목록

2024-수능-물리1-해설-ebs····1
2024-수능-화학1-해설-ebs····9
2024-수능-생명과학1-해설-ebs···· 17
2024-수능-지구과학1-해설-ebs···· 25
2024-수능-물리2-해설-ebs····34
2024-수능-화학2-해설-ebs····42
2024-수능-생명과학2-해설-ebs···· 51
2024-수능-지구과학2-해설-ebs···· 60

2024학년도 대학수학능력시험

과학탐구영역 물리학Ⅰ 정답 및 해설

01.④	02.②	03.①	04.①	05.④	06.②	07.③	08.③	09.⑤	10.①
11.④	12.②	13.③	14.③	15.⑤	16.⑤	17.①	18.⑤	19.④	20.②

1. 전자기파의 이용

[정답맞히기] ㄱ. ㉠은 전광판에 이용하는 빨간색 빛으로 사람이 눈으로 볼 수 있는 빛이므로 가시광선 영역에 해당하는 전자기파이다.

ㄷ. 진공에서 ㉡과 ㉢의 속력은 같고, 전자기파의 진동수가 클수록 파장이 짧다. 따라서 진공에서의 파장은 ㉡이 ㉢보다 짧다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 진공에서 전자기파의 속력은 진동수에 관계없이 일정하므로 진공에서 속력은 ㉠과 ㉡이 같다.

2. 핵반응

[정답맞히기] ㄴ. ㉡은 중성자($_{0}^{1}\mathrm{n}$)이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 핵반응에서 반응 전후 전하량과 질량수가 보존되므로 ㉠은 $_{1}^{2}\mathrm{H}$이다.

ㄷ. 핵반응에서 질량 결손에 의해 에너지가 발생하므로 반응 전 질량의 총합이 반응 후 질량의 총합보다 크다. 따라서 $2M_1 > M_2 + M_3$이다.

3. 물질의 자성

A가 강자성체이고 A에 작용하는 중력과 자기력의 합력의 크기는 (나)에서가 (다)에서보다 크므로 (나)에서 A에 작용하는 중력과 자기력은 같은 방향이고, (다)에서 A에 작용하는 중력과 자기력은 서로 반대 방향이다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 A와 B 사이에는 서로 당기는 자기력이 작용해야 하므로 B는 상자성체이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. B가 상자성체이므로 C는 반자성체이다. 따라서 (가)에서 A와 C는 서로 반대 방향으로 자기화된다.

ㄷ. (나)에서 B에 작용하는 자기력의 방향은 중력과 반대 방향이므로 중력과 자기력의 방향이 같지 않다.

4. 수소의 선 스펙트럼

[정답맞히기] ㄱ. 라이먼 계열은 발머 계열보다 파장이 짧다. 따라서 X는 라이먼 계열이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 광자 1개의 에너지는 빛의 파장이 짧을수록 크다. 따라서 광자 1개의 에너지는 라이먼 계열인 ㉠에서가 발머 계열인 ㉡에서보다 크다.

ㄷ. ㉡은 발머 계열에서 파장이 가장 긴 빛의 스펙트럼선으로, 전자가 $n=3$에서 $n=2$로 전이할 때 나타난다.

5. 파동의 기술

[정답맞히기] ㄴ. 매질 Ⅱ에서 파동의 파장이 3 m이고, 주기가 2초이므로 파동의 진행 속력은 $\frac{3}{2}$ m/s이다.

ㄷ. $t=0$일 때 $x=6$ m에서 파동이 마루이고, Ⅱ에서 파동의 속력은 $\frac{3}{2}$ m/s이므로 $t=0$부터 $t=3$초까지, $x=7$ m에서 파동이 마루가 되는 횟수는 2회이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 매질 Ⅰ에서 파동의 파장은 2 m이다.

6. 파동의 중첩

[정답맞히기] 파동은 한 주기(T) 동안 한 파장(λ)만큼 이동하므로 파동의 진행 속력은 $v=\frac{\lambda}{T}=f\lambda$이다. P, Q의 파장은 2 m이고, 진동수는 0.25 Hz이므로 두 파동의 진행 속력은 0.5 m/s로 서로 같다. 두 파동은 $t=0$인 순간부터 $t=2$초까지 서로 반대 방향으로 각각 1 m만큼 이동하여 $t=2$초일 때 $x=5$ m인 위치에서 만나기 시작한다. $x=5$ m인 지점에서, P의 마루가 도달할 때 Q의 골이, P의 골이 도달할 때는 Q의 마루가 도달한다. 따라서 $t=2$초부터 $t=6$초까지, $x=5$ m에서 중첩된 파동의 변위의 최댓값은 A이다. **정답②**

7. 운동량과 충격량

[정답맞히기] ㄱ. 충돌 전후 수레의 운동량 변화량의 크기는 수레가 벽으로부터 받은 힘의 크기를 시간 t에 따라 나타낸 그래프에서 곡선과 시간 축이 만드는 면적과 같으므로 $10\ \mathrm{N\cdot s}=10\ \mathrm{kg\cdot m/s}$이다.

ㄴ. 수레의 질량을 m이라 하면 충돌 전후 수레의 운동량 변화량의 크기는 $5m=10\ \mathrm{kg\cdot m/s}$에서 $m=2\ \mathrm{kg}$이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 충돌하는 동안 벽이 수레에 작용한 평균 힘의 크기는 $F=\frac{10\ \mathrm{N\cdot s}}{0.4\ \mathrm{s}}=25\ \mathrm{N}$이다.

8. 운동량 보존

[정답맞히기] ㄱ. 용수철에서 분리되기 전 B와 C의 운동량이 0이므로 용수철에서 분리된 후 B와 C의 운동량 합은 0이다. 따라서 (가)에서 B와 C가 용수철에서 분리된 직후 운동량의 크기는 B와 C가 같고, 운동량의 방향은 서로 반대이다.

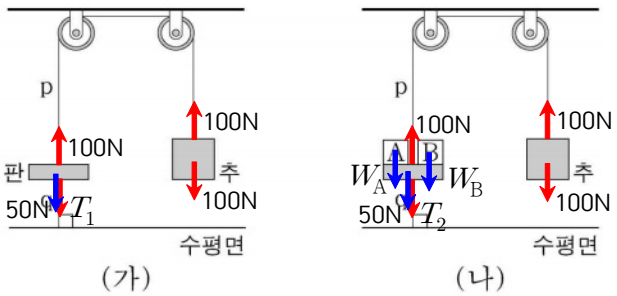
ㄴ. B, C가 용수철에서 분리된 직후 B, C의 속도를 각각 v_{B}, v_{C}라고 하자. C와 D가 충돌할 때 운동량 보존 법칙을 적용하면 $mv_{\mathrm{C}}=(m+m)v$에서 $v_{\mathrm{C}}=2v$이고, B와 C가 용수철에서 분리될 때 운동량 보존 법칙을 적용하면 $0=2mv_{\mathrm{B}}+m(2v)$에서 $v_{\mathrm{B}}=-v$이다. 따라서 (가)에서 B와 C가 용수철에서 분리된 직후 B의 속력은 v이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. (가)에서 처음 A, B, C, D가 모두 정지해 있었으므로 운동량은 모두 0이고,

(나)에서 A와 B가 충돌한 후 한 덩어리가 되어 등속도 운동하는 상황에서도 전체 운동량은 0으로 보존되어야 한다. (나)에서 한 덩어리가 된 A와 B의 속도를 v'라 하고 운동량 보존 법칙을 적용하면 $0=(5m+2m)v'+2mv$에서 $v'=-\frac{2}{7}v$이다. 따라서 (나)에서 한 덩어리가 된 A와 B의 속력은 $\frac{2}{7}v$이다.

9. 힘의 평형

[정답맞히기] ㄱ. 추가 정지해 있으므로 추에 작용하는 알짜힘의 크기는 0이다. 추에 작용하는 중력의 크기가 100 N이므로 p가 추를 당기는 힘의 크기는 100 N이다. 판이 정지해 있으므로 판에 작용하는 알짜힘의 크기는 0이다. p가 판을 당기는 힘의 크기는 100 N이고, 판에 작용하는 중력의 크기는 50 N이므로 q가 판을 당기는 힘의 크기는 $T_1=50\,\mathrm{N}$이다.



ㄴ. p가 판을 당기는 힘의 크기는 p가 추를 당기는 힘의 크기와 같으므로 (가)와 (나)에서 100 N으로 같다.

ㄷ. (가), (나)에서 판이 q를 당기는 힘의 크기(q가 판을 당기는 힘의 크기)를 각각 T_1, T_2라 하면, (가)에서 $T_1=50\,\mathrm{N}$이고, (나)에서 A와 B의 무게를 각각 W_A, W_B이라 하면, $T_2=50\,\mathrm{N}-W_A-W_B$이므로 $T_1>T_2$이다. **정답⑤**

10. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] ㄱ. 실이 끊어진 순간부터 B가 정지한 순간까지 A와 B는 d만큼 이동하였고, C는 $4d$만큼 이동하였으므로 평균 속력의 비도 1 : 4이다. (나)에서 B가 정지한 순간 C의 속력을 v_C라고 하면 $\frac{v}{2}:\frac{v+v_C}{2}=1:4$이다. 따라서 $v_C=3v$이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 B의 속도가 $v\rightarrow 0$으로 v만큼 변하는 동안 C의 속도가 $v\rightarrow 3v$로 $2v$만큼 변했으므로 실이 끊어진 후 가속도의 크기는 C가 B의 2배이다. 따라서 실이 끊어지기 전 A의 가속도를 $+a$라고 하면, 실이 끊어진 후 A의 가속도는 $-2a$, C의 가속도는 $+4a$라고 할 수 있다. 실이 끊어졌을 때, 양쪽에 연결된 계에 같은 크기의 알짜힘의 변화(ΔF)가 나타나고, 가속도의 변화량 $\Delta a=\frac{\Delta F}{m}$이므로 Δa와 m 사이에는 $\Delta a\propto\frac{1}{m}$의 관계가 성립한다. 실이

끊어지기 전후로 A와 B가 연결된 쪽과 C 쪽에서 Δa의 크기가 $3a$만큼 동일하게 변하였으므로 양쪽의 질량도 같다. 따라서 A의 질량을 m_A라고 하면, $m_A + m = 3m$에서 $m_A = 2m$이다.

ㄷ. (가)에서 세 물체의 운동 방정식은 $F - 2mg = 6ma$…①이다. (나)에서 C의 운동 방정식은 $F = 3m(4a)$…②이다. 식 ①, ②에서 $F = 4mg$이다.

11. 열기관

[정답맞히기] ㄴ. A → B 과정에서 흡수한 열을 Q_1, C → D 과정에서 방출한 열을 Q_2라 하면, 기체는 B → C 과정에서 150 J의 열을 흡수한다. 한 번의 순환 과정에서 기체가 한 일은 50 J이고 기체가 흡수한 열은 $Q_1 + 150$ J이다. 열기관의 열효율이 0.25이므로 $0.25 = \frac{50}{Q_1 + 150}$에서 $Q_1 = 50$ J이다.

ㄷ. C → D 과정은 등적 과정이므로 기체의 내부 에너지 감소량은 기체가 방출한 열과 같다. 열기관의 열효율이 0.25이므로 $0.25 = 1 - \frac{Q_2}{200}$에서 $Q_2 = 150$ J이다. 따라서 C → D 과정에서 기체의 내부 에너지 감소량은 150 J이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 기체의 온도는 B에서와 C에서가 같고, A에서가 B에서보다 기체의 온도가 낮으므로, 기체의 온도는 A에서가 C에서보다 낮다.

12. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄴ. A의 관성계에서 P와 Q에서 검출기를 향해 동시에 방출된 빛은 검출기에 동시에 도달하고, B의 관성계에서도 P와 Q에서 방출된 빛은 검출기에 동시에 도달한다. B의 관성계에서 검출기는 Q의 방향으로 이동하므로 검출기에 빛이 동시에 도달하기 위해서는 빛은 P에서가 Q에서보다 먼저 방출되어야 한다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. P와 Q 사이의 거리가 B의 관성계에서가 C의 관성계에서보다 크므로 길이 수축 효과는 C의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 더 많이 일어났다. 우주선의 속력이 클수록 길이 수축 효과와 시간 지연 효과가 더 많이 일어나므로 우주선의 속력은 C가 B보다 크다. 따라서 A의 관성계에서, C의 시간이 B의 시간보다 느리게 간다.

ㄷ. C의 관성계에서 P와 Q 사이의 거리는 동일한 비율로 수축되므로 검출기에서 P까지의 거리는 검출기에서 Q까지의 거리와 같다.

13. 발광 다이오드와 에너지띠

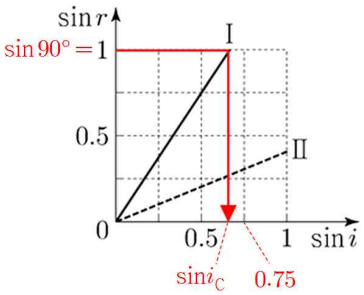
[정답맞히기] ㄱ. 스위치를 a에 연결할 때 A에서 빛이 방출되었으므로 P는 도체이고, A는 순방향 연결으로, B는 역방향으로 연결된다. Y는 p형 반도체이므로 주로 양공이 전류를 흐르게 하는 반도체이다.

ㄴ. (나)의 ㉠은 절연체의 에너지띠 구조이므로 Q의 에너지띠 구조이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 스위치를 a에 연결하면 B는 역방향 연결되므로 B의 n형 반도체에 있는 전자는 p-n 접합면으로부터 멀어지는 방향으로 이동한다.

14. 전반사

[정답맞히기] ㄱ. Ⅰ일 때 $\sin i < \sin r$ 이므로 P가 A에서 B로 진행할 때 굴절각이 입사각보다 크다. 따라서 굴절률은 A가 B보다 크다.



ㄷ. 전반사는 빛이 굴절률이 큰 매질에서 굴절률이 작은 매질로 진행하고 입사각이 임계각보다 큰 경우에 일어난다. 임계각은 굴절각이 90°일 때의 입사각이므로 P가 A에서 B로 진행할 때 임계각을 i_C라고 하면 $\sin i_C < \sin i_0 = 0.75$이다. 즉, $i_C < i_0$이다. 따라서 Ⅰ에서 $\sin i_0 = 0.75$인 입사각 i_0으로 P를 입사시키면 전반사가 일어난다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. Ⅱ일 때 $\sin i > \sin r$ 이므로 P가 B에서 C로 진행할 때 입사각이 굴절각보다 크다. 따라서 P의 속력은 B에서가 C에서보다 크다.

15. 전기력

[정답맞히기] ㄱ. A, B, C의 전하량의 크기가 같으므로 P가 $x = 2d$에 있을 때, P가 B와 C로부터 받는 전기력의 방향은 $-x$방향이다. 그러나 P가 A, B, C로부터 받는 전기력의 방향이 $+x$방향이므로 A는 양(+)전하이다.

ㄴ. P가 $x = 6d$에 있을 때, A, B, C에 의해 P가 받는 전기력의 방향이 모두 $+x$방향이므로 P에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$방향이다.

ㄷ. P가 $x = d$에 있을 때, A가 P에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$방향이고 전기력의 크기를 F_0이라고 하면, B가 P에 작용하는 전기력의 방향은 $-x$방향이고 전기력의 크기는 $\frac{1}{9}F_0$, C가 A에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$방향이고 전기력의 크기는 $\frac{1}{64}F_0$이다. P가 $x = 5d$에 있을 때, B가 P에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$방향이고 전기력의 크기는 F_0, A가 P에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$방향이고 전기력의 크기는 $\frac{1}{25}F_0$, C가 P에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$방향이고 전기력의 크기는 $\frac{1}{16}F_0$이다. 따라서 P에 작용하는 전기력의 크기는 P가 $x = d$에 있을 때가 $x = 5d$에 있을 때보다 작다. **정답⑤**

16. 물질파

[정답맞히기] ㄱ. $\lambda = \frac{h}{mv}$에서 $m = \frac{h}{v}(\frac{1}{\lambda})$이다. $\frac{1}{\lambda}$이 y축의 값이므로 $m = h\frac{y_0}{v_0}$이다.

ㄴ. $m = \frac{h}{v}(\frac{1}{\lambda})$에서 입자의 속력이 일정할 때, 입자의 질량과 파장 사이에는 $m \propto \frac{1}{\lambda}$의 관계가 성립한다. 입자의 질량은 헬륨 원자가 중성자보다 크므로 Q는 중성자이다.

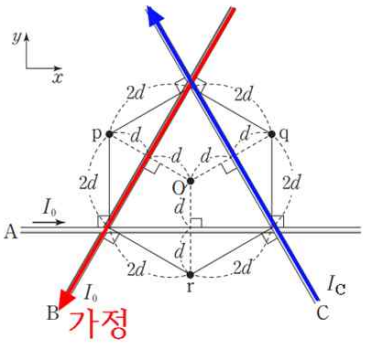
ㄷ. $E_K = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$이므로 λ가 같을 때, 운동 에너지와 질량 사이에는 $E_K \propto \frac{1}{m}$의 관계가 성립한다. 따라서 P와 Q의 물질파 파장이 같을 때, 운동 에너지는 P가 Q보다 작다. **정답⑤**

17. 전자기 유도

[정답맞히기] 점 p가 $x=5d$를 지날 때, p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $-y$방향이므로 영역 Ⅲ에서 자기장의 방향은 xy평면에 수직으로 들어가는 방향이다. 점 p가 $x=d$와 $x=5d$를 지날 때, p에 흐르는 유도 전류의 세기가 같으므로 이때 금속 고리를 통과하는 단위 시간당 자기 선속의 변화량은 같고, Ⅲ에서 자기장의 세기는 $2B_0$이다. p가 $x=-2d$에서 $x=0$까지 지날 때 고리를 통과하는 단위 시간당 자기 선속의 변화량은 p가 $x=d$와 $x=5d$를 지날 때 고리를 통과하는 단위 시간당 자기 선속의 변화량의 2배이므로 유도 전류의 세기도 2배이다. p가 $x=-2d$에서 $x=0$까지 지날 때 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $+y$방향이므로 p에 흐르는 유도 전류를 p의 위치에 따라 나타낸 그래프로 가장 적절한 것은 ①번이다. **정답①**

18. 자기장

[정답맞히기] O에서 A에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 $B_0 = k\frac{I_0}{d}$이다. <그림 1>과 같이 B에 흐르는 전류의 방향을 왼쪽 아래 방향으로 가정하자. p에서 A, B, C에 흐르는 전류에 의한 자기장이 0이 되기 위해서는 C에 흐르는 전류의 방향이 왼쪽 위 방향으로 흘러야 한다. 그러나 이 조건에서는 q에서 A, B, C에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기 $3B_0$을 만족하지 못하므로 모순된 상황이 발생한다. 따라서 B에 흐르는 전류의 방향은 오른쪽 위 방향임을 알 수 있다.

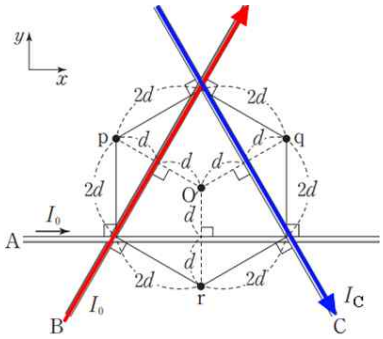


<그림 1>

<B에 흐르는 전류의 방향이 왼쪽 아래 방향으로 가정할 때>

	A	B	C	B의 전류 방향 가정에 따른 합성 자기장 세기	제시된 합성 자기장 세기
p	$\frac{1}{2}B_0$ (◉)	B_0 (×:가정)	$\frac{1}{2}B_0$ (◉)	0	0
q	$\frac{1}{2}B_0$ (◉)	$\frac{1}{2}B_0$ (◉)	B_0 (×)	0 (불일치 :모순)	$3B_0$
×: xy평면에 수직으로 들어가는 방향 ◉: xy평면에서 수직으로 나오는 방향					

<그림 2>와 같이 B에 흐르는 전류의 방향이 오른쪽 위 방향이므로 p에서 A, B, C에 흐르는 전류에 의한 자기장이 0이 되기 위해서는 C에 흐르는 전류의 방향은 오른쪽 아래 방향이 되어야 한다. 이 조건에서는 p, q에서 A, B, C에 흐르는 전류에 의한 자기장을 나타내면 표와 같이 모든 상황을 만족해야 하므로 $I_C = 3I_0$이다.



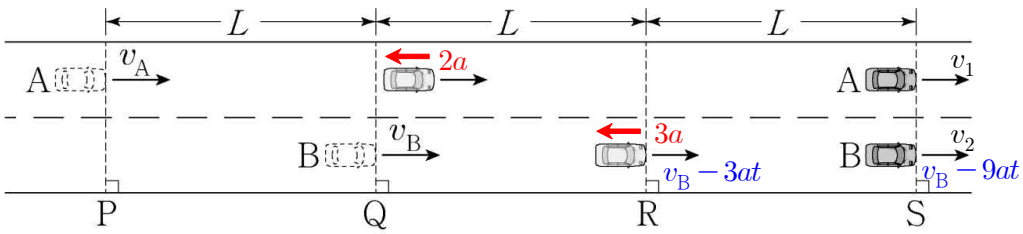
<그림 2>

	A	B	C	자기장 세기
p	$\frac{1}{2}B_0$ (◉)	B_0 (◉)	$\frac{3}{2}B_0$ (×)	0
q	$\frac{1}{2}B_0$ (◉)	$\frac{1}{2}B_0$ (×)	$3B_0$ (◉)	$3B_0$
r	B_0(×)	$\frac{1}{2}B_0$(×)	$\frac{3}{2}B_0$ (×)	$3B_0$

따라서 r에서 A, B, C에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 표에 의해 $3B_0$이다. **정답⑤**

19. 등가속도 직선 운동

[정답맞히기] A와 B의 가속도의 크기를 각각 $2a$, $3a$라 하고, S를 통과하는 순간 A와 B의 속력을 각각 v_1, v_2라 하자. A와 B의 가속도의 방향이 같고, B가 Q에서 R까지 이동하는 데 걸린 시간이 t이면 Q에서 S까지 이동하는 데 걸린 시간이 $2t$이다. 동일한 거리를 이동하는 데 더 많은 시간이 소요되었으므로 가속도의 방향은 자동차의 운동 방향과 반대 방향인 것을 알 수 있다. 평균 속력을 이용하면 A는 $3L = \frac{v_A + v_1}{2} \times 3t$, B는 $2L = \frac{v_B + v_2}{2} \times 3t$이고, 두 식을 연립하면 $2v_A + 2v_1 = 3v_B + 3v_2$이다. 등가속도 직선 운동 관계식에서 $v_1 = v_A - 6at$, $v_2 = v_B - 9at$이고, 이 식을 $2v_A + 2v_1 = 3v_B + 3v_2$과 연립하면 $4v_A - 6v_B = -15at$이다.



그림과 같이 R에서 B의 속력을 $v_B - 3at$, S에서 B의 속력을 $v_B - 9at$라 하고 평균 속력을 이용하면 $L = \frac{2v_B - 3at}{2} \times t = \frac{2v_B - 12at}{2} \times 2t$이며, 이를 정리하면 $v_B = \frac{21}{2}at$이다. 이 값을 $4v_A - 6v_B = -15at$에 대입하면 $v_A = 12at$이다. 따라서 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{8}{7}$이다. **정답④**

20. 충돌과 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] 수평면에서 A와 B가 충돌할 때, 충돌 직전 A의 속도를 v, 충돌 직후 A, B의 속도를 각각 v_A, v_B라고 하고 운동량 보존 법칙을 적용하면 $mv = mv_A + 2mv_B \cdots$①이다. 충돌 과정에서 역학적 에너지가 보존되므로 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}(2m)v_B^2 \cdots$②이다.

식 ①, ②을 정리하면 $v = v_B - v_A \cdots$③이다.

식 ①, ③을 연립하면 $v_A = -\frac{1}{3}v$, $v_B = \frac{2}{3}v$이다. 수평면에서 A와 B가 충돌할 때, 충돌 직전 A의 운동 에너지를 $9E$, 충돌 직후 A, B의 운동 에너지를 각각 E, $8E$, 각 마찰 구간에서 손실된 역학적 에너지를 $E_{손}$이라고 하면, $\frac{9E + E_{손}}{8E - E_{손}} = \frac{9}{7}$의 식이 성립하므로 $E_{손} = \frac{9}{16}E$이다. 따라서 $\frac{E - \frac{9}{16}E}{9E + \frac{9}{16}E} = \frac{H}{9h}$에서 $H = \frac{7}{17}h$이다. **정답②**

2024학년도 대학수학능력시험

과학탐구영역 화학Ⅰ 정답 및 해설

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

1. 생활 속의 화학

[정답맞히기] ㄱ. 에탄올은 탄소 화합물이다.

ㄷ. 철가루가 산화될 때 열을 방출하므로 손난로로 사용할 수 있다. 따라서 철가루가 산화되는 반응은 발열 반응이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 에탄올이 증발하면서 손이 시원해지는 이유는 에탄올이 증발할 때 주위로부터 열을 흡수하기 때문이다.

2. 이온 결합

[정답맞히기] ㄱ. X 원자는 m개의 전자를 잃어 Ne의 전자 배치를 갖는 이온이 될 때 크기가 작아졌으므로 금속 원소이다. 따라서 X(s)는 전성(펴짐성)이 있다.

ㄴ. Y 원자는 n개의 전자를 얻어 Y 이온이 되었으므로 Y 이온은 음이온이다.

