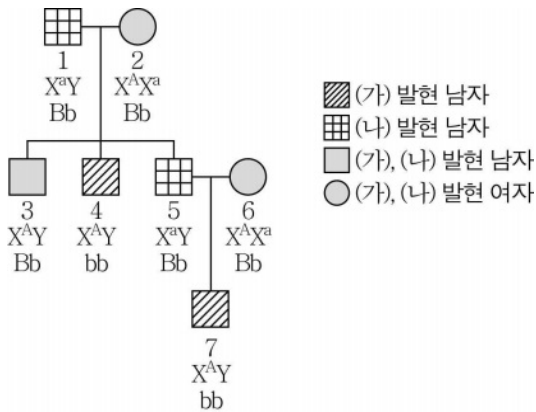
ㄴ. 지표를 덮고 있는 면적이 가장 작은 종은 상대 피도(㉣)가 가장 작은 E이다.

ㄷ. 우점종은 중요치가 가장 큰 A이다. 정답⑤



### 19. 가계도 분석

(나)가 발현된 5과 6 사이에서 (나)가 발현되지 않은 7이 태어났으므로 (나)는 우성 형질이다. 6의 (나)의 유전자형은 Bb이고, 6에서 체세포 1개당  $\ominus$ 과 B의 DNA 상대량을 더한 값( $\ominus + B$ )이 2이므로 6의 (가)의 유전자형은 Aa이다. 6에서 (가)가 발현되었으므로 (가)는 우성 형질이다. (나)가 발현된 1과 2 사이에서 (나)가 발현되지 않은 4가 태어났으므로 1에서 체세포 1개당 B의 DNA 상대량은 1이다. 1에서 ( $\ominus + B$ )이 2이므로 1에서 체세포 1개당  $\ominus$ 의 DNA 상대량은 1이다. (가)는 우성 형질인데 1에서 (가)가 발현되지 않았으므로  $\ominus$ 은 a이고, (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 서로 다른 염색체에 있으므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있다. 구성원 1~7의 유전자형은 그림과 같다.



[정답맞히기] 나. (나)의 유전자는 상염색체에 있다.

다. 5의 유전자형은  $X^AYBb$ , 6의 유전자형은  $X^AX^aBb$ 이므로 7의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, (나)가 발현될 확률은  $\frac{3}{4}$ 이다. (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 서로 다른 염색체에 있으므로 7의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $\frac{3}{8} (= \frac{1}{2} \times \frac{3}{4})$ 이다. 정답④

[오답피하기] 가.  $\ominus$ 은 a이다.

### 20. 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호 관계

[정답맞히기] 가. X는 식물이므로 생물 군집에 속한다. 정답①

[오답피하기] 나. X가 그늘을 만들어 수분 증발을 감소시켜 토양 속 염분 농도를 낮추는 것은 생물적 요인에 속하는 X가 비생물적 요인인 토양에 영향을 미치는 것이므로 ㉠에 해당한다.

다. 동일한 생물 종이더라도 형질이 각 개체 간에 다르게 나타나는 것은 유전적 다양성을 의미한다. 종 다양성(㉡)은 한 지역에서 종의 다양한 정도를 의미한다.

2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
**과학탐구영역 지구과학 I** 정답 및 해설

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

**1. 방사성 동위 원소와 절대 연령**

방사성 동위 원소의 반감기를 이용하여 절대 연령을 구할 수 있다.

[정답맞히기] A. 모원소가 붕괴하여 처음 양의 절반으로 줄어드는 데 걸리는 시간은 반감기이다.

B. 현재 암석에는 모원소 2개와 자원소 6개가 포함되어 있으므로 이 암석에 포함된 모원소와 자원소의 비는 1:3이다. **정답④**

[오답피하기] C. 현재 암석에 남아있는 모원소와 자원소의 비가 1:3이므로, 반감기가 2번 지났다. 따라서 이 암석의 절대 연령은 ‘㉠의 값×2’를 하면 구할 수 있다.

**2. H-R도와 별의 종류**

(가)는 광도가 가장 큰 초거성, (나)는 표면 온도는 낮지만 광도가 큰 거성, (다)는 H-R도의 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 분포하는 주계열성, (라)는 표면 온도는 높지만 광도가 작은 백색 왜성에 해당한다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)는 분광형이 대체로 G, K, M에 해당하며, (라)는 분광형이 대체로 B, A, F에 해당하므로 평균 표면 온도는 (나)가 (라)보다 낮다.

ㄷ. 초거성인 (가)와 거성인 (나)는 주계열성인 (다)가 진화하는 과정에서 별이 팽창한 상태이며, (라)는 별의 중심부가 수축한 상태이므로 평균 밀도는 백색 왜성인 (라)가 가장 크다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. (가)는 초거성으로 광도가 매우 크지만, (라)는 백색 왜성으로 광도가 매우 작다. 따라서 평균 광도는 (가)가 (라)보다 크다.

**3. 우리나라 주변 해수의 특징**

우리나라는 여름철에 기온이 높고 강수량이 많아 표층 수온은 높으며 표층 염분은 낮다. 따라서 A는 표층 염분이며, B는 표층 수온이다.

[정답맞히기] ㄱ. 해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 크다. 4월은 10월에 비해 표층 수온은 낮고 표층 염분은 높으므로 표층 해수의 밀도가 크다.

ㄴ. 수온 약층은 혼합층 아래에 위치하므로 혼합층의 두께가 두꺼울수록 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이가 깊어진다. 혼합층의 두께는 1월이 7월보다 두꺼우므로 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이는 1월이 7월보다 깊다. **정답③**

[오답피하기]

ㄷ. 2월은 혼합층의 두께가 약 80m이므로 표층과 깊이 50m 해수가 모두 혼합층에 포함되어 수온 차가 적지만, 8월은 혼합층의 두께가 약 10m이므로 표층과 깊이 50m 해수의 수온 차가 크다.

#### 4. 심층 순환의 발생

수온과 염분이 일정한 물에서 수온을 변화시키면 밀도가 달라지면서 심층 순환이 일어나는 과정을 관찰할 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 실험 과정에서 A와 B의 수온을 변화시켰을 때 나타나는 소금물의 이동을 관찰하고 있으므로 이 실험의 목표는 수온 변화에 따른 밀도 차에 의해 심층 순환이 발생할 수 있음을 설명하는 것이다.

ㄴ. A에는 얼음물이 담긴 비커를 설치했으므로 A는 고위도 해역에 해당하며, B는 뜨거운 물이 담긴 비커를 설치했으므로 B는 저위도 해역에 해당한다.

ㄷ. A에서는 냉각되어 밀도가 커진 해수가 침강하므로 수조 아래쪽의 구멍을 통해 A의 소금물이 B 쪽으로 이동한다. 정답⑤

#### 5. 은하의 특징

(가)는 나선팔이 관찰되며 중심부에 막대 모양의 구조가 없는 정상 나선 은하, (나)는 타원 형태가 관찰되는 타원 은하이다.

[정답맞히기] ㄴ. 주계열성은 질량이 클수록 표면 온도가 높아 파란색을 띠고, 질량이 작을수록 표면 온도가 낮아 붉은색을 띤다. (가)는 (나)보다 파란색을 띠는 별의 비율이 크므로 주계열성의 평균 질량은 (가)가 (나)보다 크다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 별의 평균 나이는 타원 은하인 (나)가 더 많다.

ㄷ. 타원 은하인 (나)는 주로 표면 온도가 낮은 붉은색 별로 이루어져 있으므로, 별의 평균 표면 온도는 흰색을 띠는 분광형이 A0인 별보다 낮다.

#### 6. 마그마의 생성 조건

㉠은 맨틀 물질의 하강부에 위치한 섭입대이고, ㉡은 맨틀 물질의 상승부에 위치한 해령이다.

[정답맞히기] ㄱ. 섭입대(㉠)에서는 섭입대에서 공급된 물에 의해 용융점이 낮아져 마그마가 생성된다.

ㄷ. 지하 온도 분포 곡선과 암석의 용융 곡선이 만나는 깊이에서 맨틀 물질이 용융되기 시작된다. ㉠의 경우 물을 포함한 암석의 용융 곡선이 지하 온도 분포 곡선과 만나는 지점의 온도가 약 1000~1100°C이고, ㉡의 경우 물을 포함하지 않은 암석의 용융 곡선과 지하 온도 분포 곡선이 만나는 지점의 온도가 약 1200°C이다. 따라서 맨틀 물질이 용융되기 시작하는 온도는 ㉠이 ㉡보다 낮다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 해령(㉡)에서는 압력 감소에 의해 맨틀 물질이 용융되어 현무암질 마그마가 형성된다.

#### 7. 태풍의 풍속 분포

북반구에서 태풍 진행 방향의 오른쪽 지역(위험 반원)은 태풍의 이동 방향이 태풍 내

바람 방향과 같아 풍속이 상대적으로 강하고, 태풍 진행 방향의 왼쪽 지역(안전 반원)은 태풍의 이동 방향이 태풍 내 바람 방향과 반대여서 풍속이 상대적으로 약하다.

[정답맞히기] ㄱ. 태풍이 북쪽으로 이동하고 있으므로 A는 태풍 진행 방향의 왼쪽인 안전 반원에 위치한다.

ㄷ. 풍속이 강할수록 등압선의 간격이 좁게 나타난다. 풍속은 구간 C-D가 구간 D-E보다 강하므로 지상 일기도에서 등압선의 간격은 구간 C-D가 구간 D-E보다 좁다.

정답⑤

[오답피하기] ㄴ. B는 태풍의 눈에 위치하고 있으므로 약한 하강 기류가 나타난다. C는 태풍의 눈의 바로 바깥쪽에 위치하여 강한 상승 기류가 나타난다. 따라서 해수면 부근에서 공기의 연직 운동은 B보다 C에서 활발하다.

## 8. 기단의 변질과 위성 영상

겨울철에 한랭 건조한 시베리아 기단이 황해상을 지나면서 열과 수증기를 공급받아 기층이 불안정해지면 우리나라의 서해안에는 폭설이 내리기도 한다.

[정답맞히기] ㄴ. 시베리아 기단이 확장하는 동안 상대적으로 따뜻한 황해상을 지나면서 기단의 하층이 가열된다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 지점 A 부근에는 등압선이 남북 방향으로 분포하고 있으며 서쪽이 동쪽보다 기압이 높다. 북반구에서 바람은 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 시계 방향으로 불어 나가므로 A에서는 북풍 계열의 바람(북서풍)이 분다.

ㄷ. 적외 영상은 구름 최상부에서 방출하는 적외선 복사 에너지양의 차이를 이용하는 것으로, 온도가 낮을수록 밝게 나타난다. 따라서 구름의 최상부 높이가 높을수록 밝게 나타난다. (나)에서 영역 ㉠은 영역 ㉡보다 밝게 보이므로 적외선 복사 에너지양은 영역 ㉠이 영역 ㉡보다 적다.

## 9. 온대 저기압

북반구에서 온대 저기압은 대체로 찬 공기가 남하하는 남서쪽으로 한랭 전선을, 따뜻한 공기가 북상하는 남동쪽으로 온난 전선을 동반한다.

[정답맞히기] ㄴ. 기압은 온대 저기압의 중심부에 가까울수록 낮다. (가)에서 기온은 남서쪽이 높고 북동쪽으로 갈수록 낮아지므로 온난 전선이 온대 저기압의 중심으로부터 남동쪽으로 나타난다. 따라서 지점 A가 지점 B보다 온대 저기압의 중심에 가깝고 기압은 지점 A가 지점 B보다 낮다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 전선을 경계로 기온, 기압, 풍향 등이 급격하게 변한다. 따라서 (나)에서 전선은 등온선이 밀집되어 나타나는 ㉡에 나타난다.

ㄷ. 온대 저기압에 동반된 한랭 전선은 온난 전선보다 서쪽에 위치한다. 따라서 온난 전선 부근에 위치한 지점 B는 한랭 전선 부근에 위치한 지점 C보다 동쪽에 위치한다.

## 10. 지질 시대의 특징

40억 년 전부터 약 25억 년 전까지는 시생대에 속하고, 25억 년 전부터 약 5억 4천만 년 전까지는 원생대에 속한다. 고생대는 약 5억 4천만 년 전~약 2억 5천만 년 전이고, 중생대는 약 2억 5천만 년 전~약 6천 6백만 년 전이며, 신생대는 약 6천 6백만 년 전~현재이다. 따라서 40억 년 전부터 현재까지의 지질 시대 길이는 원생대(A) > 시생대(B) > 고생대(C) > 중생대(D) > 신생대(E)이다.

[정답맞히기] ㄴ. 최초의 척추동물이 출현한 시기는 고생대이므로 C이다.

ㄷ. 히말라야 산맥이 형성된 시기는 신생대이므로 E이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 최초의 다세포 동물이 출현한 시기는 선캄브리아 시대 말기이므로 원생대 A이다.

## 11. 우주 구성 요소

최근의 관측 결과에 따르면, 우주는 약 4.9%의 보통 물질, 약 26.8%의 암흑 물질, 약 68.3%의 암흑 에너지로 구성되어 있다. 따라서 A는 암흑 물질, B는 암흑 에너지, C는 보통 물질이다.

[정답맞히기] ㄱ. 우주 배경 복사의 파장은 시간이 흐를수록 점점 길어졌으므로 T 시기가 현재보다 짧다.

ㄴ. T 시기부터 현재까지 A의 비율은 감소, B의 비율은 증가하고 있으므로  $\frac{A의\ 비율}{B의\ 비율}$  은 감소한다.

ㄷ. 항성은 대부분 수소와 헬륨으로 이루어져 있다. 따라서 항성 질량의 대부분을 차지하는 것은 보통 물질인 C이다.

