2021학년도 중앙대학교
모의 논술

- 자연계열 문제지 -

대학	학과(학부)	수험 번호	성명

❑ 답안 작성 시 유의 사항

1. 문제지는 표지를 제외하고 모두 10장으로 구성되어 있습니다.
2. 연습지가 필요할 경우 문제지의 여백을 이용하시오.
3. 답안지의 수험 번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하고, 답안은 흑색 필기구를 사용하여 작성하시오.
4. 답안지는 한 장만 사용하시오.
5. 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마시오.
6. 답안은 반드시 문항별로 지정된 구역에만 작성하시오. (지정 구역을 벗어난 답안은 채점이 불가능합니다.)

※ [문제 4]는 생명과학, 물리, 화학 중 본인이 선택한 한 과목만 답안을 작성하시오. (다른 과목의 답안을 작성하면 0점 처리됩니다.)

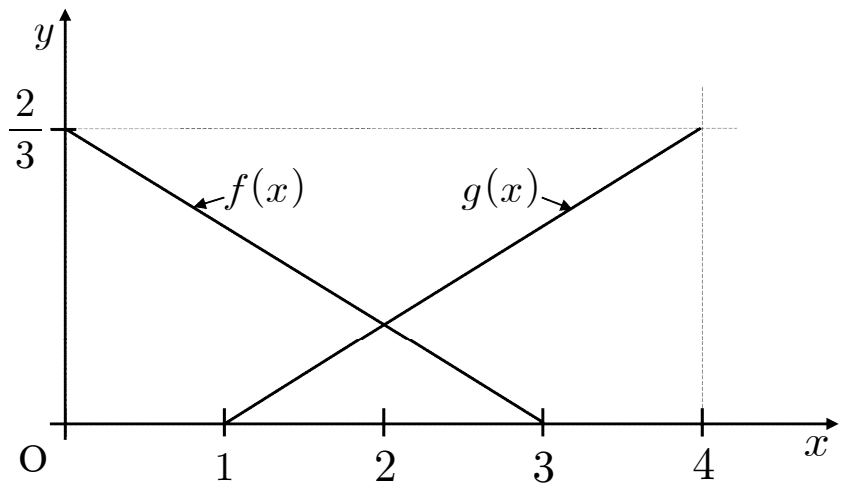
※ 위의 내용을 정확히 숙지하였음을 확인합니다: 응시자 성명 _____ (서명)

CAU CHUNG-ANG UNIVERSITY

[수학]

[문제 1] 다음을 읽고 문제에 답하시오.

- 보물섬에 가는 사람들은 $\frac{1}{9}$의 확률로 보물을 발견하여 보물을 가지고 돌아오고, $\frac{8}{9}$의 확률로 보물을 발견하지 못하고 그냥 돌아온다.
- 보물섬에 다녀온 사람들이 세관의 검색대를 통과하면, 검색대가 0과 4사이의 x값을 출력한다. (단, x는 실수)
- 보물을 가진 사람들을 검색대에서 측정한 값의 분포는 확률밀도함수 $g(x)$를 따르고, 보물을 가지고 있지 않은 사람들을 측정한 값의 분포는 확률밀도함수 $f(x)$를 따른다.
- 세관에서는 이 검색대에서 측정한 값이 2보다 크거나 같은 사람들을 특수그룹으로 분류하여, 잠재적인 보물 소유 그룹으로 판단한다.
- 확률밀도함수 $f(x)$와 $g(x)$는 아래의 그래프와 같다.



