

# 2023학년도 중앙대학교

## 모의 논술

### - 자연계열 문제지 -

대학	학과(학부)	수험 번호	성명

#### □ 답안 작성 시 유의 사항

- 문제지는 표지를 제외하고 모두 12페이지로 구성되어 있습니다.
  - 연습지가 필요할 경우 문제지의 여백을 이용하십시오.
  - 답안지의 수험 번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하고, 답안은 흑색 필기구를 사용하여 작성하십시오.
  - 답안지는 한 장만 사용하십시오.
  - 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마십시오.
  - 답안은 반드시 문항별로 지정된 구역에만 작성하십시오. (지정 구역을 벗어난 답안은 채점이 불가능합니다.)
- ※ [문제 4]는 생명과학, 물리학, 화학 중 본인이 선택한 한 과목만 답안을 작성하십시오. (다른 과목의 답안을 작성하면 0점 처리됩니다.)

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

**[수학]**

**[문제 1]** 다음 상황에 기초하여 문제에 답하시오.

- 주머니 A에는 2부터 4까지의 자연수가 각각 하나씩 적힌 3개의 공이 들어 있고, 주머니 B에는 4부터 32까지의 자연수가 각각 하나씩 적힌 29개의 공이 들어 있다.
- 주머니 A에서 임의로 한 개의 공을 꺼낼 때 적힌 수를  $a$ 라 하고, 주머니 B에서 임의로 한 개의 공을 꺼낼 때 적힌 수를  $b$ 라 하자.

이때  $-48 + 44 \log_a(ab) - 12 \{\log_a(ab)\}^2 + \{\log_a(ab)\}^3 > 0$ 을 만족하는 순서쌍  $(a, b)$ 의 개수를 모두 구하시오. **[20점]**

[문제 2] 다음을 읽고 문제에 답하시오.

- 양수  $M, N$ 에 대하여  $\ln(MN) = \ln M + \ln N$ 이 성립한다.
- 첫째항이  $a$ 이고 공차가  $d$ 인 등차수열의 첫째항부터 제  $n$  항까지의 합은  $\frac{n\{2a + (n-1)d\}}{2}$ 이다.
- 등비급수  $\sum_{n=1}^{\infty} ar^{n-1}$  ( $a \neq 0$ )은  $|r| < 1$ 일 때 수렴하고 그 합은  $\frac{a}{1-r}$ 이다.
- 미분가능한 함수  $g(x)$ 의 도함수  $g'(x)$ 가 닫힌구간  $[a, b]$ 를 포함하는 열린구간에서 연속이고,  $g(a) = \alpha$ ,  $g(b) = \beta$ 에 대하여 함수  $f(x)$ 가  $\alpha$ 와  $\beta$ 를 양끝으로 하는 닫힌구간에서 연속일 때 다음 식이 성립한다.

$$\int_a^b f(g(x))g'(x) dx = \int_{\alpha}^{\beta} f(t) dt$$

- 모든 실수  $x$ 에 대하여 다음 식이 성립한다.

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos x, \quad \sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

[문제 2-1] 첫째항부터 제5 항까지의 합이 45, 첫째항부터 제10 항까지의 합이 140인 등차수열  $\{a_n\}$ 에 대하여 다음 급수의 합을 구하시오. [10점]

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \ln \left\{ \frac{3(a_n)^2}{a_n + 2} \right\}$$

[문제 2-2] 다음 정적분의 값을 구하시오. [15점]

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (2x^2 - \pi x + \pi^2) \sin^2 x dx$$

[문제 3] 다음을 읽고 문제에 답하시오.

- 곡선  $y=f(x)$  위의 점  $(\alpha, f(\alpha))$ 에서 접하는 접선의 방정식은  $y-f(\alpha)=f'(\alpha)(x-\alpha)$ 이다.
- 미분가능한 두 함수  $f(x), g(x)$ 에 대하여  $f'(x), g'(x)$ 가 닫힌구간  $[a, b]$ 에서 연속일 때 다음 식이 성립한다.

$$\int_a^b f(x)g'(x)dx = [f(x)g(x)]_a^b - \int_a^b f'(x)g(x)dx$$

- 미분가능한 두 함수  $y=f(u), u=g(x)$ 에 대하여 합성함수  $y=f(g(x))$ 의 도함수는  $\{f(g(x))\}'=f'(g(x))g'(x)$ 이다.