정답⑤

## 12. 판의 경계와 화산 분포

지역 A와 C에서는 판의 내부에서 화산 활동이 일어나고, 지역 B에서는 판의 수렴형 경계 부근에서 화산 활동이 일어난다.

[정답맞히기] ㄱ. 지역 A는 열점 활동에 의해 판의 내부에서 화산 활동이 일어나는 곳이다. 따라서 지역 A의 하부에는 외핵과 맨틀의 경계부에서 상승하는 뜨거운 플룸이 존재한다.

ㄴ. 지역 B는 섭입대에서 생성된 마그마가 분출하는 곳이다. 따라서 지점 B의 하부에는 맨틀 대류의 하강류가 존재한다.

ㄷ. 암석권의 평균 두께는 대륙판에 위치한 지역 B가 해양판에 위치한 지역 C보다 두껍다.

정답⑤

## 13. 질량이 다른 별의 진화

별의 질량이 클수록 수소 핵융합 반응의 효율이 높으므로 주계열 단계에 머무는 기간이 짧다. 자료에서 별의 표면 온도가 비교적 일정하게 유지되는 주계열 기간은 A가

B보다 짧다. 따라서 별의 질량은 A가 태양의 4배, B가 태양의 1배이다.

[정답맞히기] 나. ㉠ 시기일 때 질량이 태양의 4배인 A는 대류핵-복사층의 구조를 갖고, 질량이 태양과 같은 B는 중심핵-복사층-대류층의 구조를 갖는다. 따라서 대류가 일어나는 영역의 평균 깊이는 A가 B보다 깊다. **정답②**

[오답피하기] 가. B는 질량이 태양과 같은 별이므로 백색 왜성으로 진화한다.

다. ㉠ 시기일 때 질량이 태양의 4배인 A는 p-p 반응보다 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량이 많고, 질량이 태양과 같은 B는 CNO 순환 반응보다 p-p 반응에 의한 에너지 생성량이 많다.

#### 14. 별의 물리량

반지름을  $R$ , 표면 온도를  $T$ 라고 할 때, 별의 광도( $L$ )는  $4\pi R^2\sigma T^4$  ( $\sigma$ 는 상수)로 나타낼 수 있다.

[정답맞히기] 가. (가)는 절대 등급이 태양보다 10등급 작으므로 광도가 태양의 10000배이고, 표면 온도는 태양의 0.5배이다. 따라서 (가)의 반지름 ㉠은 태양의 400배이다. **정답①**

[오답피하기] 나. (나)는 절대 등급이 태양보다 5등급 크므로 광도는 태양의 0.01배이고, 반지름이 태양의 0.01배이다. 따라서 표면 온도는 태양의  $\sqrt{10}$ 배이다. 한편, 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 표면 온도에 반비례하고, 표면 온도는 (나)가 (다)의  $\sqrt{5}$ 배이므로 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 (나)가 (다)의  $\frac{1}{\sqrt{5}}$  ( $< \frac{1}{2}$ )배이다.

다. (다)는 표면 온도가 태양의  $\sqrt{2}$ 배이고, 반지름이 태양의 2배이므로 광도가 태양의 16배이다. 따라서 절대 등급은 (다)가 태양보다 작다.

#### 15. 엘니뇨와 라니냐

무역풍은 동풍 계열의 바람이므로 (가)에서 풍속 편차가 대체로 (+)인 A는 서풍이 평상시보다 우세하여 무역풍이 약해진 엘니뇨 시기에 해당하고, (-)인 B는 라니냐 시기에 해당한다.

[정답맞히기] 가. (나)에서 동태평양 적도 부근 해역의 강수량 편차는 대체로 (-)로 나타난다. 따라서 (나)는 라니냐 시기에 해당하며, B에 관측한 것이다. **정답①**

[오답피하기] 나. 동태평양 적도 부근 해역의 해면 기압은 하강 기류가 우세한 라니냐 시기(B)가 엘니뇨 시기(A)보다 높다.

다. 적도 부근에서 (서태평양 표층 수온 편차-동태평양 표층 수온 편차) 값은 용승이 강한 라니냐 시기(B)가 엘니뇨 시기(A)보다 크다.

#### 16. 기후 변화의 천문학적 요인

현재는 지구가 근일점에 위치할 때 북반구의 계절이 겨울이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠ 시기는 자전축 경사 방향이 현재와 같고 자전축 경사각은 현재보다 작다. 따라서 겨울철 평균 기온은 현재보다 높다.

ㄴ. ㉡ 시기는 자전축 경사 방향이 현재와 반대이고 자전축 경사각은 현재보다 크다. 현재는 지구가 근일점에 위치할 때 우리나라의 계절은 겨울이지만, 자전축 경사 방향이 현재와 반대가 되면 원일점에 위치할 때 겨울이며, 자전축 경사각도 더 커지므로 우리나라에서 기온의 연교차는 ㉡ 시기가 현재보다 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 지구가 근일점에 위치할 때 자전축 경사 방향이 현재와 같은 ㉠ 시기에 우리나라에서 계절은 겨울이지만, ㉡ 시기는 자전축 경사 방향이 반대이므로 우리나라에서 계절은 여름이다. 따라서 지구가 근일점에 위치할 때 우리나라에서 낮의 길이는 겨울철인 ㉠ 시기가 여름철인 ㉡ 시기보다 짧다.

### 17. 지질 단면도 분석

지층이 역전되지 않은 경우 퇴적층에서 지표에 가까울수록 지층의 연령이 적어진다.

[정답맞히기] ⑤ X에서 관입암의 경계까지는 지층의 상부로 이동하므로 연령이 적어진다. 관입은 지층 퇴적 후 습곡 작용을 받고 단층이 형성된 후에 일어났으므로 이 지역에서 연령이 가장 적고 관입암 내부에서 연령 변화는 없다. 관입암 이후 단층면까지의 구간에서는 다시 지층의 연령이 적어지며, 단층면을 경계로 Y까지는 지층의 하부로 이동하므로 지층의 연령이 많아진다. X가 위치한 지층에서 X는 해당 지층의 중간보다 위쪽에 위치하지만, 단층면 오른쪽에서 구간 X-Y의 시작 지점은 같은 지층의 중간보다 아래쪽에서 시작되므로, 이 지점의 지층 연령은 X 지점의 지층 연령보다 많아야 한다. **정답④**

### 18. 외계 행성계 탐사

중심별은 공통 질량 중심을 중심으로 행성과 반대쪽에서 같은 방향으로 공전한다. 중심별이 지구에 가까워지면 청색 편이가, 멀어지면 적색 편이가 나타난다.

[정답맞히기] ㄴ. 행성이 ㉡에 위치할 때는 중심별이 지구에 가장 가까울 때이며, 시선 속도는 0이다. 행성이 ㉢에 위치할 때는 중심별의 시선 속도가 최대일 때이므로 행성이 ㉡→㉢으로 공전하는 동안 중심별의 시선 속도는 커진다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. A에서 관측 파장은 기준 파장보다 길어 적색 편이가 나타난다. 따라서 이 시기에 중심별은 지구로부터 멀어지므로 행성은 지구에 가까워진다. 따라서 A는 행성이 ㉢에 위치할 때 관측한 결과이다.

ㄷ. A와 C는 각각 행성이 ㉢과 ㉡에 위치할 때이므로 모두 시선 방향에 수직인 방향에 위치하고 있다. 따라서 두 위치에서 시선 속도의 크기는 같으므로 기준 파장이 같을 때 파장 변화량은 서로 같다. 따라서  $a=c$ 이며  $b=d$ 이다. 결국  $a \times b$ 와  $c \times d$ 는 서로 같다.

---

## 19. 허블 법칙

거리는 적색 편이량에 비례하므로 B에서 A까지의 거리는 우리은하에서 A까지의 거리의 3배이다.

[정답맞히기] ㄱ. 우리은하로부터의 거리는 B가 A의 3배이므로 적색 편이량도 B가 A의 3배이다.

ㄴ. A로부터의 거리는 B가 우리은하의 3배이다. 따라서 A에서 관측한 후퇴 속도도 B가 우리은하의 3배이다. 정답③

[오답피하기]

ㄷ. B에서 A까지의 거리는 우리은하에서 A까지의 거리의 3배이므로, A와 B가 동일한 시선 방향에 위치한다면 우리은하에서 B까지의 거리는 A까지의 거리의 4배이어야 한다. 그림에서 B까지의 거리는 A까지의 거리의 3배이므로 동일한 시선 방향에 위치하지 않는다.

## 20. 고지자기

고정된 열점에서 생성된 화산섬은 판이 이동함에 따라 함께 이동한다. 일반적으로 해령은 판의 이동 방향에 수직인 방향으로 발달하며, 변환 단층은 판의 이동 방향과 나란한 방향으로 발달한다.

[정답맞히기] ㄱ. A와 B의 화산섬은 화산섬의 나이가 0인 지점의 열점에서 생성된 후 모두 북쪽으로 이동하고 있으며, 판의 이동 속도는 B가 A보다 빠르다. 따라서 X는 해령, Y는 변환 단층에 해당하며, 해령인 X도 북쪽으로 함께 이동하고 있다. 변환 단층에서 화산 활동은 거의 없으며, 해령에서는 화산 활동이 활발하므로 화산 활동은 해령인 X가 더 활발하다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. ㉠과 ㉡은 현재 위도가  $10^{\circ}\text{S}$ 로 같지만 실제로는 각각 위도  $15^{\circ}\text{S}$ ,  $20^{\circ}\text{S}$ 에서 생성된 것이다. 또한 북각은 위도가 높을수록 절댓값이 커진다. 따라서 고지자기 북각의 절댓값은 상대적으로 저위도에서 생성된 ㉠이 더 작다.

ㄷ. ㉠은 위도  $15^{\circ}\text{S}$ 에서 생성되어 동일 경도선을 따라  $10^{\circ}\text{S}$ 로 이동하였으므로 ㉠에서 구한 고지자기극의 위도는 약  $85^{\circ}\text{N}$  부근에, ㉡은 위도  $20^{\circ}\text{S}$ 에서 생성되어 동일 경도선을 따라  $10^{\circ}\text{S}$ 로 이동하였으므로 ㉡에서 구한 고지자기극의 위도는 약  $80^{\circ}\text{N}$  부근에 위치한다. 따라서 ㉠에서 구한 고지자기극은 ㉡에서 구한 고지자기극보다 고위도에 위치한다.



2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
과학탐구영역 물리학Ⅱ 정답 및 해설

01.③	02.④	03.④	04.①	05.④	06.⑤	07.③	08.①	09.①	10.②
11.⑤	12.①	13.③	14.③	15.⑤	16.②	17.②	18.④	19.⑤	20.④

**1. 불확정성 원리**

[정답맞히기] 불확정성 원리에 의하면 입자성과 파동성을 모두 띠고 있는 물체의 위치와 운동량을 동시에 정확하게 측정하는 것은 불가능하다. 따라서 A는 ‘위치’이고, B는 ‘불확정성’이다. 정답③

**2. 일반 상대성 이론**

[정답맞히기] A. 광원에서 발사된 빛이 운동 방향과 반대 방향으로 휘어지므로 우주선의 속력은 빨라지고 있고, 우주선의 가속도 방향과 운동 방향은 같다.

C. 우주선이 가속 운동을 하기 때문에 우주인이 관찰하는 빛이 휘어지므로 우주선의 가속도 크기가 클수록 우주인이 관찰하는 빛의 경로는 더 휘어지게 된다. 정답④

[오답피하기] B. 관성력의 방향과 가속도의 방향은 서로 반대이다. 따라서 우주인에게 작용하는 관성력의 방향은 우주선의 가속도 방향과 반대이다.

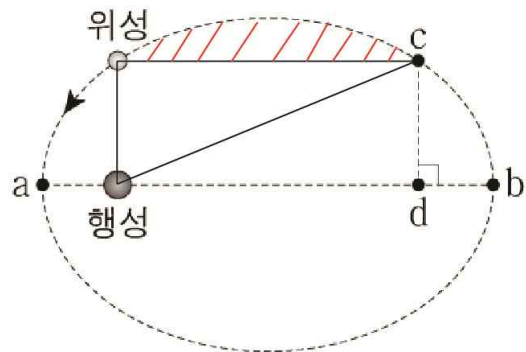
**3. 포물선 운동과 운동 에너지**

[정답맞히기] 물체의 질량을  $m$ , p에서 물체의 속력을  $v_0$ 이라 하면, p에서 물체의 운동 에너지는  $\frac{1}{2}mv_0^2 = E_0$ 이다. q에서 물체의 속력은  $v_0\cos 45^\circ$ 이므로 q에서 물체의 운동 에너지는  $\frac{1}{2}m(v_0\cos 45^\circ)^2 = \frac{1}{4}mv_0^2 = \frac{1}{2}E_0$ 이다. 정답④

**4. 케플러 법칙**

[정답맞히기] ㄱ. 행성으로부터의 거리가 a가 b보다 작으므로 면적 속도 일정 법칙에 의해 위성의 속력은 a에서가 b에서보다 크다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 위성이 b에서 a까지 운동하는 데 걸리는 시간은  $\frac{T}{2}$ 이다. 행성과 위성을 잇는 선분이 휩쓸고 지나가는 면적이 위성이 c에서 a까지 운동하는 동안이 위성이 b에서 c까지 운동하는 동안보다 그림의 붉은색 빛금 친 면적만큼 더 크다. 따라서 위성이 c에서 a까지 가는 데 걸리는 시간은  $\frac{T}{4}$ 보다 크고, 위성이 b에서 c까지 가는 데



걸리는 시간은  $\frac{T}{4}$ 보다 작다.

