

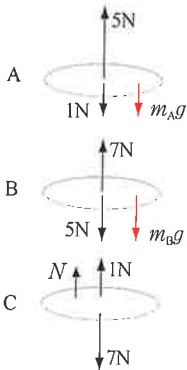
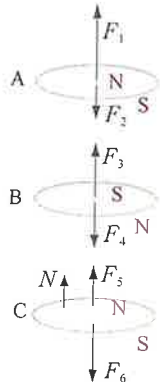
정답, 해설 및 채점기준

모의고사 1 회 (p06~23)

01 **답** A의 무게 : 4N, B의 무게 : 2N

해설 자석의 극은 그림과 같이 배치되므로 A와 C 사이에는 인력이 작용한다.

- F_1 : B가 A를 미는 힘
- F_2 : C가 A를 당기는 힘
- F_3 : C가 B를 미는 힘
- F_4 : A가 B를 미는 힘
- F_5 : A가 C를 당기는 힘
- F_6 : B가 C를 미는 힘
- N : 바닥이 떠받치는 수직항력



힘을 서로 주고받으므로(작용반작용) 크기는 $F_1 = F_4, F_2 = F_5, F_3 = F_6$ 이다.
문제에서 힘의 크기가 아래와 같이 주어졌다.
 $F_1 = F_4 = 5N, F_2 = F_5 = 1N, F_3 = F_6 = 7N$

A, B 모두 힘의 평형상태이므로 합력은 0 이다.

A : $5 = 1 + m_A g, m_A g$ (A의 무게) = 4(N)

B : $7 = 5 + m_B g, m_B g$ (B의 무게) = 2(N)

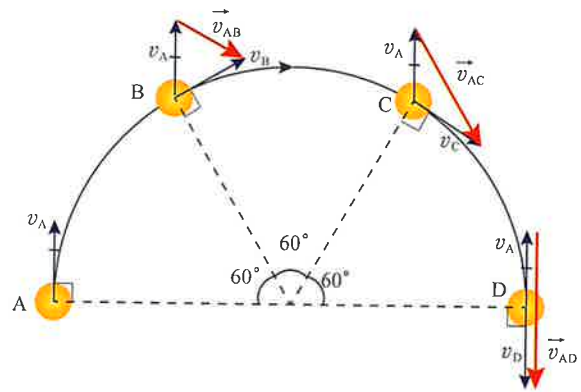
채점 기준

채점 기준	배점(점)
답 2개만 모두 맞았을 때	3
풀이가 정확하지 않고 답 두개 모두 맞을 때	4
총배점	5

02 **답** $a_{AB} : a_{AC} : a_{AD} = 6 : 3\sqrt{3} : 4$

해설 물체가 반원을 따라 운동하는 속력(v)이 일정하므로, 점 A에서 점 B로 이동하는 데 걸린 시간을 t 라고 하면, 점 A에서 점 C로 이동하는 데 걸린 시간은 2t, 점 A에서 점 D로 이동하는 데 걸린 시간은 3t 가 된다. 이때 각 지점에서의 속도는 경로의 접선 방향이 된다. 따라서 각 구간에서의 속도 변화량(나중 속도 - 처음 속도) $v_{AB} (= v_B - v_A), v_{AC} (= v_C - v_A), v_{AD} (= v_D - v_A)$ 은 그림과 같다.

이때 평균 가속도 = $\frac{\text{속도 변화량}}{\text{시간}}$ 으로 구할 수 있다.



속도 변화량의 크기는 각각 $v_{AB} = v, v_{AC} = \sqrt{3}v, v_{AD} = 2v$ 이므로, 각 구간의 평균 가속도의 크기는 각각 다음과 같다.

$$a_{AB} = \frac{v}{t}, a_{AC} = \frac{\sqrt{3}v}{2t}, a_{AD} = \frac{2v}{3t},$$

$$\therefore a_{AB} : a_{AC} : a_{AD} = 6 : 3\sqrt{3} : 4$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답만 맞았을 때	2
풀이가 정확하지 않고 답이 맞을 때	3
풀이와 답이 정확할 때	5

03 **답** 0.2 m

해설 공이 물속에서 위 방향으로 받는 부력이 아래 방향의 중력보다 클 경우 위쪽으로 가속도가 생긴다. 공의 부피를 V, 질량을 m, 속도를 v, 물속에서의 가속도를 a, 공의 밀도를 $\rho_{\text{공}}$ 이라 하자. 물속에서 부력은 물체와 같은 부피의 물의 무게와 같은 크기이다. 물속에서의 가속도 a는 위를 (+)로 한 경우 다음과 같이 구한다.

$$F_{\text{부력}} - F_{\text{중력}} = ma \rightarrow \rho_{\text{물}} Vg - \rho_{\text{공}} Vg = \rho_{\text{공}} Va$$

$$\rightarrow (1.0 \times 10^3) - 500 \times 10 = 500 \times a$$

$$\rightarrow a = 10 \text{ m/s}^2 \text{ (물속)}$$

물체가 0.2m 깊이에서 부력을 받아 위 방향으로 속도가 점점 증가하여 수면에 닿는 순간의 속도를 v 라고 하면,

$$v^2 = 2as = (2 \times 10) \times 0.2 = 4, v = 2\text{m/s}$$

물체는 수면에서 2m/s로 튀어 오른다. 수면으로부터의 최고점의 높이를 h 라고 하면

$$\text{최고점의 높이 } h = \frac{v^2}{2g} = \frac{2^2}{2 \times 10} = 0.2 \text{ m 이다.}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답만 맞았을 때	2
풀이가 정확하지 않고 답이 맞을 때	3
풀이와 답이 정확할 때	5

04 **답** (1) $\sqrt{65} mg$ (2) $2.5 R$

해설 (1) 원운동을 하므로 물체는 구심력과 중력을 받는다. 역학적 에너지가 보존되므로 Q점에서의 운동 에너지(E_k)는 다음과 같다.

$$mg5R = mgR + E_k, E_k(Q) = 4mgR = \frac{1}{2}mv^2$$

Q 점에서 구심력은 $\frac{mv^2}{R}$ 이고, 위 식에서 $v^2 = 8gR$ 이므로

Q 점에서의 구심력은 $8mg$ (중심 방향 ; 수평 방향)이다. 또, 아래 방향으로 중력 mg 를 받으므로 합력의 크기는 $\sqrt{65} mg$ 이다.

(2) 궤도 이탈하지 않으려면 작은 원의 최고점에서 구심력이 중력보다 크거나 같아야 한다. 이때 최고점에서의 속력을 v_1 이라 할 때,

$$\frac{mv_1^2}{R} \geq mg, v_1^2 \geq gR \text{ (작은 원의 최고점)}$$

또, 운동을 시작하는 지점의 높이 h (최소 높이)에서의 퍼텐셜 에너지 = 작은 원의 최고점에서의 퍼텐셜 에너지 + 운동 에너지이므로

$$mgh = mg \times 2R + \frac{1}{2}mv_1^2, v_1^2 = 2gh - 4gR$$

$$\therefore 2gh - 4gR \geq gR, h \geq \frac{5}{2}R \text{ 이다.}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답만 맞았을 때 1개 당 1점	2
두 풀이가 미흡하고 답 1개가 맞을 때	3
두 풀이가 미흡하고 답 2개가 모두 맞을 때	4
두 풀이가 타당하고 답이 모두 정확할 때	5

05 **답** (1) 0.3 cm/시간 (2) 해설 참조

해설 두께 l 인 얼음이 추가로 생겼다고 하면 이 과정에서 빠져나오는 융해열이 열전도로 모두 대기로 빠져나가야 한다. 열전도가 더 클수록 더 많은 열이 빠져나가서 더 두꺼운 얼음이 생성되는 원리이다. 얼음의 표면적을 A 라고 하면(단위는 cm^2 , g , s , cal)(t : 시간)

$$Q \text{ (전도되는 열량 ; cal)} = kA \frac{0 - (-15)}{10} t = 0.004A \frac{3}{2} t$$

두께 l 인 얼음의 총 융해열 = mL = 생기는 얼음의 부피 \times 밀도 $\times g$ 당 융해열 = $A \times l \times 0.9 \times 80 = 72 Al$

$$\therefore 72 Al = 0.004A \frac{3}{2} t, l = \frac{12}{1000 \times 144} t = \frac{t}{12000}$$

$$\frac{l}{t} = \frac{1}{12000} \text{ cm (1초 당)} = \frac{3600}{12000} \text{ cm (1시간 당)} = 0.3 \text{ cm/h}$$

(2) 물은 4°C 에서 가장 밀도가 커서 가라앉는다. 결국 표면에는 물속보다 온도가 더 낮은 물이 표면으로 뜨게 되고, 융해열을 대기 중으로 내보내면서 표면부터 어는 것이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	1
(1)의 풀이와 답이 타당할 때	3
(1), (2)의 답과 서술이 타당할 때	5

06 **답** (1) D는 밝아지고, A, B는 어두워지며, C는 꺼진다.
(2) A, B, C는 꺼지고, D는 이전보다 더욱 밝아진다.

해설 (1) 스위치 S_1 을 닫으면 A, B와 C는 서로 병렬 연결이 되어 A, B와 C의 합성 저항이 작아진다. 직렬연결된 저항에서 저항의 비와 각각 걸린 전압의 비가 같으므로 D에는 이전보다 더 큰 전압이 걸리고 A, B에는 이전보다 더 작은 전압이 걸린다.

때문에 D는 밝아지고, A, B는 어두워지며, C는 꺼진다.

(2) 스위치 S_1 과 S_2 를 모두 닫으면 전류는 전지 $\rightarrow S_2 \rightarrow D$ 로 흐르게 된다. 전류는 저항이 작아질수록 더 커지며, 도선은 저항이 최소이기 때문에 이 경우 A, B, C 쪽으로 전류가 흐르지 않아 A, B, C는 꺼지고 D에 전지의 전압이 모두 걸려 D는 이전보다 밝아진다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	2
(2)의 답만 맞았을 때	2
(1), (2)의 서술이 타당할 때	5

07 **답** (1) $I_{\text{유도}} = \frac{mg}{Bl}$ (2) $P = \frac{m^2g^2R}{B^2l^2}$

해설 (1) 등속 운동을 하므로 유도 전류에 의한 전자기력(위 방향)과 정사각형 도선의 중력이 평형을 이룬다. 이때 자기장 영역에 있는 중력과 수직인 길이 l 의 사각 도선의 위쪽 변에 유도 전류 $I_{\text{유도}}$ 가 발생하여 자기장 B 에 의한 전자기력을 받는다.

$$mg = BI_{\text{유도}}l, I_{\text{유도}} = \frac{mg}{Bl}$$

사각 도선의 위쪽 변이 받는 전자기력이 위쪽 방향이고, 자기장 B 방향은 지면에 수직으로 들어가는 방향이므로 사각 도선의 위쪽 변에 흐르는 유도 전류는 오른쪽으로 발생하며(왼손법칙), 사각형 도선 전체적으로는 시계 방향으로 흐른다.

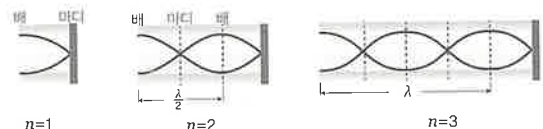
$$(2) P = VI = I^2R \text{ 을 이용하면, } P = \frac{m^2g^2R}{B^2l^2} \text{ 이다.}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	2
(2)의 답만 맞았을 때	2
(1), (2)의 답이 모두 맞을 때	5

08 **답** (1) $\lambda_A = 160 \text{ cm}, \lambda_B = 166 \text{ cm}$
(2) $f_A = 207.5 \text{ Hz}, f_B = 200 \text{ Hz}$

해설 (1) 기주 공명관은 한쪽이 물로 막힌 폐관으로, 정상파는 다음 그림과 같이 열린 쪽에 정상파의 배, 막힌 쪽에 정상파의 마디가 형성될 때 공명이 일어나 큰 소리가 난다.



그림에서 처음 공명($n = 1$)과 두 번째 공명($n = 2$), 세 번째 공명($n = 3$)에 있어 관의 길이가 반파장씩 늘어나는 것을 알 수 있다. 따라서 물의 깊이가 반파장씩 깊어지면서 공명 현상이 일어난다.

A : 길이 차 = $l_2 - l_1 = l_3 - l_2 = 80 = \frac{\lambda_A}{2}$, $\lambda_A = 160$ cm

B : 길이 차 = $l_2 - l_1 = l_3 - l_2 = 83 = \frac{\lambda_B}{2}$, $\lambda_B = 166$ cm

(2) 같은 온도이므로 두 음파의 속력 $v = \lambda f$ 로 서로 같고, 초 당 맥놀이 회수는 두 소리굽쇠의 진동수 차이이다.

$|f_A - f_B| = \frac{15}{2}$ (초 당 맥놀이 회수) = $\frac{v}{1.6} - \frac{v}{1.66}$, $v = 332$ m/s

$\therefore f_A = \frac{v}{1.6} = 207.5$ Hz, $f_B = \frac{v}{1.66} = 200$ Hz

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	2
(2)의 답만 맞았을 때	3
(1), (2)의 답이 모두 맞을 때	5

09 **답** 32 g

해설 헬륨 기체의 분자량은 4이다. 2.4 g의 헬륨 기체의 몰수는 0.6 mol 이다.

헬륨 기체의 몰수 = $\frac{\text{질량}}{\text{분자량}} = \frac{2.8}{4} = 0.6$ (mol)

온도와 압력이 같다면, 기체의 부피는 몰수에 비례하고 그림에서 헬륨 기체와 산소 기체의 부피비는 6 : 4이므로 헬륨이 0.6mol일 때 산소 A는 0.4 mol 이다.

그림 (나)에서 더 넣어준 산소 B의 몰수를 y 라고 할 때

반응	헬륨의 몰수	산소의 몰수	헬륨과 산소의 부피비
전	0.6	0.4	60 : 40
후	0.6	(0.4 + y)	30 : 70

$0.6 : (0.4 + y) = 3 : 7 \rightarrow y = 1$ (mol)

\therefore 더 넣어준 산소 기체의 질량(B) = 분자량 \times 몰수 = $32 \times 1 = 32$ g 이다. (산소 기체(O₂)의 분자량 = $16 \times 2 = 32$)

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답만 맞았을 때	3
풀이가 충분하지 않고 답이 맞을 때	4
풀이가 타당하고 답이 맞을 때	5

10 **답** $\frac{M \times w_1}{(w_1 + w_2) - w_3}$

해설 반응에서 발생한 이산화 탄소가 공기 중으로 날아가므로 반응 후 감소된 질량은 생성된 이산화 탄소의 질량이다. 따라서 생성된 이산화 탄소의 질량은 $(w_1 + w_2) - w_3$ 이다. 화학 반응식에서 탄산 칼슘(CaCO₃)과 이산화 탄소(CO₂)의 계수가 같으므로 반응한 탄산 칼슘과 생성된 이산화 탄소의 몰수는 같다는 것을 알 수 있다. 따라서 다음과 같은 식이 성립한다.

$$\frac{\text{반응한 탄산 칼슘의 질량}}{\text{탄산 칼슘의 화학식량}} = \frac{\text{생성된 이산화 탄소의 질량}}{\text{이산화 탄소의 화학식량}}$$

$$\frac{w_1}{\text{탄산 칼슘의 화학식량}} = \frac{(w_1 + w_2) - w_3}{M}$$

따라서 탄산 칼슘의 화학식량 = $\frac{M \times w_1}{(w_1 + w_2) - w_3}$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답만 맞았을 때	3
풀이가 충분하지 않고 답이 맞을 때	4
풀이와 답이 정확할 때	5

11 **답** 37 L

해설 화학식에서 계수비 = 몰수비이므로 아자이드화 소듐(NaN₃) 2몰이 반응하면 질소 기체(N₂) 3몰이 생성된다.

i) 60.0 g의 아자이드화 소듐의 몰수

·몰수 = $\frac{\text{질량}}{\text{분자량}} = 60.0 \times \frac{1}{65} \approx 0.92$ mol

ii) 질소 기체의 몰수 구하기

(아자이드화 소듐) 2 mol : (질소) 3 mol = 0.92 mol : x

$\therefore x$ (질소 기체의 몰수) = 1.38 mol

iii) 이상 기체 상태 방정식을 이용해 부피 구하기

$n = 1.38$ mol, $R = 0.082$ atm·L/mol·K,

$T = 80 + 273 = 353$ K, $P = \frac{823 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} = 1.08$ atm 이므로

$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1.38 \times 0.082 \times 353}{1.08} = 37$ L 이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
해설없이 답만 맞았을 때	2
풀이가 충분하지 않고 답이 맞을 때	3
풀이와 답이 타당할 때	5

12 **답** (1) 발생되는 총 열량 : 2764 kJ
(2) 약 27.38 °C

해설 (1) 다이아몬드와 흑연 1mol이 각각 완전 연소하여 이산화탄소가 생성될 때 엔탈피는 각각 395.4 kJ, 393.5kJ 감소하며, 이것은 열의 형태로 외부로 방출된다(발열 반응).

i. 다이아몬드 5 mol 연소 시 방출 열량 : $395.4 \times 5 = 1977$ kJ

ii. 흑연 2 mol 연소 시 방출 열량 : $393.5 \times 2 = 787$ kJ

\therefore 발생하는 총 열량 : $1977 + 787 = 2764$ kJ

(2) 흑연과 다이아몬드가 타면서 주위의 공기에 열을 공급하여 온도의 변화가 발생한다.

i. 공급한 열량 : 2764 kJ ($\approx 2.76 \times 10^6$ J)

ii. 공기의 비열 : 1 J/g·°C

iii. 공간 안의 공기의 질량을 구하기 위해 몰수를 먼저 계산하면 부피 25×10^{-3} m³ 가 1몰이고, 전체 공기의 부피는 1000 m³ 이

므로 밀폐된 공간의 공기의 총 몰수는 $\frac{1000 \text{ m}^3}{25 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 40000$ (mol), 1몰의 질량이 29 g 이므로 밀폐된 공간의 공기의 질량은 $40000 \times 29 = 1160000 \text{ g} = 1.16 \times 10^6 \text{ g}$ 이다.
따라서 공급한 열량 = 비열 \times 질량 \times 온도 변화(ΔT)이므로 $2.76 \times 10^6 \text{ J} = 1 \text{ J/g} \cdot \text{C}^\circ \times 1.16 \times 10^6 \text{ g} \times \Delta T$, $\Delta T = \text{약 } 2.38 \text{ C}^\circ$ 가 된다(온도 상승). 연소 전 온도는 25 C° 이었으므로 연소 후 주위 온도는 $25 + 2.38 = 27.38 \text{ C}^\circ$ 가 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	2
(2)의 답만 맞았을 때	3
(1), (2)의 답이 모두 맞을 때	5

13 **답** (1) 1 M 설탕물이 더 높다. (2) 몰랄 농도 (3) 비커 B

해설 (1) 1M(몰 농도) 은 수용액 1 L 에 녹아 있는 용질이 1몰 일 경우의 농도이다. 따라서 1M 수용액 100 mL 에는 설탕 0.1 몰 34.2 g 이 녹아 있다. 이 경우 물 100mL의 질량이 약 100g 일 때, 용매인 물만의 질량은 100 g 이 조금 덜 된다.

비커 A 는 물 100 g 에 설탕 0.1몰이 녹아 있으므로 1 m(몰랄 농도)가 된다. 이때 수용액의 부피는 100 mL 보다 조금 많게 된다. 따라서 1 m 수용액보다 1 M 수용액이 농도가 더 크므로 1M 설탕물의 끓는점이 더 높다.

(2) 가열하여 온도를 측정하는 경우, 온도가 올라가면 부피가 증가하여 몰 농도가 작아지는 등 일정하지 않으므로, 끓는점을 비교할 때는 질량을 기준으로 한 몰랄 농도를 사용하는 것이 적당하다.

(3) 비커 A 와 비커 B 수용액 모두 농도가 1 m 으로 같지만, 소금은 이온화하여 Na^+ , Cl^- 로 나누어져서 물 입자가 기화하는 것을 설탕보다 더 많이 방해하므로 더 높은 온도에서 끓는다. 따라서 같은 농도의 설탕물보다 소금물의 끓는점이 더 높다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
3개중 1개만 답이 맞고 이유가 타당한 경우	1
3개중 2개만 답이 맞고 이유가 타당한 경우	3
3개의 답이 모두 맞으나 이유가 불충분할 경우	4
3개의 답이 모두 맞고 이유가 타당한 경우	5

14 **답** (1) 2가지, 79, 81 (2) 5가지

해설 (1) Br 원자 두 개가 결합된 Br_2 의 가능한 분자량은 다음과 같이 얻어진다.

Br 질량수	79	81
79	$79 + 79 = 158$	$79 + 81 = 160$
81	$81 + 79 = 160$	$81 + 81 = 162$

분자량인 160인 Br_2 은 두 번 계산이 되므로 존재비가 두 배이다. 따라서 Br의 동위 원소의 개수는 2개이며, 질량은

각각 79, 81 이다.

(2) H(질량수 1)와 중수소(질량수 2), 삼중수소(질량수 3)는 서로 동위원소이다. H와 Br이 다음과 같이 결합하여 HBr 이 생성될 때 HBr의 가능한 분자량은 80, 81, 82, 83, 84의 5가지이다.

H의 질량수 \ Br의 질량수	1	2	3
79	80	81	82
81	82	83	84

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	2
(2)의 답만 맞았을 때	3
(1), (2)의 답이 모두 맞을 때	5

15 **답** (1) 산화된 물질 : 은(Ag), 환원된 물질 : 비소(As)

(2) 금은 반응성이 은보다 더 작아서 화학 반응이 잘 일어나지 않기 때문이다.

(3) 계란 노른자에 포함된 황 성분이 은과 반응하여 검은색의 황화은(Ag_2S)이 되기 때문이다.

(4) 해설 참조

해설 (1) 비상과 은의 반응은 다음과 같다.



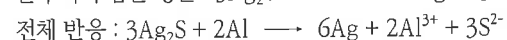
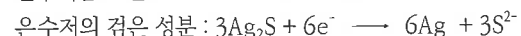
은은 $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+$ 과정에서 전자를 잃고 산화되고, 비상을 구성하는 원소인 비소(As)는 은이 잃은 전자를 얻어 환원된다.

(2) 은도 반응성이 작아서 검출 반응이 제한되어 있다.

(4) 냄비 속에 알루미늄 호일을 깔고, 그 위에 녹슨 은수저를 올려 놓는다. 베이킹 파우더를 녹인 물을 넣고, 가스레인지로 가열한다.



베이킹 파우더(NaHCO_3) 수용액은 전해질 역할을 한다.



반응성이 큰 알루미늄이 전자를 잃어 산화되고, 녹슨 은(Ag_2S)에서 은 이온이 은(Ag)으로 환원되면서 다시 광택을 찾은 것이다.

이 반응에서 은수저와 알루미늄 모두 질량이 감소한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)~(3) 중 맞은 개수당	1
(4)가 타당한 경우	1
답이 모두 타당할 때	5

16 **답** (1) Na_2CO_3 (탄산 나트륨) (2) 해설 참조

해설 (1) 화학식 : $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 (2) NaOH가 공기 중의 이산화 탄소를 흡수하여 탄산 나트륨(Na_2CO_3)이 생성되며, 방치할 경우 수분이 증발하여 탄산 나트륨 흰가루로 남게 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	2
(1)의 답이 틀렸으나 (2)의 설명이 타당할 때	3
(1), (2)의 답과 설명이 모두 타당할 때	5

17 **답** (1) ㄱ, ㄷ (2) ④

해설 (1) 마그마는 고온에서 현무암질 마그마가 생성되고 차츰 온도가 낮아지면서 안산암질 마그마, 유문암질 마그마로 분화되어 간다. 감람석과 휘석과 같은 유색 광물은 분화 초기에 정출되어 현무암질 암석이 검은색을 띠게 된다. 점성은 SiO_2 성분이 많을수록 커지는데 이때문에 SiO_2 성분이 서로 뭉쳐져 마그마의 흐름을 방해한다. 따라서 온도가 낮은 방향으로 분화가 진행됨에 따라 SiO_2 성분이 많아지고, 점성이 점차 커지게 된다.

(2) ①, ② 화강암은 마그마 분화 후기 산물(화산암)이므로 사장석은 Na-사장석이 많다. ③ 규장질 광물은 Ca-사장석과 Na-사장석과 같은 무색광물을, 철질 광물은 감람석, 휘석과 같은 유색광물을 의미하는 것으로 화성암에서는 불연속 계열의 광물인 철질 광물과 연속 계열의 광물인 규장질 광물이 함께 산출될 수 있다. ④ 감람석이나 휘석은 마그마 분화 초기의 고온 광물이고, 흑운모, 정장석, 석영은 후기의 저온 광물이기 때문에 동시에 존재하기 어렵다. ⑤ 지표의 환경은 저온 환경이다. 따라서 상대적으로 저온에서 생성된 암석이 풍화에 더 강하다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	2
(2)의 답만 맞았을 때	3
(1), (2)의 답이 모두 맞을 때	5

18 **답** B 지역

해설 B 지역은 거리 상으로는 우물에 더 가까이 있지만 불투수층인 점토로 구성되어 있어서 매립장의 침출수가 아래로 내려가지 않아서 우물을 오염시키지 않는다. 반면에 A 지역은 거리상으로는 우물과 멀리 떨어져 있지만 사암 지역이어서 매립장의 오염물질(침출수)이 지층을 통과하여 아래로 내려가 우물을 오염시키게 된다. 따라서 B지역이 쓰레기 매립장으로 적절하다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답만 맞았을 때	2
설명이 충분하지 않고 답이 맞을 때	3
설명이 타당하고 답이 정확할 때	5

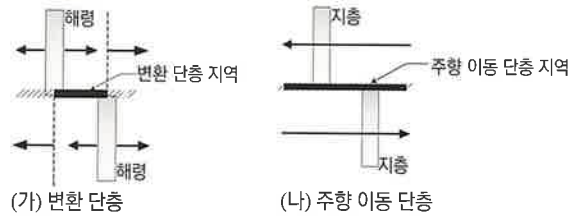
19 **답** (1) 2cm/년 (2) 방화가 녹으면서 주변보다 지각이 상승하여 해수면 위로 용기하는 조륙 운동이 일어났다.

