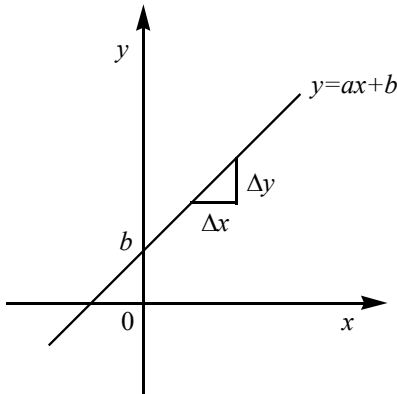


## 1. 일반화학에 필요한 수학

### 1.1. 1차 함수와 2차 함수

#### (1) 1차 함수

1차 함수는  $f(x) = ax + b$  꼴로 나타나며 직선이므로 직관적으로 이해하기 쉽다. 1차 함수에서  $a$ 는 기울기,  $b$ 는  $y$  절편이다. 기울기는  $a = \frac{\Delta y}{\Delta x}$  이고,  $y$  절편은  $b = y_{x=0}$  값을 나타낸다.



그래프 상의 두 점이 차원을 갖는다면 기울기도 차원을 갖는다. 시간(단위 : 초, s)당 이동하는 거리(단위 : m)의 그래프가 직선이라면 기울기는  $m/s(ms^{-1})$ 의 차원을 갖는다.

1) 기울기와 한 점의 좌표를 알면 직선이 결정된다. 기울기가  $a$ 이고 점( $x_1, y_1$ )을 지나는 직선 방정식은  $y - y_1 = a(x - x_1)$ 이다.

(ex 1) 기울기가 2이고 점(3, 5)를 지나는 직선 방정식을 구하시오.

[풀이]

$y = 2x + b$ 로 놓고 점(3, 5)를 대입하여  $b$ 를 결정한다. 점(3, 5)를 지나므로  $x = 3, y = 5$ 인 점은 직선 위에 놓여 있는 점이다.  $5 = 2 \times 3 + b$ 에서  $b = -1$ 이고 직선 방정식은  $y = 2x - 1$ 이다.

2) 두 점의 좌표를 알면 직선이 결정된다. 점( $x_1, y_1$ ), 점( $x_2, y_2$ )를

지나는 직선의 기울기는  $a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ 이므로 직선 방정식은

$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1)$ 이다.

(ex 2) 점(2, 4), 점(-1, 2)를 지나는 직선 방정식을 구하시오.

[풀이]

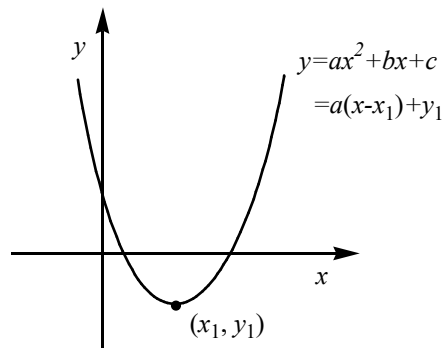
먼저 기울기를 구하면  $a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{2-4}{-1-2} = \frac{2}{3}$ 이다.

$y = \frac{2}{3}x + b$ 에서 아는 점의 좌표 아무것이나 대입해  $y$  절편  $b$ 값을 결정할 수 있다.

$4 = \frac{2}{3} \times 2 + b$ 에서  $b = \frac{8}{3}$ 이고  $y = \frac{2}{3}x + \frac{8}{3}$ 이다.

(2) 2차 함수

2차 함수는  $f(x) = ax^2 + bx + c$ 로 나타낼 수 있으며 보통 꼭짓점 좌표를 쉽게 결정할 수 있는 꼴인  $y = a(x - x_1)^2 + y_1$ 과 같이 변형해 꼭짓점 좌표가  $(x_1, y_1)$ 임을 알 수 있도록 쓰기도 한다.



(3) 비선형 방정식의 해 2차 방정식  $ax^2 + bx + c = 0$ 의 해는 인수분해를 하거나 근의 공식을 이용하게 되는데, 대부분의 일반화학 계산에서는 인수분해되는 경우가 없으므로 일반적 해를 알아두어야 한다.

2차 방정식의 일반해(근의 공식) :  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

실제 해를 구할 때는 이 해가 의미가 있는 것인지 확인해야 한다. 가령 구한 해  $x$ 가 농도이고  $x = -1 \pm \sqrt{2}$ 라면 농도가 음수일 수는 없으므로  $x = -1 - \sqrt{2}$ 는 버려야 한다.

(ex 3) 다음 2차 방정식의 해를 구하시오.

①  $x^2 + 2x - 3 = 0$

②  $2x^2 - 5x + 1 = 0$

[풀이]

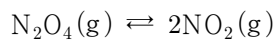
①  $x^2 + 2x - 3 = (x + 3)(x - 1) = 0$ 에서  $x = -3, 1$ 이다.

② 인수분해가 되지 않으므로 근의 공식을 이용한다.

$$x = \frac{-(-5) \pm \sqrt{(-5)^2 - 4 \times 2 \times 1}}{2} = \frac{5 \pm \sqrt{17}}{2}$$

(ex 4)  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  반응에서 처음에 반응물만 1.0M 넣고 평형에 도달했을 때 평형 농도를 구하시오. 단, 온도는 일정하고 평형 상수는  $K = 5.0$ 이다.