ㄷ. 두 물체 사이에 작용하는 중력의 크기는 두 물체 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. 행성으로부터의 거리가 a가 c보다 작으므로 위성에 작용하는 중력의 크기는 a에서가 c에서보다 크다.

### 5. 도플러 효과

[정답맞히기] ㄱ. 음파 발생기가 음파 측정기를 향해 운동하는 속력이 클수록 음파 측정기에서 측정되는 음파의 진동수는 더 커진다. 따라서 ㉠은 680 Hz보다 작다.

ㄷ. 음속이  $v$ 이고 진동수가  $f_0$ 인 음파를 발생하는 음원이 속력  $v_s$ 로 음파 측정기를 향해 운동하는 경우, 음파 측정기에서 측정되는 음파의 진동수는  $f = \left(\frac{v}{v-v_s}\right)f_0$ 이다.

따라서  $680 \text{ Hz} = \left(\frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}\right)f_0$ 에서  $f_0 = 670 \text{ Hz}$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. 음파 발생기가 음파 측정기로부터 멀어질 때, 음파 측정기가 측정하는 음파의 진동수는 음파 발생기에서 발생한 음파의 진동수보다 작아진다. 따라서 ㉡은  $f_0$ 보다 작다.

### 6. 볼록 렌즈에 의한 상

[정답맞히기] ㄱ.  $x$ 가  $d$ 일 때 렌즈의 초점 거리를  $f$ 라 하고, 렌즈 방정식을 적용해 보면  $\frac{1}{d} + \frac{1}{-3d} = \frac{1}{f}$ 이 성립한다. 이를 정리하면  $f = \frac{3}{2}d$ 이다.

ㄴ. 물체가 볼록 렌즈의 초점보다 렌즈로부터 더 먼 지점에 놓여 있을 때 생기는 상은 실상이다.

ㄷ. 물체가 볼록 렌즈로부터 초점 거리의 2배인 지점( $3d$ )에 놓여 있을 때, 상의 크기는 물체의 크기와 같고, 렌즈로부터 상까지의 거리는 렌즈로부터 물체까지의 거리와 같다. 따라서 ㉢은  $3d$ 이다. 정답⑤

### 7. 코일과 축전기가 연결된 교류 회로

[정답맞히기] ㄱ. 교류 전원의 진동수가 클수록 전류의 방향이 빠르게 변하므로 코일의 저항 역할은 커진다. S를 a에 연결했을 때, 교류 진동수가 커질수록 회로에 흐르는 전류의 세기가 감소하므로 X는 코일이다.

ㄴ. 저항, 코일, 축전기가 연결된 교류 회로에서 교류 전원의 진동수가 공명 진동수와 같을 때 회로에 흐르는 전류의 세기가 최대가 된다. 따라서 S를 b에 연결했을 때 회로의 공명 진동수는  $f_2$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. Y는 축전기이다. 축전기는 교류 전원의 진동수가 커질수록 저항 역할이 작아진다. 따라서 Y의 저항 역할은 교류 전원의 진동수가  $f_2$ 일 때가  $f_1$ 일 때보

다 작다.

### 8. 트랜지스터

[정답맞히기] ㄱ. 이미터 단자에 전극의 음(-)극이 연결되어 있으므로 트랜지스터는 n-p-n형이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. n-p-n형 트랜지스터에서 전류가 증폭되고 있을 때, 전위는 컬렉터 단자가 베이스 단자보다 높다.

ㄷ. 전류가 증폭되고 있을 때, 이미터 단자에 흐르는 전류의 세기는 베이스 단자와 컬렉터 단자에 흐르는 전류의 세기의 합과 같다.

### 9. 물질파와 광전 효과

[정답맞히기] ㄱ. 질량이  $m$ 이고, 운동 에너지가  $E_k$ 인 입자의 물질파 파장은

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} \quad (h: \text{플랑크 상수}) \text{이다. 즉, } E_k \propto \frac{1}{\lambda^2} \text{이다. 방출된 광전자의 운동 에너지는}$$

물질파 파장의 제곱에 반비례하므로 ㉠은  $4E$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 금속판의 일함수를  $W$ 라고 하면,

$$2hf = E + W \cdots \text{①이고, } 3hf = 4E + W \cdots \text{②이다. 식 ①, ②에 의해 } W = 5E \text{이다.}$$

ㄷ. 금속판에 여러 단색광을 동시에 비출 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 단색광 중 진동수가 큰 빛에 의해서 결정된다. 따라서 진동수가  $2f$ ,  $3f$ 인 단색광을 함께 비출 때, 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는  $4E$ 이다.

### 10. 빛의 간섭

[정답맞히기] ㄷ. 파장이  $\lambda$ 인 단색광이 이중 슬릿을 통과한 후 스크린에 만드는 이웃한 간섭무늬 사이의 간격은  $\frac{L\lambda}{d}$ 이다. Q는 0로부터 두 번째 밝은 무늬가 생긴 지점이

$$\text{므로 } y = \frac{2L\lambda}{d} \text{이다.} \quad \text{정답②}$$

[오답피하기] ㄱ. P에는 어두운 무늬가 생기므로 P에서는 상쇄 간섭이 일어난다.

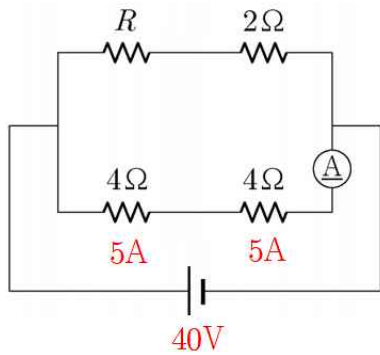
ㄴ.  $S_1$ ,  $S_2$ 에서 스크린상의 첫 번째 어두운 무늬가 생기는 점까지의 경로차는  $\frac{\lambda}{2}$ 이

고, 두 번째 어두운 무늬가 생기는 점까지의 경로차는  $\frac{3}{2}\lambda$ 이다. P에는 세 번째 어두

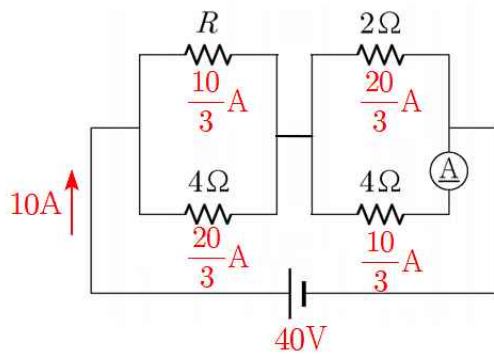
운 무늬가 생기므로  $S_1$ ,  $S_2$ 에서 P까지 단색광의 경로차는  $x = \frac{5}{2}\lambda$ 이다.

### 11. 저항의 연결

[정답맞히기] 스위치를 열었을 때와 스위치를 닫았을 때, 각 저항에 흐르는 전류를 나타내면 다음과 같다.



<스위치를 열었을 때>



<스위치를 닫았을 때>

스위치를 열었을 때, 아래쪽 4 Ω인 두 저항에 흐르는 전류의 세기가 5 A이므로 전원의 전압값은  $(4 \Omega + 4 \Omega) \times 5 \text{ A} = 40 \text{ V}$ 이다. 스위치를 닫았을 때, 오른쪽 4 Ω에 흐르는 전류의 세기가  $\frac{10}{3} \text{ A}$ 이므로 2 Ω에 흐르는 전류의 세기는  $\frac{20}{3} \text{ A}$ 이다. 왼쪽 4 Ω에 흐르는 전류의 세기를  $I$ 라고 하면,  $40 \text{ V} = (4 \Omega \times I) + (4 \Omega \times \frac{10}{3} \text{ A})$ 에서  $I = \frac{20}{3} \text{ A}$ 이다.

따라서 저항값이  $R$ 인 저항에 흐르는 전류의 세기는  $\frac{10}{3} \text{ A}$ 이다. 저항이 병렬로 연결되어 있을 때 각 저항에 걸리는 전압이 서로 같으므로  $4 \Omega \times \frac{20}{3} \text{ A} = R \times \frac{10}{3} \text{ A}$ 에서  $R = 8 \Omega$ 이다. 정답⑤

## 12. 일과 에너지

[정답맞히기] 마찰이 있는 빗면에서 내려간 거리는 올라간 거리의 3배이므로 마찰이 있는 빗면에서 내려가는 동안 감소한 역학적 에너지를  $3E$ 라고 하면, 마찰이 있는 빗면에서 올라가는 동안 감소한 역학적 에너지는  $E$ 이다. 물체가 빗면에서 내려가 수평면에 도달할 때까지, 수평면에서 운동하다 마찰이 있는 빗면에서 정지할 때까지 일과 에너지 관계를 적용하면,  $mgh + \frac{1}{2}mv^2 - 3E = \frac{1}{2}m(2v)^2 = mg(\frac{h}{3}) + E$ 가 성립한다. 이

를 정리하면  $\frac{15}{8}mv^2 = \frac{1}{2}mgh$ 이고,  $v = \sqrt{\frac{4gh}{15}}$ 이다. 정답①

## 13. 축전기

[정답맞히기] ㄱ. 스위치가 열린 상태에서 B의 극판 사이의 간격만 변화였으므로 A, B에 충전된 전하량은 변화가 없다. 따라서 A에 충전된 전하량은 (가)에서와 (나)에서가 같다.

ㄴ. 평행판 축전기의 전기 용량은 극판 사이의 간격에 반비례한다. 따라서 B의 전기 용량은 (가)에서가 (나)에서보다 크다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 전기 용량이  $C$ 인 축전기에 충전된 전하량이  $Q$ 일 때 축전기에 저장된 전기 에너지는  $E = \frac{Q^2}{2C}$ 이다. B에 충전된 전하량은 (가)에서와 (나)에서가 같고, B의 전기 용량은 (가)에서가 (나)에서보다 크므로 축전기에 저장된 전기 에너지는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

#### 14. 역학적 평형

[정답맞히기] 받침대가 막대를 떠받치는 힘이 최소일 때는 실이 막대에 작용하는 힘의 크기가 0일 때이다. 따라서  $F_{\text{최소}}$ 는 힘의 평형에 의해 막대와 물체에 작용하는 중력의 크기인  $5mg$ 와 같다. 받침대가 막대를 떠받치는 힘이 최대일 때는 실이 막대에 작용하는 힘의 크기가 최대일 때로, 물체가 막대의 오른쪽 끝에 있을 때이다. 이때 실이 막대에 작용하는 힘의 크기를  $T$ 라 하고 막대와 받침대가 만나는 점을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면,  $3LT = 2Lmg + 7L(4mg)$ 가 성립하므로  $T = 10mg$ 이다. 이때 힘의 평형을 적용하면,  $F_{\text{최대}} = 10mg + mg + 4mg = 15mg$ 이다. 따라서  $\frac{F_{\text{최대}}}{F_{\text{최소}}} = 3$ 이다. 정답③

#### 15. 등속 원운동

[정답맞히기] A가 P에서 Q까지 운동하는 데 걸리는 시간을  $t$ , B의 원운동의 반지름을  $r$ 라고 하면 A는  $t$  동안  $\sqrt{2}r$ 만큼 등가속도 직선 운동을 하므로  $\sqrt{2}r = \frac{1}{2}a_0t^2 \dots ①$ 이다. 등속 원운동을 하는 B의 속력을  $v$ 라고 하면, B는  $t$  동안 원둘레의  $\frac{3}{4}$ 배만큼 운동

하므로  $v = \frac{2\pi r(\frac{3}{4})}{t}$ 에서  $v = \frac{3\pi r}{2t} \dots ②$ 이다. B의 구심 가속도의 크기를  $a_B$ 라고 하면,

$a_B = \frac{v^2}{r} \dots ③$ 이다. 식 ②, ③에 의해  $a_B = \frac{9\pi^2 r}{4t^2}$ 이고, 식 ①에서  $a_0 = \frac{2\sqrt{2}r}{t^2}$ 이므로

$a_B = \frac{9\sqrt{2}\pi^2}{16}a_0$ 이다. 정답⑤

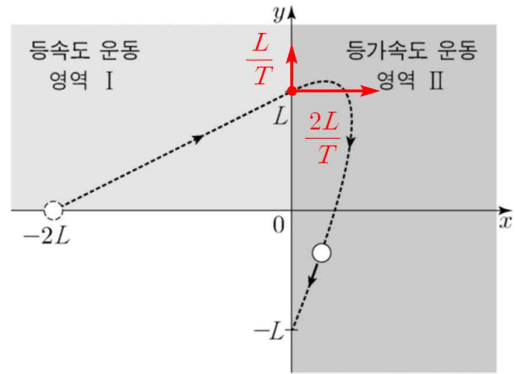
#### 16. 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] A, B, C에 의한 자기장의 세기가 p에서 q에서의  $\sqrt{2}$ 배가 되기 위해서는 p와 q에서 A와 B에 의한 자기장의 방향이 같아야 한다. A에 의한 p에서의 자기장의 세기와 B에 의한 p에서의 자기장의 세기를 각각  $B$ 라고 하면, p에서 A, B까지의 거리는  $d$ 이고, q에서 A, B까지의 거리는  $2d$ 이므로 A에 의한 q에서의 자기장의 세기와 B에 의한 q에서의 자기장의 세기는 각각  $\frac{B}{2}$ 이다. p, q에서 A, B에 의한 자기장과 C에 의한 자기장은 서로 수직이므로 p, q에서 C에 의한 자기장의 세기를  $B_C$ 라

