

통합과학 정답 및 해설

1. 에너지 전환과 효율

정답: ④ (ㄱ, ㄷ) | 배점: 2.5점

핵심 개념 및 교육과정

통합과학2: 에너지와 환경 / 에너지 전환과 보존 법칙, 에너지 효율(공급 에너지 = 한 일 + 방출 열에너지)

자료 해석 및 추론

- 에너지 보존 법칙에 따라 (물체에 한 일 L) = (공급한 전기 에너지 E) - (방출한 열에너지 Q)이다.
- 각 전동기의 일(L), (열/일 비 Q/L), 효율($\eta = L/E$) 산출:
 - A: $L = 16 - 12 = 4 \text{ J}$, $Q/L = 12/4 = 3$, $\eta = 1/4$
 - B: $L = 24 - 18 = 6 \text{ J}$, $Q/L = 18/6 = 3$, $\eta = 1/4$
 - C: $L = 12 - 6 = 6 \text{ J}$, $Q/L = 6/6 = 1$, $\eta = 1/2$
 - D: $L = 28 - 14 = 14 \text{ J}$, $Q/L = 14/14 = 1$, $\eta = 1/2$
 - E: $L = 20 - 5 = 15 \text{ J}$, $Q/L = 5/15 = 1/3$, $\eta = 3/4$
 - F: $L = 36 - 9 = 27 \text{ J}$, $Q/L = 9/27 = 1/3$, $\eta = 3/4$
- 후보 소거 및 확정:
 - A의 효율은 $1/4$ 이다. X, Y, Z의 효율이 모두 이보다 크므로 후보는 C, D, E, F이다.
 - $r = Q/L$ 은 C, D에서 1이고 E, F에서 $1/3$ 이다. X와 Y의 r 이 같고 Z의 3배이므로 $\{X, Y\} = \{C, D\}$, $Z \in \{E, F\}$ 이다.
 - 공급 전기 에너지가 $Y > Z$ 이어야 하므로 $Y = D(28 \text{ J})$, $Z = E(20 \text{ J})$ 이다. $Y = C(12 \text{ J})$ 또는 $Z = F(36 \text{ J})$ 이면 이 조건을 만족하지 않는다.
 - 따라서 $X = C$, $Y = D$, $Z = E$ 이다.

선택지 분석

보기	판단	근거
ㄱ	○	$X = C$ 이므로 표의 실험에서 X가 물체에 한 일은 $12 - 6 = 6 \text{ J}$ 이다.
ㄴ	×	$Z = E$ 가 한 일은 15 J 이고 $Y = D$ 가 한 일은 14 J 이므로 차이는 1 J 이다. 공급 에너지의 순서 조건을 놓치고 $Y = C$, $Z = E$ 로 배정하면 $15 - 6 = 9 \text{ J}$ 로 오판한다.
ㄷ	○	Z의 일은 15 J 이고 Y의 효율은 $1/2$ 이므로 필요한 공급 에너지는 30 J 이다. 표에서 Y의 공급 에너지는 28 J 이므로 2 J 늘려야 한다. $Y = C$ 로 잘못 배정하면 증가량은 $30 - 12 = 18 \text{ J}$ 이다.

2. 탄소 이동의 누적

정답: ⑤ (ㄱ, ㄴ, ㄷ) | 배점: 2점

핵심 개념 및 교육과정

통합과학1: 지구시스템 / 물질의 순환과 에너지 흐름(생물권과 기권 사이의 탄소 순환, 광합성과 호흡)

자료 해석 및 추론

- 기체 중 이산화탄소 탄소 질량의 단위 시간당 순변화율 = (호흡 탄소 방출률 3 mg/h) - (광합성 탄소 흡수율)
- 초기($t = 0$) 탄소 질량은 두 장치 모두 30 mg 이다.
 - A의 순변화율(mg/h): $-5, -5, +1, +1$
 $0\text{h}(30) \rightarrow 1\text{h}(25) \rightarrow 2\text{h}(20) \rightarrow 3\text{h}(21) \rightarrow 4\text{h}(22)$
 - B의 순변화율(mg/h): $-1, -5, -5, +3$
 $0\text{h}(30) \rightarrow 1\text{h}(29) \rightarrow 2\text{h}(24) \rightarrow 3\text{h}(19) \rightarrow 4\text{h}(22)$
- 각 구간에서 이동률이 일정하여 질량은 단조롭게 변한다. A는 2시간에서 20 mg , B는 3시간에서 19 mg 으로 최소이다. 그래프의 높이는 광합성 이동률이며 기체에 남은 탄소량 자체가 아니다.

선택지 분석

보기	판단	근거
ㄱ	○	2시간일 때 A는 20 mg , B는 24 mg 으로 A가 작다.
ㄴ	○	광합성에 의한 총 이동량은 각각 20 mg , 호흡에 의한 총 이동량은 각각 12 mg 이다. 4시간일 때 둘 다 $30 - 20 + 12 = 22 \text{ mg}$ 이다.
ㄷ	○	최솟값은 B가 19 mg , A가 20 mg 으로 B가 작다. 4시간 값을 최솟값으로 착각하면 둘 다 22 mg , 호흡을 누락하면 둘 다 10 mg 으로 잘못 판단하게 된다.

