

• 4교시 과학탐구 영역 •

[물리학 I]

1	④	2	①	3	②	4	③	5	⑤
6	④	7	③	8	②	9	③	10	①
11	③	12	⑤	13	①	14	④	15	③
16	②	17	④	18	①	19	⑤	20	②

1. [출제의도] 전자기파 적용하기

체온계의 센서는 사람의 몸에서 방출되는 적외선을 감지하여 체온을 측정한다.

2. [출제의도] 여러 가지 물체의 운동 이해하기

ㄱ. 수레에 작용하는 알짜힘의 방향과 수레의 운동 방향이 같을 때 수레는 속력이 빨라지며 직선 운동한다. ㄴ. 포물선 운동하는 배구공은 속력이 변한다. ㄷ. 놀이 기구에 탄 사람은 회전 운동하므로 운동 방향은 변한다.

3. [출제의도] 전자 현미경 적용하기

A. 입자의 물질과 파장은 운동량의 크기에 반비례하므로 전자의 속력이 클수록 전자의 물질과 파장은 짧다. B. 자기렌즈는 자기장을 이용하여 전자의 진행 경로를 바꾼다. C. 현미경의 분해능은 파장이 짧을수록 좋으므로 전자 현미경은 광학 현미경보다 분해능이 좋다.

4. [출제의도] 질량-에너지 등가성 이해하기

ㄱ. (가)는 질량수가 작은 원자핵들이 반응하여 질량수가 큰 원자핵이 만들어지므로 핵융합 반응이다. ㄴ. 핵 반응에서 질량수, 전하량이 보존되므로 ㉠은 중성자이다. ㄷ. 핵반응에서 방출되는 에너지는 질량 결손에 의한 것이므로 질량 결손은 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

5. [출제의도] 보어의 수소 원자 모형 이해하기

ㄱ, ㄴ. 광자 1개의 에너지  $E=hf=\frac{hc}{\lambda}$ 이다. 따라서 a에서 방출되는 빛의 진동수는  $\frac{E_a}{h}$ 이고,  $E_a>E_c$ 이므로 방출되는 빛의 파장은 a에서가 c에서보다 짧다. ㄷ. 방출되는 광자 1개의 에너지는 에너지 준위 차와 같으므로  $E_a=E_b+E_c$ 이다.

6. [출제의도] 고체의 에너지띠와 전기 전도도 자료 분석 및 해석하기

ㄱ, ㄴ. 전기 전도도는 A가 B보다 작으므로 A는 반도체, B는 도체이다. X, Y는 각각 도체, 반도체의 에너지띠 구조이다. ㄷ. 원자가 띠의 전자가 전도띠로 전이하려면 띠 간격 이상의 에너지를 흡수해야 한다.

7. [출제의도] 운동량 보존 법칙 적용하기

A, B가 충돌할 때, A와 B가 받은 충격량의 크기는  $5mv$ 로 같으므로 충돌 후 B의 속력은  $2v$ 이다. B, C가 충돌할 때, B가 받은 충격량의 크기는  $\frac{5}{2}mv$ 이므로 한 덩어리가 된 B, C의 속력은  $\frac{3}{2}v$ 이다. C의 질량을  $m_C$ 라 할 때, B와 C의 충돌 전, 후 운동량의 합은 보존되므로  $5m(2v)=(5m+m_C)\frac{3}{2}v$ 이다. 따라서  $m_C=\frac{5}{3}m$ 이다.

8. [출제의도] 물결파의 굴절 탐구 설계 및 수행하기

파면 사이의 간격은 파장이므로 물결파의 속력이 클수록 파면 사이의 간격이 크다. 물결파는 물의 깊이가 얇은 곳에서 깊은 곳으로 진행할 때 입사각이 굴절각보다 작다.

9. [출제의도] 특수 상대성 이론 이해하기

ㄱ. B의 관성계에서 p와 검출기 사이의 거리는 길이 수축이 일어나므로 p와 검출기 사이의 거리는 A의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 크다. ㄴ. q에서 방출된 빛이 검출기에 도달할 때까지 빛의 경로 길이는 A의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 작다. 따라서 q에서 방출된 빛이 검출기에 도달할 때까지 걸린 시간은 A의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 작다. ㄷ. A의 관성계에서도 p와 q에서 방출된 빛은 검출기에 동시에 도달한다. 따라서 A의 관성계에서, p와 검출기 사이의 거리는 q와 검출기 사이의 거리보다 크므로 빛은 p에서가 q에서보다 먼저 방출된다.

10. [출제의도] 운동의 법칙 문제 인식 및 가설 설정하기

F의 크기를  $F_0$ , A, B의 가속도 크기를  $a$ , A의 질량을  $m_A$ 라 할 때, (가)에서  $F_0-m_Ag=(m_A+m)a$ , (나)에서  $m_Ag=(m_A+m)a$ 이다. 따라서  $F_0=2(m_A+m)a$ 이다. (나)에서 실이 B를 당기는 힘의 크기를  $T$ 라 할 때, (가), (나)에서 B에 작용하는 알짜힘은 각각  $F_0-2T=ma$ ,  $T=ma$ 이므로  $F_0=3ma$ 이다. 따라서  $m_A=\frac{1}{2}m$ ,  $a=\frac{1}{3}g$ 이고,  $F_0=mg$ 이다.

11. [출제의도] 다이오드 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ, ㄴ. 스위치를 a에 연결하면 D에 역방향 전압이 걸리고 전구에 불이 켜지므로 A, C에 순방향 전압이, B에 역방향 전압이 걸린다. 따라서 X는 n형 반도체이다. ㄷ. 스위치를 b에 연결하면 B, D에 순방향 전압이 걸리므로 전구에 불이 켜진다.

12. [출제의도] 열기관의 열효율 자료 분석 및 해석하기

ㄱ. A→B 과정에서 기체의 온도가 증가하므로 기체의 내부 에너지는 증가한다. ㄴ. 온도가 일정한 과정에서 기체의 내부 에너지 변화량이 0이므로 열역학 제1법칙에 따라 B→C 과정에서 기체가 한 일( $4Q$ )은 D→A 과정에서 기체가 받은 일( $3Q$ )의  $\frac{4}{3}$ 배이다. ㄷ. A→B 과정에서 기체가 흡수한 열량과 C→D 과정에서 기체가 방출한 열량을  $Q_0$ 이라 할 때, 열기관의 열효율은  $\frac{Q}{4Q+Q_0}=0.2$ 이므로  $Q_0=Q$ 이다.

13. [출제의도] 물질의 자성 결론 도출 및 평가하기

ㄱ. 강자성체는 외부 자기장을 제거하여도 자기화된 상태를 유지한다. (나)에서 C와 A 사이에 미치는 자기력이 작용하므로 A, C는 각각 강자성체, 반자성체이다. ㄴ. B는 상자성체이므로 외부 자기장과 같은 방향으로 자기화된다. ㄷ. 상자성체는 외부 자기장을 제거하면 자기화된 상태를 유지하지 못하므로 (나)에서 A를 B로 바꾸면 실이 C를 당기는 힘의 크기는 C의 무게와 같다.

14. [출제의도] 전자기 유도 문제 인식 및 가설 설정하기

ㄱ. 유도 전류는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐르므로 자석이 p를 지날 때 유도 전류의 방향은 ㉠방향이다. ㄴ. 고리의 중심으로부터 거리가 같은 지점을 지날 때 자석의 속력이 클수록 유도 전류의 세기가 크다. ㄷ. 자석이 q를 지날 때 고리에는 ㉠방향으로 유도 전류가 흐른다. 따라서 자석이 q를 지날 때 고리와 자석 사이에는 당기는 자기력이 작용한다.

15. [출제의도] 전반사 현상 결론 도출 및 평가하기

ㄱ. 단색광이 A와 B의 경계면에서 굴절할 때 입사각이 굴절각보다 크므로 단색광의 속력은 A에서가 B에서보다 크다. ㄴ. 단색광이 굴절하는 A와 B의 경계면에서 굴절각을  $\theta_r$ 라 할 때,  $\theta+\theta_r=90^\circ$ 이고  $\theta>\theta_r$ 이므로  $\theta$ 는  $45^\circ$ 보다 크다. ㄷ. 굴절률은 A가 C보다

크므로 B와 C 사이의 임계각은  $\theta$ 보다 작다. 따라서 단색광은 B와 C의 경계면에서 전반사한다.

16. [출제의도] 등가속도 직선 운동 적용하기

Q에서 B의 속력을  $v$ , B가 Q에서 R까지 이동하는 데 걸린 시간을  $t$ 라 할 때,  $t+2$ 초 동안 A의 이동 거리는  $\frac{5}{4}v(t+2)=40\text{m}$ ,  $t$ 동안 B의 이동 거리는  $\frac{1}{2}vt=10\text{m}$ 이므로  $v=6\text{m/s}$ 이고,  $t=\frac{10}{3}$ 초이다. 따라서 B의 가속도 크기는  $\frac{9}{5}\text{m/s}^2$ 이다.

17. [출제의도] 소리의 간섭 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ. 소리의 세기는 보강 간섭하는 지점에서가 상쇄 간섭하는 지점에서보다 크다. ㄴ. 소리의 진동수가 클수록 보강 간섭하는 지점과 상쇄 간섭하는 지점 사이의 거리가 작으므로 ㉠은  $d$ 보다 작다. ㄷ. (나)에서, A에서 발생하는 소리의 위상만을 반대로 하면  $x=0$ 에서 반대 위상으로 만나므로 상쇄 간섭한다.

18. [출제의도] 전기력 문제 인식 및 가설 설정하기

ㄱ. (가)에서 B에 작용하는 전기력이 0이므로 전하의 종류는 A, C가 같고, 전하량의 크기는 A가 C의 4배이다. (나)에서 B에 작용하는 전기력의 방향이  $+x$ 방향이므로 A, C는 양(+)전하이다. 따라서 B와 C 사이에는 미치는 전기력이 작용한다. ㄴ. (나)에서 B가 A에 작용하는 전기력의 크기는 B가 C에 작용하는 전기력의 크기보다 크므로 A에 작용하는 전기력의 크기는 C에 작용하는 전기력의 크기보다 크다. ㄷ. (가)에서 A가 C에 작용하는 힘의 크기를  $F$ , B가 C에 작용하는 힘의 크기를  $f$ 라 할 때, (나)에서 A가 C에 작용하는 힘의 크기는  $\frac{9}{16}F$ , B가 C에 작용하는 힘의 크기는  $\frac{1}{4}f$ 이다.  $F+f=2(\frac{9}{16}F+\frac{1}{4}f)$ 이므로  $F=4f$ 이다. 따라서 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.

19. [출제의도] 전류에 의한 자기장 자료 분석 및 해석하기

ㄱ, ㄴ, ㄷ. Q에 흐르는 전류의 세기가  $I_0$ 만큼 증가할 때, a에서 자기장의 세기는  $xy$ 평면에서 수직으로 나오는 방향으로  $B_0$ 만큼 증가하므로 Q에 흐르는 전류의 방향은  $+y$ 방향이다. a, b에서 자기장 세기의 차는 R의 전류에 의한 것으로 a에서가 b에서보다  $2B_0$ 만큼 크다. 따라서 ㉠은  $B_0$ 이고, R의 전류의 방향은  $+x$ 방향이다. a에서 R의 전류에 의한 자기장의 세기는  $B_0$ 이고 Q에 흐르는 전류의 세기가  $I_0$ 일 때, a에서 Q의 전류에 의한 자기장의 세기는  $B_0$ 이고 P, Q, R의 전류에 의한 자기장의 세기가  $3B_0$ 이므로 a에서 P의 전류에 의한 자기장의 세기는  $B_0$ 이다. 따라서 P에 흐르는 전류의 세기는  $I_0$ 이다.