ㄷ. X_2Y에서 X 이온은 X^{m+}이므로 Y 이온은 Y^{2m-}이다. Y 원자는 n개의 전자를 얻어 Y 이온이 되었으므로 Y 이온은 Y^{n-}이다. 따라서 $m : n = 1 : 2$이다. **정답⑤**

3. 화학 반응식

[정답맞히기] 주어진 반응의 화학 반응식은 $6HF(g) + 2Al(s) \rightarrow 2AlF_3(s) + 3H_2(g)$이다. 반응 후에 반응물이 모두 소모되었으므로 반응 전 넣어 준 Al(s)과 반응 후 생성된 $H_2(g)$의 몰비는 $\frac{x}{27} : \frac{y}{2} = 2 : 3$이다. 따라서 $\frac{x}{y} = 9$이다. **정답④**

4. 동적 평형

[정답맞히기] ㄱ. [탐구 결과]를 보면 동적 평형에 도달하였을 때 $CO_2(s)$의 질량이 변하지 않았고, [결론]에서 가설은 옳다고 하였으므로, '$CO_2(s)$의 질량이 변하지 않는다.'는 ㉠으로 적절하다.

ㄴ. t_1은 동적 평형에 도달하기 전이므로 $CO_2(s)$가 $CO_2(g)$로 승화되는 속도가 $CO_2(g)$가 $CO_2(s)$로 승화되는 속도보다 빠르다. **정답④**

[오답피하기] ㄷ. t_3은 동적 평형 상태에 도달한 이후이므로 $CO_2(s)$가 $CO_2(g)$로 승화되는 속도와 $CO_2(g)$가 $CO_2(s)$로 승화되는 속도가 같다.

5. 전자 배치

X는 Na, Y는 O, Z는 S이다.

[정답맞히기] ㄴ. Y와 Z는 같은 족 원소이므로 2주기 원소인 Y가 3주기 원소인 Z보

다 전기 음성도가 크다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. X는 3주기, Y는 2주기 원소이다.

ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 커지므로 Z > X이다.

6. 결합의 극성

분자 당 구성 원자 수가 4이하이고, (가)와 (나)에서 분자당 X와 Y의 원자 수가 같으므로, (가)와 (나)에서 X와 Y의 원자 수는 각각 1이다. 각 분자 1mol에 존재하는 원자 수 비로부터 (가)~(다)는 각각 HX, H_2Y, HXY(HYX)이고, X, Y는 각각 F, O이므로 (다)의 중심 원자는 Y(O)이다.

[정답맞히기] ㄷ. 전기 음성도는 X>Y이므로 (다)에서 X는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (가)에는 단일 결합이 있다.

ㄴ. (나)에는 극성 공유 결합만 있다.

7. 분자의 구조와 성질

(가)는 중심 원자가 C이므로 X와 2중 결합으로 결합한 CO_2이다. (나)에서 C와 X의 결합은 2중 결합이어야 하므로 Y는 F이고, (나)는 COF_2이다. 따라서 (다)는 O_2F_2이다.

[정답맞히기] ㄱ. 다중 결합은 (가)와 (나)에 있다.

ㄴ. (가)는 CO_2이므로 무극성 분자이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 공유 전자쌍 수는 (나)가 4, (다)가 3이므로 (나) > (다)이다.

8. 전자 배치

2, 3주기 15 ~ 17족 바닥상태 원자 N, O, F, P, S, Cl의 $\frac{p\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{\text{홀전자 수}}$와 $\frac{\text{홀전자 수}}{s\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$는 다음과 같다.

원자	N(X)	O	F(W)	P	S(Y)	Cl(Z)
$\frac{p\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{\text{홀전자 수}}$	$1(=\frac{3}{3})$	$2(=\frac{4}{2})$	$5(=\frac{5}{1})$	$3(=\frac{9}{3})$	$5(=\frac{10}{2})$	$11(=\frac{11}{1})$
$\frac{\text{홀전자 수}}{s\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}(=\frac{2}{4})$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}(=\frac{3}{6})$	$\frac{1}{3}(=\frac{2}{6})$	$\frac{1}{6}$

$\frac{p\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{\text{홀전자 수}}$가 같은 것은 F, S이고, $\frac{\text{홀전자 수}}{s\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$(상대값)이 9 : 4 : 2인 것은 N, S, Cl이다. 따라서 W~Z는 각각 F, N, S, Cl이다.

[정답맞히기] ㄱ. 3주기 원소는 S, Cl의 2가지이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 원자가 전자 수는 W와 Z가 같다.

ㄷ. X는 2주기, Y는 3주기 원소이므로 전자가 들어 있는 오비탈 수는 Y > X이다.

9. 산화 환원 반응

과정 (나)에서 A^+ $15N$mol이 B $3N$mol과 반응하여 A^+ $9N$mol과 B^{2+} $3N$mol이 들어 있는 것이다. 과정 (다)에서 B^{2+}은 C와 반응하지 않으므로 A^+ $9N$mol이 넣어 준 C와 반응한다. 따라서 반응한 C의 양은 $3N$mol이다.

[정답맞히기] ㄱ. (다)에서 A^+ $9N$mol이 C $3N$mol과 모두 반응하였으므로 $m=3$이다.

ㄴ. (나)와 (다)에서 A^+은 환원되었으므로 산화제로 작용한다.

ㄷ. (다) 과정 후 B^{2+} $3N$mol, C^{3+} $3N$mol이 들어 있으므로 양이온 수 비는 B^{2+}: C^{3+}=1:1이다. **정답⑤**

10. 양자수와 오비탈

바닥상태 탄소(C) 원자의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^2$이므로 전자가 들어 있는 오비탈로 가능한 n, l, m_l은 다음과 같다.

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

$n-l$는 (가) > (나)이므로 (가)는 $n-l=2$인 $2s$ 오비탈이다. $l-m_l$이 (다) > (나) = (라)이고, $\frac{n+l+m_l}{n}$이 (라) > (나) = (다)를 만족하는 (나)는 $1s$ 오비탈, (다)는 $m_l=-1$인 $2p$ 오비탈, (라)는 $m_l=+1$인 $2p$ 오비탈이다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)는 $n=1$, $l=m_l=0$인 $1s$ 오비탈이다.

ㄷ. (라)는 $2p$ 오비탈이고, (가)는 $2s$ 오비탈이므로 에너지 준위는 (라) > (가)이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. (다)는 $2p$ 오비탈이므로 들어 있는 전자 수는 1이다.

11. 용액의 몰 농도

[정답맞히기] 용질의 질량은 용액의 몰 농도(M)×부피(L)에 화학식량을 곱하면 구할 수 있다. 따라서 용질의 질량 비는 (가) : (나) = $0.4V_1 : 0.3V_2 = 1 : 3$이므로 $V_2 = 4V_1$이다.

(가)와 (다)를 혼합한 용액의 몰 농도(M)는 $\frac{0.4\times V_1 + 0.2\times 4V_1}{5V_1} = \frac{6}{25}$이다. **정답①**

12. 산화수와 산화 환원 반응

[정답맞히기] (가)에서 X의 산화수는 +3에서 +5로 증가하고, Br의 산화수는 +5에서 −1로 감소한다. a는 (가)에서 각 원자의 산화수 중 가장 큰 값과 같으므로 $a=5$이고, (나)에서 X의 산화수 변화는 이와 같아야 하므로 (나)에서 증가한 산화수의 총 합은 20이므로 Y의 산화수는 +7에서 +2로 5 감소해야 한다. 이를 정리하면 다음과 같다.

(가) $\underset{+3}{3\mathrm{X}\mathrm{O}_3^{3-}} + \underset{+5}{\mathrm{Br}\mathrm{O}_3^-} \rightarrow \underset{+5}{3\mathrm{X}\mathrm{O}_4^{3-}} + \underset{-1}{\mathrm{Br}^-}$

(나) $\underset{+3}{5\mathrm{X}_2\mathrm{O}_3} + \underset{+7}{4\mathrm{Y}\mathrm{O}_4^-} + b\mathrm{H}^+ \rightarrow \underset{+5}{5\mathrm{X}_2\mathrm{O}_m} + \underset{+2}{4\mathrm{Y}^{2+}} + c\mathrm{H}_2\mathrm{O}$

(나)의 생성물에서 X의 산화수는 +5이므로 $m=5$이고, 산소 원자 수는 반응 전과 후에 31로 같아야 하므로 $c=6$, $b=12$이다. 따라서 $\frac{m\times n}{b}=\frac{5\times 2}{12}=\frac{5}{6}$이다. **정답②**

13. 분자의 구조

분자 (가)는 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}=6$이므로 F_2이다. 따라서 W는 F이다. $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$로부터 (나)는 OF_2이므로 X는 O이고, (다)는 FNO이므로 Y는 N이며, (라)는 FCN이므로 Z는 C이다.

[정답맞히기] ㄱ. (라)는 FCN이므로 중심 원자인 Z는 탄소(C)이다.

ㄷ. (라)는 직선형이고, (나)는 굽은형이므로 결합각은 (라) > (나)이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. (다)는 중심 원자인 N에 비공유 전자쌍이 있으므로 분자 모양은 굽은형이다.

14. 동위 원소

원자 A의 원자 번호를 x라고 하면, 만약 B가 A의 동위 원소라면 중성자 수는 $x+1$이 되고 질량수는 A>B이어야 하므로 B는 A의 동위 원소가 아니다. 따라서 B의 원자 번호를 y라고 할 수 있다. 만약 C가 B의 동위 원소라면 C의 질량수는 $2y+2$, B의 질량수는 $2y+1$이므로 조건에 맞지 않게 된다. 따라서 C는 A의 동위 원소, D는 B의 동위 원소이다. 질량수는 A와 B가 각각 $2x$, $2y+1$이고, 질량수 차는 A-B=1이므로 $2x-2y-1=1$이다. 따라서 $x-y=1$이고, $x>y$이다. 원자 번호는 X>Y이므로 원자 번호가 x인 A와 C는 X의 동위 원소이고, 원자 번호가 y인 B와 D는 Y의 동위 원소이다. A~D를 정리하면 다음과 같다.

원자	원소 기호 표시	원자 번호	중성자 수	질량수
A	${}_{x}^{2x}\mathrm{X}$	x	x	$2x(=m-1)$
B	${}_{y}^{2y+1}\mathrm{Y}$	y	$y+1$	$2y+1(=m-2)$
C	${}_{x}^{2x+2}\mathrm{X}$	x	$x+2$	$2x+2(=m+1)$
D	${}_{y}^{2y+3}\mathrm{Y}$	y	$y+3$	$2y+3(=m)$

[정답맞히기] ㄱ. B와 D는 원자 번호가 y인 Y의 동위 원소이다.

ㄴ. A~D의 중성자수 합은 $2x+2y+6=76$이므로 $x+y=35$이고, $x-y=1$이므로 $x=18$, $y=17$이다. A와 C의 원자량은 각각 36, 38이므로 $\frac{\text{1g의 C에 들어 있는 중성자수}}{\text{1g의 A에 들어 있는 중성자수}}$

$=\frac{\frac{1}{38}\times 20}{\frac{1}{36}\times 18}=\frac{20}{19}$이다.

ㄷ. 양성자 수는 A와 D가 각각 18, 17이므로 $\frac{\text{1 mol의 D에 들어 있는 양성자수}}{\text{1 mol의 A에 들어 있는 양성자수}}=\frac{17}{18}<1$이다.

정답⑤

15. 원소의 주기적 성질

O, F, Na, Mg, Al 중 제2 이온화 에너지(E_2)가 가장 큰 원자는 Na이다. 따라서 (가)에서 A를 Na이라고 하면 D는 Mg 또는 Al이다. E_2는 O>F이므로 B와 C는 각각 O, F라고 할 수 있고, ㉠은 O와 F가 큰 값을 나타내므로 이온 반지름이다. 전기 음성도는 Al > Mg이므로 (나)에서 D는 Al, E는 Mg이다. 따라서 A~E는 각각 Na, O, F, Al, Mg이다.

[정답맞히기] ㄱ. B는 이온 반지름이 가장 큰 원자이므로 산소(O)이다.

ㄷ. E(Mg)의 원자가 전자 수가 2이므로 A ~ E 중 E의 제3 이온화 에너지가 가장 크다. 따라서 $\frac{\text{제3 이온화 에너지}}{\text{제2 이온화 에너지}}$는 E>D이다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 O와 F가 큰 값을 나타내므로 이온 반지름이다.

16. 중화 적정

[정답맞히기] 식초 A에서 아세트산의 몰 농도를 k M이라고 두면, (나)에서 수용액 Ⅰ에 들어 있는 아세트산의 몰 농도는 $\frac{1}{5}$k M이다. (다)에서 수용액 Ⅰ 50 mL를 적정하였을 때 소비된 a M NaOH(aq)의 부피가 10 mL이므로 $a\times 10=\frac{1}{5}\mathrm{k}\times 50$이므로 $a=\mathrm{k}$이다. 아세트산의 분자량을 $\mathrm{M_A}$이라고 두면 식초 A 20 mL(=$20d_A$ g)에 들어 있는 아세트산의 질량은 $(\mathrm{k}\times 0.02\times \mathrm{M_A})$ g이다. 식초 A 1g에 들어 있는 아세트산의 질량이 0.02 g이므로

$\mathrm{k}=\dfrac{20d_A}{\mathrm{M_A}}$이다. (마)에서 a M NaOH(aq)와 반응한 아세트산의 양(mol)은 식초 B 10 mL에 들어 있는 아세트산의 양(mol)과 같다. (마)에서 a M NaOH(aq)와 반응한 아세트산의 양은 $(a\times0.025)$ mol이므로 식초 B 10 mL(=$10d_B$ g)에 들어 있는 아세트산의 질량은 $(a\times0.025\times\mathrm{M_A})$ g이다. 따라서 식초 B 1 g에 들어 있는 아세트산의 질량은 $x=\dfrac{a\times0.025\times\mathrm{M_A}}{10d_B}$이다, $a=\mathrm{k}$이고 $\mathrm{k}=\dfrac{20d_A}{\mathrm{M_A}}$이므로 이를 대입하면 $x=\dfrac{d_A}{20d_B}$이다. **정답①**

17. 물의 자동 이온화

(가)의 $\dfrac{\mathrm{pH}}{\mathrm{pOH}}=\dfrac{3}{25}$이고, $\mathrm{pH}+\mathrm{pOH}=14$이다. 이를 연립하여 풀면, pH=1.5, pOH=12.5이므로 (가)는 산성이다. (가)의 $|\mathrm{pH}-\mathrm{pOH}|$는 11이므로 (나)의 $|\mathrm{pH}-\mathrm{pOH}|$는 7이다. 따라서 (나)는 염기성으로 pH−pOH가 7이므로 pH=10.5, pOH=3.5이다. (가)와 (나)가 각각 산성, 염기성이므로 (다)는 중성이다.

[정답맞히기] ㄴ. $x=\dfrac{10.5}{3.5}=3$이고, $y=\dfrac{7}{7}=1$이다. 따라서 $x+y=4$이다.

ㄷ. 이온의 양(mol)은 농도와 부피의 곱과 같다. 따라서 $a=0.2\times10^{-12.5}$ mol, $b=0.4\times10^{-3.5}$ mol, $c=0.5\times10^{-7}$ mol이므로 $\dfrac{b\times c}{a}=100$이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. (나)의 액성은 염기성이다.

18. 중화 반응

[정답맞히기] 혼합 용액 Ⅰ~Ⅲ의 액성은 모두 다르므로 Ⅰ이 중성 또는 염기성이면 Ⅱ, Ⅲ도 모두 염기성이어야 하므로 주어진 조건에 모순이다. 따라서 Ⅰ은 산성이다. Ⅱ가 중성이면 Ⅲ은 Ⅱ와 비교할 때 넣어 준 산의 양이 Ⅱ의 3배, 염기의 양이 2배이므로 산성이 되어 모순이다. 따라서 Ⅰ~Ⅲ의 액성은 각각 산성, 염기성, 중성이다. Ⅰ과 Ⅱ의 모든 양이온의 몰 농도(M) 합이 같으므로 $\dfrac{2xV}{V+10}=\dfrac{20y}{V+20}$, $\dfrac{x}{y}=\dfrac{10(V+10)}{V(V+20)}$이다. Ⅲ은 중성으로 넣어 준 $\mathrm{H^+}$의 양(mol)과 $\mathrm{OH^-}$의 양(mol)이 같으므로 $6xV=40y$, $\dfrac{x}{y}=\dfrac{20}{3V}$이다. 이를 연립하면 $V=10$이다. Ⅰ에서 모든 양이온의 몰 농도합이 2 M이므로 $\dfrac{0.02x}{0.02}=2$, $x=2$이다. ㉠은 $\dfrac{0.04y}{0.07}$이므로 $㉠\times\dfrac{x}{y}=\dfrac{4y}{7}\times\dfrac{x}{y}=\dfrac{8}{7}$이다. **정답②**

19. 기체의 양(mol)과 부피

(가)에서 $\mathrm{X}_a\mathrm{Y}_b$와 $\mathrm{X}_a\mathrm{Y}_c$의 양(mol)을 각각 m, n이라고 두면 (나)에서 $\mathrm{X}_a\mathrm{Y}_b$와 $\mathrm{X}_a\mathrm{Y}_c$의 양은 각각 $1.5m$ mol, $0.5n$ mol이다. (가)와 (나)의 전체 기체의 양(mol)이 같으므로 $m+n=1.5m+0.5n$, $m=n$이다. (가)와 (나)에서 Y 원자 수 비가 6 : 5이므로

$bm+cm$: $1.5bm+0.5cm=6:5$, $2b=c$이다. 따라서 X_aY_c는 X_aY_{2b}이다. (가)와 (나)의 전체 원자 수 비가 $2am+3bm:2am+2.5bm=10:9$이므로 $a=b$이다. 따라서 X_aY_b는 X_bY_b, X_aY_c는 X_bY_{2b}이다.

[정답맞히기] ㄱ. $a=b$이다.

ㄷ. (다)에서 X_bY_b의 양을 w mol, X_bY_{2b}의 양을 z mol이라고 두면, (다)의 전체 기체의 부피가 $5V$ L이므로 $w+z=2.5m$이다. (가)와 (다)에서 Y 원자 수 비가 2 : 3이므로, $3bm:bw+2bz=2:3$, $2w+4z=9m$이고 이를 연립하면 $w=0.5m$, $z=2m$이다. (가)와 (다)에서 전체 원자 수 비가 $10:x$이므로 $5bm:10=7bm:x$에서 $x=14$이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. X, Y의 원자량을 각각 M_X, M_Y라고 두면 같은 양의 X_bY_b와 X_bY_{2b}의 질량 비가 15 : 16이므로 $\frac{M_X+M_Y}{M_X+2M_Y}=\frac{15}{16}$에서 $\frac{\text{X의 원자량}}{\text{Y의 원자량}}=14$이다.

20. 화학 반응의 양적 관계

[정답맞히기] 실험 Ⅰ과 Ⅱ에서 남은 반응물의 종류가 다르다. Ⅱ에서 반응 전 A(g)의 질량은 Ⅰ에 비해 1.25배 증가하였지만, B(g)는 약 4.2배가 증가하였다. 따라서 Ⅰ에서는 B(g)가 모두 소모되고, Ⅱ에서는 A(g)가 모두 소모되었다. Ⅰ에서 A(g) $4V$의 양을 $4n$ mol, B(g) 6 g의 양을 m mol이라고 두면 양적 관계는 다음과 같다.

	$2A(g)$	+	$3B(g)$	→	$2C(g)$	+	$2D(g)$
반응 전(mol)	$4n$		m		0		0
반응(mol)	$-\frac{2}{3}m$		$-m$		$+\frac{2}{3}m$		$+\frac{2}{3}m$
반응 후(mol)	$4n-\frac{2}{3}m$		0		$\frac{2}{3}m$		$\frac{2}{3}m$

반응 후 $\frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C}(g)\text{의 양(mol)}}$이 3이므로 $\frac{4n+\frac{2}{3}m}{\frac{2}{3}m}=3$, $m=3n$이고, B(g) 6 g은 $3n$ mol이다. Ⅱ에서 반응 전 A(g)와 B(g)의 양은 각각 $5n$ mol, $12.5n$ mol이므로 반응 후 남은 B(g)의 양과 생성된 C(g), D(g)의 양은 모두 $5n$ mol이고, $x=3$이다. Ⅱ에서 반응 후 남은 B(g) $5n$ mol(=10 g)의 질량이 $40w$ g이므로 $w=\frac{1}{4}$ g이고 B(g) n mol의 질량은 2 g이다. 또한 반응 후 생성된 D(g) $5n$ mol의 질량이 $\frac{45}{8}$ g이므로 D(g) n mol의 질량은 $\frac{9}{8}$ g이다. Ⅰ에서 남은 A(g) $2n$ mol의 질량이 $\frac{17}{4}$ g이므로 A(g) n mol의 질량은 $\frac{17}{8}$ g이다. 즉, A(g), B(g), D(g) n mol의 질량을 각각 구하면, $\frac{17}{8}$ g, 2 g, $\frac{9}{8}$ g이므로,

주어진 화학 반응식의 반응 계수와 질량 보존의 법칙을 이용하여 C(g) n mol의 질량을 구하면 4 g이다. 따라서 $\frac{\text{C의 분자량}}{\text{B의 분자량}}=\frac{4}{2}=2$이고, $x\times\frac{\text{C의 분자량}}{\text{B의 분자량}}=6$이다. **정답④**

2024학년도 대학수학능력시험

과학탐구영역 생명과학Ⅰ 정답 및 해설

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

1. 생물의 특성

[정답맞히기] ㄱ. ㉠(잎)은 공변세포, 표피세포 등 다양한 세포로 구성된다.

ㄴ. ‘X의 털에 곤충이 닿는 것’은 자극에 해당하고, ‘잎을 구부려 곤충을 잡는 것’은 반응에 해당하므로 ㉡(X는 털에 곤충이 닿으면 잎을 구부려 곤충을 잡는다.)은 자극에 대한 반응의 예에 해당한다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. X는 곤충을 잡아 영양분을 얻으므로 포식자에, 곤충은 피식자에 해당하므로 X와 곤충 사이의 상호 작용은 서로 이익을 얻는 상리 공생에 해당하지 않는다.

2. 물질대사

[정답맞히기] ㄱ. 소화계에 속하는 소장에서 ㉠(포도당)의 흡수가 일어난다.

ㄴ. (가)에서 녹말의 소화 과정은 이화 작용에 해당하고, (나)에서 포도당이 세포 호흡을 통해 분해되는 과정도 이화 작용에 해당하므로 (가)와 (나)에서 모두 이화 작용이 일어난다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. 이자의 β 세포에서 분비되는 인슐린은 간에서 ㉡(포도당이 글리코젠으로 합성)을 촉진하고, 이자의 α 세포에서 분비되는 글루카곤은 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진한다.

3. 생명 과학의 탐구 방법

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 수조 Ⅰ과 Ⅱ 중 한 수조에만 S를 넣었으므로 S를 넣은 수조는 실험군, S를 넣지 않은 수조는 대조군으로 설정한 대조 실험이 수행되었다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 이 탐구에서 조작 변인은 S를 넣었는지의 여부이고, 종속변인은 수조에 남아 있는 ㉠의 농도이다.

ㄷ. (라)에서 S가 ㉠을 분해한다는 결론을 내렸고, (다)에서 ㉠의 농도는 Ⅰ에서가 Ⅱ에서보다 높았으므로 S를 넣은 수조는 Ⅱ이다.

4. 세포 주기

[정답맞히기] ㄱ. 세포 주기는 G_1기→S기→G_2기→M기(분열기) 순서로 진행되므로 (가)에서 ㉠은 G_2기, ㉡은 M기(분열기), ㉢은 G_1기이다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 체세포 세포 주기에서 세포 분열 중 상동 염색체 접합은 일어나지 않으므로 ㉡(M기, 분열기) 시기에 상동 염색체 접합은 일어나지 않는다. 상동 염색체 접합은 감수 1분열 중 전기 때 일어난다.

ㄷ. ㉢(G_1기) 시기에 염색체는 덜 응축된 상태로 (나)와 같은 X자 모양의 염색체는 관찰되지 않는다. (나)의 염색체는 ㉡(M기, 분열기) 시기에 관찰된다.

5. 물질대사와 건강

[정답맞히기] ㄱ. A와 B는 고지방 사료를 먹이고, C는 일반 사료를 먹였으며, t_1일 때 B에게만 운동을 시켰으므로 체중이 가장 많이 증가한 ㉠은 A, ㉡은 B이다.
ㄴ. 구간 Ⅰ에서 B(㉡)는 에너지 소비량이 에너지 섭취량보다 많아 체중이 감소했다.
ㄷ. 대사성 질환에는 고지혈증, 당뇨병 등이 있다. **정답 ⑤**

6. 생태계 구성 요인

[정답맞히기] ㄱ. 분해자인 곰팡이는 생물 군집에 속한다.
ㄷ. 빛의 세기(비생물적 요인)가 참나무(생물 요인)의 생장에 영향을 미치는 것은 ㉡에 해당한다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄴ. 같은 종의 개미가 일을 분담하며 협력하는 것은 개체군 내의 상호 작용으로 군집 내 개체군 사이의 상호 작용인 ㉠에 해당하지 않는다.

7. 자율 신경

[정답맞히기] ㄱ. 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비되는 Ⅰ은 부교감 신경이고, 위에 연결되어 있으므로 (가)는 뇌줄기이다.
ㄷ. 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 뇌줄기(가)에 위치하는 Ⅱ는 부교감 신경이므로 ㉠은 아세틸콜린이다. 따라서 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 아세틸콜린(㉠)이 분비되는 Ⅲ은 부교감 신경이고, 방광에 연결된 부교감 신경(Ⅲ)의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수(나)에 있다. **정답 ⑤**

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 아세틸콜린이다.