[문제 3-1] 좌표평면 위의 점  $A(0,1)$ 에서 곡선  $y=f(x)=(\ln x)^2-\ln x$ 에 그은 두 접선의 접점을  $(\alpha, f(\alpha)), (\beta, f(\beta))$ 라 할 때,  $\int_a^\beta \{(\ln x)^2-\ln x\}dx$ 를 구하시오. (단,  $\alpha < \beta$ 이다.) [10점]

[문제 3-2] 좌표평면 위를 움직이는 점 P의 시각  $t$ 에서의 위치  $(x, y)$ 가

$$x=t, \quad y=\sqrt{6}(t-2)^2$$

이다. 점 P에서 원  $x^2+y^2=1$ 에 그은 두 접선과 원  $x^2+y^2=1$ 로 둘러싸인 부분의 넓이를  $S(t)$ 라 할 때,  $S'(d)=0$ 을 만족시키는  $d$ 를 구하시오. [15점]

## [생명과학]

[문제 4] 다음 제시문 (가) - (라)를 읽고 문제에 답하시오.

- (가) 사람의 몸은 외부 환경이 변하더라도 내부 환경 조건을 일정한 범위에서 유지할 수 있는데, 이를 항상성이라고 한다. 항상성의 예로는 체온, 혈당량, 삼투압 유지 등이 있다. 간뇌의 시상 하부는 체내 환경이나 외부 환경의 정보를 받아들이고, 자율 신경과 호르몬으로 반응을 조절하여 내부 환경을 일정하게 유지한다. 항상성은 대부분 음성 피드백과 길항 작용으로 유지된다. 음성 피드백은 반응의 결과가 다시 그 반응을 억제하는 현상으로, 신체의 갑작스러운 변화를 막고 생리 작용이나 체액의 성분이 일정 범위에서 유지되도록 한다. 음성 피드백에 의해 조절되는 대표적인 예는 갑상샘 호르몬(티록신)의 분비 조절이다. 시상 하부에서 분비되는 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)은 뇌하수체 전엽에서 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비를 촉진한다. TSH는 갑상샘을 자극하여 티록신의 분비를 촉진한다. 혈중 티록신의 농도가 높아지면 TRH와 TSH의 분비가 억제되고, 그 결과 티록신의 분비가 억제되어 혈중 티록신의 농도가 낮아진다.
- (나) DNA는 폴리뉴클레오타이드 두 가닥이 나선 모양으로 꼬여 있는 이중 나선 구조를 하고 있다. 각 폴리뉴클레오타이드 가닥을 이루는 당-인산 골격은 나선 구조에서 바깥쪽에 있고, 염기는 안쪽에 있다. DNA 이중 나선에서 두 폴리뉴클레오타이드 가닥은 방향성이 서로 반대로, 한쪽 가닥의 끝이 5' 말단이면 다른 쪽 가닥의 끝은 3' 말단이다. 또 두 가닥의 염기가 쌍을 이룰 때 아데닌(A)은 항상 타이민(T)과 2중 수소 결합으로 연결되고, 구아닌(G)은 항상 사이토신(C)과 3중 수소 결합으로 연결된다. 따라서 DNA 이중 나선을 이루는 A과 T의 수가 같고, G과 C의 수가 같으며, DNA 한쪽 가닥의 염기 서열을 알면 다른 쪽 가닥의 염기 서열을 알 수 있다.
- (다) 사람의 유전 형질 중 눈꺼풀, 보조개, 콧볼 모양 등은 상염색체에 있는 대립유전자 한 쌍으로 형질이 결정된다. 상염색체는 남녀에 공통으로 존재하므로 이러한 형질이 나타나는 빈도는 이론적으로 남녀에서 같다. 대립유전자 한 쌍으로 결정되는 유전 형질은 표현형이 우성과 열성으로 뚜렷이 구분되며, 가계도를 조사하면 형질의 유전방식과 유전 경로를 유추할 수 있다. 성염색체에는 성 결정에 관련된 유전자뿐만 아니라 여러 가지 형질을 결정하는 유전자가 있다. 성염색체 구성은 남녀에 따라 다르므로 유전자가 성염색체에 있으면 형질이 나타나는 빈도가 성별에 따라 다르다. 성염색체로 유전되는 대표적인 유전 형질로는 적록 색맹이 있다. 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있으며 열성 유전자이다. 성염색체 구성이 XX인 여자는 X 염색체 2개에 모두 적록 색맹 대립유전자가 있어야 적록 색맹이 된다. 성염색체 구성이 XY인 남자는 X 염색체에 적록 색맹 대립유전자가 있으면 적록 색맹이 된다. 따라서 적록 색맹은 여자보다 남자에서 많이 나타난다.
- (라) 유전자는 단백질 합성에 필요한 정보를 저장하고 있으며, 유전자의 정보에 따라 합성된 단백질은 특정한 형질이 나타나게 한다. 이렇게 유전자의 정보에 따라 단백질이 만들어지는 것을 유전자 발현이라고 한다. 유전자의 발현 과정에서 DNA의 유전 정보가 mRNA로 전달되는 것을 전사라고 하고, mRNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는 것을 번역이라고 한다. mRNA는 DNA에서 전사된 것이므로 mRNA의 유전부호는 3염기 조합과 마찬가지로 염기 3개로 이루어진다. mRNA의 연속된 염기 3개로 이루어진 유전부호를 코돈이라고 한다. 코돈은 A, G, C, U의 염기 4종류가 3개씩 조합하여 유전부호를 이룬 것이므로, 64종류가 존재한다. 코돈 64종류 중 61종류는 아미노산을 지정하고, 나머지 세 종류는 아미노산을 지정하지 않는다.