해설 (1) B 지역은 해발 고도 변화량이 120m이므로 6,000년 동안 120m 상승하였고, 해발 고도의 평균 변화율은 $\frac{(120 \times 100)\text{cm}}{6,000\text{년}} = 2\text{cm/년}$ 이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	2
(1)의 답이 틀렸으나 (2)의 설명이 타당할 때	3
(1), (2)의 답과 설명이 모두 타당할 때	5

20 **답** (1)



(2) 공통점 : 수평 방향으로 지층의 상대적인 운동이 일어난다.
 차이점 : 변환 단층은 양쪽 해령 사이 지역에서 지진이 발생하지만, 주향 이동 단층은 단층 지역 어디서나 지진이 발생한다.

해설 (2) 변환 단층은 지각이 생성되어 양쪽으로 이동하는 해령 사이에서 반대 방향으로 이동하는 단층으로 지진이 일어난다. 주향 이동 단층은 단층 양쪽의 상대적인 이동이 일어나는 전체 지역이다. 이 경우 지진은 단층 지역 전체에서 발생한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 그림만 맞았을 때	2
(1)의 그림이 틀렸으나 (2)의 설명이 타당할 때	3
(1)의 그림이 맞고 (2)의 설명이 타당할 때	5

21 **답** (1) 푸른색 잉크를 섞은 소금물은 보통 물보다 밀도가 크므로 바닥으로 가라앉는 것이다.

- (2) A 과정에서 수조에 상온의 물 대신 더운 물을 채운다.
 · B 과정에서 종이컵에 더 차가운 소금물을 붓는다.
 · B 과정에서 종이컵에 더 짙은 소금물을 붓는다.
 (3) 고위도 지방. 고위도 지방은 염분이 높고 해수의 수온이 낮아 밀도가 높게 나타난다. 따라서 극 지방의 해수가 가장 침강이 잘 일어날 것이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당할 때	1
(2)의 타당한 방법을 2개 이하 찾았을 때	1
(2)의 타당한 방법을 3개 이상 찾았을 때	2
(3)의 장소와 설명이 타당할 때	2
총 배점 (1)+(2)+(3)	5

22 **답** 334g

해설 ① 10℃에서 습도 60%일 때 공기 1m³에 포함된 수증기의 질량(x₁)은 상대 습도를 구하는 공식에서 구할 수 있다. 10℃에서 포화 수증기량은 9.4g이다.

$$\text{상대 습도(\%)} = \frac{\text{현재 공기에 포함된 수증기량(g/m}^3\text{)}}{\text{현재 기온에서의 포화 수증기량(g/m}^3\text{)}} \times 100$$

$$60 = \frac{x_1}{9.4} \times 100 \rightarrow x_1 = 5.64g$$

② 비닐하우스의 온도가 18℃, 습도가 80%가 되도록 하기 위해서 비닐하우스 공기 1m³에 포함되어야 하는 수증기량(x₂)은 다음과 같다. 18℃에서 포화 수증기량은 15.4g이다.

$$80 = \frac{x_2}{15.4} \times 100 \rightarrow x_2 = 12.32(g)$$

따라서 1m³ 공기 속에 추가되어야 하는 수증기의 양
= x₂ - x₁ = 12.32 - 5.64 = 6.68g

비닐하우스의 부피는 50m³이므로 추가되어야 하는 총 수증기량은 6.68 × 50 = 334g

채점 기준

채점 기준	배점(점)
정답이 맞은 경우(부분 점수 없음)	5

23 **답** (1)



(2) 우리나라에서 관측한 초승달(서쪽 하늘 저녁 7시 ~ 9시)



해설 (1) 호주 켈거리의 경도가 121° ~ 127°E로 우리나라 경도 127°E와 거의 비슷하며, 위도는 30° ~ 47°S이어서 우리나라 37°N과 적도를 중심으로 대칭이다. 따라서 호주 켈거리에서는 서울에서와 달의 위상이 반대로 나타난다. 서울에서 초승달이 보였다면, 켈거리에서는 왼쪽이 보이는 초승달(우리나라에서의 그믐달 모양)로 나타난다.

(2) 북반구에서는 초승달의 오른쪽(서쪽)에 태양이 위치하고 초저녁에 서쪽 지평선으로 태양이 지면 초승달이 보였다가 이윽고 진다. 낮에 태양이 있을 때는 태양 광선에 의해 초승달이 보이지 않지만 태양의 왼쪽(동쪽)에서 태양을 따라 천구 면을 회전함을 알 수 있다. 이는 지구가 자전하기 때문에 생기는 현상이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 그림이 타당할 때	2
(2) 시각에 따른 초승달을 타당하게 그렸을 때	2
(2) 관측 가능한 시각과 방향이 맞을 때	1
총 배점 (1)+(2)	5

24 **답** (1) 이유 : 지구를 포함한 행성들의 공전 궤도면이 거의 일치하기 때문이다.

(2) 가장 밝은 행성인 목성과 가장 어두운 행성인 화성 간의 등급차는 4등급이며, 밝기 차는 (2.5)⁴ = 약 40배이다.

(3) 하루 후에 달을 관찰하면, 달은 하루 동안 같은 방향으로 공전하므로 같은 위치에서 달을 관찰하려면 지구가 13° (53분)더 자전해야 한다. 따라서 달이 지는 시각(지평선에 위치하는 시각)이 매일 53분씩 늦어진다.

해설 (1) 행성들이 대부분 황도 부근에서 관측되는 이유는



행성들의 공전 궤도면이 지구의 공전 궤도면과 거의 일치하기 때문이다. 4월 7일 초저녁 태양이 지평면 아래로 지면서 목성, 화성, 토성 등 행성과 달 및 별들이 서쪽 하늘에 보였으므로 각 행성과 태양 달의 상대적 위치는 그림과 같다.

(2) 등급이 낮을수록 밝게 보이며, 등급 당 밝기는 2.5배 차이난다. 가장 밝게 보이는 목성과 가장 어둡게 보이는 화성 사이의 등급차는 4등급이며, 밝기는 (2.5)⁴ = 약 40배 차이이다.

(3) 항성월은 27.3일 이므로 달은 하루 동안에 13° ($\frac{360^\circ}{27.3\text{일}} \approx 13^\circ$) 씩 서 → 동으로 지구 둘레를 공전한다. 달의 공전 방향과 지구의 자전 방향이 같으므로 천구 상 같은 위치에서 달을 관찰하려면 지구가 13°를 더 자전해야 하는데, 그 시간이 53분이다. (360° : 24 × 60분 = 13° : X) 따라서 4월 5일 이후 달이 지평면 아래로 지는 시각은 매일 53분씩 늦어진다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 이유가 맞을 때	1
(2)의 밝기 차의 설명과 답이 타당할 때	2
(3)의 늦어 지는 시각이 정확할 때	1
(3)의 이유가 타당할 때	1
총 배점	5

25 **답** (1) 효소가 없기 때문이다.

(2) 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없어 살아 있는 생물체 내에서 기생하므로 생물체보다 나중에 출현한 것으로 볼 수 있다.

해설 (1) 모든 생명체의 몸에서 물질대사 즉, 화학 반응이 일어나기 위해서는 생체 촉매인 효소가 반드시 필요한데 바이러스는 자신의 효소를 가지고 있지 않아 숙주 생물체의 효소를 이용한다. (2) 바이러스는 매우 원시적인 구조를 하고 있으므로 지구상에 최초로 출현하였을 것이라고 생각하기 쉽지만 그렇지 않다. 바이러스는 효소가 없어 반드시 살아 있는 숙주 생물체에 기생하여 숙주의 효소를 이용하여 생명 활동을 하기 때문에 지구상에 최초로 출현한 생물체로 볼 수 없다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 이유가 타당할 때	2
(2)의 이유가 타당할 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

26 **답** ②

이유 : (나)는 DNA의 대부분이 포함된 것으로 보아 핵, (라)는 소포체 세포막 성분인 인지질과 당지질이 특히 많은 막성소기관인 소포체, (마)는 RNA와 단백질로 이루어져 있는 가장 작은 세포소기관인 리보솜이다. 따라서 (다)는 미토콘드리아라는 것을 알 수 있다.

해설 원심 분리하면 각각의 시험관에는 다음과 같은 세포 소기관이 존재하게 된다.

(나) 핵, (다) 미토콘드리아, 라이소좀, (라) 소포체, 골지체와 같은 막성소기관, (마) 리보솜, 세포액

- ① (나)의 시험관 안의 침전물은 세포 내에서 가장 크고 뚜렷하게 관찰할 수 있다.
- ② (다)의 시험관 안의 침전물은 세포 내에서 산소 소비량이 가장 많은 세포 소기관이다.
- ③ (라)의 시험관 안의 침전물은 단일막으로 이루어진 세포 소기관이다.
- ④ (마)의 시험관 안의 침전물은 막으로 싸여 있지 않은 세포 소기관이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답만 맞았을 때	2
답이 맞고 이유가 타당할 때	5

27 **답** (1) 조직

(2) 인공 배양된 피부는 상피 세포로만 구성된 상피 조직이지만 실제로 우리 몸을 감싸고 있는 피부에는 여러 감각 세포와 조직액을 구성하는 세포 등 다양한 세포들이 존재한다. 또 우리 피부는 모낭, 털, 땀샘, 피지선 등 여러 부속 기관을 보유하고 있다

해설 피부는 기능이 비슷한 세포로 구성되어 있는 조직이다. 피부는 단순히 인체의 외부를 싸고 있는 포장지가 아니다. 피부의 주 역할은 체액의 유실을 막아주고 외부로부터 유해 물질과 미생물의 유입을 막으며 외부 충격, 방사선과 자외선 등으로부터 우리 몸을 보호하는 기능을 수행하고 있는 조직이다. 피부는 모낭, 털, 땀샘, 피지선 등 여러 부속 기관을 보유하고 있어 보호막 기능 외에도 다양한 기능을 수행하고 있는 중요한 복합 조직이다. 피부는 상층부의 표피(epidermis), 표피층 하단부의 기저막(basementmembrane), 진피(dermis)로 구성된다. 표피에 비해, 진피의 두께는 부위에 따라 많은 차이가 있지만 표피의 약 3배 정도이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답만 맞았을 때	2
(2)의 설명이 부분적으로 타당할 때	1
(2)의 설명이 답안과 견주어 충분할 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

28 **답** (1) A : 이산화 탄소 B : 포도당

- (2) 산소, 다른 동물의 호흡에 이용한다.
- (3) 온실 효과를 일으키는 대기 중의 이산화 탄소를 식물이 광합성할 때 흡수하므로
- (4) 식물의 잎을 에탄올로 탈색시킨 후 아이오딘 - 아이오딘화칼륨 용액을 떨어뜨려 녹말이 있는지를 확인한다.

해설 (1) 광합성은 엽록체에서 물과 이산화 탄소(무기물)을 이용하여 포도당(유기물)을 합성하는 대표적인 동화 작용이다. 물질을 합성하는 과정에는 에너지가 필요하므로 빛에너지를 흡수하게 된다.

- (2) 식물의 광합성 과정에서 발생하는 산소는 식물은 물론 다른 생물들의 호흡에 이용되어 유기물을 산화시킬 때 쓰이게 된다.
- (3) 식물은 광합성 과정에서 이산화 탄소를 흡수하여 지구 온난화를 방지할 수 있으므로 농경지나 열대 우림을 보호하고 나무를 많이 심어야 한다.
- (4) 광합성 결과 합성된 포도당은 곧바로 녹말로 합성되므로 아이오딘 - 아이오딘화칼륨 용액을 떨어뜨려 녹말이 존재할 때 청남색으로 색깔이 변하는 것을 확인한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)이 맞을 때	1
(2)의 기체의 종류와 설명이 모두 타당할 때	1
(3)의 설명이 타당할 때	1
(4)의 설명이 타당할 때	2
총 배점 (1)+(2)+(3)+(4)	5

29 **답** (1) 사람의 후각이 개보다 둔한 것처럼 어느 정도의 감각 능력은 타고 난다. 하지만 훈련을 통해 능력이 개선되고 향상될 수 있다. 따라서 우주 비행사를 뽑을 때 적응 능력이 뛰어난 사람을 뽑기도 하지만 지속적인 훈련을 통해 그 능력을 발달시키기도 한다.

(2) 느낄 수 없다 : 우주에는 중력이 없기 때문에 적합 자극이 중력인 전정 기관이 작동하지 않으므로 몸이 기울어진 것을 전혀 느끼지 못한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 서술이 과학적이고 타당할 때	2
(2)의 답이 맞지만 설명이 부족할 때	1
(2)의 답이 맞고 설명이 타당할 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

30 답 ㄱ, ㄷ, ㄹ, ㅅ

해설 ㄱ. 투석막은 반투과성 막으로 되어 있어 단백질이나 적혈구 같은 큰 물질은 통과시키지 않고 포도당이나 노폐물 같은 작은 물질만 통과시킨다.

ㄴ. 요소는 반투과성막을 통과할 수 있기 때문에 투석 장치를 통해 혈액 속의 요소를 걸러주어 혈액내 요소의 농도를 낮추어 줄 수 있다.

ㄷ. 단백질은 분자량이 크기 때문에 반투과성 막을 통해 여과되지 않는다. 투석액에 단백질을 넣어도 혈액 속으로 들어갈 수 없기 때문에 신선한 투석액에 단백질을 넣어줄 필요는 없다.

ㄹ. A 기능에 이상이 있는 경우 사구체로부터 보먼주머니로의 여과 작용이 원활하지 않아 오줌의 생성이 정상적으로 이루어지지 않는다. 이런 경우 투석 장치를 이용하여 혈액에 있는 요소 등의 노폐물을 제거한다.

ㅅ. 투석 장치의 투석막은 반투과성막이므로 혈구와 단백질과 같은 고분자 물질은 통과시키지 못한다. 따라서 혈액 투석 장치를 이용하더라도 환자의 혈구들이 투석액으로 여과되지는 않는다.

ㄴ. 투석 장치의 원리는 반투과성 막을 통해 저분자 물질이 확산되는 것이지만, 포도당을 세뇨관에서 모세혈관으로의 재흡수 과정은 에너지를 이용한 능동수송에 의해 일어나므로 원리는 서로 다르다.

ㄷ. 사용된 투석액에는 환자의 혈액으로부터 이동한 요소가 함유되어 있고, 네프론의 B는 집합관으로 네프론을 거치며 생성된 오줌이 있으므로 역시 요소가 들어 있다.

ㄹ. 신선한 투석액은 요소가 포함되어 있지 않고 그 외의 성분은 혈액과 같은 농도로 맞춰주어야 한다. 그 이유는 요소 이외의 물질들이 농도 차에 의해 혈액에서 빠져나오는 것을 방지하기 위해서이다.

ㅅ. 투석막을 통해 환자의 혈액에 있던 요소가 투석 장치를 통해 걸러져 외부로 빠져나가기 때문에 요소의 농도는 동맥에서 나온 혈액에서 높게 나타나고, 투석 장치를 통과하여 정맥으로 들어가는 혈액에서는 낮게 나타난다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
정답이 모두 맞은 경우(부분 점수 없음)	5

31 답 (1)

구분	1 란성 쌍생아	2 란성 쌍생아
남녀 성별	같다	다를 수 있다.
생김새	같다	다르다
난자의 수	1 개	2 개
정자의 수	1 개	2 개

(2) 1 란성 쌍생아 : 하나의 수정란이 2 세포기에 분리되어 독립된 개체로 발생한다.

2 란성 쌍생아 : 배란 이상으로 독립된 2 개의 난자가 배란되어 생긴 수정란이 각각 자궁에 착상하여 발생한다.

(3) 1 란성 쌍생아 : 하나의 수정란에서 출발하였기 때문에 유전적 특성이 같다.

2 란성 쌍생아 : 다른 수정란에서 발생하므로 유전적 특성이 다르다.

해설 쌍생아는 하나의 난자와 하나의 정자가 결합하여 생성된 수정란이 두 개로 분리되어 성장하는 1 란성과, 보통 난자가 두 개 배란되어 각각 별도의 정자와 수정하여 발육하는 2 란성이 있다. 1 란성 쌍생아는 두 명 모두 남자가 되거나 여자가 되며, 서로 많이 닮지만 태반이 하나밖에 없는 경우 발육에는 조금 차이가 있다. 지문과 손금은 예외다. 2 란성 쌍생아는 한쪽은 남자 아이가 되고, 한쪽은 여자 아이가 되는 경우도 있으며, 태반이 각각 있어 그다지 발육의 차이가 나타나지 않는다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)이 모두 맞을 때	3
(2)의 설명이 타당할 때	1
(3)의 설명이 타당할 때	1
총 배점 (1)+(2)+(3)	5

32 답 (1) A : ffGg, B : FfGG, C : FfGg, D : FFGg
(2) 50% (3) 25%

해설 (1) fg 를 퍼넷 사각형에서 교배하는 방식으로 각 생식 세포와 검정교배하여 쉽게 F₁의 유전자형을 찾을 수 있다. A~D를 각각 검정 교배하였으므로, 개체들은 열성 인자를 하나씩 가지고 있음을 알 수 있으며, 이를 표로 나타내면 아래와 같다.

부풀고 녹색	부풀고 황색	수축하고 녹색	수축하고 황색
FfGg	Ffgg	ffGg	ffgg

• A의 F₁ 검정 교배 결과

	FG	Fg	fG	fg
fg	FfGg	Ffgg	ffGg	ffgg
개체수	0	0	0	400

A는 수축하고 황색 콩각지만 나왔으므로 f와 g의 생식 세포만 형성한다는 것을 알 수 있다. 따라서 A의 유전자형은 ffgg이다.

• B의 F₁ 검정 교배 결과

	FG	Fg	fG	fg
fg	FfGg	Ffgg	ffGg	ffgg
개체수	200	0	200	0

A와 동일한 방식으로 유전자형을 분석하면 위의 표와 같다. 따라서 B는 생식 세포로 FG와 fG를 가지고 있으며 유전자형은 FfGG이다.

• C의 F₁ 검정 교배 결과

	FG	Fg	fG	fg
fg	FfGg	Ffgg	ffGg	ffgg
개체수	50	50	50	50

C는 생식 세포로 FG, Fg, fG, fg를 모두 가지고 있으며 유전자형은 FfGg이다.

· D의 F₁ 검정 교배 결과

	FG	Fg	fG	fg
fg	FfGg	Ffgg	ffGg	ffgg
개체수	200	200	0	0

D는 생식 세포로 FG와 Fg를 가지고 있으며 유전자형은 FFGg이다.

(2) ㉠의 유전자형은 ffGg이다. 이를 검정 교배할 경우 나오는 F₂의 유전자형은 다음 표와 같다.

㉠	fg	fg
fg	ffGg	ffgg

따라서 ㉠과 동일한 유전자형을 가지는 자손은 50%이다.

(3) 유전자형 FfGg인 C와 유전자형 FFGg인 D를 교배하여 나타나는 자손형의 비는 아래 표와 같다.

D \ C	FG	Fg	fG	fg
FG	FFGG	FFGg	FgGG	FfGg
Fg	FFGg	Ffgg	FfGg	Ffgg

따라서 태어난 자손 중 동형 접합은 25%가 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)이 모두 맞을 때	2
(2)가 맞을 때	2
(3)가 맞을 때	1
총 배점 (1)+(2)+(3)	5

모의고사 2 회 (p24~41)

01 **답** $\frac{Mv^2}{4g(2M+m)}$

해설 A와 B가 충돌한 직후 물체(질량 m)은 속도 v 를 유지한다.

수레 A, B : $Mv = 2MV_1$, $V_1 = \frac{v}{2}$ (한 덩어리로 운동)

충돌 후 물체 m 의 속력이 더 빠르므로 빗면을 타고 올라간다. 물체 m 이 최고점에 도달했을 때 (수레 A, B+질량 m)은 같은 속도 V_2 로 운동한다. 운동량 보존에 의해

$$(충돌 직후) mv + 2M \frac{v}{2} = (2M + m)V_2 \quad (A, B, m \text{ 한 덩어리})$$

$$V_2 = \frac{(M + m)v}{2M + m}$$

충돌 이후 마찰은 없으므로 충돌 직후와 물체가 최고점일 때 역학적 에너지가 보존된다. 물체 m 의 최고점 높이를 H 라고 하면,

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(2M)\left(\frac{v}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}(2M + m)\left[\frac{(M + m)v}{2M + m}\right]^2 + mgH$$

$$\frac{1}{4}(2m + M)v^2 = \frac{(M + m)^2}{2(2M + m)}v^2 + mgH$$

$$mgH = \left[-\frac{(M + m)^2}{2(2M + m)} + \frac{1}{4}(2m + M) \right] v^2$$

$$= \left[\frac{-2(M + m)^2 + (2m + M)(2m + M)}{4(2M + m)} \right] v^2$$

$$= \left[\frac{Mm}{4(2M + m)} \right] v^2$$

$$\therefore H = \frac{Mv^2}{4g(2M + m)}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답은 맞지만 풀이가 정확하지 않을 때	3
답과 풀이가 타당할 때	5

02 **답** (1) 2V만큼 더 빨라진다. (2) 2V만큼 더 느려진다.

해설 (1) 우주선의 질량을 m , 행성의 질량을 $M(\gg m)$ 이라고 하고, 탄성 충돌이므로 반발계수는 1, 운동량은 보존되므로,

$$\begin{cases} mv + MV = mv' + MV' \text{ (운동량 보존)} \cdots \text{①} \\ v - V = V' - v' \text{ (반발계수 = 1)} \cdots \text{②} \end{cases}$$

$$mv + MV = mv' + MV' \cdots \text{①}$$

$$-) Mv - MV = MV' - Mv' \cdots \text{②} \times M$$

$$(m - M)v + 2MV = (M + m)v'$$

$$v' = \frac{(m - M)v}{M + m} + \frac{2MV}{M + m} = \frac{(m/M - 1)v}{1 + m/M} + \frac{2V}{1 + m/M}$$

$M \gg m$ 일 때 m/M 은 0에 접근하므로 v' 는 다음과 같다.

$$v' \approx -v + 2V$$

$V < 0$ 이므로 우주선의 속력은 접근 속력에 비해서 나중에 행성과 같은 방향으로 2V만큼 더 빠른 속력이 된다.

(2) $v' \cong -v + 2V$ 식은 그대로 유지되며, $V > 0$ 이므로 우주선의 속력은 접근 속력에 비해서 나중에 행성과 반대 방향으로 $2V$ 만큼 더 느린 속력이 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1), (2) 모두 답이 맞으나 풀이가 충분하지 않을 때	3
(1), (2) 모두 답이 맞고 풀이가 타당할 때	5

03 **답** (1) $\rho_0 g A h_0$ (또는 $\rho g A h$) (2) $2\pi \sqrt{\frac{\rho h}{\rho_0 g}}$

해설 (1) 부력 = 물체가 밀어낸 유체의 무게
= 물체가 밀어낸 유체의 질량 \times 중력 가속도
= 유체의 밀도 \times 물체가 밀어낸 유체의 부피 \times 중력 가속도이다.
액체 속에 잠긴 물체의 부피를 V 라고 하면, 물체가 받는 부력의 크기는 다음과 같다. 부력은 물체의 무게와 평형을 이루고 있다.

$$\text{부력} = \rho_0 V g = \rho_0 g A h_0 = \text{물체의 무게} (\rho g A h)$$

(2) 평형 상태에서는 물체에 작용하는 중력과 부력은 같다.

$$mg - F_{\text{부}} = 0 \rightarrow mg = F_{\text{부}}$$

$$\rho A h g = \rho_0 A h_0 g \rightarrow h_0 = \frac{\rho}{\rho_0} h$$

평형 상태의 물체를 액체 속으로 x 만큼 더 밀어 넣었을 때 물체에 작용하는 힘(복원력)은 다음과 같다.

$$\text{복원력} = mg - (F_{\text{부}} + \text{더 밀어 넣은 부피에 의한 부력 } F_{\text{부B}})$$

$$= \rho A h g - (\rho_0 A h_0 g + \rho_0 A x g) = -\rho_0 A x g$$

즉, 복원력은 더 밀어 넣은 부피에 의한 부력과 같다.

단진동하는 물체에 작용하는 힘 $F = -m\omega^2 x = -\rho_0 g A x$ 이므로,

$$\omega = \sqrt{\frac{\rho_0 g A}{m}}, (m = \rho A h)$$

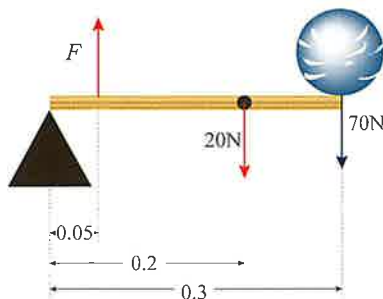
$$\therefore \text{주기 } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\rho_0 g A}} = 2\pi \sqrt{\frac{\rho h}{\rho_0 g}}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 풀이가 타당할 때	2
(2)의 답이 맞고 풀이가 타당할 때	3
(1),(2)의 답이 맞지만 풀이가 타당하지 않을 때	각 1점씩 감점
총 배점 (1)+(2)	5

04 **답** 500 N

해설



해설 팔꿈치 접점을 회전축으로 돌림힘의 평형이 성립한다.
이두박근이 아래 팔에 작용하는 힘을 F 라 했을 때,
 $F \times 0.05 = (2 \times 10 \times 0.2) + (7 \times 10 \times 0.3) = 25 \text{ N}\cdot\text{m}$
따라서 $F = 500 \text{ N}$ 이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 풀이가 타당할 때	5
답이 맞으나 풀이가 충분하지 않을 때	3

05 **답** (1) $\frac{390}{T}$ (2) $1,027^\circ\text{C}$

해설

부피: 100m^3
밀도: ρ
압력: 1기압
온도: $T\text{K}$
몰수: n

부피: 100m^3
밀도: 1.3 kg/m^3
압력: 1기압
온도: $27 + 273 = 300\text{K}$
몰수: n_0

공기가 출입하는 열기구 내부 공기의 물리량

열기구와 같은 부피의 공기 물리량

(1) 열기구 내의 공기의 온도가 올라가면 공기의 부피가 팽창하지만 열기구의 부피는 100m^3 로 고정되어 있으므로 일정량의 공기는 밖으로 빠져나가게 된다. 이때 열기구의 아래 부분은 열려 있으므로 열기구 내의 압력은 대기압과 같은 1기압이다.

