

# 2022학년도 중앙대학교 수시모집 논술전형

## - 자연계열 I 문제지 -

대학	학과(학부)	수험 번호	성명

### □ 답안 작성 시 유의 사항

1. 문제지는 표지를 제외하고 모두 12페이지로 구성되어 있습니다.
  2. 연습지가 필요한 경우 문제지의 여백을 이용하십시오.
  3. 답안지의 수험 번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하고, 답안은 흑색 필기구를 사용하여 작성하십시오.
  4. 답안지는 한 장만 사용하십시오.
  5. 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마십시오.
  6. 답안은 반드시 문항별로 지정된 구역에만 작성하십시오. (지정 구역을 벗어난 답안은 채점이 불가능합니다.)
  7. [문제 4]는 생명과학, 물리학, 화학 중 본인이 선택한 한 과목만 답안을 작성하십시오. (다른 과목의 답안을 작성하면 0점 처리됩니다.)
  8. 시험 종료 30분 전부터 답안지 교체는 불가합니다.
  9. 휴대폰 등 전자기기는 전원을 끄고 가방에 넣어 바닥에 내려놓으십시오. 시험 중 휴대폰(전자기기 포함)이 울리면 부정행위로 간주하고 즉시 퇴실 조치합니다.
- ※ 수정액, 수정테이프 절대 사용 불가

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

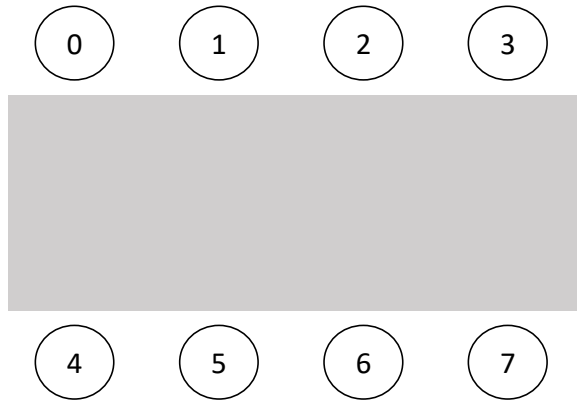


CHUNG-ANG UNIVERSITY

[수학]

[문제 1] 다음 상황에 기초하여 문제에 답하시오.

아래와 같이 번호가 부여된 8개의 의자가 있다. 1번부터 7번까지의 서로 다른 등번호를 부여받은 7명의 사람들을 7개의 의자에 앉히려고 한다.



단, 자리를 배치할 때, 다음의 조건을 모두 만족하여야 한다.

- 한 의자에 2명 이상 앉을 수 없다.
- 모든 사람은 본인의 등번호보다 큰 번호의 의자에 앉을 수 없다.
- 등번호가 5번인 사람은 4번, 5번 의자 중 하나에 앉아야 한다.
- 등번호가 6번인 사람은 4번, 5번, 6번 의자 중 하나에 앉아야 한다.
- 등번호가 7번인 사람은 6번, 7번 의자 중 하나에 앉아야 한다.

자리를 배치하는 경우의 수를 구하시오. [20점]

[문제 2] 다음을 읽고 문제에 답하시오.

- 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.
- 두 점  $A(a_1, a_2)$ ,  $B(b_1, b_2)$ 에 대하여 벡터  $\overrightarrow{AB}$ 는  $(b_1 - a_1, b_2 - a_2)$ 로 주어진다.
- 함수  $f(x)$ 가  $x=a$ 에서 미분가능하고  $x=a$ 에서 극값을 가지면  $f'(a)=0$ 이다. 미분가능한 함수  $f(x)$ 에 대하여  $f'(a)=0$ 이고,  $x=a$ 의 좌우에서  $f'(x)$ 의 부호가 양에서 음으로 바뀌면  $f(x)$ 는  $x=a$ 에서 극대이다.

[문제 2-1] 좌표평면 위의 곡선  $9y^2 = 64(1 - \sqrt{x})^3$ 의 길이를 구하시오. (단,  $x \geq \frac{1}{2}$ ,  $y \geq 0$ 이다.)

[10점]

[문제 2-2] 좌표평면 위의 점  $P(x, y)$ 가 다음의 조건을 만족하면서 연속적으로 움직인다고 하자.

(가) 점  $P(x, y)$ 는 시각  $t=0$ 일 때,  $(\sqrt{2}, 0)$ 에서 출발하여 타원  $x^2 + 2y^2 = 2$ 를 따라 반시계방향으로 움직이기 시작한다.