고 할 때, p에서 A, B, C에 의한 자기장의 세기는  $\sqrt{4B^2+B_C^2}$  이고, q에서 A, B, C에 의한 자기장의 세기는  $\sqrt{B^2+B_C^2}$  이다. 따라서  $\sqrt{4B^2+B_C^2} = \sqrt{2} \sqrt{B^2+B_C^2}$  이고,  $B_C = \sqrt{2}B$ 이다. 따라서  $I_C = \sqrt{2}I_0$ 이다. 정답②

### 17. 등가속도 운동

[정답맞히기] 물체가 I, II에서 운동하는데 걸린 시간을  $T$ 라고 하면, I에서 등속도 운동하여  $x$ 방향,  $y$ 방향으로 각각  $2L$ ,  $L$ 만큼 운동하므로 물체가 좌표  $(0, L)$ 인 지점을 지날 때 물체의 속도의  $x$ 성분,  $y$ 성분은 각각  $\frac{2L}{T}$ ,  $\frac{L}{T}$ 이다. 물체가 II에서 등가속도 운동하는 동안  $x$ 축 방향의 변위는 0이므로



$$0 = \left(\frac{2L}{T}\right) \times T + \frac{1}{2} a_x T^2 \dots \text{①}$$

이므로 변위는  $-2L$ 이므로  $-2L = \left(\frac{L}{T}\right) \times T + \frac{1}{2} a_y T^2 \dots \text{②}$ 이다. 식 ①, ②에서  $a_x = -\frac{4L}{T^2}$ ,

$$a_y = -\frac{6L}{T^2} \text{이므로 } \frac{a_y}{a_x} = \frac{3}{2} \text{이다.}$$

정답②

### 18. 전자기 유도

[정답맞히기] 금속 고리가 사분원, 반원 모양의 자기장 영역에 일정한 각속도로 회전하며 들어가거나 나올 때 시간에 따른 자기 선속의 변화는 사분원, 반원의 반지름의 제곱과 자기장 영역의 자기장의 세기에 비례한다. 또한 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 세기가  $0 \sim \frac{T}{4}$  동안이  $\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$  동안보다 크고, 이때 유도 전류의 방향은 서로

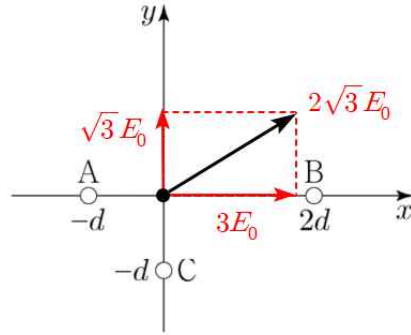
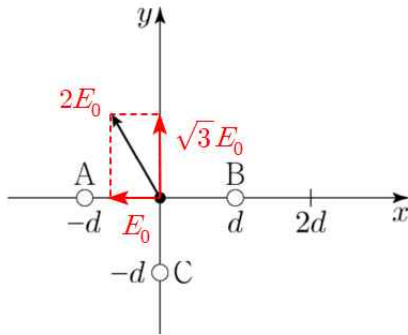
반대이므로 I, II에서 자기장의 방향은 서로 같다. 따라서  $4d^2 B_I : 4d^2 B_I - d^2 B_{II} = 3:1$

의 관계가 성립한다. 이를 정리하면  $12B_I - 3B_{II} = 4B_I$  이고  $\frac{B_{II}}{B_I} = \frac{8}{3}$ 이다. 정답④

### 19. 전기장

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 B를  $+x$ 방향으로 아주 멀리 이동시켰다고 가정하면 O에서 전기장의  $x$ 성분은 A에 의해서 결정된다. B가 멀리 있다고 가정할 때 O에서 전기장의  $x$ 성분이  $+x$ 방향을 향하므로 A는 양(+전하)임을 알 수 있다.

ㄴ. B의 위치가 각각  $x=d$ ,  $x=2d$ 일 때, O에서 전기장을 나타내면 다음과 같다.



따라서 B의 위치가  $x=2d$ 일 때, O에서 전기장의 세기는  $\sqrt{(3E_0)^2 + (E_0)^2} = \sqrt{10}E_0$ 이다.

ㄷ. O에서 A, C에 의한 전기장의 세기를 각각  $E_A$ ,  $E_C$ 라 하고, B가 O로부터  $d$ 만큼 떨어져 있을 때, O에서 B에 의한 전기장의 세기를  $E_B$ 라고 하면, B의 위치가  $x=d$ 일 때,  $E_B - E_A = E_0 \cdots \textcircled{1}$ 이고, B의 위치가  $x=2d$ 일 때,  $E_A - \frac{1}{4}E_B = 3E_0 \cdots \textcircled{2}$ 이다. 식 ①,

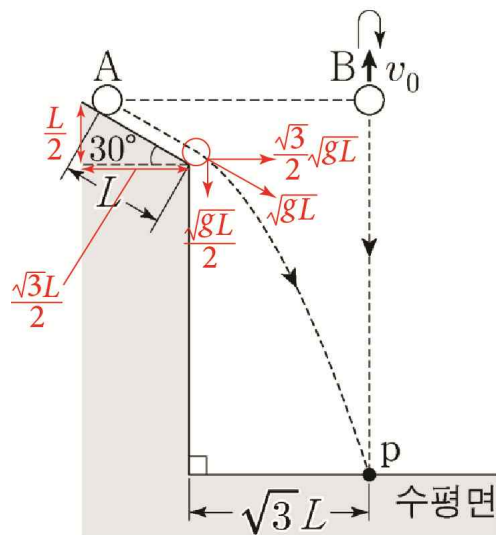
②에 의해  $E_A = \frac{13}{3}E_0$ 이고,  $E_B = \frac{16}{3}E_0$ 이다.  $E_C = \sqrt{3}E_0$ 이고, 거리가 일정할 때, 전기장의 세기는 전하량의 크기에 비례하므로  $\frac{E_C}{E_A} = \frac{\sqrt{3}E_0}{\frac{13}{3}E_0} = \frac{3\sqrt{3}}{13}$ 이다. 따라서 전하량

의 크기는 C가 A의  $\frac{3\sqrt{3}}{13}$ 배이다.

정답⑤

## 20. 포물선 운동의 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] 역학적 에너지 보존에 의해 A의 빗면 끝에서의 속력은  $\sqrt{gL}$ 이고, 수평 방향과 연직 방향 성분 속도의 크기는 각각  $\frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{gL}$ ,  $\frac{\sqrt{gL}}{2}$ 이다. A가 포물선 운동하는 동안 수평 방향 성분의 속도는 일정하므로, A가 빗면 끝에서 수평면에 닿을 때까지 포물선 운동하는 데 걸린 시간은  $2\sqrt{\frac{L}{g}}$ 이다. A의 수평 방향의 평균 속도의 크기는 포물선 운동하는 동안이 빗면 위에서 운동하는 동안의 2배이다. 그리고 수평 이동 거리는 빗면에서 운동하는 동안이  $\frac{\sqrt{3}L}{2}$ 이고, 포물선 운동하는 동안이  $\sqrt{3}L$ 이므로 A가 빗면에서 운동하는



---

데 걸리는 시간과 포물선 운동하는 데 걸리는 시간은  $2\sqrt{\frac{L}{g}}$  로 서로 같다.

A가 포물선 운동하는 동안 A의 연직 이동 거리는  $\frac{\sqrt{gL}}{2} \times 2\sqrt{\frac{L}{g}} + \frac{1}{2}g(2\sqrt{\frac{L}{g}})^2 = 3L$

이다. B에 등가속도 운동 관계식을 적용하면,  $-v_0 4\sqrt{\frac{L}{g}} + \frac{1}{2}g(4\sqrt{\frac{L}{g}})^2 = \frac{7}{2}L$ 이 성립

한다. 이를 정리하면  $v_0 = \frac{9}{8}\sqrt{gL}$ 이다.

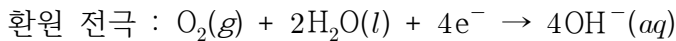
정답④



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

### 1. 수소 연료 전지

[정답맞히기] 수소 연료 전지는 화학 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 장치로 전해질이 KOH인 수소 연료 전지의 산화, 환원 전극에서 일어나는 반응은 다음과 같다.



따라서 ㉠으로 적절한 것은 ‘화학’이고, ㉡으로 적절한 것은 ‘H<sub>2</sub>’이다. 정답④

### 2. 반응 속도와 촉매

[정답맞히기] 촉매를 사용하면 반응 경로가 바뀌면서 활성화 에너지의 크기가 달라지므로 반응 속도가 달라진다. 정촉매는 활성화 에너지의 크기를 감소시켜 반응 속도를 빠르게 하며, 부촉매는 활성화 에너지를 증가시켜 반응 속도를 느리게 한다. 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)가 분해되는 반응에서 아이오딘화 이온(I<sup>-</sup>)은 반응 속도를 증가시켰으므로 정촉매이다. 따라서 ㉠으로 적절한 것은 ‘정촉매’이고, ㉡으로 적절한 것은 ‘활성화 에너지’이다. 정답③

### 3. 물의 특성

[정답맞히기] ㄱ. 1 atm, -4°C에서 H<sub>2</sub>O는 고체이다. 압력을 일정하게 하면서 온도를 점점 올릴 때 처음 상태 변화가 나타나는 온도는 어는점(녹는점)이고, 1 g당 부피는 A에서 B에서보다 크므로 A는 0°C에서의 H<sub>2</sub>O(s), B는 0°C에서의 H<sub>2</sub>O(l)이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 밀도는 C에서 B에서보다 크다. 밀도는  $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 같은 부피에서 질량은 C에서 B에서보다 크다. 따라서 1mL에 들어 있는 분자 수는 C에서 B에서보다 크다.

ㄷ. H<sub>2</sub>O(l)의 밀도는 C에서 B(어는점)에서보다 크다.

### 4. 고체 결정 구조

[정답맞히기] ㄴ. Li(s)은 금속 결정으로, 금속 양이온과 자유 전자 사이의 전기적 인력에 의한 금속 결합에 의해 이루어진 결정이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. Li(s)의 단위 세포에서 정육면체의 8개의 꼭짓점과 단위 세포 중심에 각각 입자가 배열되어있으므로, Li(s)은 체심 입방 구조이다.

ㄷ. CO<sub>2</sub>(s)는 CO<sub>2</sub> 분자 사이에 작용하는 힘에 의해 이루어진 결정이다. 따라서 CO<sub>2</sub>(s)는 분자 결정이다.

## 5. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 반응 엔탈피( $\Delta H$ )는 생성물의 엔탈피 합에서 반응물의 엔탈피 합을 뺀 값이다.  $\Delta H$ 가 음수이므로 이 반응에서 반응물의 엔탈피 합이 생성물의 엔탈피 합보다 크다.

ㄷ.  $H_2(g)$ 와  $Cl_2(g)$  각각 1 mol로부터  $HCl(g)$  2 mol이 생성될 때의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )가 -184 kJ이므로  $HCl(g)$  1 mol이 생성될 때의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )는 -184 kJ의  $\frac{1}{2}$ 배인 -92 kJ이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ.  $H_2(g)$ 와  $Cl_2(g)$ 로부터  $HCl(g)$ 가 생성될 때 열을 방출하므로, 그 역반응은 열을 흡수한다.

## 6. 상평형 그림

[정답맞히기] ㄱ.  $P_1$  atm에서  $t_1^\circ C$ 일 때의 안정한 상은 기체이고,  $t_2^\circ C$ 일 때 안정한 상은 액체, 기체이므로 온도는  $t_1 > t_2$ 이다. 정답①

[오답피하기]

ㄴ.  $P_1$  atm,  $t_2^\circ C$ 에서  $CO_2$ 의 안정한 상은 액체, 기체이므로 액체 상태의 상이 존재할 수 있는  $P_1 > 5.1$ 이다.

ㄷ.  $P_1$  atm,  $t_1^\circ C$ 에서  $CO_2$ 의 안정한 상은 기체이고,  $P_2$  atm,  $t_1^\circ C$ 에서  $CO_2$ 의 안정한 상은 액체, 기체이므로  $P_2 > P_1$ 이다.  $CO_2$ 의 상평형 그림에서 고체, 액체가 공존하는 용해 곡선은 온도가 높아질수록 압력이 증가하는 값을 나타내고 있다. 따라서  $P_2 > P_1$ 이므로  $CO_2$ 의 녹는점은  $P_2$  atm에서가  $P_1$  atm에서보다 높다.

## 7. 전기 분해

[정답맞히기] ㄱ. 탐구 결과 금속이 석출되는 전극은 (-)극이고, 가설이 옳으므로 ㉠은 (-)극이다.

ㄴ. 전기 분해가 진행될 때 (가)와 (다)에서는 모두 (-)극에서 환원 반응이 일어나므로, 산화 반응이 일어나는 전극은 (+)극이다. 정답③

[오답피하기]

ㄷ. 금속 1 mol이 석출될 때 얻는 전자의 양은 금속 양이온의 전하에 따라 달라지므로 (다)에서  $Cu^{+}$ 이 (가)에서  $Ag^{+}$ 의 2배이다.

## 8. 증기 압력과 분자 사이의 인력

[정답맞히기]

ㄱ.  $t_1^\circ C$ 에서 증기 압력은  $X(l) > Y(l)$ 이므로 분자 사이의 인력은  $Y(l) > X(l)$ 이다. 정답①

[오답피하기]

ㄴ.  $t_2^\circ C$ , 1 atm에서 Y의 안정한 상은 액체이다.

ㄷ. (나)로부터  $P$  atm에서  $X(l)$ 의 끓는점이  $t_2^\circ\text{C}$ 임을 알 수 있고, (가)에서  $t_2^\circ\text{C}$ 에서  $X(l)$ 의 증기 압력이 1 atm보다 크므로  $P > 1$ 이다.