8. 천이와 식물 군집의 생산과 소비

[정답맞히기] ㄴ. 용암 대지에서 시작하는 B는 1차 천이이므로 A는 2차 천이이다. 2차 천이(A)는 초원 → 관목림 → 양수림(㉠) → 음수림 순으로 진행된다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. 1차 천이의 개척자인 ㉡은 지의류이다.
ㄷ. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값으로 순생산량은 t_2일 때가 t_1일 때보다 적고, 호흡량은 t_2일 때가 t_1일 때보다 많으므로 K의 $\frac{\text{순생산량}}{\text{호흡량}}$은 t_1일 때가 t_2일 때보다 크다.

9. 삼투압 조절

[정답맞히기] ㄴ. 갈증 정도는 ⓐ의 변화량이 p_1일 때가 안정 상태일 때보다 크므로 ⓐ는 혈장 삼투압이다. 혈장 삼투압(ⓐ)이 증가하면 갈증 정도가 커지므로 t_2일 때 갈

증을 느끼는 정도는 혈장 삼투압(ⓐ)이 높은 B에서가 혈장 삼투압(ⓐ)이 낮은 A에서보다 크다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. 혈장 삼투압(ⓐ)이 높을수록 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 증가하므로 생성되는 오줌의 삼투압이 높다. 따라서 생성되는 오줌의 삼투압은 ⓐ의 변화량이 안정 상태일 때가 p_1일 때보다 낮다.

ㄷ. 혈장 삼투압(ⓐ)이 높을수록 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 증가하므로, B의 혈중 항이뇨 호르몬(ADH) 농도는 t_1일 때가 t_2일 때보다 낮다.

10. 흥분의 전도와 전달

[정답맞히기] ㄱ. ㉠이 Ⅱ일 때 d_1에서의 막전위가 +30 mV이므로 Ⅱ는 2 ms이다. d_1에서 발생한 흥분은 d_4보다 d_3에 먼저 전도된다. 따라서 ㉠이 Ⅲ일 때 d_3과 Ⅰ일 때 d_4에서의 막전위가 각각 +30 mV이므로 Ⅲ은 4 ms, Ⅰ은 8 ms이다. ㉠이 4 ms(Ⅲ)일 때 d_2에서의 막전위가 -80 mV이므로 d_2에서의 막전위 변화는 3 ms동안 일어났으며, d_1에서 d_2까지 흥분이 전도되는 데 1 ms가 걸렸다. 따라서 A의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이다.

ㄴ. ㉠이 4 ms(Ⅲ)일 때 d_3에서의 막전위가 +30 mV이므로 d_3에서의 막전위 변화는 2 ms동안 일어났으며, d_1에서 d_3까지 흥분이 전도되는 데 2 ms가 걸렸으므로 ⓐ는 4이다.

ㄷ. ㉠이 8 ms(Ⅰ)일 때 d_4에서의 막전위가 +30 mV이므로 d_1에서 d_4까지 흥분이 전도·전달되는 데 6 ms가 걸리고, d_5에서의 막전위가 0 mV이므로 d_4에서 d_5까지 흥분이 전도되는 데 1 ms가 걸리지 않는다는 것을 알 수 있다. 따라서 ㉠이 9 ms일 때 d_4에서의 막전위는 -80 mV이고, d_5에서의 막전위는 +30 mV보다 작고, -80 mV보다 크므로 재분극이 일어나고 있다. **정답 ⑤**

11. 핵형과 유전자

상동 염색체가 2개씩 있는 (가)와 (나)의 핵상은 모두 2n이다. (가)에 있는 검은색 염색체는 크기와 모양이 다르고, (나)에 있는 검은색 염색체는 크기와 모양이 같으므로 (가)는 수컷인 P의 세포이고, (나)는 암컷인 Q의 세포이다. 표에서 Ⅲ에는 A와 a가 모두 없으므로 ㉠의 유전자(A와 a)는 X 염색체에 있다. a와 b의 DNA 상대량이 각각 2와 1인 Ⅳ는 핵상이 2n인 세포이고, a의 DNA 상대량이 2이므로 성염색체가 XX인 Q의 세포 (나)이다. (가)에 있는 염색체는 각각 2개의 염색 분체로 구성되므로 (가)는 각 대립유전자의 DNA 상대량이 0, 2, 4 중 하나이다. D의 DNA 상대량이 4인 Ⅰ은 핵상이 2n인 세포이다. 만일 Ⅰ이 (가)라면 P와 Q의 체세포(2n)에는 모두 A가 없으므로 Ⅱ와 같이 A가 있는 세포는 존재할 수 없다. 따라서 (가)는 Ⅱ이고, Ⅰ은 Ⅳ가 S기를 거쳐 DNA가 복제된 상태의 세포이다. 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	DNA 상대량					
	X 염색체		상염색체		상염색체	
	A	a	B	b	D	d
Ⅰ(Q, 2n)	0	ⓐ(4)	?	2	4	0
Ⅱ(P, 2n)	2	0	ⓑ(2)	2	?	2
Ⅲ(P, n)	0	0	1	?(0)	1	ⓒ(0)
Ⅳ(Q, 2n)	0	2	?(1)	1	2	0

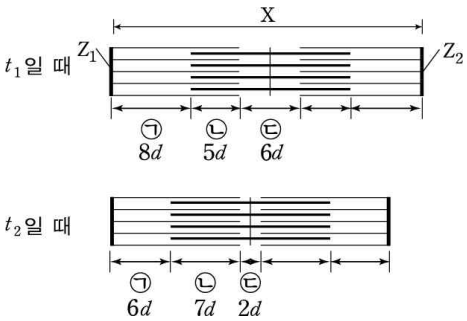
[정답맞히기] ㄴ. Ⅳ는 Q의 세포인 (나)이다.

ㄷ. ⓐ + ⓑ + ⓒ = 4 + 2 + 0 = 6이다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄱ. (가)는 Ⅱ이다.

12. 골격근의 수축

구간 ㉠과 ㉡의 길이를 더한 값은 시점에 관계 없이 일정하므로 t_1일 때와 t_2일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값은 $13d$이고, ㉢의 길이는 t_1일 때 $6d$, t_2일 때 $2d$이다. t_1에서 t_2로 될 때 X의 길이는 $4d$ 감소하였으므로 ㉠의 길이는 $2d$ 감소, ㉡의 길이는 $2d$ 증가한다. 따라서 t_1과 t_2일 때 ㉠~㉢의 길이를 정리하면 그림과 같으며, A대의 길이는 $16d$이므로 ⓒ는 ㉠이다. ⓐ가 ㉢이라면 l_1인 지점은 Z_1으로부터 $13d$보다 먼 거리에 위치하므로 t_2일 때도 l_1인 지점은 ㉢에 위치해야 한다. 그런데 t_2일 때 l_1인 지점은 ㉡에 위치하므로 ⓐ는 ㉡, ⓑ는 ㉢이다.



[정답맞히기] ㄱ. t_1일 때 Z_1로부터 Z_2 방향으로 거리가 l_1인 지점은 ㉡(ⓐ)에, l_2인 지점은 ㉢(ⓑ)에 위치하므로 $l_2 > l_1$이다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. t_2일 때, Z_1로부터 Z_2 방향으로 거리가 l_3인 지점은 ㉠에 해당하므로 l_3은 $6d$보다 작다. 따라서 t_1일 때, Z_1로부터 Z_2 방향으로 거리가 l_3인 지점도 ㉠에 해당한다.

ㄷ. t_2일 때 ⓐ(㉡)의 길이($7d$)는 H대의 길이($2d$, ㉢)의 3.5배이다.

13. 사람의 유전

[정답맞히기] (가)의 표현형은 2가지([A], [a])이고, (나)의 표현형은 3가지([BB], [Bb], [bb])이며, (다)는 D는 E, F에 대해, E는 F에 대해 각각 완전 우성이므로 표현형이 3가지([D], [E], [F])이다. Q는 유전자형이 AaBbDF인 P와 (나)의 표현형이 다르므로 (나)의 유전자형이 BB와 bb 중 하나이고, ⓐ가 유전자형이 AAbbFF인 사람과 (나)의 표현형이 같을 확률이 0보다 크므로 Q의 (나)의 유전자형은 bb이다. ⓐ가 P와 (나)의 표현형이 같을 확률은 $\frac{1}{2}$이므로 P와 (가)와 (다)의 표현형이 모두 같을 확률은 $\frac{3}{8}$=

$\frac{3}{4}\times\frac{1}{2}$이다. 만일 ⓐ가 P와 (가)의 표현형이 같을 확률이 $\frac{3}{4}$이라면(①) Q의 (가)의 유전자형은 Aa이고, (다)의 유전자형은 EE, EF, FF 중 하나이다. 만일 ⓐ가 P와 (가)의 표현형이 확률이 $\frac{1}{2}$이라면(②) Q의 (가)의 유전자형은 aa이고, (다)의 유전자형은 DE와 DF 중 하나이다. Q의 가능한 (가)~(다)의 유전자형은 ①인 경우 AabbEE, AabbEF, AabbFF 중 하나이고, ②인 경우 aabbDE, aabbDF 중 하나이다.

ⓐ가 유전자형이 AAbbFF인 사람과 (가)~(다)의 표현형이 모두 같을 확률이 $\frac{3}{32}$이고, (나)의 표현형이 [bb]일 확률은 $\frac{1}{2}$이므로 유전자형이 AAbbFF인 사람과 (가)와 (다)의 표현형이 모두 같을 확률은 $\frac{3}{16}=\frac{3}{4}\times\frac{1}{4}$이다. ⓐ의 (다)의 표현형이 [F](열성 표현형)일 확률은 $\frac{1}{2}$보다 클 수 없으므로 ⓐ의 (가)의 표현형이 [A]일 확률은 $\frac{3}{4}$이며, ①과 ② 중 ①인 경우만 해당한다. ⓐ의 (다)의 표현형은 유전자형이 FF인 사람과 같을 확률이 $\frac{1}{4}$이어야 하므로 Q의 (다)의 유전자형은 EF이어야 하며, Q의 유전자형은 AabbEF이다. P와 Q 사이에서 태어나는 ⓐ의 유전자형이 aabbDF일 확률은 aa일 확률($\frac{1}{4}$)×bb일 확률($\frac{1}{2}$)× DF일 확률($\frac{1}{4}$)=$\frac{1}{32}$이다. **정답 ④**

14. 호르몬의 분비 조절

[정답맞히기] ㄱ. 갑상샘에서 티록신의 분비를 촉진하는 TSH의 분비량이 정상보다 적은 A와 티록신 분비량이 적은 C의 혈중 티록신 농도는 정상보다 낮음으로 갑상샘에 이상이 생겨 티록신 분비량이 정상보다 많은 B는 ㉡이다. 티록신이 정상보다 많으므로 음성 피드백 작용에 의해 B의 뇌하수체에서 TSH의 분비량은 정상보다 낮다. 따라서 ⓐ는 '-'이다.

ㄷ. 시상 하부에서 분비되는 TRH는 뇌하수체 전엽을 자극하여 TSH의 분비를 촉진한다. 따라서 정상인에서 뇌하수체 전엽에 TRH의 표적 세포가 있다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄴ. A는 TSH의 분비량이 정상보다 적으므로 ㉢이고, C는 ㉠이다. ㉠(C)에 티록신을 주사하면 음성 피드백 작용에 의해 TSH의 분비량은 감소한다.

15. 감수 분열과 유전적 다양성

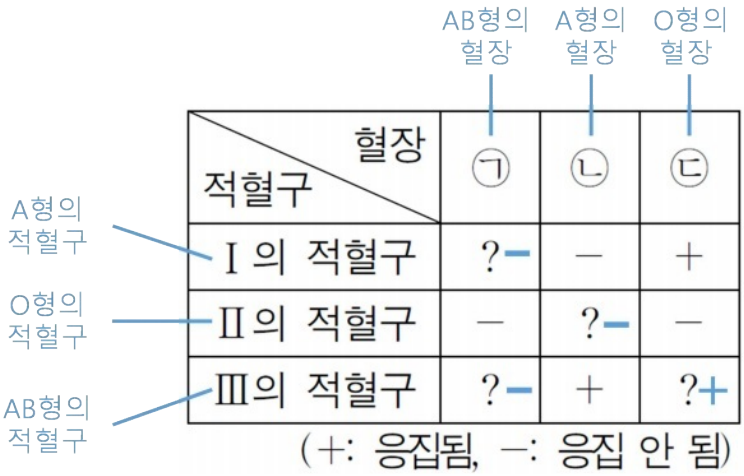
[정답맞히기] ㄴ. H와 t가 모두 없는 ㉢에 ⓑ와 ⓓ가 없으므로 ⓑ와 ⓓ는 각각 H와 t 중 하나이고, ⓐ와 ⓒ는 각각 h와 T 중 하나이다. t가 없는 ㉡에 ⓐ와 ⓑ가 없으므로 ⓑ는 t, ⓓ는 H이다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 ⓐ와 ⓒ의 DNA 상대량이 각각 1과 2이므로 핵상이 2n인 세포이고, (가)의 유전자는 상염색체에 있으므로 ㉠에서 H와 h, T와 t의 DNA 상대량을

더한 값은 같아야 한다. 따라서 ㉠에서 DNA 상대량이 1인 ⓐ는 ⓓ와 대립유전자이고, 이 사람은 ⓒ를 동형 접합성으로 갖는다.
ㄷ. ⓐ는 H(ⓓ)와 대립유전자이므로 h이고, ⓒ는 T이다. 따라서 이 사람의 (가)의 유전자형은 HhTT이므로 이 사람에게서 h와 t를 모두 갖는 생식세포는 형성될 수 없다.

16. ABO식 혈액형

[정답맞히기] ㄱ. O형의 적혈구에는 응집원이 없으므로 O형의 적혈구를 A형, AB형, O형의 혈장과 섞었을 때 응집 반응이 일어나지 않는다. 표에서 이 조건을 만족하는 적혈구는 Ⅱ의 적혈구이므로 Ⅱ의 혈액형은 O형이다. AB형의 혈장에는 응집소가 없으므로 AB형의 혈장을 A형, AB형, O형의 적혈구와 섞었을 때 응집 반응이 일어나지 않는다. 따라서 ㉠은 AB형의 혈장이다. A형의 적혈구는 A형, AB형, O형의 혈장과 섞었을 때 O형의 혈장에만 응집 반응이 일어나므로 Ⅰ이 A형이고, ㉢은 O형의 혈장이다. 나머지 Ⅲ은 AB형이고, ㉡은 A형의 혈장이다.



ㄷ. Ⅲ의 적혈구(AB형의 적혈구)와 ㉢(O형의 혈장)을 섞으면 항원 항체 반응이 일어난다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄴ. ㉡은 A형의 혈장이다.

17. 감수 분열과 염색체

(가)는 상염색체 우성 유전을 따르고, (나)와 (다)의 유전자는 모두 X 염색체에 있다. ㉡이 X 염색체 열성 유전을 따르는 형질이라면 ㉡이 발현된 어머니로부터 태어난 남자 자녀 1과 자녀 3에게서 모두 ㉡이 발현되어야 하지만 자녀 3은 ㉡이 발현되지 않았으므로 ㉡은 X 염색체 우성 유전을 따르고, ㉢은 X 염색체 열성 유전을 따른다. 자녀 4는 아버지의 생식세포 형성 과정 중 감수 1분열에서 염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 정자와 정상 난자의 수정에 의해 태어났고, 성염색체 구성이 XXY이므로 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.

[정답맞히기] ㄱ. ⓐ는 '○'이다.

ㄴ. 자녀 2는 A, B, D를 모두 갖는다.

ㄷ. G는 아버지의 감수 1분열 때 성염색체 비분리에 의해 형성되었다. **정답 ⑤**

18. 방어 작용

[정답맞히기] ㄱ. 바이러스 X는 유전 물질인 핵산을 갖는다.

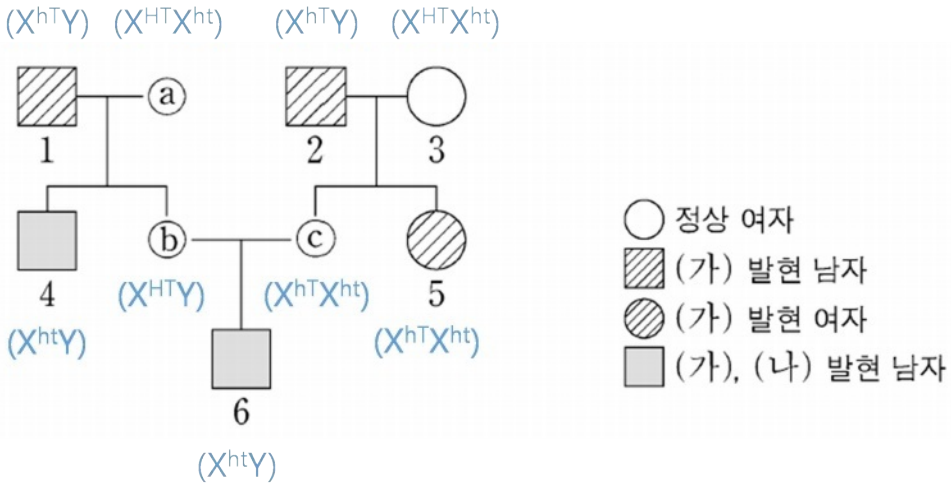
ㄴ. 정상 생쥐에서는 가슴샘에서 성숙(분화)하는 T 림프구에 의해 X에 대한 세포성 면역 반응이 일어날 것이고, 가슴샘이 없는 생쥐에서는 X에 대한 세포성 면역 반응이 일어나지 않을 것이다. (다)의 B에서 X에 대한 세포성 면역 반응이 일어났으므로 ㉠은 '정상 생쥐'이고, (다)의 C와 D에서는 X에 대한 세포성 면역 반응이 일어나지 않았으므로 ㉡은 '가슴샘이 없는 생쥐'이다.

ㄷ. (다)의 B에서 세포독성 T 림프구가 ⓐ(X에 감염된 세포)를 파괴하는 세포성 면역 반응이 일어났다. **정답 ⑤**

19. 사람의 유전

(가)의 유전자가 상염색체에 있다면 ㉠~㉢은 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이므로 ⓐ~ⓒ 중 2명은 H를 갖는다. (가)가 상염색체 우성 유전을 따르는 형질이라면 ⓐ~ⓒ 중 2명에게서 (가)가 발현되어야 하는데 1명에게서만 (가)가 발현되었으므로 (가)는 상염색체 우성 형질이 아니다. (가)가 상염색체 열성 유전을 따르는 형질이라면 6의 (가)의 유전자형은 hh이고, ⓑ와 ⓒ는 h를 가지므로, ⓐ의 (가)의 유전자형은 HH이다. 그런데 이 경우 (가)가 발현된 4(hh)가 태어날 수 없다. 따라서 (가)와 (나)의 유전자는 모두 X 염색체에 있다. (가)가 X 염색체 우성 유전을 따르는 형질이라면 2의 (가)의 유전자형은 X^HY이고, 3의 (가)의 유전자형은 X^hX^h이므로 ⓒ의 (가)의 유전자형은 X^HX^h이다. 4의 (가)의 유전자형은 X^HY이므로 ⓐ는 H를 가져야 하는데 이 경우 ⓐ~ⓒ 중 h가 2개인 사람이 없으므로 모순이다. 따라서 (가)는 X 염색체 열성 유전을 따르는 형질이다. (나)가 X 염색체 우성 유전을 따르는 형질이라면 ⓒ의 부모는 모두

(나)에 대해 정상이므로 (나)의 유전자형이 모두 X^tX^t이다. ⓐ와 ⓒ의 (나)의 유전자형은 서로 같다고 했으므로 ⓐ의 (나)의 유전자형도 X^tX^t이다. ⓐ의 자녀인 4는 (나)가 발현되었으므로 X^T를 가져야 하지만 ⓐ는 X^T를 갖지 않으므로 모순이다. 따라서 (나)는 X 염색체 열성 유전을 따르는 형질이다.



[정답맞히기] ㄱ. (가)와 (나)는 모두 정상에 대해 열성 형질이다.

ㄷ. 6의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될($X^{ht}Y$) 확률은 $\frac{1}{4}$이다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄴ. ⓐ~ⓒ 중 (나)가 발현된 사람(X^tY, X^tX^t)은 없다.

20. 물질 순환

[정답맞히기] ㄴ. 토양 속의 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 특징을 갖는 (나)는 질소 순환 과정이고, 나머지 (가)는 탄소 순환 과정이다. 질산화 세균은 ㉠(암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환)에 관여한다.

ㄷ. 탄소 순환 과정과 질소 순환 과정에서 모두 물질이 생산자에서 소비자로 먹이 사슬을 따라 이동하는 특징이 일어나므로 '물질이 생산자에서 소비자로 먹이 사슬을 따라 이동한다.'는 ⓐ에 해당한다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄱ. (가)는 탄소 순환 과정, (나)는 질소 순환 과정이다.

2024학년도 대학수학능력시험

과학탐구영역 지구과학Ⅰ 정답 및 해설

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

1. 생명 가능 지대

생명 가능 지대는 별의 주위에서 물이 액체 상태로 존재할 수 있는 거리의 범위이며, 별의 광도에 따라 거리 범위 및 폭이 달라진다.

[정답맞히기] A. 생명 가능 지대는 별의 주위에서 물이 액체 상태로 존재할 수 있는 거리의 범위를 의미한다. 따라서 생명 가능 지대에 위치한 행성에서는 물이 액체 상태로 존재할 가능성이 있다.

B. 생명 가능 지대는 중심별의 광도의 영향을 받으며, 중심별의 광도가 클수록 생명 가능 지대까지의 거리는 중심별로부터 멀어진다. 별의 광도가 클수록 별이 단위 시간당 방출하는 에너지가 많아 별 주변에서 물이 액체 상태로 존재할 수 있는 거리 범위, 즉 생명 가능 지대가 중심별로부터 멀어진다. **정답④**

[오답피하기] C. 중심별의 광도가 클수록 생명 가능 지대의 폭은 넓어진다.

2. 퇴적 구조

(가)는 점이층리, (나)는 사층리, (다)는 연흔이다. 이와 같은 퇴적 구조는 퇴적 당시의 자연 환경을 연구하는데 중요한 단서를 제공하며, 지층의 역전 여부를 판단하는데 도움을 준다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 한 지층 내에서 위로 갈수록 입자의 크기가 점점 작아지는 모습을 보이므로 점이층리에 해당한다.

ㄴ. (나)는 층리가 나란하지 않고 비스듬히 기울어져 나타나므로 사층리이다. 사층리는 퇴적 구조의 하나로, 사층리의 모양으로부터 지층의 역전 여부를 판단할 수 있다. 사층리는 일반적으로 아래에서 위쪽으로 갈수록 층리의 폭이 넓어지며, 이 형태가 반대로 나타날 때 역전되었다고 판단한다.

ㄷ. (다)는 물결 모양의 흔적이 나타나므로 연흔이다. 연흔은 수심이 얕은 물밑에서 퇴적물이 퇴적될 때 물결의 영향을 받아 형성되므로 퇴적 입자가 작은 이암층, 셰일층, 사암층 등에서 잘 형성되며, 퇴적 입자의 크기가 큰 역암층에서는 형성되기 어렵다. **정답⑤**

3. 대서양의 심층 순환

심층 순환은 수온과 염분 변화에 따른 밀도차에 의해 형성된다. 수괴의 밀도가 클수록 대양의 아래쪽에 위치하므로, A, B, C 중 수괴의 밀도는 대양의 가장 아래쪽에 위치하는 C가 가장 크고, 가장 위쪽에 위치하는 A가 가장 작다. A는 60°S 부근에서 형성되어 수심 1000m 부근에서 북쪽으로 이동하는 남극 중층수, B는 북반구 그린란드

주변 해역에서 형성되어 남쪽으로 이동하는 북대서양 심층수, C는 남극 대륙 주변에서 만들어져 해저를 따라 북쪽으로 이동하는 남극 저층수이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 대양에서 각 수괴가 차지하는 깊이로 보아 수괴의 밀도는 C > B > A이다. (나)의 수온-염분도에서 그림의 오른쪽 아래로 갈수록, 즉 수온이 낮고, 염분이 높을수록 해수의 밀도가 증가하므로, 수괴의 밀도는 ㉢ > ㉡ > ㉠이다. 따라서 A의 물리량은 ㉠, B의 물리량은 ㉡, C의 물리량은 ㉢이다.

ㄷ. 표층에는 식물성 플랑크톤 등의 광합성 및 대기로부터의 공급에 의해 산소가 풍부하다. 이 때문에 해수의 침강은 용존 산소가 풍부한 해수를 심해로 운반하여 심해에 산소를 공급하는 역할을 한다. 따라서, 남극 대륙 주변에서 침강하는 남극 저층수(C)는 심층 해수에 산소를 공급한다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄴ. B는 북대서양 그린란드 주변 해역에서 침강하여 형성된 북대서양 심층수로 남극 중층수(A)와 남극 저층수(C)의 혼합으로 형성된 것이 아니다. 수괴는 표층에서 침강하여 수온과 염분이 거의 일정하게 유지되는 해수 덩어리로, 성질이 다른 수괴와 잘 섞이지 않으므로 밀도가 다른 두 수괴는 자연적으로 혼합되어 새로운 수괴를 형성하기 어렵다.

4. 해수의 염분

해수의 염분은 증발량과 강수량, 담수의 유입, 해수의 결빙과 해빙 등에 의해 영향을 받는다.

[정답맞히기] ㄱ. 과정 (다)는 A의 소금물에 수온이 동일하고 염분이 0인 증류수를 섞는 과정이다. 즉, 담수의 유입에 의한 염분 변화를 알아보기 위한 과정에 해당한다. 또한 표층이 얼 때까지 소금물을 냉각시키는 과정 (라)는 해수의 결빙에 의한 염분 변화를 알아보기 위한 과정에 해당한다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 해수의 염분은 담수가 유입될 때 감소하며, 해수의 결빙이 일어날 때 증가한다. 따라서 담수(증류수)가 유입된 A의 염분 ㉠은 35psu보다 작고, 결빙이 일어난 B의 염분 ㉡은 35psu보다 크다.