20. [출제의도] 역학적 에너지 보존 결론 도출 및 평가하기

용수철에서 분리되는 순간 A의 속력이  $v_0$ 일 때, 운동량 보존 법칙에 의해 B의 속력은  $2v_0$ 이다. p, q에서 B의 속력을 각각  $3v$ ,  $v$ 라 할 때, B가 용수철에서 분리된 지점에서 p까지, q에서 r까지 운동하는 동안 각각 B의 역학적 에너지가 보존되므로  $\frac{1}{2}m[(2v_0)^2-(3v)^2]=7mgh$ ,  $\frac{1}{2}mv^2=mgh$ 이다. 따라서  $v_0=2v$ 이고,  $E_A=\frac{1}{2}(2m)(2v)^2=4mv^2$ 이다.  $E_B=\frac{2}{3}\times(\text{마찰 구간에서 B의 운동 에너지 감소량})$ 이므로  $E_B=\frac{1}{2}m[(3v)^2-v^2]\times\frac{2}{3}=\frac{8}{3}mv^2$ 이다. 따라서  $\frac{E_A}{E_B}=\frac{3}{2}$ 이다.

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 I]

<b>1</b>	③	<b>2</b>	②	<b>3</b>	①	<b>4</b>	⑤	<b>5</b>	④
<b>6</b>	①	<b>7</b>	⑤	<b>8</b>	③	<b>9</b>	③	<b>10</b>	④
<b>11</b>	①	<b>12</b>	②	<b>13</b>	④	<b>14</b>	②	<b>15</b>	②
<b>16</b>	①	<b>17</b>	③	<b>18</b>	⑤	<b>19</b>	②	<b>20</b>	④

1. [출제의도] 탄소 화합물이 일상 생활에 활용되는 사례 이해하기

ㄱ. 플라스틱은 공업적으로 대량 생산이 가능하다.  
ㄴ.  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 은 물에 녹아 수소 이온을 내놓으므로  $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 은 산성이다. ㄷ. 탄소 화합물은 탄소(C)를 기본으로 수소(H), 산소(O), 질소(N) 등이 공유 결합하여 이루어진 화합물이다.

2. [출제의도] 화학 반응에서 열의 출입 측정 실험 이해하기

화학 반응에서 열량을 측정하는 장치는 열량계이다.

3. [출제의도] 화학 반응식 완성하기

화학 반응식은 반응 전후 원소의 종류와 수가 같다. 반응 후 S 원자 수는 12이므로  $a=12$ 이고, 반응 전 C 원자 수는 6이므로  $b=1$ 이다. 화학 반응식에서 계수비=몰비이므로 12mol의  $\text{H}_2\text{S}$ 가 모두 반응했을 때, 생성되는  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 의 양(mol)은 1이다.

4. [출제의도] 오비탈의 전자 배치 이해하기

바닥상태 전자 배치는 쌍음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 만족해야 한다. (다)는 바닥상태이고 (나)는 들뜬상태이며, (가)는 파울리 배타 원리에 어긋나므로 불가능한 전자 배치이다.

5. [출제의도] 분자의 구조 파악하기

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	$\text{NH}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{HCN}$
분자 모양	삼각뿔형	굽은 형	직선형
극성 유무	극성	극성	극성
결합각	$107^\circ$	$104.5^\circ$	$180^\circ$

6. [출제의도] 화학 결합의 성질 이해하기

ㄱ.  $\text{Cl}_2$ 는 비금속 원자가 서로 전자를 공유하여 만들어진 공유 결합 물질이다. ㄴ.  $\text{NaCl}$ 은 이온 결합 물질로 액체 상태에서가 고체 상태에서보다 전기 전도성이 크다. ㄷ. Na는 금속 결합 물질로 이온 결합 물질보다 연성(뽀침성)이 크다.

7. [출제의도] 루이스 전자점식 이해하기

2, 3주기 원소 X~Z는 각각 2족, 16족, 17족 원소이다. 원자 번호는  $Z>X>Y$ 이므로 X~Z는 각각 Mg, O, Cl이다.

8. [출제의도] 원자량, 분자량, 몰 관계 이해하기

ㄱ. A, B의 원자량을 각각  $M_A$ ,  $M_B$ 로 하고, (가)를  $\text{AB}_2$ , (나)를  $\text{A}_2\text{B}$ 라고 가정하면 1g당 B 원자 수는  $\frac{2}{M_A+2M_B}:\frac{1}{2M_A+M_B}=23:44$ 이다.  $153M_A=-42M_B$ 이므로 불가능하다. 따라서 (가)는  $\text{A}_2\text{B}$ , (나)는  $\text{AB}_2$ 이다. ㄴ. (가), (나)의 분자량을 각각  $M_{(가)}$ ,  $M_{(나)}$ 라고 할 때, 1g당 B 원자 수는 (가):(나) =  $\frac{1}{M_{(가)}}:\frac{2}{M_{(나)}}=23:44$ 이므로  $M_{(가)}:M_{(나)}=22:23$ 이다. 같은 질량에 들어 있는 분자 수는 분자량에 반비례하므로 (가):(나) =  $23:22$ 이다. ㄷ.  $(2M_A+M_B):(M_A+2M_B)=22:23$ 이므로  $M_A:M_B=7:8$ 이다.

9. [출제의도] 산화수 변화로 화학 반응식 완성하기

ㄱ.  $\text{MnO}_4^-$ 에서 Mn의 산화수는 +7이고 반응 전후 Mn의 산화수가 5만큼 감소하므로  $n=2$ 이다. ㄴ.  $\text{Cl}^-$ 의 산화수는 -1이고  $\text{Cl}_2$ 에서 Cl의 산화수는 0이다. 따라서 반응 전후 Cl의 산화수는 1만큼 증가한다. ㄷ. 증가한 산화수의 총합과 감소한 산화수의 총합이 같으므로  $a(2)+c(16)=b(10)+d(8)$ 이다.

10. [출제의도] 중화 적정 실험 이해하기

중화점에서  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 의 양(mol) =  $\text{NaOH}$ 의 양(mol)이므로  $(\text{㉠})M \times 0.01\text{L} = 0.5M \times 0.022\text{L}$ 이다. 따라서 ㉠은 1.1이다. 적정을 중화점 후(㉡)에 멈추었을 경우, 실험 과정으로부터 구한  $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 의 몰 농도는 실제 몰 농도보다 크게 측정된다.

11. [출제의도] 동위 원소의 구성 입자 이해하기

ㄱ.  $^{44}\text{X}$ 를 구성하는 양성자의 양(mol)과 중성자의 양(mol)의 비는 5:6이고, 질량수가 44이므로 X의 원자 번호는 20이다. ㄴ.  $^{44}\text{X}$ 의 양성자의 양(mol)은  $10=\frac{w}{44} \times 20$ 이므로  $w=22$ 이다. ㄷ.  $^a\text{X}$ 의 양(mol)은  $\frac{w}{a}=\frac{22}{a}$ 이고,  $^a\text{X}$  1개의 중성자 수가  $(a-20)$ 이므로 전체 중성자의 양(mol)은  $\frac{22}{a}(a-20)=11$ 이다. 따라서  $a=40$ 이다.

12. [출제의도] 오비탈과 양자수 이해하기

$_{17}\text{Cl}$ 의 바닥상태 전자 배치에서  $n$ 의 총합이 8이 되기 위한 오비탈은  $2s$ ,  $3s$ ,  $3p$ (경우 I) 또는  $2p$ ,  $3s$ ,  $3p$ (경우 II)이다. 각 오비탈의  $n+l$ 은 각각  $2s(2)$ ,  $2p(3)$ ,  $3s(3)$ ,  $3p(4)$ 이고,  $n+l$ 은 (나) > (가) = (다)이므로 II에 해당한다.  $l$ 는 (가) = (나)이므로 (가) ~ (다)는 각각  $2p$ ,  $3p$ ,  $3s$ 이다.

13. [출제의도] 물의 이온화 상수와 pH 이해하기

ㄱ.  $25^\circ\text{C}$ 에서  $K_w=[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]=1 \times 10^{-14}$ 이고,

(가)에서  $\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}=\frac{10^{-14}}{([\text{H}_3\text{O}^+])^2}=10^{-6}$ 이므로  $[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-4}\text{M}$ 이다. 따라서  $\text{pH}=-\log([\text{H}_3\text{O}^+])=4(=x)$ 이다. ㄴ. (나)의  $\text{pH}=8$ 이므로,  $[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-8}\text{M}$ 이고,  $[\text{OH}^-]=10^{-6}\text{M}$ 이다. 따라서  $y=\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}=100$ 이다. ㄷ.  $\text{H}_3\text{O}^+$ 의 양(mol) =  $[\text{H}_3\text{O}^+](\text{M}) \times \text{수용액의 부피}(\text{L})$ 이므로 (가)가 (나)의 1000배이다.

14. [출제의도] 몰 농도 이해하기

0.3M  $\text{NaOH}(aq)$  500mL에는  $\text{NaOH}(s)$  0.15mol (=6g)이 녹아 있고,  $a\text{M}$   $\text{NaOH}(aq)$  250mL에는  $\text{NaOH}(s)$  1g(=0.025mol)이 녹아 있으므로  $a\text{M}=0.1\text{M}$ 이다.

15. [출제의도] 가역 반응의 동적 평형 이해하기

밀폐된 진공 용기에  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 을 넣으면 초기에는  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 질량은 줄어들고  $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 질량은 늘어난다.  $t$ 일 때 동적 평형 상태에 도달하면  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 질량과  $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 질량이 일정하게 유지된다.

16. [출제의도] 전기 음성도 이해하기

ㄱ. 전기 음성도가 서로 다른 원자의 결합은 극성 공유 결합이다. ㄴ. ㄷ. 전기 음성도 크기는  $X>W>Y>Z$ 이며, ZX에서 Z는 전기 음성도가 X보다 작아 부분적인 양전하( $\delta^+$ )를 띤다.

17. [출제의도] 원소의 주기적 성질 분석하기

W, X는 같은 족 원소이고, 제1 이온화 에너지는  $W>X$ 이므로 W는 2주기, X는 3주기이다. 주기율표

에서 Z는 Y보다 오른쪽에 위치하고, 원자 반지름은  $Z>Y$ 이므로 Z는 3주기, Y는 2주기 원소이다. 같은 주기에서 원자가 전자 수가 1만큼 크지만 제1 이온화 에너지가 작아지는 경우는  $a$ 가 2 또는 5일 때이다. W~Z는 18족 원소가 아니므로  $a<5$ 이다. 따라서  $a=2$ 이고 W, X는 2족 원소이다. Y는 13족 원소로 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 1이다.

18. [출제의도] 분자의 구조 파악하기

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	$\text{N}_2$	$\text{N}_2\text{F}_2$	$\text{O}_2\text{F}_2$
구조식	$:\text{N} \equiv \text{N}:$	$:\ddot{\text{F}}-\ddot{\text{N}}=\ddot{\text{N}}-\ddot{\text{F}}:$	$:\ddot{\text{F}}-\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{F}}:$

ㄱ.  $\text{N}_2$ 의 비공유 전자쌍 수는 2이다. ㄴ. (가)~(다)에서 다중 결합이 존재하는 분자는 (가), (나)이다. ㄷ.  $\text{OF}_2$ 의  $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}=4$ 이다.

19. [출제의도] 중화 반응의 양적 관계 분석하기

2가 산과 2가 염기의 중화 반응에서 혼합 용액의 모든 음이온의 몰 농도(M) 합 > 1이면 염기성이다. 따라서 (가)의 액성은 염기성이며, 염기가 더 들어간 (나)의 액성도 염기성이다. 혼합 후 용액 속 이온의 종류와 양(mol)은 다음과 같다.