이상 기체의 상태 방정식 $PV = nRT \rightarrow n = \frac{PV}{RT}$ 이고, 부피가 같은 공기의 몰수 비는 다음과 같다.

$$\therefore n : n_0 = \frac{1 \times 100}{RT} : \frac{1 \times 100}{R \cdot 300} = \frac{100}{T} : \frac{1}{3} = 300 : T$$

물질량이 M , 질량이 m 인 기체의 몰수 $n = \frac{m}{M} \rightarrow m = nM$ 이므로, 몰수는 질량에 비례하고, 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이다. 현재 공기의 밀도가 1.3 이므로, 밀도의 비는 다음과 같다.

$$\rho : 1.3 = \frac{n}{100} : \frac{n_0}{100} = 300 : T \therefore \rho = \frac{390}{T}$$

(2) 열기구는 (열기구 + 열기구 내부의 공기)의 무게가 동일한 부피의 대기의 무게(부력)보다 작을 때 상승하게 된다. 무게 = 부피 \times 밀도 $\times g$ 이고, 열기구의 질량은 100kg , 부피는 100m^3 이므로 다음과 같은 식이 성립한다.

$$(100 + 100\rho) \times g \leq 100 \times 1.3 \times g$$

$$\rightarrow 100 + 100 \times \frac{390}{T} \leq 130$$

$$\therefore T \geq 1,300(\text{K}) = 1,027(^{\circ}\text{C})$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 풀이가 타당할 때	3
(2)의 답이 맞고 풀이가 타당할 때	2
(1),(2)의 답이 맞지만 풀이가 정확하지 않을 때	각 1점씩 감점
총 배점 (1)+(2)	5

06 답 (1) A: 7.5×10^4 B: -9.75×10^5 (2) 4.2 (J)

해설 전하 q_1 와 전하 q_2 는 각각 꼭지점 A로부터 12cm, 4cm 떨어진 곳에 있으므로 A점의 전위는 다음과 같다.

$$V_A = k \frac{q_1}{0.12} + k \frac{q_2}{0.04} = (9 \times 10^9) \left(\frac{-5 \times 10^{-6}}{0.12} + \frac{2 \times 10^{-6}}{0.04} \right) = 7.5 \times 10^4 \text{ (V)}$$

전하 q_1 와 전하 q_2 는 각각 꼭지점 B로부터 4cm, 12cm 떨어진 곳에 있으므로 B점의 전위는 다음과 같다.

$$V_B = k \frac{q_1}{0.12} + k \frac{q_2}{0.04} = (9 \times 10^9) \left(\frac{-5 \times 10^{-6}}{0.12} + \frac{2 \times 10^{-6}}{0.12} \right) = -9.75 \times 10^5 \text{ (V)}$$

(2) 외부에서 한 일은 계의 퍼텐셜 에너지의 변화와 같다. 전하 q_3 가 꼭지점 A에 있을 때 퍼텐셜 에너지를 U_A , 꼭지점 B에 있을 때 퍼텐셜 에너지를 U_B 라고 하면, 전하를 B에서 A로 옮기는 데 한 일 W 은 다음과 같다.

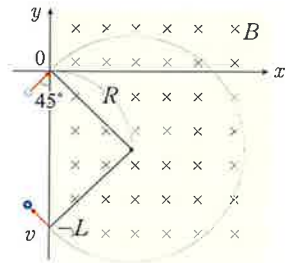
$$W = U_A - U_B = q_3(V_A - V_B) = (4 \times 10^{-6})(7.5 \times 10^4 + 9.75 \times 10^5) = 4.2 \text{ (J)}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 풀이가 타당할 때	3
(2)의 답이 맞고 풀이가 타당할 때	2
(1),(2)의 답이 맞지만 풀이가 충분하지 않을 때	각 1점씩 감점
총 배점 (1)+(2)	5

07 답 $m = \frac{qLB}{\sqrt{2}v}$

해설 (0, 0), (0, -L)을 밑변으로 하는 직각 삼각형의 꼭지점이 원궤도의 중심 O가 되어 다음 그림과 같다.



대전 입자의 운동 궤도 반지름을 R 이라고 하면, $L^2 = R^2 + R^2$ 이므로, $R = \frac{L}{\sqrt{2}}$... ㉠이다.

대전 입자는 로런츠 힘이 구심력이 되어 등속 원운동하므로,

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \rightarrow m = \frac{qRB}{v} \dots \text{㉡}$$

이다. ㉠에 ㉡을 대입하면 입자의 질량 m 은 다음과 같다.

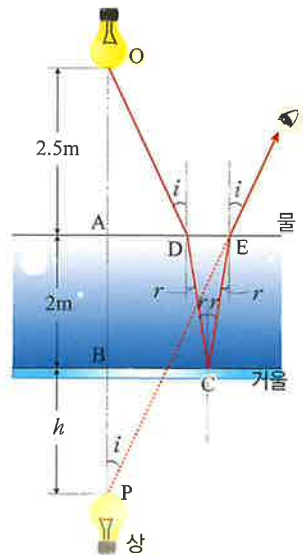
$$m = \frac{qLB}{\sqrt{2}v}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때	5

08 답 약 3.51 (m)

해설 거울 뒤에 상이 생기는 위치를 P, 거울에서 P까지의 거리를 h 라고 하자. 그림과 같이 각 지점과 각을 정하면, 관찰되는 전구의 빛은 D 점에서 수면에 비스듬히 입사하여 굴절된 후 거울의 C 점에서 반사하여 E 점으로 나와 눈에 도달한다. 이때 상에서 빛이 직진하여 눈에 도달하는 것으로 인식된다. D 점에서 입사각을 i 라고 하고, 굴절각을 r 이라고 하면, 거울면 C 점에서 입사각과 반사각은 모두 r 이 되고, E 점에서는 입사각이 r , 굴절각이 i 가 되며, E 점으로 나오는 빛을 연장하면 상이 맺히는 P 점과 만난다.



$$\triangle PEA \text{에서 } \tan i = \frac{\overline{AE}}{2+h} \text{ (or } \tan(90-i) = \frac{2+h}{\overline{AE}}) \text{ 이고,}$$

$\triangle OAD$ 에서 $\overline{AD} = 2.5 \tan i$, $\triangle DCE$ 에서 $\overline{DE} = 2 \times (2 \tan r)$ 이다. 따라서 $\overline{AE} = \overline{AD} + \overline{DE} = 2.5 \tan i + 4 \tan r$ 이므로,

$$2+h = \frac{\overline{AE}}{\tan i} = \frac{2.5 \tan i + 4 \tan r}{\tan i} \therefore h = \frac{2.5 \tan i + 4 \tan r}{\tan i} - 2$$

굴절 법칙에 의해 $n_{\text{공기}} \sin i = n_{\text{물}} \sin r \rightarrow \sin i = 1.33 \sin r$ 빛의 경로가 전구를 지나는 수직축에 매우 가까우므로, $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$ 를 사용하면,

$$\therefore h \approx \frac{2.5(1.33 \sin r) + 4 \sin r}{1.33 \sin r} - 2 = 5.51 - 2 = 3.51 \text{ (m)}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 풀이가 타당할 때	5
답이 맞으나 풀이가 정확하지 않을 때	3

09 답 6

해설 실험 1에서 반응하지 않고 남은 기체 B가 10 mL 이므로 반응한 기체 B는 30mL 이다. 따라서 반응물과 생성물의 부피비는 10mL : 30mL : 20mL = 1 : 3 : 2이다. 실험 2, 3에서도 같은 부피비로 반응한다. 부피비 = 계수비이므로 전체 화학 반응식은 $A + 3B \rightarrow 2C$ 이며, 계수의 총합은 1 + 3 + 2 = 6이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 풀이가 타당할 때	5
답이 맞으나 풀이가 정확하지 않을 때	3

10 **답** 약 40 g

해설 문을 열었다 닫으면 냉장고 안의 온도가 27 °C 가 되고 기압은 1 atm이 된다. 0 °C, 1 atm(표준 상태)일 때 1몰의 부피는 22.4 L 이므로, 27 °C, 1 atm일 때 1몰의 부피는 24.615 L 이다.

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'} \rightarrow \frac{1 \times 22.4}{273+0} = \frac{1 \times x}{273+27}, x = 24.615 \text{ (L)}$$

공기 24.615 L 가 1몰이므로 같은 온도 227 L는 9.22몰이다. 이제 냉장고 내부의 온도가 27°C → 0 °C로 냉각될 때 냉장고 내부 부피와 공기 분자 수(몰수)는 변하지 않고, 내부 압력이 변한다.

보일-샤를 법칙($\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$)에서 V가 일정하면, 기체의 압력(P)은 절대 온도(T)에 비례한다. 따라서 온도가 27°C (= 300 K) 일 때 1기압이면, 0 °C (= 273 K) 일 때는 0.91기압이 된다.

따라서 냉장고 내부 압력이 0.91기압, 외부의 압력이 1기압이므로 냉장고 안의 압력이 최소 1기압 이상이 되어야 문을 열리게 되므로 드라이아이스가 기화되면서 0.09기압에 해당하는 이산화탄소 기체가 발생하면 냉장고 문을 열린다.

기체의 몰수와 압력은 비례한다. 0 °C = 273 K 일 때 9.22몰의 공기가 0.91 기압을 나타내므로, 기체의 종류에 관계없이 0.09 기압이 나타나려면 약 0.91몰이 필요하며, 이산화 탄소 1몰은 44 g 이므로 0.91 몰은 약 40 g 이다. 따라서 드라이아이스가 약 40 g 이상 이산화 탄소로 승화해야 냉장고 문을 열리게 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 풀이가 타당할 때	5
답이 맞으나 풀이가 정확하지 않을 때	3

11 **답** 6543.63 cal

해설 물분자 3.01×10^{23} 개는 0.5몰이며, 물 1몰은 18g이므로 0.5몰의 질량은 9g 이다.

① 얼음 상태인 -5 °C에서 0 °C까지 가열할 때 필요한 열량 Q_1
 $Q_1 = c \cdot m \cdot \Delta t = 0.492(\text{얼음 비열}) \times 9 \times 5(\text{온도 변화}) = 22.14 \text{ cal}$

② 0 °C 일 때 융해열 Q_2 (얼음 → 물)
 $Q_2 = 79.8 \text{ cal/g} \times 9 \text{ g} = 718.2 \text{ cal}$

③ 물 9g을 0 °C 에서 100 °C 까지 가열할 때 필요한 열량 Q_3
 $Q_3 = c \cdot m \cdot \Delta t = 1 \text{ cal/g} \cdot \text{°C} \times 9 \text{ g} \times 100 \text{ °C} = 900 \text{ cal}$

④ 100 °C에서 기화열 (100 °C 물 → 100 °C 수증기) Q_4
 $Q_4 = 540 \text{ cal/g} \times 9 \text{ g} = 4860 \text{ cal}$

⑤ 100 °C 수증기를 110 °C 로 가열할 때 필요한 열량 Q_5
 $Q_5 = c \cdot m \cdot \Delta t = 0.481 \text{ cal/g} \cdot \text{°C} \times 9 \text{ g} \times 10 \text{ °C} = 43.29 \text{ cal}$

따라서 필요한 최소의 에너지 $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$
 $= 22.14 + 718.2 + 900 + 4860 + 43.29 = 6543.63 \text{ cal}$ 이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 풀이가 타당할 때	5
답이 맞으나 풀이가 정확하지 않을 때	3

12 **답** (1) 0.002 (M) (2) 높아진다. 이유 : 해설

해설 (1) 삼투압은 올라간 설탕물 기둥에 의한 압력과 같다.

$$\begin{aligned} \therefore \text{삼투압}(\pi) &= \rho gh \\ &= 1050 \text{ (kg/m}^3) \times 9.8 \text{ (m/s}^2) \times 0.5 \text{ (m)} \\ &= 5145 \text{ (kg/m} \cdot \text{s}^2) = 5145 \text{ (Pa)} \approx 0.05 \text{ (atm)} \end{aligned}$$

반트 호프식에서 삼투압(π) = CRT 이므로,

$$\therefore C = \frac{\pi}{R \times T} = \frac{0.05}{0.082 \times 300} \approx 0.002 \text{ (M)}$$

(2) 설탕물의 삼투압 = CRT 이므로, 온도(T)가 올라가면 설탕물의 삼투압도 커진다. 설탕물의 삼투압이 커지므로, 설탕물 기둥의 높이가 증가해 압력이 커져서 삼투압과 평형을 이룬다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 풀이가 타당할 때	3
(2)의 답이 맞고 이유 설명이 타당할 때	2
(1)의 답이 맞지만 풀이가 정확하지 않을 때	1점 감점
(2)의 이유 설명이 충분하지 않을 때	1점 감점
총 배점	5

13 **답** (1) AgNO₃ : 0 (M) (2) NaCl : 0.5 (M)

(3) NaNO₃ : 1.5 (M)

해설 3 (M) AgNO₃ 수용액 500 (mL) 의 몰수 = 몰 농도 × 용액의 부피 = 3 × 0.5 = 1.5 (mol)이다.

∴ AgNO₃ 수용액 속 Ag⁺, NO₃⁻의 몰수 = 각각 1.5 (mol)

4 (M) NaCl 수용액 500 (mL) 의 몰수 = 4 × 0.5 = 2.0 (mol)이다.

∴ NaCl 수용액 속 Na⁺, Cl⁻의 몰수 = 각각 2.0 (mol)

양금 생성 반응을 통해 AgCl 1.5 (mol)이 생성되므로, 혼합 용액 1L 속 남아 있는 이온의 몰수는

NO₃⁻ : 1.5 (mol), Na⁺ : 2.0(mol), Cl⁻ : 0.5 (mol)이다.

AgNO₃의 몰수 = Ag⁺의 몰수 = 0 (mol)이므로

혼합 용액 속 AgNO₃의 몰 농도 = $\frac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}} = 0 \text{ (M)}$,

NaCl의 몰수 = Cl⁻의 몰수 = 0.5 (mol) 이므로

NaCl의 몰 농도 = $\frac{0.5}{1} = 0.5 \text{ (M)}$,

NaNO₃의 몰수 = NO₃⁻의 몰수 = 1.5 (mol) 이므로

NaNO₃의 몰 농도 = $\frac{1.5}{1} = 1.5 \text{ (M)}$ 이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1),(2),(3)의 답이 맞고 풀이가 타당할 때	5
(1),(2),(3) 답이 정확하지 않을 때	각 1점씩 감점
(1),(2),(3) 풀이가 정확하지 않을 때	각 1점씩 감점
총 배점	5

14 **답** (1) 수소, 산소

(2) 반응 전 철의 질량 < 반응 후 철의 질량, 철이 연소하면서 산소와 결합하였기 때문이다.

(3) '퍽' 소리를 내며 탄다. (4) 해설 참조

해설 (4) 아리스토텔레스는 '물'이 물질을 이루는 기본 성분 중 하나라고 주장하였지만 라부아지에의 실험을 통해 물이 수소와 산소로 나누어지면서 물이 물질을 이루는 기본 성분이 아님이 실험적으로 증명되었다.

· 뜨겁게 가열된 기다란 주철관에 물이 통과할 때 물은 수소와 산소로 나누어진다. → 이때의 산소와 주철관의 철이 결합하여 산화철이 된다(주철관의 질량 증가) → 수소 기체는 냉각기를 통과하면서 얻어진다.

· 이 실험은 근본적으로 아리스토텔레스의 4원소설을 부정하는 결과를 낳았다. 라부아지에의 실험에 의해 물이 산소와 수소로 나누어진다는 것은 물이 원소가 아닌 두 가지 이상의 물질로 결합된 화합물이라는 것이 증명된 것이다.

또한 연소 실험을 통해 연소 시 철의 질량이 증가한다는 사실을 발견함으로써, 당시 과학계를 지배하였던 프로지스톤설을 폐기시키는 결과를 낳기도 했다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1),(2),(3),(4) 모두 답이 맞고 서술이 타당할 때	5
(2),(3),(4)의 설명이 충분하지 않을 때	각 1점씩 감점
총 배점	5

15 **답** (1) 각 전자껍질이 가지는 에너지 준위 $E_n = \frac{-1312}{n^2}$

의 값을 가지므로, 원자핵으로부터 멀어질수록(n 이 증가) 궤도 간의 에너지 준위의 차가 점점 작아지기 때문이다.

(2) 1312 (kJ/mol)

해설 (1) 각 전자 껍질 사이의 에너지 준위 차(에너지 차가 크면 방출되는 빛의 파장의 차가 커진다.) : ΔE

$$M \rightarrow L : \Delta E_1 = E_3 - E_2 = \frac{-1312}{3^2} - \frac{-1312}{2^2} = -146 -$$

$$(-328) = 182 \text{ (kJ/mol)} \Rightarrow \text{a선}$$

$$N \rightarrow L : \Delta E_2 = E_4 - E_2 = \frac{-1312}{4^2} - \frac{-1312}{2^2} = -82 - (-328)$$

$$= 246 \text{ (kJ/mol)} \Rightarrow \text{b선}$$

$$O \rightarrow L : \Delta E_3 = E_5 - E_2 = \frac{-1312}{5^2} - \frac{-1312}{2^2} = -52.5 - (-328)$$

$$= 275.5 \text{ (kJ/mol)} \Rightarrow \text{c선}$$

이렇게 a선과 b선, b선과 c선 사이의 스펙트럼 간격이 다르다.

(2) 수소 원자의 이온화 에너지는 $n = 1$ (K궤도)인 상태의 전자를 무한대로 떼어내는 데 필요한 에너지이므로

$$\Delta E = E_\infty - E_1 = 0 - \frac{-1312}{1^2} = 1312 \text{ (kJ/mol)}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당할 때	3
(2)의 답이 정확할 때	2
총 배점	5

16 **답** (1) 사과를 꺾으면 사과 조직에 있는 산화 효소가 작용하여 페놀계 화합물이 산소와 반응하여 갈색으로 변한다.

(2) 삶으면 단백질이 주성분인 산화 효소가 변형되어 제 기능을 발휘하지 못하기 때문이다.

해설 (1) 갈변 현상 : 과일이나 채소류 등에 포함된 효소 성분이 공기 중의 산소와 만나 산화 작용으로 인해 색깔이 갈색으로 변하는 현상이다.

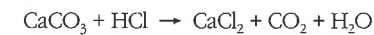
(2) 단백질은 일정 온도 이상 올라가면 단백질 구조가 바뀐다(단백질 변성) 효소도 단백질로 되어 있으므로 온도가 35℃ ~ 45℃ 정도에서 활성이 가장 크고 온도가 그 이상으로 올라가면 효소의 기능을 상실한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당할 때	2
(2)의 설명이 타당할 때	3
총 배점	5

17 **답** (1) 대리석은 석회암이 높은 열과 압력을 받아 변성 작용을 받은 후, 내부의 일부 광물이 높은 열에 의해 약간 녹았다가 다시 굳어지는 작용으로 인해 광물 알갱이가 커지고 다시 광물 끼리 모여서 얼룩무늬를 만드는 재결정 작용을 통해 아름다운 무늬를 가지게 된다.

(2) 대리석은 무른 암석이고 단단하지 않다. 또한 다음과 같이 산성비에 부식되어 이산화 탄소를 발생하며 훼손되기 때문이다.



채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당할 때	3
(2)의 설명이 타당할 때	2
총 배점	5

18 **답** 5km

해설 진원 거리(AO)와 진앙 거리(AE), 진원의 깊이(EO)는 수직으로 보았을 때 직각 삼각형 모양이기 때문에, 피타고라스 정리를 이용하여 진원의 위치를 구할 수 있다. 직각 삼각형의 빗변이 진원 거리인 13km, 밑변인 진앙 거리가 12km이므로, $13^2 - 12^2 = 5^2$ 이다. 따라서 진원의 깊이(EO)는 5km임을 알 수 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때	5

19 **답** (1) 나무토막 위에 얼음 조각을 올려 놓으면 나무토막의 무게가 증가하는 효과를 가져와 나무토막이 더 깊이 잠겨 부력이 커진다. 이는 지각 위에 빙하가 두껍게 쌓여 맨틀에 가하는 압력이 증가하여 지각이 침강하는 작용에 해당한다.

(2) 나무토막 위에 올려놓은 얼음이 녹으면 나무토막의 무게가 감소하는 효과를 가져와 나무토막이 떠서 물속에 잠긴 깊이가 감소하여 부력이 작아진다. 이는 지각 위의 빙하가 녹으면서 맨틀에 가하는 압력이 감소하여 지각이 융기하는 작용에 해당한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)을 '지각 침강'을 넣어 타당하게 서술했을 때	3
(2)를 '지각 융기'를 넣어 타당하게 서술했을 때	2
총 배점	5

20 **답** (1) 봄의 표층 수온이 가을보다 낮아서 부피가 줄어 들고, 봄의 표층 염분이 커서 질량이 더 크다. 밀도 = 질량/부피이므로 봄의 해수의 밀도가 가을보다 크다.

(2) (가)에서 이 지역의 바다에는 깊이에 따라 온도가 일정한 혼합층이 거의 존재하지 않고, 온도가 하강하는 수온약층이 깊게 형성되어 있다. 이것은 표층 바닷물이 거의 섞이지 않는다는 것이므로 연중 바람이 적게 부는 지역이라고 추측할 수 있다.

(나)에서 봄과 가을의 평균 염분을 비교해보면 가을의 표층 염분이 봄에 비해 매우 낮으므로 봄보다 가을에 더 많은 비가 내리거나 강물의 유입이 많이 일어나 염분이 낮아졌다고 추측할 수 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 서술이 타당할 때	2
(2)의 서술이 타당할 때	3
총 배점	5

21 **답** 500

해설 달이 복사평형 상태라는 것은 달이 흡수한 태양 복사에너지(A = 100)와 달이 우주 공간으로 내보내는 에너지(B = 100)가 같다는 것을 의미한다. 유리에 의해 달 표면으로부터 나오는 달의 복사에너지를 50%만 통과시키고 나머지를 돌려보낸다는 것은 B = C를 의미하므로 C = 100이 되고 D = 200이 된다. 따라서 A = 100, B = 100, C = 100, D = 200이므로 A + B + C + D = 500이 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때	5

22 **답** (1) b, 금성이 태양의 앞쪽으로 지나가는 태양면 통과(일면통과)는 태양 - 금성 - 지구가 일직선 상에 위치할 때이므로 금성은 내합 부근에 위치한다. (가)와 (나)의 그래프를 보면 지구에서 금성까지 거리가 가장 가깝고, 각이 0°인 b의 위치가 내합 부근이다.

(2) c, 금성은 서방 이각의 위치에 있을 때 태양의 오른쪽에 위치하므로, 지구에서 볼 때, 새벽에 동쪽하늘에서 해뜨기 전에 관찰되고 해가 뜨면 사라진다. 따라서 서방 최대 이각(c)일 때 금성을 가장 오랫동안 관찰할 수 있다. 위상은 하현달 모양이다. (D)

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답과 서술이 타당할 때	2
(2)의 위치가 맞을 때	2
(2)의 위상 모양이 맞을 때	1
총 배점	5

23 **답** (1) ④

(2) 최저 해수면이 나타나는 시각은 계속 늦어지고 있는데, 이는 지구가 자전하는 동안 달도 공전하기 때문에 그 지역이 지구와 달 사이의 직선 위치에 다시 있기 위해서는 지구가 매일 13°씩을 더 자전해야 한다. 따라서 최저 해수면이 나타나는 시각이 50분씩 늦어진다.

해설 (1) 썰물이 가장 클 때 바다 갈라짐 현상이 일어나며, 이는 조차가 가장 큰 사리일 때를 뜻한다. 주어진 날짜 중에서 최저 해수면 높이가 가장 낮은 것은 -41인 3월 1일이므로, 이 지역은 이 날이 사리였고, 지구 - 이 지역 - 달이 일직선일 때이다.

(2) 지구가 13°씩 더 자전하는 데 걸리는 시간은 약 50분으로, 하루 2번의 만조와 간조가 규칙적으로 일어나는 반일주조를 기준으로 할 때 만조에서 만조, 간조에서 간조까지 걸리는 조석 주기는 약 12시간 25분이 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	2
(2)의 서술이 타당할 때	3
총 배점	5

24 **답** 1.6

해설 별 A, B의 표면 온도비 $\frac{T_B}{T_A} = \frac{3,000}{12,000} = \frac{1}{4}$ 이고,

절대 등급이 5등급 차이가 나므로 광도 $L_A = 100L_B$ 이다. 슈테판-볼츠만 법칙에 따라 별의 광도 $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ 이므로 다음 식을 만족한다.

$$\frac{L_B}{L_A} = \frac{1}{100} = \frac{R_B^2 \cdot T_B^4}{R_A^2 \cdot T_A^4} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^4$$

$$\therefore \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 = \frac{256}{100}, \therefore \frac{R_B}{R_A} = 1.6$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때	5

25 **답** (1) [실험1] : C 형 자루에 M 형 헛부리를 이식하면 M 형의 갖이 재생된다.

[실험2] : M 형 자루에 C 형 헛부리를 이식하면 C 형의 갖이 재생된다.
 (2) 삿갓말의 모양을 결정하는 것은 헛부리에 있는 핵이다. 두 실험의 경우 자루의 종류에 상관없이 헛부리의 핵에 의해 종의 특징을 나타내는 것을 관찰할 수 있기 때문이다. 따라서 이 실험을 통해 핵이 세포의 생명 활동을 지배하는 중심기관이라는 사실을 알 수 있다.

해설 헛부리의 핵에 의해 삿갓말의 삿갓 형태가 다르게 재생된다. 이는 헛부리의 핵이 유전 형질의 발현 등을 지배하는 생명 활동의 중심 기관이기 때문이다. 이 실험을 통해서 핵의 기능을 이해할 수 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 예상이 모두 타당할 때	3
(2)의 답과 이유가 모두 타당할 때	2
총 배점	5

26 **답** (1) 섭취한 고기 속의 유기물은 소화 기관을 거쳐 작은 입자로 분해되거나 효소에 의한 화학 반응으로 흡수될 수 있는 물질로 변하여 소장 용털 돌기에서 흡수되어 혈액을 통해 심장으로 들어오고 심장 박동 시 좌심실에서 대동맥으로 나간 혈액 속의 영양소는 치타의 근육 세포에 도달하게 된다.

(2) 근육 세포의 미토콘드리아에서 포도당은 물과 이산화 탄소로 분해되며 포도당 속의 에너지는 ATP 형태의 에너지로 전환되어 근육의 운동에 쓰인다.