ㄷ. 해수의 결빙이 일어나는 해역에서는 해수의 염분이 증가한다. 따라서 '증가한다'가 ㉢에 해당한다.

5. 마그마의 생성

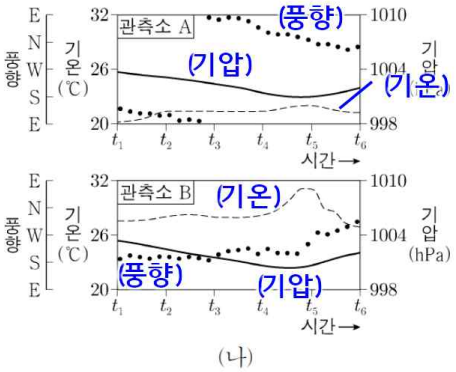
㉡은 베니오프대 부근에서 맨틀을 구성하는 광물이 용융되어 형성된 현무암질 마그마이다. 현무암질 마그마(㉡)가 상승하는 과정에서 대륙 지각 하부를 가열하고, 이로 인해 대륙 지각을 이루고 있는 암석이 용융되어 형성된 유문암질 마그마가 생성된다. ㉠은 상승한 현무암질 마그마와 유문암질 마그마가 혼합되어 형성된 안산암질 마그마이다.

[정답맞히기] ㄷ. SiO_2 함량은 안산암질 마그마인 ㉠이 현무암질 마그마인 ㉡보다 높다. **정답③**

[오답피하기] ㄱ. 안산암질 마그마인 ㉠이 표층으로 분출하여 굳으면 주로 안산암이 된다. 섬록암은 안산암질 마그마가 지하 깊은 곳에서 굳어서 생성된 암석이다.
ㄴ. a → a′은 온도 상승에 의해 마그마가 형성되는 과정이고, b → b′은 암석의 용융 온도 하강으로 인해 마그마가 생성되는 과정이다. 현무암질 마그마 ㉡은 베니오프대에서 해양판이 섭입하여 온도와 압력이 상승했을 때, 해양 지각과 퇴적물의 함수 광물에 포함된 물이 빠져나오고, 이 물의 공급으로 맨틀을 구성하는 암석의 용융 온도가 낮아져 생성된다. 즉, ㉡은 b → b′ 과정에 의해 생성된다.

6. 온대 저기압과 날씨 변화

온대 저기압이 통과하는 과정에서 ㉠과 ㉡ 모두에서 기압은 낮아지다가 높아지는 경향을 보이므로, (나)에서 실선은 기압이다 . 온대 저기압이 이동하는 과정에서 ㉠에서 풍향은 시계 반대 방향으로 변하고 ㉡에서 풍향은 시계 방향으로 변하므로 (나)에서 점(•)은 풍향이며 점선은 기온이다.

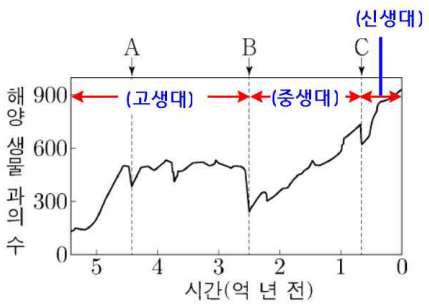


[정답맞히기] ㄱ. 온대 저기압이 이동하는 과정에서 A에서 풍향이 시계 반대 방향으로 변하는 것으로 보아 A는 온대 저기압이 이동하는 과정에서 온대 저기압 중심 이동 경로의 북쪽에 위치한다. 따라서 A의 위치는 ㉠이다.
ㄴ. (나)에서 점선은 온도이다. 따라서 t_2일 때 기온은 A가 약 22℃이고 B가 약 28℃이며, t_2에 기온은 A가 B보다 낮다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄷ. t_1일 때 ㉡은 온난 전선과 한랭 전선 사이에 위치하며, t_4 이후에 한랭 전선이 ㉡을 통과한다. t_3일 때 ㉡은 온난 전선과 한랭 전선 사이에 위치하므로 t_3에 ㉡의 상공에는 전선면이 없다.

7. 대멸종

A 시기는 고생대 오르도비스기 말, B 시기는 고생대 페름기 말, C 시기는 중생대 백악기 말이다.



[정답맞히기] ㄱ. 그림을 보면 해양 생물 과의 수는 A 시기가 B 시기보다 많다.
ㄴ. B 시기는 고생대 페름기 말, C 시기는 중생대 백악기 말이다. B와 C 시기 사이는 중생대에 해당하며 양치식물은 고생대에 출현하여 현재까지 생존하고 있다. 따라서 B와 C 시기 사이에 생성된 지층에서 양치식물 화석이 발견된다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. C 시기는 중생대 백악기와 신생대 팔레오기의 지질 시대 경계이다.

8. 허블의 은하 분류

나선팔이 있는 (가)는 막대 나선 은하이고, 편평도에 따라 세분할 수 있는 (나)는 타원 은하이며, (다)는 불규칙 은하이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)는 막대 나선 은하로, 중심부는 붉은색을 띠고 나선팔은 푸른색을 띤다. (나)는 타원 은하로, 붉은색을 띤다. 푸른색을 띠는 주계열성은 붉은색을 띠는 주계열성보다 표면 온도가 높고 광도가 크다. 따라서 주계열성의 평균 광도는 (가)가 (나)보다 크다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. (가)는 막대 나선 은하, (나)는 타원 은하, (다)는 불규칙 은하이다. 따라서 '중심부에 막대 구조가 있는가?'는 ㉠에 해당하지 않는다. '규칙적인 구조가 있는가?'가 ㉠에 해당한다.

ㄷ. 은하의 질량비에 대한 성간 물질의 질량비는 (나) 타원 은하가 (다) 불규칙 은하보다 작다.

9. 태풍과 날씨 변화

태풍은 열대 저기압이며 중심 기압이 낮을수록 세력이 강하다. 태풍 이동 경로의 오른쪽은 위험 반원에 해당하고 태풍 이동 경로의 왼쪽은 안전 반원에 해당한다.

[정답맞히기] ㄱ. 지점 ㉠은 태풍 이동 경로의 오른쪽에 위치하므로 태풍의 영향을 받는 동안 지점 ㉠은 위험 반원에 위치한다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 태풍은 열대 저기압이며 중심 기압이 낮을수록 세력이 강하다. 03시에 태풍의 중심 기압은 955hPa이고 21시에 태풍의 중심 기압은 980hPa이므로, 태풍의 세력은 03시가 21시보다 강하다.

ㄷ. (나)는 가시 영상이며, 가시 영상에서 구름이 반사하는 태양 복사 에너지의 세기가 강할수록 밝은 색을 띤다. 따라서 (나)에서 구름이 반사하는 태양 복사 에너지의 세기는 영역 A가 영역 B보다 강하다.

10. 해수의 표층 순환

남태평양 아열대 순환을 구성하는 표층 해류 중 남극 순환 해류(A의 해역에서 나타나는 주요 표층 해류)는 동쪽으로 흐르고 남적도 해류는 서쪽으로 흐른다. 북태평양 아열대 순환을 구성하는 표층 해류 중 북태평양 해류는 동쪽으로 흐르고 북적도 해류(B의 해역에서 나타나는 주요 표층 해류)는 서쪽으로 흐른다.

[정답맞히기] ㄱ. A의 해역에서 나타나는 주요 표층 해류인 남극 순환 해류는 동쪽으로 흐르고 B의 해역에서 나타나는 주요 표층 해류인 북적도 해류는 서쪽으로 흐른다. 따라서 (+)는 동쪽으로 향하는 방향이고 (-)는 서쪽으로 향하는 방향이다.

ㄷ. 북적도 해류는 B의 해역에서 나타난다. **정답 ⑤**

[오답피하기] ㄴ. A의 해역에서 나타나는 주요 표층 해류는 남극 순환 해류이며, 남극 순환 해류는 편서풍에 의해 형성된다.

11. 상대 연령과 절대 연령

화성암에 포함된 방사성 원소 X의 함량이 처음 양의 $\frac{1}{32}$인 것으로 보아 화성암의 절대 연령은 방사성 원소 X의 반감기의 5배이다. 지층 A에서 방추충 화석이 산출되는 것으로 보아 지층 A는 고생대에 생성된 지층이다. 이 지역에서는 퇴적암 생성 → 단층 $f-f'$ → 부정합 → 퇴적암 생성 → 화성암 관입 → 부정합 → 지층 A 생성 순으로 지질학적 사건이 있었다.

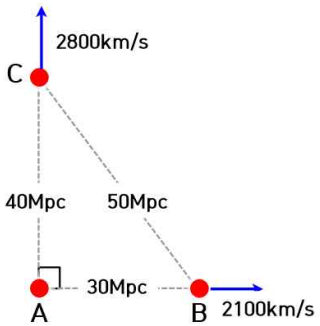
[정답맞히기] ㄱ. 경사 부정합은 부정합면을 경계로 상하 지층의 경사가 서로 다른 부정합이다. 화성암이 관입되기 이전에 형성된 부정합은 경사 부정합이다.

ㄴ. 이 지역에서는 퇴적암 생성 → 단층 $f-f'$ → 경사 부정합 → 퇴적암 생성 → 화성암 관입 → 부정합 → 지층 A 생성 순으로 지질학적 사건이 있었다. 따라서 단층 $f-f'$은 화성암보다 먼저 형성되었다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. 화성암의 절대 연령은 방사성 원소 X의 반감기의 5배이다. 화성암은 고생대 또는 선캄브리아 시대에 관입하였으므로 화성암의 절대 연령은 약 2.5억 년보다 많다. 따라서 방사성 원소 X의 반감기는 0.4억 년보다 길다.

12. 허블 법칙

허블 법칙에 의하면 외부 은하의 후퇴 속도 $v = H \cdot r$ = $(\frac{\text{관측 파장}-\text{기준 파장}}{\text{기준 파장}}) \times$ 빛의 속도 이다. (단, H : 허블 상수, r : 거리)



[A에서 관측할 때]

[정답맞히기] ㄱ. A와 B 사이의 거리가 30Mpc이고 A에서 측정한 B의 후퇴 속도가 2100km/s이다. 따라서 허블 상수 $H = \frac{v}{r} = \frac{2100\text{km/s}}{30\text{Mpc}}$ = 70km/s/Mpc이다.

ㄴ. A와 B 사이의 거리는 30Mpc이고, A에서 관측할 때 B와 C의 시선 방향은 90°를 이루며, A에서 측정한 B와 C의 후퇴 속도는 각각 2100km/s와 2800km/s이다. 따라서 A와 C의 거리는 40Mpc, B와 C의 거리는 50Mpc이며 B에서 측정한 C의 후퇴 속도는 3500km/s(= 70km/s/Mpc × 50Mpc)이다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. A에서 측정한 B의 후퇴 속도가 2100km/s이므로 B에서 측정한 A의 후퇴 속도도 2100km/s이다. 따라서 B에서 측정한 A의 후퇴 속도 2100km/s = $\frac{\text{관측 파장}-\text{기준 파장}}{\text{기준 파장}} \times 3 \times 10^5\text{km/s}$이고 B에서 측정한 A의 $(\frac{\text{관측 파장}-\text{기준 파장}}{\text{기준 파장}})$은 0.007이다.

13. 해양 지각의 연령과 고지자기 줄무늬

현재는 정자극기이고 해령의 열곡에서 새로운 해양 지각이 생성되며, 고지자기 줄무늬는 해령의 열곡과 나란하며 해령의 열곡을 축으로 양쪽이 대칭을 이룬다. 따라서 A 부근에 해령의 열곡이 분포하고, ㉠은 정자극기이며 ㉡은 역자극기이다.

[정답맞히기] ㄴ. A 부근에 해령의 열곡이 분포한다. 따라서 A의 하부에는 맨틀 대류의 상승류가 존재한다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. 해령의 열곡에서 새로운 해양 지각이 생성되고 확장되므로 해령의 열곡에서 멀어질수록 해저 퇴적물의 두께는 증가한다. 따라서 해저 퇴적물의 두께는 A가 B보다 얇다.

ㄷ. 그림의 해양 지각은 남반구 중위도에 위치하며 역자극기에 생성된 해양 지각에서 측정한 고지자기 방향은 남쪽 방향을 향한다. 따라서 B는 A의 서쪽에 위치한다.

14. 우주의 팽창과 우주 구성 요소의 변화

우주가 팽창하는 과정에서 암흑 에너지의 상대적 비율은 증가하고 물질(보통 물질 + 암흑 물질)의 상대적 비율은 감소한다. 따라서 A는 물질에 해당하고 B는 암흑 에너지에 해당한다.

[정답맞히기] ㄱ. 우주가 팽창하는 과정에서 상대적 비율이 감소하는 A는 물질에 해당한다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 우주가 팽창하는 과정에서 우주 배경 복사의 온도는 낮아진다. 따라서 우주 배경 복사의 온도는 과거 T가 현재보다 높다.

ㄷ. 우주가 팽창하는 과정에서 B(암흑 에너지)의 밀도는 일정하고 B(암흑 에너지)의 총량은 증가한다.

15. 기후 변화의 지구 외적 요인

지구 자전축 경사각이 커지면 북반구와 남반구 모두에서 여름철의 평균 기온은 높아지고 겨울철의 평균 기온은 낮아진다. 지구 공전 궤도 이심률이 커지면 태양과 근일점의 거리는 가까워지고 태양과 원일점의 거리는 멀어진다. (나)를 보면 북반구와 남반구 모두에서, 여름철에 지구에 도달하는 태양 복사 에너지양의 편차(추정값 - 현잿값)는 (+)이고 겨울철에 지구에 도달하는 태양 복사 에너지양의 편차(추정값 - 현잿값)는 (-)이다.

[정답맞히기] ㄱ. 지구 공전 궤도 이심률이 커지면 태양과 근일점의 거리는 가까워지고 태양과 원일점의 거리는 멀어진다. 지구 공전 궤도 이심률은 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 크다. 따라서 근일점과 원일점에서 지구에 도달하는 태양 복사 에너지양의 차는 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 크다.

ㄴ. ㉠ 시기에 지구 자전축 경사각은 현재보다 작고 지구 공전 궤도 이심률은 현재보다 크다. ㉡ 시기에 지구 자전축 경사각은 현재보다 크고 지구 공전 궤도 이심률은 현재와 같다. ㉢ 시기에 지구 자전축 경사각은 현재보다 작고 지구 공전 궤도 이심률

은 현재와 같다. (나)를 보면 북반구와 남반구 모두에서, 여름철에 지구에 도달하는 태양 복사 에너지양의 편차는 (+)이고 겨울철에 지구에 도달하는 태양 복사 에너지양의 편차는 (-)이다. 따라서 (나)는 ㉡의 자료에 해당한다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄷ. ㉢ 시기에 지구 자전축 경사각은 현재보다 작고 지구 공전 궤도 이심률은 현재와 같다. 따라서 35°S에서 여름철 낮의 길이는 ㉢ 시기가 현재보다 짧다.

16. H-R도와 별의 종류

광도 계급이 Ⅴ인 별은 주계열성이다. 즉, (나)와 (다)는 주계열성에 해당한다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 질량이 태양과 같지만 반지름이 태양의 50배이므로 적색 거성에 해당한다. 적색 거성의 중심핵에서 일어나는 핵융합 반응은 헬륨 핵융합 반응으로 주계열성인 (나)의 중심핵에서 일어나는 수소 핵융합 반응에 비해 연소 온도가 높다. 따라서 중심핵의 온도는 (가)가 (나)보다 높다.

ㄷ. 단위 시간 동안 방출하는 에너지양은 별의 광도에 해당한다. 주계열성의 경우 별의 질량이 클수록 광도가 증가하지만, 별의 질량은 광도에 비해 변화량이 작으므로, 단위 시간동안 방출하는 에너지양에 대한 별의 질량, 즉, $\frac{\text{질량}}{\text{광도}}$은 질량이 큰 (나)가 질량이 작은 (다)보다 작다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄴ. 주계열성에서 수소 핵융합 반응에 의한 에너지 생성률은 온도가 높을수록 높고, 별의 중심으로부터 표면쪽으로 갈수록 온도가 낮아진다. 따라서 (다)의 핵융합 반응이 일어나는 영역에서, 별의 중심으로부터 거리에 따른 수소 함량비(%)는 증가한다.

17. 엘니뇨와 라니냐

서태평양 적도 부근에서는 엘니뇨 시기에는 고기압이 잘 형성되므로 강수량이 적어져서 수증기량 편차가 (-)로 나타나고, 라니냐 시기에는 저기압이 잘 형성되어 강수량이 증가하여 수증기량 편차가 (+)로 나타난다. 따라서 (가)에서 A 시기는 엘니뇨, B 시기는 라니냐이다. 동태평양 적도 부근 해역에서 해수면 높이 편차는 엘니뇨 시기에 (+)로, 라니냐 시기에 (-)로 나타난다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 동태평양 적도 부근 해역의 해수면 높이 편차가 (-)로 나타나므로 이 시기는 라니냐 시기, 즉 B에 해당한다.

ㄴ. 해수면 높이 편차와 수온 약층이 시작되는 깊이는 대체로 반대로 나타난다. 수온 약층이 나타나기 시작하는 깊이는 엘니뇨 시기가 라니냐 시기보다 깊으므로, A가 B보다 깊다. **정답③**

[오답피하기]

ㄷ. 적도 부근 해역에서 해면 기압 편차는 엘니뇨 시기(A)에는 동태평양이 (-), 서태평양이 (+)로 나타나고, 라니냐 시기(B)에는 반대로 나타난다. 따라서 적도 부근 해역에서 (동태평양 해면 기압 편차 - 서태평양 해면 기압 편차) 값은 A가 B보다 작다.

18. 별의 물리량

단위 시간당 단위 면적에서 방출하는 복사 에너지(E)는 표면 온도(T)의 네제곱에 비례하고, 별의 광도(L)는 표면 온도(T)의 네제곱, 반지름(r)의 제곱에 비례한다.

[정답맞히기] ㄴ. 별의 절대 등급은 별의 거리가 10pc에 있을 때의 겉보기 등급이며, 별의 광도는 거리의 제곱에 반비례한다. (나)의 겉보기 등급은 태양의 절대 등급과 같은 +4.8등급이고, 거리가 1000pc이므로, 10pc의 거리로 옮기면 광도가 10^4배 밝아진다. 즉, 절대 등급은 태양보다 10등급 작고, 광도는 태양의 10000배이다. (나)가 태양 광도의 10000배이고, 표면 온도(T)의 네제곱, 즉 E는 태양의 $\frac{1}{16}$배이므로 (나)의 반지름은 태양의 400배($=\sqrt{10000\times16}$)이다. **정답②**

[오답피하기]

ㄱ. 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장(λ_{max})은 표면 온도(T)에 반비례한다. (가)와 (나)의 E가 $16:\frac{1}{16}$이므로 T는 $2:\frac{1}{2}$이고, λ_{max}는 $\frac{1}{2}:2$이다. 따라서 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장(λ_{max})은 (가)가 (나)의 $\frac{1}{4}$배이다.

ㄷ. 태양의 절대 등급이 +4.8등급이므로 태양의 광도보다 광도가 100배 큰 별은 -0.2등급이다. (다)의 겉보기 등급이 -2.2등급이고, 지구로부터의 거리가 10pc의 $\frac{1}{2}$인 5pc이므로 (나)의 절대 등급은 -2.2등급의 $\frac{1}{4}$배 밝은, 즉 4배 어두운 별의 등급으로 나타난다. 별의 등급이 1등급 차일 때 밝기는 약 2.5배 차이가 나므로 (다)의 겉보기 등급인 -2.2등급보다 4배 어두운 별의 절대 등급은 -0.2등급보다 작게, 즉 광도가 더 크게 나타난다. 따라서 $\frac{\text{(다)의 광도}}{\text{태양의 광도}}$는 100보다 크다.

19. 외계 행성 탐사

중심별과 행성은 공통 질량 중심을 중심으로 동일한 주기와 방향으로 공전한다. 중심별의 시선 속도는 행성이 A에 있을 때 최대이며 이때의 시선 속도를 v라고 할 때, 행성이 B에 있을 때는 $v\cos30°$로 A에 있을 때의 $\frac{1}{2}$배이며, 행성이 C에 있을 때는 $v\cos45°$로 행성이 A에 있을 때의 $\frac{\sqrt{2}}{2}$배이다. 또한 행성이 A와 C에 있을 때 별의 공전 방향과 행성이 B에 있을 때의 별의 공전 방향은 시선 방향에 대해 반대로 나타난다. 예를 들어, 행성이 A와 C가 있을 때 중심별의 흡수선 파장이 기준 파장에 대해 짧아지는 청색 편이를 보인다면, B에 있을 때는 기준 파장에 대해 길어지는 적색 편이를 보이게 된다.

[정답맞히기] ㄱ. A와 B의 공전 방향은 시선 방향에 대해 반대이고, 행성이 B에 위치할 때 중심별의 흡수선 관측 파장은 시선 속도가 최대로 나타나는 지점, 즉 행성이 A에 있을 때에 비해 길게 나타난다. 행성이 B에 위치할 때, 중심별의 스펙트럼에서 적색 편이가 나타나고 지구로부터 멀어진다.

ㄴ. 행성이 A에 있을 때 별의 스펙트럼에는 청색 편이가 나타나므로 기준 파장에 대한 파장 변화량은 (-)로, B에 있을 때는 적색 편이가 나타나므로 파장 변화량은 (+)로 나타난다. 또한 행성이 A와 B에 있을 때 시선 속도 비가 2:1이므로 흡수선의 기준 파장에 대한 관측 파장 변화량 비도 2:1로 나타난다. 행성이 A에 있을 때의 관측 파장이 499.990, 행성이 B에 있을 때의 관측 파장이 500.005이므로 기준 파장(λ_0)은 500 ㎚이고, 별의 흡수선 파장 변화량은 행성이 A에 있을 때는 -0.01㎚, 행성이 B에 있을 때는 +0.005㎚로 나타남을 알 수 있다. 행성이 C에 있을 때의 시선 속도인 ㉠은 행성이 A에 있을 때의 $\frac{\sqrt{2}}{2}$배이므로, 행성이 A에 있을 때의 파장 변화량 값은 기준 파장에 대해 -0.01㎚과 -0.005㎚ 사이의 값으로 나타난다. 따라서, ㉠은 499.995보다 작게 나타난다.

ㄷ. 중심별은 공통 질량 중심에 대해 원 궤도로 공전하고, 시선 속도 변화는 행성과의 공통 질량 중심에 대한 공전에 의해서만 나타나므로, 중심별의 공전 속도는 행성이 A에 있을 때의 중심별의 시선 속도인 v와 같다. 따라서, 중심별의 공전 속도 v는 $\frac{A\text{의 파장 변화량}}{\lambda_0}=\frac{v}{\text{빛의 속도}}$, $\frac{0.01}{500}=\frac{v}{300000}$, $v=6\text{km/s}$이다. **정답⑤**

20. 고지자기

각 지괴에서 추정한 고지자기극은 암석이 생성될 당시 지리상 북극에 위치하였다. 동일 경도를 따라 일정한 방향으로 지괴가 이동하는 경우, 특정 시기 고지자기극이 현재의 지리상 북극에 위치하도록 고지자기극과 지괴를 동시에 평행 이동시키면, 특정 시기의 지괴 위치를 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. A에서 구한 ㉠ 시기의 고지자기극은 현재 30°N에, ㉡ 시기의 고지자기 극은 현재 60°N에 위치한다. A는 동일 경도를 따라 일정한 방향으로 이동하였고, 각 시기에 고지자기극은 지리상 북극에 있었으므로, ㉠일 때 현재 60°N에 위치하는 지괴 A는 동일 경도상의 0°에, ㉡일 때 A는 동일 경도상의 30°N에 있었다. 고지자기 복각의 절댓값은 극으로 갈수록 증가하므로 A에서 구한 고지자기 복각의 절댓값은 ㉠이 ㉡보다 작다.

ㄴ. 고지자기로 대륙 이동을 복원하면 ㉠과 ㉡ 시기 사이에 A와 B는 동일하게 동일 경도상을 따라 0°에서 30°N으로 이동하였다, 현재 A는 60°N에 B는 45°N에 있으므로 A와 B는 ㉡ 시기 이후 분리되었다. 즉, A와 B는 북반구에서 분리되었다.

ㄷ. ㉡부터 현재까지 A는 동일 경도를 따라 30° 이동하였고, B는 동일 경도를 따라 15° 이동하였으므로 ㉡부터 현재까지의 평균 이동 속도는 A가 B보다 빠르다. **정답⑤**

2024학년도 대학수학능력시험

과학탐구영역 물리학Ⅱ 정답 및 해설

01.①	02.④	03.①	04.⑤	05.①	06.③	07.③	08.④	09.⑤	10.④
11.③	12.②	13.⑤	14.⑤	15.②	16.④	17.②	18.③	19.⑤	20.③

1. 트랜지스터

[정답맞히기] 베이스 전류의 미세한 변화를 컬렉터에서 큰 변화로 출력하는 작용을 트랜지스터의 증폭 작용이라고 하며, 이미터와 베이스 사이에 전류를 흐르게 하거나 흐르지 않도록 하여 컬렉터에 전류가 흐르게 하거나 흐르지 않도록 할 수 있는 작용을 트랜지스터의 스위칭 작용이라고 한다. 따라서 A는 '증폭'이고, B는 '스위칭'이다. **정답①**

2. 불확정성 원리

[정답맞히기] A. 보어의 수소 원자 모형에서는 제1가설(양자 조건)에 의해 원자 속의 전자는 특정한 조건을 만족하는 원 궤도를 회전할 때 안정된 궤도 운동을 한다. 따라서 ㉠은 보어의 수소 원자 모형이다.