보물섬에 다녀온 철수가 세관으로부터 특수그룹으로 분류되었을 때, 철수가 실제로 보물을 가지고 돌아왔을 확률을 구하시오. **[20점]**

[문제 2] 다음 제시문 (가) - (라)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 미분가능한 함수 $f(x)$에 대하여

$$\int \frac{f'(x)}{f(x)}dx = \ln|f(x)| + C \text{ (단, } C\text{는 적분상수)}$$

(나) 함수 $f(x)$가 a, b를 포함하는 열린구간에서 연속이고, $f(x)$의 한 부정적분이 $F(x)$일 때

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$$

(다) 모든 실수 θ에 대하여 $\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$

(라) 함수 $f(x)$가 $x=a$에서 미분가능할 때, 곡선 $y=f(x)$ 위의 점 $\mathrm{P}(a, f(a))$에서의 접선의 방정식은

$$y - f(a) = f'(a)(x-a)$$

[문제 2-1] 다음 적분을 계산하시오. **[10점]**

$$\int_{-1}^{1} \frac{1+2e^{-x}}{1+e^{x}+e^{-x}}\,dx$$

[문제 2-2] 닫힌구간 $[0,1]$에서 정의된 함수 $f(x)$가 다음 식을 만족한다.

$$2f(\cos x) + f(\sin x) = 3\sin x \cos x$$

곡선 $y=f(x)$에 접하고 기울기가 -1인 접선의 방정식을 구하시오. **[15점]**

[문제 3] 다음 제시문 (가) - (라)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 점 (x_1, y_1)과 직선 $ax+by+c=0$ 사이의 거리는 $\dfrac{|ax_1+by_1+c|}{\sqrt{a^2+b^2}}$ 이다.

(나) 함수 $f(x)$가 어떤 열린구간에서 미분가능하고, 이 구간에 속하는 모든 x에 대하여 $f'(x)>0$이면 $f(x)$는 이 구간에서 증가하고 $f'(x)<0$이면 감소한다.

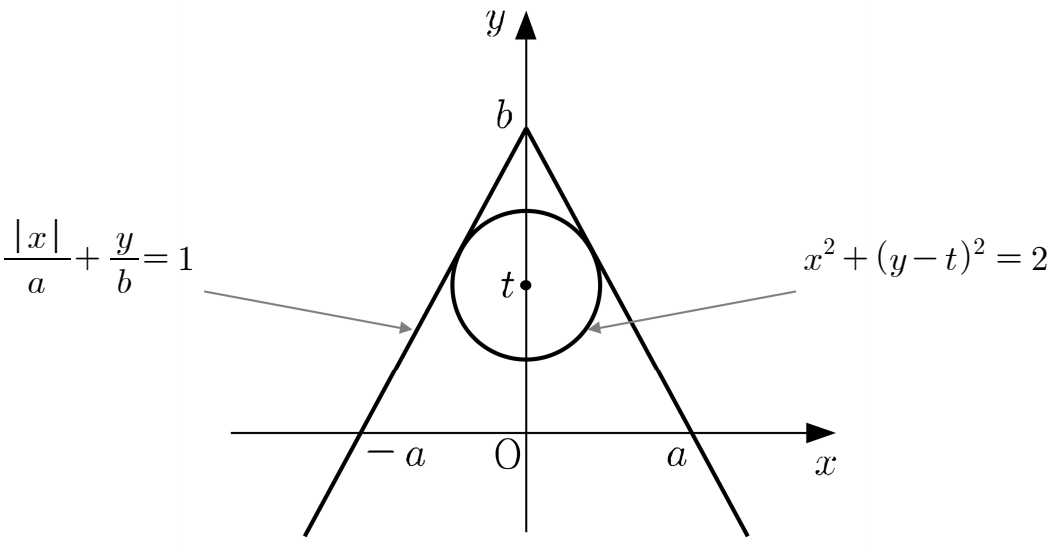
(다) 함수 $g(x)$가 $x=p$에서 미분가능하고 $x=p$에서 극값을 가지면 $g'(p)=0$이다.

(라) 두 함수 $u(x), v(x)$에 대하여 $\lim_{x\to\infty} u(x)=\alpha$, $\lim_{x\to\infty} v(x)=\beta$ (α, β는 실수)일 때, 다음의 식이 성립한다.