### 9. 완충 용액

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 의 양은 0.2 mol이고,  $\text{NaOH}$ 의 양은 0.1 mol이므로 (가)는 약산인  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 와  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 의 양이 같은 완충 용액이다. (가)는 아직 중화점에 도달하기 전이므로 용액의 액성은 산성이다. 따라서 (가)에서  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 이다.

ㄷ. (가)는 산성 용액인데 (나)도 pH가 이와 같으므로 (나)도 산성 용액이다. 1 M  $\text{NaOH}(aq)$  1 mL를 넣었을 때 (가)에서는  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 가 반응하여  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 을 생성하므로 pH 변화가 거의 일어나지 않지만, (나)에서는 중화 반응만 일어나고 평형 이동이 일어나지 않기 때문에 pH 변화는 (가)가 (나)보다 작다. 정답⑤

[오답피하기] ㄴ. (가)는  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 과  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 이 모두 0.05 M로 존재하는 완충 용액이므로 (가)에 1 M  $\text{HCl}(aq)$  1 mL를 넣으면  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 과 반응하여  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 이 생성되는 쪽으로 평형이 이동한다. 따라서 평형에 도달했을 때 증가한  $\text{H}_3\text{O}^+$ 의 양은 반응 전에 넣은  $\text{H}_3\text{O}^+$ 의 양 0.001 mol보다 작다.

### 10. 1차 반응

이 반응은 A에 대한 1차 반응이므로 반감기가 일정하다. 반응 전  $A(g)$ ,  $C(g)$ 의 양이 각각 2 mol, 1 mol이므로 반감기가 1번 지났을 때  $A(g) \sim C(g)$ 의 양은 각각 1 mol, 2 mol, 1.5 mol이고, B의 몰 분율은  $\frac{2}{4.5} = \frac{4}{9}$ 이다. 따라서 이 반응의 반감기는  $t$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ.  $A(g)$ 의 순간 반응 속도는 A의 몰 농도에 비례하므로

$$\frac{t\text{일 때 } A(g)\text{의 순간 반응 속도}}{2t\text{일 때 } A(g)\text{의 순간 반응 속도}} = \frac{1}{0.5} = 2\text{이다.}$$

ㄷ.  $0 \sim t$  동안 감소한 A의 양은 1 mol이고,  $0 \sim 2t$  동안 감소한 A의 양은 1.5 mol이므로  $\frac{0 \sim t\text{ 동안 생성된 } B(g)\text{의 양(mol)}}{0 \sim 2t\text{ 동안 생성된 } B(g)\text{의 양(mol)}} = \frac{2}{3}$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ.  $2t$ 는 반감기가 2번 지난 시점이므로 B의 몰 분율은  $\frac{3}{5.25} = \frac{4}{7}$ 이다.

### 11. 용액의 농도

[정답맞히기] 2.5 M  $A(aq)$  25 g에 들어 있는 A의 질량을  $w$  g이라고 하면, 몰랄 농도

$$2.5 m = \frac{\frac{w}{100}}{\frac{25-w}{1000}}$$

이므로  $w=5$ 이다. 또한 10% A(aq) 100 g에 들어 있는 A의 질량은 10 g이므로 두 용액을 혼합하여 만든 수용액의 전체 질량은 125 g이고, 들어 있는 A의 질량은 15 g이므로 퍼센트 농도(%)  $x = \frac{15}{125} \times 100 = 12$ 이다. 정답①

### 12. 반응 엔탈피와 결합 에너지

[정답맞히기] 반응 엔탈피는 반응물의 결합 에너지 총합에서 생성물의 결합 에너지 총합을 빼서 구할 수 있다.  $H_2O(g)$ 의 생성 엔탈피는  $a$  kJ이므로  $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ 에서 반응 엔탈피는  $2a$  kJ이다.  $H(g)$ ,  $O(g)$ 의 생성 엔탈피는 각각  $H_2(g)$ ,  $O_2(g)$ 의 결합 에너지와 같으므로  $2a = 4b + 2c - 4x$ 에서  $x = \frac{-a + 2b + c}{2}$ 이다. 정답②

### 13. 기체의 성질

[정답맞히기] 이상 기체 방정식  $PV = nRT = \frac{w}{M}RT$ 이므로 X, Y의 분자량을 각각  $M_X$ ,  $M_Y$ 라고 하면 (가)에서  $4 = \frac{3w}{M_X}RT$ ,  $3 = \frac{4w}{M_Y}RT$ 이므로  $M_X : M_Y = 9 : 16$ 이다. 같은 온도와 압력에서 기체의 밀도는 분자량에 비례하므로 (나)에서  $\ominus$ 은  $Y(g)$ ,  $\oplus$ 은  $X(g)$ 이다.  $PM = dRT$ 이고 (나)에서  $d \propto \frac{M}{T}$ 이므로  $b \propto \frac{16}{T}$ ,  $a \propto \frac{9}{2T}$ 에서  $\frac{b}{a} = \frac{32}{9}$ 이다. 정답②

### 14. 1차 반응

[정답맞히기] ㄴ. III의 부피는 1 L이고 A의 양은 0.6 mol이므로  $[A] = 0.6$  M이고,  $3 \times 10^{-4} M \cdot s^{-1} = k \times 0.6$  M에서  $k = 5 \times 10^{-4} s^{-1}$ 이다.

ㄷ. 온도  $T$ 에서 반감기는  $t$  초이므로 III에서  $t$  초일 때 A의 양은 0.3 mol이고, 생성된 B의 양은 0.6 mol이다. 용기의 부피는 1 L이므로  $[B] = 0.6$  M이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. I과 II에서 용기의 부피를 각각  $V_I$ ,  $V_{II}$ 라고 하면,  $v = k[A]$ 이고, 초기 반응 속도 비가  $I : II = 2 : 1$ 이므로 몰 농도 비는  $I : II = \frac{0.2}{V_I} : \frac{0.4}{V_{II}} = 2 : 1$ 이다. 따라서  $V_I : V_{II} = 1 : 4$ 이다.

### 15. 반응 지수와 평형 상수

[정답맞히기] ㄱ. I에서 초기 상태  $A(g) \sim C(g)$ 의 몰 농도는 각각  $\frac{1}{4}$  M,  $\frac{1}{4}$  M,  $\frac{5}{4}$  M이

므로  $Q=20$ 이다. I에서  $\frac{Q}{K}=5$ 이므로  $K=4$ 이다.

ㄴ. II에서  $Q=\frac{a}{1 \times 1}$ 이므로  $\frac{Q}{K}=\frac{a}{4}=\frac{1}{2}$ 에서  $a=2$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. I에서  $Q>K$ 이므로 반응이 진행되면 역반응 쪽으로 진행되는데 이

때 평형에 도달할 때까지 감소한  $C(g)$ 의 양을  $x$  mol이라고 하면  $\frac{\frac{5-x}{4}}{\left(\frac{1+x}{4}\right)^2}=4$ 이다. 따

라서  $x=1$ 이고, 평형에 도달하였을 때  $C(g)$ 의 양은 4 mol이다.

### 16. 염의 가수 분해

[정답맞히기] 0.1 M  $NaA(aq)$ 에서 생성된  $OH^-(aq)$ 의 농도를  $x$  M라고 할 때, 양적 관계를 다음과 같다.

	$A^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HA(aq) + OH^-(aq)$		
반응 전(M)	0.1		
반응(M)	$-x$	$+x$	$+x$
반응 후(M)	$0.1-x$	$x$	$x$

$\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{0.1-x}{x} \simeq \frac{0.1}{x} = 300$ 이므로,  $x = \frac{1}{3} \times 10^{-3}$ 이다.  $K_b = \frac{K_w}{K_a}$ 이므로  $A^-(aq)$ 의 이온

화 상수  $K_b = \frac{1 \times 10^{-14}}{K_a} = \frac{x^2}{0.1-x} \simeq \frac{x^2}{0.1}$ 이다.  $K_a = \frac{0.1 \times 10^{-14}}{x^2}$ 이고,  $x$ 에  $\frac{1}{3} \times 10^{-3}$ 을

대입하면  $K_a$ 는  $9 \times 10^{-9}$ 이다. 정답④

### 17. 용액의 총괄성

[정답맞히기] ㄱ.  $t_2^\circ C$ 에서 용액 (가)의 증기 압력이 1 atm,  $A(l)$ 의 증기 압력이  $\frac{101}{100}$

atm이므로, 증기 압력 내림은  $\frac{1}{100}$  atm이다. 증기 압력 내림 = 용매의 증기 압력  $\times$

용질의 몰 분율이므로 (가)에서 B의 몰 분율은  $\frac{1}{101}$ 이다.

ㄴ.  $A(l)$ 의 증기 압력은  $t_2^\circ C$ 에서가  $t_1^\circ C$ 에서보다 크므로,  $t_2 > t_1$ 이다. 용액 (가)의  $t_2^\circ C$ 에서 증기 압력이 1 atm이므로  $P < 1$ 이다.

ㄷ.  $t_1^\circ C$ 에서  $A(l)$ 의 증기 압력이 1 atm이므로  $A(l)$ 의 끓는점은  $t_1^\circ C$ 이고, 용액 (가)의  $t_2^\circ C$ 에서 증기 압력이 1 atm이므로 용액 (가)의 끓는점은  $t_2^\circ C$ 이고, 끓는점 오름은  $(t_2 - t_1)^\circ C$ 이다. (가)에서 B의 몰 분율은  $\frac{1}{101}$ 이므로, A와 B의 양을 각각 100 mol, 1

mol로 가정하고, A(l)의 몰랄 오름 상수를  $K_b$ 라고 하면  $(t_2 - t_1)^\circ\text{C} = K_b \times \frac{1}{6} m$   
 $(= \frac{1 \text{ mol}}{6 \text{ kg}})$ 이므로  $K_b$ 는  $6(t_2 - t_1)^\circ\text{C}/m$ 이다. 정답⑤

### 18. 이상 기체 방정식

[정답맞히기] ㄱ.  $PV = nRT$ 이므로  $\frac{PV}{T} \propto n$ 이다. (가)와 (나) 과정 후 총 기체의 양 (mol)은 일정하고 온도는 (나) 과정 후가 (가) 과정 후의 2배이며, (나) 과정 후의 혼합 기체의 압력과 부피는 각각 1 atm, 6.4 L이므로  $\frac{(0.4 \times 2) + (x \times 3)}{T} = \frac{1 \times 6.4}{2T}$ 이다. 따라서  $x = 0.8$ 이다.

ㄴ. (가) 과정 후 Ne(g)의 밀도가 0.8 g/L이다. 강철 용기의 부피가 2 L이므로 Ne(g)의 질량은 1.6 g으로 0.08 mol이다.  $x = 0.8$ 이므로 Ar(g)의 양은 0.24 mol로 9.6 g이다. 따라서 (나) 과정 후 혼합 기체의 부피는 6.4 L, 질량은  $11.2 (= 1.6 + 9.6)$  g이므로, 밀도는  $\frac{7}{4}$  g/L이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (나) 과정 후 혼합 기체의 압력은 1 atm이고 Ar(g)의 몰 분율은  $\frac{3}{4}$ 이므로 Ar(g)의 부분 압력은  $\frac{3}{4}$  atm이다. (다)에서 고정 장치로 고정하였으므로 (다) 과정 후 혼합 기체의 부피는 (나)와 같으며 온도는  $3T$  K로 (나) 과정 후의  $\frac{3}{2}$ 배가 된다. 따라서 Ar(g)의 부분 압력도 (나)에서의  $\frac{3}{2}$ 배가 되므로 (다) 과정 이후 Ar(g)의 부분 압력은  $\frac{9}{8}$  atm이다.

### 19. 1차 반응

[정답맞히기] ㄱ. 강철 용기 I ( $T_1$ )에서  $2t$ 에서의 [A]는  $\frac{1}{4}$  M로 초기 농도인 2 M의  $\frac{1}{8}$ 배이다. 따라서  $2t$ 는 반감기가 3번 지난 시점이므로 강철 용기 I ( $T_1$ )에서 이 반응의 반감기는  $\frac{2t}{3}$ 이다.  $t$ 는 반감기가 1번 지난 시점 이후이므로  $a < 1$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 강철 용기 II ( $T_2$ )에서  $3t$ 에서의 [A]는 초기 농도의  $\frac{1}{6}$ 배로 반감기가 3번 지난 시점에서의  $\frac{1}{8}b$ 보다 크다. 즉, 강철 용기 I ( $T_1$ )에서는  $2t$ 에서 반감기가 3번 지났고, 강철 용기 II ( $T_2$ )에서는  $3t$ 에서 반감기가 3번 지나기 전이므로 반응 속도는

강철 용기 I ( $T_1$ )에서가 강철 용기 II ( $T_2$ )에서 보다 빠르다. 따라서 반감기는  $T_2$ 에서가  $T_1$ 에서보다 길다.

ㄷ. 강철 용기 I, II에서 모두  $t$ 에서 농도가  $a$  M로 같다. 반응 속도는  $T_1 > T_2$ 이므로, 감소한 A의 농도는 I에서가 II에서보다 크다. 따라서 A의 초기 농도도 I에서가 II에서보다 크므로  $b < 2$ 이다.