[문제 4-1] 다음은 갑상샘 기능과 관련된 검사와 실험이다.

피로감을 호소하는 환자 A와 B가 병원을 방문하였고, 각각의 갑상샘 기능을 확인하기 위해 아래와 같은 검사와 실험을 실시하였다.

**[검사 과정]**

I. 환자 A와 B의 혈액을 각각 채취하고 혈중 TSH 농도와 티록신 농도를 측정하여 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 혈중 TSH와 티록신 농도 측정값

구분	TSH (mU/mL)	티록신 (µg/L)
정상범위	1.9 ± 1.12	8.68 ± 1.70
환자 A	0.11 ± 0.08	4.91 ± 0.87
환자 B	6.30 ± 0.88	5.07 ± 0.49

**[실험]**

I. 환자 A와 B의 갑상샘 조직을 각각 적출하고 세포를 분리한 뒤, 방사성 동위원소로 표지가 된 타이민(\*T)을 포함하는 배지에서 각각 배양하였다.

II. 24시간 후 환자 각각의 세포 당 DNA의 염기 조성비를 정상 세포와 비교하여 <표 2>에 나타내었다.

<표 2> 세포 당 DNA의 염기 조성비

구분	*T	T	A	G	C
정상 세포	15.1	15.0	29.1	20.8	20.0
환자 A 세포	14.8	15.1	30.1	20.1	19.9
환자 B 세포	20.7	9.1	30.1	20.7	19.4

(단위: %)

제시문 (가)와 (나)에 근거하여 <표 1>과 <표 2>의 결과를 해석하고, 환자 A와 B에서 나타나는 갑상샘 기능 이상의 원인을 통합적으로 추론하시오. [15점]

[문제 4-2] 다음은 유전자 검사를 통해 유전질환 D를 확인하는 과정을 나타내었다.