C. 불확정성 원리에 의해 입자성과 파동성을 모두 띠고 있는 물체의 위치와 운동량을 동시에 정확하게 측정하는 것은 불가능하다. 따라서 ㉡은 불확정성 원리를 만족하는 현대 원자 모형이다. **정답④**

[오답피하기] B. 보어의 수소 원자 모형에서는 제2가설(진동수 조건)에 의해 전자가 양자 조건을 만족하는 원 궤도 사이에서 전이할 때는 두 궤도의 에너지 차에 해당하는 에너지를 갖는 전자기파를 방출하지만 제1가설(양자 조건)에 의해 특정 원 궤도를 회전할 때는 전자기파를 방출하지 않는다.

3. 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격은 A가 B보다 크므로, $\lambda_A > \lambda_B$이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. A를 비출 때, $x = 2x_0$인 점에 어두운 무늬가 생기므로 A는 $x = 2x_0$에서 상쇄 간섭을 한다.

ㄷ. B를 비출 때, $x = x_0$인 점에 밝은 무늬가 생기므로 B는 $x = x_0$에서 보강 간섭을 한다.

4. 전자기파의 송수신

[정답맞히기] ㄱ. 압전 소자는 버튼을 눌렀을 때 강한 전압이 발생하는 장치로, 구리선과 연결된 압전 소자를 누르면 구리선 사이에서 방전된 전자가 가속 운동을 하여 전자기파가 발생한다.

ㄴ. 구리선 사이에서 발생한 전자기파에 의해 안테나를 통과하는 자기 선속이 주기적으로 변하여 안테나에 유도 전류가 흐르기 때문에 LED에서 빛이 방출된다.

ㄷ. (다)와 (라)에서 안테나는 전자기파를 수신하였으므로 안테나에는 전자기파에 의해 유도 전류가 흐른다. **정답 ⑤**

5. 관성력과 엘리베이터의 운동

[정답맞히기] 0부터 t_0까지 엘리베이터는 연직 위 방향으로 가속도 운동을 하므로, F는 A에 작용하는 관성력의 크기와 중력의 크기를 더한 값과 같다. t_0부터 $3t_0$까지 엘리베이터는 등속도 운동을 하므로, F는 A에 작용하는 중력의 크기와 같다. **정답①**

6. 축전기

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 A, B의 극판 면적이 S로 같다고 할 때, A, B의 전기 용량은 각각 $C_{\mathrm{A}}=\varepsilon_0\frac{S}{d}$, $C_{\mathrm{B}}=\varepsilon_0\frac{S}{d}$로 서로 같다. 따라서 A와 B에 충전된 전하량은 각각 $Q_{\mathrm{A}}=Q_{\mathrm{B}}=\left(\varepsilon_0\frac{S}{d}\right)\frac{V}{2}$로 같다.

[별해] A, B가 직렬 연결되어 있으므로 A, B에 충전된 전하량은 서로 같다.

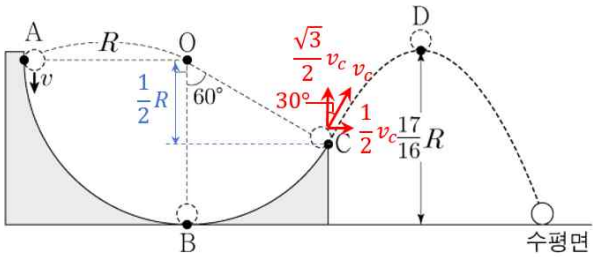
ㄷ. (나)에서 A, B의 전기 용량이 서로 같으므로 A와 B에 저장된 전기 에너지는 $E_{\mathrm{A}}=\frac{1}{2}\left(\varepsilon_0\frac{S}{d}\right)\left(\frac{V}{2}\right)^2$, $E_{\mathrm{B}}=\frac{1}{2}\left(\varepsilon_0\frac{S}{d}\right)\left(\frac{V}{2}\right)^2$로 서로 같다.

[별해] (나)에서 전기 용량이 같은 A, B가 직렬 연결되어 있으므로 A와 B에 저장된 전기 에너지는 서로 같다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 B의 전기 용량은 $C_{\mathrm{B}}'=2\varepsilon_0\frac{S}{2d}=\varepsilon_0\frac{S}{d}$로 (가)에서 B의 전기 용량과 같다. 따라서 (나)에서 A와 B의 전기 용량은 서로 같다.

7. 포물선 운동에서의 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] 물체의 질량을 m이라고 하면, A와 C의 높이차는 $\frac{1}{2}R$이므로 역학적 에너지 보존에 의해 C에서 운동 에너지는 $\frac{1}{2}mv^2+mg\frac{R}{2}$이다. C에서 물체의 속력을 v_{C}라고 하면, C에서 물체의 운동 방향은 연직선에 대해 30°이므로 C에서 속도의 연직 방향 성분의 크기는 $\frac{\sqrt{3}}{2}v_{\mathrm{C}}$이고 수평 방향 성분의 크기는 $\frac{1}{2}v_{\mathrm{C}}$이다. C에서 속도의 연직 방향 성분에 의한 운동 에너지는 속도의 수평 방향 성분에 의한 운동 에너지의 3배이다. 따라서 C에서 속도의 연직 방향 성분에 의한 운동 에너지는 C에서 운동 에너지의 $\frac{3}{4}$배인 $\frac{3}{4}(\frac{1}{2}mv^2+mg\frac{R}{2})$이다. C와 D의 높이차는 $\frac{17}{16}R-\frac{1}{2}R=\frac{9}{16}R$이므로 C와 D에서의 중력 퍼텐셜 에너지 차는 $mg\frac{9R}{16}$이다. C와 D에서 중력 퍼텐셜 에너지 차는 C에서 속도의 연직 방향 성분에 의한 운동 에너지와



같으므로 $mg\frac{9R}{16}=\frac{3}{4}(\frac{1}{2}mv^2+mg\frac{R}{2})$에서 $v=\sqrt{\frac{gR}{2}}$ 이다. **정답③**

8. 볼록 렌즈에 의한 상

[정답맞히기] ㄴ. A에 의한 물체의 상 P는 도립 실상이고, B에 의한 P의 상이 정립 허상이므로 Q는 허상이다.

ㄷ. 볼록 렌즈에서 물체와 렌즈 사이의 거리를 a, 상과 렌즈 사이의 거리를 b, 렌즈의 초점 거리를 f라 할 때, 렌즈 방정식은 $\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$이다. B에 의한 P의 상 Q에 대하여 렌즈 방정식을 적용하면 $\frac{1}{2d}+\frac{1}{b}=\frac{1}{3d}$에서 $b=-6d$이므로 B에 의한 P의 상 Q의 배율 $m=\left|\frac{b}{a}\right|=\left|\frac{-6d}{2d}\right|=3$이다. 따라서 P의 크기가 h이므로 Q의 크기 $H=3h$이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. A에 의한 물체의 상은 도립 실상이다. 물체가 초점보다 가까이 있을 때 볼록 렌즈에 의한 물체의 상은 확대된 정립 허상이므로 물체와 A 사이의 거리는 A의 초점 거리보다 크다.

9. 등속 원운동

[정답맞히기] ㄱ. 등속 원운동을 하는 물체의 속력은 v_x의 크기의 최댓값과 같고, 원운동의 주기는 v_x의 주기와 같다. P는 속력이 $4v_0$이고 주기가 $2t_0$인 원운동의 v_x를, Q는 속력이 v_0이고 주기가 $4t_0$인 원운동의 v_x를 나타낸다. 원운동의 반지름이 r, 속력이 v일 때, 원운동의 주기는 $\frac{2\pi r}{v}$이다. 따라서 원운동의 반지름은 A가 B의 2배이므로 P는 A의 v_x이고 Q는 B의 v_x이다.

ㄴ. 물체의 구심 가속도의 크기는 $a=\frac{v^2}{r}$이다. 속력은 A가 B의 4배이고, 원운동의 반지름은 A가 B의 2배이므로 가속도의 크기는 A가 B의 8배이다.

ㄷ. 물체에 작용하는 구심력의 크기는 A가 B의 2배이고, 가속도의 크기는 A가 B의 8배이므로 질량은 A가 B의 $\frac{1}{4}$배이다. **정답⑤**

10. 도플러 효과

[정답맞히기] A는 S를 향하는 방향으로 $\frac{3s_0}{4t_0}$의 속력으로 등속도 운동하고, B는 0부터 $2t_0$까지는 S로부터 멀어지는 방향으로 $\frac{s_0}{t_0}$의 속력으로, $2t_0$부터 $4t_0$까지는 S를 향하는 방

향으로 $\frac{s_0}{2t_0}$의 속력으로 각각 등속도 운동한다. A의 속력을 $\frac{3}{4}v$라 하면, $t=t_0$일 때와 $t=3t_0$일 때의 B의 속력은 각각 v, $\frac{1}{2}v$이다. 따라서 음속을 v_0이라 하면, $t=t_0$일 때 A, B가 발생시킨 음파를 S가 측정한 진동수가 $f_1=\left(\frac{v_0}{v_0-\frac{3}{4}v}\right)f_0=\left(\frac{v_0}{v_0+v}\right)\frac{4}{3}f_0$이므로 $v=\frac{1}{6}v_0$, $f_1=\frac{8}{7}f_0$이다. 또한 $t=3t_0$일 때 B가 발생시킨 음파를 S가 측정한 진동수가 $f_2=\left(\frac{v_0}{v_0-\frac{1}{2}v}\right)\frac{4}{3}f_0=\left(\frac{v_0}{v_0-\frac{1}{12}v_0}\right)\frac{4}{3}f_0=\frac{16}{11}f_0$이다. 따라서 $\frac{f_2}{f_1}=\frac{\frac{16}{11}f_0}{\frac{8}{7}f_0}=\frac{14}{11}$이다.

정답④

11. 광전 효과

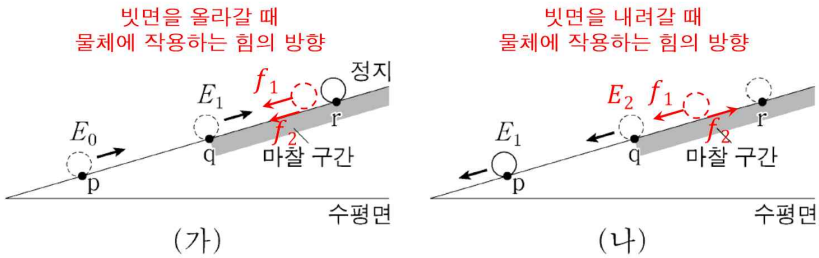
[정답맞히기] ㄱ. 정지 전압은 P에 진동수가 f인 단색광을 비추었을 때가 Q에 진동수가 $2f$인 단색광을 비추었을 때의 0.5배이므로, 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지 또한 0.5배이다. 광전자의 최대 운동 에너지 E와 물질파 파장의 최솟값 λ의 관계는 $\lambda\propto\frac{1}{\sqrt{E}}$이므로 $\lambda_1=\sqrt{2}\lambda_3$이다.

ㄴ. 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 P에 진동수가 $2f$인 단색광을 비추었을 때가 진동수가 f인 단색광을 비추었을 때의 4배이다. P의 일함수를 W_{P}라고 할 때, $2hf-W_{\mathrm{P}}=4(hf-W_{\mathrm{P}})$에서 $W_{\mathrm{P}}=\frac{2}{3}hf$이다. Q의 일함수를 W_{Q}라고 할 때, 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 진동수가 $2f$인 단색광을 P에 비출 때가 Q에 비출 때의 2배이다. $2hf-W_{\mathrm{P}}=2(2hf-W_{\mathrm{Q}})$에서 $W_{\mathrm{Q}}=\frac{4}{3}hf$이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. P에 진동수가 f인 단색광을 비추었을 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 $hf-W_P=hf-\frac{2}{3}hf=\frac{1}{3}hf$이다.

12. 일과 에너지

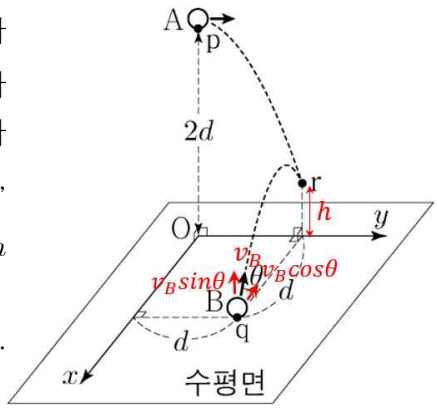
[정답맞히기] 물체에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 성분의 크기를 f_1, 마찰 구간에서 물체에 작용하는 마찰력의 크기를 f_2, q와 r 사이의 거리를 s라 할 때, (가)의 마찰 구간에서 물체의 역학적 에너지 감소량은 f_2s, (나)의 마찰 구간에서 물체의 운동 에너지 증가량은 $(f_1-f_2)s$이고 $f_2s=(f_1-f_2)s$이므로 $f_1=2f_2$이다. (나)에서 물체가 q를 지나는 순간의 운동 에너지를 E_2라 할 때,



p와 q 사이의 운동 에너지 차가 (가)와 (나)에서 서로 같으므로 $E_0 - E_1 = E_1 - E_2 \cdots$ ① 이다. 또한 물체가 운동하는 동안 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서의 3배이므로 마찰 구간을 지나는 동안 (가)에서 물체의 운동 에너지 감소량 E_1은 (나)에서 물체의 운동 에너지 증가량 E_2의 3배가 되어 $E_1 = 3E_2 \cdots$ ②이다. 따라서 식 ①, ②에 의해 $E_1 = \frac{3}{5}E_0$이다. **정답②**

13. 포물선 운동

[정답맞히기] B를 던진 순간 B의 속력을 v_B라고 하자. B는 x축 방향으로 등속도 운동을 하고 q에서 r까지 수평 거리는 d이므로 A와 B를 던진 순간부터 A와 B가 만날 때까지 걸린 시간을 Δt라고 하면, $\Delta t = \frac{d}{v_B \cos\theta}$이다. A와 B가 만날 때 A, B의 높이 h는 같으므로 $h = 2d - \frac{1}{2}g\Delta t^2 = v_B \sin\theta \Delta t - \frac{1}{2}g\Delta t^2$이다. 따라서 $\tan\theta = 2$이다. **정답⑤**



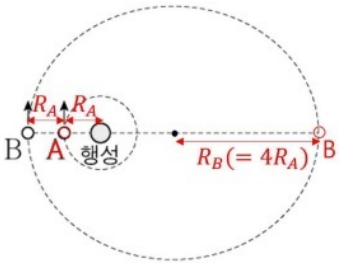
14. 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] ㄴ. O에서 자기장의 y성분 $B_y = 0$인 경우는 O에서 Q의 전류에 의한 자기장의 세기와 R의 전류에 의한 자기장의 세기가 같을 때이다. 따라서 Q에 흐르는 일정한 전류의 세기를 I_Q라 할 때, $k\frac{I_Q}{2d} = k\frac{I_0}{d}$이므로 $I_Q = 2I_0$이다.

ㄷ. $I_R = 2I_0$일 때, O에서 P의 전류에 의한 자기장은 방향이 xy평면에 수직인 방향이고, 크기가 B_0이며, O에서 Q, R에 의한 자기장의 방향은 y축과 나란한 방향이고 크기가 B_0이므로 서로 수직 방향으로 크기가 B_0인 자기장이 형성된다. 따라서 $I_R = 2I_0$일 때, O에서 세 도선의 전류에 의한 자기장의 세기는 $B = \sqrt{B_0^2 + B_0^2} = \sqrt{2}B_0$이다. **정답⑤**

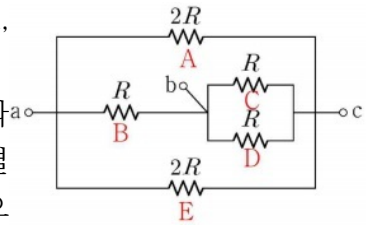
[오답피하기] ㄱ. O에서 자기장의 y성분 B_y는 Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 y성분이다. (나)에서 I_R가 0에서 I_0까지 증가할수록 O에서 자기장의 y성분 B_y의 크기가 감소하므로 Q와 R에 흐르는 전류의 방향은 서로 같다.

15. 케플러 법칙



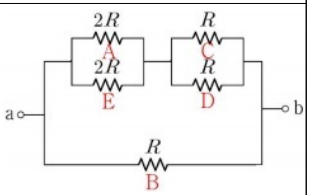
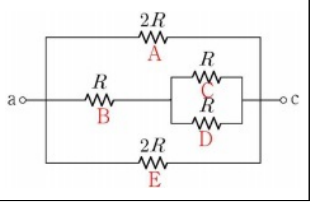
[정답맞히기] A의 원 궤도 반지름을 R_{A}, B의 공전 궤도 긴 반지름을 R_{B}라고 하면, B의 공전 주기는 $8T$이므로 $(R_{\mathrm{A}})^3:(R_{\mathrm{B}})^3=T^2:(8T)^2$이 성립하여 $R_{\mathrm{B}}=4R_{\mathrm{A}}$이다. A의 속력을 v라고 할 때, A의 운동 에너지는 $E_0=\frac{1}{2}mv^2$이다. A에 작용하는 구심력이 A에 작용하는 중력이므로 $\frac{mv^2}{R_{\mathrm{A}}}=\frac{GMm}{R_{\mathrm{A}}^2}$이다. 따라서 $R_{\mathrm{A}}=\frac{GMm}{2E_0}$이다. A는 공전 주기가 T이므로 $t=4T$일 때 A의 위치는 $t=0$일 때의 위치와 같고, $t=4T$일 때 B의 운동 에너지는 최소이므로 B는 B와 행성 사이의 거리가 최대인 위치에 있다. 따라서 A와 B 사이의 거리는 $7R_{\mathrm{A}}=\frac{7GMm}{2E_0}$이다. **정답②**

16. 저항의 연결



[정답맞히기] 그림과 같이 회로에 연결된 저항을 각각 A, B, C, D, E라 하자.

전원 장치의 연결 단자를 a, b에 연결할 때 저항 A, E와 C, D는 각각 병렬연결되고, 병렬연결된 A, E와 병렬연결된 C, D는 서로 직렬연결되며 A, E, C, D는 B와 전체적으로 병렬연결된다. 또한 전원 장치의 연결 단자를 a, c에 연결할 때 B와 병렬연결된 C, D가 A, E와 전체적으로 병렬연결된다. 이를 간단한 회로로 나타내면 그림과 같다. 따라서 전원 장치의 연결 단자를 a, b에 연결할 때와 a, c에 연결할 때 회로의 합성 저항은 각각

전원 장치 연결 단자	저항의 연결
a, b	
a, c	

$R_{\mathrm{ab}}=R\parallel[(2R\parallel 2R)+(R\parallel R)]=R\parallel\frac{3}{2}R=\frac{3}{5}R$,

$R_{\mathrm{ac}}=2R\parallel[R+(R\parallel R)]\parallel 2R=\frac{3}{5}R$ (※식에서 $\parallel$는 병렬 표시)로 서로 같으므로 각 경우 회로의 소비 전력 P_0과 P도 서로 같아 $\frac{P}{P_0}=1$이다. **정답④**

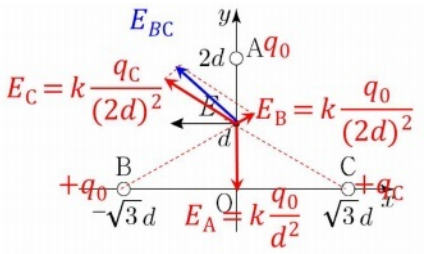
17. 전자기 유도

[정답맞히기] Ⅰ과 Ⅱ에서 자기장의 방향이 서로 반대 방향이므로, 금속 고리에 유도되는 전류의 세기는 $2I_0=\frac{(2BLv_1+2BLv_1)}{R}$, $I_0=\frac{(2BLv_2+2BLv_2)}{R}$이다. $v_1=\frac{RI_0}{2BL}$이

고 $v_2 = \frac{RI_0}{4BL}$이므로 $v_1 + v_2 = \frac{3RI_0}{4BL}$이다. **정답②**

18. 전기장

[정답맞히기] ㄱ. A, B의 전하량의 크기를 q_0이라 할 때, y축상의 $y=d$인 점에서 A에 의한 전기장은 방향이 y축과 나란한 방향으로 크기가 $k\frac{q_0}{d^2}$이고, B에 의한 전기장의 y축과 나란한 방향의 성분의 크기는 $k\frac{q_0}{(2d)^2}\sin 30° = k\frac{q_0}{8d^2}$이다. y축상의 $y=d$인 점에서 A, B, C에 의한 전기장의 y축과 나란한 방향의 성분이 0이므로 B, C의 전하의 종류는 같고 전하량의 크기는 C가 B보다 크다. 또한 y축상의 $y=d$인 점에서 x축과 나란한 전기장의 방향은 B, C에 의한 전기장의 x축 성분 방향과 같고, 이는 전하량이 B보다 큰 C에 의한 전기장의 x축 성분 방향과 같으므로 C는 양(+)전하이다. 따라서 A, B, C는 모두 양(+)전하이다.



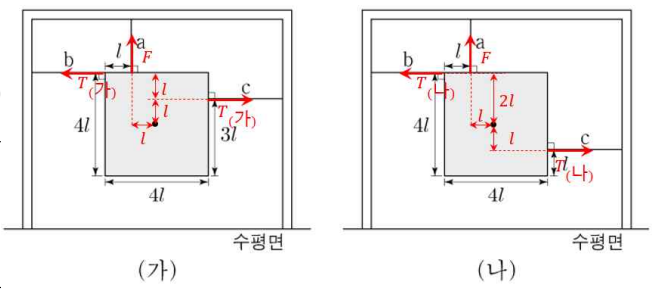
ㄴ. C의 전하량 크기를 q_C라 할 때, y축상의 $y=d$인 점에서 C에 의한 전기장의 y축과 나란한 방향의 성분의 크기는 $k\frac{q_C}{(2d)^2}\sin 30° = k\frac{q_C}{8d^2}$이다. y축상의 $y=d$인 점에서 A, B, C에 의한 전기장의 y축과 나란한 방향의 성분이 0이므로 $k\frac{q_0}{d^2} = k\frac{q_0}{8d^2} + k\frac{q_C}{8d^2}$에 의해 $q_C = 7q_0$이므로 전하량의 크기는 C가 A의 7배이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. y축상의 $y=d$인 점에서 전기장의 세기는 $E = k\left(\frac{7q_0 - q_0}{(2d)^2}\right)\cos 30°$ $= k\frac{3\sqrt{3}q_0}{4d^2}$이다. O에서 전기장의 x성분은 $E_x = -k\left(\frac{7q_0 - q_0}{(\sqrt{3}d)^2}\right) = -k\frac{2q_0}{d^2} = -\frac{8\sqrt{3}}{9}E$이다.

19. 역학적 평형

[정답맞히기] ㄱ. 수직 방향 힘의 평형에 의해 a가 물체에 작용하는 힘의 크기는 물체에 작용하는 중력의 크기와 같으므로, (가)에서와 (나)에서가 같다.

ㄴ. (나)에서, 수평 방향 힘의 평형에 의해 b와 c가 물체에 작용하는 힘의 크기는 같다. 물체의 무게를 F, (나)에서 b, c가 각각 물체에 작용하는 힘의 크기를 $T_{(나)}$라고 할 때, 물체의 중심을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면 $lF = 2lT_{(나)} + lT_{(나)}$가 성립하



므로 $F=3T_{(나)}$이다. 따라서 a가 물체에 작용하는 힘의 크기는 b가 물체에 작용하는 힘의 크기의 3배이다.

ㄷ. (가)에서 b, c가 각각 물체에 작용하는 힘의 크기를 $T_{(가)}$라고 할 때, 물체의 중심을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면 $lF+lT_{(가)}=2lT_{(가)}$가 성립하므로 $F=T_{(가)}$이다. 따라서 $T_{(가)}=3T_{(나)}$이다. **정답⑤**

20. 등가속도 운동

[정답맞히기] ㄱ. $t=0$부터 $t=t_0$까지 B가 정지해 있는 동안 V_x의 기울기는 A의 가속도의 x방향 성분으로 $+x$방향으로 크기 $a_{\mathrm{A}x}=\frac{v_0}{t_0}$이다. $t=t_0$ 이후 $V_x=0$이므로 B의 가속도의 x방향 성분은 A와 같다. 또한, $t=0$부터 $t=t_0$까지 B가 정지해 있는 동안 V_y의 기울기는 A의 가속도의 y방향 성분으로 $-y$방향으로 크기 $a_{\mathrm{A}y}=\frac{2v_0}{3t_0}$이고, B가 정지해 있을 때와 운동하기 시작한 $t=t_0$ 이후 기울기가 같으므로 B의 가속도의 y방향 성분은 0이다. 따라서 B는 $+x$방향으로 등가속도 직선 운동을 하므로 $t=2t_0$일 때의 B의 속력은 등가속도 직선 운동 공식에 의해 $v_0+\left(\frac{v_0}{t_0}\right)t_0=2v_0$이다.