해설 (1) 치타가 사냥하여 섭취한 유기물(단백질이나 지방 등)은 소화 기관을 거치며, 세포 내로 흡수될 수 있는 작은 단위로 분해되어 소장을 거쳐 흡수되고 혈액 순환을 통해 필요한 세포로 전해진다.

(2) 세포의 미토콘드리아에서는 전달된 영양소를 산화시켜 분해하는 호흡 과정을 통해 에너지가 발생하여 생명활동에 필요한 여러 에너지로 전환된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당할 때	3
(2)의 설명이 타당할 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

27 **답** (1) 일산화 탄소, 이산화 탄소 같은 무기물을 이용하여 유기물을 합성하는 동화 작용(광합성)

(2) 토양 속의 유기물을 가열하여 분해되어 나오는 기체를 확인하기 위해서

해설 실험 장치는 동화 작용(광합성)을 통하여 생명체의 유무를 확인하기 위한 것이다. 따라서 토양에 생명체가 있다면 광합성에 의한 흡열 반응이 일어나며, 유기물이 합성될 것이다. 그리고 가열 장치는 합성된 유기물을 연소시키기 위한 것으로, 연소에 의해 발생된 $^{14}\text{CO}_2$ 에 의해 방사능이 검출될 것이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 서술이 타당할 때	3
(2)의 서술이 타당할 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

28 **답** 어두울 때는 주로 간상 세포가 작용하는데, 이때 간상 세포가 가장 잘 흡수하는 빛의 파장이 녹색 계통이기 때문이다. 표에서 간상 세포와 녹원추 세포의 활성화 영역이 가장 많이 겹친다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
설명이 타당할 때	5

29 **답** (1) 양초를 타게 만드는 물질이 모두 소모되었기 때문이다.

(2) (다)의 조건에서는 양초를 타게 만드는 물질이 만들어지지 않는다는 것을 알 수 있다. 식물이 촛불이 타도록 하는 물질을 다른 조건에서 만들어낼 수 있는지 확인하기 위해 햇빛 아래 두거나 다양한 파장의 빛을 선별적으로 쬐어주거나 혹은 온도를 높여주는 등 다양한 조건에서 이틀간 물을 주며 기르는 실험을 실시한다.

해설 (1) (나)에서 먼저 양초에 불을 붙여 태운 이유는 유리종 내에 원래 들어있던 양초를 타게 만드는 물질을 모두 소비한 후 암실에 둔 이틀 사이에 식물이 그 물질을 만들어 내는지를 알아보기 위한 것이다. (2) 이 실험은 식물이 촛불을 타게 만드는 물질, 즉 O_2 를 내놓는지를 알아보기 위한 실험이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당할 때	1
(2)의 실험 설계가 타당할 때	4
총 배점 (1)+(2)	5

30 **답**

구분	변화
혈액의 양	감소
체액의 농도	증가
여과량(A → B)	감소
재흡수량(C)	증가
오줌의 양	감소

해설 사막에서 물을 오랫동안 마시지 못하여서 수분을 제대로 공급받지 못하였기 때문에 주성분이 물인 혈액의 양도 줄어들게 된다. 또한 체내 수분량의 감소로 체액의 농도는 증가하게 된다. 사구체(A)에서 보먼주머니(B)로 체액이 이동이 일어나는 여과 작용에서는 체내 수분량 감소로 체액이 감소하기 때문에 여과량이 감소하게 된다. 체내 수분이 부족한 상태이므로 체내 수분량을 증가시키기 위해 세뇨관(C)에서 모세혈관으로 재흡수되는 수분량은 증가하게 되고 결국 오줌의 양은 감소하게 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
모두 맞게 표시했을 때(부분 점수 없음)	5

31 **답** (1) (라), (가)와 염색체의 핵형이 같기 때문에
 (2) (다) : B, (라) : C, (마) : B
 (3) 암컷 : (가), (나) 수컷 : (다), (라), (마)

해설



(가)

(가)는 A의 세포이며, 상동 염색체가 존재하므로 2n으로 표시된다. 또한 모든 염색체가 모양과 크기가 같은 염색체이므로 XX 염색체를 가지고 있는 암컷이라는 것을 알 수 있다.



(나)

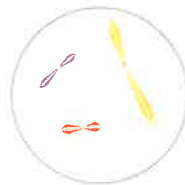
(나)는 B의 세포이며, DNA 복제가 일어난 상태에서 감수 1분열이 끝나 상동 염색체가 분리된 상태이다. 상동 염색체가 없으므로 핵상은 n으로 표시된다. (가)와 염색체의 모양과 크기, 색상 등이 다르므로 A와 B는 서로 다른 종이며, 보라색 염색체 크기가 작은 (다)가 수컷임에 비해 (나)는 암컷의 생식 세포이다.



(다)

(다)는 상동 염색체가 없으므로 핵상은 n으로 표시된다. (가)와는 염색체의 모양과 크기가 다르므로 A와 다른 종이다. (다)~(마)는 B와 C의 세포 중 하나이다. (다)는 (마)와 같은 종으로 (나)와 같은 종인 B인 것을 알 수 있는데, 보라색 염색체의 크기가 작

으므로 보라색 염색체가 성염색체이며 Y 염색체인 것을 알 수 있다. 따라서 (다)는 B이며 수컷이다.



(라)

(라)는 상동 염색체가 없는 생식 세포로 n으로 표시된다. (나)와는 염색체의 모양과 크기가 모두 다르고, (가)와 노란색, 빨간색 염색체의 모양과 크기(핵형)가 같지만 보라색 염색체의 크기가 작으므로 (가)와 같은 종이고 보라색이 성염색체

라는 것을 알 수 있다. 따라서 (라)는 (가)와 같은 종이지만 성별이 다른 개체 C이며 수컷이다.



(마)

(마)는 상동 염색체가 존재하므로 2n으로 표시되며 XY 염색체(보라색 염색체)를 가지고 있으므로 수컷이다. (나)와 (다) 모양의 생식 세포는 수정 후 (마) 모양의 수정란이 만들어지며 이는 개체 B이다.

위의 자료를 바탕으로 정리를 하면 다음과 같다.

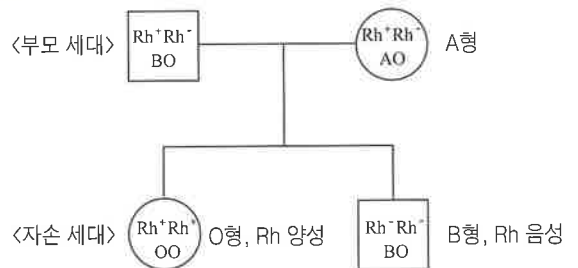
	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
핵상	2n	n	n	n	2n
개체	A	B	B	C	B
성별	암컷	암컷	수컷	수컷	수컷
종	A와 C는 같은 종이며, B는 다른 종이다.				

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	1
(2)의 답이 맞을 때	2
(3)의 답이 맞을 때	2
총 배점 (1)+(2)+(3)	5

32 **답** ①, ②

해설



①, ② 딸과 아들의 혈액형이 각각 O형과 B형이고, 엄마가 A형이므로 아빠는 B형(BO)이다. A형 엄마와 B형 아빠 사이에서 태어날 수 있는 자손의 유전자형은 다음 표와 같다.

	엄마	A	O
아빠	B	AB (AB형)	BO (B형)
	O	AO (A형)	OO (O형)

Rh의 경우 + 가 - 에 대해 우성이며, 아버가 Rh 양성일 때 Rh 양성, Rh 음성 자손이 모두 나왔으므로 엄마와 아버는 모두 Rh 이성 동형 접합(Rh⁺Rh⁺)이다. 따라서 유전자형이 각각 Rh⁺Rh⁺ 인 엄마, 아빠 사이에서 태어날 수 있는 자손의 유전자형은 다음 표와 같다.

	엄마	Rh ⁺	Rh ⁻
아빠	Rh ⁺	Rh ⁺ Rh ⁺	Rh ⁺ Rh ⁻
	Rh ⁻	Rh ⁺ Rh ⁻	Rh ⁻ Rh ⁻

- ③ 아들이 Rh⁻Rh⁻로 Rh 음성을 나타내기 때문에 아버와 엄마는 Rh 양성 이형 접합(헤테로) 유전형 즉, Rh⁺Rh⁻ 을 가진다.
- ④ 딸의 Rh 양성 유전자형은 Rh⁺Rh⁺(동형 접합)이거나 Rh⁺Rh⁻(이형접합; 헤테로) 유전형을 나타낼 수 있다.
- ⑤ 자녀를 한명 더 낳을 경우 O 형일 확률은 $\frac{1}{4}$, Rh 음성일 확률은 $\frac{1}{4}$, 아들을 얻을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이므로 모든 조건이 충족될 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{32}$ 이다.

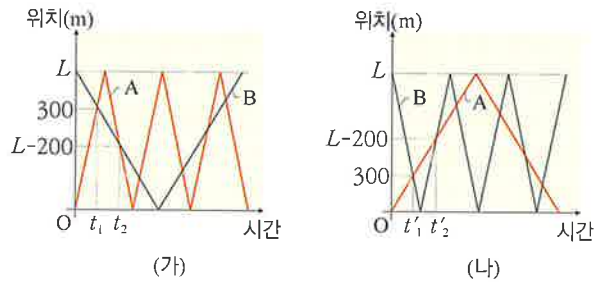
채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때(부분 점수 없음)	5

모의고사 3 회 (p42~59)

01 **답** 400 m, $550 + 50\sqrt{73}$ m

해설 P점을 O점(원점)으로 하고 자동차 A와 B의 속력을 각각 v_A, v_B 라고 할 때, (가) $v_A > v_B$ 일 경우, (나) $v_B > v_A$ 일 경우 시간에 따른 위치를 나타내면 다음과 같다.



(가) 처음 만나는 지점까지 걸린 시간을 t_1 라고 할 때, 각 자동차의 이동 거리는 다음과 같다.

자동차 A : $300 = v_A t_1$

자동차 B : $L - 300 = v_B t_1$

$v_A > v_B$ 일 경우, 자동차 A는 Q점에서 다시 P점을 향할 때, 자동차 B는 P점에 도달하기 전에 두번째 만나는 지점에 도달하게 된다.

두번째 만나는 지점까지 걸린 시간을 t_2 라고 하면,

자동차 A : $L + 200 = v_A t_2$

자동차 B : $200 = v_B t_2$

$$\rightarrow \frac{L + 200}{300} = \frac{200}{L - 300}$$

$$L^2 - 100L - 120,000 = 0, \therefore L = 400(\text{m})$$

(나) 처음 만나는 지점까지 걸린 시간을 t'_1 라고 할 때, 각 자동차의 이동 거리는 다음과 같다.

자동차 A : $300 = v_A t'_1$

자동차 B : $L - 300 = v_B t'_1$

두번째 만나는 지점까지 걸린 시간을 t'_2 라고 하면,

자동차 A : $L - 200 = v_A t'_2$

자동차 B : $L + (L - 200) = v_B t'_2$

$$\rightarrow \frac{L - 200}{300} = \frac{2L - 200}{L - 300}$$

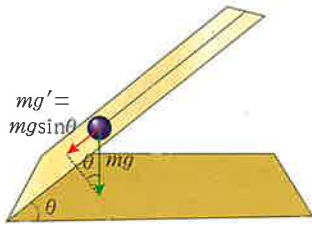
$$L^2 - 1,100L + 120,000 = 0, \therefore L = 550 + 50\sqrt{73}(\text{m})$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(가)와 (나) 중 1가지의 풀이가 충분하고 정답이 맞는 경우	3
정답은 맞고 풀이가 충분하지 않은 경우	각 1점 감점
(가)와 (나)의 풀이가 충분하고 정답이 맞는 경우	5
총 배점	5

02 **답** $2\pi\sqrt{\frac{l}{g\sin\theta}}$

해설



각 θ 만큼 기울어진 마찰이 없는 경사면에서 단진동할 때, 추의 운동 방향과 수직 방향(빛면에 나란한 방향)으로 작용하는 중력 성분 $mg' = mgsin\theta \rightarrow g' = gsin\theta$ 가 된다. 추는 중력 성분 mg' 에 의해 단진동하게 되므로 물체의 주기는 다음과 같다.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g\sin\theta}}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때(부분 점수 없음)	5

03 **답** (1) $1.7 \times 10^3 \text{ m}$ (2) $6 \times 10^2 \text{ m/s}$

해설 (1) 우주선의 질량을 m , 출발 속도를 v , 우주선의 최고 높이를 h , 소행성의 질량과 반지름을 각각 M, R 이라고 하면, 최고 점에서 우주선의 순간 속도는 0이다. 표면의 중력 가속도는 g 이고 역학적 에너지는 보존된다.

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{R} = 0 - G\frac{Mm}{R+h} \dots \text{㉠}$$

$GM = gR^2$ 이므로,

$$\frac{1}{2}v^2 - gR = -\frac{gR^2}{R+h} \rightarrow h = \frac{2gR^2}{2gR - v^2} - R$$

$$\therefore h = \frac{2 \times 3 \times (60 \times 10^3)^2}{2 \times 3 \times (60 \times 10^3) - 100^2} - (60 \times 10^3) \approx 1.7 \times 10^3 \text{ (m)}$$

(2) 지표면에서 중력 가속도가 g 일 때, 탈출 속도 v_e 는 우주선이 출발하여 무한히 멀리 떨어져 나갈 수 있는 지표면에서의 속도이다. 소행성에서 무한히 먼 곳의 역학적 에너지를 0으로 한다.

$$\frac{1}{2}mv_e^2 - G\frac{Mm}{R} = 0 \rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$$

$$v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \times 3 \times 60 \times 10^3} = 6 \times 10^2 \text{ (m/s)}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1) 답이 맞을 때	3
(2) 답이 맞을 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

04 **답** $3cM$

해설 외부와의 열의 출입이 없으므로 처음 온도가 가장 높았던 물체 B가 잃은 열량 Q_B 와 물체 A와 열량계 속 물이 얻은 열량($Q_A + Q_{\text{물}}$)은 같다. 열량계 속 물의 열용량을 C 라고 하면,

$$Q_A = 3c \times M \times (50 - 5), Q_B = 2c \times 3M \times (90 - 50)$$

$$Q_{\text{물}} = C \times (50 - 15)$$

$$2c \times 3M \times (90 - 50) = 3c \times M \times (50 - 5) + C \times (50 - 15)$$

$$105cM = 35C \rightarrow C = 3cM$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때(부분 점수 없음)	5

05 **답** · 물체 A의 질량 : $3\rho V$

· 물체 B의 밀도 : 0.4ρ

해설 물체 A, B의 질량을 각각 m_A, m_B 라고 하면, 그림 (가)에서 물체 A의 무게와 부력이 같다. 이때 부력의 크기는 물체가 밀어낸 액체의 무게이다.

$$\therefore m_A g = \rho(3V)g \rightarrow m_A = 3\rho V$$

그림 (나)는 물체에 무게에 의해 (가)에 비해 부력이 ρVg 만큼 증가하였다.

$$m_B g = \rho Vg \rightarrow m_B = \rho V$$

그림 (다)에서 B는 전부 잠겨 있고, A가 $1.5V$ 만큼 잠겨 정지해 있으므로 A와 B의 무게의 합 $(m_A + m_B)g$ 는 B의 전체 부피에 의한 부력과 A의 부력 $1.5\rho Vg$ 을 합한 것과 같다.

$$(m_A + m_B)g = \rho V_B g + 1.5\rho Vg$$

$$4\rho Vg = \rho V_B g + 1.5\rho Vg \rightarrow V_B = 2.5V$$

$$m_B = \rho_B V_B \text{ 이므로}$$

$$\rho V = \rho_B \times 2.5V \rightarrow \rho_B = 0.4\rho \text{ 이다.}$$

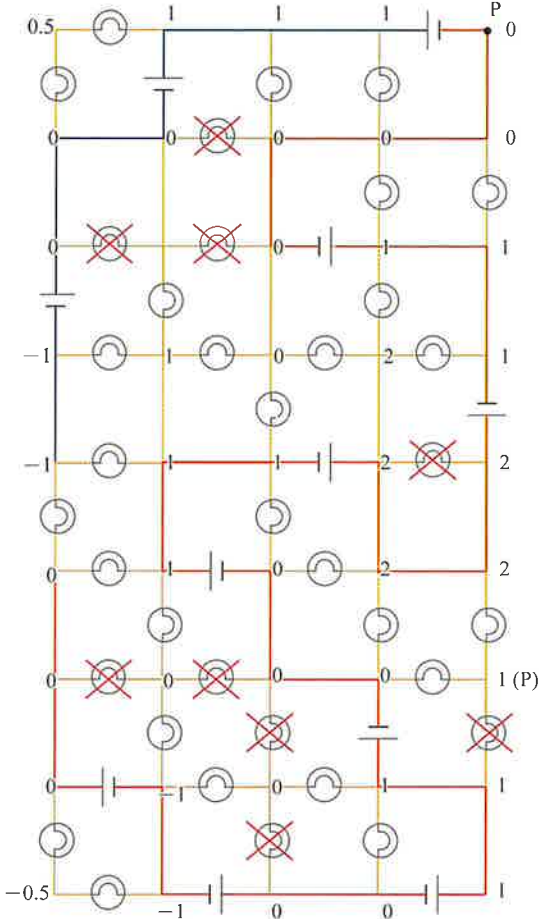
채점 기준

채점 기준	배점(점)
물체 A의 질량을 구했을 때	2
물체 B의 질량을 구했을 때	3
전체 배점	5

06 **답** (1) 9 개 (2) 4W

해설 (1) 전지의 (-)극에서 (+)극으로 직접 통과하는 전류는 1V의 전압 상승이 일어나고, (+)극에서 (-)극으로는 1V의 전압 강하가 일어난다.

P점의 전위를 0V로 정하면, 각 지점의 전위는 다음과 같다.



이때 각 지점 사이의 전위차가 없는 9개의 전구에는 불이 들어오지 않는다. 특히 P 점의 전위가 1V인 것에 주의한다.

(2) 전위차가 가장 큰 지점에 있는 전구가 가장 밝게 빛난다. 전구의 저항값(R)이 1Ω 이고, 회로 상에서 전구 양단의 가장 큰 전위차 (V)는 2V 이므로, 가장 밝은 전구의 소비 전력(P)은

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{2^2}{1} = 4W \text{ 이다.}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	3
(2)의 답이 맞을 때	2
전체 배점 (1)+(2)	5

07 **답** (1) $E_x = 0, E_y = \frac{mg}{2q}$ (2) $\frac{\sqrt{2}mg}{qv}$

해설 (1) 중력 가속도 g 가 작용하는 공간에서 45° 각도로 속도 v 로 물체를 던졌을 때 수평 도달 거리 $R = \frac{v^2}{g}$ (올라갔다 내려오는

시간 $t = \frac{\sqrt{2}v}{g}, R = v_x t = \frac{v}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}v}{g}$)이다. 수평 도달 거리가 2배

가 되었다는 것은 물체가 중력 가속도 $g' = \frac{g}{2}$ 인 공간에서 운동

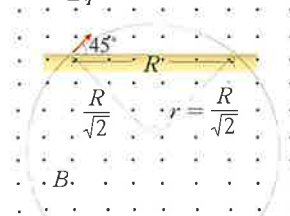
한 것과 같다. 따라서 중력 외에 연직 위 방향으로 물체에 작용한 전기력의 크기로부터 E_y 를 구할 수 있다.

$$qE_y = \frac{mg}{2} \rightarrow E_y = \frac{mg}{2q}$$

이때, 지면 재도달 시간이 2배가 되면, 자연스레 수평 도달 거리가 2배가 되므로 전기력의 수평 방향 성분은 0이다.

따라서 $E_x = 0, E_y = \frac{mg}{2q}$ 이다.

(2)



대전된 물체는 자기장 B 만 있는 공간을 자기력선에 수직인 방향으로 운동하므로 원운동을 한다. B 가 지면에서 나오는 방향일 때, 속도 v 로 원운동하는 전하 q 로 대전된 질량 m 인 물체의 구심력은 자기력 $F = qvB$ 이다.

$$qvB = \frac{mv^2}{r}, r = \frac{R}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{v^2}{g} \therefore B = \frac{\sqrt{2}mg}{qv} \text{ 이다.}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 해설이 타당할 때	2
(2)의 답이 맞고 해설이 타당할 때	3
(1), (2)의 풀이가 충분하지 않을 때	각 1점씩 감점
총 배점 (1)+(2)	5

08 **답** (1) A로부터 2 m 떨어진 곳

(2) $2\text{ m}, \frac{2}{3}\text{ m}, \frac{2}{5}\text{ m},$

해설 (1) 파동이 상쇄 간섭하여 진폭이 0이 되는 곳이 소리가 들리지 않는 지점이다. 그 지점이 두 스피커 사이의 A에서 R 만큼 떨어진 지점 P라고 하고, B 스피커에서의 발생하는 소리의 세기를 E 라고 할 때

$$\text{스피커 A에 의한 P 지점의 소리의 세기(진폭)} : E_A = \frac{4E}{R^2}$$

$$\text{스피커 B에 의한 P 지점의 소리의 세기(진폭)} : E_B = \frac{E}{(3-R)^2}$$

$$E_A = E_B, \frac{4E}{R^2} = \frac{E}{(3-R)^2} \rightarrow R = 2\text{ (m)}$$

A로부터 2 m 떨어진 곳이다.

(2) 두 파원에서 경로차가 반파장의 짝수배인 경우엔 보강 간섭, 홀수배인 경우는 상쇄 간섭을 한다. 소리가 들리지 않기 위해서는 상쇄 간섭을 해야 한다.

$$AR \sim BR = 2 - 1 = \frac{\lambda}{2} (2m + 1) \quad (m = 0, 1, 2, 3 \dots)$$

$$\therefore \lambda = \frac{2}{2m + 1} \quad (m = 0, 1, 2, 3 \dots)$$

따라서 이 조건을 만족하는 소리의 파장 $\lambda = 2, \frac{2}{3}, \frac{2}{5}, \frac{2}{7} \dots (m)$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	2
(2)의 답이 모두 맞을 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

09 **답** 4 : 3 : 2

해설 각 실린더 안 기체의 부피는 반응 후 남아있는 각 실린더 안 기체의 몰 수에 비례한다.

(가) 탄소(C) 1몰, 산소(O₂) 1몰 반응 : 탄소(C) 1몰과 산소(O₂) 1몰이 모두 반응하여 이산화 탄소(CO₂) 1몰이 생성된다. 따라서 반응 후 실린더 안에 들어 있는 기체는 이산화 탄소(CO₂) 1몰이다.

(나) 메테인(CH₄) 0.75몰, 산소(O₂) 1몰 반응 : 메테인(CH₄) 0.5몰과 산소(O₂) 1몰이 반응하여 이산화 탄소(CO₂) 0.5몰과 물(H₂O) 1몰이 생성된다. 따라서 메테인(CH₄) 0.25몰은 반응하지 않고 남아있게 된다. 결국 반응 후 실린더 안에 있는 기체는 메테인(CH₄) 0.25몰과 이산화 탄소(CO₂) 0.5몰이므로 총 0.75몰이다.

(다) 철(Fe) 1.5몰, 산소(O₂) 1.5몰 반응 : 철(Fe) 1.5몰(84g)과 산소(O₂) 1몰(32g)이 반응하여 사산화삼철(Fe₃O₄) 0.5몰을 생성된다. 따라서 산소(O₂) 0.5몰(16g)은 반응하지 않고 남아있게 된다. 결국 반응 후 실린더 안에 있는 기체는 산소(O₂) 0.5몰이다.

각 실린더 안 기체의 부피비 = 몰수비 = (가) : (나) : (다) = 1 : 0.75 : 0.5 = 4 : 3 : 2이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때(부분 점수 없음)	5

10 **답** (1) A : CH₃X, B : CH₂X₂, C : CHX₃, D : CX₄
(2) 80.3

해설 기체의 밀도에 기체의 몰부피(22.4L/mol)를 곱하면 분자량이 구해진다.

화합물	기체 밀도 (g/L)	질량 백분율 조성			분자량	화합물 1mol에 들어 있는 원소의 질량		
		탄소 (C)	수소 (H)	원소 X		탄소 (C)	수소 (H)	원소 X
A	4.30	12.7	3.20	84.1	96.3	12.2	3.08	81.0

B	7.80	6.90	1.20	91.1	174.7	12.1	2.10	159
C	11.3	4.80	0.40	95.8	253.1	12.1	1.01	242
D	14.8	3.60	-	96.4	331.5	11.9	-	319

탄소의 원자량은 12, 수소의 원자량은 1 이고, 탄소의 원자량은 4, 수소의 원자량은 1 이므로 화합물 A의 분자식은 CH₃X가 된다.(탄소 원자 1개와 수소 원자 3개가 결합하면 결합선은 1개만 남으므로 원소 X는 1개만 결합할 수 있다.) 따라서 원소 X의 원자량은 약 81 이고, 이를 이용하여 다른 화합물의 분자식을 결정할 수 있다. 화합물 B의 분자식은 CH₂X₂, 화합물 C의 분자식은 CHX₃, 화합물 D의 분자식은 CX₄가 된다. 원소 X의 평균 원자량은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\left(\frac{81.0}{1} + \frac{159}{2} + \frac{242}{3} + \frac{319}{4} \right) \div 4 = 80.3$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 모두 맞을 때	3
(2)의 답이 맞을 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

11 **답** 뜨거운 물의 분자가 증발이 활발하게 일어나서 온도가 더 빨리 내려가고 찬물과 온도가 같아져도 물분자의 증발이 당분간 계속되므로 뜨거운 물이 더 빨리 언다.

해설 뜨거운 물 보다 찬물이 더 빨리 어는 이유는 뜨거운 물의 분자가 열에너지가 더 많아 더 활발하게 운동하므로 증발이 많이 일어나기 때문이다. 증발이 많이 일어나면 증발되는 물 분자가 많은 열을 흡수하므로 남아 있는 물 분자는 많은 열에너지를 잃게 된다. 따라서 뜨거운 물의 온도가 급격히 떨어지면서 찬물보다 빨리 식게 되고 찬물과 온도가 같아져도 뜨거운 물의 물분자의 분자 운동이 당분간 활발하게 유지되므로 결과적으로 뜨거운 물이 더 빨리 언다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
서술이 타당할 때	5

12 **답** (1) a : 2, b : 1, c : 4 (2) 정반응이 진행된다.