[풀이]



처음	1.0	0
----	-----	---

반응	$-x$	$2x$
----	------	------

평형	$1.0 - x$	$2x$
----	-----------	------

$$K = \frac{(2x)^2}{1.0 - x} = 5.0 \text{이므로 } x \text{에 관한 2차 방정식으로 정리한다.}$$

$$4x^2 + 5x - 5 = 0 \text{에서}$$

$$x = \frac{-5 \pm \sqrt{5^2 - 4 \times 4 \times (-5)}}{2 \times 4} = \frac{-5 \pm \sqrt{105}}{8} \text{이다. } x \text{는}$$

양수이므로 계산 결과를 유효숫자 2자리로 정리하면 평형 농도는  $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0.34\text{M}$ ,  $[\text{NO}_2] = 1.3\text{M}$ 이다.

## 1.2. 지수함수와 로그함수

(1) 지수 법칙 :  $a > 0$ ,  $a \neq 1$ ,  $b > 0$ ,  $b \neq 1$ 

$$a^{x+y} = a^x a^y \quad (a^x)^y = a^{xy} \quad \frac{1}{a^x} = a^{-x}$$

$$(ab)^x = a^x b^x \quad a^0 = 1$$

(ex 5) 다음을 계산하시오.

①  $2^3 \times 2^6$

②  $16^2$

③  $\left(\frac{1}{2}\right)^4$

④  $2^3 \times 3^3$

[풀이]

①  $2^9$

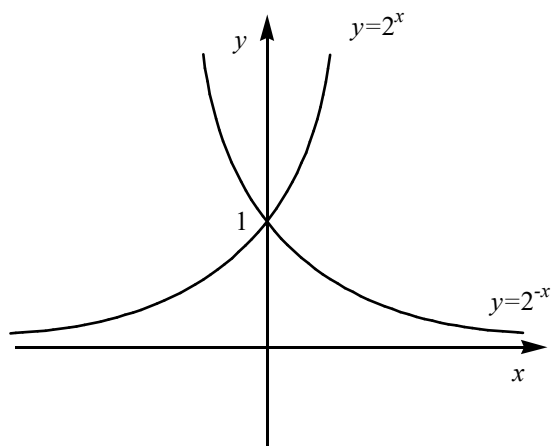
②  $2^8$

③  $2^{-4}$

④  $6^3$

(2) 지수 함수 :  $y = a^x$

$0 < a < 1$  일 때  $y$ 는 감소함수,  $a > 1$  일 때  $y$ 는 증가함수



(3) 로그의 정의

$a^x = m$  일 때  $x = \log_a m$  (단,  $a > 0$ ,  $a \neq 1$ ,  $m > 0$ )

1) 로그의 성질

$$\log_a a = 1 \quad \log_a 1 = 0 \quad \log_a xy = \log_a x + \log_a y$$

$$\log_a \frac{x}{y} = \log_a x - \log_a y \quad \log_a x^n = n \log_a x \quad \log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

2) 상용로그 :  $a = 10$ 인 로그이며 밑인  $a (=10)$ 를 생략하고  $\log x = \log_{10} x$ 라는 의미로 쓴다.

3) 자연로그 : 밑이  $e$  ( $e = 2.7182816 \dots$ 인 무한소수)인 로그이며  $\ln x$ 와 같이 나타낸다.

4) 지표와 가수

$\log 2 = 0.3010$ 이라 할 때  $\log 200 = \log (2 \times 10^2) = 2.3010$ 이다. 여기서 소수점 왼쪽 2가 지표, 소수점 아래 숫자가 가수인데, 지표는 소수점 위치에 대한 정보만 알려주므로 유효숫자 계산할 때 제외한다. 즉,  $\log 200 = 2.3010$ 에서 유효숫자 개수는 4개이다.

(ex 6) pH는  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ 로 정의한다. 수소 이온 농도가 다음과 같을 때 pH를 계산하시오. (단,  $\log 2 = 0.30$ ,  $\log 3 = 0.48$ 로 계산한다.)

①  $[\text{H}^+] = 2.0 \times 10^{-4} \text{M}$

②  $[\text{H}^+] = 6.0 \times 10^{-5} \text{M}$

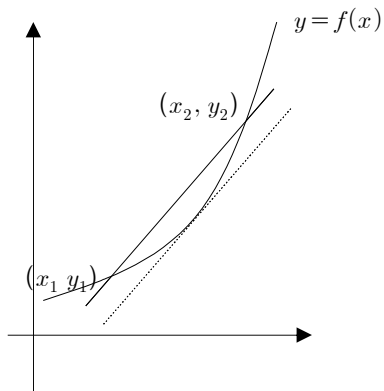
[풀이]

①  $\text{pH} = 3.70$

②  $\text{pH} = 4.22$

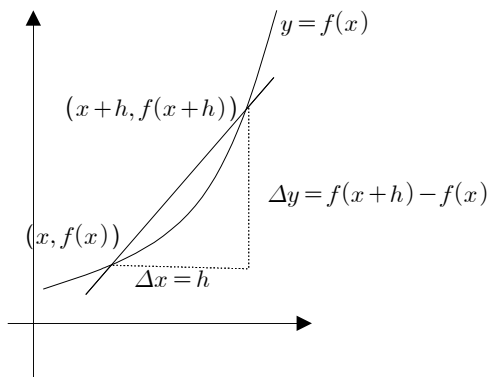
## 1.3. 미분의 의미

## (1) 곡선의 평균 변화율



그림에서 직선의 기울기는 곡선의 접선(점선으로 나타낸 직선)과 같다. 두 점  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ 을 지나는 직선의 기울기를 곡선의 평균 변화율이라 한다.