혼합 용액	부피 (mL)	이온의 종류와 양( $\times 10^{-3}\text{mol}$ )
(가)	40	$\text{OH}^-$ : $(20a-30)$ , $\text{X}^{2-}$ : 15, $\text{Y}^{2+}$ : $10a$
(나)	60	$\text{OH}^-$ : $(30a+15b-30)$ , $\text{X}^{2-}$ : 15, $\text{Y}^{2+}$ : $15a$ , $\text{Z}^+$ : $15b$

(가)에서  $[\text{OH}^-]=\frac{1}{4}\text{M}=\frac{(20a-30) \times 10^{-3}\text{mol}}{0.04\text{L}}$ 이므로  $a=2$ 이다. 모든 양이온의 양(mol)은 (가):(나) =  $4:9=10a:15a+15b$ 이므로  $b=1$ 이다. (나)에서  $[\text{OH}^-]=x\text{M}=\frac{(30a+15b-30) \times 10^{-3}\text{mol}}{0.06\text{L}}$ 이므로  $x=\frac{3}{4}$ 이다.

20. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 분석하기

I에서 반응 후 기체의 질량비가 C:D=9:10이고,  $\frac{\text{D의 분자량}}{\text{C의 분자량}}=\frac{5}{3}$ 이므로 C와 D의 계수비는 3:2이다. 따라서  $c=6$ 이다. I에서보다 II에서 더 많은 반응물이 반응하므로 생성물도 증가해야 한다. 따라서 (가)는 A 또는 B이다. I과 II에서 A는  $\frac{4}{3}$ 배, B는  $\frac{5}{2}$ 배 늘어났으므로 (가)가 B라면 I보다 II에서 (가)의 양(mol)이 증가해야 한다. 따라서 (가)는 A이다.

I, II에서 양적 관계는 다음과 같다.

실험 I	$4\text{A}(g) +$	$b\text{B}(g) \rightarrow$	$6\text{C}(g) +$	$4\text{D}(g)$
반응 전	6	2		
반응	$-\frac{8}{b}$	-2	$+\frac{12}{b}$	$+\frac{8}{b}$

반응 후	$6-\frac{8}{b}$	0	$\frac{12}{b}$	$\frac{8}{b}$
------	-----------------	---	----------------	---------------

실험 II	$4\text{A}(g) +$	$b\text{B}(g) \rightarrow$	$6\text{C}(g) +$	$4\text{D}(g)$
반응 전	8	5		
반응	$-\frac{20}{b}$	-5	$+\frac{30}{b}$	$+\frac{20}{b}$

반응 후	$8-\frac{20}{b}$	0	$\frac{30}{b}$	$\frac{20}{b}$
------	------------------	---	----------------	----------------

$6-\frac{8}{b}:8-\frac{20}{b}=11n:10n$ 이므로  $b=5$ 이고, II에서  $10n=8-\frac{20}{b}=4$ 이므로  $n=\frac{2}{5}$ 이다.  $\frac{8}{b}:\frac{20}{b}=10w:x$ 이므로  $x=25w$ 이다. 따라서  $\frac{x}{b \times n}=\frac{25}{2}w$ 이다.



• 4교시 과학탐구 영역 •

[생명과학 I]

1	⑤	2	③	3	⑤	4	④	5	③
6	④	7	⑤	8	③	9	④	10	③
11	①	12	②	13	①	14	⑤	15	①
16	②	17	④	18	⑤	19	①	20	②

1. [출제의도] 생물의 특성 적용하기

자리돔으로부터 자신을 보호하기에 적합한 문어의 흉내 내는 특성은 생물의 특성 중 적응과 진화의 예에 해당한다. ①은 생식, ②는 발생과 성장, ③은 물질대사, ④는 유전, ⑤는 적응과 진화의 예에 해당한다.

2. [출제의도] 물질대사 분석하기

물질대사 과정에는 동화 작용과 이화 작용이 있고, 두 과정에서 모두 효소가 이용된다. (가)에서 과정 A는 이화 작용, 과정 B는 동화 작용이다. (나)는 이화 작용에서의 에너지 변화이다. ㄴ. 글루카곤에 의해 A가 촉진된다.

3. [출제의도] 내분비계와 호르몬 이해하기

(가)는 티록신, (나)는 TRH이고, ㉠은 뇌하수체 전엽, ㉡은 갑상샘이다. 혈중 TRH의 농도가 증가하면 TSH의 분비가 촉진되고, 혈중 TSH의 농도가 증가하면 티록신의 분비가 촉진된다.

4. [출제의도] 기관계의 통합적 작용 적용하기

(가)는 소화계, (나)는 호흡계, (다)는 배설계이다. 조직 세포의 미토콘드리아에서 세포 호흡이 일어날 때  $O_2$ 가 사용된다. 배설계를 통해 질소 노폐물이 배설된다. ㄱ. (가)는 소화계이다.

5. [출제의도] 신경계의 구조와 기능 적용하기

㉠은 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런, ㉡은 교감 신경의 신경절 이후 뉴런, ㉢은 운동 뉴런이다. 운동 뉴런의 말단에서 아세틸콜린이 분비된다. ㄱ. ㉠은 중추 신경계에서 반응기 방향으로 흥분을 전달하는 원심성 뉴런이다. ㄴ. 흥체에 연결된 교감 신경이 흥분하면 동공이 확장된다.

6. [출제의도] 염색체 분석하기

I은 암컷, II는 수컷이다. (가)와 (다)는 II의 세포이고, (나)는 I의 세포이다. (가)와 (다)가 II의 세포이므로, II의 ㉠의 유전자형은 Aa이다. (나)의 염색체 수와 (다)의 염색 분체 수는 모두 6이다. ㄱ. I은 암컷이다.

7. [출제의도] 세포 주기 분석하기

(가)는 M기의 중기 세포, (나)는 G<sub>1</sub>기 세포이다. 체세포의 핵상은 2n이다. 구간 I에 G<sub>1</sub>기 세포가 있으며, G<sub>1</sub>기 세포에는 뉴클레오솜이 있다. 구간 II에 M기의 중기 세포가 있다.

8. [출제의도] 생명 과학의 탐구 방법 분석하기

이 탐구에서 연역적 탐구 방법이 이용되었다. (가)는 탐구의 잠정적인 결론인 가설을 설정하는 단계이다. 부모 새의 생존율은 종속변인이다. (라)에서 황조롱이는 양육하는 새끼 수가 많을수록 부모 새의 생존율이 낮아지므로 I은 C, II는 B, III은 A이다. ㄴ. III은 A이다.

9. [출제의도] 물질 순환 이해하기

㉠은 질소 기체( $N_2$ ), ㉡은 암모늄 이온( $NH_4^+$ ), ㉢은 질산 이온( $NO_3^-$ )이다. 생산자가 암모늄 이온, 질산

이온을 이용하여 질소 화합물을 합성하는 것은 질소 동화 작용에 해당한다. 질산화 세균은 암모늄 이온이 질산 이온으로 전환되는 과정에 관여한다. ㄱ. ㉠은 질소 기체이다.

10. [출제의도] 삼투압 조절 분석하기

㉠은 단위 시간당 오줌 생성량, ㉡은 혈장 삼투압이다. 혈장 삼투압이  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높으므로, 혈중 ADH 농도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높다. ㄴ. 생성되는 오줌의 삼투압은  $t_2$ 일 때가  $t_3$ 일 때보다 낮다.

11. [출제의도] 생식세포의 형성 이해하기

세포 (나)에서 대립유전자 ㉠과 ㉡의 DNA 상대량을 더한 값이 1이므로 (나)는 III이고, (가)는 II이다. (나)에서 B와 ㉠의 DNA 상대량을 더한 값이 2이므로 ㉠은 a이고, ㉡은 b이다. II에 B와 b가 모두 없고, III에 B가 있으므로 B는 X 염색체에 있다. ㄴ. ㉠은 상염색체에 있다. ㄴ. I에서 A와 b의 DNA 상대량을 더한 값은 0이다.

12. [출제의도] 흥분의 전도 분석하기

㉠은 -80, ㉡은 -70, ㉢은 0이고, A는  $d_4$ , B는  $d_3$ 이다. ㄱ. X는  $d_1$ 이다. ㄴ.  $d_1$ 에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 5ms일 때 (나)의  $d_3$ 에서 탈분극이 일어나지 않고 있다.

13. [출제의도] 사람의 유전 적용하기

(가)는 3쌍의 대립유전자에 의해 표현형이 결정되므로 (가)의 유전은 다인자 유전이다. (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 ㉠이다. 남자 P의 ㉠과 여자 Q의 ㉠의 합이 6이고, P와 Q 사이에서 ㉡가 태어날 때 ㉡의 (가)의 표현형은 최대 3가지이고, ㉡가 가질 수 있는 ㉠은 1, 3, 5 중 하나이므로, P의 유전자형은 AaBbdd이며 A와 B가 같은 염색체에 있고, Q의 유전자형은 AaBbDD이며 A와 B가 같은 염색체에 있다. ㄴ. P의 ㉠은 2이고, Q의 ㉠은 4이므로,  $\frac{P의 ㉠}{Q의 ㉠}$ 은  $\frac{1}{2}$ 이다. ㄴ. ㉡의 ㉠이 3일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

14. [출제의도] 방어 작용 이해하기

병원체에 감염된 세포를 직접 파괴하는 ㉠은 세포독성 T림프구이고, 항체를 분비하는 ㉡은 형질 세포이다. 따라서 (가)는 세포성 면역, (나)는 체액성 면역이다. 기억 세포로부터 증식, 분화된 형질 세포가 분비하는 항체에 의한 항원 항체 반응은 2차 면역 반응에 해당한다. 세포성 면역과 체액성 면역은 모두 특이적 방어 작용에 해당한다.

15. [출제의도] 군집 분석하기

A는 초본, B는 관목, C는 교목이다. ㄴ.  $t_1$ 일 때 X는 극상을 이루지 않는다. ㄴ. X의 평균 높이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 높다.

16. [출제의도] 근수축 분석하기

골격근의 근육 원섬유 마디 X에서 A대의 길이는  $2 \times (\text{㉡의 길이} + \text{㉢의 길이})$ 이고, H대의 길이는  $2 \times \text{㉢}$ 이다. A대의 길이는  $1.6 \mu m$ 이고  $t_2$ 일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이가 같으므로,  $t_2$ 일 때 ㉠의 길이는  $0.5 \mu m$ , ㉡의 길이는  $0.5 \mu m$ 이다. 따라서  $t_1$ 일 때 ㉠의 길이는  $0.3 \mu m$ , ㉡의 길이는  $0.1 \mu m$ 이다. ㄱ. X의 길이는  $t_1$ 일 때가  $2.2 \mu m$ ,  $t_2$ 일 때가  $2.6 \mu m$ 이므로 X의 길이는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 짧다. ㄴ.  $t_1$ 일 때 ㉠의 길이는  $0.3 \mu m$ 이고,  $t_2$ 일 때 H대의 길이는  $0.6 \mu m$ 이다.

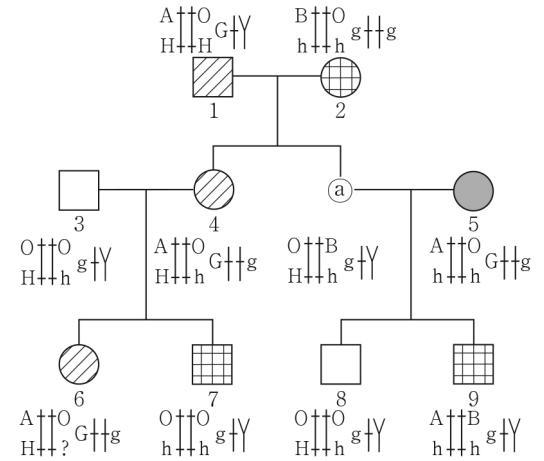
17. [출제의도] 생물 다양성 분석하기

평균 해수면 온도가 높을수록 해양 달팽이의 종 수

가 증가하는 것은 비생물적 요인인 온도가 생물에 영향을 미치는 예에 해당한다. 종 다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지된다. ㄱ. 해양 달팽이의 종 수는 위도  $L_1$ 에서가  $L_2$ 에서보다 많다.