## 20. 화학 평형

[정답맞히기] 반응 전후 기체의 양(mol) 변화가 없으므로 (가)에서 평형 상수를  $K_1$ 이

라고 하면,  $K_1 = \frac{4}{n^2}$ 이다. (나)에서 평형 상수를  $K_2$ 이라고 하면  $\frac{K_2}{K_1} = \frac{16}{9}$ 이므로  $K_2 =$

$\frac{16}{9} \times \frac{4}{n^2}$ 이다. (가)의 실린더에 들어 있는 혼합 기체의 양은  $(2n+2)$  mol이다. (나)의

실린더와 강철 용기에 들어 있는 혼합 기체의 양을  $x$  mol이라고 하면,  $\frac{PV}{nT} = R$ 이므

로  $\frac{1 \times V}{(2n+2) \times T} = \frac{1 \times 2V}{x \times \frac{4}{3} T}$ 이고,  $x = 3n+3$ 이다. (가)에서 He(g)의 양이  $\frac{7}{3}$  mol이므

로, (나)에서 A(g)의 양(mol)과 B(g)의 양(mol)과 C(g)의 양(mol)의 합은  $(3n + \frac{2}{3})$

mol이고, 이 값은 (가)에서 같으므로  $2n+2 = 3n + \frac{2}{3}$ 이고  $n = \frac{4}{3}$ 이다. 따라서  $K_2 = 4$

이다.  $K_2 > K_1$ 이므로 (가)에서 (나)로 갈 때 정반응이 우세하게 일어났으며, 이때 감소한 A(g)의 양을  $y$  mol이라고 하면 양적 관계는 다음과 같다.

	A(g)	+	B(g)	$\rightleftharpoons$	2C(g)
반응 전(mol)	$\frac{4}{3}$		$\frac{4}{3}$		2
반응(mol)	$-y$		$-y$		$+2y$
반응 후(mol)	$\frac{4}{3} - y$		$\frac{4}{3} - y$		$2+2y$

$\frac{(2+2y)^2}{(\frac{4}{3}-y)^2} = 4$ 이므로,  $\frac{2+2y}{\frac{4}{3}-y} = 2$ ,  $y = \frac{1}{6}$ 이다. 따라서 C(g)의 양은  $\frac{7}{3}$  mol이다. 정답②

2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
**과학탐구영역 생명과학II 정답 및 해설**

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

**1. 생명 과학의 역사**

DNA는 인산, 당, 염기가 1:1:1로 결합한 뉴클레오타이드가 기본 단위이다.

[정답맞히기] ㄱ. DNA(㉠)의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. DNA 증폭 기술인 중합 효소 연쇄 반응(PCR)의 발명은 1983년에 멀리스가 이룬 성과이다.

ㄷ. 왓슨과 크릭의 DNA 구조 규명(가)은 1953년에 이룬 성과이고, 멘델의 유전 기본 원리 발견(나)은 1865년에 이룬 성과이다.

**2. 세포의 특성**

(가)는 사람의 신경 세포이고, (나)는 대장균이다.

[정답맞히기] ㄱ. 원핵세포에는 미토콘드리아가 없으므로 (나)는 대장균이다.

ㄴ. 리보솜(㉡)에서 mRNA의 코돈 서열에 따라 단백질의 합성이 일어난다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 대장균(나)은 펩티도글리칸 성분의 세포벽을 갖지만, 사람의 신경 세포(가)는 세포벽을 갖지 않는다.

**3. 식물의 구성 단계**

㉠은 조직, ㉡은 조직계, ㉢은 기관이다. ㉣(㉠)은 기관의 예이므로 A는 ㉢. 기본 조직계는 조직계의 예이므로 C는 ㉡. 나머지 B는 조직(㉠)이다.

[정답맞히기] ㄱ. 식물의 구성 단계 중 ㉣은 기관에 해당한다. 따라서 장미의 ㉣(㉠)에는 관다발 조직계가 있다.

ㄴ. 표피 조직은 조직(B, ㉠)의 예이다.

ㄷ. 조직(㉠)이 모인 ㉡은 조직계이므로 C이다. **정답⑤**

**4. 세포막을 통한 물질의 이동 방식**

I은 단순 확산이고, II는 능동 수송이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물질이 고농도에서 저농도로 이동하는 방식인 I은 단순 확산이다.

ㄴ. 단순 확산(I)은 물질이 막단백질을 이용하지 않고 세포막의 인지질층을 통해 이동하는 방식이고, 능동 수송(II)과 촉진 확산은 물질이 세포막의 막단백질을 통해 이동하는 방식이다. 따라서 '막단백질을 이용함'은 ㉡에 해당한다. **정답④**

[오답피하기] ㄷ. 단순 확산(I)과 촉진 확산에 의해 물질은 모두 고농도에서 저농도로 이동하므로 ㉠은 '×'이다.



### 5. 3역 6계

대장균은 진정세균계(㉔)에 속하고, 지네는 동물계에 속한다.

[정답맞히기] ㄴ. 비종자 관다발 식물인 고사리는 ㉑에 해당한다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 대장균은 진정세균계(㉔)에 속한다.

ㄷ. 3역 6계 분류 체계에 따르면 고세균역에 속하는 메테인 생성균과 진핵생물역에 속하는 지네의 유연관계는 메테인 생성균과 진정세균역에 속하는 대장균의 유연관계보다 가깝다.

### 6. 효소

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 기질은 효소 X에 의해 물 분자가 첨가되어 생성물로 분해되었다. 따라서 X는 가수 분해 효소이고, '물 분자를 첨가하여 기질을 분해한다.'는 X의 작용에 해당한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 ㉑은 X가 없을 때의 활성화 에너지이고, 반응물의 에너지와 점선 그래프의 최고 높이의 에너지 차이는 X가 있을 때의 활성화 에너지이다.

ㄷ. 활성화 에너지는 어떤 물질이 화학 반응을 일으키기 위해 필요한 최소한의 에너지로 기질인 ㉔의 농도에 영향을 받지 않는다.

### 7. 전자 전달계

[정답맞히기] 미토콘드리아 내막의 막단백질을 통해  $H^+$ 은 미토콘드리아 기질에서 막 사이 공간으로 능동 수송되므로 I은 막 사이 공간, II는 미토콘드리아 기질이고, ㉑ 으로부터 방출된 전자가 미토콘드리아 내막의 막단백질 3개를 거치므로 ㉑은 NADH, ㉒은  $FADH_2$ 이다.

ㄱ. ㉑은 NADH, ㉒은  $FADH_2$ 이다.

ㄴ. I은 막 사이 공간, II는 미토콘드리아 기질이다.

ㄷ. 미토콘드리아에서 화학 삼투에 의한 인산화가 일어나 ADP와 P<sub>i</sub>로부터 ATP가 합성될 때 ㉓(ATP 합성효소)를 통한  $H^+$ 의 이동은 I(막 사이 공간)→II(미토콘드리아 기질)이다. 정답⑤

### 8. 동물문의 특징

[정답맞히기] 해삼은 극피동물, 거머리는 환형동물, 창고기는 척삭동물이다. 척삭을 갖는 A는 창고기이다. 원구가 항문이 되는 후구 동물은 극피동물과 척삭동물이고, 표에서 원구가 항문이 되는 특징을 갖는 동물은 A(창고기)와 B이므로 B는 해삼(극피동물), 나머지 C는 거머리(환형동물)이다.

ㄴ. B(해삼)는 3배엽성 동물로 발생 과정에서 포배가 형성된다.

ㄷ. '환형동물에 속한다.'는 C(거머리)의 특징인 ㉑에 해당한다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. A는 창고기, B는 해삼, C는 거머리이다.

## 9. 세포 호흡과 발효

[정답맞히기] 과당 2인산으로부터 2분자의 피루브산 또는 2분자의 아세틸 CoA 또는 2분자의 에탄올이 생성될 수 있으므로 A는 과당 2인산이다. 피루브산으로부터 아세틸 CoA 또는 에탄올이 생성될 수 있으므로 B는 피루브산이다. A(과당 2인산)가 2분자의 B(피루브산)로 되는 과정 I에서 4ATP와 2NADH가 생성되므로 ㉠은 ATP, ㉡은 NADH이다. B(피루브산)가 C(아세틸 CoA)로 되는 과정 II와 B(피루브산)가 D(에탄올)로 되는 과정 III에서 공통적으로 생성되는 ㉢은 CO<sub>2</sub>, 나머지 ㉣은 NAD<sup>+</sup>이다.

ㄴ. A는 과당 2인산, B는 피루브산, C는 아세틸 CoA, D는 에탄올이다.      **정답②**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 ATP, ㉡은 CO<sub>2</sub>, ㉢은 NADH, ㉣은 NAD<sup>+</sup>이다.

ㄷ. 1분자당 탄소 수는 B(피루브산)에서 3, D(에탄올)에서 2이다.

## 10. 캘빈회로

[정답맞히기] ㄷ. 5PGAL로부터 3RuBP가 생성되는 과정 I에서 3분자의 ATP가 사용된다.      **정답③**

[오답피하기] ㄱ. 캘빈회로에서 RuBP가 CO<sub>2</sub>와 결합하여 최초로 생성된 X는 3PG이고, 포도당 합성에 사용되는 Y는 PGAL이다.

ㄴ. 3RuBP는 3CO<sub>2</sub>와 결합하여 6분자의 3PG를 생성하므로 ㉠은 6이다. 6분자의 PGAL 중 1분자의 PGAL은 포도당 합성에 이용되고, 5분자의 PGAL은 3RuBP 생성에 사용되므로 ㉡은 1이다. 따라서 ㉠+㉡=6+1=7이다.

## 11. 종분화

[정답맞히기] ㄱ. 산맥 형성 이후에 A가 B로 분화했고, 섬의 분리 이후에 A가 C로 분화했다.

ㄴ. B와 C는 서로 다른 생물학적 종으로 생식적으로 격리되어 있다.

ㄷ. 종분화는 기존의 생물종이 새로운 생물종으로 분화하는 과정이다.      **정답⑤**

## 12. 명반응

[정답맞히기] ㄱ. 광계II의 반응 중심 색소는 680nm의 빛을 가장 잘 흡수하는 엽록소 a(P<sub>680</sub>)이고, 광계I의 반응 중심 색소는 700nm의 빛을 가장 잘 흡수하는 엽록소 a(P<sub>700</sub>)이다.      **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 물의 광분해를 통해 방출된 전자가 전자 전달계를 거치면 H<sup>+</sup>은 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송되므로 H<sup>+</sup>의 농도는 스트로마에서가 틸라코이드 내부에서보다 낮아진다.

ㄷ. 순환적 전자 흐름인 경로 2에서 광인산화에 의해 ATP가 합성되고, 비순환적 전자 흐름인 경로 1에서 (나)(NADP<sup>+</sup>+2H<sup>+</sup>+2e<sup>-</sup>→NADPH+H<sup>+</sup>)가 일어난다.

### 13. 줄기세포

[정답맞히기] 핵 치환 기술을 이용하여 배아 줄기세포를 만들 때 핵이 제거된 난자에 체세포로부터 추출한 핵을 이식하므로 실험 I에서 ㉠은 난자, ㉡는 체세포, ㉢은 배아 줄기세포이다. 실험 II에서 역분화를 일으키는 유전자를 이용하여 줄기세포를 만들었으므로 ㉣은 역분화 줄기세포이다.

- ㄱ. ㉠은 난자, ㉡는 체세포이다.
- ㄴ. ㉢은 배아 줄기세포, ㉣은 유도 만능 줄기세포(역분화 줄기세포)이다.
- ㄷ. 실험 I에서 핵치환 기술이 사용되었다.

정답⑤

### 14. 유전자 전사 조절

[정답맞히기] 표의 III에서 A, C가 제거되었을 때  $x$ 가 전사되었으므로 III에서는 B에 결합하는 ㉠과 D에 결합하는 ㉡이 발현되었고, I~III에서 모두 ㉢이 발현된다고 하였으므로 III에서는 ㉢, ㉣, ㉤이 발현된다. ㉢은 A 또는 C에 결합하는데, ㉢이 C에 결합한다면 표에서 A, B가 제거되었을 때 III에서는 ㉢(C에 결합), ㉣(B에 결합), ㉤(D에 결합)에 의해  $x$ 가 전사되어야 하지만 전사되지 않았으므로 ㉢은 A에 결합하는 전사 인자이다. I에서는 ㉢이 발현되고, ㉣~㉤ 중 나머지 1개가 발현된다. 표의 I에서 D가 제거되었을 때  $x$ 가 전사되었으므로 I에서는 ㉣과 ㉤ 중 1개가 발현됨을 알 수 있다. 표의 I에서 B와 D가 제거되었을 때  $x$ 가 전사되지 않았으므로 I에서는 ㉣이 발현됨을 알 수 있다. II에서는 ㉢이 발현되고, ㉣과 ㉤ 중 나머지 1개가 발현된다. II에서 ㉤이 발현된다면 표의 II에서 D가 제거되었을 때  $x$ 가 전사되어야 하지만 전사되지 않았으므로 II에서는 ㉣이 발현되었다.

제거된 부위	$x$ 의 전사		
	I (㉢, ㉣ 발현)	II (㉢, ㉤ 발현)	III (㉢, ㉣, ㉤ 발현)
없음	○	○	○
D	○	×	?(○)
A, B	×	×	×
A, C	×	×	○
B, D	×	㉠(×)	?(×)

(○: 전사됨, ×: 전사 안 됨)

- ㄱ. ㉠은 '×'이다.
- ㄴ. ㉢은 A에, ㉣은 B에, ㉤은 C에, ㉥은 D에 결합한다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. III에서는 ㉢, ㉣, ㉤이 발현되고, ㉥은 발현되지 않는다.