## (2) 미분의 의미



그림에서  $y=f(x)$  위의 두 점  $(x, f(x))$ 와  $(x+h, f(x+h))$ 를 잇는 직선에 대하여  $h \rightarrow 0$ 으로 극한을 적용하면 직선은 점차 점  $(x, f(x))$ 로 접근하면서 그 점을 지나는 접선이 된다.

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} = f'(x)$$

이것이 도함수로서 원함수를 미분한 것이며 그 점에서 곡선의 순간 변화율로서 접선 기울기와 같다. 도함수는  $y=f'(x)$ 으로 나타내며,  $\frac{dy}{dx} = \frac{df(x)}{dx}$ 로도 표기한다. 여기서  $\frac{d}{dx}$ 는 'x에 대하여 미분하였다'는 뜻을 가진다.

## 1.4. 다항함수와 지수함수의 미분

## (1) 미분 공식

주요 함수에 대한 미분 공식은 다음과 같다.

함수 $f(x)$	도함수 $\frac{df(x)}{dx}$
$ax + b$	$a$
$ax^n$	$nax^{n-1}$
$\frac{a}{x}$	$-ax^{-2}$
$e^{ax}$	$ae^{ax}$
$\ln ax$	$\frac{1}{x}$
$\sin ax$	$a \cos ax$
$\cos ax$	$-a \sin ax$

(ex 7) 다음 함수를 미분하시오.

①  $f(x) = 2x^3 - x^2 + 5x + 4$       ②  $f(x) = 2\sin 3x$

③  $f(x) = e^{-3x+1}$       ④  $f(x) = \ln 3x$

[풀이]

①  $f'(x) = 6x^2 - 2x + 5$

②  $f'(x) = 6\cos 3x$

③  $f'(x) = -3e^{-3x+1}$  또는  $f'(x) = -3\exp(-3x+1)$

④  $f'(x) = \frac{1}{x}$

## 1.5. 적분의 의미

## (1) 곡선 아래 면적과 적분

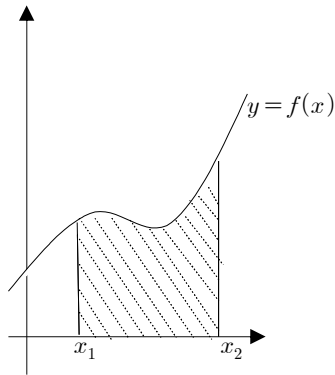
함수  $f(x)$ 를 적분한 함수를  $F(x)$ <sup>1)</sup>라 하면  $F(x) = \int f(x)dx$ 이고

$\frac{dF(x)}{dx} = f(x)$  관계가 성립한다. 이 함수에 대하여 구간  $[x_1, x_2]$

에서 정적분을 구하면  $\int_{x_1}^{x_2} f(x)dx = F(x_2) - F(x_1)$ 이고, 이것은

다음 그래프에서 함수  $y = f(x)$  아래 구간  $x_1 \sim x_2$  사이의 면적이 된다.

1)  $F$ 는  $f$ 의 원시함수(부정적분)라 하며 미분의 역연산을 통해 얻는다.



(2) 적분의 성질

$$\int_{x_1}^{x_2} c f(x) dx = c \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$$

$$\int_{x_1}^{x_2} [f(x) \pm g(x)] dx = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx \pm \int_{x_1}^{x_2} g(x) dx$$

$$\int_{x_2}^{x_1} f(x) dx = F(x_1) - F(x_2) = - [F(x_2) - F(x_1)] = - \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$$

함수 $f(x)$	원시함수 $F(x)$	적분 $\int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$
$a$	$ax$	$ax_2 - ax_1$
$x^n \ (n \neq -1)$	$\frac{1}{n+1} x^{n+1}$	$\frac{1}{n+1} [x_2^{n+1} - x_1^{n+1}]$
$\frac{1}{x} \ (x > 0)$	$\ln x$	$\ln x_2 - \ln x_1 = \ln \frac{x_2}{x_1}$
$\frac{1}{x^2} = x^{-2}$	$-\frac{1}{x}$	$-\left[ \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \right]$
$e^{ax}$	$\frac{e^{ax}}{a}$	$\frac{1}{a} [e_2^{ax} - e_1^{ax}]$

[적분 공식]

(ex 8) 다음에 제시한 구간에서 함수를 정적분하시오.

①  $f(x) = 2x^2 - x$   $[-1, 3]$

②  $f(x) = \frac{1}{x}$   $[e, 10]$

③  $f(x) = \frac{1}{x^2}$   $[2, 5]$

[풀이]

①  $\int_{-1}^3 (2x^2 - x) dx = \frac{44}{3}$       ②  $\int_e^{10} \left(\frac{1}{x}\right) dx = \ln 10 - 1$

③  $\int_2^5 \left(\frac{1}{x^2}\right) dx = \frac{3}{10}$

## 1.6. 다항함수의 적분

(1)  $f(x) = ax^n$ 의 적분

적분 공식에 따라  $\int ax^n dx = a \int x^n dx = \frac{a}{n+1} x^{n+1} + C$  ( $C$ 는 상수)

(2) 다항함수  $f(x) = ax^2 + bx + c$ 의 적분

$$\int (ax^2 + bx + c) dx = \frac{a}{3} x^3 + \frac{b}{2} x^2 + cx + C$$

1.7.  $1/x$ 과  $1/x^2$ 의 적분(1)  $1/x$ 의 적분

$F(x) = \ln x$ 일 때  $F'(x) = \frac{dF(x)}{dx} = \frac{1}{x}$ 이므로  $\int \frac{1}{x} dx = \ln x + C$ 이다.