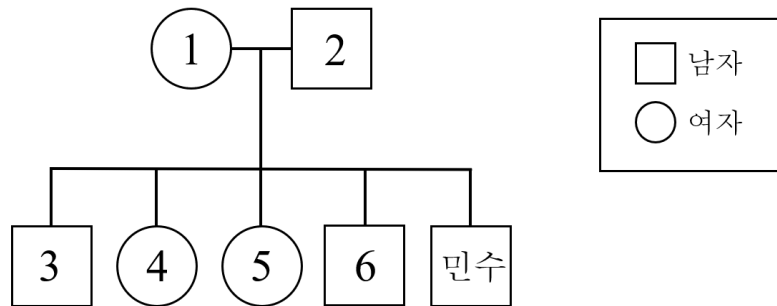
**[유전질환 D의 특징]**

- 유전질환 D는 운동신경에 문제가 발생하는 질환으로, 유전에 의한 가족력을 가지고 있다.
- 유전질환 D는 유전자 *d*의 125번째 염기가 아데닌(A)에서 구아닌(G)으로 치환되어, 이로부터 생성되는 아미노산이 발린에서 알라닌으로 바뀌어 발생하는 질환이다.

**[유전자 검사 내용]**

- I. 민수 가족의 가계도를 <그림 1>에 나타내었다.
- II. 유전질환 D의 발생 여부를 확인하기 위해 민수 가족들의 혈액을 채취하여 세포를 분리하였다.
- III. 같은 수의 혈액 세포로부터 DNA를 추출하고, DNA 염기 서열 분석장치를 이용하여 유전자 *d*의 염기 서열을 분석하였다.
- IV. 분석 결과 중 유전자 *d*의 125번째 염기의 종류와 조성 비율을 <표 1>에 정리하였다.

<그림 1> 가계도



<표 1> 유전자 *d*의 125번째 염기 분석 결과

검사 대상자 \ 염기 종류	①	②	③	④	⑤	⑥	민수
아데닌(A)	1.1	1.0	0	1.0	2.1	0	1.0
타이민(T)	1.0	1.1	0	1.0	2.0	0	1.1
구아닌(G)	1.0	0	1.1	0.9	0	1.1	0
사이토신(C)	1.1	0	1.0	1.1	0	1.0	0

(수치는 측정된 염기량의 상댓값임)

유전자 분석 결과를 활용하여 유전질환 D가 상염색체 유전인지 성염색체 유전인지 판별하고, 민수가 유전질환이 발생할 확률을 제시문 (나) - (라)에 근거하여 논리적으로 구하시오. (단, 유전질환 D는 유전자 *d*의 125번째 염기의 돌연변이에 의해서만 발생한다.) [15점]

- 끝 -

## [물리학]

[문제 4] 다음 제시문 (가) - (바)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 역학적 에너지 보존 법칙은 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합이 항상 일정한 경우를 말한다. 질량  $m$ 인 물체가 가만히 낙하하면서 높이  $h$ 인 지점을 지날 때 속력을  $v$ 라고 하면, 공기 저항이 없을 때 역학적 에너지 보존 법칙은 다음과 같다.

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{일정} \quad (\text{단, } g \text{는 중력가속도})$$

(나) 같은 높이에서 가만히 놓은 공과 수평 방향으로 던진 공은 같은 시간 동안 떨어지는 높이가 같으므로 연직 방향으로 같은 가속도로 운동함을 알 수 있다. 공기 저항을 무시하면 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 등속도 운동을 하고, 연직 방향으로서는 일정한 중력이 작용하므로 등가속도 운동을 한다.

(다) 변위, 속도, 가속도, 힘 등과 같이 크기와 방향을 함께 가지는 물리량을 벡터량이라고 한다. 벡터는 화살표를 이용하여 간편하게 나타낸다. 화살표의 길이는 벡터의 크기를, 화살표의 머리 방향은 벡터의 방향을 나타낸다. 벡터 분해는 직각 좌표를 이용하여 벡터의 수직 성분과 수평 성분으로 나누어 분해한다.