18. [출제의도] 가계도 분석하기

ABO식 혈액형을 결정하는 3개의 대립유전자는 A, B, O이고, A와 B는 O에 대해 완전 우성이며, A와 B의 우열 관계는 뚜렷하지 않다. 이 집안의 유전 형질 (가), (나), ABO식 혈액형에 대한 유전자를 가계도에 나타내면 그림과 같다.



(가)의 유전자는 X 염색체에 있고, (나)와 ABO식 혈액형의 유전자는 9번 염색체에 있다. 7의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ .

(나)가 발현되지 않으며 A형일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서, 이 아이의 (가), (나), ABO식 혈액형의 표현형이 모두 4와 같을 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. ㄴ. (나)의 유전자형은 1은 HH, ㉡는 Hh이므로 ㉡는 1과 (나)의 유전자형이 다르다.

19. [출제의도] 사람의 유전 분석하기

㉠은 F, ㉡은 D, ㉢은 E이다. 이 가족 구성원의 (가)의 3가지 표현형과 체세포 1개당 D, E, F의 DNA 상대량은 표와 같다.

구성원	아버지	어머니	자녀 1	자녀 2	자녀 3
표현형	(a)	(b)	(a)	(b)	(c)
DNA 상대량	F	1	1	0	2
	D	1	0	1	0
	E	0	1	1	1

정상 난자와 생식세포 형성 과정에서 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 정자 P가 수정되어 자녀 2가 태어났다. ㄴ. 자녀 2에서 체세포 1개당 E의 DNA 상대량은 1이다. ㄴ. P가 형성될 때 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

20. [출제의도] 개체군 분석하기

개체군 밀도는 개체군이 서식하는 공간의 단위 면적당 개체 수이므로 A의 개체군 밀도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 작다. ㄱ. 구간 I에서 A에게 환경 저항이 작용한다. ㄴ. A의 사망률은 구간 III에서가 구간 II에서보다 높다.

• 4교시 과학탐구 영역 •

[지구과학 I]

1	⑤	2	②	3	④	4	①	5	②
6	④	7	③	8	①	9	②	10	③
11	③	12	⑤	13	③	14	⑤	15	④
16	④	17	①	18	③	19	①	20	②

1. [출제의도] 대륙 이동의 증거 이해하기

ㄱ. ㄴ. 고생대 말은 초대륙 관계아가 존재했던 시기 이므로 ㉠ 지점과 ㉡ 지점 사이의 거리는 현재보다 고생대 말에 가까웠고, 애플래치아산맥과 칼레도니아 산맥은 하나로 연결된 산맥이었다. ㄷ. ㉢ 지점에서 발견되는 빙하 퇴적층은 고생대 말 남극 대륙 부근에서 형성된 것이므로 ㉢ 지점은 고생대 말에 남반구에 위치 하였다.

2. [출제의도] 판의 운동과 플룸 구조 이해하기

ㄱ. 해산 배열의 연령 분포로 보아 해산 A가 생성된 이후 A가 속한 판의 이동 속력이 증가한 시기와 감소한 시기가 모두 나타난다. ㄴ. 지진파의 속도는 ㉠ 지점 보다 ㉣ 지점에서 빠르게 온도는 ㉠ 지점보다 ㉣ 지점이 낮다. ㄷ. 지진파의 속도 분포로 보아 해산 B는 뜨거운 플룸에 의해 생성되었다.

3. [출제의도] 지질 시대의 환경과 생물 이해하기

고생대 오르도비스기의 해양에서는 삼엽충과 필석 등이 번성하였고, 최초의 척추동물인 어류가 출현하였다. 페름기에는 양치식물과 방추충 등이 번성하였고, 말기에 가장 큰 규모의 생물 대멸종이 일어났다. 중생대 쥐라기에는 공룡과 같은 대형 파충류가 번성하였고, 시조새가 출현하였다. 따라서 A, B, C는 각각 페름기, 오르도비스기, 쥐라기이다.

4. [출제의도] 지질 구조와 퇴적 환경 이해하기

ㄱ. A의 퇴적 구조는 접이 층리로, 입자의 크기에 따른 퇴적 속도 차이에 의해 형성되었다. ㄴ. ㉠ 시기와 ㉢ 시기 사이에 해성층인 B는 해수면 위로 드러나 있으므로 퇴적이 일어날 수 없다. ㄷ. C는 해성층 이므로 ㉢ 시기 이전에 생성되었다.

5. [출제의도] 지층의 상대 연령과 절대 연령 이해하기

ㄱ. 생성 순서는  $C \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow A$ 이다. ㄴ. D는 A보다 먼저 생성되었고, A와 D에 각각 포함된 X와 Y의 양이 모두 처음 양의  $\frac{1}{2}$  이므로 반감기는 X보다 Y가 길다. ㄷ. B에서 중생대의 암모나이트가 산출되므로 C에서는 신생대의 화폐석이 산출될 수 없다.

6. [출제의도] 변동대와 마그마 생성 과정 이해하기

ㄱ. 해령에서 분출되는 마그마는 주로 현무암질 마그마 이다. ㄴ. (나)에서 맨틀의 용융점은 물이 포함되지 않은 경우보다 물이 포함된 경우가 낮다. ㄷ. B의 하부에서는 섭입하는 해양 지각으로부터 빠져나온 물이 맨틀의 용융점을 낮추므로 ㉠ 과정에 의해 마그마가 생성된다.

7. [출제의도] 기후 변화의 자연적 요인 이해하기

ㄱ. 현재 북반구의 계절은 근일점에서 겨울, 원일점에서 여름이다. ㄴ. 6월의 태양 복사 에너지 감소량은  $20^{\circ}\text{N}$ 에서 약  $2\text{W}/\text{m}^2$ ,  $60^{\circ}\text{N}$ 에서 약  $29\text{W}/\text{m}^2$ 이다. ㄷ.  $40^{\circ}\text{N}$ 에서 A 시기와 비교할 때 B 시기의 태양 복사 에너지는 여름철에 감소하고 겨울철에 증가하므로, 연교차는 A 시기보다 B 시기가 작다.

8. [출제의도] 온대 저기압 이해하기

ㄱ, ㄴ. 북반구의 온대 저기압 주변 지표면에서 바람은 저기압 중심을 향해 시계 반대 방향으로 불어 들어가므로  $X - X'$ 에는 적색 전선이,  $Y - Y'$ 에는 한랭 전선과 온난 전선이 위치한다. 따라서 A는  $X - X'$ 에서의, B는  $Y - Y'$ 에서의 강수량 분포이다. ㄷ. ㉠ 지점은 한랭 전선과 온난 전선 사이에 위치한다.

9. [출제의도] 태풍 이해하기

ㄱ. 태풍은 이동 경로의 오른쪽이 위험 반원이므로 A는 태풍 ㉡, B는 태풍 ㉠에 의한 특보 상황이다. ㄴ. B의 특보 상황이 발효된 시기에 제주도는 태풍 ㉠의 영향을 받으므로 위험 반원에 위치한다. ㄷ. A와 B의 특보 상황이 발효된 시기에 태풍 ㉡은 태풍 ㉠보다 중심 기압이 작고 강풍 반경이 크므로 세력이 강하다.

10. [출제의도] 악기상의 특징 이해하기

ㄱ. 우리나라 부근의 정체 전선은 주로 전선의 북쪽 에서 강수 현상이 나타나므로 (나)는 06시의 레이더 영상이다. ㄴ. (다)에는 30mm/시 이상의 강수량이 관측된 집중 호우가 발생한 지역이 있다. ㄷ. 정체 전선은 06시에 A 지점보다 남쪽에 위치하였고, 이후 18시까지 남쪽으로 이동하였다.

11. [출제의도] 해수의 성질과 표층 순환 이해하기

① A에는 편서풍의 영향을 받는 북태평양 해류가 흐른다. ② ㉠은 C 해역, ㉡은 A 해역, ㉢은 B 해역에서 측정한 자료이다. ③ 표면 해수의 염분은  $A > B > C$ 이다. ④ C에 흐르는 북적도 해류는 무역풍의 영향을 받는다. ⑤ 혼합층은 해수 표층에서 깊이에 따라 수온이 일정하게 나타나는 층이므로 혼합층의 두께는 C보다 A에서 두껍다.

12. [출제의도] 심층 순환 이해하기

ㄱ. A는 남극 중층수, B는 북대서양 심층수, C는 남극 저층수이다. ㄴ. 해수의 밀도는 북대서양 심층수보다 남극 저층수가 크다. ㄷ. 남극 저층수는 침강하면서 용존 산소가 풍부한 표층 해수를 심해로 운반하여 심해층에 산소를 공급한다.

13. [출제의도] 엘니뇨와 라니냐 이해하기

(가)는 엘니뇨, (나)는 라니냐 시기이다. 엘니뇨 시기와 비교할 때 라니냐 시기는 무역풍의 세기가 강하고 동태평양 적도 부근 해역에서의 용승이 강하며, 서태평양 적도 부근 해역에서의 해면 기압은 작다.

14. [출제의도] 별의 물리량 이해하기

ㄱ, ㄴ. 별의 광도는 반지름의 제곱과 표면 온도의 네 제곱에 비례하고, 최대 복사 에너지 방출 파장은 표면 온도에 반비례하므로 ㉠은 500보다 크고 ㉡은 2이다. ㄷ. 표면 온도는 A보다 B가 높으므로 단위 면적당 단위 시간에 방출하는 복사 에너지의 양은 A 보다 B가 많다.

15. [출제의도] 주계열성의 내부 구조 이해하기

A는 대류, B는 복사에 의해 에너지 전달이 주로 일어나는 영역이다. 질량이 ㉠인 별은 질량이 ㉡인 별보다 대류에 의해 에너지 전달이 주로 일어나는 영역의 평균 온도가 낮고, 중심부에서 CNO 순환 반응 보다 p-p 반응이 우세하게 일어난다.

16. [출제의도] 별의 진화 이해하기

ㄱ. A는 표면 온도, B는 광도이다. ㄴ. ㉠은 원시별, ㉡은 주계열성, ㉢은 적색 거성 단계이다. 원시별의 주요 에너지원은 중력 수축 에너지이다. ㄷ. 별의 평균 밀도는 주계열성보다 적색 거성 단계일 때 작다.

17. [출제의도] 생명 가능 지대 이해하기

ㄱ. (가)의 행성은 생명 가능 지대에 위치하므로 물이 액체 상태로 존재할 수 있다. ㄴ. 중심별의 분광형으로

보아 광도는 (가)보다 (나)가 작으므로 (나)에서 생명 가능 지대의 폭은 1.3AU보다 좁다. ㄷ. (나)의 중심 별로부터 행성 공전 궤도까지의 거리는 생명 가능 지대보다 먼 거리에 위치하므로 ㉠은 1.03보다 작다.

18. [출제의도] 특이 은하 이해하기

ㄱ. A는 흡수선, B는 방출선이다. ㄴ, ㄷ. 이 퀘이사의 분석 자료에서 적색 편이가 나타나는 것으로 보아 이 퀘이사는 우리은하로부터 멀어지고 있고, 정지 상태 파장이 길수록 관측 파장과 정지 상태 파장의 차이가 크므로 ㉠은 133보다 작다.

19. [출제의도] 외계 행성 탐사 방법 이해하기

ㄱ. 식 현상이 일어나는 시간 간격이 A보다 B가 크므로 공전 주기는 A보다 B가 길다. ㄴ. 식 현상이 일어날 때 중심별의 밝기는 행성이 별을 가리는 면적에 비례하여 감소하므로 반지름은 A가 B의 약 2배이다. ㄷ. A의 공전 궤도면은 관측자의 시선 방향과 나란하지 않으므로 ㉠ 시기에 A와 B 사이의 거리는 1AU보다 가깝다.