(2)  $1/x^2$ 의 적분

$F(x) = \frac{1}{x}$ 일 때  $F'(x) = \frac{dF(x)}{dx} = -\frac{1}{x^2}$ 이므로  $\int \frac{1}{x^2} dx = -\frac{1}{x} + C$ 이다.

(ex 9)  $N_2O_5(g) \rightarrow 2NO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$  반응은  $N_2O_5$ 에 대하여 1차 반응이다. 이 반응에 대하여 적분 속도식을 구하시오.

[풀이]

$$v = -\frac{d[N_2O_5]}{dt} = k[N_2O_5] \text{에서 변수를 분리해}$$

정리하면  $\frac{1}{[N_2O_5]} d[N_2O_5] = -k dt$ 이다.  $[N_2O_5]$ 를  $x$ 로 치환하고

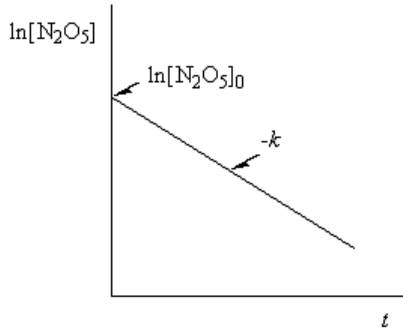
처음  $t=0$ 일 때 농도를  $[N_2O_5]_0$ , 임의의 시간  $t$ 일 때 농도를  $[N_2O_5]$ 라 하여 위 식을 양변 정적분 식으로 나타내면

$$\int_{[N_2O_5]_0}^{[N_2O_5]} \frac{1}{x} dx = -k \int_0^t dt \text{이다. 좌변을 적분하면 } \ln x \text{이고, 우변은 } -kt \text{이므로}$$

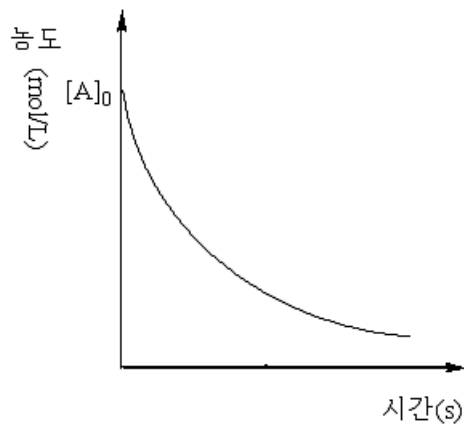
$$[\ln x]_{[N_2O_5]_0}^{[N_2O_5]} = \ln \frac{[N_2O_5]}{[N_2O_5]_0} = \ln [N_2O_5] - \ln [N_2O_5]_0 = -kt \text{이다.}$$



$\ln[\text{N}_2\text{O}_5] = -kt + \ln[\text{N}_2\text{O}_5]_0$  식에서  $\ln[\text{N}_2\text{O}_5]$ 을 세로축, 시간  $t$ 를 가로축에 나타내면 기울기로부터 속도 상수를 구할 수 있다.



또한, 위 관계식은  $[\text{N}_2\text{O}_5] = [\text{N}_2\text{O}_5]_0 e^{-kt}$ 로 나타낼 수 있다.



### 1.8. 평균값

#### (1) 평균값 계산

1)  $N$ 개의 변량이 모두 동일한 확률일 때

$$m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{N} (x_1 + x_2 + \cdots + x_n)$$

2) 변량  $x_i$ 에 대하여 그것을 발견할 확률이  $p_i$ 일 때

$$m = E(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_i = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \cdots + x_n p_n$$

(2) 연속 확률 분포<sup>2)</sup>

연속 확률 밀도 함수  $f(x)$ 가 모든 실수 구간에서 존재할 때 전체 구간에서 적분한 값은 1이고, 특정 구간  $[a, b]$ 에서 적분한 값은 그 구간에서의 확률과 같다.

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1 \qquad \int_a^b f(x)dx = P$$

(ex 10) 어떤 임의의 원소 X는 3가지 동위원소가 존재하며 각 각의 원자량과 존재비는 다음과 같다.

동위원소 원자량	32.0	33.0	34.0
존재비(%)	20.0	70.0	10.0

원소 X의 평균 원자량을 구하시오.

[풀이]

$$\text{평균 원자량} = 32.0 \times 0.200 + 33.0 \times 0.700 + 34.0 \times 0.100 = 32.9$$

2) 구간 내 모든 점에 대하여 확률 밀도 함수가 연속인 것을 말한다.

## 2. 원소와 주기율

### 2.1. 원소 표시법



원소를 위와 같이 나타내었을 때, a를 원자번호, b를 질량수, c는 이온의 전하량이다.

#### (1) 원자번호

원자는 양전하를 띤 핵과 핵 바깥의 전자로 이루어져 있다. 핵에는 양성자와 중성자가 들어 있는데, 원자번호는 양성자 수와 같다. 원자번호만큼 양전하를 부여한다.

#### (2) 질량수

핵 속에 들어 있는 양성자와 중성자 수를 더한 값을 질량수라 한다. 양성자와 중성자의 질량은 거의 1:1이고 전자의 질량은 양성자나 중성자에 대해 0.0005배 정도이므로 원자의 질량은 질량수와 거의 같다.