- $\lim_{x\to\infty}\{u(x)\pm v(x)\}=\alpha\pm\beta$
- $\lim_{x\to\infty} ku(x)=k\alpha$ (단, k는 상수)
- $\lim_{x\to\infty} u(x)v(x)=\alpha\beta$
- $\lim_{x\to\infty}\dfrac{u(x)}{v(x)}=\dfrac{\alpha}{\beta}$ (단, $\beta\neq 0$)

[문제 3-1] 직선 $x+2y+1=0$과 직선 $2x+y-2=0$에 동시에 접하고 점 $(-2, 3)$을 통과하는 원은 두 개 있다. 이 두 원의 교점을 연결한 선분의 길이를 구하시오. **[10점]**

[문제 3-2] 원 $x^2+(y-t)^2=2\,(t\geq\sqrt{2})$는 그림과 같이 $\dfrac{|x|}{a}+\dfrac{y}{b}=1\,(a>0, b>t+\sqrt{2})$의 그래프와 두 점에서 접한다. a를 b와 t로 표현하시오. 이를 이용하여 $\dfrac{|x|}{a}+\dfrac{y}{b}=1$의 그래프와 x축으로 둘러싸인 삼각형의 넓이가 최소가 되도록 하는 b에 의해 결정되는 삼각형의 넓이를 $A(t)$라 할 때, 극한 $\lim_{t\to\infty}\dfrac{A(t)}{t}$의 값을 구하시오. **[15점]**



[생명과학]

[문제 4] 다음 제시문 (가) - (마)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 사람의 신경계는 중추 신경계와 말초 신경계로 나눌 수 있는데, 말초 신경계 중 운동 신경은 체성 신경계와 자율 신경계를 구성한다. 체성 신경계는 중추의 명령을 골격근으로 전달하고, 자율 신경계는 직접적으로 대뇌의 영향을 받지 않고 자율적으로 조절되는 신경계로 교감 신경과 부교감 신경으로 구성된다. 교감 신경과 부교감 신경의 말단은 내장 기관 및 혈관에 분포하여 생명 유지에 꼭 필요한 기능을 조절한다.

(나) 교감 신경은 척수의 가운데 부분에서 나오고, 부교감 신경은 중간뇌, 뇌교, 연수, 척수의 꼬리 부분에서 나와 신경절에서 다른 뉴런과 시냅스를 이룬 후에 표적 기관에 도달한다. 교감 신경과 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린이라는 동일한 신경 전달 물질을 분비하지만, 신경절 이후 뉴런의 말단에서는 교감 신경은 노르에피네프린을, 부교감 신경은 아세틸콜린을 분비한다. 교감 신경과 부교감 신경은 같은 내장 기관에 작용하여 그 기관의 기능을 촉진하거나 억제한다. 교감 신경은 활성화되면 동공 확장, 호흡률 증가, 심장 박동 수 증가, 혈관 수축 등을 통해 우리 몸을 긴장 상태로 만들고, 부교감 신경은 원래의 평온한 상태로 되돌리는 역할을 한다.

(다) 뉴런의 축삭 돌기 말단은 다른 뉴런 또는 근육 세포와 같은 다른 세포와 약간의 틈을 두고 맞닿아 있는데 이를 시냅스라고 한다. 축삭 돌기 말단에는 시냅스 소포라는 작은 주머니가 있고, 그 안에 아세틸콜린과 같은 신경 전달 물질이 들어 있다. 활동 전위가 축삭 돌기 말단에 도달하면 시냅스 소포가 세포막과 융합하면서 세포외 배출을 통해 신경 전달 물질이 분비된다. 신경 전달 물질은 시냅스 틈에서 확산되어, 다음 세포의 세포막에 있는 수용체와 결합하고, 시냅스 이후 뉴런에서는 곧바로 탈분극이 일어나 활동 전위가 발생한다.

