정답 및 해설

과학탐구 영역

물리 Ⅰ 정답

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

화학 Ⅰ 정답

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

생명 과학 Ⅰ 정답

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

지구 과학 Ⅰ 정답

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

물리 Ⅱ 정답

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

화학 Ⅱ 정답

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

생명 과학 Ⅱ 정답

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

지구 과학 Ⅱ 정답

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

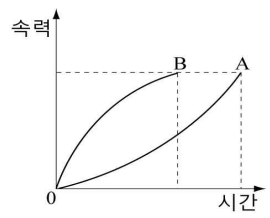
과학탐구 영역

물리 Ⅰ 해설

1. [출제의도] 앙부일구 해석하기
ㄱ, ㄷ. 영침의 그림자가 가리키는 시각은 오전 11시경이다. 태양이 동쪽에서 서쪽으로 이동하므로 영침의 그림자는 서쪽에서 동쪽으로 이동한다.
ㄴ. A, B의 위도가 같으므로 A, B의 계절은 같다. A에서 영침의 그림자가 가장 짧으므로 A, B의 계절은 여름이다.

2. [출제의도] 표준 모형 이해하기
표준 모형에 의하면 물질을 구성하는 기본 입자는 쿼크와 렙톤으로 구분하고 쿼크 사이의 강한 상호 작용을 매개하는 입자는 글루온이다. 전자는 렙톤 중 하나이다.

3. [출제의도] 역학적 에너지 보존 법칙 적용하기
ㄱ. 곡면의 경사가 급할수록 가속도의 크기가 크므로 물체의 속력을 시간에 따라 나타내면 그래프와 같다. 곡면에서 이동한 거리가 같으므로 그래프 아래 면적이 같아지기 위한 시간은 B가 짧다.



ㄴ. 역학적 에너지가 보존되므로 지면에 도달하는 순간 두 물체의 속력은 같다.
ㄷ. 지면에서 물체의 역학적 에너지는 처음 높이에서의 위치에너지와 같다. 따라서 물체 B가 A보다 질량이 2배이므로 역학적 에너지도 2배이다.

4. [출제의도] 뉴턴의 운동 법칙 적용하기
(가)에서 물체의 운동 방정식을 풀면
$(m+m)a=mg$에서 $a=\frac{g}{2}$이다. (나)에서 물체 C의 질량을 m_C라 할 때,
$(m_C-m)g=(m_C+m)\frac{g}{2}$이므로 $m_C=3m$이다.

5. [출제의도] 특수상대성 이론 이해하기
ㄱ. 지표면의 정지 좌표계에서는 시간팽창으로 인해 뮤온의 수명을 고유 수명보다 길게 측정한다.
ㄴ. 뮤온과 함께 움직이는 좌표계에서는 길이수축으로 인해 뮤온 발생지점에서 발견지점까지의 거리를 고유길이보다 짧게 측정한다.
ㄷ. 시간팽창과 길이수축은 특수상대성 이론으로 설명할 수 있다.

6. [출제의도] 케플러 법칙 적용하기
ㄱ. 케플러 제3법칙은 (공전주기)$^2\propto$(공전 궤도 긴반지름)^{3}이므로 공전주기는 A가 B보다 길다.
ㄴ. A와 B는 모두 Q점을 지나고 A는 B보다 궤도가 큰 원운동을 하므로 Q에서 속력은 A가 B보다 크다.
ㄷ. 만유인력은 (물체 사이의 거리)^{2}에 반비례하므로 지구와 인공위성 사이의 거리가 짧을수록 가속도의 크기가 크다.

7. [출제의도] 열역학 제1법칙 적용하기
열역학 제1법칙 $Q=\Delta U+W$에서 단열 팽창은 $Q=0$이므로 $\Delta U=-W$이다. 외부에 일을 했으므로 $W>0$이고, $\Delta U<0$이므로 온도가 낮아진다. 따라서 평균 속력이 감소한다. $PV=nRT$에서 V는 증가하고 T는 감소하므로 P는 감소한다.

8. [출제의도] 전기력에 의한 힘의 평형 적용하기
ㄱ, ㄷ. (가)에서 B는 정지해 있고, (나)에서 A를 B로부터 멀리했을 때 B가 C쪽으로 가까워지므로 A와 B, B와 C사이에는 각각 인력이 작용한다. 따라서 B는 A, C와 다른 종류의 전하를 띤다.
ㄴ. (가)에서 B에 작용하는 전기력의 합이 0이다. B에서 C까지의 거리가 B에서 A까지의 거리의 2배이므로 C에 대전된 전하량은 A에 대전된 전하량의 4배이다.

9. [출제의도] 원형 도선에 의한 자기장 이해하기
ㄱ. 앙페르 법칙에 따라 원형 도선에 흐르는 전류의 방향은 b이다.
ㄴ. P에서 자기장의 방향은 O에서와 반대이다.
ㄷ. 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례한다.

10. [출제의도] 에너지띠 이론 이해하기
ㄱ, ㄴ. 전도띠와 원자가띠가 겹쳐 있는 A가 전기 전도성이 좋은 도체이다.
ㄷ. 에너지띠는 여러 개의 에너지 준위가 연속적으로 분포된다. 따라서 전자의 에너지는 모두 다르다.

11. [출제의도] 전자기 유도 이해하기
ㄱ. 렌츠의 법칙에 의해 금속 고리에는 자기 선속의 변화를 방해하는 a방향으로 전류가 유도된다.
ㄴ. 금속 고리에는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 전류가 흐르므로 고리와 자석 사이에는 척력이 작용한다.
ㄷ. 자석을 더 빠르게 가까이 하면 금속 고리를 통과하는 자속의 변화가 더 커져 유도 전류의 세기는 증가한다.

12. [출제의도] 공명 현상 이해하기
ㄱ, ㄷ. 외부 진동수가 물체의 고유 진동수와 같을 때 공명 현상이 일어난다. 아파트들의 피해 정도가 높이에 따라 다르므로 아파트의 고유진동수는 높이에 따라 다르다.
ㄴ. 진자 b와 e는 길이가 같으므로 고유 진동수가 같다.

13. [출제의도] 정보 저장 매체 이해하기
ㄱ. 하드디스크는 전류에 의한 자기장을 이용하여 정보를 저장하고, 전자기 유도 현상을 이용하여 정보를 재생한다.
ㄴ. DVD에서 반사된 빛을 이용해 정보를 읽는다.
ㄷ. 플래시 메모리는 반도체 소자를 이용한 저장 매체이다.

14. [출제의도] 핵분열 반응식 이해하기
ㄱ. 우라늄의 핵분열 반응식을 완성하면
$^{235}_{92}\mathrm{U}+^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow^{141}_{56}\mathrm{Ba}+^{92}_{36}\mathrm{Kr}+3^{1}_{0}\mathrm{n}+$에너지

이므로 Kr의 질량수는 92이다.
ㄴ. ⓐ는 중성자($^{1}_{0}n$)이다.
ㄷ. 핵분열 후 질량 결손만큼 에너지가 발생한다.

15. [출제의도] 발광 다이오드 이해하기
ㄱ. 발광 다이오드는 n형 반도체에 (−)극이, p형 반도체에 (+)극이 연결되면 불이 켜진다.
ㄴ. 발광 다이오드에서는 n형 반도체의 전자가 p형 반도체로 이동한다.
ㄷ. 교류 전원 장치에 연결하면 불이 켜지고 꺼지는 것을 반복한다.

16. [출제의도] 교류회로에서 R, L, C 역할 이해하기
저항에 흐르는 전류는 진동수와 무관하다. 코일에서는 진동수가 감소하면 저항 효과가 작아져서 전류는 많이 흐른다. 축전기에서는 진동수가 감소하면 저항 효과가 커져 전류가 적게 흐른다.

17. [출제의도] 전자기파 활용 이해하기
ㄱ. 우리 몸에서 온도에 따라 방출되는 전자기파는 적외선이다.
ㄴ. 전자레인지에서는 주로 마이크로파를 사용한다.
ㄷ. 진공에서 전자기파의 속력은 파장에 관계없이 일정하다.

18. [출제의도] 역학적 평형 적용하기
역학적 평형 상태에서 막대에 작용하는 알짜힘은 0이고 돌림힘의 합도 0이다. (돌림힘의 크기)=(팔의 길이)×(힘)이고 막대의 O점에 대한 돌림힘의 합이 0이므로 $4F_{\mathrm{B}}L-(3mgL+4mgL)=0$이다. 따라서 $F_{\mathrm{A}}=\frac{5}{4}mg$ 이다.

19. [출제의도] 전력 수송 이해하기
ㄱ. 가정에서 사용할 수 있는 최대 소비 전력은 공급 전력에서 송전 과정에서의 손실 전력을 뺀 값이다.
ㄴ. 송전 전력 P, 송전선 저항 r, 송전 전압 V, 손실전력을 $P_{손실}$이라고 할 때, $P_{손실}=(\frac{P}{V})^2r$이므로 $P_{손실}\propto\frac{1}{V^2}$이다. 따라서 송전 전압만 높이면 손실 전력은 감소한다.
ㄷ. 주상변압기는 전자기유도 현상을 이용해 전압을 낮춘다.

20. [출제의도] 부력 이해하기
ㄱ. 금속이 정지해 있으므로 알짜힘은 0이다. 따라서 (실이 물체에 작용하는 힘)+(부력)=mg이다.
ㄴ. 금속은 물로부터 위 방향으로 부력을 받는다. 작용 반작용 법칙에 의해 물은 금속으로부터 아래 방향으로 부력과 같은 크기의 힘을 받는다.
ㄷ. 유체가 물체에 작용하는 부력의 반작용만큼 앉은뱅이저울의 눈금은 증가한다. (부력의 크기)=$\rho gV=\rho gA(h-h_0)$이므로 저울의 눈금은 $w_0+\rho gA(h-h_0)$이다.

화학 Ⅰ 해설

1. [출제의도] 인류 문명과 관련된 화학 반응 이해하기
인류는 화석 연료가 연소될 때 생기는 열을 이용하여 문명을 발전시켰고, 불을 이용하여 광석으로부터 철을 제련하였다. 화석 연료 A의 연소 생성물에 물이 있는 것으로 A에 수소(H)가 포함되어 있음을 알 수 있다. 화석 연료의 연소 반응과 철의 제련 과정에서 발생하는 이산화 탄소는 지구 온난화의 원인이 된다.

2. [출제의도] 탄소 동소체의 구조와 성질 이해하기
다이아몬드와 동소체인 탄소 나노 튜브는 탄소 원자 1개당 3개의 탄소 원자들이 공유 결합을 형성하여 정육각형 모양으로 연결된 원통 모양을 하고 있다. 이 물질에서는 공유 결합에 참여하지 않은 원자가 전자 1개가 자유 전자와 같은 역할을 하므로 전기 전도성을 가지게 된다.

3. [출제의도] 물질의 입자 개념 이해하기
(가)의 X_2와 Y_2는 모두 원소이다. 부피가 같은 (가)와 (나)에 X와 Y의 원자가 각각 같은 수로 들어 있어 질량이 같으므로 밀도가 같다. 분자 수 비는 몰수 비와 같으므로 (가)와 (나)의 몰수 비는 3 : 2이다.