해설 (1)

반응식	aA	+	bB	\rightleftharpoons	cC
처음 농도	0.4		0.2		0
반응 농도	-0.2		-0.1		+0.4
평형 농도	0.2		0.1		0.4

반응 농도를 볼 때 a : b : c = 2 : 1 : 4 이고, A : B는 몰수비 2 : 1로 반응하여 4만큼의 C가 얻어진다. 따라서 반응식은 2A + B \rightleftharpoons 4C이다. 따라서 a는 2, b는 1, c는 4이다.

(2) 반응의 K(평형상수) = $\frac{[C]^4}{[A]^2[B]} = \frac{(0.4)^4}{(0.2)^2(0.1)} = 6.4$ 이고,

현재 [A] = [B] = [C] = 1 M 이라고 할 때 현재 상태의 평형상수 =

반응지수는 다음과 같고, 이것은 현재 각 1몰인 상태라면 C가 생성되는 쪽(정반응)으로 반응이 진행됨을 의미한다.

$$Q(\text{반응지수}) = \frac{[C]^4}{[A]^2[B]} = \frac{(1.0)^4}{(1.0)^2(1.0)} = 1.0$$

$Q < K$ 이므로 정반응(오른쪽)이 진행된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 모두 맞을 때	2
(2)의 설명이 타당할 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

13 **답** (1) A : 18 B : 18 C : 20

(2) A와 B는 끓는점이 동일한 물질이다.

해설 (1) A, B, C는 모두 분자식이 H_2O 이지만, 1H 와 ^{16}O 로 이루어진 분자량이 18인 얼음은 1H 와 ^{16}O 로 이루어진 분자량이 18인 물에 비해 밀도가 작아 물 위에 뜨는 반면, 2H 와 ^{16}O 로 이루어진 분자량이 20인 얼음은 물보다 밀도가 크기 때문에 물 위에 뜨지 못한다. 따라서 A는 1H 와 ^{16}O 로 이루어진 분자량이 18인 얼음이고, B는 1H 와 ^{16}O 로 이루어진 분자량이 18인 물이며, C는 2H 와 ^{16}O 로 이루어진 분자량이 20인 얼음이라고 볼 수 있다.

(2) A와 B는 상태만 다른 동일한 물질이므로 끓는점이 같다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 모두 맞을 때	3
(2)의 설명이 타당할 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

14 **답** (1) $B < C < A$, 이유 : 해설 참조

(2) (가) 흑연, 물질 내부를 자유롭게 이동할 수 있는 전자가 존재하지 않아 전기가 통하지 않는다.

해설 (1) A는 탄소 판 사이의 약한 인력이고, B와 C는 탄소(C)-탄소(C) 결합이다. B는 탄소-탄소 단일 결합과 이중 결합의 중간 형태의 결합이고, C는 탄소-탄소 단일 결합이다. 따라서 B의 결합이 제일 강하기 때문에 결합 길이가 가장 짧고 A의 결합은 약하기 때문에 결합 길이가 길다.

(2) 그림 (가)의 흑연의 구조를 보면, 탄소 원자의 가장 바깥 껍질에 있는 4개의 전자가 다른 탄소 원자 3개와 결합을 이루고 있다. 따라서 결합에 관여하지 않은 1개의 전자가 자유롭게 물질 내부를 이동할 수 있어 전기가 잘 통한다. 그림 (나)의 다이아몬드는 가장 바깥 전자 껍질에 있는 4개의 전자가 모두 다른 탄소 원자 4개와 결합을 하고 있어 전기가 통하지 않는다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 이유가 타당할 때	3
(2)의 설명이 타당할 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

- 15** **답** (1) 시험관 F의 쇠못이 가장 많이 부식(산화)되었다.
 (2) 염화 칼슘은 물(H_2O)을 흡수하는 물질로, 쇠못에 수분이 작용하지 못하도록 하는 역할을 한다.
 (3) 기체의 용해도는 온도가 높아지면 감소하므로 물을 끓이면 물에 녹아 있던 산소 기체가 제거된다. 산소가 있거나 없는 물에서의 부식 정도를 비교하기 위해 끓여 식힌 물을 사용했다.
 (4) 물과 산소를 모두 차단하기 위해서 쇠못에 바셀린을 칠한 것이다. 물과 산소를 차단했을 때의 부식 정도를 비교하기 위해서이다.
 (5) 시험관 F의 쇠못이 더 많이 부식되었다. 시험관 E에서 쇠못을 마그네슘 선으로 감아 놓았으므로 반응성이 큰 마그네슘이 철보다 먼저 부식되어 철의 부식이 방지된다. 그러나 시험관 F에서 쇠못을 철보다 반응성이 작은 구리로 감아 놓았으므로 전자가 철로부터 구리로 이동하여 철의 부식(산화)이 촉진된다.

채점 기준

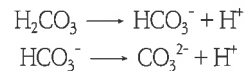
채점 기준	배점(점)
답이나 설명이 타당할 때	각 문항당 1점
총 배점 (1)+(2)+(3)+(4)+(5)	5

16 **답** 우리 몸에 미치는 영향 :

- ① 탄산 음료를 지속적으로 많이 마시면 뼈가 약해질 수 있다.
 ② 탄산이 치아에 닿으면 치아의 맨 바깥층인 법랑질이 부식되어 치아가 상하게 된다.

이유 : 해설 참조

해설 탄산 음료를 지속적으로 많이 마셨을 경우 아래와 같이 이온화를 통해 혈액 안에 산(H^+)의 함량이 많아지면서 산 과다증이 나타나게 된다.



그렇게 되면 체내에서는 르샤틀리에의 원리에 의해 H^+ 을 줄이는 역반응이 진행된다. 그러면, 탄산 이온과 탄산 수소 이온 모두 역반응으로 되돌아가서 없어지게 되므로 뼈를 구성할 때 꼭 필요한 탄산 이온(칼슘 공급)이 혈액 내에서 줄어들게 된다. 따라서 탄산 음료를 많이 마시면 뼈가 약해질 수 있다. 또한 탄산이 치아에 닿으면 치아의 맨 바깥층인 법랑질이 부식되어 치아가 상하게 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
미치는 영향을 1개 이상 적었을 때	3
이유를 타당하게 서술했을 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

17 **답** (1) (가) 색 (나) 조흔색 (다) 깨짐과 쪼개짐

(2) 석영 : C, 흑운모 : D, 황철석 : A

이유 : 석영은 투명한 색을 가졌고 조흔색이 흰색이며 깨짐이 나타난다. 따라서 광물 C이다. 흑운모는 흑색에 조흔색이 흰색이며 1 방향의 쪼개짐이 나타난다. 따라서 광물 D이다. 황철석은 황색에 조흔색이 흑색이며 깨짐이 나타난다. 따라서 광물 A이다.

해설 처음 A, B, C, D 를 A, B 와 C, D 의 두 종류로 분류하는 조건 (가)는 '예'로 분류된 A 와 B 의 광물색이 같은 황색이므로 '광물색이 황색인가?'로 분류한 것임을 알 수 있다. 또한 '예'로 분류된 A 의 조흔색이 흑색으로 광물색과 다르고, '아니오'로 분류된 B 의 조흔색이 황색으로 광물색과 같으므로 조건 (나)는 '조흔색이 겉보기색과 다른가?'이다. 다음으로 '예'로 분류된 C는 '깨지고' '아니오'로 분류된 D 는 '조개지므로 C 와 D 를 분류하는 조건 (다)는 '깨짐이 나타나는가?'인 것을 알 수 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 모두 맞았을 때(부분점수 없음)	2
(2)의 답이 맞고 이유를 타당하게 서술했을 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

18 **답** **ㄷ, ㄹ**

해설 B 지역(호상 열도 화산)은 해양판이 섭입되면서 안산암질 마그마가 생성되기 때문에 화산 분출이 격렬하여 접점이 쌓이는 성층화산이 형성된다. 이에 반해 A 지역(해령)은 점성이 낮은 현무암질 마그마가 생성되면서 순상 화산이 우세하게 형성된다.

ㄷ. 제주도 한라산은 주로 현무암으로 이루어져 있으며 경사가 완만한 순상 화산으로 A 와 유사하다.

ㄹ. 해령에서 새로 생성된 화산 등의 해양 지각은 판의 이동에 따라 대륙과 충돌하여 대륙쪽에 달라붙고 대륙판 밑으로 섭입하게 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞았을 때	5

19 **답** (1) 열점은 하와이 섬 부근(남동쪽)에 위치한다.

(2) ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

해설 (1) 하와이 섬은 열점 가까이(남동쪽)에 위치하는 화산섬으로서 판의 경계부가 아닌 태평양 판의 내부에 위치한다. 열점은 맨틀 깊은 곳에 위치하며 마그마가 계속 생성되므로 화산 활동을 일으킨다. 이와 같이 열점의 위치는 변하지 않고 맨틀의 깊은 곳에 고정되어 있다.

(2) ㄱ. 현재 화산 활동은 주로 하와이 섬에서 일어난다. ㄴ, ㄷ, ㄹ. 하와이 열도의 섬들은 열점에서 마그마가 분출하여 형성된 화산섬이다. 해양판은 해령에서 형성되어 해구 쪽으로 이동한다. 화산섬과 해산들의 배열과 생성 연령을 볼 때, 현재 태평양 판의 이동 방향은 서북서 방향이며, 4,300만년 이전에는 북북서 방향이었다. ㄷ, ㄹ. 열점은 판 아래의 맨틀 심부에 고정되어 있으며, 마그마가 모여 있는 곳이다. 그러므로 열점에서의 화산 활동으로 생성된 하와이 열도는 판의 경계부에서 생성된 지형이 아니다. ㄴ. 미드웨이 섬은 열점 위에 위치한 하와이 섬의 위치에서 생성되어 태평양 판의 이동을 따라 약 2,700만 년 동안 이동하여 하와이 섬으로부터 약 2,700 km 떨어진 현재의 위치에 있는 것이므로 미드웨이 섬이 형성된 이후 태평양 판의 평균 이동

속도는 $\frac{270,000,000 \text{ cm}}{27,000,000 \text{ 년}} = 10 \text{ cm/년}$ 이다.

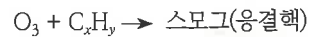
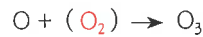
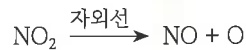
채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞았을 때	2
(2)의 답이 맞고 이유를 타당하게 서술했을 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

20 **답** (1) 자동차의 밀집도가 높은 서울에서는 자동차의 배기 가스에 의해 발생하는 스모그가 나타나므로 로스앤젤레스형 스모그에 가깝다.

(2) O_2, NO_2, O_3

해설 <광화학 스모그 형성 과정 화학식>



채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 이유를 타당하게 서술했을 때	3
(2)의 답이 모두 맞았을 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

21 **답** (1) 변화의 원인 : 세계 해수면의 수위가 높아지는 것은 지구 온난화에 의해 극지방의 빙하가 녹아 담수가 유입되기 때문이다.

(2) 일어날 수 있는 재앙 : ① 어떤 지역에서는 홍수가, 어떤 지역에서는 가뭄이 나타난다.

② 수위가 높아지면 물에 잠기는 땅이 많아지기 때문에 농사를 지을 경작지의 면적이 줄어든다.

③ 고위도 지방의 날씨가 더욱 추워져 빙하가 발생할 수 있다.

해설 세계해수면의 수위가 높은 상태로 지속될 경우 극지방의 다량의 담수가 유입되어 고위도의 해수 염분과 밀도가 낮아지고, 이로 인해 침강이 일어나지 못해 심층 순환이 약화되어 저위도의 열에너지를 고위도로 수송하지 못하게 될 것이다. 이것은 열에너지를 머금은 수증기의 순환도 원활하지 않게 된다는 뜻으로 만약 심층 순환이 완전히 멈춰버린다면 저위도 지역의 에너지가 고위도로 운송되지 못해 고위도 지역에서는 빙하가 발생할 수 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 서술이 타당할 때	3
(2)에서 두 가지 이상을 서술했을 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

22 **답** 원일점(북반구의 여름)은 태양에 더 가까워져 북반구의 여름은 더 더워진다. 근일점(북반구의 겨울)은 태양에서 더 멀어져 북반구의 겨울은 더 추워진다.

해설 지구의 공전 궤도가 완전한 원이 되는 경우 이심률이 작아지는 것이기 때문에 원일점은 태양에 더 가까워져 북반구 여름은 더 더워지고, 근일점은 태양에 더 멀어져 북반구 겨울은 추워진다. 그리고 기온의 연교차는 커진다.

이때 공전 궤도가 완전한 원이 되어도 계절은 변한다. 그 이유는 지구 상의 특정 지점에 빛이 비치는 각도와 관련이 있다. 각도는 1년 내내 계속 바뀌는데, 이는 자전축이 황도면에 대해 비스듬히 기울어 있기 때문이다. 이심률이 변해도 지구 자전축의 변화는 없는 상황이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
타당하게 서술했을 때	5

23 **답** (가) : D (나) : A

해설 (가)에서 해를 때 달은 남서쪽에서 관측되므로 그림에서 태양과 달 사이의 시차가 90° ~ 180° 이므로 보름이 지나 음력 18~20일 경으로 조금 있으면 하현달이 된다. 따라서 왼쪽이 밝게 보이는 D와 같은 모양이다.

(가)의 달은 약 보름 후 (나)의 위치에서 관측되며, 해질 때 서쪽 하늘에서 관측되므로 음력 3~4일 경이며, 조금 있으면 오른쪽 반달인 상현달이 된다. 그림에서 태양과 달 사이의 시차가 0° ~ 90°이므로 (나)에서의 달의 모습은 A와 같은 모양이다.

B는 그믐달로 하현달과 삭 사이의 모양이고, C는 상현달과 보름달 사이의 모양이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 모두 맞았을 때(부분점수 없음)	5

24 **답** 0.2(″)

해설 절대 등급이 같으므로 별 A와 B의 실제 밝기는 같다. 하지만 겉보기 등급은 2등급 차이가 나므로 눈에 보이는 별의 밝기는 별 B보다 별 A가 2.5² = 6.3(배) 밝다.

별 A의 연주 시차가 0.5″ 이므로, 별까지의 거리는 2 pc 이고, 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례하므로, 별 B는 별 A보다 2.5 배 먼 거리에 있는 것이다. 따라서 별 B까지의 거리는 별 A까지 거리의 2 pc × 2.5 = 5(pc)가 되므로 별 B의 연주 시차는 다음과 같다.

$$p = \frac{1}{r} = \frac{1}{5} = 0.2(″)$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞았을 때	5

25 **답** 모두 항상성 유지와 관련이 있다. 아메바의 수축포는 삼투압을 조절하여 체액의 농도를 일정하게 유지하는 것이고, 플라나리아의 불꽃세포는 배설기관으로 노폐물을 버리고 체내의 수분이나 염류 농도를 일정하게 유지하는 역할을 한다.

해설 무척추동물의 배설기관은 크게 수축포·원신관·신관으로 나누어지고, 그 형태와 구조는 여러 가지이다. 아메바에서 관찰할 수 있는 수축포는 세포기관의 하나로 노폐물이나 여분의 수분을 세포 밖으로 배출하며 삼투압 조절에 관여한다. 해산 원생동물은 세포내액의 삼투압 농도가 바닷물의 농도와 같아서 세포 내외의 수분이 평형을 유지하지만, 담수산 원생동물은 체액의 삼투압이 담수(민물)보다 훨씬 높아 세포막을 통하여 물이 체내로 들어오기 때문에 삼투를 조절해야 한다. 따라서 수축포를 통하여 물을 몸 밖으로 배출하여 체내의 수분량을 조절한다. 원신관에서 볼 수 있는 불꽃세포는 편모 다발의 운동으로 노폐물이 세관 안으로 유도되어 노폐물을 걸러낸다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 이유가 타당할 때	5
답이 맞지만 서술이 충분하지 않을 때	3
총 배점	5

26 **답** L, M, N

해설

시험관	반응	결과
A (a)	저온 처리를 하면 트롬보키네이스, 트롬빈 등 효소의 작용이 억제되므로 혈액의 응고를 방지할 수 있다.	혈액 응고 방지
B (c)	공기와 접하게 되면 혈소판 내의 트롬보키네이스 효소의 작용으로 혈장에 있는 프로트롬빈이 트롬빈으로 바뀌고, 트롬빈이 다시 파브리노젠을 파브리린으로 변화시켜 혈구와 엉키면서 혈액이 응고된다.	혈액 응고
C (h)	진공 상태에서는 혈소판이 파괴되지 않기 때문에 혈액 응고 작용이 일어나지 않는다.	혈액 응고 방지
D (n)	시트르산 나트륨 또는 옥살산 나트륨을 첨가하면 혈장 속의 Ca ²⁺ 가 제거되어 혈액의 응고를 방지할 수 있다.	혈액 응고 방지
E (r)	Ca ²⁺ 는 트롬보키네이스와 함께 프로트롬빈을 트롬빈으로 활성화시키기 때문에 Ca ²⁺ 를 첨가하게 되면 혈액이 응고된다.	혈액 응고
L	헤파린 또는 히루딘을 첨가하면 각각 트롬빈의 생성 및 작용을 억제하여 혈액 응고를 방지해 준다. 헤파린은 사람의 간에서 생성되며, 히루딘은 거머리의 침 속에 들어 있다.	혈액 응고 방지

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 모두 맞았을 때(부분 점수 없음)	5

27 **답** (1) 포도당, 설탕, 갈락토스 모두 호흡 기질로 이용하지만 포도당을 호흡 기질로 이용할 때 가장 발효가 잘 일어난다.
(2) 알코올 발효. 발효가 진행된 발효관에서 알코올 냄새가 났다. 또 KOH 용액은 기체 CO₂를 흡수하는 성질이 있고, KOH 용액을 섞어준 후 B ~ D의 발효로 인해 발생한 기체가 줄어드는 것으로 보아 KOH가 방출된 CO₂를 흡수했을 것이다. CO₂를 방출하는 발효는 알코올 발효이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 서술이 타당할 때	3
(2)의 답이 맞고 설명이 타당할 때	2
(2)의 답이 맞지만 설명이 타당하지 않을 때	1점 감점
총 배점 (1)+(2)	5

28 **답** (1): 물관

(2) 증산 작용이 왕성할 때이며, 바람이 불 때, 온도가 높을 때, 습도가 낮을 때, 빛의 세기가 강할 때 등이다.

해설 병균에 오염되거나 양분이 부족한 노쇠한 나무는 식물에게도 링거 주사를 놓는데, 수액 주사는 식물의 물관부를 통해 공급해주며 중심 쪽의 물관부보다는 바깥쪽의 물관부가 약물의 이동 통로가 된다. 물관을 통하여 주입된 수액은 가지와 잎으로 퍼져나가게 된다. 나이를 너무 먹어 쇠약해진 나무, 옮겨 심느라 뿌리가 잘려진 나무, 썩은 나무속을 파내고 외과수술 한 나무 등은 빨리 나무의 세력을 회복하고 뿌리가 잘 나올 수 있도록 줄기에 주사를 준다.

증산 작용이 활발하게 일어날 때 물의 상승도 활발히 일어나기 때문에 맑게 개인 날이나 또는 건조한 시기의 이른 아침이 가장 적당하다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	2
(2)의 설명이 타당할 때	3
(2)의 설명이 충분치 않을 때	1점 감점
총 배점	5

29 **답** ㉠: 고막 ㉡: 귓속뼈 ㉢: 청각 신경
㉣: 외부 소리 신호에 따라 진동하여 내이로 전달한다.
㉤: 소리 신호를 증폭시킨다.
㉥: 소리 신호를 전기신호로 바꿔 뇌로 전달한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 모두 맞았을 때	5
1개 틀릴 때마다	1점씩 감점

30 **답**



〈배란되는 세포〉

〈난세포〉

해설 난원세포가 감수 분열 간기에서 DNA가 복제되어 제1 난모세포는 2개의 염색 분체를 지닌 염색체를 가진다. 감수 1분열 결과로 형성된 제2 난모세포와 제1 극체가 형성되며, 이때 상동 염색체가 분리되어 염색체 수는 반감한다. 제2 난모세포가 감수 2분열을 한 결과 제2 난모세포와 제2 극체를 형성하며, 이때 염색 분체가 분리되므로 염색체 수는 변하지 않은 채 DNA 양만 반감하게 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
모두 맞게 그렸을 때	5
1개만 맞게 그렸을 때	2

31 **답** (1) 식용으로 재배하는 바나나는 씨가 없어 유성생식을 하지 못하고 뿌리를 잘라 옮기는 무성생식으로만 번식해야 한다. 이 방식으로 늘어난 개체는 처음의 나무와 유전자가 완전히 똑같은 복제체이다. 따라서 유전적 다양성이 빈약하므로 한번 치명적인 병의 위협을 받게 되면 여기에 이겨낼 다양한 변이를 가진 개체가 없어 자연선택을 받지 못하고 한꺼번에 말라죽을 수 있다.

(2) 예시 답안 : ① 바나나의 병인 파나마병과 신파나마병의 백신을 개발한다. 이전에 캐번디시를 개발했던 것처럼 파나마병과 신파나마병에 견딜 수 있는 새로운 품종을 개발한다.

② 질병 등의 불리한 환경에도 이겨낼 개체가 존재할 수 있도록 바나나를 유성 생식으로 교배한다.

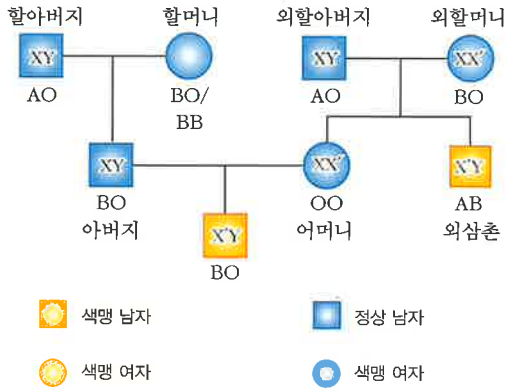
③ 유전자 조합을 통해 유전적 다양성을 높인다 등

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)을 '무성생식', '변이', '자연 선택'의 단어 중 1개 이상을 사용하여 타당한 서술을 할 때	3
(2)의 예시 답안 중 1개 이상을 서술했을 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

32 답 ㄴ, ㄷ

해설



- ㄱ. 운후의 아버지의 경우 할아버지로부터 O 유전자를 받고 할머니로부터 B 유전자를 받아야 B형이 될 수 있으므로 BO 이형 접합이 된다.
- ㄴ. 운후의 외할머니는 BO, 외할아버지는 AO의 유전자형을 가지고 있어야 O 형과 AB 형이 태어날 수 있다.
- ㄷ. BO, X[']Y가 OO, XX[']과 결합하면 BO, X[']Y가 태어날 수 있다.

	B	O		X	X'
O	BO	OO	X'	XX'	X'X'
			Y	XY	X'Y

채점 기준

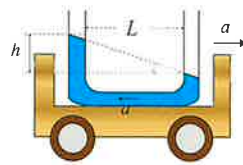
채점 기준	배점(점)
답이 모두 맞을 때(부분점수 없음)	5

모의고사 4 회 (p60~77)

01 답 (1) 증가한다. 이유 : 해설참조

- (2) ① 수면은 빗면과 평행을 이룬다. 이유 : 해설참조
- ② 수면은 지면과 평행을 이룬다. 이유 : 해설참조

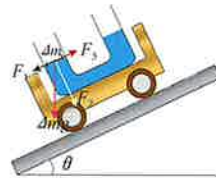
해설



(1) 높이 차 h 에 해당하는 액체(밀도 ρ)의 무게와 U자관(단면적 A)바닥의 길이 L 의 액체가 받는 관성력(ma)이 평형을 이룬다.
 $\rho h A g = \rho L A a, gh = La$

U자 관의 폭(L)과 양쪽관 액체의 높이 차(h)는 비례한다.

- (2) ① 마찰력을 무시할 때 물이 든 U자관은 빗면 아래 방향으로 $g \sin \theta$ 의 가속도 운동을 한다. 따라서 U자관 내의 물은 반대 방향으로 관성력을 받게 된다.



수면 상의 작은 질점 Δm 은 빗면 방향으로 중력에 의해 $F_1(\Delta m g \sin \theta)$ 의 힘을 받고, 반대 방향으로 $F_3(\Delta m g \sin \theta)$ 의 관성력을 받아 느껴지는 힘이 0인 상태가 되지만, 빗면에 수직 방향으로 $F_2(\Delta m g \cos \theta)$ 의 힘을 받으므로 수면은 빗면에 평행이 된다.

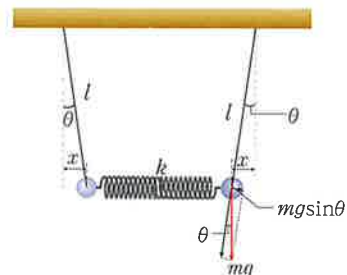
- ② 수레를 빗면 위에서 등속 운동시키면 작은 질점 Δm 은 그림의 관성력(F_3)이 나타나지 않고 중력만을 받게 되므로 수면은 지면에 평행한 상태를 이루게 된다.(수면은 Δm 이 받는 힘에 수직인 상태를 유지한다.)

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답과 이유 설명이 타당할 때	2
(2)의 ①② 설명이 모두 타당할 때	3
(2)의 ①② 설명 중 하나만 타당할 때	1점 감점
총 배점	5

02 답 $\omega = \sqrt{\frac{g}{l} + \frac{2k}{m}}$

해설 다음 그림은 평형 상태에서 서로 반대 방향으로 각각 x 만큼 밀어 용수철을 압축시킨 상태를 나타낸 것이다.