(라) 질병은 크게 비감염성 질병과 감염성 질병으로 구분할 수 있다. 비감염성 질병은 고혈압, 당뇨병, 암과 같이 전염되지 않는 질병이고 감염성 질병은 타인에게 전염되는 질병으로 세균, 바이러스, 곰팡이, 기생충 등과 같은 병원체가 원인이 되어 나타난다. 우리 몸은 병원체가 침입하면 피해를 입지 않도록 스스로 보호하는 방어 기능을 가지고 있는데, 이를 면역이라고 한다. 방어 작용에는 비특이적 방어와 특이적 방어가 있다. 비특이적 방어는 병원체의 종류와 관계없이 신속하고 광범위하게 일어난다. 특이적 방어는 비특이적 방어가 작동한 이후에 서서히 일어나며 특정 병원체를 특이적으로 인식하여 제거한다. 특이적 방어에 중요한 역할을 하는 백혈구는 T 림프구와 B 림프구이다. 병원체에 의해 감염된 세포나 암세포 등의 이상 세포를 세포독성 T 림프구가 직접 인식하여 파괴하는 작용을 세포성 면역이라고 한다. B 림프구에 의해 생성된 항체를 통하여 항원을 제거하는 작용을 체액성 면역이라고 한다.

(마) 활성화된 보조 T 림프구가 항원과 결합한 B 림프구와 결합하면, B 림프구가 활발히 증식하면서 형질 세포와 기억 세포로 분화한다. 형질 세포는 항체를 생성하여 체액 속으로 방출한다. 기억 세포는 항원이 제거된 후에도 체내에 남아 있다가 동일한 항원이 다시 침입하면 형질 세포로 빠르게 분화하여 다량의 항체를 생산하여 신속하게 항원을 제거한다.

[문제 4-1] 신경계에 이상이 있는 환자 A와 B의 발병 원인을 찾기 위해, 표적 기관 직전의 신경 세포 말단에서 분비하는 신경 전달 물질의 농도를 측정하였다.

	정상인		**환자 A**		**환자 B**	
신경 전달 물질	아세틸콜린 농도	노르에피네프린 농도	아세틸콜린 농도	노르에피네프린 농도	아세틸콜린 농도	노르에피네프린 농도
운동 신경	100	0	100	0	100	0
교감 신경	0	100	0	100	0	23
부교감 신경	100	0	100	0	100	0
증상	• 근육 수축 정상 • 심장 박동 정상		• 근육 수축 이상 • 심장 박동 수 증가		• 근육 수축 정상 • 심장 박동 수 감소	

제시문 (가), (나), (다)에 근거하여 환자 A와 B의 발병 원인을 각각 논리적으로 설명하시오. (단, 신경 전달 물질의 농도는 상댓값이고, 환자 A와 B의 증상은 근육 및 심장에서만 나타났다.) **[10점]**

[문제 4-2] 다음은 바이러스 P에 대한 생쥐의 면역반응을 알아본 실험이다.

[자료]

Ⅰ. 생쥐 X와 Y 중 하나는 보조 T 림프구가 결핍된 생쥐이다.

Ⅱ. 생쥐 M과 N은 선천적으로 B 림프구가 결핍된 생쥐이다.

[실험 과정]

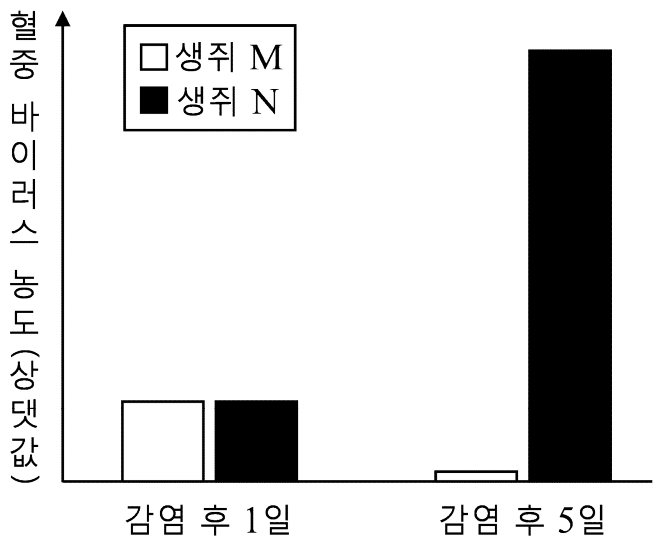
Ⅰ. 생쥐 X와 Y에 동일한 양의 바이러스 P를 주입한다.