(나) 점  $P(x, y)$ 는 시각  $t$  ( $t \geq 0$ )일 때, 타원  $x^2 + 2y^2 = 2$ 의 두 초점  $A$ 와  $B$ 에 대하여

$$\overrightarrow{PA} \cdot \overrightarrow{PB} = \frac{2+t^2}{2(1+t+t^2)}$$
을 만족한다.

삼각형  $PAB$ 의 넓이를  $S$ 라 할 때,  $S^2$ 의 최댓값을 구하시오. [15점]

[문제 3] 다음을 읽고 문제에 답하시오.

- 함수  $f(x)$ 가 닫힌구간  $[a, b]$ 에서 연속이면 함수  $f(x)$ 는 이 닫힌구간에서 반드시 최댓값과 최솟값을 갖는다.
- 닫힌구간  $[a, b]$ 에서 두 함수  $f(x), g(x)$ 의 도함수가 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 함수  $g(t)$ 에 대하여  $x=g(t)$ 로 놓으면  $\int f(x)dx = \int f(g(t))g'(t)dt$ 이다.

[문제 3-1] 좌표평면 위의 두 점  $A(a, 0), B(b, b^2+1)$ 과 원점  $O$ 가 이루는 삼각형  $OAB$ 의 넓이가 4라고 하자. 이때  $20(2a+b^2)-(2a+b^2)^2$ 의 최댓값  $M$ 과 최솟값  $m$ 을 각각 구하시오. (단,  $a \geq 1$ 이다.)  
[10점]

[문제 3-2]  $0 \leq x \leq \frac{\pi}{3}$ 에서 정의된 연속함수  $f(x)$ 는 다음을 만족한다.

(가)  $(f(x))^2 \cos^2 x - 2f(x)(1 + \sin x) \cos x + (1 + \sin x)^2 \cos^2 x = 0$

(나)  $f\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{3\sqrt{3}}{2}$

이때 정적분  $\int_0^{\frac{\pi}{6}} \{f'(x) \cos x - f(x) \sin x\} e^{\sin x} dx$ 의 값을 구하시오. [15점]

## [생명과학]

[문제 4] 다음 제시문 (가) - (라)를 읽고 문제에 답하시오.

- (가) 가설이란 관찰을 통해 인식한 문제를 해결하기 위한 잠정적인 답이다. 가설은 예측 가능해야 하고, 옳은지 그른지 실험이나 관측을 통해 확인할 수 있어야 한다. 가설을 검증하기 위하여 탐구를 설계하고 수행한다. 탐구를 수행할 때는 대조군을 설정하고 실험군과 비교하는 대조 실험을 하여 실험 결과의 타당성을 높여야 한다. 실험에 관계되는 요인을 변인이라고 하는데, 변인에는 독립변인과 종속변인이 있다. 이처럼 자연 현상에서 문제를 인식하고 가설을 세워 이를 실험적으로 검증하는 탐구 방법을 가설을 활용한 연역적 탐구 방법이라고 한다.
- (나) 세포가 세포 호흡을 통해 에너지를 전환하는 과정에서 여러 가지 노폐물이 생성된다. 배설은 이산화 탄소, 물, 암모니아와 같이 물질대사의 결과로 생성된 노폐물이나 독성 물질을 몸 밖으로 내보내는 과정이다. 암모니아는 독성이 강해 간에서 물질대사를 통해 독성이 약한 요소로 전환된다. 물질대사의 결과로 생성되는 물질 중 여분의 물과 요소는 순환계를 통해 배설계로 이동하며, 배설계에서는 혈액 속의 요소를 걸러 내어 물과 함께 오줌으로 배설한다. 이처럼 노폐물의 배설 과정은 물질대사와 호흡계, 순환계, 배설계의 통합 작용으로 일어난다. 물질대사의 결과로 생성된 노폐물이 배설되지 못하면 세포나 조직이 해를 입는다.
- (다) 말초 신경계는 구심성 뉴런과 원심성 뉴런으로 나눌 수 있다. 감각기에서 받아들인 자극은 구심성 뉴런을 통해 중추 신경계로 전달되고, 중추 신경계에서 내린 반응 명령은 원심성 뉴런을 통해 근육이나 분비샘 등의 반응기로 전달된다. 원심성 뉴런으로 구성된 신경계는 체성 신경계와 자율 신경계로 구분된다. 체성 신경계는 대뇌의 지배를 받아 의식적인 골격근의 반응을 조절한다. 자율 신경계는 대뇌의 영향을 직접 받지 않고 간뇌, 중간뇌, 연수의 조절을 받아 몸의 기능을 조절하는데, 자율 신경계의 말단이 내장 기관, 혈관, 분비샘에 분포하여 주로 소화, 순환, 호흡 운동과 호르몬 분비 등 생명 유지에 필수적인 기능을 조절한다.
- (라) 교감 신경과 부교감 신경은 대부분 내장 기관에 같이 분포하면서 서로 반대 효과를 나타내는 길항 작용을 한다. 일반적으로 교감 신경은 위기 상황에 처했을 때 몸 상태를 위기 상황에 대처할 수 있도록 긴장 상태로 만들어 주고, 부교감 신경은 이를 원래 상태로 되돌리는 작용을 한다. 사람이 위험한 상황에 처하거나 스트레스를 받으면 교감 신경이 활성화되어 부신 속질에서 에피네프린의 분비가 촉진된다. 에피네프린은 간에 저장된 글리코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진하고, 분해된 포도당을 혈액으로 방출하여 혈당량을 높인다. 또한 교감 신경의 활성화에 의해 동공이 커지고, 심장 박동이 촉진되며, 호흡이 빨라진다. 그리고 위급한 상황이 지나가면 부교감 신경이 원래의 편안한 상태로 회복시켜 준다. 자율 신경의 길항 작용은 항상성에 매우 중요한 역할을 한다. 간뇌의 시상 하부는 체내 상태의 변화가 감지되면 자율 신경을 통해 내장 기관의 기능과 호르몬 분비를 조절하여 체내 상태를 일정하게 유지한다.