(라) 물체의 운동 방향에 나란한 방향으로 일정한 알짜힘이 작용하면 물체는 직선을 따라 일정한 가속도로 운동하는데, 이것을 등가속도 직선 운동이라고 한다. 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 속도와 시간의 관계 그래프에서, 그래프의 기울기는 가속도를 나타내며 그래프와 시간 축 사이의 면적은 변위를 나타낸다. 물체의 처음 속도가  $v_0$ 이었다면 일정한 가속도  $a$ 로  $t$ 초 동안 운동한 후의 변위  $s$ 는 다음과 같다.

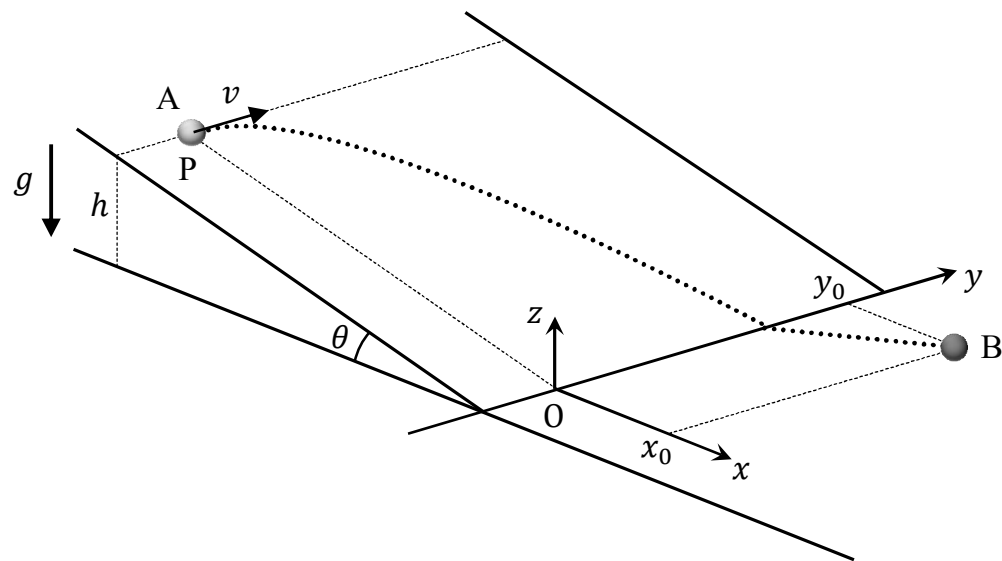
$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

(마) 자석을 위아래로 움직이면 코일을 통과하는 자기 선속이 시간에 따라 변화하면서 코일에 전류가 흐른다. 이러한 현상을 전자기 유도라 하며, 이때 흐르는 전류를 유도 전류라고 한다. 자기 선속  $\Phi$ 는 자기장의 세기와 닫힌 회로의 넓이를 곱한 것과 같다. 코일에 유도되는 유도 기전력  $V$ 의 크기는 코일을 통과하는 자기 선속의 시간  $t$ 에 따른 변화율과 같고, 다음 식으로 표현한다.