#### (3) 전하

전하량은 원소의 양성자 수(=원자번호)에서 전자 수를 뺀 값과 같다. 양성자가 12개이고 전자가 10개라면 이 원소는 +2 전하를 가지며, 양성자가 17개이고 전자가 18개이면 이 원소는 -1 전하를 가진다.

#### (4) 이온의 전하 표시

전하 수가 +1 또는 -1이면 숫자는 생략하고 전하 표시만 한다.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ 와 같은 식으로 표현하고, 그 외에는 전하 수를 함께 표시한다.  $\text{Mg}^{2+}$  또는  $\text{S}^{2-}$ 와 같은 예가 그것이다.

(ex 1) 다음 빈칸을 완성하여라.

	${}_3^7\text{Li}^+$	${}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}$	${}_8^{16}\text{O}$	${}_{17}^{37}\text{Cl}^-$
양성자 수	3	12	(가)	17
중성자 수	(나)	12	8	(다)
전자 수	2	(라)	8	(마)

[풀이]

(가) 8

(나) 4

(다) 20

(라) 10

(마) 18

## 2.2. 원자의 구조

## (1) 핵과 원자의 크기

원자는 핵과 전자로 이루어져 있는데, 핵에 대해 화학에서 관심이 있는 것은 양성자와 중성자이다. 원자의 크기는 핵에서 가장 바깥에 있는 전자까지의 거리로 나타낼 수 있다.

원자의 크기에 비해 핵의 크기는  $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 배 정도이지만, 원자 전체 질량의 대부분을 핵이 가지고 있으므로 (핵 질량) = (원자 질량)이라고 생각해도 무방하다.

## (2) 전자

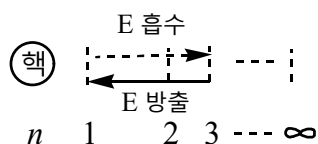
전자는 핵 바깥에 있는 원자궤도함수(오비탈, 전자껍질)에 존재하는데, 가장 바깥 껍질에 있는 전자를 잃을 수도 있고, 가장 바깥 껍질에 빈 자리가 있으면 전자를 받을 수도 있다.

## (3) 전자 배열 규칙

전자가 들어가는 전자껍질을 핵에서 가까운 것부터 차례로 자연수를 붙여 나타낼 수 있으며, 이것을 주양자수( $n$ )라 한다. 주양자수는  $n = 1, 2, 3, \dots$ 으로 나타내며, 각 전자껍질에 들어가는 최대 전자 수는  $2n^2$ 이고, 가장 바깥 껍질에 들어가는 전자는 8개를 초과할 수 없다.  $n = 1$ 이면  $K$ 껍질,  $n = 2$ 이면  $L$ 껍질,  $n = 3$ 이면  $M$ 껍질 등으로 이름을 부르기도 한다.

## (4) 전자 이동

전자가 에너지를 받으면 에너지 준위(주양자수)가 낮은 전자껍질에서 에너지 준위가 높은 전자껍질로 이동하고, 그 반대의 경우에는 빛에너지를 방출한다.



(ex 2) 다음 각 원자에서 전자 배열을 전자껍질을 이용해 바르게 나타내면?

- ① Na(3주기 1족)                      ② Mg(3주기 2족)  
 ③ O(2주기 16족)                    ④ F(2주기 17족)

[풀이]

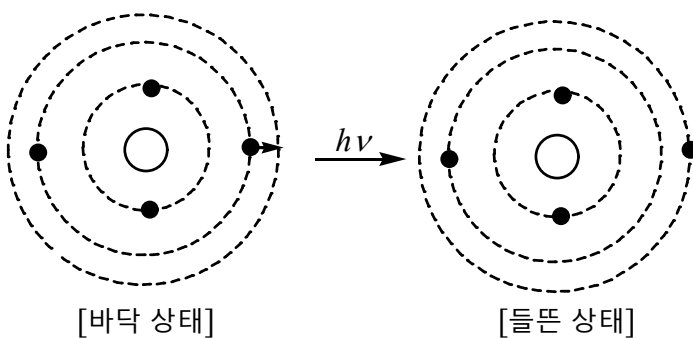
- ① Na :  $K(2)L(8)M(1)$               ② Mg :  $K(2)L(8)M(2)$   
 ③ O :  $K(2)L(6)$                       ④ F :  $K(2)L(7)$

### 2.3. 원소의 주기적 성질

원자나 이온 반지름, 이온화 에너지 등은 원소들이 가지는 주기적 성질을 가진다. 같은 주거나 인접한 주기에서 반지름과 이온화 에너지가 주기성을 보인다는 특징을 가지고 있다.

#### (1) 원자, 이온 반지름

원자는 핵과 그 주위에 전자가 전자껍질이라는 공간에 존재한다. 전자가 가장 안정하게 채워진 상태를 바닥 상태, 에너지를 받은 일부 전자가 다른 전자껍질로 이동한 상태를 들뜬 상태라 한다.



이와 같이 핵 속에 들어 있는 양성자는 핵을 벗어날 수 없으나 전자는 전자껍질을 벗어나 다른 전자껍질로 이동할 수 있고 핵의 영향에서 완전히 벗어날 수도 있다.