[문제 4-1] 고혈압 치료제 후보 물질들이 기관계 상호작용에 어떤 영향을 주는지 확인하기 위해 다음과 같은 실험을 진행하였다.

**[실험 과정]**

I. 고혈압 치료제 후보 물질 X와 Y를 각각 용매 S에 녹여 약물 A와 B를 만든 후, 서로 다른 생쥐에게 혈관을 통해 약물을 주입하였다.

II. 약물 주입 2일 후, 생쥐의 각 기관의 물질 함유량을 물질 분석기를 이용하여 측정하고, 그 결과를 <표 1>에 정리하였다.

<표 1> 물질 분석 결과 (수치는 상댓값)

물질	산소			이산화 탄소			요소			암모니아			물		
	미처리	A	B	미처리	A	B	미처리	A	B	미처리	A	B	미처리	A	B
근육	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
간	1.0	1.1	1.1	1.0	1.2	1.1	1.0	2.1	1.2	1.0	11.2	1.1	1.0	1.0	1.0
콩팥	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	20.3	20.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2
폐	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.2


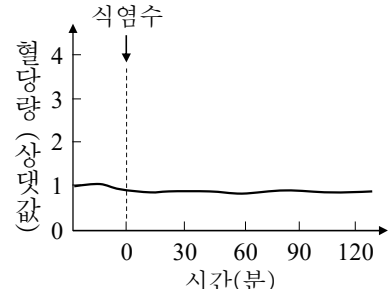
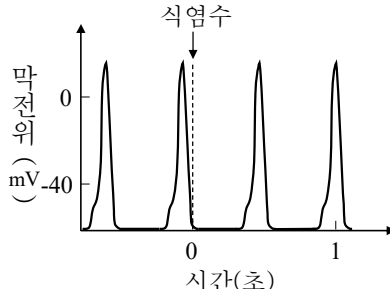
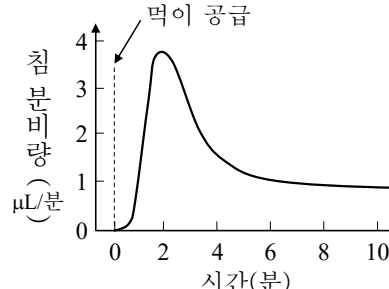