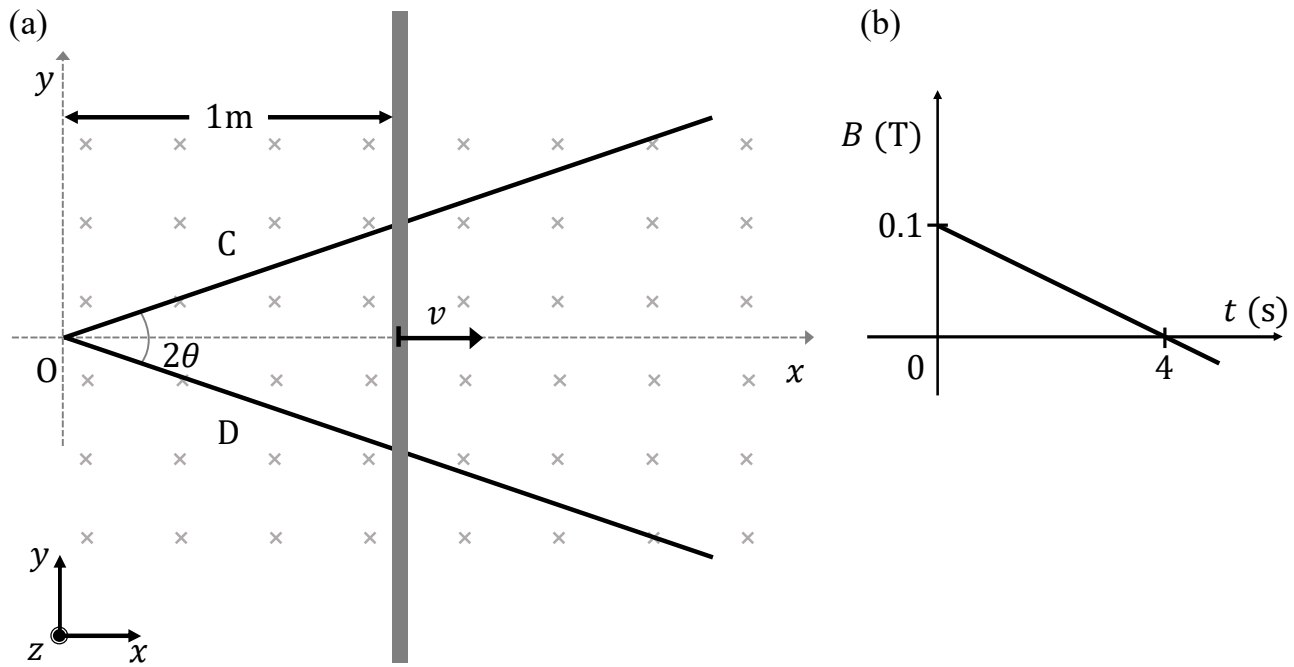
$$V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

(바) 전자기 유도 현상으로 코일에 생기는 유도 전류는 코일 내부를 지나는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다. 이를 렌츠의 법칙이라고 한다.

[문제 4-1] 아래 그림은 기울기가 일정한 빗면 위에서 물체를 옆으로 밀어 평평한 바닥에 있는 물체와 충돌시키는 실험을 나타낸다. 바닥으로부터 높이  $h$ 인 빗면 위 점 P에서 물체를 가만히 놓았을 때 물체가 바닥에 닿는 점을 원점 O라고 하자. 원점 O에서  $x$ 축 방향으로  $x_0$ ,  $y$ 축 방향으로  $y_0$ 만큼 떨어진 곳에 물체 B가 놓여있을 때, 점 P에서 물체 A를  $y$ 축과 평행한 방향으로 속력  $v$ 로 밀었다. 제시문 (가) - (라)에 근거하여 두 물체가 충돌하기 위한 속력  $v$ 를 구하시오. (단, 중력가속도는  $g$ 이며 빗면의 기울기  $\theta$ 는 충분히 작다. 물체의 크기, 공기 저항 및 마찰은 무시한다.) [15점]



[문제 4-2] 그림 (a)와 같이  $xy$  평면에 직선 도선 C, D가  $x$ 축에 대칭으로 놓여있고, 두 직선 도선이 이루는 각의 크기는  $2\theta$ 이다. 원점 O에서  $x$ 축 방향으로 1m 떨어진 위치에 길이가 충분히 긴 금속 막대가 놓여있다. 시각  $t=0$ s에서 금속 막대를  $x$ 축 방향으로 일정한 속력  $v=2$ m/s로  $y$ 축과 평행을 유지하며 움직이고, 그림 (b)와 같이  $xy$  평면에 균일하게 들어가는 자기장의 세기  $B$ 를 0.1 T에서부터 일정하게 변화시켰다. 제시문 (라) - (바)에 근거하여 유도 기전력을  $t$ 와  $\theta$ 를 이용하여 나타내고, 유도 전류의 방향이 바뀌는 시각을 구하시오. (단, 두 직선 도선이 만나는 원점 O에 크기를 무시할 수 있는 저항  $R$ 이 있고, 직선 도선과 금속 막대의 저항은  $R$ 보다 충분히 작다.) [15점]