단진자에 작용하는 복원력은 중력의 접선 방향 성분 $mg \sin \theta$ 이

고, θ 가 매우 작을 경우 $\sin\theta \approx \theta = \frac{x}{l}$ 로 볼 수 있다. 이때 양쪽 방향에서 x 만큼 밀었으므로 용수철이 줄어든 길이는 $2x$ 이다. 따라서 추에 작용하는 복원력은 다음과 같다.

$$F = mg\sin\theta + 2xk \approx mg\frac{x}{l} + 2xk = m\omega^2x$$

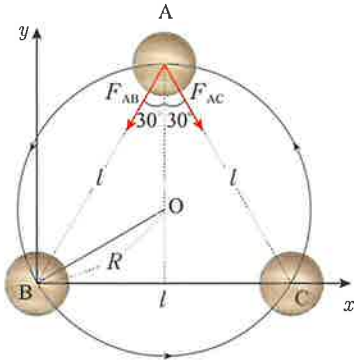
$$\therefore \omega^2 = \frac{g}{l} + \frac{2k}{m}, \omega = \sqrt{\frac{g}{l} + \frac{2k}{m}}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 모두 맞을 때(부분점수 없음)	5

03 **답** $\sqrt{\frac{Gm}{l}}$

해설 다음 그림과 같이 행성 B를 기준으로 xy 축 평면 상에 세 행성을 배치하면, 행성 A에는 행성 A와 B 사이에 작용하는 인력 F_{AB} 와 A와 C 사이에 작용하는 인력 F_{AC} 두 힘이 작용한다. 이때 세 행성의 질량이 모두 같으므로, F_{AB} 와 F_{AC} 의 x 방향 성분은 서로 상쇄되고, y 방향 성분의 합력이 행성 A에 작용하는 알짜힘의 크기가 된다.



행성 A의 구심력 = $F_{AB}\cos 30^\circ + F_{AC}\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}Gm^2}{l^2}$

$$\frac{\sqrt{3}Gm^2}{l^2} = \frac{mv^2}{R} \quad (R\cos 30^\circ = \frac{l}{2}) \rightarrow v = \sqrt{\frac{Gm}{l}}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답과 풀이가 맞을 때(부분점수 없음)	5

04 **답** (1) $1.64 \times 10^{-20}\text{cal}$ (2) 10.9

해설 (1) 증발열을 $Q_{증}$ 이라고 하면, $Q_{증} = \epsilon n \rightarrow \epsilon = \frac{Q_{증}}{n}$ 으로 나타낼 수 있다. 물분자의 물질량은 18g/mol 이므로, 물 1g 에 들어 있는 분자수는 다음과 같다.

$$n = \frac{6.02 \times 10^{23}}{18} = 0.3344 \dots \times 10^{23} \approx 0.33 \times 10^{23} (\text{개/g})$$

$$\therefore \epsilon = \frac{Q_{증}}{n} = \frac{540}{0.33 \times 10^{23}} \approx 1.64 \times 10^{-20} (\text{cal})$$

$$= (1.64 \times 10^{-20}) \times 4.2\text{J/cal} = 6.89 \times 10^{-20} (\text{J})$$

(2) 물분자 1개의 평균 운동 에너지가 단위자 분자 이상 기체와 같이 절대 온도에 의해 결정된다면 물분자 1개의 평균 운동 에너지는 다음과 같다.

$$E_k = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} \times (1.38 \times 10^{-23}) \times (273 + 32)$$

$$\approx 6.31 \times 10^{-21} (\text{J})$$

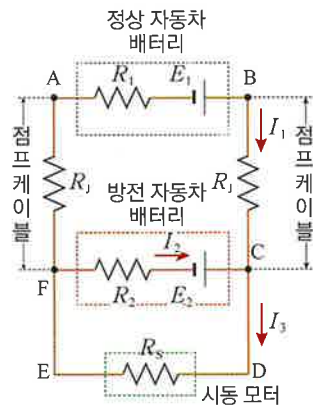
$$\therefore \frac{\epsilon}{E_k} = \frac{6.89 \times 10^{-20}}{6.31 \times 10^{-21}} \approx 10.9$$

이는 물분자에서 빠져나가는 분자 1g 의 평균 에너지 ϵ 가 물분자 1개의 평균 운동 에너지 E_k 의 10.9배 정도 된다는 것을 의미한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	2
(2)의 답이 맞을 때	3
총 배점	5

05 **답** $I_1 = 76\text{A}, I_2 = 5\text{A}, I_3 = 71\text{A}$



점프 케이블의 저항 R_j 은 다음과 같다.

$$R_j = \text{비저항} \times \frac{\text{길이}}{\text{면적}} = \frac{(1.68 \times 10^{-8}) \times 3}{3.14 \times (2.5 \times 10^{-3})^2} = 0.0026(\Omega)$$

제 1 법칙: 분기점 C에서 $I_1 + I_2 - I_3 = 0 \dots \textcircled{1}$

제 2 법칙: 폐회로 ABCDEFA에서

$$E_1 - R_j I_1 - R_5 I_3 - R_j I_1 - R_1 I_1 = 0$$

$$\rightarrow 12.5\text{V} - 0.0026I_1 - 0.15I_3 - 0.0026I_1 - 0.02I_1 = 0$$

$$\rightarrow 12.5\text{V} - 0.025I_1 - 0.15I_3 = 0 \dots \textcircled{2}$$

폐회로 FCDEF에서 $E_2 - R_5 I_3 - R_2 I_2 = 0$

$$\rightarrow 10.1\text{V} - 0.15I_3 - 0.1I_2 = 0 \dots \textcircled{3}$$

$\textcircled{1}, \textcircled{2}, \textcircled{3}$ 에 의해 전류 I_1, I_2, I_3 는 각각 다음과 같다.

$$\therefore I_1 = 76(\text{A}), I_2 = -5(\text{A}), I_3 = 71(\text{A})$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 모두 맞을 때(부분점수 없음)	5

06 **답** $\frac{B^2 q R^2}{4mEd}$

해설 사이클로트론에서 마지막 원운동의 회전 반경은 사이클로트론 극판의 반경과 같은 R 이다. 입자의 최종 속력을 v_f 라고 하면,

$$R = \frac{mv_f}{Bq} \rightarrow v_f = \frac{BqR}{m}$$

이다. 사이클로트론에서 원운동한 횟수를 N 이라고 하면, 원운동을 1회 할 때 전기장이 형성되어 있는 극판 사이의 간격 d 를 2번씩 이동하는데 전기장은 그때마다 대전 입자에 일($F \cdot S = qEd$)을 하므로 입자의 운동 에너지는 그만큼 증가한다.

$$2qEd \cdot N = \frac{1}{2}mv_f^2 \rightarrow N = \frac{B^2 q R^2}{4mEd}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때	5

07 **답** (1) $\frac{\sqrt{5}}{2}$ (2) 10°

해설 (1) 정사각형의 윗면에서 입사각 = 30° , 굴절각을 r , 공기의 굴절률 = 1, 정사각형의 굴절률을 n 이라고 하면, 굴절 법칙은 다음과 같다.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_{\text{공기}}}{n_{\text{물체}}} \quad \frac{\sin 30^\circ}{\sin r} = \frac{n}{1} \rightarrow n \sin r = \frac{1}{2} \quad \text{㉠}$$

정사각형의 오른쪽 면에서 입사각 = $90 - r$, 굴절각 = 90° 이므로, 굴절 법칙은 다음과 같다.

$$\frac{\sin(90 - r)}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n} \rightarrow n \cos r = 1 \quad \text{㉡}$$

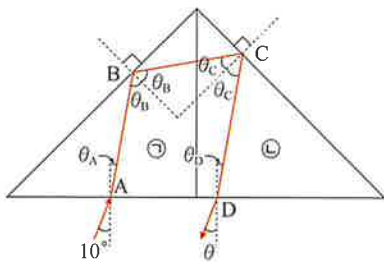
($\sin(90 - r) = \cos r$)

$$\text{㉠}^2 + \text{㉡}^2 = n^2(\sin^2 r + \cos^2 r) = \frac{1}{4} + 1 = \frac{5}{4}$$

$\sin^2 r + \cos^2 r = 1$ 이므로,

$$n^2 = \frac{5}{4} \quad \therefore n = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

(2) 직각 삼각형 내부에서 빛의 진행 경로는 다음과 같다.



A점으로 입사각 10° 로 입사한 빛은 각 θ_A 로 굴절한 후, ㉠의 왼쪽 면에 각 θ_B 로 입사하여 같은 각도로 반사한다. 이 빛은 ㉡의 오른쪽 면에 각 θ_C 로 입사하여 같은 각도로 반사한 후, D점에서 각 θ_D 로 입사한 후 각 θ 로 굴절하여 나간다.

이때 $\theta_B + \theta_C = 90^\circ$ 이고, $2(\theta_B + \theta_C) = 180^\circ$ 이므로 선분 AB와 DC는 평행함을 알 수 있다. 따라서 $\theta_A = \theta_D$ 가 되므로, 굴절 법칙 $n_{\text{공기}} \sin 10^\circ = n_{\text{물체}} \sin \theta_A$, $n_{\text{물체}} \sin \theta_D = n_{\text{공기}} \sin \theta$ 이므로, $\theta = 10^\circ$ 이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	2
(2)의 답이 맞을 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

08 **답** (1) $\frac{nh}{2\pi r m}$ (2) $\frac{h^2}{4\pi^2 k m e^2}$ (3) $-\frac{2\pi^2 k^2 m e^4}{h^2 n^2}$

해설 (1), (2) 전자가 원자핵 둘레를 원운동하고 있으므로, 전자에 작용하는 구심력은 양성자와 전자 사이에 작용하는 전기력이다.

$$F = k \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \rightarrow r = \frac{ke^2}{mv^2} \quad \text{㉠}$$

이때 전자의 궤도 반지름 r 은 양자 조건을 만족시켜야 한다.

$$2\pi r m v = nh \rightarrow \therefore v = \frac{nh}{2\pi r m} \quad \text{㉡}$$

㉠과 ㉡에 의해 양자수 n 일 때, 전자의 궤도 반지름 r_n 은 다음과 같다.

$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 k m e^2}$$

양자수 $n = 1$ 일 때, 궤도 반지름 $r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 k m e^2}$ 이다. 이를 보여 반지름 a_0 라고 하며, 그 크기는 약 $0.53 \times 10^{-10}(\text{m})$ 이다.

(3) 수소 원자에서 전자에 작용하는 힘 $F = k \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ 이므로, 원자핵 주위를 원운동하는 전자의 운동 에너지는 다음과 같다.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \frac{ke^2}{r}$$

원자핵으로부터 r 만큼 떨어진 곳에 있는 양성자와 전자 사이에 작용하는 전기력에 의한 전자의 퍼텐셜 에너지 $E_p = -k \frac{e^2}{r}$ 라고 하였으므로 수소 원자에 있는 전자의 역학적 에너지는 다음과 같다.

$$E = E_k + E_p = \frac{1}{2} \frac{ke^2}{r} - \frac{ke^2}{r} = -\frac{ke^2}{2r}$$

양자수 n 일 때, 전자의 궤도 반지름 $r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 k m e^2}$ 이므로, 수소 원자의 에너지 준위는 다음과 같다.

$$E_n = -\frac{2\pi^2 k^2 m e^4}{n^2 h^2}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	2
(2)의 답이 맞을 때	1
(3)의 답이 맞을 때	2
총 배점 (1)+(2)+(3)	5

- 09** **답** (1) 화합물 X : AB, 화합물 Y : A₂B₃
 (2) 화합물 X의 생성 반응식 : A₂ + B₂ → 2AB
 화합물 Y의 생성 반응식 : 2A₂ + 3B₂ → 2A₂B₃

해설 (1) 화합물 X를 구성하는 A, B 원자의 개수비는 A, B의 질량을 각 원소의 원자량으로 나누어 구할 수 있다. 따라서 화합물 X에서 A와 B의 개수비는 $A : B = \frac{7}{14} : \frac{8}{16} = 1 : 1$ 이다. 따라서 실험식은 AB이고, 화합물 X의 분자는 성분 원소의 원자가 가장 간단한 정수비로 결합하여 이루어진다고 했으므로 실험식과 분자식이 같다. 따라서 화합물 X의 분자식은 AB이다. 화합물 Y를 구성하는 A, B 원자의 개수비는 A, B의 질량을 각 원소의 원자량으로 나누어 구할 수 있다. 따라서 화합물 Y에서 A와 B의 개수비는 $A : B = \frac{7}{14} : \frac{12}{16} = 2 : 3$ 이다. 따라서 실험식은 A₂B₃이고, 화합물 Y의 분자는 성분 원소의 원자가 가장 간단한 정수비로 결합하여 이루어진다고 했으므로 실험식과 분자식이 같다. 따라서 화합물 Y의 분자식은 A₂B₃이다.
 (2) 반응물은 A₂와 B₂이고, 생성물은 각각 AB, A₂B₃이므로 화살표 왼쪽과 오른쪽에 각각 써 준 후 양쪽의 원자수를 맞춰서 화학 반응식을 완성한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	3
(2)의 답이 모두 맞을 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

- 10** **답** (1) 증기 압력 : X > Y, 분자 간 인력 : X < Y
 (2) 변화 없다

해설 (1) 액체 X와 Y의 온도가 다름에도 수은 기둥의 높이가 같으므로 각각의 온도에서 두 액체의 증기 압력은 같다. 만약 25℃로 온도가 같다면 증기 압력은 X가 Y보다 크다. 액체의 분자 간 인력이 클수록 기체의 증기 압력은 작으므로 분자 간 인력은 X가 Y보다 작다.
 (2) 증기 압력은 액체의 양과 관계가 없으므로 온도가 일정할 때, X 30 mL 를 더 넣어도 증기 압력의 변화는 없고, 수은 기둥의 높이 변화도 없다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 모두 맞고 이유가 타당할 때	3
(2)의 답이 맞을 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

- 11** **답** (1) 맑고 바람이 없는 날 새벽 온도가 내려가면 대기 중 수증기가 물체 표면에 승화하여 달라붙어 서리가 생기며, 서리는 해가 떠오르면 녹기 시작하는데, 얼음 1 g 이 녹을 때 80 cal 의 열을 흡수한다. 해가 떠오르기 시작하는 아침에는 얼음이 녹으면서 열을 흡수하여 기온이 떨어진다. 그러나 시간이 지나면 서리는 다 녹으며, 맑고 바람이 없으므로 지표면의 따뜻한 공기가 보온 역할을 하게 되어 날씨가 따뜻해진다.

- (2) 음식물에서 나온 수증기가 승화하여 얼음 상태로 바뀌어 냉동실 내부 벽에 달라붙은 것이다.
 (3) 수분은 온도가 높은 음식물 속보다 차가운 냉동실 벽으로 이동하는 경우 에너지를 적게 가지게 되어 더 안정해지므로 음식물에서 냉동실 벽 쪽으로 수분이 계속 이동하여 성애가 생기며 음식물은 건조해지게 된다.
 (4) 음식물 속보다 포장지가 더 차갑기 때문에 포장 안쪽에 성애가 낀다. 포장지에 낀 성애의 양을 보면 음식물이 보관된 기간을 가늠할 수 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1),(2),(3),(4)의 설명이 타당하지 않을 때	문항당 1점씩 감점
총 배점	5

- 12** **답** 붕소(B), 규소(Si), 저마늄(Ge), 비소(As)

이유 : 금속은 대부분 도체이고, 비금속은 대부분 부도체이다. 따라서 반도체가 될 수 있는 것은 금속과 비금속의 중간 성질을 갖는 준금속이다. 준금속은 다중 결합을 하므로, 결합 수가 한개 적은 원소나 한개 많은 원소와 결합하면 결합 후 남는 전자나 양공이 자유전자의 역할을 하여 전기 전도성을 갖게 된다. 주기율표의 원소 중 준금속은 붕소(B), 규소(Si), 저마늄(Ge), 비소(As)이다.

해설 주기율표상에 14족에 위치하는 저마늄(Ge), 규소(Si) 등이 대표적인 반도체이다. 탄소(C)는 전기전도성이 있으므로 반도체 소재가 아니다. 과거에는 저마늄(Ge)이 주로 사용되었지만 현재는 실리콘(규소, Si)에 13족의 붕소(B)나 15족의 인(P)등을 첨가하여 사용하는 화합물 반도체나 갈륨 비소(GaAs) 나 인듐인(InP) 등이 쓰이기도 한다. 순수한 반도체는 14족 원소로 이루어져 모든 전자가 공유 결합을 이룬다. 여기에 15족 원소를 첨가하면 잉여 전자가 발생하여 n형 반도체가 되며, 13족 원소를 첨가하면 전자가 부족하게 되어 양공이 발생한 p형 반도체가 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 이유를 타당하게 서술했을 때	5
답이 맞지만 이유가 불충분할 때	2
총 배점	5

13 **답** 21번

해설 에테인과 에틸렌의 부피비가 1 : 1 이므로 비율은 에테인과 에틸렌이 각각 50 % 이고, 에테인과 에틸렌의 양을 각각 1 이라고 가정한다. 흡착 과정을 통해 에테인의 양은 일정하며, 에틸렌의 양이 10 % 씩 감소하므로 첫 번째 흡착 과정을 거치면 에틸렌의 양은 0.9가 되고, 에테인의 비율은 $\frac{1}{1+0.9} \times 100 = 53\%$ 이다.

두 번째 흡착 과정을 거치면 에틸렌의 양은 $0.9 \times 0.9 = 0.81$ 이 되고, 에테인의 비율은

$\frac{1}{1+0.81} \times 100 \approx 55.25\%$ 이다. 따라서 n 번째 흡착 과정을

거치면 에틸렌의 양은 $(0.9)^n$ 이고, 이때 에테인의 비율은

$\frac{1}{1+(0.9)^n} \times 100$ 이다. 이 비율이 90 % 이상이 될 때, n을 구하기 위해서는 다음과 같은 식이 성립한다.

$$\frac{1}{1+(0.9)^n} \times 100 \geq 90(\%)$$

$$\frac{100}{90} \geq 1+(0.9)^n, \quad \frac{1}{9} \geq (0.9)^n \quad \text{이므로 log 로 나타내면}$$

$$-2\log 3 \geq n(2\log 3 - 1), \quad n \geq \frac{2\log 3}{(1 - 2\log 3)} \quad \text{이다.}$$

$\log 3$ 은 0.477이므로 $\frac{2\log 3}{(1 - 2\log 3)} \approx 20.74$ 이다. 따라서 21번

이상의 흡착 과정을 거치면 순도 90 % 인 에테인을 얻을 수 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞을 때	5

14 **답** (1) H_2O 의 중심 원자 O는 비공유 전자쌍이 2개이므로 AB_2E_2 으로 정사면체형의 모서리 두 곳에 전자가 채워진다. 비공유 전자쌍 간의 반발력이 크므로 수소 원자가 반대쪽으로 밀려서 굽은 형이 된다.

(2) 물 분자의 구조가 굽은 형이므로 쌍극자 모멘트 합이 0이 될 수 없어 극성 분자이다. 따라서 수소 결합이 가능해지므로 분자 사이의 인력이 커서 높은 녹는점, 끓는점과 높은 비열, 큰 표면 장력 등의 물의 특징을 갖는다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당할 때	2
(2)의 설명이 타당할 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

15 **답** (1) $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O$ (2) 0.084 g

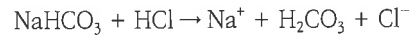
해설 $NaHCO_3(aq)$ 에 $HCl(aq)$ 을 과량으로 첨가하면 H_2CO_3 , $NaCl$ 이 생성된다.

(1) 과정 (다)의 알짜 이온 반응식은 HCl 과 $NaOH$ 의 강산, 강염기 중화 반응이므로,



(2) 과정 (나)에서 과량의 $HCl(aq)$ 은 0.1 M 25 mL 이므로 몰수는 0.0025몰이다. 종말점에서 적정된 $NaOH(aq)$ 을 15 mL 넣어 중화되었으므로 중화 반응한 0.1 M $HCl(aq)$ 은 15 mL 이고, 0.0015몰이다.

사용된 전체 H_3O^+ 몰수는 계산제의 H_3O^+ 의 몰수와 중화 반응 시 사용된 H_3O^+ 의 몰수 합이므로 0.0025몰 = 계산제 반응한 H_3O^+ 몰 + 0.0015몰이고, 계산제 반응한 H_3O^+ 은 0.0010몰이 된다. 여기서 화학 반응식을 확인하여 몰수비를 구하면 $NaHCO_3$ 와 HCl 의 비는 1 : 1 이 된다.



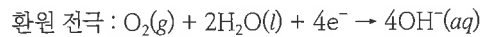
$NaHCO_3$ 의 질량은 몰수와 분자량의 곱이다.

$0.0010 \times 84 = 0.084$ g 이다.

채점 기준

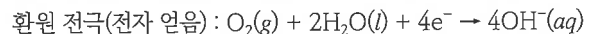
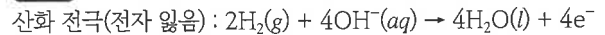
채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞을 때	2
(2)의 답이 맞을 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

16 **답** (1)



(2) 변함없다.

해설 수소 - 산소 연료 전지의 반응식은 다음과 같다.



(2) 산화 전극과 환원 전극에서 같은 양의 OH^- 이 반응하고 생성되므로 OH^- 의 수는 변함이 없다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 모두 맞을 때	3
(2)의 답이 맞을 때	2
총 배점 (1)+(2)	5

- 17** **답** (1) ① 구리는 다른 금속보다 반응성이 작아서 자연 상태에서 쉽게 발견될 수 있다.
 ② 구리의 녹는점은 철보다 훨씬 낮아서 제련하기 쉽다.
 ③ 청동은 구리와 주석의 합금인데 합금을 만들 경우 녹는점은 낮아지지만 강해진다.
 ④ 청동의 전성과 연성 때문에 다양하고 정교한 물건을 만들 수 있다.
 (2) ① 철의 강도와 경도가 다른 금속에 비해 월등하다.
 ② 지각을 구성하는 물질 중 알루미늄 다음으로 많고, 제련이 비교적 쉽다.
 ③ 철과 탄소의 합금, 철과 다른 금속의 합금은 서로 다른 특성을 갖고 각각 다른 용도로 쓰이므로 활용 범위가 넓다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 예를 3가지 이상 든 경우	3
(2)의 예를 2가지 이상 든 경우	2
총 배점 (1)+(2)	5

- 18** **답** (1) 운석은 지구를 형성한 재료이고 지구 구성 물질은 운석 성분과 유사하기 때문
 (2) 지진파 분석, 고온·고압 실험, 중력 이상 측정 등
해설 태양계 생성 당시 현재의 운석과 동일한 성분을 지닌 외부 물질들이 뭉쳐 원시 행성을 만들었고, 이후 계속하여 원시 행성에 외부 물질들이 충돌해 현재의 지구를 만들었다. 따라서 운석이 포함하고 있는 구성 물질에 대한 연구를 통해서 지구를 구성하는 물질에 대한 정보를 알 수 있다. 또한 운석에는 46억 년인 지구 나이가 기록돼 있으며 태양계가 만들어지고 지금의 형태로 진화한 과정이 보존되어 있다. 또한 운석 안에는 생명체 탄생에 필수적인 태양계 초기의 유기물까지 들어 있다.
 운석을 통한 지구 내부의 구성 물질을 조사하는 방법은 간접적 조사 방법에 속한다. 운석 조사 외에 간접적 지구 내부 조사 방법으로는 지진파 분석, 지구 내부의 환경을 재현하여 실험하는 고온 고압 실험, 중력의 편차를 이용한 중력 이상 측정 등이 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당한 경우	3
(2)의 예를 2가지 이상 든 경우	2
총 배점 (1)+(2)	5

- 19** **답** 북극해의 얼음 면적이 줄어든다는 것은 지구 온난화로 인해 빙하가 녹아서 담수가 바다로 공급된다는 것을 뜻한다. 이때 표층 해수는 고위도 지역에서 낮은 온도와 높은 염분으로 침강해야 하는데, 염분이 낮아져서 침강할 수 없게 되고, 심층 해수로 합류하는 물의 양이 줄어들어 심층 순환이 잘 일어나지 않게 될 것이다. 그에 따라 지구 전체의 해수의 순환이 원활하지 않게 되어서 각종 기상이변이 나타날 것이다.

채점 기준

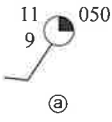
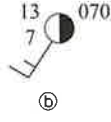
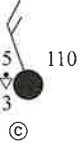
채점 기준	배점(점)
설명이 타당한 경우	5
설명이 충분하지 않은 경우	최대 3점 감점
총 배점	5

- 20** **답** (1) 해설 참조 (2) ㄷ, ㄴ

해설 (1) B 지역에는 하층운에 해당하는 난층운이 발달한다.

	<p>■ 지역 : C</p> <p>■ 이유 : C 지역은 지표면 높은 곳에서 따뜻한 공기가 찬 기단에 천천히 밀려올라가 상승하는 지역으로 햇무리가 나타나는 얇은 구름인 권층운이 발달한다. 햇무리는 온난 전선의 권층운(또는 층운형 구름)에 포함된 얼음 알갱이에 입사한 햇빛이 굴절하면서 나타난다.</p>
	<p>■ 지역 : A</p> <p>■ 이유 : 찬 공기의 세력이 강해지면서 찬 기단이 따뜻한 기단 쪽으로 이동하면서 따뜻한 기단의 밑을 파고 들어가면서 따뜻한 기단이 급격히 상승하는 한랭 전선이 형성된다. 따라서 동계풍계 소나기이며 두껍게 발달하는 적운형의 구름인 적란운은 A 지역에 발달하여 소나기성 구름이 내린다.</p>

- (2) ㄷ, ㉑와 ㉒는 풍향이 남서풍이고, ㉓는 풍향이 북서풍이므로 ㉑ → ㉓로 변하는 동안에 한랭 전선이 통과하였음을 알 수 있다. 어느 지역이 따뜻하고 남서풍이 불다가 기온이 하락하며 소나기성 강우가 내리고 북서풍이 불게 된다면 한랭 전선이 통과하는 경우이다.
 ㉒, ㉓는 현재 소나기가 내리는 날씨이므로 그림 (가)의 한랭 전선 뒤쪽인 A 지역에서 보이는 날씨라고 추정할 수 있다.
 일기 기호를 나타낼 때 기압은 천의 자리와 백의 자리는 생략하고, 소수 첫째 자리까지 나타낸다.

일기 기호			
풍속	5 m/s	7 m/s	7 m/s
기압	1005.0 hPa	1007.0 hPa	1011.0 hPa
운량	구름 조금	구름 많음	흐림(소나기)
기온	11 ℃	13 ℃	5 ℃
이슬점	9 ℃	7 ℃	3 ℃

- ㄱ. ㉠와 ㉡의 풍속 차이는 2 m/s이다.
 ㄴ. ㉠와 ㉡의 해면 기압 차이는 2 hPa이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 이유가 타당한 경우	3
(2)의 답이 맞은 경우	2
총 배점 (1)+(2)	5

21 **답** ㄱ, ㄷ, ㄹ

해설 ㄱ. 등압선 분포를 보면 a, d 지점은 고기압, b, c 지점은 저기압이다.