4. [출제의도] 다전자 원자의 전자 배치에 대한 자료 해석하기
A～D의 전자 배치는 바닥상태이다. A의 원자가 전자 수는 5개이고, C의 원자가 전자 수는 1개이다. B와 D는 안정한 이온이 될 때, 각각 -1가 음이온, +2가 양이온이 되므로 화합물의 화학식은 DB_2이다.

5. [출제의도] 원자 반지름과 이온 반지름에 대한 자료 분석하기
$\frac{이온\ 반지름}{원자\ 반지름}$이 1보다 작으면 금속 원소, 1보다 크면 비금속 원소이다. A의 안정한 이온의 전자 배치는 네온과 같고, B와 C는 아르곤과 같다. 같은 주기에서 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크므로 A < B이다.

6. [출제의도] 화학 반응에서의 양적 관계 탐구 설계하기
$CaCO_3(s)$과 $HCl(aq)$의 화학 반응식은 다음과 같다.
$CaCO_3(s)+2HCl(aq)\rightarrow CaCl_2(aq)+H_2O(l)+CO_2(g)$
$CaCO_3$의 질량이 3.00 g~4.00 g에서 HCl이 한계 반응물이 되어 CO_2의 생성량은 더 증가하지 않으므로 $CaCO_3$ 5.00 g에서 x는 1.44이다. 생성된 기체의 질량은 반응 전 $CaCO_3$의 질량(w_1)과 반응 전 삼각 플라스크의 질량(w_2)을 더한 값에서 반응 후 삼각 플라스크의 질량(w_3)을 뺀 값으로 구할 수 있다($w_1+w_2-w_3$). 반응한 $CaCO_3$과 생성된 CO_2의 몰수 비는 $\frac{1\,g}{100\,g/몰}:\frac{0.44\,g}{44\,g/몰}$이므로 1 : 1이다.

7. [출제의도] 원소 분석에 대한 자료 분석하기
(가)의 성분 원소 질량비는 C : H = 4 : 1이므로 원자 수 비가 1 : 3이고 실험식은 CH_3이다. (나)의 성분 원소 질량비는 C : H = 9 : 1이므로 원자 수 비가 3 : 4이고 실험식은 C_3H_4이다. (가)와 (나)에서 탄소의 질량 백분율이 8 : 9이므로 물질 1 g에 들어 있는 탄소 원자의 질량비도 8 : 9이다. 완전 연소되면 탄화 수소(C_mH_n) 1몰 당 CO_2와 H_2O이 $m:\frac{n}{2}$의 비율로 생성되므로 실험식이 C_3H_4인 (나)가 완전 연소되면 생성물의 몰수 비 $CO_2:H_2O$ = 3 : 2이다.

8. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 적용하기
$C_6H_{12}O_6$(포도당) + $6O_2$ → $6CO_2$ + $6H_2O$
화학 반응식에서 $(a+b)$의 값은 12이다. 720 g의 포도당의 몰수는 $\frac{720\,g}{180\,g/몰}=4$몰이다. 포도당 1몰은 6몰의 CO_2를 생성하므로 4몰의 포도당은 24몰의 CO_2를 생성하고, 이는 1056 g이다. 포도당의 분자식은 실험식 CH_2O의 6배이며, 분자량은 실험식량의 6배이므로 실험식량은 30이다. 포도당에서 탄소의 산화수는 -1, 0, +1의 3가지이며, 이산화 탄소에서 탄소의 산화수는 +4이므로 산화수는 증가한다.

9. [출제의도] 이온 결합 물질의 용융액과 수용액의 성질 비교하기
NaCl의 용융액과 수용액에는 모두 Na^+, Cl^-이 존재한다. NaCl 용융액을 전기 분해하면 (+)극에서는 Cl_2가 생성되고, (−)극에서는 금속 Na이 생성된다. 용융액 또는 수용액이 되는 과정에서 NaCl을 구성하는 입자들의 배열이 바뀌고 전자는 이동하지 않는다.

10. [출제의도] 산화 환원 반응 이해하기
(가)에서 모든 원소의 산화수 변화는 없다. (나)에서 NO는 공기 중의 O_2와 반응하여 NO_2를 생성하며, NO와 NO_2에서 N의 산화수는 각각 +2, +4이므로 산화수는 증가한다. (다)에서 H_2O은 산화수가 변하지 않으므로 산화 환원 반응에 참여하지 않는다. NO, NO_2, HNO_3에서 N의 산화수는 각각 +2, +4, +5이다.

11. [출제의도] 탄소 화합물의 구조 이해하기
(가)는 에타인(C_2H_2), (나)는 벤젠(C_6H_6), (다)는 에텐(C_2H_4)으로 불포화 탄화 수소이고, (라)는 사이클로헥세인(C_6H_{12})으로 포화 탄화 수소이다. 결합각(∠HCC)은 (가)는 180°, (나)는 120°, (다)는 약 120°, (라)는 109.5°이다. 벤젠은 공명 구조로 단일 결합과 이중 결합의 중간적인 결합을 하고 있다. 탄소 원자 간 결합 길이는 삼중 결합 < 이중 결합 < 벤젠 < 단일 결합의 순이다.

12. [출제의도] 공유 결합과 루이스 산 염기 개념 이해하기
BF_3는 중심 원자의 결합각이 120°인 평면 삼각형으로 분자 내 모든 원자가 같은 평면에 존재한다. (가)는 NH_3로 중심 원자의 결합각이 107°인 삼각뿔형 구조이며, BF_3와 결합할 때 비공유 전자쌍을 제공하므로 루이스 염기이다. BF_3NH_3은 입체 구조이다.

13. [출제의도] 전자쌍 반발 이론으로 분자 구조 예측하기
BD_2는 CO_2로 탄소 원자와 산소 원자 사이에 2개의 이중 결합이 있으므로 결합각이 180°인 (가)의 배열을 한다. CE_3는 NF_3로 중심 원자 N에 공유 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개가 존재하여 (다)의 배열을 하고, 비대칭 구조이므로 쌍극자 모멘트의 합은 0이 아니다. A_2D는 H_2O이고, DE_2는 OF_2이다. O의 산화수는 H_2O에서 −2, OF_2에서는 +2이다.

14. [출제의도] 금속의 반응성으로 산화 환원 반응 이해하기
실험Ⅰ에서 수소 기체 발생량을 비교하면 금속의 반응성은 A > C > B이다. 실험Ⅱ에서 C^{2+} 수용액에 금속 A를 넣은 비커에서는 A가 환원제로 작용하여 C^{2+}이 환원되는 반응이 일어나지만, 금속 B를 넣은 비커에서는 반응이 일어나지 않는다. 반응 후 금속 A가 담겨있던 비커의 질량이 증가한 것은 녹아 들어간 A^{2+}의 질량이 석출된 C^{2+}의 질량보다 크기 때문이므로 원자량은 A>C이다. 금속 C에 반응성이 더 작은 금속 B를 도선으로 연결하면 C의 부식이 촉진된다.

15. [출제의도] 중화 반응을 모형으로 이해하기
중화 반응에서 혼합 용액의 온도가 최대가 되는 지점인 b가 중화점이다. 중화점 b에서는 구경꾼 이온만 존재하므로 ○는 염기의 양이온이고, ●는 산의 음이온이다. 수용액의 전하량의 총합은 0이 되므로 ○는 +1가, ●는 -2가 이온이다.

구분	산 10mL	염기 10 mL	b
H^+ (□)	4N	0	0
산의 음이온 (●)	2N	0	2N
염기 양이온 (○)	0	4N	4N
OH^- (■)	0	4N	0

염기 5 mL를 첨가한 a에서 ○와 ■가 2N개씩 첨가되므로, 중화 반응 후 남은 이온의 개수 비는 □ : ● : ○ = 2N : 2N : 2N이 된다.

16. [출제의도] 수소의 전자 전이와 선 스펙트럼 자료 분석하기

가시광선 영역의 선 스펙트럼에서 ㉠은 두 번째로 긴 파장이므로 4→2의 전자 전이에 해당한다. a와 d의 에너지의 합은 c와 같으나, 파장은 에너지에 반비례하므로 a와 d의 파장의 역수의 합이 c의 파장의 역수와 같다.

방출하는 에너지가 가장 큰 것은 c이고

$$\triangle E \propto -(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{1^2})=\frac{8}{9}$$

흡수하는 에너지가 가장 큰 것은 b이므로

$$\triangle E \propto -(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}) = -\frac{5}{36}$$

b와 c의 $\triangle E$ 크기 비는 $\left|\frac{8}{9}\right| : \left|-\frac{5}{36}\right| = 32:5$이다.

17. [출제의도] 원소의 순차적 이온화 에너지 자료 분석하기

B와 D는 E_2에서 에너지가 급격하게 증가하므로 1족 원소이고 A와 C는 E_3에서 에너지가 급격하게 증가하므로 2족 원소이다. D의 순차적 이온화 에너지는 B보다 크므로 D는 3주기, B는 4주기 원소이다. C의 순차적 이온화 에너지는 A보다 크므로 C는 3주기, A는 4주기 원소이다. 따라서 A는 Ca, B는 K, C는 Mg, D는 Na이다. C 이온(Mg^{2+})과 D 이온(Na^+)의 전자 수는 같고 유효 핵전하는 C 이온이 더 크므로 안정한 이온의 반지름은 D>C이다.

18. [출제의도] 원소의 주기적 성질 이해하기

바닥상태의 전자 배치에서 홀전자 수는 질소(N)가 3개, 산소(O)와 황(S)은 2개, 플루오린(F)과 염소(Cl)는 1개이다. $b=e=2$의 조건을 만족시키는 경우는 없으므로 $b=e=1$이다. $a-c=1$이므로 $a=3$, $c=2$이고, $d-b=1$이므로 $d=2$이다. 따라서 $(b+d+e)$는 4이다. A는 질소이고, B와 E는 플루오린 또는 염소, C와 D는 산소 또는 황이다. 원자 반지름이 B>E이므로 B는 염소, E는 플루오린이다. 원자 반지름이 C>D이므로 C는 황, D는 산소이다. 전기 음성도는 F>Cl이고, 이온화 에너지는 N>O>S이다.

19. [출제의도] 생명 속의 화합물로 산 염기 개념 이해하기

산성 용액에서 아미노산의 $-NH_2$는 H^+을 받아서 $-NH_3^+$가 된다. ㉠의 $-COO^-$와 ㉣의 $-NH_2$는 H^+을 받을 수 있는 브뢴스테드-로우리 염기이다. ㉢의 중심 원자인 P은 5개의 전자쌍을 가지므로 $3d$ 오비탈에 전자가 채워지는 확장된 옥텟 규칙으로 결합 구조를 설명할 수 있다.

20. [출제의도] 산 염기 중화 반응 적용하기

$H_2A(aq)$과 $B(OH)_2(aq)$의 반응에서 앙금은 생성되지 않으므로 구경꾼 이온인 A^{2-}는 개수가 변하지 않는다.