Ⅱ. 30일 후, 생쥐 X에서 분리한 백혈구를 생쥐 M에, 생쥐 Y에서 분리한 백혈구를 생쥐 N에 주입한다. (단, 생쥐 M과 N에 각각 주입된 백혈구의 수는 같다.)

Ⅲ. [실험 과정] Ⅱ의 생쥐 M과 N에 동일한 양의 바이러스 P를 주입한다.

[실험 결과]

다음은 바이러스 P 주입 1일, 5일 후 생쥐 M과 N의 혈중 바이러스 P의 농도를 나타낸 것이다.



위 실험 결과를 바탕으로 생쥐 X와 Y 중 어떤 생쥐가 보조 T 림프구가 결핍된 생쥐인지 제시문 (라)와 (마)에 근거하여 논리적으로 추론하시오. 또한, 바이러스 P 주입 10일 후 생쥐 M과 N에서 예상되는 혈중 항체 농도의 차이를 설명하시오. (단, 생쥐 X, Y, M, N은 실험 이전에 바이러스 P에 노출된 적이 없다.) **[20점]**

- 끝 -

[물리]

[문제 4] 다음 제시문 (가) - (마)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 질량이 m, 속력이 v인 물체의 운동 에너지 E_k는 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$으로 나타낼 수 있다. 질량이 m, 기준면에서 높이가 h인 물체의 중력 퍼텐셜 에너지 E_p는 중력 가속도가 g일 때 $E_p = mgh$로 나타낼 수 있다. 물체의 운동에서 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합을 역학적 에너지라고 한다. 마찰이나 공기 저항을 받지 않는다면 물체의 역학적 에너지가 일정하게 보존된다. 이를 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

$$E_k + E_p = \text{일정}$$

(나) 운동량은 물체의 질량과 속도의 곱으로 나타내며, 질량이 m인 물체가 속도 v로 운동할 때 운동량 p는 $p = mv$이다. 운동량은 크기와 방향을 함께 나타내는 물리량으로, 운동량의 방향은 속도의 방향과 같다. 마찰이 없는 직선상에서 각각 속도 v_A와 v_B로 운동하고 있는 질량이 m_A와 m_B인 두 물체 A, B가 서로 충돌한 후, 속도가 각각 $v_A{}'$, $v_B{}'$가 된다고 하자. 충돌 전 두 물체의 운동량의 합은 충돌 후 두 물체의 운동량의 합과 같다. 이것을 운동량 보존 법칙이라고 한다.

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A{}' + m_B v_B{}'$$

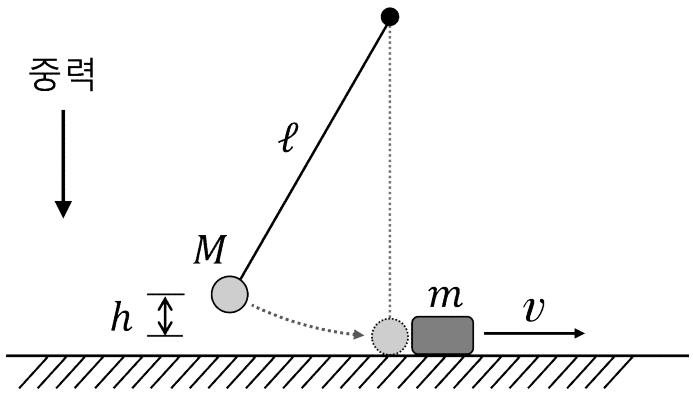
(다) 직선상에서 물체의 가속도가 일정한 운동을 등가속도 직선 운동이라고 한다. 처음 속도가 v_0인 물체가 등가속도 직선 운동을 할 때 시간 t 후의 속도 v와 변위 s, 가속도 a 사이의 관계는 다음과 같다.