#### 1) 금속과 양이온

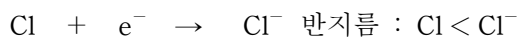
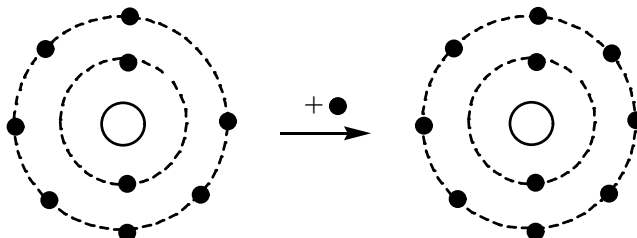
전자가 존재하는 중성 원자에서 전자를 떼어내 양이온이 되면 전자껍질 수가 감소해 반지름이 감소한다.



(껍질 3개) (껍질 2개)              반지름 :  $\text{Na} > \text{Na}^+$

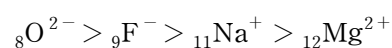
## 2) 비금속과 음이온

꺾질 수는 같지만 가장 바깥 꺾질(최외각)에 전자 하나를 추가하면 기존의 전자와 반발하기 때문에 반지름이 증가한다.

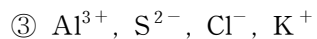


### 3) 등전자 이온

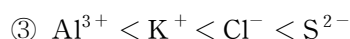
전자 수가 같은 이온은 전자를 끌어당기는 핵의 영향이 반지름에 미치므로, 원자번호가 클수록 반지름이 감소한다.



(ex 3) 다음 각 원자나 이온의 반지름을 부등호로 나타내어라.

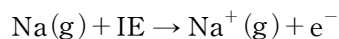


[ 附 〇 ]



(2) 이온화 에너지(Ionization Energy, IE)

이온화 에너지는 원자에서 전자 하나를 제거하는 데 드는 에너지로서, 주기적 성질을 가지는 대표적인 특성이다.



(ex 4) 다음 각 원소들의 이온화 에너지 크기를 부등호로 차례  
 게 나타내면?



[표 5]



## 2.4. 주기율표

원소는 주기적 성질을 가지며, 특히 2주기 원소와 3주기 원소는 주기성이 강하다. 원소의 주기성은 주기적으로 비슷한 성질을 반복한다는 뜻으로, 최외각 전자 수가 반복적으로 되풀이되기 때문이다.

## (1) 주기

바닥 상태에서 핵 바깥에 배열되는 전자의 전자껍질 수를 주기라고 한다. 주기율표에서 1~7주기까지 원소가 존재한다.

## (2) 족

족은 원자가전자 수와 밀접한 관련이 있다. 전형원소는 1, 2족과 12~18족 원소이고, 3~11족을 전이원소라고 한다. 전형원소의 원자가전자 수는 족의 1자리 수와 같으며, 족별로 원소들의 화학적 성질이 유사하다.

## (3) 주기율표

전형원소 중 1, 2족과 13~18족 원소는 족별로 4~5개 정도가 화학에서 주로 사용되는 원소들이다.

																		18
group 1*																		2
period	1	2											13	14	15	16	17	18
1	1																	2
2	3	4											5	6	7	8	9	10
3	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
lanthanoid series 6		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
actinoid series 7		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			

(ex 5) 다음 각 원소들의 주기와 족을 괄호 속에 바르게 나타낸 것은? (단, 괄호 속의 숫자는 (주기, 족)의 의미를 가진다.)

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ① Ca(4, 12) | ② Si(4, 4)  |
| ③ P(3, 15)  | ④ Br(17, 4) |

[풀이] ③

- |           |           |
|-----------|-----------|
| ① 4주기 2족  | ② 4주기 14족 |
| ③ 3주기 15족 | ④ 4주기 17족 |

(ex 6) 다음 중 전이원소가 아닌 것은?

- |      |      |
|------|------|
| ① V  | ② Zn |
| ③ Fe | ④ Cu |

[풀이] ②



### 3. 화학 반응

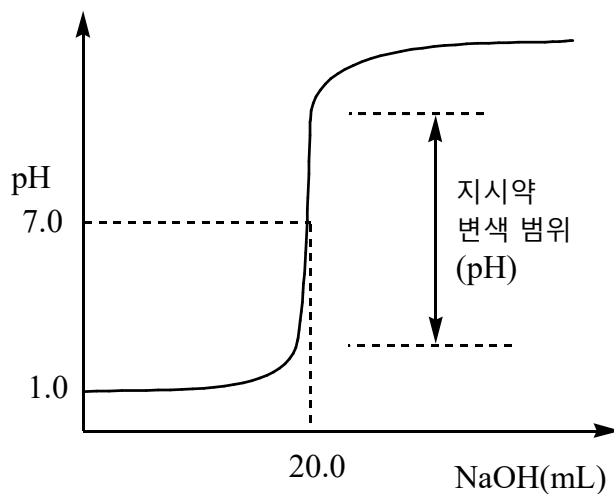
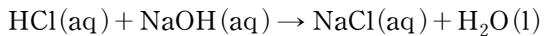
#### 3.1. 산과 염기

##### (1) 산과 염기의 정의

수용액에서 이온화하여  $H^+$ 를 내놓는 물질을 산,  $OH^-$ 를 내놓는 물질을 염기라 한다. 주요 산은  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ 이고 주요 염기로는  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$ 가 있고, 약염기나 약산은 소량만 이온화하므로 다른 정의를 이용해 나타낸다.

##### (2) 중화 반응

염산( $HCl$ )을 수산화소듐( $NaOH$ ) 수용액으로 중화하면 소금과 물이 생기며 중화한다.  $0.10M$   $HCl$   $20.0mL$ 를  $0.10M$   $NaOH$  수용액으로 중화할 때, 반응식과 적정 곡선을 나타낸 것이다.