$B(OH)_2(aq)$ 20 mL를 첨가한 혼합 용액 (가)가 산성이므로 H^+, A^{2-}, B^{2+} 3가지 이온이 존재하고, 이온 수의 비율을 만족하기 위해서는 단위 부피당 이온 수는 $H_2A(aq)$이 $B(OH)_2(aq)$의 2배가 되어야 한다.

혼합 용액 (가)		H^+	A^{2-}	B^{2+}	OH^-
이온 수	반응 전	4N	2N	N	2N
	반응	2N	–	–	2N
	반응 후	2N	2N	N	0
이온 수의 비율(%)		40	40	20	0

혼합 용액 (나)가 염기성이므로 OH^-, A^{2-}, B^{2+} 3가지 이온이 존재하고, 이온 수의 비율을 만족하기 위해서는 $B(OH)_2$가 3N개 첨가되어야 하므로 x=60이다.

혼합 용액 (나)		H^+	A^{2-}	B^{2+}	OH^-
$B(OH)_2(aq)$ 첨가		0	0	3N	6N
이온 수	반응 전	2N	2N	N	0
	반응	2N	–	–	2N
	반응 후	0	2N	4N	4N
이온 수의 비율(%)		0	20	40	40

혼합 용액 (가)의 양이온 수는 3N이고, 혼합 용액 (나)의 양이온 수는 4N이므로 (가) : (나) = 3 : 4 이다.

생명 과학 Ⅰ 해설

1. [출제의도] 생명 현상의 특성 이해하기

알(수정란)이 여러 단계를 거쳐 완전한 개체로 변하는 과정은 생명 현상의 특성 중 발생에 해당한다.

2. [출제의도] 생물체의 구성 체제 이해하기

(가)는 근육 조직, (나)는 상피 조직, (다)는 신경 조직이다. 위의 근육 조직은 민무늬근으로 내장근에 해당한다. 자율 신경은 교감 신경과 부교감 신경으로 구성되며 각종 내장 기관에 분포되어 있다.

3. [출제의도] 감수 분열 과정 이해하기

(나)는 핵상이 n인 세포의 염색 분체가 분리되는 모습이므로 감수 2분열 후기에 해당하며 감수 2분열은 Ⅲ시기에 있다. Ⅰ시기의 핵상은 $2n$, Ⅲ시기의 핵상은 n이다. 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 형성되며, 감수 1분열 전기는 Ⅱ시기에 있다.

4. [출제의도] 병원체 이해하기

(가)는 비감염성 질병인 당뇨병, (나)는 세균의 감염에 의한 결핵, (다)는 바이러스 감염에 의한 독감이다. 결핵균에 감염되면 백혈구의 식균 작용 등과 같은 비특이적 방어 작용이 일어난다. 바이러스는 유전 물질을 가지고 있지만 스스로 분열하여 증식할 수 없다.

5. [출제의도] 생명 과학의 탐구 방법 이해하기

실험 Ⅰ은 세균을 감염시키지 않았으므로 대조군이다. 냉해 발생 여부는 실험 결과이기 때문에 종속 변인이다. 세균 X에 의한 냉해 발생이 세균 Y에 의해 억제됨을 알아보기 위해서는 실험 Ⅱ와 Ⅳ를 비교하여야 한다.

6. [출제의도] ABO식 혈액형 이해하기

오빠가 유전자형이 AO인 여자와 결혼하여 아이가 태어날 때 이 아이가 A형일 확률이 $\frac{3}{4}$이므로 오빠의 혈액형은 A형이며 혈액형의 유전자형은 AO이다(AO×AO→AA, AO, AO, OO). 아버지는 오빠와 혈액형이 같으므로 A형이고, 어머니는 항B 혈청(응집소 β)에만 응집하였으므로 B형이다. 영희의 혈장에는 응집소 α와 β가 모두 있으므로 O형이다. O형인 영희가 태어났으므로 아버지와 어머니의 유전자형은 각각 AO, BO이다. 영희(OO)가 AB형인 남자와 결혼하여 A형인 아이가 태어날 확률은 50 %이다(OO×AB→AO, BO).

7. [출제의도] 흥분의 전도와 전달 이해하기

물질 X를 처리했을 때 ㉠에 역치 이상의 자극을 주면 ㉢에서 탈분극이 일어나지 않으므로 X를 처리한 뉴런은 (나)이다. X를 처리했을 때 ㉡과 ㉢에서 휴지 전위(−70 mV)가 형성된다. 휴지 전위의 형성에 ATP를 소모하는 Na^+-K^+ 펌프가 관여한다.

8. [출제의도] 세포의 생명 활동과 에너지 이해하기

생명 활동에는 (가)에서 방출되는 에너지가 이용된다. 미토콘드리아에서 이용되는 기체 A는 산소이다. ㉠(ADP)에는 2개의 인산기가, ㉡(ATP)에는 3개의 인산기가 있으므로 고에너지 인산 결합의 수는 ㉠보다 ㉡이 많다.

9. [출제의도] 기관계의 통합적 작용 이해하기

(가)는 배설계, (나)는 호흡계, (다)는 소화계, (라)는 순환계이다. 세포 호흡의 결과 생성된 CO_2와 H_2O은 일부가 폐를 통해 체외로 배출된다. 세포 호흡에 필요한 포도당은 소화계에서 흡수되어 순환계를 통해 조직 세포로 이동한다.

10. [출제의도] 신경계 이해하기

A는 운동 뉴런, B는 교감 신경의 신경절 이후 뉴런, C는 감각 뉴런이다. 자율 신경은 운동 뉴런으로만 구성되어 있다. (가)는 척수 반사이므로 중추는 척수이다. 교감 신경의 신경절 이후 뉴런 말단에서는 아드레날린(노르에피네프린)이 분비된다. 교감 신경이 흥분하면 소화액 분비가 억제된다.

11. [출제의도] 골격근의 구조 이해하기

액틴 필라멘트와 겹치지 않고 마이오신으로만 이루어진 부분은 H대이므로 ⓐ는 0.7 ㎛이다. 근육이 수축하거나 이완해도 A대의 길이는 변하지 않으므로 ⓑ는 1.3 ㎛이다. X의 길이가 짧아질 때 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가므로 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹쳐진 부분의 길이는 길어지며 H대의 길이는 짧아진다. H대의 길이가 더 긴 (가)가 (나)보다 이완된 상태이므로 X의 길이는 (나)에서보다 (가)에서 길다.

12. [출제의도] 체온 조절 과정 이해하기

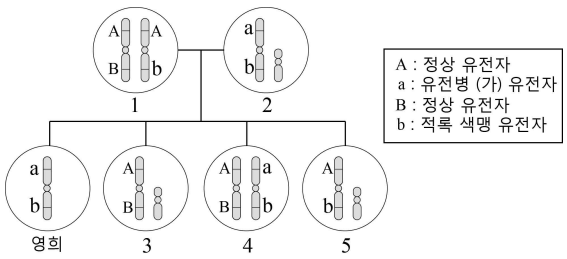
입모근은 자율 신경인 교감 신경에 의해 수축된다. 시상하부에 설정된 온도는 구간 Ⅰ에서 체온과 같고 Ⅱ에서 체온보다 높으므로, Ⅱ에서 B 과정이 활발하게 일어나 열 발생량이 증가한다. Ⅲ에서 시상하부에 설정된 온도가 체온보다 낮으므로 열 발산을 위해 피부 모세 혈관을 흐르는 혈액량은 Ⅱ에서보다 많다.

13. [출제의도] 질소 순환 과정 이해하기

(가)는 뿌리혹박테리아와 같은 생물체에 의해 대기 중 질소가 고정되는 과정이다. (나)는 질화 세균에 의해 일어나는 질화 작용이고, (다)는 탈질소 세균에 의한 탈질소 작용이다.

14. [출제의도] 반성 유전과 염색체 돌연변이 이해하기

유전병 (가)인 여성의 아들은 반드시 유전병 (가)이므로 (가)는 적록 색맹과 같이 정상에 대해 열성이고 반성 유전된다. 유전자 (가)는 대립 유전자 A와 a에 의해 결정되고, 적록 색맹은 대립 유전자 B와 b에 의해 결정된다면 영희 가족에서 각 유전자의 위치는 그림과 같다.



터너 증후군인 영희는 2로부터 물려받은 X 염색체(X^{ab}) 1개만 가지므로 1의 감수 분열 과정에서 염색체 비분리가 일어나 X 염색체가 없는 난자(㉠)가 만들어져 X 염색체(X^{ab})를 갖는 정자와 수정되어 태어난 것이다. 4($X^{AB}X^{ab}$)와 유전병 (가)이고 적록 색맹인 남자($X^{ab}Y$) 사이에서는 $X^{AB}X^{ab}$, $X^{AB}Y$, $X^{ab}X^{ab}$, $X^{ab}Y$인 자녀가 태어날 수 있으므로 유전병 (가)이고 적록 색맹인 아들($X^{ab}Y$)이 태어날 확률은 25 %이다.

15. [출제의도] 독립 유전과 연관 유전 이해하기
(가)에서 유전자 A와 B가 연관되어 있고 (가)의 자가 수분 결과 얻은 자손의 표현형은 4가지이므로 유전자 D와 A(또는 B)는 독립적으로 행동한다. 따라서 (가)에서 생성될 수 있는 생식 세포의 유전자형은 ABD, ABd, abD, abd 4가지이다. (가)와 (나)를 교배시켜 얻은 자손의 표현형은 6가지이므로 (나)에서 유전자 A와 b는 연관되어 있다. (나)에서 유전자형이 abd인 생식 세포가 생성되지 않으므로 (가)와 (나)의 교배에서 유전자형이 aabbdd인 자손은 나오지 않는다.

16. [출제의도] 인체의 방어 작용 이해하기
항원 X가 처음 침입하고 일정 시간이 경과한 후 생성된 ㉡은 X에 대한 항체이고, ㉠은 면역 단백질 Y이다.(나) 반응은 항원 X와 항체 간의 반응이므로 구간 Ⅱ에서 일어난다. 구간 Ⅱ에서는 처음 침입한 항원 X에 대해 1차 면역 반응이 일어난다.

17. [출제의도] 염색체와 유전자 이해하기
㉠과 ㉡은 상동 염색체이므로 부모로부터 각각 하나씩 물려받은 것이다. 형질 (가)에 대한 유전자가 X 염색체에 있으므로 (가)는 반성 유전된다. 유전자 A와 A^*은 형질 (가)를, B는 형질 (나)를 결정하므로 남자에서 A^*의 대립 유전자는 없다.

18. [출제의도] 개체군의 생장 곡선 이해하기
개체군의 생장 속도가 t_1보다 t_2에서 작기 때문에 환경 저항은 t_1보다 t_2에서 크다. t_1 ~ t_2에서 개체 수가 증가하고 있으므로 출생률은 사망률보다 크다. t_3에서 환경 저항이 있으므로 개체 간 경쟁이 일어난다.