$$v = v_0 + at, \quad s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

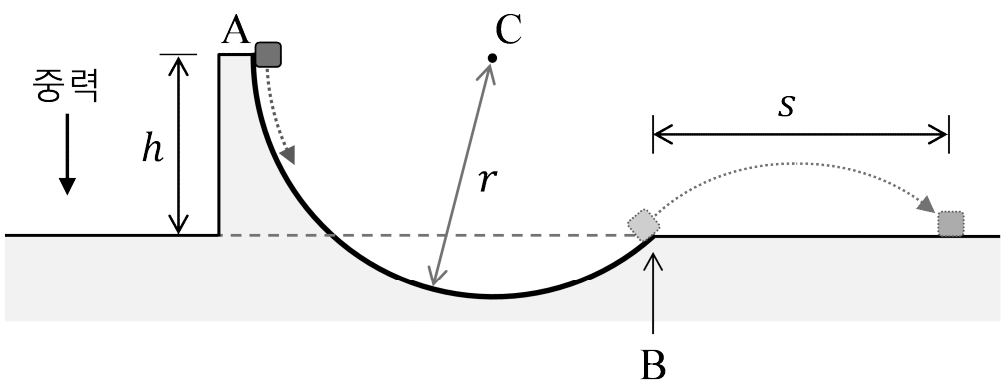
(라) 길이, 시간, 온도, 질량 등과 같이 크기만을 가지는 물리량을 스칼라량이라고 하고, 위치, 변위, 속도, 가속도, 힘 등과 같이 방향과 크기를 함께 가지는 물리량을 벡터량이라고 한다. 벡터는 삼각형법 또는 평행사변형법을 만족하는 임의 방향의 성분 벡터로 분해할 수 있다. 일반적으로 벡터 $\overrightarrow{A}$를 서로 직교하는 x축과 y축 방향의 두 성분 벡터 $\overrightarrow{A_x}$, $\overrightarrow{A_y}$로 분해한다. 이때 벡터 $\overrightarrow{A}$가 x축과 이루는 각을 θ라고 하면 이들 두 성분 벡터의 크기는 각각 $A_x = A\cos\theta$, $A_y = A\sin\theta$ 이다.

(마) 줄에 매달린 추가 일정한 주기로 왕복하는 운동을 진자 운동이라고 한다. 그 중에서 추가 작은 폭으로 왕복하는 운동을 단진자 운동이라고 한다. 단진자 운동에서 추는 질량이 있으나 크기가 없는 '점'으로 취급되며, 줄의 질량과 모든 마찰은 무시된다. 추가 한쪽 끝에서 단진자 운동을 시작할 때 퍼텐셜 에너지는 최대이고, 진동 궤도의 중앙으로 갈수록 퍼텐셜 에너지가 감소하다가 중앙점에서 최소가 되고 다시 올라가면서 퍼텐셜 에너지가 증가한다.

[문제 4-1] 추의 질량이 M이고 줄의 길이가 ℓ인 진자가 중력 가속도의 크기가 g인 공간에 놓여 있다. 높이가 h인 지점에 정지해 있던 추가 단진자 운동을 시작한 후, 높이가 0인 지점에 정지해 있던 질량이 m인 물체와 충돌하여 물체의 속도가 v가 되었다. 충돌 후 추의 운동 방향과 추가 올라갈 수 있는 최대 높이를 구하는 과정을 제시문 (가), (나), (마)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. (단, 진자의 추의 크기, 물체의 크기, 줄의 질량, 공기 저항 및 마찰은 무시한다.) **[15점]**



[문제 4-2] 그림과 같이 반지름이 r인 원의 일부를 이용한 미끄럼틀을 설치하고자 한다. 원의 중심 C와 높이가 같은 A 지점에 정지해 있던 물체가 곡면을 따라 미끄러진 후 곡면이 끝나는 B 지점에서 비스듬히 던져질 때, B 지점에서부터의 수평 도달 거리를 s라고 하자. s가 최대가 되는 높이 h와 그때의 s를 구하는 과정을 제시문 (가), (다), (라)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. (단, r는 고정된 값이고, $h < r$이며, 물체의 크기와 공기 저항 및 마찰은 무시한다.) **[15점]**