##### (3) 강산과 약산

###### 1) 산소산과 비산소산

산소산은 산소가 들어 있는 산이고 비산소산은 산소가 없는 산을 가리킨다.

2) 강산 :  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$

###### 3) 약산

산소산 :  $H_3PO_4$ ,  $H_2CO_3$ ,  $CH_3CO_2H$

비산소산 :  $HF$ ,  $HCN$ ,  $H_2S$

(4) 강염기와 약염기

1) 강염기 :  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 를 제외한 1, 2족 금속의 수산화물

2) 약염기

금속의 수산화물

질소를 포함한 거의 대부분의 유기 화합물

(ex 1) 다음 중 약산인 것은?

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| ① $\text{CH}_3\text{COOH}$ | ② $\text{HCl}$            |
| ③ $\text{HI}$              | ④ $\text{H}_2\text{SO}_4$ |

[풀이] ①

(ex 2) 0.10M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10.0mL를 완전 중화하는 데 필요한 0.10M  $\text{NaOH}$  수용액의 부피는?

- |          |          |
|----------|----------|
| ① 10.0mL | ② 15.0mL |
| ③ 20.0mL | ④ 25.0mL |

[풀이] ③

(ex 3) 산과 염기 중화 반응에 사용하는 지시약은 반응에 따라 사용하는 종류가 정해진다. 다음 중 지시약에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 지시약은 약산이나 약염기 성질을 가지고 있다.
- ② 사람의 눈은 색소 농도가 10배 이상 차이날 때 구분한다.
- ③  $\text{HCl}$ 과  $\text{NaOH}$ 의 중화는 산성이나 염기성 영역 지시약 모두 사용할 수 있다.
- ④ 지시약은  $\text{pH}=7.0$  근처에서 색깔이 변하는 특성을 가지고 있다.

[풀이] ④

## 3.2. 산화와 환원

화학 반응은 양성자(수소 이온,  $H^+$ )을 매개로 한 산-염기 반응과 전자( $e^-$ )를 매개로 한 산화-환원 반응이 있다. 양성자를 내어놓으면 산, 양성자를 받아들이면 염기이듯이 전자 출입에 따라 산화와 환원을 정의한다.

## (1) 산화와 환원의 정의

1) 산화 : 전자를 내어놓는 반응

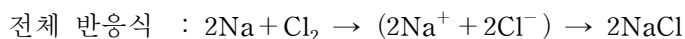
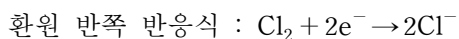
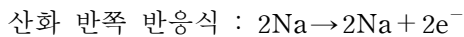
- 나트륨의 산화 :  $Na \rightarrow Na^+ + e^-$
- 염화 이온의 산화 :  $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

2) 환원 : 전자를 받아들이는 반응

- 은의 환원 :  $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$
- 브로민의 환원 :  $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$

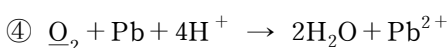
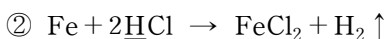
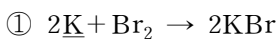
## (2) 산화 반쪽 반응과 환원 반쪽 반응

전체 반응은 반응물과 생성물만 나타내므로 전자는 표시하지 않는다. 따라서, 산화 반쪽 반응과 환원 반쪽 반응을 각각 나타낸 다음 전자를 소거하여 전체 반응식을 완성한다.



일반적으로  $H_2O$ 와  $H^+$ , 또는  $OH^-$ 이 섞여 나오는데, 계수 맞출 때, O 개수는  $H_2O$ 를 이용하고, H 개수는  $H^+$ 를 이용한다.  $OH^-$  개수는  $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 임을 활용하며, 전하량은  $e^-$ 를 이용해 맞춘다.

(ex 4) 다음 각 반응에서 밑줄친 원소가 산화인지, 환원인지 밝혀라.



[풀이]

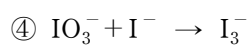
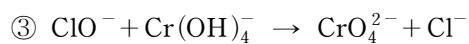
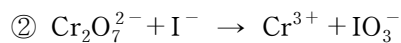
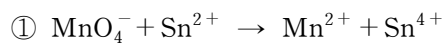
① 산화

② 환원

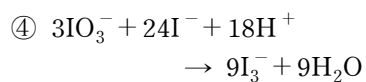
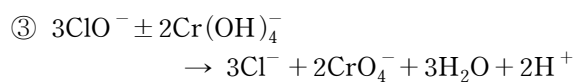
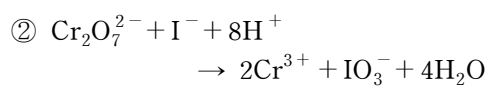
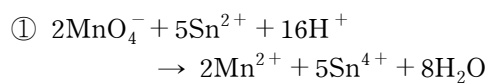
③ 환원

④ 환원

(ex 5) 다음 각 반응식을 완성하라.



[풀이]



## 4. 화학 결합

### 4.1. 옥텟 규칙(Octet rule)

#### (1) 비활성 기체

비활성 기체는 18족 원소로 영족 기체라고도 한다. 원자번호 2번인 He만 최외각 전자가 2개이고, 이를 제외하고는 최외각 전자가 모두 8개이다. 또한 비활성 기체는 반응성이 거의 없어 대부분 화합물을 만들지 않는다.