- 끝 -

## [화학]

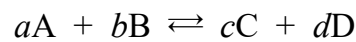
[문제 4] 다음 제시문 (가) - (마)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 밀폐한 비커의 물은 표면에서 증발하여 수증기가 되고, 수증기는 응결하여 다시 액체 상태의 물이 되기도 한다. 증발이 응결보다 활발하게 일어나면 증발만 일어나는 것처럼 보인다. 그런데 어느 순간 증발하는 물 분자 수와 응결하는 물 분자 수가 같아지면 더 이상 증발이 일어나지 않는 것처럼 보이는 상태가 되고, 수면의 높이는 일정하게 유지된다. 이처럼 어떤 변화가 가역적일 때 양쪽 방향으로 변하는 정도가 같아져서 변화가 일어나지 않는 것처럼 보이는 상태를 동적 평형 상태라고 한다. 이때 증기가 나타내는 압력을 증기 압력 또는 증기압이라고 한다.

(나) 기체의 부피( $V$ )는 기체의 몰수( $n$ )와 절대 온도( $T$ )에 비례하고 압력( $P$ )에 반비례한다. 이를 비례 상수( $R$ )를 이용하여 정리하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있고, 이 식을 이상 기체 방정식이라고 한다.

$$PV = nRT$$

(다) 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.



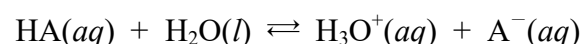
$$K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

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

이때  $K$ 를 평형 상수라고 하고, 평형 상수는 온도가 일정할 때 농도나 기체의 압력에 관계 없이 항상 일정하다.

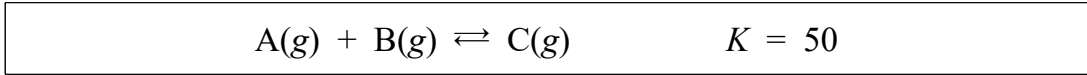
(라) 보라색 양배추에 들어 있는 색소는 산과 만나면 붉은색으로, 염기와 만나면 푸른색으로 변한다. 양배추의 색소처럼 수용액의 pH에 따라 색이 변하여 물질의 액성을 구별하는 데 쓰이는 물질을 지시약이라고 한다. 지시약이 사용되는 실험 중 대표적인 것은 pH의 변화를 계속 관찰해야 하는 중화 적정 실험이다. 일반적으로 지시약은 이온화한 형태와 이온화하지 않은 형태가 매우 다른 색을 가지는 약한 산성 혹은 약한 염기성 분자이다.

(마) 강산과 강염기는 수용액에서 거의 모두 이온화하지만, 약산과 약염기는 수용액에서 일부만 이온화한다. 따라서 약산, 약염기는 이온화 반응의 평형 상수식을 이용하여 이온화하는 정도를 비교할 수 있다. 임의의 약산 HA가 수용액에서  $H_3O^+$ 와  $A^-$ 로 이온화하는 반응과 산 이온화 상수  $K_a$ 는 다음과 같다.