- 끝 -

[화학]

[문제 4] 다음 제시문 (가) - (라)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 오비탈에서 쌍을 이루지 않은 전자를 홀전자라고 하며, 홀전자를 가진 원자들은 다른 원자들과 쉽게 반응한다. 또, 원자의 가장 바깥 전자껍질에 들어 있어 화학 반응에 참여하는 전자를 원자가 전자라고 하는데, 원자가 전자는 그 원소의 화학적 성질을 결정한다. 한편, 전자가 2개 이상인 원자에서는 전자를 순차적으로 떼어낼 수 있다. 이때 필요한 에너지를 순차 이온화 에너지(E_n)라고 하며, 전자를 떼어내는 순서에 따라 차례대로 제1 이온화 에너지(E_1), 제2 이온화 에너지(E_2), 제3 이온화 에너지(E_3), 제4 이온화 에너지(E_4)라고 한다.

(나) 원소를 배열하였을 때 비슷한 성질의 원소들이 주기적으로 나타나는 것을 주기율이라고 하며, 주기율에 따라 원소들을 배열한 표를 주기율표라고 한다. 아래는 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

(다) 결정을 이루는 입자 간 화학 결합의 종류에 따라 이온 결정, 분자 결정, 공유 결정, 금속 결정으로 나눌 수 있다. 이온 결정은 양이온과 음이온이 이온 결합을 하여 규칙적으로 배열된 결정이다. 결정은 입자들이 규칙적으로 배열되어 있기 때문에 동일한 구조가 반복적으로 나타난다. 이때 결정 구조에서 반복되는 가장 간단한 기본 단위를 단위세포나 단위격자라고 한다. 단위세포 중에서 가장 간단한 정육면체 구조를 입방 구조라고 하고, 입방 구조에는 단순 입방 구조, 체심 입방 구조, 면심 입방 구조가 있다. 예를 들어, 면심 입방 구조는 정육면체의 각 꼭짓점에 원자가 1개씩 있고, 6개 면의 중심에 원자가 1개씩 위치한 구조이다.

(라) 화학 반응에서 반응물이 생성물로 되는 반응을 정반응, 생성물이 반응물로 되는 반응을 역반응이라고 한다. 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있는 반응을 가역 반응이라고 하며, 가역 반응에서 모든 반응물과 생성물의 농도가 시간에 따라 변하지 않고 일정하게 유지되는 상태를 화학 평형 상태라고 한다. 일정한 온도에서 어떤 반응이 화학 평형 상태에 있을 때 반응물의 농도 곱에 대한 생성물의 농도 곱의 비는 항상 일정하다. 이것을 화학 평형 법칙이라고 하고, 일반적으로 다음과 같이 나타낸다.

$$a\mathrm{A} + b\mathrm{B} \rightleftarrows c\mathrm{C} + d\mathrm{D}$$

$$K = \frac{[\mathrm{C}]^c[\mathrm{D}]^d}{[\mathrm{A}]^a[\mathrm{B}]^b} = \text{일정}$$

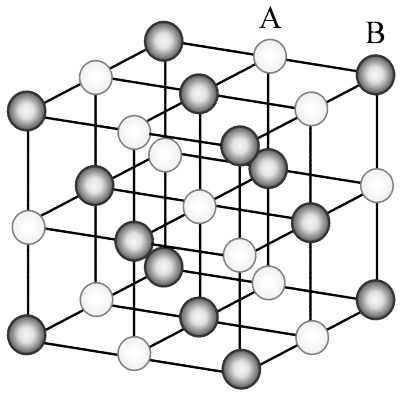
([A], [B], [C], [D] : 평형 상태에서 각 물질의 몰 농도)

이때 K를 평형 상수라고 하고, 이 식을 평형 상수식이라고 한다. 평형 상수는 온도가 일정할 때 농도나 기체의 압력에 관계없이 항상 일정하다. 평형 상태에 있는 화학 반응은 외부 조건이 변하지 않으면 평형을 유지한다. 그러나 온도, 압력, 농도 등의 외부 조건이 변하면 평형이 깨지고, 정반응이나 역반응 가운데 어느 한쪽이 우세하게 진행하여 새로운 평형 상태에 도달한다. 이러한 현상을 평형 이동이라고 한다.