#### (2) 옥텟 규칙

비활성 기체와 같은 최외각 전자 배치를 가지는 성질을 옥텟 규칙으로 설명하며, 3주기 이상일 때는 확장된 옥텟 규칙에 따라 최외각 전자 배열이 10개나 12개로 안정화하는 경우도 있다.

### 4.2. 이온 결합

#### (1) 금속과 비금속 사이의 결합

일반적으로 금속은 양이온, 비금속은 음이온이 되어 전하를 상쇄하는 방향으로 결합을 형성한다. 다음은 양이온과 음이온이 이온 결합하는 방법을 설명하는 것이다.

(예)  $X^{m+}$  와  $Y^{n-}$  의 결합 :  $X_n Y_m$

#### (2) 이온 결합의 세기

이온 결합 물질은 양이온과 음이온 사이의 강한 정전기적 인력 때문에 녹는점이 높는데, 녹는점이 높으면 정전기적 인력이 강하므로 이온 간 거리와 전하량 세기에 의해 영향을 받는다.

$$f = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad (r : \text{이온 간 거리}, q_1 q_2 : \text{이온의 전하량 곱})$$

(ex 1) 이온 결합을 형성하는 다음 화합물 중 금속 원소가 옥텟 규칙을 만족하지 않는 것은?

①  $\text{FeCl}_3$

②  $\text{MgO}$

③  $\text{NaF}$

④  $\text{Al}_2\text{O}_3$

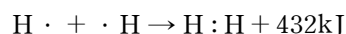
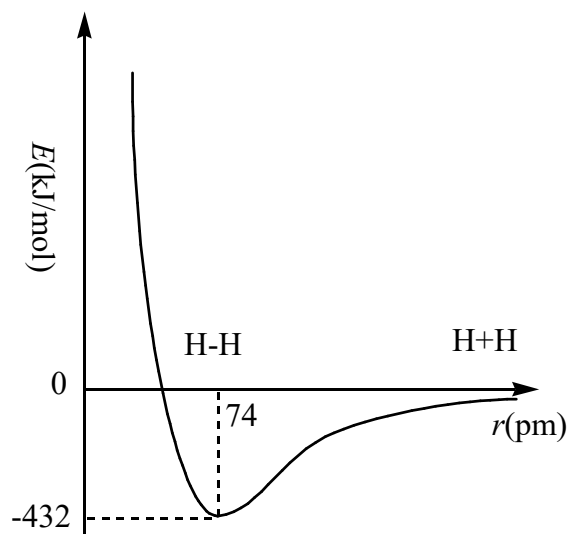
[풀이] ①

## 4.3. 공유 결합

대개 비금속 사이에 결합이 이루어질 때는 전자쌍을 공동 소유하는 방향으로 일어나는데, 대부분의 경우 중심 원소가 옥텟 규칙을 만족하도록 결합이 생성된다.

## (1) 공유 결합 생성

그래프는 수소 원자로부터 수소 분자를 형성하는 과정에서 에너지 변화를 나타낸 것이다. 수소 원자핵 사이, 수소가 가진 전자 사이에는 반발력이 작용하고, 핵과 상대 원자의 전자 사이에는 인력이 작용해 인력에 의한 에너지 곡선과 반발력에 의한 에너지 곡선을 합성하면 아래와 같은 에너지 곡선을 얻을 수 있다.



그래프에서 수소 분자를 수소 원자로 만들려면 432(kJ/mol)의 에너지가 필요하다는 것을 알 수 있고, 수소 원자 핵 사이 거리가 74pm보다 가까우면 강한 반발력이, 74pm보다 멀면 인력이 작용하며 74pm일 때 가장 안정하게 존재함을 나타낸다.

## (2) 공유 결합 분자

중심 원자가 2주기 원소인 분자는 중심 원자 주위에 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍을 더해 4쌍이 결합한다. 붕소(B)의 경우에는 원자가 전자가 3개이므로 공유 전자쌍 3쌍이 형성되어 옥텟 규칙을 만족하지 않는 분자가 생성될 수 있다.

3) pm는 길이 단위로  $1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$ 이다.

## (3) 2주기 중심 원자를 가진 분자의 모양

중심 원자가 2주기 원소인 분자 중 가장 간단한 화합물은 수소 화합물이므로 금속을 제외하고 수소 화합물의 구조를 정리하면 다음과 같다.

	BH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	HF
공유 전자쌍	3	4	3	2	1
비공유 전자쌍	0	0	1	2	3
분자 모양	평면 삼각형	사면체형	삼각뿔	굽은형	선형

(ex 2) 공유 결합에 관한 다음 설명 중 옳은 것은?

- ① 수소 분자 형성 과정에서 핵끼리 인력이 작용한다.
- ② 수소 원자보다 수소 분자의 에너지가 더 높다.
- ③ 분자 모양을 결정하는 데에는 공유 전자쌍 반발이 가장 크다.
- ④ L궂질에는 최대 8개의 전자를 배열할 수 있지만 옥텟 규칙을 만족하지 않는 분자도 있다.

[풀이] ④

(ex 3) 다음 이온 결합 화합물의 화학식은?

- ① Na<sup>+</sup>, O<sup>2-</sup>
- ② Ca<sup>2+</sup>, S<sup>2-</sup>
- ③ Al<sup>3+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- ④ Fe<sup>2+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

[풀이]

- ① Na<sub>2</sub>O
- ② CaS
- ③ Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>
- ④ Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>