19. [출제의도] 복대립 유전과 염색체 구조 이상 돌연변이 이해하기
털색 유전은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되므로 단일 인자 유전이다. (가) ~ (마)의 체세포 1개당 염색체 수는 같고 (라)의 유전자형이 GGB이므로, (라)가 태어날 때 (나)의 생식 세포 형성 과정에서 염색체 구조 이상 돌연변이인 중복이 일어났다. (가)의 털색 유전자형은 RB, (다)는 RG 또는 RB이므로 ㉠(1) + ㉡(1) = 2이다.

20. [출제의도] 생물 다양성 이해하기
개체군은 한 지역에 살고 있는 동일한 종의 집합체이다. 유전적 다양성은 같은 종이라도 유전적 구성의 차이로 인해 다양한 형질이 나타나는 것이다.

지구 과학 Ⅰ 해설

1. [출제의도] 기권과 지권의 층상 구조 이해하기
열권(D)은 공기의 밀도가 작아 기온의 일교차가 가장 크다. 밀도는 지구 내부로 들어갈수록 증가하므로 내핵(H)이 가장 크다. 대류 현상이 나타나는 층은 대류권(A), 중간권(C), 맨틀(F), 외핵(G)이다.

2. [출제의도] 대기 오염 물질과 피해 이해하기
황 산화물과 질소 산화물은 대기 중의 수분과 반응하면 황산, 질산을 생성하므로 산성비에 의한 피해가 증가했을 것이다. 오존은 1차 오염 물질인 질소 산화물이 광화학 반응을 통해 생성된 2차 오염 물질이므로 지표 부근의 오존 농도는 높아질 것이다. 자료에서 중국의 영향을 받은 후 이산화황에 의한 대기 오염 피해는 동해안 지역보다 서해안 지역의 피해가 더 컸다.

3. [출제의도] 에너지 자원 이해하기
총 에너지 소비량이 증가하는 추세이며, 그 중 화석 연료(석탄, 석유, 천연 가스)의 구성비도 증가하는 경향을 보인다. 친환경 에너지는 화석 연료보다 에너지 효율은 낮지만 자원 고갈을 대비하고 이산화 탄소의 배출을 줄이기 위해 활용이 증가하고 있다.

4. [출제의도] 사면의 경사각과 안정도 이해하기
안식각의 크기는 (나) > (가) > (다) 순이다. 적당한 양의 물이 포함되면 물에 의한 인력으로 안식각이 커진다. (다)의 예로는 집중 호우에 의한 산사태가 있다. 포행은 토양 속에 있는 물이 얼 때는 팽창하고, 녹을 때는 다시 수축하면서 서서히 아래쪽으로 이동하는 현상이므로 매우 느린 사태의 예이다.

5. [출제의도] 탄소의 순환 이해하기
Ⅰ은 지권 → 기권, Ⅱ는 기권 → 수권, Ⅲ은 수권 → 지권이므로 지구계 구성 요소 중 A는 기권, B는 지권, C는 수권이다.

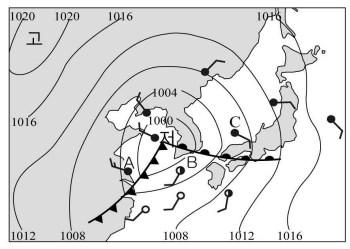
6. [출제의도] 북한산 화강암의 기원과 암석 이해하기
북한산 화강암은 중생대에 선캄브리아 시대 기반암을 관입한 마그마가 천천히 냉각되어 굳어진 심성암이다. 그 후 화강암은 선캄브리아 시대 기반암의 풍화와 침식으로 융기하여 현재와 같이 지표에 노출되었다. 그 과정에서 압력 감소로 형성된 판상 절리가 관찰된다.

7. [출제의도] 우리나라 지질 명소 이해하기
대이작도 혼성암에서 관찰되는 줄무늬 구조는 선캄브리아 시대의 변성암과 변성암이 부분적으로 녹아 굳어진 화강암이 섞여 만들어진 것이다. 고생대 지층으로 이루어진 태백 구문소 지역은 연흔이 발견되므로 지층이 형성될 당시 환경은 얕은 물 속이었다.

8. [출제의도] 판의 경계 이해하기
대서양 가장자리는 판의 경계가 아니므로 판의 경계인 중앙부(해령)보다 화산과 지진 활동이 활발하지 않다. 밀도가 큰 태평양 판이 상대적으로 밀도가 작은 유라시아 판 아래로 섭입하여 해구가 발달한다. 판의 이동 속도가 가장 빠른 지점(17.1cm/년)은 동태평양 해령에 있으며 이곳은 맨틀 대류의 상승부이다.

9. [출제의도] 태풍 이해하기
B는 태풍의 눈으로 바람이 약하고, 태풍 진행 방향의 오른쪽인 C는 위험 반원으로 왼쪽인 A보다 풍속이 빠르다. 같은 높이에서 기온은 태풍의 중심으로 갈수록 높아진다. B지점의 상공에서는 하강 기류에 의한 공기의 단열 압축으로 주변보다 기온이 높다.

10. [출제의도] 온대 저기압과 기상 요소 이해하기
풍향과 등압선을 고려할 때 A지역은 한랭 전선 후면이다. B지역은 온난 전선과 한랭 전선 사이에 위치하므로 기온이 높고 남서풍이 분다. 등압선 간격이 좁은 A지역(7m/s)이 C지역(5m/s)보다 풍속이 빠르다. (나)는 적운형 구름으로 한랭 전선 후면인 A지역에서 주로 관측된다.



11. [출제의도] 지구 온난화 이해하기
자료에서 북반구 고위도의 기온 변화량(4 ~ 10℃)은 적도(0 ~ 2℃)에 비해 크다. 기온 상승으로 육수의 대부분을 차지하는 빙하 면적이 감소하므로 수권에서 육수가 차지하는 비율은 감소할 것이며, 북극해 주변의 지표 반사율도 감소할 것이다.

12. [출제의도] 뇌우의 발달 과정 이해하기
(가)는 소멸 단계, (나)는 적운 단계, (다)는 성숙 단계이므로 뇌우의 발달 순서는 (나) → (다) → (가) 순이다. 뇌우는 국지적으로 가열된 공기가 활발하게 상승하거나, 한랭 전선에서 찬 공기 위로 따뜻한 공기가 빠르게 상승할 때 발생한다. 천둥, 번개는 뇌우의 성숙 단계인 (다)에서 가장 잘 발생한다.

13. [출제의도] 화학적 풍화 작용 이해하기
물이나 공기(이산화 탄소, 산소)의 작용에 의해 암석을 구성하는 광물의 성분이 변하거나 용해되어 암석이 풍화되는 현상을 화학적 풍화 작용이라고 한다. 화학적 풍화 작용이 우세한 지역은 연평균 기온이 높고 강수량이 많은 적도 주변 지역이다. 고령토는 대기 중의 이산화 탄소가 용해된 물이 정장석과 반응하여 만들어진다.

14. [출제의도] 고기후 연구 방법 이해하기
기온이 높아질수록 대기 중 수증기 내 산소 동위 원소비($^{18}O/^{16}O$)가 증가하므로 과거 대기 성분을 포함하고 있는 빙하 코어 속 물 분자의 산소 동위 원소비는 기온이 높을수록 커진다. 나무는 온난할 때가 한랭할 때보다 성장률이 크기 때문에 나무의 나이테를 통해 기후를 추정할 수 있다. 온난한 시기는 증발과 석회 조류의 생장이 활발하므로 증발암과 석회암이 잘 형성된다.

15. [출제의도] 오존량과 자외선 관계 이해하기
북반구는 3월, 남반구는 10월에 평균 오존량이 가장 높고, 북반구와 남반구의 계절은 반대이므로 두 시기 모두 봄철에 해당한다. 태양의 남중 고도가 가장 높은 시기는 6월(하지), 자외선 지수가 가장 높은 시기는 8월에 나타난다. 우리나라(서울 37.5°N)에서 오존량이 가장 많은 시기는 봄철이며 지표에 도달하는 자외선의 양이 가장 적은 시기는 겨울철이다.

16. [출제의도] 북반구에서 별의 일주 운동 이해하기
천체의 일주권과 지평면은 (90° − 위도)의 각을 이룬다. (90° − 위도)의 값은 (가) < (나)이므로, 위도는 (가) > (나)이다. 북반구의 남쪽 하늘이므로 일주 운동 방향은 B이다. 별 S는 천구의 적

도 위쪽에 있으므로 적위는 (+)값을 갖는다.

17. [출제의도] 적도 좌표계 이해하기
출몰성의 적위 범위는 +(90° − 위도) ~ −(90° − 위도)이므로, 37.5°N에서 출몰성의 적위 범위는 +52.5° ~ −52.5°이다. 따라서 적위가 -40°인 별 D는 출몰성에 해당한다. 별 B는 별 A보다 적경이 4h 크므로 4시간 늦게 남중한다. 춘분날 태양의 적경이 0h이므로 춘분날 밤 11시경에 남중하는 별은 적경이 11h인 C이다.

18. [출제의도] 천체 망원경을 이용한 관측 방법 이해하기
(가)는 자외선 망원경, (나)는 적외선 망원경으로 관측한 것이므로 (가)는 (나)보다 짧은 파장을 이용한 것이다. 가시광선과 전파는 지표면에 도달하지만 자외선과 적외선은 대부분 대기에 흡수되므로 도달하지 못한다. 따라서 (가)와 (나)망원경은 주로 우주에 설치한다. 분해능은 파장(λ)/구경(D)에 비례하므로 동일 구경이라면 파장이 짧은 자외선 망원경의 분해능이 좋다.

19. [출제의도] 달의 운동 이해하기
㉠별과 초승달은 태양의 동쪽에 위치하며 초저녁 서쪽 하늘에서 관찰할 수 있다. 달은 하루에 약 13° 씩 서→동으로 지구 주위를 공전한다. 매일 약 50분씩 늦게 뜨고 지므로 다음 날 같은 시각에 서쪽 하늘에서 달의 고도는 더 높다.

20. [출제의도] 혜성의 특징 이해하기
얼음과 먼지로 구성된 혜성은 태양에 가까울수록 태양풍에 의해 태양 반대편으로 꼬리가 길게 생기며 시간이 지날수록 질량이 감소한다. 해뜨기 직전 동쪽 하늘에서 관측한 이 혜성은 1일에 지표면에 가장 가깝고 16일에 가장 멀기 때문에 혜성과 태양의 이각은 16일에 가장 크다. 혜성 고리의 길이가 더 긴 1일이 11일보다 근일점에 가까우므로 혜성의 공전 속도는 케플러 제2 법칙(면적 속도 일정의 법칙)에 의해 1일이 11일보다 더 빠르다.

물리 II 해설

1. [출제의도] 변위와 속도의 개념 이해하기
바퀴 위의 P점은 회전하며 진행하기 때문에 이동거리가 변위의 크기보다 크고 평균 속력이 평균 속도의 크기보다 크다. P점의 운동 방향이 변하므로 가속도운동이다.