20. [출제의도] 가속 팽창 우주 이해하기

ㄱ. ㉠은 A, ㉡은 B의 편차 자료이다. ㄴ.  $z=1.0$ 인 천체의 겉보기 등급은 A보다 B에서 작다. ㄷ. Ia형 초신성의 관측 자료는 모형 A와 가장 잘 부합한다.



## • 4교시 과학탐구 영역 •

### [물리학 II]

1	2	2	3	3	2	4	5	5	3
6	5	7	3	8	3	9	1	10	4
11	3	12	4	13	5	14	2	15	1
16	1	17	2	18	5	19	4	20	2

#### 1. [출제의도] 힘의 합성 적용하기

A에 작용하는 알짜힘의  $x$ 성분은  $+x$ 방향으로 1N이고, 알짜힘의  $y$ 성분은  $+y$ 방향으로 2N이다.

#### 2. [출제의도] 등속 원운동 이해하기

ㄱ.  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 이므로 각속도는 p와 q가 같다. ㄴ, ㄷ.  $v = r\omega$ ,  $a = r\omega^2$ 이므로 속력, 구심 가속도의 크기는 p가 q보다 작다.

#### 3. [출제의도] 물체에 작용하는 힘 결론 도출 및 평가하기

실이 B를 당기는 힘의 크기는  $mg$ 이고, B에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 성분의 크기는  $\frac{1}{2}mg$ 이다.

B에 작용하는 알짜힘은 0이므로  $mg = \frac{1}{2}mg + \frac{\sqrt{3}}{2}F$ 이다. 따라서  $F = \frac{1}{\sqrt{3}}mg$ 이다.

#### 4. [출제의도] 블랙홀 이해하기

A. 탈출 속력이 빛의 속력보다 큰 천체를 블랙홀이라고 한다. B, C. 일반 상대성 이론에 따르면 천체의 질량에 의해 시공간이 휘어지고 빛은 휘어진 시공간을 따라 진행한다.

#### 5. [출제의도] 열의 일당량 자료 분석 및 해석하기

기체가 흡수한 열량은 기체가 외부에 한 일과 기체의 내부 에너지의 변화량의 합과 같다. 기체가 외부에 한 일이 42J이므로 기체의 내부 에너지 증가량은 63J이다. 열의 일당량이 4.2J/cal이므로 기체의 내부 에너지 증가량은 15cal이다.

#### 6. [출제의도] 무게 중심과 안정성 문제 인식 및 가설 설정하기

ㄱ. A는 정지해 있으므로 A에 작용하는 알짜힘은 0이다. ㄴ. q의 위치는 (나)에서가 (가)에서보다 낮으므로 무게 중심은 q이다. ㄷ. 수평면이 A에 작용하는 힘의 크기는 A의 무게와 A의 p에 작용하는 힘의 크기의 합과 같다. 따라서 수평면이 A에 작용하는 힘의 크기는 A의 무게보다 크다.

#### 7. [출제의도] 평면상의 물체의 운동 자료 분석 및 해석하기

ㄱ. 물체는 가속도의 방향이  $+x$ 방향인 등가속도 운동을 하므로 물체에 작용하는 알짜힘의 방향은  $+x$ 방향이다. ㄴ. 0초부터 2초까지 변위의  $x$ 성분,  $y$ 성분의 크기는 각각 0m, 2m이다. 따라서 0초부터 2초까지 변위의 크기는 2m이다. ㄷ. 3초일 때 속도의  $x$ 성분,  $y$ 성분의 크기는 각각 4m/s, 1m/s이다. 따라서 3초일 때, 물체의 속력은  $\sqrt{17}$  m/s이다.

#### 8. [출제의도] 비스듬히 던진 물체의 운동 적용하기

A, B가 던져진 순간부터 r에 도달할 때까지 걸린 시간을  $t$ , q에서 B의 속력을  $v$ 라 할 때,  $15\sqrt{2} \times t = \sqrt{2}v \times t$ 이므로  $v = 15$  m/s이다. A, B의 변위의 연직 성분 크기의 합은 30m이므로  $15\sqrt{2}t - \frac{1}{2}gt^2 = 30 +$

$\frac{15\sqrt{2}}{2}t - \frac{1}{2}gt^2$ 이다. 따라서  $t = 2\sqrt{2}$  초이다. r의 높이는 A가 p에서 r까지 운동하는 동안 A의 변위의 연직 방향 성분의 크기와 같으므로 20m이다.

#### 9. [출제의도] 등속 원운동 탐구 설계 및 수행하기

물체의 질량을  $m$ , 실이 물체에 작용하는 힘의 크기를  $T$ 라 할 때, 물체에 작용하는 알짜힘의 연직 성분은 0이므로  $\frac{\sqrt{2}}{2}T = mg$ 이다. 원기둥이 물체에 작용하는 힘의 크기를  $f$ , 물체에 작용하는 구심력의 크기를  $F$ 라 할 때,  $\frac{\sqrt{2}}{2}T + f = F$ 이다.  $F = 3f$ 이므로  $f = \frac{1}{2}mg$ 이고,  $F = \frac{3}{2}mg$ 이다. 물체의 속력을  $v$ 라 할 때,  $F = m\frac{v^2}{r} = \frac{3}{2}mg$ 이므로  $v = \sqrt{\frac{3gr}{2}}$ 이다.

#### 10. [출제의도] 케플러 법칙 자료 분석 및 해석하기

위성이 a에서 c까지 이동하는 데 걸린 시간은  $\frac{1}{2}T_0$ 이므로 ㉠은  $\frac{1}{3}T_0$ 이다. 위성과 행성 중심을 연결한 직선이 쏘고 지나가는 면적은 위성의 이동 시간에 비례하므로 ㉡은  $\frac{1}{2}S$ 이다.

#### 11. [출제의도] 역학적 에너지 보존 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ. 추의 최대 속력을  $v$ , 중력 가속도를  $g$ , 진자의 길이를  $L$ , 실이 연직 방향과 이루는 각의 최댓값을  $\theta$ 라 할 때,  $v = \sqrt{2gL(1 - \cos\theta)}$ 이므로 ㉠은 0.15보다 크다. ㄴ. 단진자의 주기는 추의 질량에 영향을 받지 않는다. 따라서 ㉡은 11.0이다. ㄷ. 단진자의 주기는  $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 이다. 따라서 진자의 길이가 클수록 단진자의 주기가 크다.

#### 12. [출제의도] 등가 원리 문제 인식 및 가설 설정하기

ㄱ, ㄴ, ㄷ. 등가 원리에 따르면 가속 좌표계에서 관성력과 중력은 구별할 수 없다. 빛이 휘어진 정도는 A가 관측한 (가)의 빛이 B가 관측한 (나)의 빛보다 크므로 (가)의 지표면에서 중력 가속도 크기는 (나)에서 우주선의 가속도 크기보다 크다. 관성력의 방향은 가속도의 방향과 반대이고, 빛은 관성력의 방향으로 휘어진다. 따라서 (나)에서 우주선의 가속도의 방향은 운동 방향과 서로 같다.

#### 13. [출제의도] $xy$ 평면에서 등가속도 운동하는 물체의 자료 분석 및 해석하기

ㄱ, ㄴ, ㄷ. B의 속도는  $x$ 성분 크기가  $y$ 성분 크기의 2배이다. 0부터  $t_0$ 까지 A, B의 평균 속도의  $y$ 성분 크기는 같다. B의 평균 속도의  $y$ 성분 크기가  $\frac{3}{4}v_0$ 이므로 A의 평균 속력은  $\frac{3}{4}v_0$ 이다. 0,  $t_0$ 일 때 B의 속력은 각각  $\sqrt{5}v_0$ ,  $\frac{\sqrt{5}}{2}v_0$ 이므로 B의 가속도의 크기는  $\frac{\sqrt{5}v_0}{2t_0}$ 이고, A의 가속도의 크기는  $\frac{v_0}{4t_0}$ 이다. 0,  $t_0$ 일 때 A의 속력을 각각  $v$ ,  $v'$ 라 할 때,  $v + v' = \frac{3}{2}v_0$ 이고,  $v - v' = \frac{1}{4}v_0$ 이므로  $v' = \frac{5}{8}v_0$ 이다.

#### 14. [출제의도] 일·운동 에너지 정리 탐구 설계 및 수행하기

$x = 2d$ 에서 물체의 운동 에너지를  $E_0$ 이라 할 때, 일·운동 에너지 정리에 따라  $F_0 \times 2d = E_0$ ,  $4F_0 \times d = 3E - E_0$ 이다. 따라서  $E_0 = E$ 이다.

#### 15. [출제의도] 수평으로 던진 물체의 운동 적용하기

물체가 p에서 s까지 운동하는 데 걸린 시간을  $2t$ 라 할 때, 물체가 p에서 q까지, p에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간은 각각  $t$ ,  $\sqrt{2}t$ 이다. 물체의 변위의 연직 방향 크기는 물체가 운동하는 데 걸린 시간의 제곱에 비례하고, 물체의 변위의 수평 방향 크기는 물체가 운동하는 데 걸린 시간에 비례한다. 따라서  $H = \frac{3}{2}L$ ,  $D = \sqrt{2}L$ 이다.

#### 16. [출제의도] 전기력선 자료 분석 및 해석하기

ㄱ, ㄴ, ㄷ. 전하량의 크기가 클수록 단위 면적을 지나는 전기력선의 수는 많으므로 전하량의 크기는 A가 B보다 크다. A와 B가 전기력선으로 연결되어 있지 않고,  $x = 0$ 에서 전기장의 방향이  $-x$ 방향이므로 A와 B는 모두 음( $-$ )전하이다. 따라서  $x = 2d$ 에서 전기장의 방향은  $-x$ 방향이다.

#### 17. [출제의도] 돌림힘의 평형 적용하기

A의 왼쪽 끝에서 오른쪽으로  $L$ 만큼 떨어진 지점과 오른쪽 끝에 연결된 실이 A에 작용하는 힘의 크기를 각각  $T_1$ ,  $T_2$ 라 하고, A의 왼쪽 끝을 회전축으로 할 때, A의 돌림힘의 평형 관계는  $T_1L + mg(2L) = T_2\cos 60^\circ(4L)$ 이다. 추가 놓여 있는 지점을 회전축으로 할 때, B의 돌림힘의 평형 관계는  $T_1(3L) = T_2(2L) + 2mgL$ 이므로  $T_1 = 2mg$ 이고,  $T_2 = 2mg$ 이다. 추의 질량을  $M$ 이라 할 때,  $T_1 + T_2 = 2mg + Mg$ 이므로  $M = 2m$ 이다.

#### 18. [출제의도] 역학적 에너지 보존 법칙 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ. p, q에서 물체의 역학적 에너지는 같으므로 ㉠ = ㉡ +  $E_0$ 이다. 따라서 ㉠은 ㉡보다 크다. ㄴ. p, q에서 물체의 속도의 수평 성분 크기가 같으므로 물체의 속력은 p에서가 q에서의  $\sqrt{2}$ 배이다. 물체의 운동 에너지는 p에서가 q에서의 2배이므로 ㉡은  $E_0$ 이다. 따라서 물체의 역학적 에너지는  $4E_0$ 이다. ㄷ. p에서 물체의 중력 퍼텐셜 에너지는  $2E_0$ 이므로 q의 높이는  $\frac{3}{2}h$ 이다. 따라서 p와 q의 높이 차는  $\frac{1}{2}h$ 이다.