ㄷ. $t=0$부터 $t=t_0$까지 A의 x축 방향으로의 변위가 $\frac{1}{2}v_0t_0$이므로 A는 $t=t_0$일 때 y축상을 지난다. $t=t_0$일 때 A의 y축 방향으로의 속도 성분의 크기는 $v_0-\frac{2v_0}{3t_0}\times t_0$ $=\frac{1}{3}v_0$이므로 $t=0$부터 $t=t_0$까지 A의 y축 방향으로의 평균 속도의 크기는 $\overline{v_{\mathrm{A}y}}=\frac{v_0+\frac{1}{3}v_0}{2}=\frac{2}{3}v_0$이고, 이 동안 A의 y축 방향으로 변위의 크기 $y_{\mathrm{A}}=\frac{2}{3}v_0t_0=\frac{4}{3}d$이므로 A는 y축상의 $y=\frac{4}{3}d$인 점을 지난다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. $t=0$부터 $t=3t_0$까지 A의 x축 방향으로의 평균 속도의 크기 $\overline{v_{\mathrm{A}x}}=\frac{3v_0}{2}$이고, 이 동안 A의 x축 방향으로 변위의 크기 $x_{\mathrm{A}}=\frac{3v_0}{2}\times 3t_0=\frac{9}{2}v_0t_0$이다. 또한, $t=t_0$부터 $t=3t_0$까지 B의 x축 방향으로의 평균 속도의 크기 $\overline{v_{\mathrm{B}x}}=\frac{(v_0+3v_0)}{2}=2v_0$이고, 이 동안 B의 x축 방향으로 변위의 크기 $x_{\mathrm{B}}=2v_0\times 2t_0=4v_0t_0$이다. $t=3t_0$일 때, A와 B가 x축상에서 만나므로 $d=x_{\mathrm{A}}-x_{\mathrm{B}}=\frac{1}{2}v_0t_0$이다.

2024학년도 대학수학능력시험

과학탐구영역 화학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 체심 입방 구조

[정답맞히기] $Na(s)$의 단위 세포에서 꼭짓점과 단위 세포의 중심에 Na 원자가 존재하므로 $Na(s)$의 결정 구조는 체심 입방 구조이다. 단위 세포에서 꼭짓점에 있는 원자는 $\frac{1}{8}$만 포함되고, 단위 세포의 중심에 있는 원자 1개는 모두 포함되므로, 단위 세포에 포함된 원자 수는 $\frac{1}{8}\times 8+1=2$이다.

$NaCl(s)$은 Na^+과 Cl^-이 1 : 1로 이온 결합을 하고 있는 이온 결정이다. 따라서 ㉠은 2, ㉡은 이온이다. **정답③**

2. 분자 간 상호작용

[정답맞히기] (가)는 C_2H_5OH이고, C_2H_5OH 분자 사이에는 수소 결합이 존재하므로 분자량이 비슷한 다른 분자들보다 기준 끓는점이 높다.

분산력은 모든 분자 사이에 존재하는 힘이므로 (가)~(다)에는 모두 분산력이 존재한다. 따라서 ㉠은 수소, ㉡은 3이다. **정답⑤**

3. 다니엘 전지

[정답맞히기] ㄱ. 전지 반응이 진행될 때, 전자는 $Fe(s)$ 전극에서 $Cu(s)$ 전극으로 이동하므로 $Cu(s)$ 전극은 (+)극이다.

ㄷ. $Fe(s)$ 전극에서는 산화 반응이, $Cu(s)$ 전극에서는 환원 반응이 일어나므로 금속의 이온화 경향은 Fe > Cu이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. $Cu(s)$ 전극에서 $Cu^{2+}(aq)+2e^-\rightarrow Cu(s)$ 반응이 일어나므로 $Cu(s)$ 전극의 질량은 증가한다.

4. 반응 속도 상수와 촉매

[정답맞히기] $A(g)$의 초기 농도는 (나) > (다)이고, 초기 반응 속도는 (나) = (다)이므로 첨가한 $X(s)$는 정촉매이다.

(가)와 (나)에서 온도는 T로 일정하고 첨가한 촉매가 없으므로 반응 속도 상수는 일정하다. 따라서 ㉠은 정촉매, ㉡은 $k_1=k_2$이다. **정답④**

5. 증기 압력 곡선과 가열 곡선

[정답맞히기] ㄴ. 분자 사이의 인력은 $Y(l)>X(l)$이므로 1 atm에서 기준 끓는점은 $Y(l)>X(l)$이다. 따라서 ㉠은 $Y(l)$의 가열 곡선이고, 기준 끓는점은 t_3 ℃이므로 t_2 ℃,

1 atm에서 Y의 안정한 상은 액체이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 일정한 온도(t_1)에서 증기 압력은 $X(l) > Y(l)$이므로 분자 사이의 인력은 $Y(l) > X(l)$이다.

ㄷ. $Y(l)$의 1 atm에서 기준 끓는점은 t_3 ℃이므로 t_3 ℃에서 $Y(l)$의 증기 압력은 1 atm이다.

6. 헤스 법칙

[정답맞히기] 제시된 열화학 반응식을 위에서부터 순서대로 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣이라고 할 때,

$C_2H_5OH(l) \rightarrow C_2H_4(g) + H_2O(l) \quad \Delta H = a\,kJ$ ㉠

$C_2H_5OH(l) \rightarrow C_2H_5OH(g) \quad \Delta H = 42\,kJ$ ㉡

$H_2O(l) \rightarrow H_2O(g) \quad \Delta H = 44\,kJ$ ㉢

$C_2H_5OH(g) \rightarrow C_2H_4(g) + H_2O(g) \quad \Delta H = x\,kJ$ ㉣

열화학 반응식 ㉣은 ㉠-㉡+㉢과 같다. 따라서 $x = a - 42 + 44 = a + 2$이다. **정답④**

7. 수용액의 전기 분해

수용액을 전기 분해하면 (+)극에서 산화 반응이, (-)극에서 환원 반응이 일어난다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)의 ㉠에서 $Cu(s)$가 석출되었으므로 환원 반응이 일어난다. 따라서 (나)의 ㉠에서 일어나는 반응은 $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$이다. **정답①**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 (-)극이므로 ㉡은 (+)극이다.

ㄷ. (가)의 ㉠에서 일어나는 반응은 $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$이다. 따라서 금속 1 mol이 석출될 때 금속 이온이 얻는 전자의 양은 (가)에서가 1 mol, (나)에서가 2 mol이다.

8. 증기 압력 내림

[정답맞히기] 증기 압력 내림(ΔP)은 용질의 몰 분율에 비례한다. (가)의 퍼센트 농도는 4 %이므로 수용액 100g에 들어 있는 A의 질량은 4 g, 물의 질량은 96 g이다. A의 몰 분율(n_A)은 $n_A = \dfrac{\frac{4}{60}}{\frac{4}{60} + \frac{96}{18}} = \dfrac{1}{81}$이므로 (가)의 증기 압력 내림($\Delta P$)은 $\Delta P = n_A P_{물} = \dfrac{1}{81} \times 81\,mmHg = 1\,mmHg$이다. 따라서 $a = 1$이다.

(나)의 퍼센트 농도는 x %이므로 수용액 100 g에 들어 있는 A의 질량은 x g, 물의 질량은 (100-x) g이다. A의 몰 분율(n_A)은 $n_A = \dfrac{\frac{x}{60}}{\frac{x}{60} + \frac{100-x}{18}}$이므로 (나)의 증기 압력 내림($\Delta P$)

은 $\Delta P = n_{\text{A}} P_{\text{물}} = \dfrac{3x}{1000-7x} \times 118\ \text{mmHg} = 3a\ \text{mmHg}$이다. 따라서 $x = 8$ 이다. **정답②**

9. 생성 엔탈피와 결합 에너지

[정답맞히기] C−H의 결합 에너지가 $\dfrac{x}{4}$ kJ/mol이므로 $\text{CH}_4(g) \rightarrow \text{C}(g) + 4\text{H}(g)$의 반응 엔탈피($\Delta H$)는 x kJ이다. 반응 엔탈피(ΔH)는 생성물의 생성 엔탈피의 합에서 반응물의 생성 엔탈피의 합을 뺀 값과 같다.

ΔH=(C(g)의 생성 엔탈피 $+ 4 \times$(H(g)의 생성 엔탈피)) − ($\text{CH}_4(g)$의 생성 엔탈피)이므로 $x = -a + 4b + c$이다. **정답①**

10. 1차 반응과 순간 반응 속도

1차 반응에서 순간 반응 속도는 반응물의 농도에 비례한다. 반응 속도 상수는 (나)에서가 (가)에서의 2배이고, 초기 순간 반응 속도는 (나)에서가 (가)에서의 2배이므로 초기 반응물의 농도는 (가)에서와 (나)에서가 같다.

[정답맞히기] 반응 전 A와 C의 몰 농도를 모두 a M이라고 하면, (가)에서 $2t$일 때 순간 반응 속도는 초기의 $\dfrac{1}{4}$이므로 반감기가 2번 지난 시점이고, $2t$일 때 A의 몰 농도는 $\dfrac{1}{4}a$ M이므로, 0~$2t$ 동안 평균 반응 속도는 $\dfrac{\frac{3}{4}a}{2t} = \dfrac{3a}{8t}$이다.

(나)에서 t일 때 순간 반응 속도는 초기의 $\dfrac{1}{4}$이므로 $2t$일 때 반감기가 4번 지난 시점이다.

따라서 $2t$일 때 C의 몰 농도는 $\dfrac{1}{16}a$ M이고, 0~$2t$ 동안 평균 반응 속도는 $\dfrac{\frac{15}{16}a}{2t} = \dfrac{15a}{32t}$이다. 따라서 $\dfrac{\text{(나)에서 } 0 \sim 2t \text{ 동안 C}(g)\text{의 평균 반응 속도}}{\text{(가)에서 } 0 \sim 2t \text{ 동안 A}(g)\text{의 평균 반응 속도}} = \dfrac{\frac{15a}{32t}}{\frac{3a}{8t}} = \dfrac{5}{4}$이다. **정답②**

11. 이온화 평형

$\text{HA}(aq)$에서 $\dfrac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$는 $\dfrac{\text{HA의 양(mol)}}{\text{A}^-\text{의 양(mol)}}$과 같고, $\dfrac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$는 $\dfrac{\text{A}^-\text{의 양(mol)}}{\text{HA의 양(mol)}}$과 같다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에 넣어 준 $\text{NaOH}(s)$ x g의 양은 $\dfrac{x}{40}$ mol이므로 (다)에 들어 있는 HA의 양은 $(0.05 - \dfrac{x}{40})$ mol이고, A^-의 양은 $\dfrac{x}{40}$ mol이다.

따라서 $\frac{[HA]}{[A^-]}=\frac{0.05-\frac{x}{40}}{\frac{x}{40}}=\frac{3}{2}$이므로 $x=0.8$이다.

ㄴ. 약산 $HA(aq)$의 이온화 평형에서 $K_a=\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$이므로 $HA(aq)$에 물을 넣으면 반응 지수(Q)는 K_a보다 작아져 정반응이 일어나 HA가 이온화된다. 따라서 (가)에 물을 넣어 (나)가 될 때 HA의 양(mol)은 감소하고 A^-의 양(mol)은 증가하므로 $\frac{[A^-]}{[HA]}$는 (나)가 (가)보다 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. (다)에 1 M $HCl(aq)$ 1 mL를 첨가하면 $[H_3O^+]$가 증가하므로 화학 평형 이동 법칙에 따라 역반응이 일어나 HA의 양(mol)은 증가하고 A^-의 양(mol)은 감소한다. 따라서 $\frac{[HA]}{[A^-]}>\frac{3}{2}$이다.

12. 용액의 몰랄 농도와 퍼센트 농도

[정답맞히기] 몰랄 농도(m)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$이므로 $A(s)$ 36 g을 녹인 수용액의 몰랄 농도는 $\frac{\frac{36}{60}}{\frac{w}{1000}}=\frac{6}{5}m$이다. 따라서 $w=500$이다.

$A(s)$ x을 녹인 수용액의 몰랄 농도는 $y=\frac{\frac{x}{60}}{0.5}=\frac{x}{30}m$이고 퍼센트 농도는 $\frac{x}{x+500}\times100=5y$ %이므로 $\frac{100x}{x+500}=5\times\frac{x}{30}$이다. 따라서 $x=100$이다. **정답④**

13. H_2O의 상평형

(가)에서 고정 장치를 풀고 충분한 시간이 지나면 실린더 내부의 압력은 1 atm이다. 또한 (나)에서 t_1 ℃, 1 atm에서 H_2O의 안정한 상은 액체임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 고정 장치를 풀고 충분한 시간이 흐른 후 H_2O의 안정한 상이 고체이다. 따라서 실린더 속 H_2O의 온도는 t_1 ℃보다 낮아야 하므로 $a<t_1$이다. **정답①**

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 고정 장치를 풀고 충분한 시간이 흐른 후 실린더 내부의 온도와 압력이 각각 t_1 ℃, 1 atm가 되면, H_2O의 안정한 상은 액체이다.

ㄷ. (가)에서 고정 장치를 풀고 t_2 ℃에서 피스톤의 높이를 $1.5h$로 고정시킨 후 새로운 평형에 도달하였으므로 새로운 평형 상태에서 실린더 내부의 압력은 고정 장치를 풀기 전과 같다. 따라서 피스톤의 높이를 $1.5h$로 고정시켰을 때 실린더 내부의 압력이

낮아져 $H_2O(l)$의 기화가 일어나 새로운 평형에 도달하므로 새로운 평형에서 $H_2O(g)$의 질량은 w g보다 크다.

14. 이상 기체 방정식

[정답맞히기] 기체의 밀도를 각각 $3d$, xd, $8d$라고 할 때, (가)~(다)의 온도를 T K로 같게 하면 기체의 밀도는 각각 $3d$, $\frac{2}{3}xd$, $12d$이다.

온도(T K)와 압력(P atm)이 같을 때 분자량 비는 밀도비와 같으므로 $A:B=3d:\frac{2}{3}dx=9:2x$이다. A와 B의 분자량을 각각 $9M$, $2xM$이라고 할 때, $A(g)$ w g의 양은 $\frac{w}{9M}$ mol, $B(g)$ $6w$ g의 양은 $\frac{3w}{xM}$ mol이다. 또한 온도(T K)와 압력(P atm)이 같을 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하므로, 온도 T K에서 기체의 밀도 비는 (가):(다) $=\frac{w}{\frac{w}{9M}}:\frac{7w}{\frac{w}{9M}+\frac{3w}{xM}}=3d:12d$이다. 따라서 $x=36$이다. **정답⑤**

15. 평형 이동 원리

[정답맞히기] A의 몰 분율은 (가)에서 $\frac{1}{3}$이고 (나)에서 $\frac{3}{10}$이므로 온도를 aT K로 변화시켰을 때 정반응이 일어나며, 반응한 A의 양을 x mol이라고 하면 (나)에서 A~C의 양은 각각 $(n-x)$ mol, $(n-x)$ mol, $(n+x)$ mol이고 A와 C의 몰비는 $n-x:n+x=3:4$이므로 $n=7x$이다. (가)에서 전체 기체의 양은 $21x$ mol이고 (나)에서 A~C의 양은 각각 $6x$ mol, $6x$ mol, $8x$ mol이므로 전체 기체의 양은 $20x$ mol이다. $PV=nRT$에서 압력이 일정할 때 $V \propto nT$이므로 $21x \times T:20x \times aT=7:6$에서 $a=\frac{9}{10}$이다.

또한 (가)에서 A~C의 몰 농도는 각각 $\frac{x}{V}$ M로 같고, (나)에서 A~C의 몰 농도는 각각 $\frac{x}{V}$ M, $\frac{x}{V}$ M, $\frac{4x}{3V}$ M이므로 (가)와 (나)의 평형 상수는 $K_1=\frac{\frac{x}{V}}{(\frac{x}{V})^2}$, $K_2=\frac{\frac{4x}{3V}}{(\frac{x}{V})^2}$이다.

따라서 $a \times \frac{K_2}{K_1}=\frac{6}{5}$이다. **정답④**

16. 1차 반응

[정답맞히기] (나)에서 반응 전 기체의 종류는 $A(g)$, $C(g)$이고, 전체 기체의 양(mol)은

$2n$이다. $t=0$ min일 때, $\frac{\mathrm{B}(g)\text{의 양(mol)}+\mathrm{C}(g)\text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}=\frac{1}{5}$이므로 반응 전 A($g$), C($g$)의 양(mol)은 각각 $\frac{8}{5}n$, $\frac{2}{5}n$이다. A(g)에 대한 1차 반응이므로 반감기가 1번 지났을 때, $\frac{\mathrm{B}(g)\text{의 양(mol)}+\mathrm{C}(g)\text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}=\frac{\frac{4}{5}n+\frac{4}{5}n}{\frac{4}{5}n+\frac{4}{5}n+\frac{4}{5}n}=\frac{2}{3}$이므로 $t=2$ min은 A(g)에 대한 반감기가 1번 지난 시간이다.

(가)에서 반응 전 기체의 종류는 A(g), B(g)이고, 전체 기체의 양(mol)은 $3n$이다. $t=0$ min일 때, $\frac{\mathrm{B}(g)\text{의 양(mol)}+\mathrm{C}(g)\text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}=\frac{1}{9}$이므로 반응 전 A($g$), B($g$)의 양(mol)은 각각 $\frac{8}{3}n$, $\frac{1}{3}n$이다. 반감기가 3번 지났을 때, $\frac{\mathrm{B}(g)\text{의 양(mol)}+\mathrm{C}(g)\text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}=\frac{\frac{8}{3}n+\frac{7}{6}n}{\frac{1}{3}n+\frac{8}{3}n+\frac{7}{6}n}=\frac{23}{25}$이므로 $t=3$ min은 A(g)에 대한 반감기가 3번 지난 시간이고, $t=2$ min일 때, $\frac{\mathrm{B}(g)\text{의 양(mol)}+\mathrm{C}(g)\text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}=\frac{\frac{7}{3}n+\frac{3}{3}n}{\frac{2}{3}n+\frac{7}{3}n+\frac{3}{3}n}=\frac{5}{6}(=x)$이다.

A~C의 분자량을 각각 M_{A}~M_{C}라고 두면, (가)에서 $t=1$ min일 때와 (나)에서 $t=2$ min일 때 각각 A(g)에 대한 반감기가 1번 지난 시간이므로 $\frac{\text{(가)에서 } t=1\text{min일 때 A}(g)\text{의 질량(g)}}{\text{(나)에서 } t=2\text{min일 때 B}(g)\text{의 질량(g)}}=\frac{\frac{4}{3}n\times M_{\mathrm{A}}}{\frac{4}{5}n\times M_{\mathrm{B}}}=3$에서 $M_{\mathrm{A}}=\frac{9}{5}M_{\mathrm{B}}$이고, $2M_{\mathrm{A}}=\frac{18}{5}M_{\mathrm{B}}=2M_{\mathrm{B}}+M_{\mathrm{C}}$에서 $M_{\mathrm{C}}=\frac{8}{5}M_{\mathrm{B}}$ 이다.

(가)에서 $t=3$ min일 때와 (나)에서 $t=4$ min일 때 각각 A(g)에 대한 반감기가 3번, 2번 지난 시간이므로 $\frac{\text{(나)에서 } t=4\text{min일 때 C}(g)\text{의 질량(g)}}{\text{(가)에서 } t=3\text{min일 때 B}(g)\text{의 질량(g)}}=\frac{n\times M_{\mathrm{C}}}{\frac{8}{3}n\times M_{\mathrm{B}}}=\frac{n\times\frac{8}{5}M_{\mathrm{B}}}{\frac{8}{3}n\times M_{\mathrm{B}}}=\frac{3}{5}$이다. 따라서 $x\times\frac{\text{(나)에서 } t=4\text{min일 때 C}(g)\text{의 질량(g)}}{\text{(가)에서 } t=3\text{min일 때 B}(g)\text{의 질량(g)}}=\frac{5}{6}\times\frac{3}{5}=\frac{1}{2}$이다. **정답①**

17. 기체의 반응과 이상 기체 방정식

[정답맞히기] $\mathrm{C_3H_4}$와 $\mathrm{O_2}$의 분자량은 각각 40, 32이므로 강철 용기에 들어 있는 $\mathrm{C_3H_4}$(g)와 $\mathrm{O_2}$(g)의 양(mol)은 각각 $\frac{1}{8}w$, $\frac{7}{8}w$이다. $\mathrm{C_3H_4}$(g)와 $\mathrm{O_2}$(g)의 반응 몰비는 1 : 4이

므로 $C_3H_4(g)$가 모두 반응하여 $\frac{3}{8}w$ mol의 $O_2(g)$가 남고, 생성된 $CO_2(g)$와 $H_2O(l)$의 양(mol)은 각각 $\frac{3}{8}w$, $\frac{2}{8}w$이므로 $H_2O(l)$의 몰 분율 $x = \frac{\frac{2}{8}w}{\frac{3}{8}w+\frac{3}{8}w+\frac{2}{8}w} = \frac{1}{4}$이다.

전체 기체의 양(mol)은 꼭지를 열기 전과 후 각각 w, $\frac{3}{4}w(=\frac{6}{8}w)$이므로 이상 기체 방정식에서 $\frac{P_1\times 4}{w\times T}=\frac{P_2\times 6}{\frac{3}{4}w\times\frac{4}{5}T}$에서 $\frac{P_1}{P_2}=\frac{5}{2}$이다. 따라서 $x\times\frac{P_1}{P_2}=\frac{1}{4}\times\frac{5}{2}=\frac{5}{8}$이다. **정답⑤**

18. 약산과 약염기 평형

[정답맞히기] XH^+의 이온화 상수 $a=\frac{[H_3O^+][X]}{[XH^+]}$이고, YH^+의 이온화 상수 $b=\frac{[H_3O^+][Y]}{[YH^+]}$이다.

pH = 9일 때, $[H_3O^+] = 1\times10^{-9}$ M이므로 $[XH^+] = \frac{1\times10^{-9}}{a}\times[X]$이고, $\frac{[X]}{[X]+[XH^+]} = \frac{1}{1+\frac{1\times10^{-9}}{a}} = \frac{8}{5}x$에서 $1+\frac{1\times10^{-9}}{a} = \frac{5}{8x}$(…①)이다.

P에서 $[OH^-] = 5\times10^{-6}$ M이므로 $[H_3O^+] = \frac{1\times10^{-14}}{5\times10^{-6}} = 2\times10^{-9}$이고, $[XH^+] = \frac{2\times10^{-9}}{a}\times[X]$에서 $\frac{[X]}{[X]+[XH^+]} = \frac{1}{1+\frac{2\times10^{-9}}{a}} = \frac{4}{3}x$, $1+\frac{2\times10^{-9}}{a} = \frac{3}{4x}$(…②)이다.

② - ①에서 $\frac{1\times10^{-9}}{a} = \frac{1}{8x}$이고, ①에서 $x=\frac{1}{2}$, $a=4\times10^{-9}$이다.

YH^+에서 pH = 10일 때, $[H_3O^+] = 1\times10^{-10}$ M이므로 $[YH^+] = \frac{1\times10^{-10}}{b}\times[Y]$이고, $\frac{[Y]}{[Y]+[YH^+]} = \frac{1}{1+\frac{1\times10^{-10}}{b}} = \frac{20}{11}x = \frac{10}{11}$에서 $b=1\times10^{-9}$이다.

따라서 $\frac{x\times a}{b}=\frac{\frac{1}{2}\times4\times10^{-9}}{1\times10^{-9}}=2$이다. **정답④**

19. 1차 반응

[정답맞히기] A(g)와 D(g)가 분해되는 반응은 모두 1차 반응이다. (가)에서 기체의 압력은 기체의 양(mol)에 비례하므로 A(g)에 대한 반감기가 2번 지났을 때, $\frac{\text{C}(g)\text{의 부분 압력}}{\text{전체 기체의 압력}} = \frac{\frac{3}{4}n}{\frac{1}{2}n+3n+\frac{3}{4}n} = \frac{3}{17}$이므로 A($g$)에 대한 반감기는 t이다. $2t$일 때 C(g)의 질량(g)은 (가)에서가 (나)에서의 2배이고, $2t$일 때 (나)에서 C(g)의 양(mol)은 $\frac{3}{8}n$, D(g)의 양(mol)은 $\frac{1}{4}n$이므로 D(g)에 대한 반감기는 t이다.

(나)에서 $2t$일 때, D(g)에 대한 반감기가 2번 지났을 때이므로 $\frac{\text{C}(g)\text{의 부분 압력}}{\text{전체 기체의 압력}} = \frac{\frac{3}{8}n}{\frac{1}{4}n+a+\frac{3}{4}n+\frac{3}{8}n} = \frac{1}{7}$에서 $a=\frac{5}{4}n$이다. (나)에서 t일 때, D(g)에 대한 반감기가 1번 지났을 때이므로 $x=\frac{\frac{1}{4}n}{\frac{1}{2}n+\frac{7}{4}n+\frac{1}{4}n}=\frac{1}{10}$이다.

(가)에서 $3t$일 때, A(g)에 대한 반감기가 3번 지났을 때이므로 B(g)의 양(mol)은 $\frac{7}{2}n$이고, (나)에서 t일 때, A(g)에 대한 반감기가 1번 지났을 때이므로 E(g)의 양(mol)은 $\frac{7}{4}n$이다. 따라서 $x\times\frac{\text{(가)에서 }3t\text{일 때 B}(g)\text{의 양(mol)}}{\text{(나)에서 }t\text{일 때 E}(g)\text{의 양(mol)}} = \frac{1}{10}\times\frac{\frac{7}{2}n}{\frac{7}{4}n} = \frac{1}{5}$이다. **정답⑤**

20. 화학 평형과 평형 이동

[정답맞히기] (가)와 (나)에서 각각 평형에 도달하였을 때, (가)와 (나)에서 A(g)와 B(g)의 양(mol)이 같으므로 부피도 서로 같다. 따라서 평형 상태에서 (나)의 부피는 20 L이다. 온도와 압력이 일정할 때, 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하므로 (나)에서 실린더 속 전체 기체의 양(mol)은 $6\times\frac{2}{3}=4$이고, A(g)와 B(g)의 양(mol)은 각각 2, 2이므로 평형 상수 $a=\frac{(\frac{2}{20})^2}{\frac{2}{20}}=\frac{1}{10}$이다.

(가)에서 부피가 10 L가 되었을 때, 역반응이 우세하게 진행되고, 이때 도달한 새로운 평형에서의 화학 반응은 다음과 같다.