2. [출제의도] 포물선 운동 분석하기
1초 동안 속도의 변화량은 2 m/s이므로 가속도의 크기는 2 m/s^{2}이다. 속도의 x방향의 크기는 일정하고 $+y$방향의 크기가 증가하므로 가속도의 방향은 $+y$방향이다.

3. [출제의도] 이상기체의 상태 이해하기
이상기체 상태방정식 $PV=nRT$에서 온도가 같으면 $PV=$일정하므로 압력은 부피에 반비례한다. $\frac{1}{2}m\overline{v^2}=\frac{3}{2}kT$에서 기체의 온도가 같으면 평균 속력이 같고, 내부 에너지($U=\frac{3}{2}nRT$)는 같다.

4. [출제의도] 경사면에서 단진동 이해하기
경사면의 경사각이 ϕ일 때 단진자의 주기는 $2\pi\sqrt{\frac{l}{g\sin\phi}}$ 이므로 ϕ가 작아질 때 주기는 길어진다. ϕ가 작아지면 O에서 줄에 작용하는 장력의 크기($mg\sin\phi$+구심력의 크기)는 작아지고 단진자의 주기는 질량과 무관하다.

5. [출제의도] 운동량 보존법칙 적용하기
충돌 전후 운동량이 보존되므로, 충돌 후 B의 속도를 v라 하고 성분에 따라 운동량을 계산하면
x성분: $4=3+v_x$, y성분: $0=\sqrt{3}+v_y$
$v_x=1$ m/s, $v_y=-\sqrt{3}$ m/s이므로 v는 2 m/s이다.

6. [출제의도] 열역학 법칙 적용하기
$Q=\Delta U+W$에서 Q와 W는 0이므로 온도의 변화는 없다. $PV=nRT$에서 $P\propto\frac{1}{V}$이므로 압력은 (가)에서가 (나)에서보다 크다. (가)→(나) 과정은 비가역과정이므로 자발적으로 역과정은 일어나지 않는다.

7. [출제의도] 열역학 제1법칙 적용하기
A→B는 부피가 온도에 비례하므로 등압과정이다. B→C는 정적과정으로 $Q=\Delta U$이다. 온도 변화가 T이므로 내부 에너지 변화량($\frac{3}{2}nR\Delta T$)은 $\frac{3}{2}RT$ 이다. 등압과정인 A→B에서 압력을 P라 하면, $W=PV$이고, C→A에서는 W보다 작다.

8. [출제의도] 전하에 의한 전기장 이해하기
A와 D에 의한 전기장은 크기가 같고 방향이 반대이므로 상쇄된다. B와 C에 의한 전기장은 x성분은 상쇄되므로 각각의 y성분인 $\frac{\sqrt{3}}{2}E$만을 더하면 O에서 전기장의 세기는 $\sqrt{3}E$가 된다.

9. [출제의도] 유전체를 넣은 축전기 이해하기
A, B의 전기용량을 C라 하면 (가)의 합성 전기용량은 $2C$이다. (나)의 A는 전기용량이 증가하므로 (나)의 합성 전기용량은 $2C$보다 크다. $Q=CV$에서 A에 충전된 전하량은 증가하고, B의 물리량에 변화가 없으므로, B에 저장된 전기에너지는 변하지 않는다.

10. [출제의도] 축전기 내부 전기장 분석하기
A를 충전 후 S_2를 닫으면 A와 B는 전압이 같아질 때까지 충전이 이루어지므로 전압이 같다. $E=\frac{V}{d}$에서 $E\propto\frac{1}{d}$이므로 $\frac{E_B}{E_A}=\frac{d}{2d}=\frac{1}{2}$이다.

11. [출제의도] 자기모멘트와 돌림힘 이해하기
자기모멘트의 방향은 원형전류에 의해 만들어지는 자기장의 방향과 같고, 크기는 $\mu=IA$(A:면적)이다. 자기장과 자기모멘트의 방향이 나란하므로 돌림힘($\tau=\mu B\sin\theta$)은 0이다.

12. [출제의도] 전류에 의한 자기장 분석하기
직선전류에 의한 자기장의 세기 $B=k\frac{I}{r}$이다. A에서 자기장의 세기는 0이므로 Q에 아래 방향으로 $3I$의 전류가 흐른다. P가 a에 만드는 자기장의 세기를 B라 하면 b, c의 자기장 세기 B_b, B_c는 각각 $4B$, $\frac{8}{3}B$ 이다. $\therefore\frac{B_c}{B_b}=\frac{2}{3}$이다.

13. [출제의도] 진행파의 방향 및 속력 분석하기
0~1초 동안 A의 변위가 (−)방향이므로 파동은 왼쪽으로 진행한다. 파장과 주기는 각각 4cm, 2초이므로 전파속력$v=\frac{\lambda}{T}=2$ cm/s이다.

14. [출제의도] 파동의 중첩과 간섭 이해하기
일정한 수면에서 발생한 두 물결파의 속력은 같다. 두 파동의 파장이 같으므로 진동수($f=\frac{v}{\lambda}$)는 같다. 두 파동의 마루가 반파장 차이로 진행하므로 위상은 서로 반대이고, A에서는 서로 반대 위상의 파동이 만나므로 진폭은 0이다.

15. [출제의도] RLC 교류회로 이해하기
저항, 코일, 축전기에 걸리는 전압의 최댓값이 같으므로 $R=X_L=X_C$이다. 저항의 크기가 2배가 되면 전류가 $\frac{1}{2}$배가 되어 저항에 걸리는 전압의 최댓값은 변하지 않는다. V_{bc}와 V_{cd}는 반대 위상이므로 V_{bd}는 0이다.

16. [출제의도] 볼록렌즈의 상 이해하기
O에서 물체와 상까지의 거리가 같으므로 물체와 상의 x축 위치는 모두 $2f$이고 상은 도립실상이다. 물체를 $-x$방향으로 움직이면 상은 렌즈 쪽($-x$)으로 움직인다.(f:초점 거리)

17. [출제의도] LC 진동 이해하기
스위치 b를 닫으면 회로에 진동수 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$인 전류가 흐른다. 주기가 $2\pi\sqrt{LC}$이므로 t_0는 반주기인 $\pi\sqrt{LC}$가 된다. t_0일 때, 전류는 0이므로 축전기에 충전된 전하량은 최대이다. 축전기 내 전기장의 방향은 0일 때와 t_0일 때 반대이다.

18. [출제의도] 정상파 이해하기
두 줄이 연결되어 있으므로 장력은 같고, 진동수가 같을 때, 속력 $v=f\lambda$에서 파장이 길면 속력이 빠르다. 기본진동과 2배진동의 배의 수가 3, 6개이므로 3배진동에서는 9개의 배가 형성된다.

19. [출제의도] 도플러 효과 이해하기
스피커 소리의 속력을 v, 음파측정기의 속력을 v_o, 스피커에서 발생하는 소리의 진동수를 f_o라 할 때, 측정되는 소리의 진동수는 $f=\frac{v\pm v_o}{v}f_o$이다. 왼쪽으로 O를 통과할 때 진동수가 가장 크고, A까지 운동하는 동안 속력이 감소하여 진동수는 작아진다. A, B에서는 정지하므로 진동수가 같다.

20. [출제의도] 레이저의 원리 이해하기
들뜬 상태의 전자는 준안정상태로 전이하면서 진동수 f_2의 빛을 자발 방출한다. 유도방출 과정에서 입사한 빛과 방출된 빛의 진동수는 같다($f_3=f_4$). 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 진동수 $E_2-E_1=hf_4$에서 $f_4=\frac{E_2-E_1}{h}$가 된다.

화학 II 해설

1. [출제의도] 물의 특성 이해하기
물의 밀도가 얼음의 밀도보다 크기 때문에 빙산은 바닷물 위에 뜬다. 해풍과 육풍의 원인은 육지와 바다의 비열 차에 의해 발생한다. 누워서도 종이에 만년필로 글씨를 쓸 수 있는 이유는 만년필 펜촉에 있는 얇은 관의 모세관 현상 때문이다.

2. [출제의도] 분자 사이에 작용하는 힘과 끓는점의 관계 분석하기
무극성 분자는 분자량이 작을수록 끓는점이 낮으므로 분자량이 작은 A의 끓는점이 C보다 낮다.

무극성 분자인 C가 극성 분자인 B보다 끓는점이 높은 이유는 분자량에 의한 분산력 효과가 극성 효과보다 크기 때문이다. 분자량이 같을 경우, 극성 분자의 끓는점이 무극성 분자보다 높으므로 극성 분자인 D의 끓는점이 무극성 분자인 C보다 높다.

3. [출제의도] 인체 내에서 일어나는 화학 평형 적용하기

정반응이 발열 반응이므로 온도가 올라가면 역반응이 우세하게 진행되어 HbO_2 농도는 감소한다. 혈액의 수소 이온 농도가 증가하면 역반응이 우세하게 진행된다. 혈액의 O_2농도가 감소하면 역반응이 우세하게 진행된다.

4. [출제의도] 화학 반응의 엔트로피 변화와 반응열 개념 이해하기

$2NO_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2O_2(g)$ 반응에서 반응 전보다 반응 후에 분자 수가 증가하므로 $\Delta S > 0$이다. 발열 반응이므로 $\Delta H < 0$이고, 분해열은 1몰의 NO_2가 분해될 때 엔탈피 변화이므로 -33.2 kJ/mol이다.

5. [출제의도] 산의 세기와 이온화 상수 이해하기

K_a가 클수록 강산이고, K_a가 작을수록 약산이므로 HA은 H_3O^+보다 산의 세기가 약하다. $K_a = C\alpha^2$을 이용하면 HA의 이온화도$(\alpha) = 1.0 \times 10^{-4}$를 구할 수 있고, $pH = -\log[C\alpha] = 5$이다. $K_w = K_a \times K_b$이므로 $K_b = 1.0 \times 10^{-5}$이다.

6. [출제의도] 표준 용액을 만드는 탐구 수행하기

표준 용액을 만들 때 부피 플라스크(A)를 사용하며, 몰 농도(M) $= \dfrac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로

$0.5\,\text{mol/L} = \dfrac{\dfrac{x\,\text{g}}{M_{KHCO_3}\text{g/mol}}}{1\,\text{L}}$ 에서 $x = 50$ 이다. 0.5 M $KHCO_3$ 수용액의 몰랄 농도$(m) = \dfrac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$

$= \dfrac{0.5\,\text{mol}}{(\dfrac{1000d-50}{1000})\,\text{kg}} = \dfrac{500}{1000d-50}\,\text{mol/kg}$ 이다.

7. [출제의도] 중화열과 용해열로 반응열 이해하기

실험Ⅰ에서는 중화열만 발생하고, 실험Ⅱ에서는 용해열과 중화열이 발생하므로 Q_1과 Q_2는 다르다. NaOH의 용해 반응은 발열 반응이므로 Q_1이 Q_2보다 작다. 실험Ⅰ에서 0.1 몰의 물이 생성되므로 중화열(ΔH)은 $-10Q_1$ kJ/mol 이다. 실험Ⅱ에서 0.5 M HCl 200 mL와 4 g NaOH이 중화 반응하면 0.1 몰의 물이 생성된다.