[문제 4-1] 원소 A의 원자가 전자는 3s 오비탈에 있으며, 이 원소는 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다. A의 순차 이온화 에너지는 <표 1>과 같다. 또한, A는 B와 결합하여 A_xB_y의 이온 결정을 생성하며 이 결정은 <그림 1>과 같이 각각의 이온 A와 B에 대하여 면심 입방 구조를 가진다. 그리고 이온 A와 이온 B의 총 전자 수는 동일하다. 제시문 (가), (나), (다)에 근거하여 A와 B가 어떤 원소인지 밝히고, x와 y의 값을 구하시오. **[10점]**

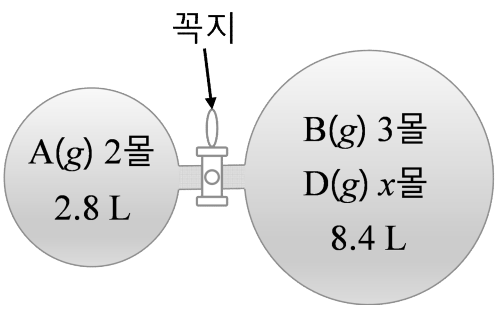
원소 A	순차 이온화 에너지 (kJ/mol)
E_1	496
E_2	4562
E_3	6912
E_4	9543

<표 1>

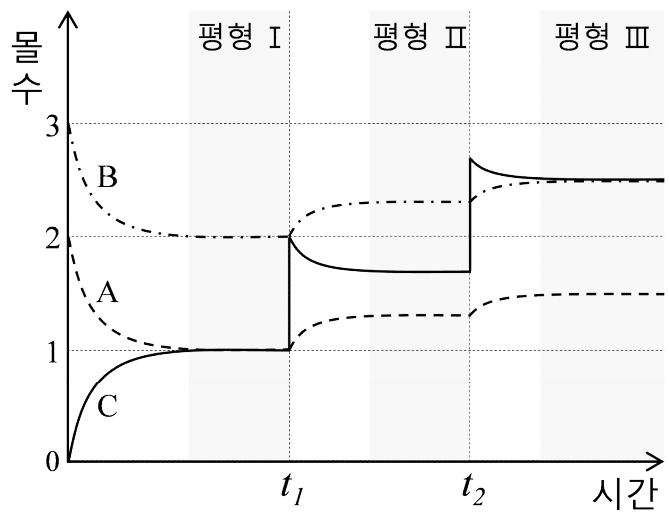


<그림 1>

[문제 4-2] <그림 2>는 25°C에서 꼭지로 분리된 용기에 각각 기체 A와 기체 B, D가 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 기체 A와 B가 반응하면 기체 C와 D가 생성되고, 25°C에서 이 화학 반응의 평형 상수(K)는 1이다. 연결관의 꼭지를 열어 기체 A와 B를 반응시킨 후, 시간에 따른 기체 A, B, C의 몰수 변화를 <그림 3>에 나타내었다. 화학 평형에 도달한 상태(평형 Ⅰ)에서의 기체 D의 몰수가 2몰일 때 제시문 (라)에 근거하여 이 화학 반응식을 완성하고, 기체 D의 초기 몰수 x를 구하시오. 또한, t_1에서 1몰의 기체 C를 첨가한 후 새로운 평형 상태(평형 Ⅱ)에 도달하였을 때 기체 D의 몰수를 구하고, t_2에서 1몰의 기체 C를 다시 첨가한 후 새로운 평형 상태(평형 Ⅲ)에 도달하였을 때 기체 D의 몰수를 구하시오. (단, 온도는 일정하다.) **[20점]**



<그림 2>



<그림 3>

- 끝 -