통합과학 정답 및 해설

3. 중화의 변화량과 불변량

정답: ② | 배점: 2.5점

핵심 개념 및 교육과정

통합과학2: 변화와 다양성 / 산과 염기, 중화 반응과 열의 방출(이온 수 모형 및 온도 변화)

자료 해석 및 추론

- 실험 I 에서 Cl^- 수와 Na^+ 수의 비가 5 : 3이므로, 임의의 양의 비례상수 k 에 대해 혼합 전 용액에 들어 있는 이온 수는:
 - HCl 20 mL: $\text{H}^+ = 5k$, $\text{Cl}^- = 5k$
 - NaOH 10 mL: $\text{Na}^+ = 3k$, $\text{OH}^- = 3k$
- 실험 I : $\text{H}^+(5k)$ 와 $\text{OH}^-(3k)$ 가 반응하여 물 3k가 생성되고, H^+ 2k가 남으므로 산성이다.
- 실험 II : HCl 20 mL(H^+ 5k, Cl^- 5k)에 단위 부피당 OH^- 수가 I 의 2배인 NaOH 10 mL(Na^+ 6k, OH^- 6k)를 혼합한다.
 - 반응 후 OH^- k가 남으므로 염기성이다.
 - 중화로 생성된 물 분자 수는 H^+ 5k가 모두 반응하므로 5k이다.
- 온도 변화 비: 방출된 중화열 Q 는 생성된 물 분자 수에 비례하므로 $Q_{\text{II}} / Q_{\text{I}} = 5k / 3k = 5/3$ 이다. 두 용액의 부피는 30 mL로 같고 밀도와 비열이 같으므로 열용량이 같다. 따라서 $\Delta T_{\text{II}} / \Delta T_{\text{I}} = 5/3$ 이다.
- 단위 부피당 Cl^- 수 비: Cl^- 는 구경꾼 이온으로 I, II에서 모두 5k이며, 최종 부피도 30 mL로 동일하므로 농도 비는 1이다.

선택지 분석

선택지	판단	근거
①	×	II는 OH^- 가 남아 염기성이므로 산성은 옳지 않다.
②	○	II는 염기성이고, $\Delta T_{\text{II}} / \Delta T_{\text{I}} = 5/3$ 이며, Cl^- 농도 비는 1이므로 세 항목 모두 적절하다.
③	×	NaOH 의 농도가 2배라도 H^+ 가 5k뿐이어서 생성된 물은 2배(6k)가 아닌 5k이므로 온도 비는 2가 아니라 5/3이다.
④	×	Cl^- 수와 혼합액의 부피는 두 실험에서 같으므로 $c_2 / c_1 = 1$ 이다. 2는 단위 부피당 Na^+ 수의 비이며, 이를 Cl^- 의 비와 혼동한 값이다.
⑤	×	액성, 온도 비, Cl^- 농도 비가 모두 옳지 않다.

4. 디지털 신호와 경계

정답: ④ (ㄴ, ㄷ) | 배점: 2.5점

핵심 개념 및 교육과정

통합과학1: 과학의 기본량과 측정 / 아날로그와 디지털 신호 변환, 정보의 부호화 및 제어 시스템

자료 해석 및 추론

- 측정 I 의 신호 및 정보:
 - $t_1 = 18.5^\circ\text{C}$ (00), $t_2 = 19.5^\circ\text{C}$ (00), $t_3 = 21.5^\circ\text{C}$ (01), $t_4 = 23.5^\circ\text{C}$ (10)
 - 신호가 10 또는 11인 시각은 t_4 뿐이므로, ‘연속한 두 시각 모두 10 또는 11’인 경우가 없어 정보가 발생하지 않는다.
- 측정 II 의 δ 범위 추론:
 - t_1 온도는 $18.5 + \delta$ 이므로, 신호가 00이기 위해 $18 \leq 18.5 + \delta < 20 \rightarrow -0.5 \leq \delta < 1.5$
 - t_4 온도는 $23.5 + \delta$ 이므로, 신호가 11이기 위해 $24 \leq 23.5 + \delta < 26 \rightarrow 0.5 \leq \delta < 2.5$
 - 두 조건을 동시에 만족하는 공통 범위는 $0.5 \leq \delta < 1.5$ 이다.
- 측정 II 의 중간 신호 및 정보:
 - $-0.5 \leq \delta < 1.5$ 일 때 t_2 온도는 $20.0 \leq T < 21.0$ 이므로 신호는 반드시 01이다.
 - t_3 온도는 $22.0 \leq T < 23.0$ 이므로 신호는 반드시 10이다.
 - 따라서 II의 네 시각 신호는 순서대로 00, 01, 10, 11로 확정된다.
 - t_3 (10)과 t_4 (11)이 연속하여 10 또는 11에 해당하므로, 뒤 시각인 t_4 에만 정보가 발생한다.

선택지 분석

보기	판단	근거
ㄱ	×	$\delta = 1.5$ 이면 t_1 의 온도가 $18.5 + 1.5 = 20.0^\circ\text{C}$ 가 되어 신호가 00이 아니라 01이 된다. 따라서 δ 는 1.5일 수 없다.
ㄴ	○	측정 I 은 정보가 나지 않고, 측정 II는 t_3 (10)- t_4 (11)에서 t_4 에만 정보가 발생한다.
ㄷ	○	허용 범위 $0.5 \leq \delta < 1.5$ 전체에서 t_2 의 온도는 [20, 21), t_3 의 온도는 [22, 23)에 속한다. 따라서 δ 를 바꾸어도 t_2 의 신호는 01, t_3 의 신호는 10으로 각각 유지된다.