8. [출제의도] 용해 과정의 엔탈피 변화 이해하기

용질 X가 온도 T에서 용해되는 과정은 $\Delta G < 0$이므로 자발적 과정이며, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$에서 $T\Delta S < 0$이므로 $\Delta H < 0$이고 발열 반응이다. $\Delta H_1 > 0$(흡열), $\Delta H_2 > 0$(흡열), $\Delta H_3 < 0$(발열)이므로 용질 X가 용해되는 과정이 발열 반응이 되려면 $|\Delta H_1 + \Delta H_2|$이 $|\Delta H_3|$ 보다 작아야 한다.

9. [출제의도] 용액의 어는점 내림 이해하기

용액 Ⅰ~Ⅲ의 어는점 내림은 Ⅰ은 $t_1 = K_{f_A} \times \dfrac{10}{M_X}$, Ⅱ는 $2t_1 = K_f \times \dfrac{20}{M_X}$, Ⅲ은 $t_2 = K_{f_B} \times \dfrac{5}{M_X}$ 이다. 퍼센트 농도(%)는 Ⅰ은 $\left(\dfrac{2}{202} \times 100\right)$%, Ⅱ는 $\left(\dfrac{2}{102} \times 100\right)$%, Ⅲ은 $\left(\dfrac{2}{402} \times 100\right)$%이므로 퍼센트 농도(%)의 크기는 Ⅱ > Ⅰ > Ⅲ 이다. 용매 A와 (가)의 어는점 내림 상수(K_f)가 같으므로 Ⅱ의 용매는 A이다. 몰랄 내림 상수 비는 $K_{f_A} : K_{f_B} = \dfrac{2t_1 M_X}{20} : \dfrac{t_2 M_X}{5} = t_1 : 2t_2$ 이다.

10. [출제의도] 표준 전지 전위와 자유 에너지 변화 이해하기

(가)에서 $\Delta G < 0$이므로 B의 산화 반응은 자발적이고, B는 환원제로 작용한다. $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{전지}$이므로 표준 전지 전위는 (가)가 (나)보다 크다. 금속의 반응성 순서가 C>B>A이므로, A와 C를 전극으로 하는 전지를 만들면 반응성이 작은 A가 (+)극이 된다.

11. [출제의도] 기체의 성질 이해하기

PV = nRT에서 추의 압력은 p, 대기압은 P, 높이는 h, 밑면적은 S라고 할 때, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

(가) $(p+P)h\text{S} = \dfrac{2}{M_A} RT_1 \cdots$ ①

(나) $(p+P)2h\text{S} = \dfrac{x}{M_A} RT_1 \cdots$ ②

(다) $(2p+P)2h\text{S} = \dfrac{x}{M_A} RT_2 \cdots$ ③

식 ①과 ②에서 $x = 4$이므로, 몰수 비 (가):(나) = 1 : 2 이다. 식 ②와 ③으로 절대 온도 비를 구하면 $T_1 : T_2 = (p+P) : (2p+P)$ 이다. (가)와 (다)는 단위 부피당 들어있는 기체의 질량이 같으므로 밀도가 같다.

12. [출제의도] 상평형 그림에서 엔탈피, 엔트로피, 자유 에너지 변화 해석하기

상평형 그림에서 증기 압력 곡선 상의 점인 A, D에서는 액체와 기체의 동적 평형 상태이고, B에서는 기체 상태, C에서는 액체 상태이다. A→B에서 기체 분자수가 증가하므로 엔트로피가 증가한다. C→D에서 액체가 열을 흡수하므로 $\Delta H > 0$이다. A에서는 동적 평형 상태이므로 $\Delta G = 0$ 이다.

13. [출제의도] 결합 에너지와 헤스의 법칙 자료 분석하기

$N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(l)$ 반응의 엔탈피 변화가 생성열이므로 생성열(ΔH)은 +51 kJ/mol 이다.

$N_2H_4(l) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$의 반응열$(\Delta H)$은 $(-51 + (-572) + 88)$ kJ $= -535$ kJ 이다.

$[2H_2(g) + O_2(g)]$의 엔탈피가 $2H_2O(g)$의 엔탈피보다 크므로 결합 에너지의 총합은 더 작다.

14. [출제의도] 염화 나트륨 수용액의 전기 분해 이해하기

$NaCl(aq)$을 전기 분해할 때, 각 전극에서의 반쪽 반응은 다음과 같다.

(+)극 : $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ (산화)

(−)극 : $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ (환원)

(−)극 반응에서 전자와 $H_2(g)$의 몰수 비가 2 : 1이므로 0.1 F의 전하량을 흘려주면 0.05 몰의 $H_2(g)$가 발생한다. (+)극에서 BTB 용액의 색이 노란색이므로 (+) 전극이 담긴 수용액은 산성이다.

15. [출제의도] 기체의 평형 이동 분석하기

평형 상수(K)는 다음과 같이 기체의 부분 압력으로 표현 할 수 있다.

$$K = \frac{\dfrac{P_B}{RT} \times \dfrac{P_C}{RT}}{\left(\dfrac{P_A}{RT}\right)^2} = \frac{P_B P_C}{P_A^2} = 4$$

(가)는 반응 지수 $Q = \dfrac{1 \times 1}{1^2} = 1$로 $Q < K$이므로 X의 왼쪽 영역에 있는 상태이다. (나)는 반응 지수 $Q = \dfrac{1.4 \times 1.4}{(0.2)^2} = 49$로 $Q > K$ 이므로 역반응이 우세하게 진행된다.

	$2A(g)$	$\rightleftharpoons B(g)$	$+ C(g)$	
처음	1	1	1	
반응	$-2x$	$+x$	$+x$	
평형	$1-2x$	$1+x$	$1+x$	$K = 4$

$K = \dfrac{(1+x)^2}{(1-2x)^2} = 4$이므로 $x = \dfrac{1}{5}$이다. X에서 부분 압력이 $P_A = 0.6$, $P_B = 1.2$, $P_C = 1.2$이다. 따라서 기체 B의 몰 분율$(x_B) = \dfrac{1.2}{3} = 0.4$이다.

16. [출제의도] 표준 환원 전위와 화학 전지 이해하기

금속 B와 D를 전극으로 하는 화학 전지에서 반쪽 반응의 표준 환원 전위가 D가 크므로 전극 B는 산화되고 전극 D에서 수소 이온이 환원된다. 금속 B와 D를 전극으로 하는 화학 전지의 표준 전지 전위 $E_{전지}^\circ = 0.80 - (-0.44) = +1.24$V, 금속 A와 C를 전극으로 하는 화학 전지의 표준 전지 전위 $E_{전지}^\circ = 0.34 - (-0.76) = +1.10$V 이다. 따라서 전극을 금속 A와 C로 바꾸면 표준 전지 전위는 감소한다.

17. [출제의도] 기체의 용해도 이해하기

물에 잘 녹지 않는 기체의 용해도는 기체의 부분 압력에 비례한다. 추를 제거하여 압력을 감소시키면 압력 감소에 의한 부피 증가와 용해도 감소에 의한 부피 증가가 동시에 일어나므로 전체 부피는 2 L보다 크다. 추를 증가시켜 기체의 압력이 증가하면 물에 용해된 기체의 질량은 증가하나, 용해된 기체의 부피는 변화가 없다. 실린더에 헬륨(He)을 넣으면 실린더의 내부 부피가 증가하여 CO_2의 부분 압력이 감소하므로 용해된 CO_2의 질량은 감소한다.

18. [출제의도] 중화 적정 곡선 이해하기

$nMV = n'M'V'$이므로 $1 \times [HA] \times 50 = 1 \times 0.1 \times 100$이다. 따라서 $[HA] = 0.2$ M이다. 약산 HA의 이온화 상수$(K_a) = C\alpha^2$이므로 $5 \times 10^{-6} = 0.2 \times \alpha^2$에서 이온화도$(\alpha) = 5 \times 10^{-3}$ 이다. b에서 혼합 용액에 존재하는 이온의 종류는 H^+, A^-, Na^+ 3가지이다. c는 중화점이므로 A^-이 가수 분해되어 $[Na^+]$가 $[A^-]$보다 크다. 약산을 강염기로 적정할 때 중화점까지 HA는 K_a만큼 이온화하고, Na^+과 A^-의 수가 증가하므로 총 이온 수는 $b < c$ 이다.

19. [출제의도] 온도에 따른 반응의 자발성 자료 분석하기

주어진 반응은 $2AB_2(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB_3(g)$이므로 반응이 진행되면 기체 분자 수가 감소하여 $\Delta S < 0$이다. 이 반응은 T_2보다 낮은 온도에서 $\Delta G < 0$이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$에서 $\Delta H < 0$이다.

$\Delta S_{전체} = \Delta S_{계} + \Delta S_{주위}$이고 T_1에서 $AB_3(g)$ 생성 반응이 자발적$(\Delta S_{전체} > 0)$이므로 $|\Delta S_{계}| < |\Delta S_{주위}|$이다. T_2보다 높은 온도에서 $\Delta G > 0$이므로 반응은 비자발적이다.

20. [출제의도] 화학 평형의 이동 이해하기

	A	+ B	$\rightleftharpoons$ 2C
처음	x	y	0
반응	$-a$	$-a$	$+2a$
평형	$x-a$	$y-a$	$2a$

$x - a = 0.2$몰 $y - a = 0.1$몰, $2a = 0.1$몰이므로 초기 상태의 A는 0.25몰, B는 0.15몰이다. (다)에서 전체 압력이 P이고, 기체 A의 부분 압력이 $\dfrac{3}{8}P$이므로 A의 몰분율$(x_A) = \dfrac{3}{8}$이다. 반응식에서 반응 전과 후에 기체의 전체 몰수는 같으므로 온도가 증가하여 평형 이동이 일어나더라도 (나)와 (다)에서 기체의 전체 몰수는 같다.

따라서, (다)에서 $x_A = \frac{n_A}{0.4} = \frac{3}{8}$이므로 각 기체의 몰수는 A가 0.15몰, B는 0.05몰, C는 0.2몰이다. (나)에서 온도를 증가시켰을 때, (다)에서 생성물의 몰수가 증가하므로 정반응은 흡열 반응($\Delta H > 0$)이다. (다)에서 평형 상수$(K) = \frac{(0.2)^2}{0.15 \times 0.05} = \frac{16}{3}$이다.

생명 과학 II 해설

1. [출제의도] 세포 분획법과 세포 소기관 이해하기
(가)는 핵, (나)는 엽록체, (다)는 미토콘드리아, (라)는 리보솜이다. 세포 분획법은 낮은 회전 속도에서 크고 무거운 세포 소기관을 침전시키고, 회전 속도를 증가시키면서 점차 작고 가벼운 세포 소기관을 침전시켜 분리하는 방법이므로 회전 속도는 Ⅰ < Ⅱ < Ⅲ이다. 미토콘드리아는 2중막 구조이며 내막이 안쪽으로 주름져 있는데 이를 크리스타라고 한다. 리보솜은 핵에서 합성된다.