### 15. 전사

[정답맞히기] DNA를 구성하는 뉴클레오타이드에서 인산은 5' 말단에 있으므로 인산이 없는 (가)는 3' 말단이다. DNA를 구성하는 염기 중 아데닌(A)과 구아닌(G)은 모두 이중 고리 구조를 갖고, 타이민(T)과 사이토신(C)은 모두 단일 고리 구조를 갖는다. A와 T는 2개의 수소 결합으로 연결되고, G와 C는 3개의 수소 결합으로 연결된다. ㉠

은 단일 고리 구조를 갖고, 이중 고리를 갖는 A와 2개의 수소 결합으로 연결되므로 타이민(T)이다. I의 염기 서열은 5'-CGTAG-3'이고, II의 염기 서열은 3'-GCATC-5'이다.

ㄴ. ㉠은 타이민(T)이다.

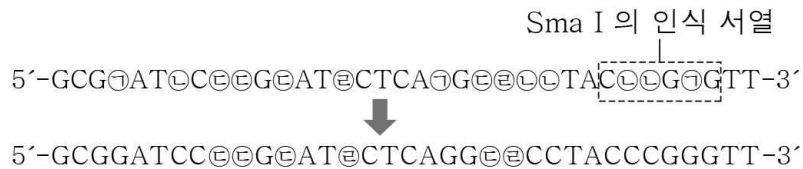
정답㉡

[오답피하기] ㄱ. (가)는 3' 말단이다.

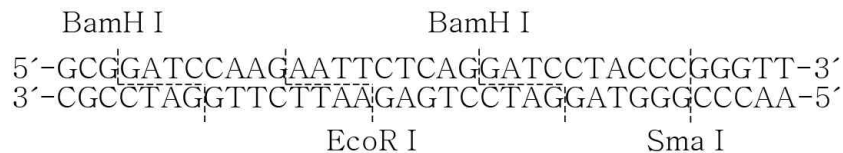
ㄷ. III의 염기 서열은 5'-CUACA-3'이므로 상보적인 가닥은 I(5'-CGTAG-3')이다.

### 16. 제한 효소

제시된 염기 서열에서 Sma I이 인식하는 염기 서열인 5'-CCCGGG-3'가 가능한 부위는 아래 그림에 제시된 곳만 가능하므로 ㉠은 구아닌(G), ㉡은 사이토신(C)이다.



Sma I에 의해 2개의 DNA 조각이 형성되고, 염기 수가 10인 DNA 조각이 있으므로 II에 첨가한 ㉠이 Sma I이다. 제시된 염기 서열의 5' 말단에서 3번째 염기인 구아닌(G)부터 6번째 염기인 사이토신(C)까지가 BamH I의 인식 서열에 포함되므로 BamH I을 첨가한 시험관에서 생성된 DNA 조각 중에는 염기 수가 10인 조각이 있다. 따라서 BamH I은 III에 첨가한 ㉢이고, 나머지 EcoR I은 ㉣이다. I에서 생성된 2개의 DNA 조각의 염기 수가 각각 26과 44이므로 EcoR I이 인식하는 염기 서열의 위치는 그림과 같으며 ㉤은 아데닌(A), ㉥은 타이민(T)이고, 각 제한 효소가 인식하는 염기 서열 위치를 제시된 가닥에 나타내면 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. BamH I(㉢)을 첨가한 III에서 생성된 DNA 조각 중 염기 수가 10인 DNA 조각에서 구아닌(G)의 개수는 4개이다.

ㄷ. EcoR I(㉣)과 Sma I(㉠)을 함께 첨가한 IV에서 생성된 3개의 DNA 조각의 염기 수는 각각 10, 26, 34이다.

정답㉤

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 Sma I이다.

### 17. 유전자 풀

I 시기 이후에 집단 P에서 유전자형이 Rr인 개체가 사라졌으며, R의 빈도와 r의 빈도는  $t_1$ 일 때가 11/24, 13/24이고,  $t_3$ 일 때가 1/4, 3/4이다.

[정답맞히기] ㄱ. 병목 효과(㉠), 창시자 효과 등은 유전적 부동의 현상에 해당한다.

정답㉡



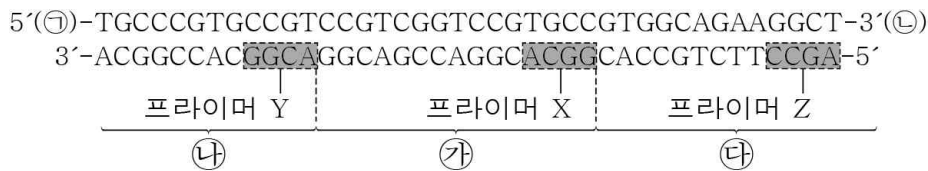
에서  $\frac{x}{2x+y} = \frac{2}{5}$ 이므로  $x=2y$ 이다. (가)에서 A의 빈도를  $p$ , A\*의 빈도를  $q$ 라고 할 때,  $p^2 = 2 \times 2pq$ 이므로  $p=4q$ 이며,  $p = \frac{4}{5}$ ,  $q = \frac{1}{5}$ 이다. I에서 A의 빈도, A\*의 빈도, 개체 수를 각각  $p_1$ ,  $q_1$ ,  $2N$ , II에서 A의 빈도, A\*의 빈도, 개체 수를 각각  $p_2$ ,  $q_2$ ,  $N$ 이라고 하자. 자료의 조건에서  $\frac{p_1^2 \times 2N}{2p_2q_2 \times N} = \frac{1}{4}$ 이고, 이를 정리하면  $4p_1^2 = p_2q_2$ 이다. (가)가 I이라면  $p_2q_2 = \frac{64}{25}$ 이다. 이 경우  $p_2q_2$ 가 1보다 클 수 없으므로 모순이다 ( $0 \leq p_2 \leq 1, 0 \leq q_2 \leq 1$ ). 따라서 (가)는 II이고,  $4p_1^2 = \frac{4}{25}$ 이므로  $p_1 = \frac{1}{5}$ ,  $q_1 = \frac{4}{5}$ 이다. I에서 유전자형이 AA\*인 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손( $F_1$ )을 낳을 때, 이  $F_1$ 이 검은색 몸일 확률은 암컷 개체에서 A가 선택될 확률과, 임의의 수컷 개체에서 A가 선택될 확률의 곱과 같으므로  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{10}$ 이다. 정답①

## 20. DNA 복제

제시된 주형 가닥과 프라이머 X, Y, Z는 상보적으로 결합하고, ㉠~㉣의 염기 수를 모두 더한 값이 40이므로 제시된 가닥의 끝부분에 X~Z 중 주형 가닥과 상보적으로 결합하는 프라이머가 있다. 만일 ㉡이 3' 말단이라면 제시된 가닥에서 그림과 같은 위치에 프라이머가 결합하여야 하는데, Z의 서열이 5'-AGCC-3'이므로 모순이다.



따라서 ㉡은 5' 말단이고, 제시된 가닥과 프라이머 X~Z 위치 및 단일 가닥 ㉠~㉣의 서열은 그림과 같다.



### [정답맞히기]

- ㄴ. Y는 X보다 먼저 주형 가닥과 결합하므로 ㉠은 ㉡보다 먼저 합성되었다.  
 ㄷ. ㉠에서 퓨린 계열 염기 개수는 10개, ㉣에서 피리미딘 계열 염기 개수는 9개이므로  $\frac{\text{㉠에서 퓨린 계열 염기 개수}}{\text{㉣에서 피리미딘 계열 염기 개수}} > 1$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. ㉠에서 3' 말단의 염기는 구아닌(G)이다.

2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
**과학탐구영역 지구과학II 정답 및 해설**

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

**1. 광물의 특징**

방해석은 탄산염 광물, 석영과 흑운모는 규산염 광물에 해당한다.

[정답맞히기] ㄱ. 묽은 염산과 반응하여 이산화 탄소 기체를 발생시키는 광물 A는 탄산염 광물인 방해석이다.

ㄴ. B는 흑운모이며, 한 방향의 쪼개짐이 있다. 정답③

[오답피하기]

ㄷ. 석영은 무색 광물이다.

**2. 조석**

달과 태양에 의한 기조력의 영향으로 조차가 나타난다.

[정답맞히기] ㄴ. 만조와 간조 때 해수면의 높이 차를 조차라고 하며, 그림에서 조차는 12일이 20일보다 크다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 4일의 저조(간조) 때는 해수면의 높이가 가장 낮을 때이며, 이때 해수면 높이는 약 2~3m 정도이다.

ㄷ. 20일은 조차가 가장 작은 조금(소조)이며, 12일은 조차가 가장 큰 사리(대조)이다. 따라서 조금인 20일에는 달과 태양의 기조력 방향이 서로 수직이므로 달의 위상은 상현 또는 하현이다.

**3. 대기 순환의 규모**

대기 순환은 공간 규모가 클수록 대체로 시간 규모도 길다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 난류를 포함하는 미규모에 해당하며, 시간 규모는 수 초~수 분 정도이다. C는 고기압과 저기압을 포함하는 종관 규모에 해당하며 시간 규모는 수 일 정도이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. B는 산곡풍과 해륙풍을 포함하는 중간 규모에 해당한다.

ㄷ. 태풍은 고기압, 저기압과 함께 종관 규모인 C에 해당한다.

**4. 광상의 종류와 특징**

고령토, 보크사이트, 석고 등이 산출되는 A는 퇴적 광상, 구리, 니켈 등이 산출되는 B는 화성 광상에 해당한다.

[정답맞히기] ㄴ. 퇴적 광상(A)은 마그마의 냉각이나 열수에 의해 형성되는 화성 광상(B)보다 낮은 온도에서 형성된다.

ㄷ. 퇴적 광상에서 금은 주로 표사 광상에서 산출되며, 이렇게 퇴적 광상에서 산출되는 금은 화성 광상에서 생성된 금이 풍화 작용을 받아 퇴적되어 형성된다. 정답④



[오답피하기] ㄱ. 암염은 해수가 증발하면서 형성된 침전 광상인 퇴적 광상에서 산출된다.

### 5. 성간 소광

성간 티끌은 별빛을 흡수하거나 산란시켜 성간 소광을 일으킨다.

[정답맞히기] ㄴ. 성간 소광은 별빛의 파장이 짧을수록 잘 일어난다. (나)에서 성간 소광량은 ㉠으로 갈수록 적어지므로, 파장은 ㉠이 ㉡보다 길다.

ㄷ. B는 A보다 상대적으로 파장이 짧은 가시광선 영상이므로 A보다 성간 소광의 영향을 많이 받았다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. A는 B보다 은하 중심부와 나선팔의 구조가 잘 나타나 있으므로 성간 소광의 영향을 적게 받은 적외선 영상이다.

### 6. 중력 이상

중력은 측정 지점의 해발 고도, 지형의 기복, 지하 물질의 밀도 등에 따라 달라진다.

[정답맞히기] ㄱ. 중력 이상은 실측 중력에서 표준 중력을 뺀 값이다. A와 B의 표준 중력은 같고 중력 이상은 A가 B보다 작으므로 실측 중력은 A가 B보다 작다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 표준 중력은 지구 타원체의 내부 밀도가 균일하다고 가정할 때 위도에 따라 달라지는 이론적인 중력값이다. A는 C보다 고위도에 위치하므로 표준 중력은 A가 C보다 크다.

ㄷ. 중력 이상은 지하 물질의 밀도에 따라 달라지는데, 지하에 밀도가 큰 물질이 있으면 중력 이상은 (+)로 나타나고, 밀도가 작은 물질이 있으면 중력 이상은 (-)로 나타난다. B의 중력 이상은 (+), C의 중력 이상은 (-)이므로 해수면 아래 물질의 평균 밀도는 B가 C보다 크다.

### 7. 주향과 경사 측정

지질 조사를 할 때에는 클리노미터를 이용하여 지층의 주향과 경사를 측정한다.

[정답맞히기] ㄱ. 주향은 진북을 기준으로 지층면과 수평면의 교선(주향선)이 가리키는 방향으로, 지층면에 클리노미터의 긴 모서리를 수평으로 대고 북쪽을 기준으로 자침이 가리키는 바깥쪽 눈금을 읽는다. 탐구 과정에서 주향을 측정하기 위해서는 클리노미터의 긴 모서리를 모형의 b면에 대고 수평을 맞추어 측정한다.

ㄴ. 수면과 각 지층 경계선이 만나는 두 점을 연결하는 선은 지층면과 수평면의 교선에 해당하므로 주향선이다.

ㄷ. 지층의 경사 방향은 고도가 높은 주향선에서 낮은 주향선 쪽으로 주향선에 수직이 되도록 그은 화살표의 방향이다. 따라서 지층의 경사 방향은 북동쪽이다. **정답⑤**

### 8. 편서풍 파동

편서풍 파동은 저위도와 고위도의 기온 차와 지구 자전에 의한 전향력 때문에 발생하



며 지상의 기압 배치에 영향을 준다.

[정답맞히기] ㄴ. 경도풍은 높이 1km 이상의 상층 대기에서 등압선이 원형이나 곡선일 때 부는 바람이다. B에서는 바람이 시계 반대 방향으로 불고 있으므로 저기압성 경도풍이 분다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 기압골의 서쪽에 위치하는 A에서는 상층 공기가 수렴하여 하강 기류가 발달하고 지상에 고기압이 형성된다.

ㄷ. 기압골의 동쪽에서는 상층 공기가 발산하여 상승 기류가 발달하고 지상에 저기압이 형성된다. C는 D보다 저기압 중심에 가까우므로 해면 기압은 C가 D보다 낮다.

### 9. 해파

해파는 모양에 따라 풍랑, 너울, 연안 쇄파로 분류한다. 너울은 마루가 둥글고 파고는 낮으며 파장과 주기가 길다.