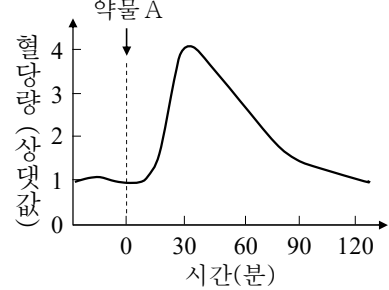
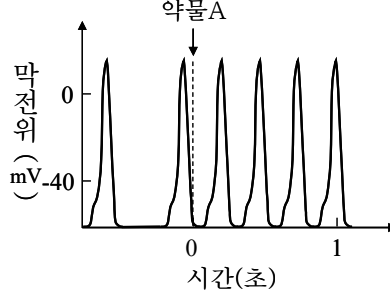
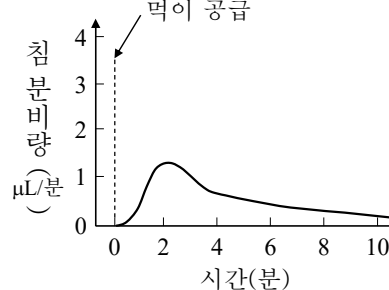
위의 실험 결과를 종합적으로 해석하여 고혈압 치료제 후보 물질 X와 Y 가운데 인체에 보다 안전하게 사용할 수 있는 물질은 무엇인지와 그 이유를 논리적으로 제시하고, 이 실험 결과의 타당성을 높이기 위해서는 어떤 실험을 추가해야 하는지 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. (단, 실험에 사용한 모든 생쥐는 유전적으로 동일한 정상 생쥐이다.) **[15점]**

[문제 4-2] 다음은 저혈당 치료제로 개발 중인 약물 A의 효능을 보기 위해 진행한 실험 과정과 결과를 나타낸 것이다.

**[실험 과정]**

I. 10 시간 동안 먹이를 주지 않은 다음, 서로 다른 생쥐에게 식염수와 약물 A를 각각 투여하였다.  
 II. 투여 전과 후, 시간에 따른 혈당량을 <결과 1>에 나타내었다.  
 III. 투여 전과 후, 생쥐 심장 세포의 막전위 변화를 <결과 2>에 나타내었다.  
 IV. 투여 30 분 후, 생쥐에게 먹이를 주고 시간당 침 분비량을 측정하여 <결과 3>에 나타내었다.

**[실험 결과]**

구분	결과 1	결과 2	결과 3
 식염수 투여			
 약물 A 투여			

위 실험 결과를 통합적으로 해석하고, 약물 A가 생쥐에게 어떤 영향을 주는지 설명하시오. 또한 제시문 (다)와 (라)를 바탕으로 약물 A를 투여한 생쥐에서 시간에 따른 혈당량 변화의 이유를 논리적으로 설명하시오. (단, 실험에 사용한 모든 생쥐는 유전적으로 동일한 정상 생쥐이다.) [15점]

- 끝 -

## [물리학]

[문제 4] 다음 제시문 (가) - (라)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 마찰이 없는 수평면 위에서 질량이 각각  $m_A$ ,  $m_B$ 이고 속도가  $v_A$ ,  $v_B$ 인 물체 A, B가 직선 상에서 운동하다가 충돌한 후 속도가 각각  $v'_A$ ,  $v'_B$ 이 될 때 다음 식이 성립한다.

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$$

위의 식에서 좌변은 충돌 전 두 물체의 운동량의 합을 나타내고, 우변은 충돌 후 두 물체의 운동량의 합을 나타낸다. 따라서 충돌 과정에서 두 물체의 상호 작용으로 각각의 운동량은 변하지만 두 물체의 운동량의 합은 일정하게 보존됨을 알 수 있다. 일반적으로 외부에서 힘이 작용하지 않으면 물체들의 운동량의 총합은 항상 일정하게 보존된다. 이것을 운동량 보존 법칙이라고 한다. 운동량 보존 법칙은 한 개의 물체가 여러 개로 분리되는 경우에도 성립된다. 또한 두 물체가 충돌 후 함께 붙어서 운동하는 경우에도 성립된다.

(나) 갈릴레이는 물체에 작용하는 마찰력을 무시하면 수평면에서는 힘이 작용하지 않아도 물체가 계속 등속도로 운동을 한다고 생각하였고, 이러한 현상이 물체가 자신의 운동 상태를 계속 유지하려는 성질(관성)을 가지기 때문에 나타난다고 하였다. 뉴턴은 등속도 운동을 하는 물체에 작용하는 알짜힘은 0이라고 하였다. 즉, 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면, 등속도 운동을 하던 물체는 계속 등속도 운동을 한다. 이를 뉴턴 제1법칙 또는 관성 법칙이라고 한다.