#### 19. [출제의도] $xy$ 평면에서의 전기장 적용하기

O에서 전기장의  $x$ 성분의 방향은  $-x$ 방향이므로 O에서 C에 의한 전기장의  $x$ 방향 성분은  $-x$ 방향이다. 따라서 C는 양( $+$ )전하이다. O에서 A, B, C에 의한 전기장의 크기를 각각  $2E_0$ ,  $E_0$ ,  $E_C$ 라 할 때, O에서

전기장의  $x$ 성분의 크기  $E_x = \frac{2}{\sqrt{5}}E_C - \frac{6}{\sqrt{5}}E_0$ 이고,

$y$ 성분의 크기  $E_y = \frac{3}{\sqrt{5}}E_0 + \frac{1}{\sqrt{5}}E_C$ 이다. O에서 전

기장의  $x$ 성분의 크기와  $y$ 성분의 크기가 같으므로  $E_C = 9E_0$ 이다. 따라서 C의 전하량은  $+9q$ 이다.

#### 20. [출제의도] 일·운동 에너지 정리 적용하기

I의 시작점에서 물체의 속력을  $v$ 라 할 때, II의 끝점에서 물체의 속력은  $\frac{1}{2}v$ 이다. I의 끝점에서 II의 시작점까지 물체의 역학적 에너지는 보존되므로 I의 끝점과 II의 시작점에서 물체의 속력은 같다. I의 끝점과 II의 시작점에서 물체의 속력을  $v'$ 라 할 때,  $(v + v') = (v' + \frac{1}{2}v) \times \frac{9}{7}$ 이므로  $v' = \frac{5}{4}v$ 이다. 물체의 질량을  $m$ , 물체가 I과 II에서 이동한 거리를  $s$ 라 할 때,  $F_1s = \frac{1}{2}m[(\frac{5}{4}v)^2 - v^2] = \frac{9}{32}mv^2$ ,  $F_2s = \frac{1}{2}m[(\frac{5}{4}v)^2 - (\frac{1}{2}v)^2] = \frac{21}{32}mv^2$ 이므로  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{3}{7}$ 이다.

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 II]

<b>1</b>	①	<b>2</b>	①	<b>3</b>	③	<b>4</b>	⑤	<b>5</b>	④
<b>6</b>	⑤	<b>7</b>	①	<b>8</b>	②	<b>9</b>	③	<b>10</b>	④
<b>11</b>	③	<b>12</b>	④	<b>13</b>	③	<b>14</b>	②	<b>15</b>	⑤
<b>16</b>	②	<b>17</b>	①	<b>18</b>	③	<b>19</b>	⑤	<b>20</b>	④

1. [출제의도] 연소 반응의 엔탈피 변화 이해하기

연소 반응은 물질이 산소와 반응하는 발열 반응이며, 연소 반응의 엔탈피 변화( $\Delta H$ )는 0보다 작다.

2. [출제의도] 기체의 온도, 압력, 부피, 양의 관계 파악하기

B의 분자량을  $M$ 이라 할 때,  $w = \frac{PVM}{RT}$ 이므로  $\frac{x \times 1 \times 2M}{R \times 200} = \frac{3 \times y \times M}{R \times 300}$  이고  $\frac{x}{y} = 1$ 이다.

3. [출제의도] 결정성 고체와 결정의 종류 이해하기

ㄱ, ㄴ. 산화 칼슘과 얼음은 결정성 고체이고, 유리는 비결정성 고체이다. 비결정성 고체는 녹는점이 일정하지 않다. ㄷ. 얼음은 분자 결정이고, 산화 칼슘은 이온 결정이다.

4. [출제의도] 수소 결합에 의한 물의 특성 이해하기

ㄱ. 밀도는  ${}^2\text{H}_2\text{O}(s) > {}^1\text{H}_2\text{O}(s)$ 이다. ㄴ.  ${}^1\text{H}_2\text{O}(s)$ 이  ${}^1\text{H}_2\text{O}(l)$ 이 되면  $\text{H}_2\text{O}$  분자 사이에 작용하는 수소 결합이 끊어지면서 부피가 감소하게 되어 밀도가 커진다. ㄷ. 분자량은  ${}^2\text{H}_2\text{O} > {}^1\text{H}_2\text{O}$ 이므로, 1g당 공유 결합의 개수는  ${}^1\text{H}_2\text{O}(l) > {}^2\text{H}_2\text{O}(s)$ 이다.


5. [출제의도] 용액의 삼투 현상 이해하기

ㄱ. (나)에서  $A(aq)$ 의 부피가 증가하였으므로  $A(aq)$ 의 몰 농도는 1M보다 작아진다. ㄴ, ㄷ. 수용액의 삼투압은 절대 온도와 몰 농도에 각각 비례하므로 온도가 높아지거나 몰 농도가 증가하면  $h$ 는 커진다.

6. [출제의도] 분자 간 인력과 끓는점의 관계 이해하기

분자량이 비슷할 때 극성 분자는 무극성 분자보다 끓는점이 높고, 수소 결합이 존재하는 분자는 수소 결합이 존재하지 않는 극성 분자보다 끓는점이 높다. ㄱ. (나)는 10℃와 30℃에서 부피 차이가 크게 나므로 30℃에서 기체 상태이다. ㄴ. (다)는 10℃, 30℃에서 모두 기체 상태로 분자 간 인력이 가장 작은  $\text{C}_2\text{H}_2$ 이다. ㄷ. (가)는 끓는점이 가장 큰 분자로 액체 상태에서 수소 결합이 존재하는  $\text{CH}_3\text{OH}$ 이다.

7. [출제의도] 고체의 결정 구조 이해하기

ㄱ, ㄴ. 금속 M의 결정 구조는 체심 입방 구조이고, (나)는 단면 B이다. ㄷ. A의 모습(㉠)은 이다.

8. [출제의도] 용액의 끓는점 오름 이해하기

용액의 끓는점 오름=몰랄 오름 상수×몰랄 농도이다. (가)~(다)의 기준 끓는점이 같으므로 (가)~(다)의 몰랄 농도( $=\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ )가 같다. A의 분자량을  $M_A$ 라고 하면,  $\frac{x/M_A}{w} = \frac{y/M_A}{3w} = \frac{y/3M_A}{\text{㉠}}$ 이다. ㄱ, ㄴ.  $y=3x$ 이고, ㉠= $w$ 이다. ㄷ. 두 용액의 용매 종류가 같을 때, 몰랄 농도가 같으면 용질의 몰 분율이 같다.

9. [출제의도] 몰랄 농도 이해하기

ㄱ, ㄷ.  $1m = \frac{0.1\text{mol}}{0.1\text{kg}}$ 이므로 포도당의 분자량은 10x이다. (나)의 수용액에 포도당  $xg(0.1\text{mol})$ 을 추가

하여 녹이면 포도당의 양은 0.2mol이므로 몰랄 농도는  $2m$ 이다. ㄴ. 온도가 변해도 몰랄 농도는 변하지 않는다.

10. [출제의도] 퍼센트 농도와 ppm 농도 이해하기

$A(aq)$  100g에 용질 A가  $xg$  들어 있다면, 400g의 물을 추가했을 때의  $A(aq)$ 의 농도가 0.2%이므로  $0.2 = \frac{x}{100+400} \times 100$ 이고  $x=1$ 이다. ㉠에서 ppm 농도(ppm)는  $\frac{1}{100+100} \times 10^6 = 5000$ 이다.

11. [출제의도] 헤스 법칙 이해하기

ㄱ.  $137\text{kJ} = (a+85)\text{kJ}$ 이므로  $a=52$ 이다. ㄴ, ㄷ.  $2\text{C}(s, \text{흑연}) + 3\text{㉠}(g) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(g)$ 이므로 ㉠은  $\text{H}_2$ 이고,  $\text{C}_2\text{H}_6(g)$ 의 생성 엔탈피( $\Delta H$ )는  $-85\text{kJ/mol}$ 이다.

12. [출제의도] 기준 끓는점과 액체의 증기 압력 관계 이해하기

ㄱ. 기준 끓는점이 낮을수록 같은 온도에서 증기 압력이 크다. 따라서 34℃에서 증기 압력은  $B(l) > B(l)$ 이다. ㄴ, ㄷ. 25℃에서 증기 압력은  $B(l) > C(l)$ 이므로 기준 끓는점은  $C > B(78^\circ\text{C}) > A(34^\circ\text{C})$ 이고, 분자 사이의 인력은  $C(l) > A(l)$ 이다.

13. [출제의도] 농도 변환하기

ㄱ. 2M  $A(aq)$  500mL에 녹아 있는 용질 A의 양은  $2\text{M} \times 0.5\text{L} = 1\text{mol}$ 이고, A의 질량은 40g이므로 A의 화학식량은 40이다. ㄴ.  $x\text{M}$   $A(aq)$  250mL에 녹아 있는 용질 A의 양은  $\frac{20\text{g}}{40\text{g/mol}} = 0.5\text{mol} = x\text{M} \times 0.25\text{L}$ 이고,  $x=2$ 이다. ㄷ.  $5\text{m}$   $A(aq)$ 의 용매가 1000g이라면 A는 200g 녹아 있다. 용액과 A의 질량비는  $1200\text{g}:200\text{g} = y\text{g}:20\text{g}$ 이고,  $y=120$ 이다.

14. [출제의도] 결합 에너지로 반응 엔탈피 구하기

반응 엔탈피( $\Delta H$ )=(반응물의 결합 에너지의 총합-생성물의 결합 에너지의 총합)이므로  $\Delta H = \{2 \times (\text{O}-\text{F}$ 의 결합 에너지) $+2 \times (\text{O}-\text{Cl}$ 의 결합 에너지) $\} - \{2 \times (\text{Cl}-\text{F}$ 의 결합 에너지) $+ (\text{O}=\text{O}$ 의 결합 에너지) $\} = -210\text{kJ}$ 이다.  $2x+2y-500-500=-210$ 이므로  $x+y=395$ 이다.

15. [출제의도] 이상 기체 방정식으로 기체의 분자량 구하기

$M = \frac{wRT}{PV}$ 이므로 분자량을 구하기 위해서는 플라스크를 채운  $A(g)$ 의 질량과 플라스크의 부피가 추가적으로 필요하다. (가)에서 넣어 준  $A(l)$ 의 일부만이 플라스크를 채우기 때문에 (가)에서 넣어 준  $A(l)$ 의 질량을 측정할 필요는 없다.

16. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림 이해하기

용액의 증기 압력 내림=용매의 증기 압력×용질의 몰 분율이다. 용매의 증기 압력을  $P_{\text{mmHg}}$ 이라고 하면,  $P-144 = P \times 2a$ ,  $P-152 = P \times a$ 이므로  $P=160$ 이다. 따라서  $10=160 \times (\text{㉠에서 A의 몰 분율})$ 이고, ㉠에서 A의 몰 분율= $\frac{1}{16}$ 이다.

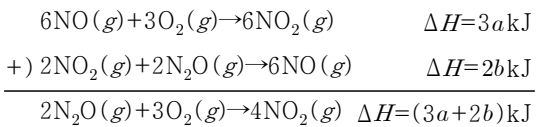
17. [출제의도] 용액의 어는점 내림 이해하기

$\frac{\text{A의 양(mol)}}{\text{A의 양(mol)+B의 양(mol)}}$ 이 (가)에서 0.5, (나)에서 0.75이므로 물질의 양(mol)은 A  $wg$ 과 B  $xg$ 이 같고, A 1.5wg은 B yg의 3배이므로  $x=2y$ 이다. (가)와 (나)에서 물 100g에 녹아 있는 용질의 양(mol)이 동일하므로 몰랄 농도가 같고, 용액의 어는점 내림=몰랄 내림 상수×몰랄 농도이므로 어는점 내림이 같다. 따라서  $a=-t$ 이고,  $\frac{x}{y} \times a = -2t$ 이다.

18. [출제의도] 생성 엔탈피로 반응 엔탈피 구하기

$2\text{N}_2\text{O}(g) + 3\text{O}_2(g) \rightarrow 4\text{NO}_2(g)$ 의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )는 주어진 열화학 반응식과 헤스 법칙에 따라 다음과

같이 구할 수 있다.