	A(g)	$\rightleftarrows$	2B(g)
초기(mol)	2		2
반응(mol)	$+k$		$-2k$
평형(mol)	$2+k$		$2-2k$

온도는 일정하므로 $a=\frac{1}{10}=\frac{(\frac{2-2k}{10})^2}{\frac{2+k}{10}}$에서 $k=\frac{1}{4}$ 또는 $k=2$이다. $k<1$이므로 $k=\frac{1}{4}$이고 $x=\frac{2-2\times\frac{1}{4}}{10}=\frac{3}{20}$이다.

(나)에서 A(g) 3 mol을 추가하면 정반응이 우세하게 진행되고 이때 도달한 새로운 평형에서의 화학 반응은 다음과 같다.

	A(g)	$\rightleftarrows$	2B(g)
초기(mol)	2+3		2
반응(mol)	$-k'$		$+2k'$
평형(mol)	$5-k'$		$2+2k'$

평형 상태에서 전체 기체의 부피를 V L라고 두면, 온도와 압력은 일정하므로 6 mol : 30 L = $(7+k')$ mol : V L이고, $V=5k'+35$이다.

온도는 일정하므로 $a=\frac{1}{10}=\frac{(\frac{2+2k'}{5k'+35})^2}{\frac{5-k'}{5k'+35}}$에서 $k'=1$ 또는 $k'=-3$이다. $k'>0$이므로 $k'=1$이고 $y=\frac{2+2k'}{5k'+35}=\frac{1}{10}$이다. 따라서 $\frac{x}{a\times y}=\frac{\frac{3}{20}}{\frac{1}{10}\times\frac{1}{10}}=15$이다. **정답①**

2024학년도 대학수학능력시험

과학탐구영역 생명과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 동물 세포

A는 미토콘드리아, B는 핵, C는 리보솜이다.

[정답맞히기] ㄱ. 2중막 구조로 되어 있고 내막이 크리스타를 형성한 A는 미토콘드리아이다.

ㄴ. 핵(B)은 DNA 같은 유전 물질을 갖는다. **정답④**

[오답피하기] ㄷ. 리보솜(C)은 rRNA와 단백질로 이루어져 있으며, 막으로 싸여 있지 않으므로 2중막을 갖지 않는다.

2. 식물의 구성 단계

A는 표피 조직계, B는 관다발 조직계이다.

[정답맞히기] ㄱ. 표면을 덮어 식물체를 보호하는 것은 표피 조직계(A)의 특징이다.

ㄴ. 관다발 조직계(B)의 물관부와 체관부를 통해 물질이 이동한다.

ㄷ. 잎은 식물의 구성 단계에서 기관에 해당하며, 조직계가 모여 기관을 형성하므로 장미의 잎에는 3가지 조직계(표피 조직계, 관다발 조직계, 기본 조직계)가 모두 있다.

정답⑤

3. 효소

효소 E의 활성 부위에 결합하여 E의 작용을 저해하는 물질 ㉠은 경쟁적 저해제이다. 그림에서 Ⅱ는 Ⅰ과 동일한 조건에서 경쟁적 저해제를 처리하였을 때이므로 Ⅱ는 (다)이고, Ⅰ과 Ⅱ는 E의 농도가 동일하므로 Ⅰ은 (나)이며, 따라서 Ⅲ은 (가)이다.

[정답맞히기] ㄱ. S_1일 때 초기 반응 속도는 (나)인 Ⅰ에서가 50이고, (다)인 Ⅱ에서는 50보다 작은 값이므로 (나)에서가 (다)에서보다 빠르다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 효소는 효소·기질 복합체를 형성하여 반응을 촉진하며, 기질 농도가 S_2일 때 반응 속도는 (나)인 Ⅰ에서가 100이고, (가)인 Ⅲ에서가 50이다. 따라서 S_2일 때 효소·기질 복합체의 농도는 (나)에서가 (가)에서보다 높다.

ㄷ. E에 의한 반응에서 기질 농도와 상관없이 활성화 에너지는 일정하므로 (가)에서 E에 의한 반응의 활성화 에너지는 S_1일 때와 S_2일 때가 같다.

4. 세포막을 통한 이동

[정답맞히기] ㄴ. 구간 Ⅰ에서 ㉠은 세포 밖 농도에 비해 세포 안 농도가 점점 더 커지고 있으므로 세포 밖에서 안으로 이동한다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 시간에 따른 물질 ㉠의 세포 안팎의 농도 차이가 증가하였으므로 ㉠

의 이동 방식은 능동 수송이다.
ㄷ. 폐포에서 모세 혈관으로 O_2의 이동 방식은 단순 확산이므로 ㉠의 이동 방식과 다르다.

5. 광합성

[정답맞히기] ㄱ. 1분자당 $\frac{\text{탄소 수}}{\text{인산기 수}}$는 3PG가 $\frac{3}{1}$이고, RuBP가 $\frac{5}{2}$이므로 ㉡은 3PG이고, ㉠은 RuBP이다.
ㄷ. 캘빈 회로에서 3PG(㉡)가 RuBP(㉠)로 전환되는 과정인 3PG의 환원과 RuBP의 재생 단계에서 ATP가 사용된다. **정답③**
[오답피하기] ㄴ. (가)의 조건을 주었을 때 시간에 따른 RuBP(㉠)의 농도는 증가하고 3PG(㉡)의 농도는 감소하였으며, 이는 CO_2 농도 감소로 인해 RuBP의 소비량과 3PG의 생성량이 감소하였을 때 나타나는 현상이다. 빛을 차단하였을 때는 일시적으로 RuBP(㉠)의 농도가 감소하고 3PG(㉡)의 농도가 증가한다. 따라서 (가)는 'CO_2 농도 감소'이다.

6. 원시 생명체의 진화

원시 생명체의 진화 과정에서 최초의 무산소 호흡 세균 → 최초의 광합성 세균 → 최초의 산호 호흡 세균 → 최초의 단세포 진행생물 순으로 출현했다. A~C 중 A가 가장 나중에 출현하였으므로 A는 최초의 단세포 진행생물이다. C는 빛에너지를 화학에너지로 전환하므로 최초의 광합성 세균이고, B는 최초의 산소 호흡 세균이다.
[정답맞히기] ㄱ. A는 최초의 단세포 진행생물이다. **정답 ①**
[오답피하기] ㄴ. 최초의 산소 호흡 세균(B)는 원핵생물로 핵막을 갖지 않는다.
ㄷ. 코아세르베이트는 오파린이 만든 탄수화물, 단백질, 핵산의 혼합물로부터 막에 둘러싸인 작은 액체 방울 형태의 유기물 복합체이므로 최초의 광합성 세균(C)에 해당하지 않는다.

7. 발효

과정 Ⅱ에서 1분자의 B가 1분자의 C로 전환되고, 과정 Ⅲ에서 1분자의 C가 2분자의 D로 전환되므로 B는 포도당, C는 과당 2인산이고, A와 D는 각각 아세트알데하이드와 에탄올 중 하나이다. 1분자의 피루브산이 1분자의 아세트알데하이드로 전환되는 과정에서 1분자의 CO_2가 생성되고, 1분자의 피루브산이 1분자의 에탄올로 전환되는 과정에서 1분자의 CO_2와 1분자의 NAD^+가 생성된다. 과정 Ⅰ에서 생성되는 ㉠과 ㉡의 분자 수를 더한 값이 2이므로 A는 에탄올, D는 아세트알데하이드이다. 1분자의 과당 2인산(C)이 2분자의 아세트알데하이드(D)로 전환되는 과정 Ⅲ에서 4분자의 ATP, 2분자의 CO_2가 생성되므로 ㉠은 CO_2, ㉣은 ATP이다. 1분자의 피루브산이 1분자의 에탄올(A)로 전환되는 과정 Ⅰ에서 1분자의 CO_2와 1분자의 NAD^+가 생성되므로

㉡은 NAD^+이다. 따라서 ㉢은 ADP이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉡은 NAD^+이다.

ㄴ. 1분자당 포도당(B)의 탄소 수는 6, 과당 2인산(C)의 탄소 수는 6, 아세트알데하이드의 탄소수는 3이다. 따라서 1분자당 $\frac{\text{C의 탄소 수}}{\text{B의 탄소 수}+\text{D의 탄소 수}}=\frac{6}{6+2}=\frac{3}{4}$이다.

ㄷ. 과정 Ⅲ에서 NADH가 생성되므로 탈수소 반응이 일어난다. **정답 ⑤**

8. 벤슨의 실험

광합성은 빛이 필요한 단계(명반응)와 CO_2가 필요한 단계(탄소 고정 반응)로 구분되며, 명반응 산물인 ATP와 NADPH가 있어야 탄소 고정 반응이 일어나 포도당이 합성된다. 따라서 광합성 속도가 일시적으로 증가했다 감소하는 구간 Ⅲ에 '없음'으로 표기된 ㉠이 빛, '있음'으로 표기된 ㉡이 CO_2이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉡은 CO_2이다.

ㄷ. 구간 Ⅱ에서 빛(㉠)이 있으므로 명반응이 일어난다. 따라서 구간 Ⅱ에서 (가)와 (나)가 모두 일어난다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄴ. 구간 Ⅱ에서 빛(㉠)이 있으므로 명반응이 일어난다. 따라서 H^+이 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송되어 틸라코이드 내부의 pH가 낮아진다. 구간 Ⅲ에서 빛(㉠)이 없으므로 H^+이 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송되지 않고 틸라코이드 내부에서 스트로마로 확산하고, 이로 인해 틸라코이드 내부의 pH가 높아진다. 따라서 틸라코이드 내부의 pH는 t_1일 때가 t_2일 때보다 낮다.

9. 줄기세포

[정답맞히기] ㄱ. 골수에서 세포를 추출하고 배양하여 (가)를 만들었으므로 (가)는 성체 줄기세포이고, 체세포에 역분화를 일으키는 유전자를 삽입하여 (나)를 만들었으므로 (나)는 유도 만능 줄기세포이다.

ㄴ. 유도 만능 줄기세포(나)가 만들어지는 과정에서 역분화를 일으키는 유전자를 삽입했으므로 체세포의 역분화가 일어났다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. (가)와 (나)는 모두 줄기세포이므로 분화가 완료된 세포가 아니다.

10. 산화적 인산화

물질 X는 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H^+을 새어 나가게 하므로 전자 전달계가 멈추지 않고 O_2가 소모된다. 물질 Y는 ATP 합성 효소를 통한 H^+의 이동을 차단하므로 전자 전달계가 멈추고, O_2가 소모되지 않는다. ㉠을 첨가한 후 남아 있는 O_2의 총량이 거의 변하지 않으므로 ㉠은 Y이고, ㉡을 첨가한 후 남아 있는 O_2의 총량이 빠르게 감소하므로 ㉡은 X이다.

[정답맞히기] ㄴ. 구간 Ⅱ에서보다 구간 Ⅰ에서가 전자 전달계가 활발하게 일어나므로

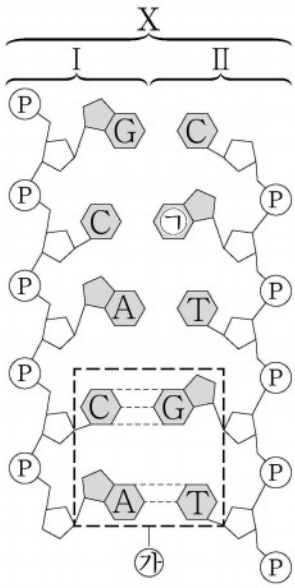
단위 시간당 미토콘드리아의 전자 전달계를 통해 이동하는 전자의 수는 Ⅰ에서가Ⅱ에서보다 많다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 Y, ㉡은 X이다.

ㄷ. 물질 Y(㉠)에 의해 미토콘드리아 내부에서 기질로 H^+이 이동하지 못하지만 물질 X(㉡)에 의해 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 미토콘드리아 내부에서 기질로 H^+이 새어 나간다. 따라서 X(㉡)을 첨가하면 미토콘드리아 내막의 H^+ 농도가 감소하고 기질의 H^+농도가 증가한다. 따라서 미토콘드리아의

$\frac{\text{기질의 } H^+ \text{ 농도}}{\text{막 사이 공간의 } H^+ \text{ 농도}}$ Ⅱ에서가 Ⅲ에서 보다 작다.

11. 이중 가닥 DNA의 구조와 전사



폴리뉴클레오타이드에서 인산기가 있는 한쪽 끝이 5′ 말단이고, 5탄당의 수산기(-OH)가 노출된 다른 쪽 끝이 3′ 말단이다. Y의 3′ 말단 염기가 C이므로 Y는 Ⅰ로부터 전사되었으며, Ⅱ의 3′ 말단 염기가 C이다. Ⅰ에서 $\frac{A}{G}=2$이고, X에서 염기 간 수소 결합의 총개수는 13개이므로 Ⅰ의 5′ 말단에서 두 번째 염기는 C이고, X의 염기 구성은 그림과 같다.

[정답맞히기] ㄴ. Y는 Ⅰ로부터 전사되었다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 구아닌(G)이다.

ㄷ. Y는 Ⅰ로부터 전사되었으므로 Y에서 유라실(U)의 개수는 2개이다.

12. 생명과학의 주요 성과

[정답맞히기] ㄱ. 파스퇴르는 백조목 플라스크를 이용한 실험을 통해 생물 속생설을 입증하였다.

ㄴ. 왓슨과 크릭은 DNA의 X선 회절 사진과 샤가프 법칙 등을 분석하여 DNA의 이중 나선 구조를 알아내었다.

ㄷ. 하비는 관찰과 실험을 통해 인체에서 혈액이 순환한다는 사실을 알아내었다.

정답 ⑤

13. 진화의 요인

[정답맞히기] ㄱ. 자연 선택(㉠)과 창시자 효과(㉡)은 모두 유전자풀의 변화 요인이다.

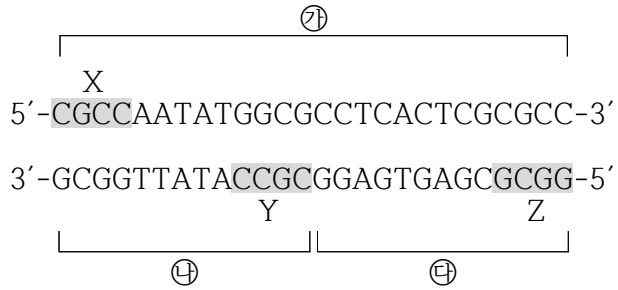
ㄷ. 창시자 효과(㉡)는 유전적 부동의 한 현상이다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄴ. 자연 선택(㉠)은 생존율과 번식률을 높이는데 유리한 형질을 가진 개체가 다른 개체보다 이 형질에 대한 대립유전자를 더 많이 남겨 집단의 유전자풀이 변하게 되는 현상이다. 따라서 자연 선택(㉠)은 환경 변화에 대한 개체의 적응 능력과

관계가 있다.

14. DNA 복제

㉯와 ㉰를 구성하는 염기를 모두 합쳐서 구한 $\frac{C}{G}$의 값은 $\frac{1}{2}$이므로 ㉮에서 구한 $\frac{C}{G}$의 값은 2이다. ㉮의 염기 서열에서 C의 개수는 6개, G의 개수는 3개, ㉠의 개수는 6개, ㉡의 개수는 3개이다. 따라서 ㉠은 C이고, ㉡은 G이다. X와 Z는 서로 상보적이므로 X의 염기 서열은 5′-CGCC-3′이고, Z의 염기 서열은 3′-GCGG-5′이다. ㉮, ㉯, ㉰의 염기 서열을 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. X와 Y의 염기 서열은 5′-CGCC-3′로 같다.
ㄷ. Ⅰ을 주형으로 ㉮가 합성되었으므로 Ⅰ의 염기 서열은 다음과 같다.

3′-GCGGTTATACCGCGGAGTGAGCGCGG-5′

따라서 Ⅰ에서 $\frac{C}{A+T}=\frac{6}{4+4}=\frac{3}{4}$이다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄱ. ㉯가 ㉰보다 먼저 합성되었다.

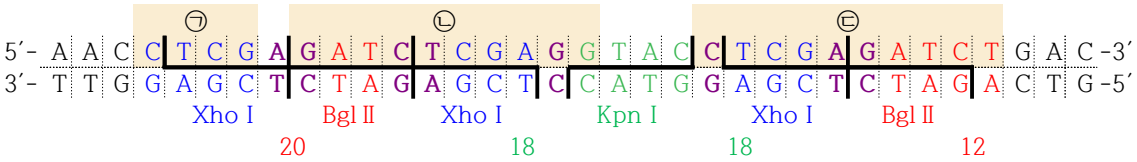
15. 생물의 분류

[정답맞히기] ㄱ. 불가사리는 동물계에 속하므로 ㉠은 동물계이다. **정답 ①**
[오답피하기] ㄴ. 대장균에는 rRNA와 세포벽이 있으므로 ⓐ는 2이고, 소나무에는 rRNA, 세포벽, 엽록소 a가 모두 있으므로 ⓑ는 3이다. 따라서 ⓐ + ⓑ = 5이다.
ㄷ. 메테인 생성균은 고세균역에, 대장균은 세균역에 속한다.

16. DNA와 제한 효소

Ⅰ에서 생성된 DNA 조각 수가 3이므로 x에는 BglⅡ가 인식하는 염기 서열이 2군데 있고, Ⅱ에서 생성된 DNA 조각 수가 2이므로 x에는 KpnⅠ이 인식하는 염기 서열이 1군데 있으며, Ⅲ에서 생성된 DNA 조각 수가 4이므로 x에는 XhoⅠ이 인식하는 염기 서열이 3군데 있다. 제한 효소가 인식하는 염기 서열이 ㉠, ㉡, ㉢에 의해 가려져 있으므로 제시된 서열 중 각 제한 효소가 인식하는 서열 일부와 제한 효소를 처리했을 때 생성된 각 DNA 조각의 염기 수를 비교하여 x에 BglⅡ, KpnⅠ, XhoⅠ의 절단 위치 및 Ⅳ에서 BglⅡ와 KpnⅠ에 의해 절단되어 생성된 각 DNA 조각의 염기 수를

나타내면 그림과 같다.



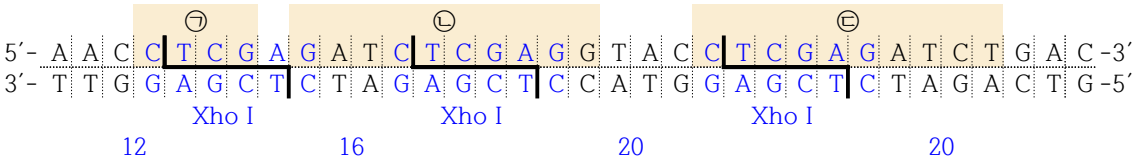
Bgl Ⅱ가 첨가된 Ⅰ에서는 염기 수가 20, 36, 12인 DNA 조각이 생성되므로 ⓐ는 20이고, ⓑ는 36이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠의 5′ 말단 염기는 사이토신(C)이다.

ㄴ. Bgl Ⅱ를 첨가한 Ⅰ에서 생성된 DNA 조각 중 염기 개수가 20(ⓐ)개인 조각을 나타내면 그림과 같으며, 이 조각에서 아데닌(A)의 개수는 5개이다.

정답 ③

[오답피하기] ㄷ. Ⅲ에서 Xho Ⅰ에 의해 절단되어 생성된 각 DNA 조각의 염기 수를 나타내면 그림과 같으므로 염기 개수가 18개인 DNA 조각은 생성되지 않는다.



17. 진핵생물의 유전자 발현과 돌연변이

개시 코돈 5′-AUG-3′와 종결 코돈 5′-UAA-3′, 5′-UAG-3′, 5′-UGA-3′에 대해 전사 주형 가닥의 상보적 염기 서열은 각각 3′-TAC-5′와 3′-ATT-5′, 3′-ATC-5′, 3′-ACT-5′이다. 36개의 염기로 구성된 x의 전사 주형 가닥에서 아미노산 8개로 구성된 X가 합성될 수 있는 개시 코돈과 종결 코돈의 위치를 찾아보면 Ⅰ이 (가), Ⅱ가 (나), ⓐ가 3′ 말단인 경우만 가능하다. 이 때 x의 전사 주형 가닥에서 개시 코돈의 위치는 Ⅱ(나)의 왼쪽에서부터 3, 4, 5번째 염기인 3′(ⓐ)-TAC-5′이고, 종결 코돈의 위치는 Ⅰ(가)의 왼쪽에서부터 8, 9, 10번째 염기인 5′-TCA-3′이다.

x에서 전사된 mRNA의 코돈 순서와 X의 아미노산 순서를 나타내면 표와 같다.

구분	순서											
x의 mRNA 코돈	AUG	CUG	AUC	㉠			ACG	CAU	GCG	UGA	CGU	AGC
				O	O	O	O	O	U							
X의 아미노산	메싸이오닌	류신	아이소류신	㉮			㉯			트레오닌	히스티딘	알라닌	종결코돈	-	-

x의 전사 주형 가닥에서 ㉠에 3개의 피리미딘 계열 염기와 2개의 퓨린 계열 염기가 있으므로 ㉠에서 전사된 mRNA에는 3개의 퓨린 계열 염기와 2개의 피리미딘 계열 염기가 있어야 한다. X의 ㉮와 ㉯는 각각 세린과 아스파트산 중 하나인데, 만약 ㉮가 아스파트산(GAU, GAC), ㉯가 세린(UCU, AGU)이라면 모순이다. ㉮가 세린(UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC), ㉯가 아스파트산(GAU)일 때 조건을 만족하는 것은 세린의 코

돈이 5′-UCG-3′, 아스파트산의 코돈이 5′-GAU-3′인 경우이므로 표와 같이 확정할 수 있다.

구분	순서										
x의 mRNA 코돈	AUG	CUG	AUC	㉠ UCG	GA	U	ACG	CAU	GCG	UGA	CGU	AGC
X의 아미노산	메싸이오닌	류신	아이소류신	세린	아스파트산		트레오닌	히스티딘	알라닌	종결코돈	-	-

x의 전사 주형 가닥에서 연속된 2개의 동일한 염기가 결실된 y에서 9개의 아미노산으로 구성된 Y가 합성되는 경우를 나타내면 표와 같다.

구분	순서								
y의 mRNA 코돈	AUG	CUG	AUC	㉠ UC(GG)A 결실	UAC	GCA	UGC	GUG	ACG	UAG
Y의 아미노산	메싸이오닌	류신	아이소류신	세린	타이로신	알라닌	시스테인	발린	트레오닌	종결코돈

[정답맞히기] ㄴ. X의 세린을 암호화하는 코돈인 5′-UCG-3′의 3′ 말단 염기는 구아닌(G)이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. ⓐ는 3′ 말단이다.

ㄷ. Y의 5번째 아미노산은 타이로신이다.

18. 동물의 분류

촉수담륜동물에 속하는 것은 편형동물, 연체동물, 환형동물이므로 A는 환형동물인 갯지렁이이다. 제시된 4가지 동물 중 척삭을 형성하는 것은 척삭동물인 창고기뿐이므로 C는 창고기이다. 자포동물에 속하는 해파리는 원구를 형성하지 않고, 환형동물에 속하는 갯지렁이는 원구가 입이 되는 선구동물이며, 극피동물에 속하는 해삼과 척삭동물에 속하는 창고기는 원구가 항문이 되는 후구동물이므로 B는 해삼이다. 따라서 D는 해파리이다.

[정답맞히기] ㄴ. 자포동물인 해파리(D)의 몸의 대칭성은 방사 대칭성이다.

ㄷ. 좌우 대칭 동물인 갯지렁이(A)와 창고기(C)는 모두 3배엽성이고 중배엽을 형성한다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄱ. B는 해삼이다.

19. 진핵생물에서의 전사 조절

전사 인자가 B와 C에만 결합하고 A에는 결합하지 않을 때 Ⅰ~Ⅲ이 모두 형성되지 않으므로 ㉠~㉢이 모두 '×'인 경우가 있으야 하며, 발현된 전사 인자가 X, Y인 경우가 이에 해당한다. 그러므로 ⓐ는 '×'이고, Y는 C에 결합하며, 따라서 Z는 A에 결합한다. 발현된 전사 인자가 X, Z인 경우 (가)와 (나) 중 (가)만 발현되어 Ⅰ~Ⅲ 중 Ⅰ만 형성되므로 ㉢은 Ⅰ이다. 발현된 전사 인자가 Y, Z인 경우 (가)와 (나) 중 (나)만 발현되어 Ⅰ~Ⅲ 중 Ⅱ만 형성되므로 ㉠은 Ⅱ이다. 따라서 ㉡은 Ⅲ이고, 발현된 전사 인자가 2가지일 때 (가)와 (나)가 모두 발현될 수는 없으므로 Ⅲ이 형성되는 경우는 없다.

[정답맞히기] ㄱ. ⓐ는 'x'이다.
ㄷ. Y는 C에 결합하고, Z는 A에 결합한다. **정답 ③**
[오답피하기] ㄴ. ㉢은 Ⅰ이다.

20. 하디·바인베르크 법칙

[정답맞히기] ⑤ 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단에서 A의 빈도를 p, a의 빈도를 q라고 할 때, A를 가진 개체들(AA, Aa)을 합쳐서 구한 a의 빈도는 $\frac{pq}{p^2+2pq}=\frac{q}{1+q}$이다. 이때 Ⅰ에서 $\frac{q_{\text{Ⅰ}}}{1+q_{\text{Ⅰ}}}=\frac{3}{8}$이므로 $p_{\text{Ⅰ}}=\frac{2}{5}$, $q_{\text{Ⅰ}}=\frac{3}{5}$이고, Ⅱ에서 $\frac{q_{\text{Ⅱ}}}{1+q_{\text{Ⅱ}}}=\frac{4}{9}$이므로 $p_{\text{Ⅱ}}=\frac{1}{5}$, $q_{\text{Ⅱ}}=\frac{4}{5}$이다. 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단에서 B의 빈도를 x, b의 빈도를 y라고 할 때, Ⅰ에서 A의 빈도와 Ⅱ에서 B의 빈도가 같으므로 $x_{\text{Ⅱ}}=\frac{2}{5}$, $y_{\text{Ⅱ}}=\frac{3}{5}$이다. 여기까지 알아낸 내용을 정리하여 나타내면 표와 같다.