(다) 볼링공에 힘을 작용하여 일을 해 주면 볼링공은 굴러가 핀을 쓰러뜨리는 일을 할 수 있다. 움직이는 볼링공처럼 운동하는 물체가 가진 에너지를 운동 에너지라고 한다. 볼링공을 같은 속력으로 굴러더라도 질량이 클수록 핀을 잘 쓰러뜨린다. 또한, 볼링공의 질량이 같을 때는 더 빠른 속력으로 굴러가는 볼링공이 핀을 잘 쓰러뜨린다. 이처럼 물체의 운동 에너지는 물체의 질량이 클수록, 속력이 빠를수록 크다. 질량이  $m$ , 속력이  $v$ 인 물체의 운동 에너지  $E_k$ 는  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 으로 나타낼 수 있다. 운동 에너지의 단위는 J이다.

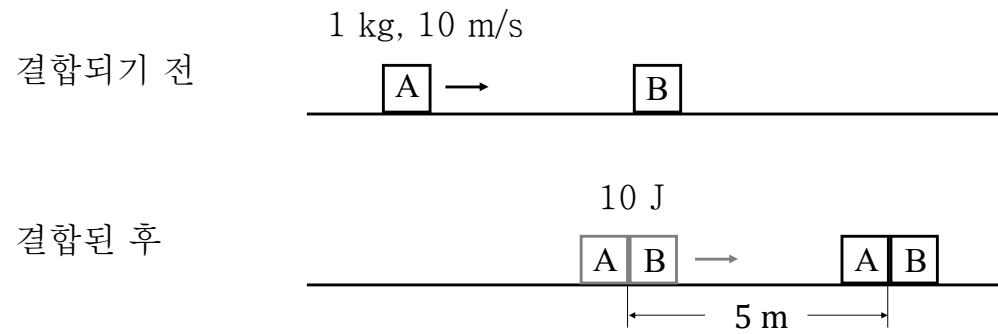
(라) 높은 곳에서 물체를 오른쪽 수평 방향으로  $v_0$ 의 속도로 던졌을 때 물체는 수평 방향으로  $v_0$ 의 속도로 등속도 운동을, 연직 방향으로 중력 가속도  $g$ 로 등가속도 운동을 한다. 따라서 오른쪽 수평 방향을  $+x$ 축 방향으로, 연직 아래 방향을  $+y$ 축 방향으로 하고 던진 지점을 기준으로 하면, 던진 순간부터 시간  $t$ 가 지났을 때 물체의 속도와 위치의  $x$  성분,  $y$  성분은 각각 다음과 같다.