반응 엔탈피( $\Delta H$ )=(생성물의 생성 엔탈피의 총합-반응물의 생성 엔탈피의 총합)이다.  $2\text{N}_2\text{O}(g) + 3\text{O}_2(g) \rightarrow 4\text{NO}_2(g)$ 의  $\Delta H = (3a+2b)\text{kJ} = (4x-2y)\text{kJ}$ 이고,  $x = \frac{3a+2b+2y}{4}$ 이다.

19. [출제의도] 이상 기체 방정식 이해하기

$PV = nRT$ 에서  $T$ ,  $n$ 이 일정할 때,  $PV$ 는 일정하다. 실린더 속 A의 밀도비가 (가):(나)=9:8= $\frac{xg}{1L}$ : $\frac{(x+w)g}{1.5L}$ 이고,  $x=3w$ 이다. (나)에서 A와 B의  $P$ ,  $V$ ,  $T$ 가 모두 동일하므로 분자량은 기체의 질량에 비례한다. 따라서 분자량비는  $A:B=4w:8w=1:2$ 이다.  $T$ 가 일정할 때, 같은 분자는  $PV \propto n \propto w$ 이고, 실린더 속 A의 질량비가 (가):(나)= $3w:4w = P \times 1:2 \times 1.5$ 이므로  $P = \frac{9}{4}$ 이다.  $P \times \frac{\text{B의 분자량}}{\text{A의 분자량}} = \frac{9}{4} \times 2 = \frac{9}{2}$ 이다.

20. [출제의도] 기체의 부분 압력 이해하기

$PV = nRT$ 에서  $V$ ,  $T$ 가 일정하므로  $P \propto n$ 이다. 꼭지를 열기 전 각 용기 속 기체의 종류와 양은 다음과 같다.

용기	용기 I	용기 II	그 외 용기
기체의 종류와 양	$X(g):2k$	$Y(g):k$	$Y(g):xk$ $Ne(g):k$

ㄱ, ㄴ. (나)에서 꼭지  $a$ 를 열었을 경우,  $z \geq 2$ 이면 용기 I의 압력은 최소 1.5atm 이상이므로  $z=1$ 이다. X가 모두 반응할 때  $x \geq 2$ 이고, 기체 양(mol)의 변화는 다음과 같다.

	$X(g)$	+	$Y(g)$	$\rightarrow$	$Z(g)$
반응 전	$2k$		$xk$		0
반응	$-2k$		$-2k$		$+2k$
반응 후	0		$(x-2)k$		$2k$

용기 I의 압력(atm)= $\frac{x+1}{2} \geq 1.5$ 이므로 실험 결과와 다르다.

(나)에서 꼭지  $a$ 를 열었을 경우, Y가 모두 반응할 때 기체 양(mol)의 변화는 다음과 같다.

	$X(g)$	+	$Y(g)$	$\rightarrow$	$Z(g)$
반응 전	$2k$		$xk$		0
반응	$-xk$		$-xk$		$+xk$
반응 후	$(2-x)k$		0		$xk$

용기 I의 압력은 1.5atm이므로 실험 결과와 다르다. 따라서 (나)에서 꼭지  $b$ 를 열었다.

꼭지  $b$ 를 열었을 때, 만약  $z \geq 2$ 이면 용기 I의 압력은 최소 1.5atm 이상이고 실험 결과와 다르므로  $z=1$ 이고, 기체 양(mol)의 변화는 다음과 같다.

	$X(g)$	+	$Y(g)$	$\rightarrow$	$Z(g)$
반응 전	$2k$		$k$		0
반응	$-k$		$-k$		$+k$
반응 후	$k$		0		$k$

ㄷ. (다)에서 기체 양(mol)의 변화는 다음과 같다.

	$X(g)$	+	$Y(g)$	$\rightarrow$	$Z(g)$
반응 전	$0.5k$		$xk$		$0.5k$
반응	$-0.5k$		$-0.5k$		$+0.5k$
반응 후	0		$(x-0.5)k$		$k$

(다) 과정 후 용기 II의 전체 압력(atm)은  $\frac{x+0.5+1}{2} = \frac{5}{4}$ 이다. 따라서  $x=1$ 이다.



• 4교시 과학탐구 영역 •

[생명과학 II]

1	③	2	③	3	⑤	4	④	5	⑤
6	③	7	⑤	8	⑤	9	④	10	①
11	②	12	④	13	⑤	14	①	15	②
16	③	17	①	18	②	19	④	20	③

1. [출제의도] 생명과학의 역사 이해하기

㉠은 플레밍, ㉡은 파스퇴르이다. 파스퇴르(㉡)는 백조목 플라스크를 이용한 실험을 통해 생물 속생설을 입증하였다. ㉢. (가)는 (다)보다 먼저 이론 성과를 이룬다.

2. [출제의도] 세포 소기관의 구조와 기능 이해하기

A는 골지체, B는 미토콘드리아, C는 엽록체이다. 미토콘드리아의 세포 호흡 과정에서 이화 작용이 일어난다. ㉢. A(골지체)는 단일막 구조를, C(엽록체)는 2중막 구조를 갖는다.

3. [출제의도] 생명체를 구성하는 기본 물질 적용하기

㉠은 콜레스테롤, ㉡은 단백질, ㉢은 RNA이다. 콜레스테롤은 스테로이드의 한 종류이며, 스테로이드는 지질에 속한다. 단백질, 콜레스테롤, RNA는 모두 탄소 화합물에 해당한다. RNA를 구성하는 당은 리보스이다.

4. [출제의도] 생명체의 유기적 구성 분석하기

㉠은 통도 조직, ㉡은 관다발 조직계이다. 식물의 뿌리, 줄기, 잎은 영양 기관에 해당한다. ㉢. ㉡(관다발 조직계)이 해당하는 구성 단계는 조직계이다. 조직계는 동물의 구성 단계에는 없다.

5. [출제의도] 세포의 연구 방법 이해하기

A는 자기 방사법, B는 주사 전자 현미경을 이용한 방법이다. 주사 전자 현미경은 가시광선보다 파장이 짧은 전자선을 이용한다. 캘빈은 자기 방사법(A)을 이용하여 광합성의 암반응 과정을 밝혔다.

6. [출제의도] 피루브산의 산화 분석하기

㉠은 CO<sub>2</sub>, ㉡은 NAD<sup>+</sup>이고, A는 에탄올, B는 아세틸 CoA이다. ㉢은 'O'이다. 피루브산이 에탄올(A)로 전환되는 과정에서 CO<sub>2</sub>와 NAD<sup>+</sup>가 모두 생성된다. NAD<sup>+</sup>(㉡)는 탈수소 효소의 조효소로 이용된다. ㉢. 피루브산이 A(에탄올)로 전환되는 발효 과정은 효모의 세포질에서 일어난다.

7. [출제의도] 세포막을 통한 물질의 출입 분석하기

(가)는 능동 수송, (나)는 세포의 배출이다. 능동 수송에서 막단백질이 이용된다. 인슐린이 분비 소낭을 통해 세포 밖으로 이동하는 방식은 세포의 배출에 해당한다. 능동 수송과 세포의 배출에서 모두 에너지가 사용된다.

8. [출제의도] 원핵세포와 진핵세포 분석하기

A는 시금치에서 광합성이 일어나는 세포, B는 토끼의 간세포, C는 대장균이다. 대장균의 세포벽 성분에는 펩티도글리칸이 있다. ㉢. A는 시금치에서 광합성이 일어나는 세포이다.

9. [출제의도] 캘빈 회로 분석하기

㉠은 RuBP, ㉡은 PGAL, ㉢은 3PG이다. ㉢은 5, ㉢은 1, ㉢은 3이다. 과정 (가)에서 CO<sub>2</sub>가 고정되므로 ㉠과 ㉢은 각각 RuBP와 3PG 중 하나이고, ㉢의 인산기 수가 1이므로 ㉢은 3PG이다. 회로 반응의 방향은 II이다. 과정 (나)에서 ATP와 NADPH가 모두

사용된다. ㉢. ㉢ + ㉢ + ㉢ = 9이다.

10. [출제의도] 효소 활성화에 영향을 미치는 요인 적용하기

X는 A이고, ㉠은 70℃, ㉡은 10℃, ㉢은 30℃이다. 10℃, 30℃, 70℃ 중 A는 10℃와 30℃일 때 반응이 일어나고, 70℃일 때 반응이 일어나지 않으므로 X는 A이다. ㉢. B에 의한 반응 속도는 ㉠(70℃)일 때가 ㉢(30℃)일 때보다 빠르다. ㉢. ㉡(10℃)일 때 X에 의한 반응의 활성화 에너지는 t<sub>1</sub>에서와 t<sub>2</sub>에서가 같다.

11. [출제의도] 광합성 실험 분석하기

㉠은 8, ㉡은 4이다. 틸라코이드 내부의 pH가 틸라코이드 외부의 pH보다 낮을 때 H<sup>+</sup>이 ATP 합성 효소를 통해 틸라코이드 내부에서 외부로 촉진 확산 방식으로 이동하고, 이때 ATP가 합성된다. ㉢. (다)의 B에서 NADPH가 생성되지 않는다. ㉢. (다)의 C에서 틸라코이드 내부의 pH가 틸라코이드 외부의 pH보다 높으므로 화학 삼투에 의한 인산화가 일어나지 않는다.

12. [출제의도] 명반응 분석하기

(가)는 광계 I, (나)는 광계 II이다. A는 '보조 색소가 있다.', B는 '반응 중심 색소는 P<sub>700</sub>이다.'이다. ㉢은 'O'이다. 비순환적 전자 흐름에는 광계 I과 II가 모두 관여하고, 순환적 전자 흐름에는 광계 I이 관여한다. ㉢. 물의 광분해는 광계 I에서 일어나지 않는다.

13. [출제의도] 젖산 발효 적용하기

운동 중인 II에서 젖산 발효가 일어나 젖산 농도가 증가한다. 젖산 발효 과정에서 NADH가 소모되고 피루브산이 젖산으로 환원된다. 운동 후인 III에서 젖산은 간으로 이동하여 피루브산으로 전환된다. 포도당 1분자당 생성되는 ATP의 분자 수는 젖산 발효에서 산소 호흡에서보다 적다.

14. [출제의도] 삼투 현상 분석하기

㉠은 흡수력, ㉡은 팽압, ㉢은 삼투압이다. V<sub>2</sub>일 때 팽압과 흡수력은 같고, V<sub>3</sub>일 때 팽압과 삼투압이 같다. ㉢. V<sub>2</sub>일 때 ㉠(흡수력)은 P이고, ㉢(삼투압)은 2P이므로  $\frac{㉠}{㉢} = \frac{1}{2}$ 이다. ㉢. V<sub>3</sub>일 때 X에서 세포막을 통해 물 분자가 이동한다.

15. [출제의도] 광합성 실험 분석하기

㉠은 II, ㉡은 IV, ㉢은 III이다. II에서는 빛이 있고 CO<sub>2</sub>는 없고, III에서는 빛이 없고 CO<sub>2</sub>는 있다. O<sub>2</sub> 생성량은 빛이 있는 IV(㉡)에서가 빛이 없는 III(㉢)에서보다 많다. ㉢. ㉠은 II이다. ㉢. 스트로마에서  $\frac{\text{NADPH의 양}}{\text{NADP}^+\text{의 양}}$ 은 t<sub>1</sub>일 때가 t<sub>2</sub>일 때보다 크다.

16. [출제의도] 효소의 반응 분석하기

㉠은 비경쟁적 저해제, ㉡은 경쟁적 저해제이다. I은 X가 없을 때, II는 X가 있을 때이며, X는 경쟁적 저해제이다. 비경쟁적 저해제는 효소의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합한다. II는 ㉡이 있을 때이다. ㉢. (나)에서 S<sub>1</sub>일 때 초기 반응 속도는 I에서가 II에서보다 빠르므로  $\frac{\text{기질과 결합하지 않은 E의 수}}{\text{E의 총수}}$ 는 I에서가 II에서보다 작다.