ㄴ. (가)에서 저기압 지점인 b는 공기가 가열되어 밀도가 낮아져서 상승 기류가 발생하고, 고기압 지점인 a는 공기가 냉각되어 무거워져 하강 기류가 발생하므로 기온은 b 지점이 a 지점보다 높다. (나)에서 c지점은 가열에 의해 상승 기류가 발생하고, d 지점은 냉각에 의해 하강 기류가 발생하므로 기온은 c 지점이 d 지점보다 높다. 따라서 기온은 b 지점이 a 지점보다 높고, c 지점이 d 지점보다 높다.

ㄷ. 바람은 고기압에서 저기압으로 분다.

ㄹ, ㄴ. (가)는 산등성이가 차가워지고 골짜기가 따뜻하여 한낮보다는 새벽의 기온 분포이다. 따라서 산등성에서 골짜기를 따라 아래로 산풍이 분다. (나)는 골짜기가 차가워지고 산등성이가 따뜻하여 새벽보다는 한낮의 기온 분포이다. 따라서 골짜기에서 산등성을 따라 위로 꼭풍이 분다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 모두 맞은 경우	5

22 **답** 엘리뇨가 발생했을 때 : 무역풍이 약해져 적도 반류가 강해지고 중태평양과 동태평양의 표층 수온이 높아져 많은 수증기가 발생하고 대기의 상하 대류가 활발해진다. 이것이 중태평양에 영향을 미쳐 중태평양에서 발생하는 태풍의 수가 많아지고 강수량이 증가한다.

라니냐의 경우 : 무역풍이 강해져 중태평양의 해수의 대류가 강해지기 때문에 중태평양 지역의 표층 수온이 낮아져 중태평양 지역에서의 태풍 발생 갯수가 줄어들고 150°E 서쪽에서 주로 태풍이 발생하게 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
엘리뇨 현상을 타당하게 설명하여 중태평양의 태풍의 수가 증가하게 될과, 라니냐에서 태풍의 갯수가 줄어들을 타당하게 설명함.	5
엘리뇨 시 태풍의 수가 증가한다는 설명이 있거나 내용이 빈약하거나 논리적 비약이 있음	2
총 배점	5

23 **답** (1) 북쪽 (2) 37.5°

해설 (1) 이 별은 시간이 지나도 지평선 아래로 사라지지 않고 고도만 조금씩 변하며 계속 눈에 보이는 주극성이다. 따라서 북극성 방향의 북쪽에서 볼 수 있다.

(2) 북반구에서 주극성은 북극성을 중심으로 일주 운동(원운동)을 하므로 최고 고도와 최저 고도의 중간에 북극성이 있다고 볼 수 있다. $52.5^\circ - 22.5^\circ = 30^\circ$ 이므로 북극성은 최저 고도보다 15° 높은 고도에 위치해 있다.

그러므로 북극성의 고도는 $22.5^\circ + 15^\circ = 37.5^\circ$ 이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞은 경우	1
(2)의 답이 맞은 경우	4
총 배점 (1)+(2)	5

24 **답** 약 50억 년

해설 태양은 수소 핵융합 반응을 통해 에너지를 발생시키는 주계열성이므로 수소가 헬륨으로 핵융합될 때 상실되는 질량에 질량-에너지 등가 공식을 이용하여 발생하는 에너지를 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{총 발생 에너지 } \Delta E &= \Delta mc^2 \\ &= 2 \times 10^{30}(\text{태양 총 질량}) \times 0.1(\text{수소 핵융합 반응으로 소모되는 질량의 비율}) \times 0.007(\text{에너지로 변환되는 질량값}) \times (3 \times 10^8(\text{광속}))^2 = 1.26 \times 10^{44}(\text{J}) \end{aligned}$$

태양이 현재의 밝기를 유지한다고 할 때 태양의 남은 수명은 태양의 총 에너지량을 태양이 1초당 방출하는 에너지의 양으로 나누어 계산할 수 있다.

$$\frac{1.26 \times 10^{44} \text{J}}{4 \times 10^{26} \text{J}} = 3.15 \times 10^{17} \text{초}$$

$3.15 \times 10^{17} \text{초} \approx 1 \text{년}$ 으로 가정했을 때 태양의 수명은 약 10^{10} 년(100억 년)이 된다. 태양의 현재 나이가 약 50억 년이므로 남은 수명은 약 50억 년이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 풀이가 타당한 경우	5

25 **답** ③, ④

<옳지 않은 이유> ③ 표피 조직과 혈액은 구성이 다르다. 표피 조직은 표피 세포와 공변세포 등으로 이루어져 있으며 혈액(조직)은 적혈구, 혈소판, 백혈구 등의 세포로 구성된다.

④ 표피 조직은 식물체의 표면을 덮는 조직으로 식물체를 보호하는 역할을 한다. 혈액의 적혈구는 산소를 운반하고, 혈소판은 혈액의 응고 작용을 돕는다. 백혈구는 세포 내 소화 작용과 항체 생성에 관여한다.

해설 ② 표피 조직을 이루는 세포들의 크기는 비슷하며, 혈액

을 구성하는 세포들도 다른 조직에 비하면 상대적으로 크기가 비슷한 편이다.

③ 혈액을 구성하는 세포들 중 적혈구와 혈소판은 핵이 없고, 백혈구는 핵을 가지고 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 설명이 각각 타당한 경우	5
답이 맞지만 설명이 불충분할 경우	2점 감점
총 배점 (1)+(2)	5

26 답 ㄱ, ㄴ

이유 : ㄱ. A는 고산지대로 이주한 뒤 고산 환경에 대한 적응으로 혈액 내 헤모글로빈 양이 증가하였을 것이나 헤모글로빈의 양이 증가하여 낮은 산소 분압에서도 이주 전과 동일한 혈액 내 총 산소량을 유지했을 것이다.

ㄴ. 고산지대는 대기압이 낮은 지대로, 동맥혈에 녹은 산소량이 감소되므로 산소 분압 역시 감소된다.

ㄷ.(옳지 않음) 산소 분압이 낮아져 헤모글로빈의 증가로 산소를 보완할 수 없어 심장 박동이 증가하여 산소 부족을 보완하게 된다. 따라서 심장 박동 증가로 필요한 에너지 공급을 위해 미토콘드리아의 수는 증가한다.

해설 사람이 해수면에서 고산지대로 이동하면 전체 대기압이 감소하므로 들이쉬는 공기의 산소 분압이 감소한다. 이때 다음과 같은 변화가 나타난다.

- 호흡이 가빠지고 과도한 호흡이 일어난다. : 산소 분압이 갑자기 낮아졌을 때, 헤모글로빈의 증가로 산소 부족을 보완할 수 없기 때문에 심장 박동이 증가하여 산소 부족을 보완한다. 심장 박동이 증가할 때 필요한 에너지를 공급받기 위해 미토콘드리아의 수가 증가한다.
- 조직의 적혈구는 산소에 대한 헤모글로빈의 친화성을 감소시켜 많은 양의 산소가 조직으로 방출되도록 한다.
- 조직 저산소증에 반응하여 신장은 적혈구 조혈인자를 분비한다. 적혈구 조혈인자는 골수를 자극하여 헤모글로빈과 적혈구의 생성을 증가시킨다.

따라서 고지대 사람은 해수면에 있는 사람들보다 헤모글로빈의 산소 포화도는 낮지만, 헤모글로빈의 수가 많아 낮은 산소 분압을 보완할 수 있다. 하지만 적혈구의 증가는 혈액의 점도를 높여 폐고혈압을 초래한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞은 경우	2
(2)의 해설이 모두 타당한 경우	3
(2)의 해설이 타당하지 않은 경우	항목당 1점씩 감점
총 배점 (1)+(2)	5

27 답 (1) ④

(2) 근육 세포가 산소 호흡을 통하여 에너지를 생산할 때에는 유기물이 완전히 분해되어 물과 이산화 탄소를 생성하고 많은 양의 ATP를 생성한다. 하지만, 격렬한 운동을 할 때 산소 호흡만으로는 에너지 공급이 충분하지 않기 때문에 무산소 호흡으로 얻은 ATP를 이용한다. 무산소 호흡은 산소가 없는 상황에서도 유기 영양소를 분해하여 ATP를 생산하지만, 유기물이 불완전하게 분해되어 중간 산물인 젖산을 생성한다. 이 젖산은 근육에 쌓여 피로함과 통증을 유발한다.

해설 (1) ① 에너지 소모량이 15 kcal/분 이상이 될 때, 산소 소비량은 더이상 증가하지 않는다. ② 산소 호흡을 할 때 더 많은 양의 에너지가 생성된다. ③ 위 그래프로 젖산 축적량과 운동의 지속 여부는 알 수 없다. 젖산은 피로 물질로 작용하여 근육의 통증과 피로를 유발한다. ④ 운동의 강도가 15 kcal/분 이상이 될 때, 젖산이 축적되기 시작한다. 젖산은 무산소 호흡의 결과로 생성되는 물질이므로 산소 호흡과 무산소 호흡이 함께 일어난다는 것을 알 수 있다. ⑤ 에너지 소모량이 작은 낮은 강도의 운동을 할 때에는 산소 호흡만을 하기 때문에 산소 소비량이 증가하며 젖산은 축적되지 않는다.

(2) 격렬한 운동을 할 때는 산소 호흡만으로는 에너지를 충분히 공급하기가 어렵기 때문에 운동에 필요한 에너지를 충분히 공급하기 위해 근육 세포는 무산소 호흡을 통해 ATP를 생산하여 근육 운동에 사용한다. 근육 세포에서 무산소 호흡이 일어나면 포도당이 완전히 분해되지 못하여 젖산이 생성되며, 젖산이 쌓이면 근육이 피로해진다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞았을 때	2
(2)의 설명이 타당할 때	3
총 배점 (1)+(2)	5

28 답 54명

해설 응집원 A, B를 가지면 각각 A형과 B형이다. 둘 모두 가지면 AB형, 하나도 가지지 않으면 O형이다. 응집원 A, B는 각각 응집소 α , β 를 만나 응집한다. 재환이의 혈액은 항 A 혈청(B형 표준 혈청 ; 응집소 α 포함)과 항 B 혈청(A형 표준 혈청 ; 응집소 β 포함)에서 모두 응집 반응을 보이지 않았으므로 O형이다. [결과 2]에서 응집원 ㉠을 가진 학생은 A형과 AB형, 또는 B형과 AB형이다. 응집소 ㉡을 가진 학생은 A형과 O형 또는 B형과 O형이다. 응집원 ㉢과 응집소 ㉣을 모두 가진 학생은 A형 또는 B형이다. 따라서 응집소 ㉣을 가진 학생 수에서 응집원 ㉠과 응집소 ㉣을 모두 가진 학생 수를 빼면 응집소 α 와 β 를 모두 가지고 있는 O형의 학생 수를 알 수 있다. 따라서 111명 - 57명 = 54명이므로 O형은 54명이 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우	5

29 **답** ②, ④

해설 ① 0~2초 사이에는 수정체의 두께가 두껍게 유지되고 있는 상태이므로 가까운 곳의 정지되어 있는 물체를 바라보고 있다.
 ② 2~4초 사이에는 수정체가 점점 얇아지고 있으므로 점점 멀어지고 있는 물체를 바라보고 있다. 이때 섬모체는 이완하고 진대는 팽팽해져 수정체는 얇아지게 된다.
 ③ 2~4초 사이에는 수정체의 두께가 얇아지고 있으므로 가까이 있던 물체가 서서히 멀어지고 있다.
 ④ 4~6초 사이에는 다시 수정체가 두꺼워지고 있다. 따라서 먼 곳에 있던 물체가 서서히 다가오고 있다. 이때는 섬모체가 수축하고 진대는 느슨해져서 수정체가 두꺼워지게 되므로 초점 거리는 짧아지게 된다.
 ⑤ 6~8초 사이에는 수정체의 두께가 얇은 상태를 유지하는 것으로 보아 먼곳의 정지되어 있는 물체를 바라보고 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우(부분점수 없음)	5

30 **답** ㄱ, ㄷ

해설 그림 A는 보편주머니로 여과된 물질이 모두 재흡수되는 것을 나타낸 것이고, 그림 B는 보편주머니로 여과된 물질의 일부만 재흡수되고, 나머지는 오줌으로 배설되는 것을 나타낸 것이다.
 ㄱ. 포도당은 (가)의 자료에 따라 여과는 되지만 모두 재흡수되므로 그림 A와 같은 형태의 물질 이동을 한다.
 ㄴ. (가)의 자료에 따라 크레아틴은 여과량보다 배설량이 더 많다. 이것은 모세혈관에서 세노관으로 분비량이 있다는 것이고, 따라서 그림 A, B와는 다른 형태의 물질 이동을 나타낸다.
 ㄷ. 요소는 여과량의 절반만이 배설되므로, 절반은 재흡수가 일어난다는 것이고, 일부가 모세혈관에 남아 있게 된다. 따라서 그림 B 형태의 물질 이동을 하게 된다.
 ㄹ. (가)의 자료에 따라 여과량이 가장 많은 포도당은 배설되지 않았으며, 크레아틴과 요소는 여과량이 포도당보다 작지만, 배설량은 포도당보다 더 크다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우	5

31 **답** (1) (나), 정자의 머리 끝에 있는 침체에서 난자의 투명대를 녹이는 효소가 분비된다. (2) 수정된 직후에 다른 정자의 수정을 막기 위해 난자의 투명대의 성질이 변한다. 투명대의 성질이 변하지 않고 여러 마리의 정자가 수정이 되면 염색체 수의 이상으로 발생이 중지된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 타당하게 고친 경우	2
(2)의 설명이 타당한 경우	3
총 배점 (1)+(2)	5

32 **답**



해설 수정 전 비분리가 일어났으므로 정자의 유전자형은 XY이고, 난자의 유전자형은 정상이므로 X이다. e는 X 염색체 위에 존재하고 e의 DNA 상대량이 아버지 : 아들 = 1 : 2 이므로 아버지의 유전자형에는 X^e가, 철수의 유전자형에는 X^eX^e가 포함된다. 아버지와 철수는 색맹이며 철수에게는 클라인펠터 증후군이 나타난다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 유전자형을 포함해 정확한 경우	5

모의고사 5 회 (p78~96)

01 **답** 옳은 것 : ㄴ, 옳지 않은 것 : ㄱ, ㄷ



이유 : ㄱ. 수레는 오른쪽으로 5N의 힘을 받고 A로부터 왼쪽으로 5N(F_2)의 마찰력을 받아 힘의 평형 상태가 유지 되어 등속 운동한다. 등속운동하므로 물체 B와 수레 사이에는 수평 방향의 힘(마찰력 등)이 작용하지 않는다.

ㄴ. 물체 A가 수레에 왼쪽으로 5N(F_2)의 마찰력을 작용하므로 그 반작용으로 수레는 물체에 오른쪽 방향으로 5N(F_1)의 마찰력을 작용한다. 물체 A는 운동하지 않고 왼쪽 방향의 장력 5N(T)과 오른쪽 방향의 힘 F_1 을 받아서 평형 상태이다.

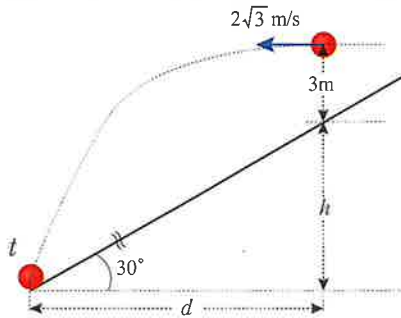
ㄷ. 힘의 평형이 유지되므로 물체 B에 관계없이 수레는 계속 등속 운동한다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞고 각각의 이유가 타당한 경우	5
답이 맞지만 이유가 타당하지 않은 경우	타당하지 않은 항목 당 1점 감점
총 배점	5

02 **답** 1 초

해설 공의 처음 위치에서 빗면과 처음 충돌한 지점까지의 수직 거리를 y , 이동한 수평 거리를 d , 던진 속도(처음 속도) $v_0 = 2\sqrt{3}$ m/s, 공이 빗면과 처음 충돌할 때까지 걸린 시간을 t 라고 하자.



$$d = v_0 t = 2\sqrt{3} t$$

$$3 + h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\rightarrow 3 + d \tan 30^\circ = 3 + 2\sqrt{3} t \cdot \tan 30^\circ = 3 + 2t = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\frac{1}{2} g t^2 = 3 + 2t \rightarrow 5t^2 - 2t - 3 = 0 (g=10)$$

근의 공식을 이용하면 $t = 1$ 초이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞는 경우	5

03 **답** $\frac{\sqrt{6}}{3} x$

해설 마찰이 없는 수평면 위에서 운동하므로 물체 B를 압축한 손을 놓게 되면 두 물체가 평형점 O에 함께 도달하게 되고, 이때 물체 A에 작용하는 힘의 방향과 운동 방향은 반대가 되어 물체 A는 속력이 점점 느려지고, 물체 B는 O점에 도달했던 속도로 오른쪽 방향으로 등속도 운동하게 된다. 즉, 두 물체는 평형점 O에서 분리되는 것이다.

평형점 O를 기준으로 오른쪽 방향을 (+)라고 하면, 변위가 $-x$ 지점에서 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지 $E = \frac{1}{2} k x^2$ 이고, 두 물체가 평형점 O에 도달하게 되면 탄성 퍼텐셜 에너지는 모두 물체 A와 B의 운동 에너지로 전환된다.

$$E = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} (2m) v^2 + \frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} m v^2$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{k}{3m} x}$$

이후 물체 A의 진폭을 A 라고 하면, 물체 A의 역학적 에너지는 다음과 같다.

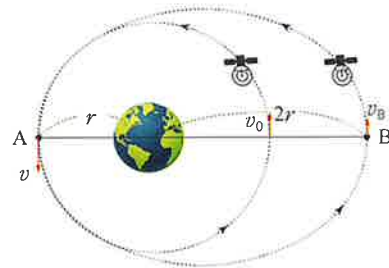
$$\frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} (2m) \left(\sqrt{\frac{k}{3m} x} \right)^2 \rightarrow A^2 = \frac{2}{3} x^2 \therefore A = \frac{\sqrt{6}}{3} x$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우	5

04 **답** $-\frac{2}{3} E$

해설



지구의 질량을 M , 인공위성의 질량을 m 이라고 하면, 연료를 분사하기 전 등속 원운동할 때 인공위성에 작용하는 만유인력은 구심력과 같다. $F = \frac{m v_0^2}{r} = \frac{G M m}{r^2} \rightarrow v_0^2 = \frac{G M}{r} \dots \text{㉠}$

타원궤도에서 A점의 속력은 v 이고, B점에서 인공위성의 속력을 v_B 라고 하면, 면적 속도 일정의 법칙에 의해,

$$r v = 2r v_B \rightarrow \frac{1}{2} v = v_B \dots \text{㉡}$$

타원궤도에서 인공위성의 역학적 에너지는 보존되므로,

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{GMm}{2r} \dots \text{㉠}$$

㉠에 ㉡과 ㉢을 대입하여 정리하면, $v = \frac{2}{\sqrt{3}}v_0$, $v_B = \frac{1}{\sqrt{3}}v_0$ 이다.

등속 원운동할 때의 역학적 에너지(-E)는

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{GMm}{r} = -\frac{GMm}{2r} = -E \text{ 이고,}$$

㉡을 대입하면, $\frac{1}{2}mv_0^2 = E$ 이다.

이때 타원 궤도 운동할 때의 역학적 에너지 E' 은 ㉢의 왼쪽 식으로부터 다음과 같이 계산할 수 있다.

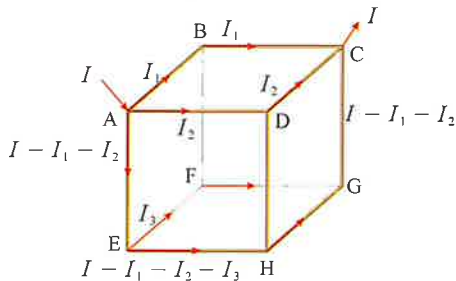
$$E' = \frac{1}{2}m\left(\frac{4}{3}\right)v_0^2 - \frac{GMm}{r} = \frac{4}{3}E - 2E = -\frac{2}{3}E$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(-)부호 포함 답이 정확한 경우	5

05 답 $\frac{3}{4}r$

해설 전류가 A로 흘러들어와 C로 나올 경우 B-F, D-H는 전위가 같으므로 전류가 흐르지 않는다. 대칭이므로 $I_1 = I_2$ 이고, A-B와 B-C를 흐르는 전류는 같다. 그림과 같이 전류 I_1, I_2, I_3 을 정한다.



A점을 기준으로 할 때 전위는 보존되므로

$$\text{폐회로 ABFEA} : -I_1r + I_3r + (I - I_1 - I_2)r = 0 \dots \text{㉠}$$

$$\text{폐회로 ADHEA} : -I_2r + (I - I_1 - I_2 - I_3)r + (I - I_1 - I_2)r = 0 \dots \text{㉡}$$

$I_1 = I_2$ 이므로, ㉠과 ㉡은 각각 다음과 같다.

$$\text{㉠} \quad I = 3I_1 - I_3, \quad \text{㉡} \quad 2I = 5I_1 + I_3,$$

두 식을 더해 I_3 을 소거하면 $I_1 = \frac{3}{8}I$ 이다.

A → B → C 경로에서 AB, BC 사이의 전위차를 각각 V_{AB}, V_{BC} 라고 하면, 외부 전압 $V = V_{AB} + V_{BC}$ 이므로, 합성 저항이 R 일 때 다음과 같은 식이 성립한다.

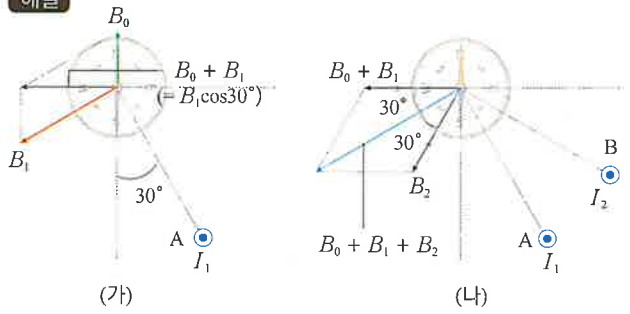
$$V = IR = V_{AB} + V_{BC} = 2rI_1 = \frac{3}{4}I, \therefore R = \frac{3}{4}r$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우	5

06 답 $\frac{2}{\sqrt{3}}$

해설



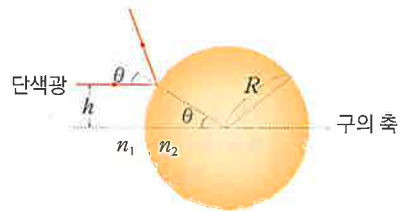
직선 전류에 의한 자기장의 세기 B 는 전류의 세기 I 에 비례한다. 그림 (가)와 같이 지구 자기장을 B_0 , 도선 A에 흐르는 전류에 의한 자기장을 B_1 이라고 하면, $B_0 + B_1 = B_1 \cos 30^\circ$ (서쪽) 이고, 도선 B에 흐르는 전류에 의한 자기장을 B_2 라고 하면, I_2 가 흐를 때 그림 (가)에서 전체 자기장($B_0 + B_1 + B_2$)이 반시계 방향으로 30° 만큼 더 회전하므로, 그림 (나)와 같이 크기가 $B_0 + B_1 = B_2$ 이다. 따라서 $B_2 = B_1 \cos 30^\circ$ 이므로, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{B_1}{B_1 \cos 30^\circ} = \frac{2}{\sqrt{3}}$ 이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우	5

07 답 ㄱ, ㄴ

해설 입사 경로와 구의 축 사이의 거리가 h 일 때, 구형의 매질에 입사하는 각도를 θ 라고 하면, 빛의 경로는 다음과 같다.



ㄱ. 임계각을 i_c 라고 하면, 입사광이 전반사하였으므로 $\theta > i_c \rightarrow \sin \theta > \sin i_c$ 가 된다.

$$\sin \theta = \frac{h}{R}, \quad \sin i_c = \frac{h_c}{R} \text{ 이므로, } \frac{h}{R} > \frac{h_c}{R} \rightarrow h > h_c \text{ 이다.}$$

ㄴ, ㄷ. 굴절 법칙에 의해 $\sin i_c = \frac{n_2}{n_1}$ 이므로,

$$\frac{h_c}{R} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow h_c = \frac{n_2}{n_1}R$$

따라서 n_2 가 커질수록, R 이 커질수록 h_c 가 커진다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 모두 맞은 경우(부분 점수 없음)	5

08 답 (1) 903 (J) (2) 62%

해설 (1) (B → C 과정) 단열 과정이므로 열의 출입이 없다. 단원자분자 이상기체이므로 기체의 비열비 $\gamma = \frac{5}{3}$ 이고,

$$P_B V_B^\gamma = P_C V_C^\gamma$$

$$\rightarrow P_C = \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^\gamma P_B = \left(\frac{1}{8}\right)^{5/3} \cdot (10 \times 10^3) = 3.125 \times 10^4 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$\therefore P_C = P_A = 3.125 \times 10^4 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

(A → B 과정) 등적 과정으로 압력이 증가하고 부피 변화가 없으므로 기체가 하는 일(W) = 0 이다. 기체가 받은 열(Q)만큼 내부 에너지(U)가 증가하여 기체의 온도가 올라간다.

$$Q_{AB} = \Delta U + W = \frac{3}{2} n R \Delta T, (PV = nRT \rightarrow n R \Delta T = \Delta P \cdot V)$$

$$\therefore Q_{AB} = \frac{3}{2} \Delta P \cdot V = \frac{3}{2} (P_B - P_A) \cdot V_A$$

$$= \frac{3}{2} [(10 \times 10^3) - (3.125 \times 10^4)] (1 \times 10^{-3})$$

$$= 1.45 \times 10^3 \text{ (J)}$$

(C → A 과정) 등압 압축 과정이므로 $\Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T = \frac{3}{2} P \Delta V$,

$W = P \Delta V$ 이다. 따라서 기체가 잃은 열량은 다음과 같다.

$$Q_{CA} = \Delta U + W = \frac{5}{2} (V_A - V_C) \cdot P_C$$

$$= \frac{5}{2} [(1 \times 10^{-3}) - (8 \times 10^{-3})] (3.125 \times 10^4)$$

$$= -5.47 \times 10^2 \text{ (J)}$$

한 순환 과정동안 내부 에너지 변화는 0이므로($\Delta U = 0$),

$$\therefore W = Q = (1.45 \times 10^3) + (-5.47 \times 10^2) = 903 \text{ (J)}$$

(2) 열기관의 열효율은 흡수된 열량(Q_{AB})에 대한 전체 한 일(W)의 비이다.

$$e = \frac{W}{Q_{\text{흡수}}} = \frac{9.03 \times 10^2}{1.45 \times 10^3} \approx 0.62 \rightarrow 62\%$$

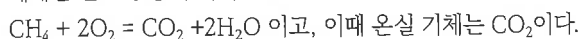
채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)이 맞은 경우	3
(2)가 맞은 경우	2
총 배점 (1)+(2)	5

09 답 약 34.24 kg

해설 공급받은 액체 메테인의 질량은 $30000 \text{ cm}^3 \times 0.415 \text{ g/cm}^3 = 12450 \text{ g}$ 이다.