2. [출제의도] 효소의 활성에 영향을 미치는 요인 이해하기
카탈레이스는 과산화수소를 물과 산소로 분해하는 반응을 촉매하는 제거 효소(부가 효소)이다. 산소(기포)의 발생량이 많을수록 거름종이가 떠오르는 데 걸리는 시간이 짧으므로 카탈레이스의 활성은 Ⅲ이 Ⅱ보다 높다.

3. [출제의도] 원핵 세포와 진핵 세포 이해하기
대장균은 핵이 없고 동물 세포는 세포벽이 없으므로 A는 대장균, B는 엽육 세포, C는 간세포이다. 엽육 세포에는 미토콘드리아가 있으므로 산화적 인산화가 일어난다. A ~ C는 모두 유전 물질인 핵산을 갖는다.

4. [출제의도] 알코올 발효 과정 이해하기
알코올 발효 과정에서 피루브산으로부터 탈탄산 반응이 일어나 아세트알데하이드(㉠)가 생성되고, 아세트알데하이드는 NADH로부터 수소와 전자를 공급받아 에탄올(㉡)이 된다. (가)와 (나) 과정에서는 기질 수준 인산화가 일어나지 않는다.

5. [출제의도] 삼투 현상 이해하기
삼투는 세포막(반투과성막)을 통해 저장액에서 고장액으로 물이 이동하는 현상이므로 A와 C는 고장액에 넣었을 때, B와 D는 저장액에 넣었을 때 세포의 상태이다. B는 저장액의 물이 세포막 안으로 들어와 세포막이 터지는 용혈 현상이 일어난 상태이다. 세포를 고장액에 넣으면 물이 빠져나가 세포의 삼투압이 증가하므로 세포의 삼투압은 D보다 C에서 높다.

6. [출제의도] 세포 소기관의 구조와 기능 이해하기
A는 골지체, B는 거친면 소포체, C는 리소좀으로 모두 단일막 구조이다. 거친면 소포체막의 일부는 핵막과 연결되어 있다. 리소좀은 골지체 막의 일부가 떨어져 만들어진 것이다.

7. [출제의도] 효소의 구조와 기능 이해하기
㉠은 효소에 부착하여 효소의 작용을 돕는 보조인자, ㉡은 기질과 유사한 입체 구조를 지닌 경쟁적 저해제, ㉢은 효소와 결합하여 생성물로 분해되는 기질이다. 효소 반응의 활성화 에너지는 저해제의 유무에 영향을 받지 않는다. 기질의 농도는 반응 전보다 후에 낮다.

8. [출제의도] DNA의 구조 이해하기
㉠은 티민(T), ㉡은 아데닌(A), ㉢은 사이토신(C), ㉣은 구아닌(G)이다. DNA Ⅰ에서 ㉠과 ㉡은 각각 20 %, ㉢과 ㉣은 각각 30 %이고, DNA Ⅱ에서 ㉠과 ㉡은 각각 30 %, ㉢과 ㉣은 각각 20 %이다. 따라서 DNA Ⅰ의 $\frac{G+C}{A+T} = \frac{60\%}{40\%} = 1.5$이다. ㉠과 ㉡ 사이는 2중 수소 결합, ㉢과 ㉣ 사이는 3중 수소 결합이므로 염기 간 수소 결합의 총수는 ㉢과 ㉣의 비율이 더 높은 DNA Ⅰ이 DNA Ⅱ보다 많다.

9. [출제의도] TCA 회로와 전자 전달계 이해하기
A는 미토콘드리아의 기질, B는 미토콘드리아의 막 사이 공간으로, TCA 회로는 미토콘드리아의 기질(A)에서 일어난다. 석신산이 말산으로 산화되는 과정(㉠)에서 FAD가 $FADH_2$로 환원된다. 전자 전달 반응에서 전자는 전자 친화력이 높은 쪽으로 이동하므로 전자에 대한 친화력은 X < Y < Z이다.

10. [출제의도] 캘빈의 실험 이해하기
암반응에서 ㉠이 ㉡보다 먼저 생성되므로 ㉠은 3PG, ㉡은 포도당이다. 1차 전개에서 분리되지 않는 물질이 2차 전개에서 분리되므로 1차 전개액과 2차 전개액의 종류는 서로 다르다. 3PG(C_3)보다 포도당(C_6)의 분자당 에너지양이 많다. 90초 후에는 ^{14}C를 갖는 과당 2인산이 전개되었지만 ^{14}C를 갖는 포도당은 전개되지 않았으므로 과당 2인산은 포도당보다 먼저 생성된 것이다.

11. [출제의도] 형질 전환 실험 이해하기
이 실험은 R형균을 S형균으로 형질 전환시킨 물질을 밝혀낸 에이버리의 실험으로, (가)는 S형균, (나)는 R형균이다. DNA 분해 효소를 처리한 경우에만 R형균이 S형균으로 형질 전환되지 않았고, 그 외의 경우에는 R형균이 S형균으로 형질 전환되었으므로 S형균의 DNA에 의해 R형균이 형질 전환된 것이다.

12. [출제의도] 생명의 기원 이해하기
밀러의 실험을 통해 원시 지구 환경에서 무기물로부터 간단한 유기물(아미노산)이 합성되는 것이 확인되었다. 밀러는 원시 지구의 대기가 수증기, 수소, 암모니아, 메테인으로 구성되어 있으며 번개와 같은 방전 현상이 빈번하게 일어나 유기물 합성의 에너지원으로 이용되었을 것이라 추정하였다.

13. [출제의도] 광합성 과정 이해하기
㉠ 과정은 물의 광분해로 방출된 전자가 전자 전달계와 광계Ⅰ(P_{700})을 거쳐 $NADP^+$에 전달되는 과정이다. ㉠ 과정에서 전자가 이동할 때 전자의 에너지에 의해 스트로마(ⓐ)에 있는 H^+이 틸라코이드 내부(ⓑ)로 능동 수송된다. ㉡ 과정이 억제되면 NADPH의 생성이 억제되어 ⓐ에서 3PG가 G3P로 전환되는 반응이 억제된다. 따라서 ㉡ 과정이 억제되면 ⓐ에서 $\frac{\text{G3P(PGAL)의 양}}{\text{3PG(PGA)의 양}}$은 감소한다.

14. [출제의도] 유전자의 발현 조절 이해하기
젖당 오페론의 구조 유전자에는 젖당 분해 효소 유전자, 젖당 투과 효소 유전자, 아세틸기 전이 효소 유전자가 있다. 사람의 간세포와 근육 세포는 유전자 구성이 동일하기 때문에 전사 인자 결합 부위인 ㉠과 ㉡은 근육 세포에도 존재한다. 간세포는 진핵 세포이므로 (나)는 핵에서 일어난다.

15. [출제의도] 생물 분류 체계 이해하기
남세균은 세균역, 메테인 생성균은 고세균역, 버섯과 고사리는 진핵생물역에 속한다. 세균역과 고세균역에 속하는 생물은 핵막이 없으므로 '핵막 있음'은 특징 ㉡에 해당한다. 계통수에서 같은 가지에 속하는 분류군끼리는 다른 가지의 분류군과 구별되는 공통적인 특성을 공유한다. 따라서 리보솜은 모든 생물에 존재하므로 '리보솜 있음'은 남세균이 갈라지기 이전의 특징에 해당한다. 고사리는 양치식물로서 뿌리, 줄기, 잎이 분화되어 있다.

16. [출제의도] 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 이해하기
PCR의 세 단계 중 (가)는 DNA 변성 단계, (나)는 프라이머와 DNA 주형 가닥의 결합 단계, (다)는 DNA 중합 효소에 의한 DNA 합성 단계이다. (가)~(다) 중 (가) 단계가 가장 높은 온도(약 95℃)에서 진행된다. DNA 중합 효소는 5′→3′ 방향으로 새로운 DNA 가닥을 합성하므로 (나)에서 프라이머는 DNA 주형 가닥의 3′ 말단 부위에 결합한다. PCR에서 DNA와 결합한 프라이머의 수는 생성되는 2중 가닥 DNA 분자 수와 동일하므로 (가)~(다)를 3회 반복하여 1분자의 DNA를 8분자로 증폭했을 때 (나) 반응에 사용된 프라이머는 총 14분자(1회 반복 시 2분자, 2회 반복 시 4분자, 3회 반복 시 8분자)이다.

17. [출제의도] 광합성 색소 이해하기
광계 Ⅰ의 반응 중심 색소는 700 ㎚인 빛을 가장 잘 흡수하는 엽록소 a(P_{700}), 광계 Ⅱ의 반응 중심 색소는 680 ㎚인 빛을 가장 잘 흡수하는 엽록소 a(P_{680})이다. 육상 식물과 녹조류는 엽록소 a와 b를 가지며, 종이 크로마토그래피에서의 전개율은 엽록소 a가 b보다 크므로 ㉠은 엽록소 a, ㉡은 엽록소 b이다.

18. [출제의도] DNA 복제 과정 이해하기
(가)는 DNA 풀림 효소, (나)는 새로운 DNA 가닥을 합성하는 DNA 중합 효소, (다)는 DNA 연결 효소이다. 복제 과정에서 2중 가닥 DNA는 (가)에 의해 2개의 단일 가닥으로 분리되므로 (가)는 염기 간 수소 결합을 끊는다. DNA 연결 효소는 지연 가닥에서 짧은 형태의 DNA 절편(오카자키 절편)을 서로 연결시킨다. ㉠(선도 가닥)의 합성에도 프라이머가 필요하다. ㉡은 프라이머이므로 DNA가 복제되는 장소에서 합성된다.

19. [출제의도] 유전자와 형질 발현 이해하기
DNA 주형 가닥으로부터 전사된 1차 mRNA의 염기 서열은 5′-AUGAAGCAGUCGCACGACUA-3′이다. ㉡이 번역되어 3개의 아미노산으로 구성된 X가 합성되기 위해서는 1차 mRNA로부터 염기 서열이 5′-CGCAC-3′인 ㉠이 제거되어 염기 서열이 5′-AUG AAG CAG UGA CUA-3′인 성숙한 mRNA(㉡)가 만들어져야 한다. 따라서 ㉡으로부터 번역될 때 사용된 종결 코돈은 UGA이고, 세 번째 코돈 CAG가 지정하는 아미노산은 글루타민이다. ㉠의 염기 서열은 5′-CGCAC-3′이므로 ㉠에서 퓨린 계열 염기(A, G)의 수는 2이다.

20. [출제의도] 생물의 다양성 이해하기
동물계에서 배엽을 형성하지 않는 동물문은 해면동물, 2배엽성 동물문은 자포동물(강장동물), 3배엽성이며 체강이 없는 동물문은 편형동물, 진체강과 척삭을 모두 갖는 동물문은 척삭동물이다. 해면은 해면동물문에, 해파리, 말미잘, 히드라는 자포동물문에, 플라나리아는 편형동물문에, 회충은 선형동물문에, 우렁쉥이와 창고기는 척삭동물문에 속한다.