$$v_x = v_0, v_y = gt$$

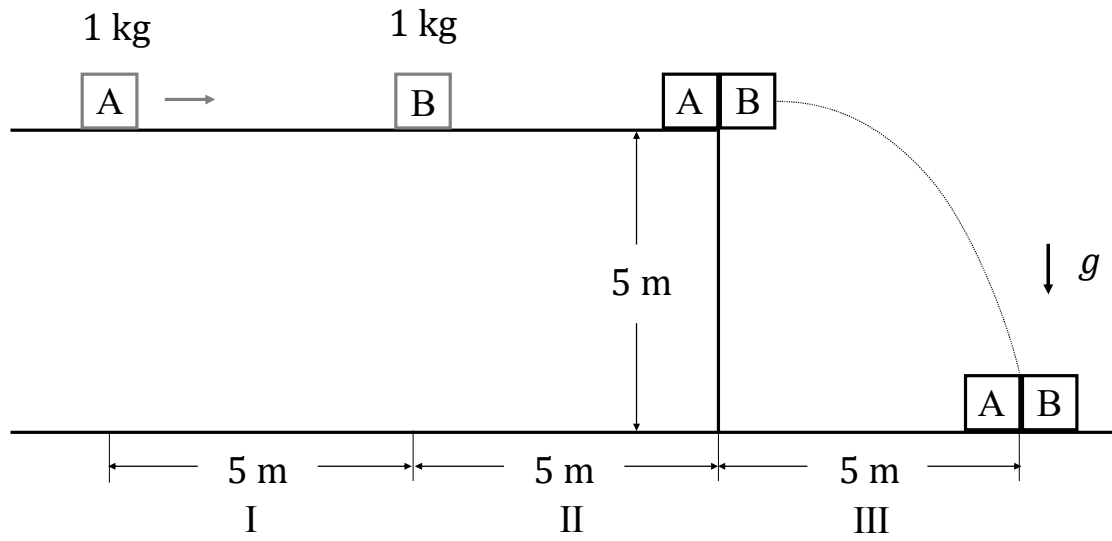
$$x = v_0 t, y = \frac{1}{2}gt^2$$



[문제 4-1] 그림과 같이 마찰이 없는 평면에서 질량이 1 kg인 물체 A가 속도 10 m/s로 직선 운동을 한 후, 정지해 있던 물체 B와 한 덩어리로 결합되어 직선 운동을 한다. A와 B가 결합된 후 총 운동 에너지는 10 J이다. 결합된 물체가 결합된 후 거리 5m만큼 운동하는 데 걸린 시간을 제시문 (가) - (다)에 근거하여 논리적으로 구하시오. (단, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.) [15점]



[문제 4-2] 그림은 마찰이 없는 평면에서 질량이 1 kg으로 동일한 물체 A, B가 직선 운동을 하다가 낙하하는 운동을 나타낸다. A는 구간 I에서 거리 5m를 이동한 후 정지해 있던 B와 한 덩어리로 결합된다. 결합된 물체는 구간 II에서 거리 5m를 이동한 후, 구간 III에서 중력에 의한 포물선 운동을 한다. 결합된 물체가 구간 III에서 수평으로 이동한 거리는 5m이고 낙하 거리는 5m이다. 제시문 (가) - (라)에 근거하여 물체가 구간 I, II, III을 이동한 시간을 각각 논리적으로 구하시오. (단, 중력 가속도  $g$ 는  $10 \text{ m/s}^2$ 이고, 물체의 크기, 공기 저항은 무시한다.) [15점]



- 끝 -

## [화학]

[문제 4] 다음 제시문 (가) - (라)를 읽고 문제에 답하시오.

- (가) 화학 반응식으로 알 수 있는 다양한 정보 가운데 반응물과 생성물 사이의 양적 관계가 중요하다. 화학 반응식을 이용하여 주어진 반응물로부터 얻을 수 있는 생성물의 양을 계산할 수 있고, 반대로 일정한 양의 생성물을 얻는 데 필요한 반응물의 양도 계산할 수 있다. 또한 화학 반응에서 몰과 질량의 관계를 이용하면 주어진 물질의 질량을 이용하여 다른 물질의 질량도 계산할 수 있다.
- (나) 반응물이나 생성물에 기체가 포함된 화학 반응식의 계수비는 기체의 부피비와도 같다. 이처럼 온도와 압력이 같을 때 반응 기체와 생성 기체의 부피 사이에는 간단한 정수비가 성립한다. 또한 반응물의 질량 총합과 생성물의 질량 총합은 항상 같은데, 이를 질량 보존 법칙이라고 한다.
- (다) 같은 원소의 원자들은 양성자수가 모두 같지만, 중성자수는 서로 다른 것이 존재하기도 한다. 예를 들어 양성자가 1개인 수소에는 중성자가 없는 수소와 중성자가 1개 있는 중수소, 중성자가 2개 있는 삼중수소가 있다. 이와 같이 양성자수가 같고 중성자수가 다른 원자들을 동위 원소라고 한다. 동위 원소가 자연에 존재하는 비율은 장소에 상관없이 거의 일정하며, 이를 동위 원소의 존재비라고 한다. 주기율표에 제시된 원소의 원자량은 각 동위 원소의 원자량과 존재비를 이용하여 구한 평균 원자량이다.
- (라) 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. 이  $R$ 를 기체 상수라고 한다.