메테인 연소 반응의 화학반응식은



메테인과 이산화 탄소의 몰 비가 1 : 1 로 반응하므로 발생하는 이산화 탄소의 질량을 x 라고 할 때

$$12450 : 16(\text{메테인의 분자량}) = x : 44(\text{이산화 탄소의 분자량})$$

$$x = 34237.5 \text{ g} = \text{약 } 34.24 \text{ kg} \text{ 이다.}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우	5

10 답 (1) 1몰 (2) 49.2 L

해설 (1) $PV = nRT$ 이고, 수조 안에서 온도가 일정하게 유지된다.

$$(\text{혼합 전}) \text{ 플라스크 A: } 1 \times V_A = 2 \times RT \rightarrow RT = \frac{1}{2} V_A$$

$$\text{플라스크 B: } 3 \times 8.2 = n_B \times RT \rightarrow RT = \frac{3 \times 8.2}{n_B}$$

$$\therefore V_A = \frac{49.2}{n_B} \text{ 이다.}$$

$$(\text{혼합 후}) \frac{9}{7} (V_A + 8.2) = (2 + n_B) RT$$

$$RT = \frac{1}{2} V_A, V_A = \frac{49.2}{n_B} \text{ 이므로 각각 대입하면 } n_B = 1 \text{ (몰)이다.}$$

$$(2) V_A = \frac{49.2}{n_B} \text{ 이고, } n_B = 1 \text{ 이므로 } V_A = 49.2 \text{ L이다.}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)이 맞은 경우	3
(2)가 맞은 경우	2
(1), (2)의 답이 모두 맞은 경우	5

11 답 (1) 6.72 L (2) 32

(1) 수소 기체를 채운 플라스크의 질량이 30.6g이므로 수소 기체의 질량은 $30.6 \text{ g} - 30 \text{ g} = 0.6 \text{ g}$ 이다. 수소 기체(H_2)의 분자량은 2 이므로 수소 기체 0.6g은 $0.6 \text{ g} \div 2 \text{ g/몰} = 0.3 \text{ 몰}$ 이다. 0°C , 1기압에서 모든 기체 1몰의 부피는 22.4L이므로 이 플라스크의 부피는 $0.3 \text{ 몰} \times 22.4 \text{ L/몰} = 6.72 \text{ L}$ 이다.

(2) 플라스크의 부피는 6.72 L이고, 0°C , 1기압에서 이 플라스크 속에는 기체 0.3몰이 들어갈 수 있다. X_2 의 질량이 $39.6 \text{ g} - 30 \text{ g} = 9.6 \text{ g}$ 이므로 X_2 의 그램분자량은 $9.6 \text{ g} \div 0.3 \text{ 몰} = 32 \text{ g/몰}$ 이다. 따라서 X_2 의 분자량은 32이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞은 경우	2
(2)의 답이 맞은 경우	3
총 배점 (1)+(2)	5

12 **답** (1) 양가축의 팜구멍으로 조금씩 새는 물이 증발하는데, 물의 기화열이 커서 가죽 주머니 안의 열을 빼앗아가기 때문이다.

(2) 마당에 물을 뿌린다. 팜이 증발하여 체온이 일정하게 유지된다.
 (3) 고온 다습한 공기를 물 에어컨의 습기 제거 장치를 지나게 한다. 습기 제거 장치를 지난 공기는 건조해지며 이 공기를 물이 젖어 있는 금속망을 통과시켜 실내로 보낸다. 금속망의 물이 증발하면서 공기 중의 열을 빼앗아가 실내의 온도는 낮아진다. 습기 제거 장치가 빨아들인 물기를 말리는 데에는 80℃ 정도의 열이 필요하므로 공장에서 버리는 폐열을 이용하면 된다.

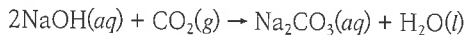
채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1) 설명이 타당한 경우	1
(2) 타당한 예를 2가지 이상 든 경우	1
(3) 타당하게 설계하여 서술한 경우	3
총배점 (1)+(2)+(3)	5

13 **답** <예시 답안> 무극성 기체인 이산화 탄소 기체를 물에 녹이기 위해서는 저온, 고압이 필요하기 때문에 어려움이 있으므로 중화 반응을 통해 분수를 만들어야 한다. 다음과 같은 방법으로 만들 수 있다.

1. 이산화 탄소 기체를 플라스크에 모으고 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 플라스크에 재빨리 넣고 마개로 막아준다.
2. 반응이 잘 일어나도록 플라스크를 흔들어 준다.
3. BTB 용액을 떨어뜨린 물이 담긴 수조와 플라스크를 유리관으로 연결한다.
4. 압력 차로 인해 플라스크속 유리관에 분수가 형성된다.

해설 무극성 기체인 이산화 탄소 기체를 물에 녹이기 위해서는 온도를 많이 낮추거나 압력을 매우 크게 높여야 한다. 때문에 이산화 탄소 기체는 수산화 나트륨(NaOH) 수용액과 중화 반응을 시켜 분수를 만들 수 있다. 이산화 탄소 기체와 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 반응의 반응식은 다음과 같다.



위 중화 반응이 진행되면 플라스크 안에 기체가 줄어들어 압력이 감소하고, 압력 차이로 인해 비커에 담긴 물이 올라가면서 분수가 형성된다.

채점 기준

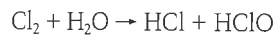
채점 기준	배점(점)
타당한 방법을 제시해 서술한 경우	5

14 **답** SiO₂는 원자 결정으로 원자 사이의 공유 결합을 끊어야 녹일 수 있다. 공유 결합력의 세기는 일반적으로 결합 길이가 짧을수록 커지는데, 석영과 같이 구성 원자들이 일정한 간격으로 배열되어 있는 경우 원자 사이의 공유 결합을 끊기 위해 필요한 에너지가 일정하기 때문에 녹는점이 일정하게 나타나지만, 유리와 같이 구성 원자 사이의 간격이 일정하지 않고 불규칙적인 경우 원자 사이의 공유 결합력의 크기가 일정하지 않아 열에너지를 가했을 때 원자 사이의 공유 결합 길이가 길어 결합력이 약한 부분부터 부분적으로 끊어져 융해되기 시작하므로 녹는점이 일정하지 않다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
결합력을 비교하여 서술한 경우	5

15 **답** (1) (-) 극(환원) : $2\text{H}_2\text{O}(l) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq)$
 (+) 극(산화) : $2\text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{Cl}_2(g) + 2e^-$
 (2) 전기 분해 과정에서 전극은 반응에 참여하지 않으며 전류가 흐를 수 있는 물질이어야 한다. 대표적인 물질이 탄소, 백금이며, 연필심은 탄소로 이루어져 있어 전극으로 사용 가능하다.
 (3) BTB 용액은 산성에서 노란색을 띤다. (+) 극에서 생성된 염소 기체는 물에 녹아서 다음과 같은 반응이 진행된다.



HCl이 생성되기 때문에 수용액은 산성이 된다.

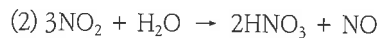
채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 화학식(물질의 상태 제외)이 정확한 경우	2
(2)가 타당하게 설명된 경우	1
(3)을 타당하게 설명한 경우(화학식이 안들어 갈 수 있음)	2
총 배점 (1)+(2)+(3)	5

16 **답** (1) ㄱ

ㄴ. HNO₃은 아레니우스 산이다.

ㄷ. 산성비는 BTB 용액을 노란색으로 변화시킨다.

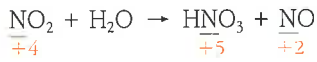


해설 (1) ㄱ. (가)에서 NO가 산소를 얻어 NO₂로 산화되므로 N의 산화수는 증가한다.

ㄴ. HNO₃은 수용액에서 H⁺과 NO₃⁻으로 이온화하므로 산을 H⁺를 내놓은 물질로 정의한 아레니우스 산이다.

ㄷ. 산성을 띠는 산성비는 BTB 용액을 노란색으로 변화시킨다. BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 푸른색을 띤다.

(2) 1단계 : 반응에 관여하는 원자의 산화수를 구한 후, 변화한 산화수를 조사한다.



질소의 산화수는 NO₂에서 +4이고, HNO₃에서 +5이고, NO에서 +2이다.

2단계 : 증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 반응식의 계수를 맞춘다.



3단계 : 양변의 산소와 수소 원자 수를 맞춘다.



채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞고 타당하게 설명한 경우	2
(2)의 화학식이 맞은 경우	3
총 배점 (1)+(2)	5

17 **답** 필요한 자료 : 바닷물의 총 부피

방법 : 1년 간 바다에 내리는 총 강수량과 바닷물의 총 부피를 통해 바다에서 물이 체류하는 시간을 구할 수 있다.

$$\text{체류 시간} = \frac{\text{바닷물의 총 부피}}{\text{바다에 내리는 총 강수량}}$$

따라서 바닷물의 총 부피를 알면 주어진 자료를 이용하여 체류 시간을 구할 수 있다.

해설 바닷물의 총 부피는 $1.37 \times 10^9 \text{ km}^3$ 이다. 따라서 물이 바다에서 체류하는 시간은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{체류 시간} &= \frac{\text{바닷물의 총 부피}}{\text{바다에 내리는 총 강수량}} = \frac{1.37 \times 10^9 \text{ km}^3}{284,000 \text{ km}^3/\text{년}} \\ &= \frac{1.37 \times 10^9 \text{ km}^3}{2.84 \times 10^5 \text{ km}^3/\text{년}} \approx 4.800\text{년} \end{aligned}$$

채점 기준

채점 기준	배점(점)
자료와 방법이 맞은 경우	5

18 **답** 60.25 km

해설 해발 고도가 4km에서 보상면의 P점에서의 압력 = $\rho(\text{밀도})g(\text{중력가속도})h = 2.7gh$ 이다.

Q점 위의 맨틀의 두께는 $(h - 23)$ 이므로 보상면의 Q점에서의 압력 = $(1.05g \times 7) + (2.7g \times 12) + \{3.3g \times (h - 23)\}$ 이다. P점에서의 압력과 Q점에서의 압력은 같으므로

$$2.7g \times h = (1.05g \times 7) + (2.7g \times 12) + \{3.3g \times (h - 23)\}$$

$\therefore h = 60.25 \text{ km}$ 이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우	5

19 **답** (1) 진도 : $A > B > C$, 규모 : $A = B = C$

(2) 25초 (3) L

해설 (1)

	규모	진도
정의	지진이 발생할 때 나오는 실제 에너지를 나타낸 것	지진이 발생할 때 사람의 느낌이나 주변 물체의 흔들림 정도를 나타낸 것
표기	아라비아 숫자	로마자
진원과의 관계	지진 발생 지점과 상관 없이 일정	지진 발생 지점으로부터 멀수록 작아짐

$$(2) d = \frac{V_s \times V_p}{V_p - V_s} \times \text{PS시}, \quad 200\text{km} = 8 \times \text{PS시},$$

$$\therefore \text{PS시} = 25\text{초}$$

(3) ㄱ. 6시 30분 30초는 A관측소에서 처음으로 P파가 관측된 시간이다.

ㄴ. 세 관측소와 지진기록을 찍지 않으면 진앙으로부터 거리가 가장 가까운 A가 가장 먼저 지진이 기록되기 때문에, 각각 A-⊙, B-⊙, C-⊙이다.

ㄷ. 지진에 의한 건물의 흔들림이 가장 크게 나타나는 지역은 ⊙이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞은 경우	2
(2)의 답이 맞은 경우	1
(3)의 답이 맞은 경우	2
총 배점 (1)+(2)+(3)	5

20 **답** (1) 총염분(각 염류를 더한 값)이 다른 각각의 해역에서 해수의 염분비(전체 염류에 대한 각 화학 성분의 질량비)를 아래와 같이 구해 보면, 각 해역에서 각 화학 성분의 염분비는 거의 같게 나타난다. 즉, 염분비 일정의 법칙이 성립한다.

화학 성분	A	B	C
Na ⁺	0.306	0.307	0.307
Mg ²⁺	0.0399	0.4	0.04
Ca ²⁺	0.0133	0.133	0.0133
Cl ⁻	0.553	0.553	0.553
SO ₄ ²⁻	0.0798	0.08	0.08
기타	7.99×10^{-3}	6.67×10^{-3}	6.67×10^{-3}
총 염분	37.6%	30%	15%

(2) 강수와 증발량, 강물의 유입량 등의 영향을 받기 때문이다.

해설 각 해수는 염분이 다르더라도 염류를 이루는 성분의 질량비는 일정하게 유지된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당한 경우	3
(2)의 설명이 타당한 경우	2
총 배점 (1)+(2)	5

21 **답** (1) 편서풍의 영향으로 서쪽에서 동쪽으로 이동하였다.
 (2) 풍향 : 남동풍 → 남서풍 → 북서풍 (시계 방향)
 일기 : 햇무리 → 지속적인 비 → 맑음 → 소나기
 기압 : 온난 전선이 통과한 후에는 기압이 하강하고, 한랭 전선이 통과한 후에는 기압이 상승한다.
 기온 : 온난 전선이 통과한 후에는 기온이 상승하고, 한랭 전선이 통과한 후에는 기온이 하강한다.

해설 (1) 우리나라는 편서풍의 영향을 받아 서쪽에서 동쪽으로 대기가 이동하므로 온대 저기압의 중심이 서쪽에서 동쪽(북동쪽)으로 이동한 것을 관찰할 수 있다.
 (2) 온대 저기압이 통과할 때 온난 전선과 한랭 전선이 차례대로 통과하며, 전선이 이동함에 따라 날씨가 변화한다. 5월 1일에 서울은 온난 전선 앞쪽에 위치하므로 남동풍이 불고 기온이 낮으며, 층운형 구름이 발달해 흐리거나 지속적으로 약한 이슬비가 내린다. 온난 전선이 통과한 후 온난 전선과 한랭 전선 사이에서는 바람이 남서풍으로 바뀌고 따뜻한 기층의 영향으로 구름이 걷히면서 맑은 날씨를 보이며, 기온은 상승하고 기압은 낮아진다. 5월 2일에는 한랭 전선이 통과한 후이므로 북서풍이 불고 적란운이 발달해 소나기성 비가 내리며 우박이나 천둥 번개를 동반하기도 한다. 또한 기온은 낮아지고 기압은 높아진다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당한 경우	1
(2)의 설명이 타당한 경우	4
총 배점 (1)+(2)	5

22 **답** ㄴ, ㄷ

해설 ㄱ, ㄴ. 그래프에서 온도가 증가하고 있으므로 고위도 → 저위도로 이동하였음을 알 수 있고 수증기압이 증가하고 있으므로 대륙 → 해양으로 이동하였음을 알 수 있다.
 ㄷ, ㄹ. E 지점에서 온도와 수증기압이 급격하게 변하였기 때문에 대륙과 해양의 경계임을 알 수 있으며 기단의 아래 부분이 가열되었으므로 상승력이 증가하여 불안정한 기단으로 변질되었다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우	5

23 **답** (1) 월하정인. 관측할 수 없는 달 모양이기 때문이다.

(2) 부분 월식이 일어났다면 가능하다.
해설 (1) 그림 월하정인에 나오는 달은 위쪽 일부가 빛나는 모양인데 이것은 오른쪽에서부터 차올라서 왼쪽으로 지는 달의 위상 변화에 모순되는 모양이다. 따라서 월하정인의 달이 과학적으로 오류가 있는 그림이다.
 (2) 평소 달의 위상 변화에서는 있을 수 없는 모양이므로 이것

이 실제로 나타나려면 달이 지구의 그림자에 가려지는 월식일 때여야 한다. 전부가 가려진 것이 아닌 일부만 가려졌으므로 이 시기에 부분 월식이 일어났던 것이라 할 수 있다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당한 경우	2
(2)의 설명이 타당한 경우	3
총 배점 (1)+(2)	5

24 **답** (1) 가까이

(2) 가까이 있는 별들은 지구의 공전 현상으로 인해 연주 시차가 발생한다. 멀리 떨어진 별들은 연주 시차가 거의 발생하지 않는다.
 (3) 같은 배경에 대해 별 A가 움직이는 거리가 멀고 별 B는 상대적으로 조금밖에 움직이지 않았으므로 별 B가 지구에서 더 멀리 떨어진 별이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 답이 맞은 경우	1
(2)가 타당하게 설명된 경우	2
(3) 설명이 맞은 경우	2
총 배점 (1)+(2)+(3)	5

25 **답** (1) ㉠ : 씨방 안에 있다. ㉡ : 겉으로 드러나 있다.

(2) A2 : 설탕식물, B1 : 종자식물, B2 : 양치식물, C1 : 속씨식물, C2 : 겉씨식물, D1 : 쌍떡잎식물, D2 : 외떡잎식물

해설 (2) 검색표란 유연 관계나 계통을 알아볼 수 있게 그린 계통수와 달리 단순히 2개의 대응되는 성질을 차례로 늘어놓아 해당되는 것을 따라가다 보면 최종적으로 찾는 생물군의 이름에 쉽게 도달할 수 있도록 만든 것이다. 주어진 검색표에 빠진 부분은 (C1과 C2) 씨방의 유무에 따라 분류한 것으로 C1은 밑씨가 씨방 안에 있는 속씨식물이며, C2는 씨방이 없어 밑씨가 드러난 겉씨식물이다. 나머지 A1과 A2는 기관의 분화 및 관다발의 유무에 따라 분류하여 A2는 설탕식물에 해당된다. B1과 B2는 꽃의 유무, 즉 번식 방법에 따라 분류한 것으로 B1은 종자식물, B2는 포자식물이 해당된다. 마지막으로 D1과 D2는 떡잎의 수에 따라 분류한 것으로 D1은 쌍떡잎식물, D2는 외떡잎식물이 해당된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)이 모두 맞은 경우	2
(2)가 모두 맞은 경우	3
총 배점 (1)+(2)	5

26 **답**

- 비열이 낮아져 주변 온도에 따라 체온이 쉽게 변할 것이다.
- 기화열이 낮아져 땀을 흘려도 체온이 떨어지지 않고 계속 열이 날 것이다.
- 용해도가 낮아져 이온성 물질을 잘 녹이지 못해 물질의 흡수에 큰 어려움이 있을 것이다.

해설 물 분자의 구조가 직선형이라고 가정한다면, 극성과 수소 결합을 형성했을 때의 성질을 잃어버린다. 따라서 끓는점이 더 낮아질 것이고, 비열과 기화열도 작아질 것이다. 또한 극성의 성질을 잃어 용해도가 낮아져 우리 몸의 각종 무기 염류 등을 잘 녹이지 못해 흡수와 이동이 원활하게 일어나지 못할 것이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
3가지 이상 서술한 경우	5

27 **답**

사람의 상피 세포는 분열하여 상피 세포가 만들어 지지만, 식물의 분열 조직에서 일어나는 분열은 분화하여 모든 세포가 될 수 있다.

해설 사람의 분열 세포는 형성하게 될 세포의 유형이 정해져 있다. 따라서 사람의 상피 세포는 분열하여 상피 세포가 된다. 반면에 식물의 분열 조직에서 만들어진 세포들은 분화하여 모든 종류의 세포가 될 수 있다. 영구 조직이 분열 조직에서 만들어진 세포들이 분화한 조직인 것처럼 모든 세포가 분열 조직으로부터 만들어진다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
서술이 타당한 경우	5

28 **답**

- (1) 시각에 의한 반응 : 0.18 초
청각에 의한 반응 : 0.2 초
→ 시각에 의한 반응이 청각에 의한 반응보다 더 빠르다.
- (2) 청각을 통해 대뇌로 전달되어 반응기로 보내지는 경로가 시각을 통해 자극이 전달되어 반응되기까지 경로에 비해 길기 때문이다. 여러 개의 뉴런이 자극 전달 과정에 참여할수록 자극의 전달 속도는 더욱 느려지게 된다.
- 해설** $h = \frac{1}{2}gt^2$ 식을 이용하면 5회 평균 낙하 거리가 실험 1에서는 0.162 m, 실험 2에서는 0.2 m, 실험 3에서는 0.45m이므로 각각 공식에 대입하여 낙하 시간 t 를 구하면 각각이 반응 시간이 된다. 실험 1에서는 0.18초, 실험 2에서는 0.2초, 실험 3에서는 0.3초가 된다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)이 맞고 설명이 타당한 경우	3
(2)의 설명이 타당한 경우	2
총 배점 (1)+(2)	5

29 **답**

고도가 높은 고랭지의 경우 하루 동안의 일교차가 크다. 낮에는 평지와는 기온 차이가 거의 없으나, 밤에는 평지에 비해 기온이 낮으므로 호흡량이 상대적으로 적다. 총광합성량과 호흡량의 차는 순광합성량으로 나타나며, 고랭지가 평지에 비해 순광합성량이 크기 때문에 작물의 생산량이 많다.

해설 고랭지 농업은 남부의 따뜻한 지방에서는 해발 고도가 비교적 높은 곳에서, 북부 지방에서는 낮은 곳에서 이루어지는 것이 일반적이다. 고랭지의 겨울은 온도가 낮고 눈이 쌓여 있는 기간이 길다. 여름철에는 평균 기온이 20℃ 내외로 비교적 선선하고 강수량도 많으며 일조 시간이 길다. 기온이 낮고 수분 증발량이 적어 강수량이 적은 봄철에도 오랜 기간 토양의 수분이 마르지 않는다. 또한 여름철에는 낮의 기온은 평지와 비슷하지만 밤의 기온이 낮아 밤과 낮의 기온 차가 평지에 비하여 비교적 크다. 이러한 기후 관제로 병충해도 적다. 반면에 겨울에는 적설이 많고 동결(凍結)하는 일이 많으므로 겨울 작물의 재배는 제한을 받게 되어 토지 이용률이 낮다. 강원도 대관령의 감자, 무, 배추 재배는 대표적인 고랭지 농업의 예이다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
설명이 타당한 경우	5

30 **답**

- (1) O (2) X (3) O (4) X (5) X
- 해설** (1) 흉강의 부피가 변하여 압력이 변하면 흉강 압력은 폐포 압력에 영향을 주어 부피 변화를 유도한다.
(2) 폐포 내의 압력이 대기압보다 낮아지면 외부의 공기가 폐속으로 들어오는 들숨이 일어난다.
(3) (가)에서 (나)로 될 때는 들숨 상태이므로 외늑간근은 수축, 내늑간근은 이완한다. 또한 갈비뼈는 상승하고 가로막은 수축하여 하강한다.
(4) 흉강의 압력 변화가 폐포의 압력 변화에 영향을 주기 때문에 (나)에서 (다)로 될 때 흉강의 내압 증가로 인해 폐포의 내압이 높아지게 된다.
(5) (다)에서 (가)로 될 때 흉강 내 압력은 변화하지 않으며, 폐포 내 압력과 외부 대기압이 같으므로 공기의 이동이 일어나지 않는다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 모두 맞은 경우	5

- 31** **답** (1) 완전히 핀 꽃은 생식 세포 분열이 이미 완료된 상태이기 때문에 피기 전 어린 꽃봉오리로 실험해야 한다.
 (2) 세포 분열이 일어나는 것을 관찰할 수 없으며, 간기(G_0)에 머물러 있다.
 (3) 감수 1분열에서는 상동 염색체가 분리되어 염색체 수가 반감된다. 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리되는 방식으로 염색체 수에 변화가 없다.

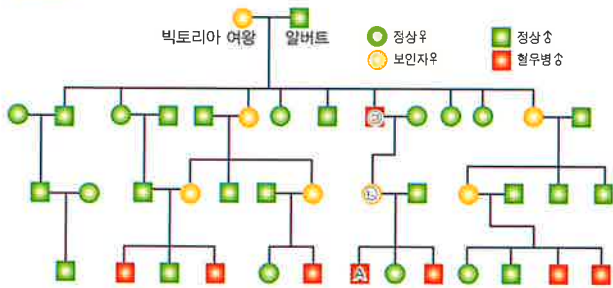
해설 (1) 꽃이 핀 경우에는 생식 세포 분열이 끝나 꽃가루가 이미 형성된 상태이므로 생식 세포 분열 과정을 관찰하기 위해서는 어린 꽃봉오리 속의 꽃밥을 사용해야 한다.
 (2) 손톱으로 어린 꽃봉오리를 눌러 노란 물이 나오면 감수 분열이 끝난 것으로 더 어린 꽃봉오리를 채취하여 실험하여야 한다.
 (3) 감수 1분열은 상동 염색체끼리 접합하여 2가 염색체를 형성했다가 분리되므로 염색체 수는 $2n \rightarrow n$ 으로 반감된다. 감수 2분열은 염색 분체의 분리로 염색체 수는 $n \rightarrow n$ 으로 변화가 없다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
(1)의 설명이 타당한 경우	2
(2)의 서술이 타당한 경우	1
(3)의 서술이 타당한 경우	2
총 배점 (1)+(2)+(3)	5

32 **답** ㄴ, ㄷ

해설



- ㄱ. 확실하게 알 수 있는 보인자(여성: XX')는 총 7명이다.
 ㄴ. 혈우병 유전 인자는 X염색체 위에 있고, 여성에게는 혈우병이 표현되지 않는다.($X'X'$: 치사). 남성은 보인자가 없고 정상(XY)과 혈우병이 나타난다($X'Y$).
 ㄷ. A의 혈우병 유전자는 빅토리아 여왕 \rightarrow ① \rightarrow ② 순서로 유전되었다.

채점 기준

채점 기준	배점(점)
답이 맞은 경우	5