[정답맞히기] ㄴ. 지진 해일은 천해파의 특성을 보인다. 천해파는 수심이 파장의  $\frac{1}{20}$ 보다 얇은 해역에서 진행하는 해파로, 해저의 마찰을 받으므로 물 입자는 타원 운동을 한다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 지진 해일은 수심에 비해 파장이 매우 길어서 천해파의 특성을 나타낸다. 따라서 A는 너울, B는 지진 해일이다. 너울은 마루가 둥글다.

ㄷ. 해파의 전파 속도는  $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$ 이다. B의 파장은 120000m이고, 천해파의 속도( $v$ )는

$$v = \sqrt{gh} \text{ (} g: \text{ 중력 가속도, } h: \text{ 수심)이다. 따라서 B의 주기는 } \frac{120000}{\sqrt{10000}} = 1200 \text{ 초이다.}$$

### 10. 케플러 법칙

공전 궤도 긴반지름을  $a$ , 공전 궤도 이심률을  $e$ 라고 하면, 타원의 중심에서 초점까지의 거리는  $ae$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ.  $A_1$ 과  $A_2$ 는 태양과 P를 잇는 선분이 같은 시간 동안 쓸고 지나간 면적이다. 케플러 제2법칙에 따라  $A_1$ 과  $A_2$ 는 같다.

ㄴ. 근일점 거리는  $a(1-e)$ 이다. 따라서 Q의 근일점 거리는  $8(1-0.8) = 1.6AU$ 이고, P의 근일점 거리는  $4(1-0.7) = 1.2AU$ 이므로 근일점 거리는 Q가 P보다 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 케플러 제3법칙에 따르면 행성의 공전 주기  $P$ 와 공전 궤도 긴반지름  $a$  사이에는  $\frac{a^3}{P^2} = k(\text{일정})$ 의 관계가 성립한다. 따라서

$$\frac{P\text{의 공전주기}}{Q\text{의 공전주기}} = \left( \frac{P\text{의 공전 궤도 긴반지름}}{Q\text{의 공전 궤도 긴반지름}} \right)^{\frac{3}{2}} = \left( \frac{4}{8} \right)^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \text{ 이므로 } \frac{P\text{의 공전주기}}{Q\text{의 공전주기}} > \frac{1}{3}$$

이다.

### 11. 지진파

관측소에서 진원까지의 거리는 PS시에 비례한다.

[정답맞히기] ㄱ. 지진에 의해 발생한 P파가 관측소에 도달하는 데 걸린 시간은  $A > C > B$ 이므로 진앙과 관측소 사이의 거리도  $A > C > B$ 이다. 따라서 진앙은 ㉠에 위치한다.

ㄴ. B의 진원 거리는 20km이고 P파가 도달하는데 걸린 시간이 4초이므로 P파의 속도는  $\frac{20km}{4s} = 5km/s$ 이다.

ㄷ. C의 진원 거리는 30km이므로 C에서 PS시는  $\frac{30}{3} - 6 = 4$ 초이다. 정답⑤

### 12. 단열선도

단열선도에는 상승 또는 하강하는 공기 덩어리의 성질 변화를 효과적으로 분석하기 위해 건조 단열선, 습윤 단열선, 이슬점 감률선 등을 함께 나타낸다.

[정답맞히기] ㄱ. 공기의 포화 여부와 관계없이 기온 감률이 습윤 단열 감률보다 작으면 기층은 항상 안정한 절대 안정 상태이다. 고도 1~1.5km 대기층에서 기온 감률은 습윤 단열 감률보다 작으므로 안정도는 절대 안정이다.

ㄴ. 지표의 공기 덩어리가 강제 상승될 때 건조 단열선과 이슬점 감률선이 만나는 높이는 0.5km이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 지표의 공기 덩어리가 가열되어 자발적으로 상승할 때에는 건조 단열선을 따라 상승한다. 상승하는 공기 덩어리의 기온이 주위 공기의 기온과 같아지면 공기 덩어리는 더이상 상승하지 않는다. 상승하는 공기 덩어리는 응결 고도에 도달하기 전에 상승을 멈추므로 자발적으로 상승하여 구름을 생성할 수 없다.

### 13. 은하의 회전 속도 곡선

우리은하와 외부 은하의 회전 속도 곡선을 분석하면 우리은하와 외부 은하는 은하 외곽에서 케플러 회전을 하고 있지 않다. 이로부터 은하 질량이 은하 중심에만 집중되어 있지 않고 은하 외곽에도 상당히 분포하고 있음을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. 은하 중심으로부터의 거리 10kpc 부근에서는 A와 B의 차이로 추정된 밀도가 B로 추정된 밀도보다 크다. 따라서 은하 중심으로부터의 거리 10kpc 부근에서는 암흑 물질의 밀도가 보통 물질의 밀도보다 높다.

ㄷ. 은하의 총질량은 빛을 내는 물질뿐 아니라 암흑 물질까지 고려해야 하므로 A를 이용하여 구할 수 있다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 케플러 회전은 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 감소하는 것이다. 은하 중심으로부터의 거리 3km 이내의 은하 중심부에서 은하는 강체처럼 회전한다.

### 14. 편광 현미경을 이용한 광물 관찰

편광 현미경에서 상부 편광판을 넣은 상태를 직교 니콜이라고 한다. 직교 니콜에서는

간섭색, 소광 현상을 관찰할 수 있다.

[정답맞히기] ㄷ. 직교 니콜에서 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓고 회전시키면 간섭색이 변하는데, 어느 각도에서는 빛이 통과하지 않는 소광 현상이 일어난다. 광물 A에서는 소광 현상이 일어나므로 광물 A는 광학적 이방체이다. 정답③

[오답피하기] ㄱ. (가)와 (나)에서 입자의 크기가 크고 비교적 고른 조립질 조직을 관찰할 수 있다. 따라서 이 암석은 심성암이다.

ㄴ. 다색성은 개방 니콜에서 유색의 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓고 회전시킬 때, 광물의 색과 밝기가 일정한 범위에서 변하는 현상이다. 따라서 (가)에서 관찰되는 것은 다색성이 아니다.

### 15. 시지름 변화와 회합 주기

행성의 시지름 변화는 지구와 행성의 상대적인 위치 변화 때문에 나타나므로 시지름의 변화 주기는 회합 주기와 같다.

[정답맞히기] ㄱ. C는 시지름의 변화 주기가 가장 짧은 수성이다. B는 최대 시지름이 가장 크므로 금성이고, A는 화성이다. 따라서 공전 주기는  $A > B > C$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. ㉠ 시기에 A는 최대 시지름이 나타나므로 충의 위치에 있다. 따라서 A의 적경은 태양의 적경과 약  $12^\circ$  차이가 난다.

ㄷ. ㉡ 시기에 B는 최대 시지름(내합)에 가까이 가고 있다. 즉, B는 동방 이각의 위치에 있으므로 초저녁에 서쪽 하늘에서 관측할 수 있다.

### 16. 한반도의 형성과 지체 구조

A는 태백산 분지, B는 영남 육괴, C는 경상 분지이다.

[정답맞히기] ⑤ 동해가 확장되기 시작한 시기는 신생대인 약 2천 5백만 년 전이므로 ㉠ 형성 시기보다 나중이다.

[오답피하기] ① 태백산 분지인 A에는 고생대와 중생대 초에 퇴적된 지층들이 분포하며, 이 기간 동안 한반도를 형성한 지괴들은 남반구에서 북반구로 이동하며 적도 근처에 위치한 적이 있었다.

② 영남 육괴인 B에는 엽리가 발달한 변성암류인 편마암과 편암이 많이 분포한다.

③ 경상 분지인 C는 중생대 백악기에 퇴적된 퇴적암과 화산암으로 이루어져 있으므로 경상 누층군인 ㉡이 분포한다.

④ 평안 누층군인 ㉠ 형성 이후 중생대에 우리나라에는 대보 화강암이나 불국사 화강암 같은 대규모 화강암류 관입이 있었다.

정답⑤

### 17. 지균풍

850hPa 등압면은 700hPa 등압면보다 높이가 낮으며, 등압면이 기울면 수평 방향의 기압 경도력이 발생하여 지균풍이 발생할 수 있다.

[정답맞히기] 나. 전향력은 풍속과 위도의 사인값의 곱에 비례한다. 위도는 같고 풍속은 700hPa 등압면에서 +12m/s, 850hPa 등압면에서 -4m/s이므로 풍속은 700hPa 등압면이 850hPa 등압면보다 3배 크다. 따라서 A 상공의 지균풍에 동서 방향으로 작용하는 전향력의 크기는 700hPa 등압면이 850hPa 등압면의 3배이다. **정답②**

[오답피하기] 가. A와 B의 850hPa 등압면에 부는 남북 방향 지균풍 풍속은 B가 A의 2배이다. 두 지점의 위도는 같고 풍속이 2배이므로, 850hPa 등압면의 지균풍에 동서 방향으로 작용하는 전향력의 크기는 B가 A의 2배이다. 지균풍은 수평 기압 경도력과 전향력이 평형을 이룬 상태에서 부는 바람이므로 동서 방향으로 작용하는 기압 경도력의 크기도 B가 A의 2배이다.

다. B에서 850hPa 등압면에서는 남풍이 불고 있으므로 수평 기압 경도력은 서쪽으로 작용한다. 따라서 850hPa 등압면의 높이는 B의 동쪽이 서쪽보다 높다. 700hPa 등압면에서는 북풍이 불고 있으므로 수평 수압 경도력은 동쪽으로 작용한다. 따라서 700hPa 등압면의 높이는 B의 서쪽이 동쪽보다 높다. 결국, 700~850hPa 대기층의 두께는 B의 서쪽이 동쪽보다 두껍다.

### 18. 성단의 색등급도

산개 성단을 구성하는 주계열성 중 질량이 크고 색지수가 작은 별은 진화 속도가 빨라 주계열을 먼저 벗어나므로 산개 성단의 나이가 많을수록 전향점에 위치한 별의 색지수가 커진다. A는 B보다 전향점에 위치한 별의 색지수가 작고 겉보기 등급은 크다.

[정답맞히기] 가. 산개 성단의 색등급도에서 전향점에 위치한 별보다 색지수가 작은 별들이 주계열을 벗어난 것이므로, 색지수가 작을수록 주계열성이 차지하는 비율이 크다. 따라서 전향점에 위치한 별의 색지수가 더 작은 A가 성단에서 주계열성이 차지하는 비율이 더 크다. **정답①**

[오답피하기] 나. 전향점에 위치한 별의 색지수는 A가 -0.1, B가 0.2이다. 전향점에 위치한 별의 색지수가 작을수록 성단의 나이가 적으므로, 성단의 나이는 A가 B보다 적다.

다. 전향점에 위치한 별은 색지수가 작을수록 절대 등급이 작다. A에서 전향점에 위치한 별의 색지수는 B에서 전향점에 위치한 별의 색지수보다 작아 절대 등급이 더 작아 광도가 더 크지만, 겉보기 등급은 더 커서 실제로는 더 어둡게 보인다. 이는 A가 B보다 더 멀리 있기 때문이다.

### 19. 천체의 좌표계와 남중 고도

북반구 중위도에 위치한 37°N에서 남중 고도는 적위가 클수록 높다. 그래프에서 S의 고도는 21시 무렵에 가장 높으므로 이때의 고도가 남중 고도에 해당한다.

[정답맞히기] 가. 남중 고도=90°-위도+적위이므로 ㉠, ㉡, ㉢의 남중 고도는 각각 65°, 60°, 74°이다. 그림에서 S의 남중 고도는 60°와 70° 사이이므로 S는 ㉡이다.

다. 적경이 6<sup>h</sup>인 ㉢은 ㉡보다 약 4시간 늦은 01시경에 남중하며 이때 고도는 60°이

다. ㉔은 ㉓과의 적경 차가  $12^h$ 이므로 13시경에 남중한다. 따라서 S를 관측한 시간 동안에는 S가 지표 부근이나 지표 아래에 위치하여 최대 고도가 가장 낮다. **정답③**  
**[오답피하기]** ㄴ. 적경이  $2^h$ 인 S는 약 21시에 남중했다. 21시에 태양은 남중한 S보다 적경이  $9^h$ 작다. 따라서 태양의 적경은 약  $17^h$ 이므로 S를 관측한 시기는 12월 무렵이다.

## 20. 정역학 평형과 지형류

지형류는 수평 수압 경도력과 전향력이 평형인 상태에서 흐르는 해류이다.

**[정답맞히기]** ㄴ. 이 해역은 정역학 평형이 이루어진 상태이므로 B와 C에서 연직 수압 경도력의 크기는 중력의 크기와 같다. 중력 가속도는 일정하다고 했으므로, 결국 단위 질량당 연직 수압 경도력의 크기도 B와 C가 같다.

ㄷ. 그림 양 끝에서 해수면의 높이 차를  $h$ 라고 할 때, 수온 약층이 나타나는 해수층의 두께는  $500h$ 이다. 그림에서  $\rho_1$ 과  $\rho_2$ 층에서 공통적으로 분포하는 해수를 제외하고, 해수면이 경사진 부분과 수온 약층이 나타나는 부분만 비교했을 때 그림의 왼쪽 끝에서  $\Delta P = \rho_1 g(h + 500h)$ 이며, 그림의 오른쪽 끝에서  $\Delta P = \rho_2 g(500h)$ 이다. 두 값은 서로

같아야 하므로  $\frac{\rho_2}{\rho_1} = 1.002$ 이다.

**정답⑤**

**[오답피하기]** ㄱ. 위도가 같으므로 지형류의 유속은 수평 수압 경도력의 크기에 비례한다. A와 B에서 해수면의 기울기가 같으므로 수평 수압 경도력의 크기도 같다. 따라서 두 지점에서 지형류의 유속도 같다.