지구 과학 II 해설

1. [출제의도] 진앙과 진원 찾는 방법 이해하기

진앙은 세 원의 공통현이 만나는 O점이다. 진원은 진앙 아래에 위치하고 각 원의 반지름은 진원 거리와 같다. 진원 거리(d)는 PS시와 P파의 속도(V_p), S파의 속도(V_s)를 알면 아래의 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$d = \frac{V_p \times V_s}{V_p - V_s} \times \text{PS시}$$

B관측소에서 진원 거리=160km이므로

$$160\text{km} = \frac{8\text{km/s} \times 4\text{km/s}}{8\text{km/s} - 4\text{km/s}} \times \text{PS시}$$

PS시는 20초이다.

2. [출제의도] 지진파의 특성을 이용한 지구 내부 구조 이해하기

① A점은 진앙에서 각거리 약 90°로 진앙 거리는 약 10,048 km(2×π×6,400km×1/4)이다. 지각의 두께는 5~35 km로 진앙 거리(L)는 수백 km 이내이므로, A점에는 굴절파가 먼저 도달한다.
② S파는 액체 상태의 외핵을 통과하지 못하므로 B지점에는 P파만 도달한다.
③ 지각이 두꺼워질수록 굴절파가 속도가 빠른 층을 진행하는 거리가 길어지므로, 직접파와 만나는 진앙 거리(L)는 길어진다.
④ 지각보다 맨틀의 밀도가 더 크며, 밀도가 큰 맨틀에서 지진파의 속도가 더 빠르다.
⑤ 지구 내부 층상 구조는 지진파의 속도가 급변하는 불연속면의 존재와 암영대의 존재 등을 통해 알 수 있다.

3. [출제의도] 암석의 생성 환경 이해하기

A환경은 퇴적-변성작용 공통 환경으로 퇴적암과 변성암이, B환경은 고온 저압 환경으로 접촉 변성암이, C환경은 고온 고압 환경으로 광역 변성암이 생성된다. 따라서 퇴적 구조는 A환경에서 발달할 수 있으며, B환경은 고온의 마그마 주변에서 주로 나타나므로 관입암 주변이다. (나)는 편마 구조가 관찰되므로 광역 변성 작용(C)을 받았음을 알 수 있다.

4. [출제의도] 산출 상태와 화학 성분에 따른 화성암의 분류 이해하기

화산암은 빨리 냉각되어 세립질, 심성암은 느리게 냉각되어 조립질 조직이 나타난다. 화강암은 산성암으로 SiO_2 함량이 높고 밝은 색이며, K와 Na의 함량이 높다. 현무암은 염기성암으로 Fe와 Mg, Ca 함량이 높아 어두운 색이다.

5. [출제의도] 중력 이상 이해하기

표준 중력은 고위도로 갈수록 커지므로 위도가 높은 A가 크다. '중력 이상 = 실측 중력 − 표준 중력'으로, (−)값을 갖는 A에서는 실측 중력이 표준 중력보다 작다. 중력 이상이 (+)값을 보이는 B 지역 지하에 밀도가 큰 물질이 분포할 것이다.

6. [출제의도] 광물의 특성 이해하기

(가)는 규산염 광물, (나)는 광학적 이방체 광물, (다)는 쪼개짐을 갖는 광물이다. (가) 중 고온에서 정출되는 감람석은 $\frac{Si}{O} = \frac{1}{4}$, 저온에서 정출되는 석영은 $\frac{Si}{O} = \frac{1}{2}$로 고온에서 정출될수록 값이 작다. (나)는 편광 현미경의 직교 니콜 상태에서 간섭색과 소광 현상을 볼 수 있다. 규산염 광물인 흑운모는 광학적 이방체로 1방향의 쪼개짐을 보이므로 A에 속한다.

7. [출제의도] 지질 구조 이해하기

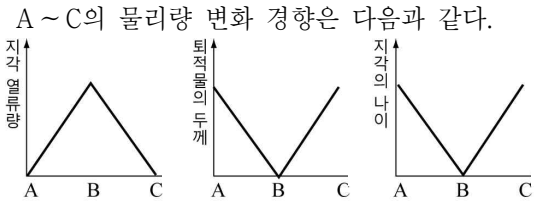
(가)의 원유가 포함된 층은 횡압력에 의한 습곡 구조 중 배사에 해당한다. (나)는 부정합이, (다)는 장력에 의한 정단층이 관찰된다. (나)는 부정합이 만들어질 때 1번, 현재 지상이므로 1번, 최소 2번의 융기가 있었음을 알 수 있다.

8. [출제의도] 판의 경계와 지각 열류량 이해하기

A-A′와 B-B′는 수평 거리가 동일한데 A-A′는 천발~중발 지진, B-B′는 천발~심발 지진까지 발생하므로 베니오프대의 경사는 B-B′가 더 크다. 지진의 발생 위치를 보아, 밀도는 태평양 판 > 필리핀 판 > 유라시아 판 순이다. C는 일본 해구 부근으로 해양판의 섭입이 일어나고 지각 열류량이 낮다.

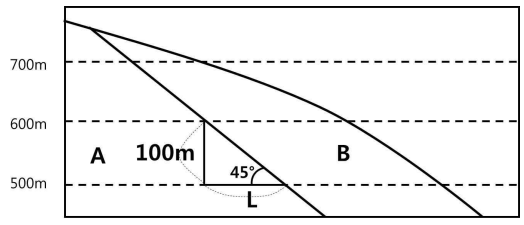
9. [출제의도] 해양저 확장 이해하기

A~C의 물리량 변화 경향은 다음과 같다.



10. [출제의도] 지질도 이해하기

주향선에 수직으로 지질 단면도를 그리면 아래와 같다.



$\tan 45° = \frac{100\text{m}}{L}$이므로 L은 100m이다. 주향선은 진북에서 동쪽으로 30° 기울어져 있으므로 지층 B의 주향은 N30°E이다. 먼저 퇴적된 지층 A에 암모나이트가 산출되므로 지층 B는 중생대 이후 생성된 지층으로 고생대 표준 화석인 삼엽충이 산출될 수 없다.

11. [출제의도] 지질 단면도 이해하기

기저 역암을 이루고 있는 암석들은 하층의 오래된 암석이 부서져 나와 이루어진 것이므로 기저 역암은 B와 같은 암석이다. A와 B층의 경계에 뒤집힌 연흔이 발견되므로 B층이 A층보다 먼저 퇴적된 후 부정합이 만들어졌음을 알 수 있다. 단층 P-P′와 Q-Q′는 모두 역단층이다.

12. [출제의도] 우리나라의 지질 계통 이해하기

A는 중생대 대보 화강암, B는 고생대 퇴적암, C는 신생대 화산암이다. 경상 누층군은 대보 화강암 관입 이후에 쌓인 중생대층이다. 고생대에 한반도를 이루게 된 지괴들은 남반구 저위도와 적도 사이에 있었으므로 고생대층인 B가 생성될 당시는 현재보다 위도가 낮았다.

13. [출제의도] 천해파의 특징과 해파의 작용 이해하기

천해파의 속도는 $v = \sqrt{gh}$로 수심(h)이 얕아질수록 느려진다. 해파의 에너지는 곶(B)에 집중되어 B에서는 침식 작용이, 에너지가 분산되는 만(A)에서는 퇴적 작용이 우세하다. C에서 진행 방향의 오른쪽의 수심이 더 빨리 낮아지므로 속도가 느려져 해파는 오른쪽으로 휘어진다.

14. [출제의도] 조석 현상 이해하기

조차가 최대가 되는 사리는 달의 위상이 삭이나 망일 때, 최소가 되는 조금은 상현이나 하현일 때 일어난다. 지구가 자전하기 때문에 우리나라에서 만조는 보통 하루에 2회 일어나며, 상륙일은 수위가 높을수록 좋으므로 사리인 (가)의 만조 때가 조금인 (나)보다 유리하다.

15. [출제의도] 푄 현상 이해하기

산을 넘은 공기가 넘기 전 보다 고온 건조해지는 현상을 푄 현상이라고 한다. C보다 A가 고온 건조하므로 바람은 C→B→A로 이동하고, 산을 넘어 하강하는 A~B구간은 건조 단열 변화를 한다. 기온과 이슬점의 차이가 큰 A의 상대 습도가 C보다 더 낮다.

16. [출제의도] 이상 한파의 원인과 편서풍 파동 이해하기

남북 간의 기온차가 작을수록 기압차가 작아져 제트 기류는 약해진다. 제트 기류가 약해지면 시베리아 기단의 한기가 남하하기 쉬워져 이상 한파가 발생한다. A는 기압골의 동쪽으로 상공에서 공기가 발산해 지상에 저기압을 만들고, B는 기압골의 서쪽으로 상공에서 공기가 수렴해 지상에 고기압을 만든다.

17. [출제의도] 경도풍 이해하기

(가)는 풍향이 시계 방향이므로 고기압성 경도풍, (나)는 반시계 방향이므로 저기압성 경도풍이다. 고기압성 경도풍은 '전향력-기압 경도력=구심력'이므로 전향력이 기압 경도력보다 크다. B는 중심으로 갈수록 기압이 낮아지므로 기압 경도력과 반대 방향인 전향력은 중심에서 주변부로 작용한다.

18. [출제의도] 북반구 아열대 순환 이해하기

A에서 해수면이 동쪽이 높으므로 수압 경도력은 서쪽, 전향력은 동쪽으로 작용하여 해류는 북쪽으로 흐른다. 해수면이 높은 곳은 해수층의 무게가 크므로 아래로 누르는 힘이 커져 수온 약층이 밀려 내려가 혼합층이 두껍다. 아열대 순환의 중심이 서쪽으로 치우친 것은 고위도로 갈수록 전향력이 커져 나타나는 서안 강화 현상 때문이다.

19. [출제의도] 별의 특성과 H-R도 이해하기

① A의 거리가 10pc이므로 겉보기 등급과 절대 등급이 같아 0등급이다. B는 겉보기 등급과 절대 등급이 5등급 차이가 나므로 절대 등급은 10등급이다. A, B를 H-R도에 나타내면 모두 주계열성이므로 온도가 높고 밝은 A가 질량이 더 큰 것을 알 수 있다.
② 연주 시차로 구한 A까지의 거리는 10pc, B까지의 거리는 100pc이다.
③ A, B 모두 주계열성인 (다)에 속한다.
④ 절대 등급은 (가)그룹의 별이 (나)보다 더 작으므로 실제로 더 밝다.
⑤ 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별은 주계열성으로 (다)그룹이다.

20. [출제의도] 변광성의 주기-광도 관계 이해하기

최대 크기일 때와 최대 밝기는 일치하지 않는다. 가장 밝을 때는 크기가 가장 빠르게 커지고 있을 때이다. 변광 주기가 10일이므로 (나)에서 절대 등급이 약 -2등급임을 알 수 있다. 이 별까지의 거리는 $m - M = 5\log r - 5$에 의해 약 100pc 떨어져 있음을 알 수 있다.