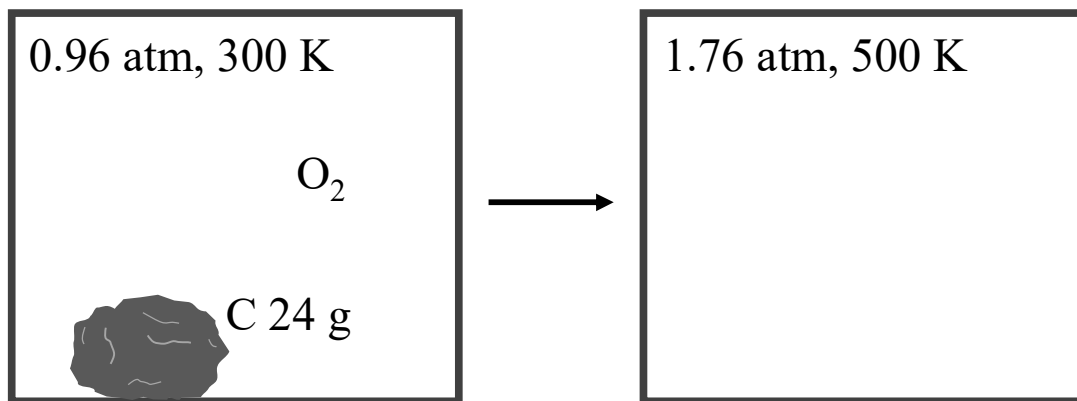
$$PV = nRT$$

기체의 압력은 기체 분자가 용기 벽면에 충돌하여 나타나므로 기체 분자의 수가 많을수록 기체의 압력이 커진다. 즉, 온도와 부피가 일정할 때 기체의 압력은 몰수에 비례한다. 따라서 기체 A가 들어 있는 일정한 부피의 용기에 기체 B를 더 넣으면 기체 B의 압력만큼 전체 압력이 커진다.

$$P_T = P_A + P_B$$

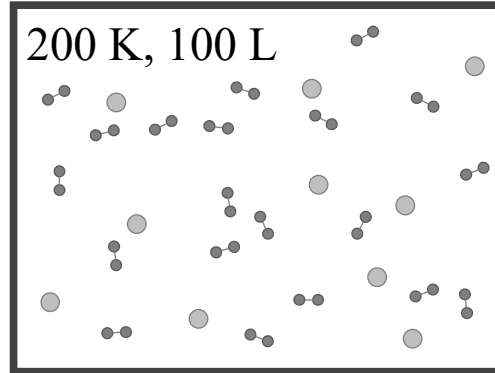
이때  $P_T$ 는 혼합 기체의 전체 압력이고,  $P_A$ 와  $P_B$ 는 혼합 기체에서 기체 A와 기체 B가 각각 차지하는 압력으로 부분 압력 또는 분압이라고 한다. 돌턴은 혼합 기체의 전체 압력이 각 성분 기체의 부분 압력의 합과 같다는 것을 밝혔고, 이를 부분 압력 법칙이라고 한다.

[문제 4-1] 그림과 같이 부피가 100 L로 일정한 용기에 순수한 흑연(C) 24 g과 산소 기체(O<sub>2</sub>)가 들어 있다. 초기 상태에서 용기의 압력과 온도는 각각 0.96 atm, 300 K이다. 용기 내의 모든 흑연을 남김없이 연소시켰을 때 기체 분자만 남고 용기의 압력과 온도가 각각 1.76 atm, 500 K이 되었다면, 이때 용기 내에 존재하는 모든 기체의 종류와 각각의 질량을 제시문 (가), (나), (라)에 근거하여 논리적으로 구하시오. (단, 흑연의 부피는 무시하며, C와 O의 원자량은 각각 12와 16이다. 기체 상수는 0.08 L·atm/(mol·K)이다.) [15점]



[문제 4-2] 가상의 원소 X는  $^{17}\text{X}$ ,  $^{18}\text{X}$ ,  $^{19}\text{X}$ 의 동위 원소가 존재하며, 존재 비율은 각각 70%, 20%, 10%이다. 가상의 원소 Z는  $^4\text{Z}$ 만 존재한다. 그림과 같이 온도 200 K, 부피 100 L의 용기에 기체  $\text{X}_2$ 와 Z가 혼합되어 있으며,  $\text{X}_2$ 의 부분 압력이 Z의 부분 압력의 2배이다.  $\text{X}_2$  중 분자량이 36인  $\text{X}_2$ 의 존재 비율과  $\text{X}_2$ 의 평균 분자량을 제시문 (다)에 근거하여 논리적으로 각각 구하시오. 또한 분자량이 36인  $\text{X}_2$ 의 부분 압력이 0.72 atm이라면 용기 내 전체 기체의 질량을 제시문 (라)에 근거하여 논리적으로 구하시오. (단, 기체 상수는  $0.08 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 이고,  $\text{X}_2$ 와 Z는 서로 반응하지 않는다. 동위 원소의 존재비는 시간에 따라 변하지 않는다.) [15점]

- X
- Z



동위 원소	존재 비율(%)
$^{17}\text{X}$	70%
$^{18}\text{X}$	20%
$^{19}\text{X}$	10%

- 끝 -