17. [출제의도] 미토콘드리아 실험 분석하기

Y는 '내막의 인지질을 통해 H<sup>+</sup>을 새어 나가게 하는 물질'이고, ㉢은 'O'이다. ㉢. (다)의 III에서 ATP는 합성되지 않았고 산소는 소모되었으므로 Y는 '내막의 인지질을 통해 H<sup>+</sup>을 새어 나가게 하는 물질'이다.

㉢. (다)에서 Y에 의해 미토콘드리아 내막의 인지질을 통해 H<sup>+</sup>이 새어 나가므로 미토콘드리아의 막 사이 공간의 pH  $\frac{\text{막 사이 공간의 pH}}{\text{기질의 pH}}$ 는 II에서가 III에서보다 작다.

18. [출제의도] TCA 회로 분석하기

㉠은 5탄소 화합물, ㉡은 4탄소 화합물, ㉢은 옥살아세트산, ㉢은 시트르산이다. ㉢은 FADH<sub>2</sub>, ㉢은 NADH, ㉢은 CO<sub>2</sub>이다. 1분자당 옥살아세트산의 탄소 수는 4이고, 1분자당 시트르산의 탄소 수는 6이다. ㉢. ㉠(5탄소 화합물)이 ㉡(4탄소 화합물)으로 전환되는 과정에서 기질 수준의 인산화가 일어난다. ㉢. 과정 II에서 ㉢(NADH)가 생성되지 않는다.

19. [출제의도] 해당 과정 이해하기

㉠은 과당 2인산이고, ㉡은 피루브산이다. 1분자당 포도당의 탄소 수는 6, 수소 수는 12이고, 피루브산의 탄소 수는 3, 수소 수는 4이다. 1분자의 과당 2인산이 2분자의 피루브산으로 전환되는 과정에서 2분자의 NADH가 생성된다. ㉢. 포도당이 ㉠(과당 2인산)으로 전환되는 과정에서 ATP가 소모된다.

20. [출제의도] 광합성과 세포 호흡 적용하기

I은 광합성, II는 세포 호흡이다. ㉢은 2이다. 세포 호흡은 'ATP가 ADP와 P<sub>i</sub>로 분해된다.'와 'H<sup>+</sup>의 농도 기울기를 이용하여 ATP를 합성한다.'의 특징을 가진다. ㉢. 전자 전달계에서 2개의 전자가 ㉠(NADP<sup>+</sup>)에 전달될 때 1분자의 NADPH가 생성된다.

• 4교시 과학탐구 영역 •

[지구과학 II]

1	②	2	③	3	⑤	4	③	5	③
6	④	7	①	8	⑤	9	④	10	①
11	①	12	⑤	13	④	14	⑤	15	②
16	②	17	④	18	②	19	③	20	⑤

1. [출제의도] 태양계 형성 과정 이해하기

ㄱ. 미행성체들이 서로 충돌하고 결합하면서 지구형 행성이 형성되었다. ㄴ. B 시기에 미행성체들의 공전 방향은 현재 행성의 공전 방향과 대체로 일치한다. ㄷ. 행성 ㉠은 지구형 행성으로 주로 철과 규산염 물질로 구성된다.

2. [출제의도] 지각 열류량 이해하기

ㄱ. 해령에 위치한 ㉠ 지점의 하부에는 맨틀 대류의 상승류가 있다. ㄴ. (나)는 B, (다)는 A의 지각 열류량 분포이다. ㄷ. 방사성 원소 붕괴로 공급된 에너지량은 해양 지각인 ㉠ 지점보다 대륙 지각인 ㉡ 지점이 많다.

3. [출제의도] 지진파 이해하기

ㄱ. ㉠은 S파, ㉡은 P파이다. ㄴ, ㄷ. A, B, C에서 구한 진원 거리를 반지름으로 그린 세 원이 한 점에서 만나므로 이 지진은 진앙과 진원이 일치한다. 따라서 이 지진은 천발 지진이고, B에서의 PS시(P파와 S파의 도달 시간 차)는 10초이다.

4. [출제의도] 지각 평형 이해하기

ㄱ. 나무토막의 밀도와 밀면적이 같으므로, 나무토막 전체 높이에 대한 수면 위 나무토막 높이의 비는 일정하다. 따라서 ㉠은 4이다. ㄴ. P<sub>1</sub>과 P<sub>2</sub> 위의 나무토막 높이로 보아 압력은 P<sub>1</sub>보다 P<sub>2</sub>에서 작다. ㄷ. (다)에서 나무토막 A가 상승하는 현상을 통해 지각이 융기하는 현상을 설명할 수 있다.

5. [출제의도] 광물 자원의 특징 이해하기

ㄱ. A는 비금속 광물 자원, B는 금속 광물 자원이다. 주로 제련 과정을 거쳐 이용되는 자원은 금속 광물 자원이다. ㄴ. 고령토는 비금속 광물 자원에 해당한다. ㄷ. 석회석은 주로 시멘트의 원료로 이용된다.

6. [출제의도] 광상의 특징 이해하기

A. (가)는 변성 광상, (나)는 퇴적 광상이다. B. 화성 광상은 마그마의 냉각으로 금, 니켈 등 유용한 물질이 집적되어 형성된다. C. 보크사이트는 암석의 풍화, 운반, 퇴적으로 형성된 퇴적 광상에서 주로 산출된다.

7. [출제의도] 지구 자기장의 연년 변화 이해하기

ㄱ. 편각은 진북과 자북이 이루는 각이다. 1870년부터 2020년까지 마드리드에서 편각의 크기는 감소하였다. ㄴ. 편각이 양(+)의 값을 갖는 경우 자북은 진북을 기준으로 동쪽으로 치우친다. 따라서 1820년에 휴스틴에서 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향(자북)은 진북을 기준으로 동쪽으로 치우친다. ㄷ. 이 기간 동안 편각과 복각 변화의 주된 원인은 지구 내부의 변화 때문이다.

8. [출제의도] 지구 자기장의 요소 이해하기

ㄱ, ㄴ. ㉠은 B, ㉡은 A, ㉢은 C에서의 지구 자기장 방향이다. A에서 지구 자기장 방향은 지표면 아래를 향하므로 A는 북반구에 위치한다. ㄷ. 전 자기력은 B보다 C에서 작고, 수평 자기력은 B보다 C에서 크다. 따라서  $\frac{\text{수평 자기력}}{\text{전 자기력}}$  은 B보다 C에서 크다.

9. [출제의도] 지구의 중력 이해하기

① A는 만유인력, B는 표준 중력, C는 원심력이다. ② 만유인력과 표준 중력의 크기가 같은 ㉢은 극이고, ㉡에서 ㉠으로 갈수록 표준 중력의 크기가 작아지므로 ㉠은 ㉢보다 저위도이다. ③ 극에서 표준 중력은 지구 중심 방향으로 작용한다. ④ 만유인력과 원심력의 방향이 이루는 각의 크기는 고위도로 갈수록 작아진다. ⑤ 표준 중력의 크기가 클수록 단진자의 주기는 짧다.

10. [출제의도] 암석의 조직과 생성 환경 이해하기

ㄱ, ㄴ. (가)는 조립질 조직이 발달한 화강암, (나)는 세립성 조직이 발달한 사암, (다)는 세립질 조직이 발달한 현무암이다. ㄷ. 화강암은 현무암보다 지하 깊은 곳에서 생성되었다.

11. [출제의도] 변성암의 특징 이해하기

ㄱ. A는 편마암, B는 대리암, C는 점판암이다. ㄴ. 대리암은 주로 탄산염 광물로 구성된다. ㄷ. 편마암은 점판암보다 높은 열과 압력을 받아 생성되었다.

12. [출제의도] 광물의 특성 이해하기

ㄱ. A는 방해석, B는 석영으로 굳기는 방해석보다 석영이 크다. ㄴ. C는 복사슬 구조인 각섬석이므로 두 방향 쪼개짐이 나타난다. ㄷ. 규산염 사면체 결합 구조에서 Si:O는 각섬석이 4:11, 감람석이 1:4이다.

13. [출제의도] 가스수화물의 특징 이해하기

ㄱ. 가스수화물의 매장 확인 지역은 주로 대륙 주변에 분포한다. ㄴ. 메테인은 가스수화물의 주요 구성 성분이므로 (나)를 통해 얻을 수 있는 기체의 예이다. ㄷ. 가스수화물은 저온 고압 환경에서 생성된다.

14. [출제의도] 해양 에너지 자원 이해하기

ㄱ. 해양 온도 차 발전의 전력 밀도 추정치는 ㉠ 지점보다 ㉡ 지점에서 크다. ㄴ. 조력 발전 방식은 조석 간만의 차를 이용한 발전 방식이므로 ㉠ 지점보다 ㉡ 지점에서 유리하다. ㄷ. 조력 발전 방식과 해양 온도 차 발전 방식은 재생 가능한 자원을 이용한다.

15. [출제의도] 광물의 광학적 성질 이해하기

(가)는 개방 니콜, (나)는 직교 니콜이다. ㄱ, ㄷ. 간섭색은 직교 니콜에서 관찰할 수 있다. 광물 ㉡은 직교 니콜에서 간섭색이 나타나므로 광학적 이방체이다. ㄴ. 광물 ㉠은 개방 니콜에서 재물대를 회전할 때 색 변화가 나타나므로 다색성이 있다.


16. [출제의도] 중력 이상 이해하기

ㄱ. A에서는 중력 이상(실측 중력 - 표준 중력)이 0보다 작으므로 표준 중력보다 실측 중력이 작다. ㄴ, ㄷ. 표준 중력과 중력 이상이 모두  $A < B < C$ 이므로 밀도는  $\textcircled{1} < \textcircled{2} < \textcircled{3}$ 이고, ⑥는 실측 중력이 가장 큰 C에서 측정한 결과이다.

17. [출제의도] 변성 작용의 특징 이해하기

A는 접촉 변성 작용, B는 광역 변성 작용이다. ㄱ. ㉠은 주로 암석이 생성될 당시 작용한 압력의 방향과 수직 방향으로 나타난다. ㄴ, ㄷ. ㉡은 주로 마그마의 관입에 의한 접촉 변성 작용에 의해 생성된 혼펠스 조직이다. 따라서 불국사 변동이 일어난 기간에 마그마가 관입한 시기가 있었다.

18. [출제의도] 지질도 해석하기

ㄱ. 주향은 진북을 기준으로 측정하므로 사암층의 주향은 N30°W이다. ㄴ. 향사를 나타내는 지질도 기호는 ‘’이다. ㄷ. 상반은 단층면의 위에 놓인 부분이므로 단층 f - f'의 단층면 경사 방향은 남서쪽이다.

19. [출제의도] 한반도의 지체 구조 이해하기

A는 경기 육괴, B는 태백산 분지, C는 포항 분지이고,

㉠은 퇴적암, ㉡은 변성암이다. ㄱ. 경기 육괴에 분포하는 암석의 비율은 퇴적암보다 변성암이 높다. ㄴ. 태백산 분지에서는 고생대 해성층이 발견된다. ㄷ. 포항 분지의 지층은 대보 조산 운동이 일어난 중생대 시기 이후에 퇴적되었다.

20. [출제의도] 한반도의 판 구조 환경 이해하기

ㄱ, ㄴ. 한반도는 한중 지괴와 남중 지괴가 충돌하여 형성되었으므로 두 지괴의 충돌대에서는 압력이 높은 환경에서 변성 작용을 받은 암석이 발견될 수 있다. ㄷ. 한반도의 위도는 A 시기보다 B 시기에 높았다.