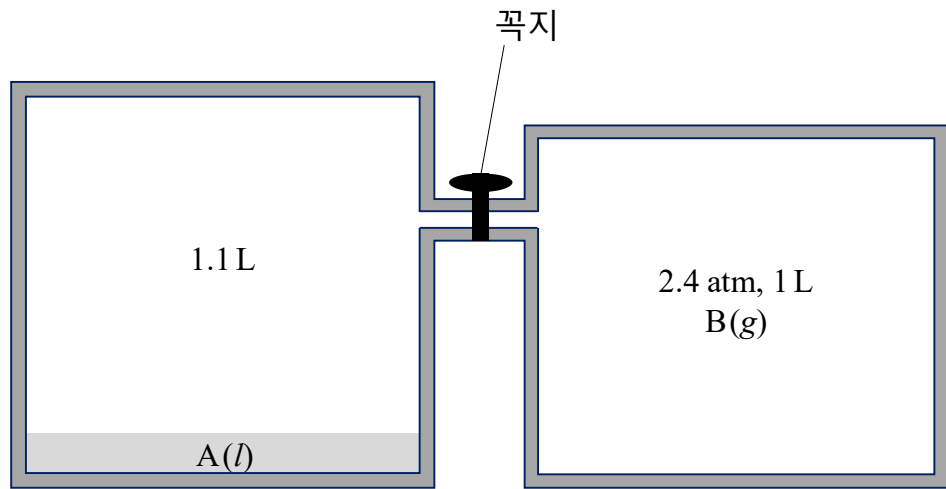


$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

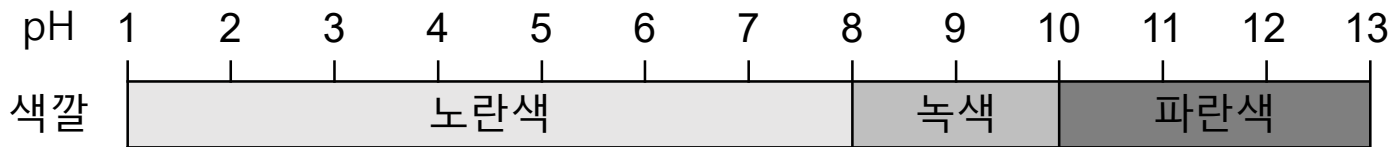
[문제 4-1] 다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C를 생성하는 반응의 화학 반응식과 농도로 정의되는 평형 상수  $K$ 이다.



그림과 같이 300 K에서 부피가 1.1 L인 진공 상태의 강철 용기에 액체 A를 100 mL 넣고, 부피가 1 L인 진공 상태의 강철 용기에 기체 B를 넣은 후, 닫혀 있는 꼭지를 사이에 두고 연결하였다. A의 분자량은 96이고, 밀도는 0.72 g/mL이며, 증기압은 0.72 atm이다. 꼭지가 닫혀 있는 상태에서 동적 평형 상태에 도달했을 때, 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 강철 용기에 남아 있는 액체 A의 부피를 구하시오. 또한, 꼭지를 열어 새로운 평형에 도달했을 때, 제시문 (가) - (다)에 근거하여 강철 용기 안에 존재하는 C의 몰수와 남아 있는 액체 A의 부피를 구하시오. (단, 기체 상수는 0.08 atm·L/(mol·K)이고, 온도는 일정하며, 액체 A는 반응에 참여하지 않는다. 기체는 액체에 용해되지 않고, 기체의 부피를 고려할 때 연결관의 부피 및 액체 부피의 변화에 의한 차이는 무시한다.) [15점]



[문제 4-2] 아래의 도표는 25 °C에서 가상의 지시약 A가 용액의 pH에 따라 나타내는 색깔을 표시한 것이다. 지시약 A는 약한 염기성 분자로, 이온화하지 않은 형태(A)가 파란색, 수소 이온을 얻은 양이온의 형태(AH<sup>+</sup>)가 노란색을 나타낸다. 25 °C에서 A의 염기 이온화 상수 K<sub>b</sub>를 제시문 (라)와 (마)에 근거하여 구하시오. 또한, 25 °C에서 가상의 약염기 B가 0.1 M 들어있는 무색의 수용액에 지시약 A를 소량 첨가하였을 때 수용액의 색깔은 무엇인지, 그리고 일반적으로 지시약은 반드시 소량을 사용해야 하는 이유를 제시문 (라)와 (마)에 근거하여 제시하시오. (단, 지시약의 색깔은  $\frac{[A]}{[AH^+]} \leq \frac{1}{10}$ ,  $\frac{1}{10} < \frac{[A]}{[AH^+]} < 10$ ,  $\frac{[A]}{[AH^+]} \geq 10$  일 때 각각 노란색, 녹색, 파란색으로 뚜렷하게 구분된다고 가정한다. 25 °C에서 물의 이온곱 상수는  $1 \times 10^{-14}$ 이고, B의 염기 이온화 상수 K<sub>b</sub>는  $1 \times 10^{-9}$ 이다.) [15점]



- 끝 -