구분	Ⅰ			Ⅱ		
대립유전자의 비율	$p_{\text{Ⅰ}}=\frac{2}{5}$, $q_{\text{Ⅰ}}=\frac{3}{5}$			$p_{\text{Ⅱ}}=\frac{1}{5}$, $q_{\text{Ⅱ}}=\frac{4}{5}$		
유전자형의 비율	AA	Aa	aa	AA	Aa	aa
	$\frac{4}{25}$	$\frac{12}{25}$	$\frac{9}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{8}{25}$	$\frac{16}{25}$
대립유전자의 비율	$x_{\text{Ⅰ}}=?$, $y_{\text{Ⅰ}}=?$			$x_{\text{Ⅱ}}=\frac{2}{5}$, $y_{\text{Ⅱ}}=\frac{3}{5}$		
유전자형의 비율	BB	Bb	bb	BB	Bb	bb
	${x_{\text{Ⅰ}}}^2$	$2x_{\text{Ⅰ}}y_{\text{Ⅰ}}$	${y_{\text{Ⅰ}}}^2$	$\frac{4}{25}$	$\frac{12}{25}$	$\frac{9}{25}$

(가)와 (나)가 모두 우성 형질일 경우에는 Ⅰ에서 (가)가 발현된 개체 수가 $(\frac{16}{25}\times$ Ⅰ의 개체 수$)$, Ⅱ에서 (나)가 발현된 개체 수가 $(\frac{16}{25}\times$ Ⅱ의 개체 수$)$이고, (가)와 (나)가 모두 열성 형질일 경우에는 Ⅰ에서 (가)가 발현된 개체 수가 $(\frac{9}{25}\times$ Ⅰ의 개체 수$)$, Ⅱ에서 (나)가 발현된 개체 수가 $(\frac{9}{25}\times$ Ⅱ의 개체 수$)$이다. 이 때 $\frac{\text{Ⅰ에서 (가)가 발현된 개체 수}}{\text{Ⅱ에서 (나)가 발현된 개체 수}}$는 집단의 개체 수가 Ⅰ이 2$N$, Ⅱ가 3$N$일 때 $\frac{2}{3}$, Ⅰ이 3N, Ⅱ가 2N일 때 $\frac{3}{2}$이 되어 어떤 경우에도 $\frac{3}{8}$이 될 수 없다. 만약 (가)가 우성 형질, (나)가 열성 형질이라면 Ⅰ에서 (가)가 발현된 개체 수가 $(\frac{16}{25}\times$ Ⅰ의 개체 수$)$, Ⅱ에서 (나)가 발현된 개체 수가 $(\frac{9}{25}\times$ Ⅱ의 개체 수$)$이므로 $\frac{\text{Ⅰ에서 (가)가 발현된 개체 수}}{\text{Ⅱ에서 (나)가 발현된 개체 수}}$는 집단의 개체 수가 Ⅰ이 2$N$, Ⅱ가 3$N$일 때 $\frac{32}{27}$, Ⅰ이 3N, Ⅱ가 2N일 때 $\frac{8}{3}$이 되어 이 또한 $\frac{3}{8}$이 될 수 없다. 따라서 (가)는 열성 형질, (나)는 우성 형질이고, Ⅰ에서 (가)가 발현된 개체 수가 $(\frac{9}{25}\times$ Ⅰ의 개체 수$)$, Ⅱ에서 (나)가

발현된 개체 수가 $(\frac{16}{25}\times$ Ⅱ의 개체 수$)$이므로 $\frac{\text{Ⅰ에서 (가)가 발현된 개체 수}}{\text{Ⅱ에서 (나)가 발현된 개체 수}}$는 집단의 개체 수가 Ⅰ이 $2N$, Ⅱ가 $3N$일 때 $\frac{3}{8}$, Ⅰ이 $3N$, Ⅱ가 $2N$일 때 $\frac{27}{32}$이 된다. 따라서 집단의 개체 수는 Ⅰ이 $2N$, Ⅱ가 $3N$이다.

하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단에서 $\frac{\text{b를 가진 개체 수}}{\text{B를 가진 개체 수}}$는 $\frac{2xy+y^2}{x^2+2xy}=\frac{1-x^2}{1-y^2}$이다. 이 때 Ⅰ에서는 $\frac{1-x_{\text{Ⅰ}}^2}{1-y_{\text{Ⅰ}}^2}=\frac{7}{15}$이고 $y_{\text{Ⅰ}}=1-x_{\text{Ⅰ}}$을 대입하면 $8x_{\text{Ⅰ}}{}^2+14x_{\text{Ⅰ}}-15=0$ $\rightarrow (4x_{\text{Ⅰ}}-3)(2x_{\text{Ⅰ}}+5)=0$이다. 따라서 $x_{\text{Ⅰ}}=\frac{3}{4}$, $y_{\text{Ⅰ}}=\frac{1}{4}$이다.

Ⅰ에서 유전자형의 비율은 BB가 $\frac{9}{16}$, Bb가 $\frac{6}{16}$. bb가 $\frac{1}{16}$이고, (나)는 우성 형질이므로 Ⅰ에서 (나)가 발현된 개체 수는 $(\frac{9}{16}+\frac{6}{16})\times 2N=\frac{15}{8}N$이다. **정답⑤**

2024학년도 대학수학능력시험

과학탐구영역 지구과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 대기 운동의 규모

대기 운동의 규모는 수평 규모에 따라 미규모, 중간 규모, 종관 규모, 지구 규모로 구분한다. 수평 규모가 클수록 시간 규모도 크다.

[정답맞히기] ㄱ. 산곡풍은 수평 규모가 1 ~ 100 km인 중간 규모의 대기 운동이고, 해륙풍과 뇌우도 이에 해당한다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. A의 산곡풍은 중간 규모의 대기 운동이고, B의 편서풍, 무역풍은 지구 규모의 대기 운동이다.

ㄷ. 수평 규모는 B가 A보다 크므로 시간 규모도 B가 A보다 크다.

2. 광물 자원

광물 자원은 금속 광물 자원과 비금속 광물 자원으로 구분하고, 금속 광물 자원은 금, 구리, 철 등의 금속이 주성분인 광물로 제련 과정을 거쳐 사용한다.

[정답맞히기] ㄱ. 철, 희토류는 금속 원소이므로 금속 광물 자원으로 구분된다.

ㄴ. 석회석, 고령토는 지표의 암석이 풍화, 침식, 운반, 퇴적되는 과정에서 형성된 퇴적 광상에서 산출된다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 희토류는 자연계에 매우 드물게 존재하는 금속 원소이고, 석회석은 우리나라 광물 자원 중 매장량이 가장 많은 자원이다. 따라서 매장량은 석회석이 희토류보다 훨씬 많다.

3. 구름의 발생

공기 덩어리의 기온과 이슬점이 같아질 때 수증기가 응결하여 구름이 만들어진다.

[정답맞히기] A. 지표면에서 높이 올라갈수록 기압은 낮아진다. 주변과 열 교환 없이 공기 덩어리가 상승하면 주위 기압이 낮으므로 공기 덩어리가 단열 팽창한다.

B. 공기 덩어리가 단열 팽창하면 내부 에너지가 감소하여 기온이 낮아진다.

C. 공기 덩어리가 상승하여 기온과 이슬점이 같아지면 상대 습도가 100%에 도달하여 수증기가 응결하고 구름이 만들어진다. **정답⑤**

4. 조석

조석의 한 주기 중 해수면이 가장 높을 때를 고조(만조), 가장 낮을 때를 저조(간조)라고 한다.

[정답맞히기] ㄴ. 8월 4일의 ㉠ 시기에 해수면의 높이가 낮아지고 있으므로 이 시기에 썰물이 나타난다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 8월 3일에는 고조(만조)가 두 번 나타나는데, 두 번 모두 해수면의 높이는 9 m보다 낮다.
ㄷ. 조차는 연이은 고조(만조)와 저조(간조)의 해수면의 높이 차이다. 8월 5일에 연이은 고조(만조)와 저조(간조)의 해수면의 높이 차는 4 m 이상이다.

5. 방사성 원소의 붕괴열

지구 내부에서 방사성 원소는 주로 지각과 맨틀에 존재하고, 지각을 이루는 암석 중 방사성 원소의 함량은 화강암이 현무암보다 많다.
[정답맞히기] ㄱ. 화강암에서 우라늄의 함량은 4 mg/kg보다 많고, 현무암에서 우라늄의 함량은 1 mg/kg보다 적다. **정답①**
[오답피하기] ㄴ. 칼륨과 우라늄에 의한 방출 열량의 합은 화강암이 현무암보다 약 4배 이상 많다.
ㄷ. 화강암과 현무암 모두 우라늄에 의한 방출 열량이 칼륨에 의한 방출 열량보다 많다.

6. 우주의 거대 구조

은하들은 독립적으로 존재하는 것이 아니라 다양한 규모의 집단을 이루고 있으며, 작은 구조가 모여 큰 구조를 이루는 계층적 형태를 띠고 있다.
[정답맞히기] ㄴ. ㉠은 은하이고, ㉡은 은하들이 집단으로 모여 있는 은하단이다. ㉢은 은하가 거의 존재하지 않는 거대 공동이다.
ㄷ. 우주 전체 공간에서 은하가 차지하는 부피는 일부분이고, 거대 공동이 대부분을 차지한다. 따라서 우주에서 차지하는 부피는 거대 공동이 은하단보다 크다. **정답④**
[오답피하기] ㄱ. ㉠은 별과 성간 물질이 모여 있는 은하이다. 별과 성간 물질은 보통 물질에 해당하므로, 보통 물질의 밀도는 은하가 우주 전체에 비해 크다. 따라서 $\frac{\text{㉠의 보통 물질 평균 밀도}}{\text{우주 전체의 보통 물질 평균 밀도}} > 1$이다.

7. 해파

수심이 파장의 $\frac{1}{20}$배보다 얕은 곳에서 진행하는 해파를 천해파라고 한다. 중력 가속도를 g, 수심을 h라고 할 때 천해파의 속력은 $\sqrt{gh}$이다.
[정답맞히기] ㄴ. 수심이 1m이고, 파장이 30m라고 했으므로 이 해파는 천해파이다. 따라서 이 해파의 속력은 $\sqrt{10\,m/s^2 \times 1m} = \sqrt{10}\ m/s$이다.
ㄷ. 천해파는 해저의 마찰을 받으므로 표면의 물 입자는 타원 운동을 하며, 수심이 깊어질수록 타원의 모양이 더욱 납작해지고 해저면에서는 수평으로 직선 왕복 운동을 한다. **정답④**
[오답피하기] ㄱ. 표면의 물 입자가 타원 운동을 할 때, 타원의 짧은반지름은 물 입자

가 운동하는 진폭에 해당한다. 해수면의 물 입자가 운동하는 궤적의 짧은반지름이 0.1m라고 했으므로 파고는 진폭의 2배인 0.2m이다.

8. 지질도 해석

주향은 지층 경계선이 같은 고도의 등고선과 만나는 두 점을 연결한 직선의 방향이며, 경사 방향은 어떤 지층 경계선에서 고도가 높은 주향선에서 낮은 주향선 쪽으로 주향선에 수직이 되는 방향이다.

[정답맞히기] ㄴ. 지질도에서 지층 A, B, C의 경사 방향은 모두 동쪽이다. 따라서 지층의 생성 순서는 A → B → C이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 지층 B와 같은 고도의 등고선이 만나는 두 점을 연결한 직선의 방향은 NS이다. 따라서 B의 주향은 NS이다.

ㄷ. 단층면의 경사 방향이 동쪽이므로 단층면을 기준으로 서쪽에 있는 지괴는 하반, 동쪽에 있는 지괴는 상반이다. 이 지역의 단층은 상반이 하반에 대해 위로 올라간 구조이므로 역단층이다.

9. 복각계를 이용한 복각 측정

복각은 지구 자기장의 방향이 수평면에 대하여 기울어진 각으로, 자침의 N극이 아래로 향하면 (+), 위로 향하면 (-)로 표시한다.

[정답맞히기] ㄴ. 지구 자기장의 연직 성분의 세기를 연직 자기력, 수평 성분의 세기를 수평 자기력이라고 하므로 $\frac{\text{연직 자기력}}{\text{수평 자기력}} = \tan(\text{복각})$이 성립한다. 복각의 크기가 +55°이므로 연직 자기력은 수평 자기력보다 크다.

ㄷ. 나침반의 N극 방향은 수평 자기력의 방향과 같으므로 복각을 측정할 경우, 수평 자기력 방향의 연직 단면 상에서 측정해야 한다. 따라서 탐구 과정 (다)는 복각계 자침의 방향이 지구 자기장 방향과 일치되도록 하는 과정이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 복각은 수평면과 지구 자기장의 방향이 이루는 각으로 자침의 N극이 수평면 아래를 향할 때 (+)로 표시한다. 그림 Ⅱ에서 복각계의 자침이 수평면에 대해 55° 아래쪽을 가리키고 있으므로 복각은 +55°이다.

10. 케플러 법칙

소행성은 태양을 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 공전하고 있으므로, 소행성의 궤도 운동에 케플러 법칙을 적용할 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 이심률은 타원의 납작한 정도를 나타내는 값으로, 타원의 긴반지름에 대한 초점 거리의 비이다. 따라서 소행성 공전 궤도의 이심률은 $\frac{\text{초점 거리}}{\text{궤도 긴반지름}} = \frac{2\text{AU}}{4\text{AU}} = 0.5$ 이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 타원 궤도 상의 한 지점에서 두 초점까지의 거리의 합은 항상 궤도 긴반지름의 2배이다. 소행성이 B에 위치할 때, B에서 두 초점까지의 거리의 합은 B와

태양 사이의 거리의 2배이다. 따라서 B와 태양과의 거리는 궤도 긴반지름에 해당하는 4AU이다.

ㄷ. 소행성이 타원 궤도를 따라 공전하는 동안 면적 속도는 일정하다. 따라서 면적 속도는 A와 C에서 같다.

11. 규산염 광물의 결합 구조

규산염 광물은 1개의 규소와 4개의 산소가 결합된 SiO_4 사면체를 기본 단위로 하며, SiO_4 사면체가 다른 이온과 결합되어 이루어진 광물이다. 규산염 광물은 기본 단위인 SiO_4 사면체 간의 결합 구조에 따라 다양한 광물을 형성한다.

[정답맞히기] ㄴ. B는 SiO_4 사면체를 구성하는 4개의 산소 원자 중 3개가 이웃한 SiO_4 사면체와 공유 결합하여 판상 구조를 형성하고 있는 흑운모이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 결합 구조가 단사슬 구조인 휘석이며, SiO_4 사면체 사이에 1개의 산소 원자를 이웃한 SiO_4 사면체와 공유하고 있으므로 규소와 산소의 원자 수의 비는 1 : 3이다.

ㄷ. 이웃한 SiO_4 사면체끼리의 공유 산소 수는 망상 구조인 C가 단사슬 구조인 A보다 많다.

12. 성단의 색등급도

색지수(B-V)가 같은 주계열성은 표면 온도가 같고, 절대 등급 및 광도가 같다고 할 수 있다. 따라서 색지수와 절대 등급이 알려진 표준 주계열성의 색등급도와 성단의 색등급도를 비교하면 성단을 구성하는 별들의 절대 등급(광도)을 알 수 있고, 관측된 겉보기 등급으로부터 거리 지수를 구하면 성단까지의 거리를 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 대부분의 별들이 주계열성으로 이루어져 있는 산개 성단이고, (나)는 거성 가지와 수평 가지에 별들이 많이 나타나는 구상 성단이다.

ㄴ. (가)의 색등급도에서 ㉠은 색지수(B-V)가 0.8인 주계열성이다. (나)의 색등급도에서 ㉡은 색지수(B-V)가 0.8인 주계열성보다 위쪽에 위치하므로 ㉠보다 광도가 더 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 주계열성은 색지수(B-V)가 같을 경우 절대 등급이 같다고 할 수 있다. (가)와 (나)에서 색지수(B-V)가 0.8로 같은 주계열성의 겉보기 등급을 비교하면 (가)에서 약 11, (나)에서 약 21이다. 따라서 절대 등급(광도)이 같은 주계열성의 겉보기 밝기는 (나)가 (가)보다 10000배 어둡게 보인다. 이는 성단 (나)가 (가)보다 100배 멀리 있기 때문이다.

13. 우리나라의 지질 계통

A는 고생대 초기에 형성된 조선 누층군이고, B는 고생대 후기에 형성된 평안 누층군이다. C는 중생대 후기에 형성된 경상 누층군이다.

[정답맞히기] ㄱ. 조선 누층군 A는 석회암, 사암, 셰일 등으로 이루어진 해성층이다.

ㄴ. 평안 누층군의 하부에는 해성층이, 상부에는 육성층이 존재한다. 특히 상부의 육성층에는 양질의 무연탄을 포함한 석탄층이 나타난다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. C의 경상 누층군에는 중생대 표준 화석인 공룡 뼈와 발자국 화석이 산출된다.

14. 단열선도

건조 단열 감률이 10℃/km, 이슬점 감률이 2℃/km일 때 공기 덩어리의 기온을 T, 이슬점을 T_d라고 하면 상승 응결 고도 $h = 125(T - T_d)$m이다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉠ 구간에서 기온의 역전층이 존재하므로 이 구간에서 대기 안정도는 절대 안정이다.

ㄷ. 공기 덩어리 A는 1km에서 구름이 생성되기 시작하였고, 이때 기온은 20℃이다. 이후 습윤 단열 변화하여 주변 공기와 기온이 같아지는 고도까지 상승할 수 있다. 이 지역에서는 고도 1.5km에서 기온이 20℃이고, A가 고도 1.5km까지 상승한다면 기온이 17.5℃가 된다. 따라서 A는 고도 1.5km까지 상승할 수 없으므로 생성된 구름의 두께는 500m보다 얇다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 지표에서 기온이 30℃인 A의 상승 응결 고도가 1km이므로 지표에서 A의 이슬점은 22℃이다.

15. 편광 현미경으로 관찰한 암석의 특징

A에서는 방향성이 있는 엽리가 나타나며, B에서는 입자의 크기가 비슷한 조립질의 입상 변정질 조직이 나타난다.

[정답맞히기] ㄱ. 개방 니콜에서는 광학적 이방체인 유색 광물의 다색성이 잘 나타나며, 무색 광물의 다색성은 잘 나타나지 않는다. 직교 니콜에서는 광학적 이방체 광물의 간섭색이 유색 광물과 무색 광물에서 모두 잘 나타난다. 따라서 (가)는 개방 니콜이고, (나)는 직교 니콜이다.

ㄴ. A에서는 압력에 수직한 방향으로 광물이 배열되어 있는 엽리가 관찰된다. 따라서 A는 편마암이다.

ㄷ. B는 사암이 변성 작용을 받아 생성된 규암이다. B에서는 광물(주로 석영) 입자가 재결정 작용을 받아 만들어진 입상 변정질 조직이 관찰된다. **정답⑤**

16. 우리은하의 모습

우리은하의 은하 원반을 이루는 나선팔에는 젊은 별들과 성간 물질이 분포하고 있다. 성간 물질은 주로 성간 기체와 성간 티끌로 이루어져 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 중앙을 가로지르는 검은 부분은 성간 티끌에 의한 소광 현상 때문에 어둡게 보이는 것이다. 성간 소광은 전파 영역보다 가시광선 영역에서 잘 나타나므로 (가)는 가시광선 영상, (나)는 21 cm파 영상이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 중성 수소에서 양성자와 전자에 의한 에너지 상태가 낮아질 때 21

cm파가 방출된다. 따라서 중성 수소가 많이 분포하는 곳에서 21 cm파가 강하게 방출된다. 21 cm파 영상에서 은하 원반에 해당하는 부분이 밝게 보이는 것은 우리은하의 나선팔에 중성 수소가 풍부하게 분포하기 때문이다.
ㄷ. 성간 티끌에 의한 소광의 영향은 (가)에서가 (나)에서보다 크게 나타난다.

17. 지균풍과 경도풍

상층 대기에서 등압선이 직선으로 나란할 때는 지균풍, 등압선이 원형이나 곡선일 때는 경도풍이 분다.

[정답맞히기] ㄱ. 500 hPa 등압면이 가장 낮은 지점의 고도가 5520 m, 가장 높은 지점의 고도가 5640 m인 것으로 보아 (나)는 b를 따라 나타낸 고도 변화이다.
ㄴ. 위도선 b를 따라 갈 때 고도가 5580 m인 지점 Q의 주변에서는 500 hPa 등압면의 등고도선 높이가 북서쪽으로 갈수록 낮아진다. 500 hPa 등압면의 고도가 낮은 쪽은 저기압, 높은 쪽은 고기압에 해당하고, 기압 경도력은 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 작용하므로 Q에서 기압 경도력의 방향은 북서쪽이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. P에는 저기압성 경도풍이, R에는 고기압성 경도풍이 불고 있으므로 바람에 작용하는 전향력의 크기는 P에서는 (기압 경도력 - 구심력)과 같고, R에서는 (기압 경도력 + 구심력)과 같다. P와 R에서 기압 경도력의 크기는 같으므로 바람에 작용하는 전향력의 크기는 P에서가 R에서보다 작다.

18. 내행성의 남중 시각 변화

내행성은 지구 공전 궤도 안쪽에서 공전하므로 이각이 일정한 각도 이상 커지지 못한다. 따라서 내행성은 태양 주위에서만 관측되며, 최대 이각 내에서 태양보다 먼저 남중 하거나 나중에 남중한다.

[정답맞히기] ㄱ. A의 남중 시각과 태양의 남중 시각 차이가 약 2시간 이내인 것으로 보아 A는 내행성이다. 내행성의 회합 주기(S)와 공전 주기(P)는 $\frac{1}{S}=\frac{1}{P}-1$(단위: 년)을 만족하므로 공전 주기($P$)는 회합 주기($S$)보다 짧다.
ㄴ. ㉠ 기간에 A는 태양이 남중한 후에 남중하므로 태양의 동쪽에 위치하고, 해가 진 후 서쪽 하늘에서 관측된다.
ㄷ. 내행성이 태양보다 먼저 남중하면서 남중 시각 차이가 최대일 때 서방 최대 이각을 지난다. A는 ㉡ 기간 직후에 서방 최대 이각을 지나므로 ㉡ 기간에는 내합에서 서방 최대 이각 위치로 이동하는 중이다. 따라서 ㉡ 기간에 지구와의 거리는 멀어진다.
정답⑤

19. 지형류

지형류는 해수면의 경사로 인해 발생한 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루면서 흐르는 해류이다.

[정답맞히기] ㄱ. 수압(P)은 물속의 한 점에서 받는 압력의 세기로, $P=\rho gh$(ρ: 해수의 밀도, g: 중력 가속도, h: 해수면으로부터의 깊이)이다. 이 해역에서 해수의 밀도와 중력 가속도는 일정하므로 수압은 해수면으로부터의 깊이에 비례한다. 해수면으로부터의 깊이는 P가 Q의 $\frac{4}{3}$배이므로 수압의 크기도 P가 Q의 $\frac{4}{3}$배이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 이 해역은 지형류 평형 상태에 있으므로 Q에서 지형류의 유속(v)은 $v=\frac{1}{2\Omega sin\phi}\times g\times\frac{\Delta h}{\Delta x}$($\frac{\Delta h}{\Delta x}$: 해수면 경사)$=\frac{1}{10^{-4}/s}\times 10m/s^2\times\frac{1m}{10^6m}=0.1m/s$이다.

ㄷ. 수평 수압 경도력의 크기는 $g\times\frac{\Delta h}{\Delta x}$와 같다. 이 해역에서 해수면의 경사는 일정하므로 P와 Q에서 수평 수압 경도력의 크기는 같다. 한편, 이 해역은 정역학 평형 상태에 있으므로 연직 수압 경도력의 크기는 중력의 크기와 같다. 중력 가속도는 일정하다고 했으므로 연직 수압 경도력의 크기는 P와 Q에서 같다. 따라서 $\frac{\text{연직 수압 경도력의 크기}}{\text{수평 수압 경도력의 크기}}$는 P와 Q에서 같다.

20. 행성의 겉보기 운동

행성이 배경별에 대해 서쪽에서 동쪽으로 움직이는 겉보기 운동을 순행, 동쪽에서 서쪽으로 움직이는 겉보기 운동을 역행이라고 한다. 내행성은 내합 부근을 지날 때, 외행성은 충 부근을 지날 때 역행한다.

[정답맞히기] ㄱ. 천구의 적도가 기울어진 방향으로 보아 해가 진 후 서쪽 하늘에서 A, B, C를 관측하였고, 이 기간 동안 A는 순행, B는 역행하였다. 해가 진 후 서쪽 하늘에서 금성과 화성이 동시에 관측되었으므로 화성은 충 부근에 위치하지 않는다. 따라서 순행하는 A는 화성, 역행하는 B는 금성이다.

ㄴ. 금성(B)은 역행 중이고 해가 진 후에 관측되었으므로 동방 최대 이각에서 내합으로 이동하고 있다. 따라서 관측 기간 동안 B의 이각은 작아지고, B와 태양의 적경 차도 작아진다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. C는 천구의 적도보다 위에 있으므로 적위가 (+)이다. 따라서 지평선 위로 뜰 때 북점과 동점 사이에서 뜨고, 이때 방위각은 0˚ ~ 90˚ 사이이다.