آموزش استوکیومتری و فرمول‌های آن از 0 تا 100

مقدمه

استوکیومتری یکی از مهم‌ترین مباحث شیمی است که به بررسی روابط کمی بین مواد شرکت‌کننده در واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد. این مبحث پایه بسیاری از محاسبات شیمیایی، آزمایشگاهی، صنعتی و حتی داروسازی است.

در استوکیومتری یاد می‌گیریم:

- چه مقدار ماده در واکنش مصرف می‌شود.
- چه مقدار ماده تولید می‌شود.
- چگونه جرم مواد را محاسبه کنیم.
- چگونه تعداد مول‌ها را به دست آوریم.
- چگونه حجم گازها را در واکنش‌ها حساب کنیم.

این جزوه به صورت کامل و مرحله‌به‌مرحله طراحی شده تا دانش‌آموز یا دانشجو بتواند استوکیومتری را از پایه تا سطح پیشرفته یاد بگیرد.

فصل اول: تعریف استوکیومتری

استوکیومتری چیست؟

استوکیومتری شاخه‌ای از شیمی است که نسبت کمی بین واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها را بررسی می‌کند.

به زبان ساده:

استوکیومتری به ما می‌گوید:

- چه مقدار ماده لازم است؟
- چه مقدار محصول تولید می‌شود؟

مثال ساده

واکنش تشکیل آب:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

در این واکنش:

- 2 مول هیدروژن
- با 1 مول اکسیژن

• واکنش داده و 2 مول آب تولید می‌کند.

این نسبت‌ها پایه محاسبات استوکیومتری هستند.

فصل دوم: مفاهیم پایه استوکیومتری

1. مول

مول واحد شمارش ذرات در شیمی است.

هر 1 مول ماده برابر است با:

6.02×10^{23} ذره

این عدد را «عدد آووگادرو» می‌نامند.

فرمول عدد ذرات

$N = n \times NA$

که در آن:

• N = تعداد ذرات
• n = تعداد مول
• NA = عدد آووگادرو

مثال

2 مول آب چند مولکول دارد؟

$N = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$

$N = 1.204 \times 10^{24}$

---

2. جرم مولی

جرم مولی برابر جرم یک مول ماده است.

واحد آن:

گرم بر مول (g/mol)

فرمول جرم مولی

$M = m / n$

که:

- M = جرم مولی
- m = جرم
- n = تعداد مول

مثال

اگر 36 گرم آب داشته باشیم:

جرم مولی آب:

18 g/mol

$n = m / M$

$n = 36 / 18$

$n = 2\ mol$

فصل سوم: معادله شیمیایی موازنه‌شده

اهمیت موازنه

قبل از حل مسائل استوکیومتری باید معادله شیمیایی موازنه شود.

زیرا تعداد اتم‌ها باید در دو طرف واکنش برابر باشد.

مثال

واکنش تولید آب:

$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$

این معادله موازنه نیست.

معادله صحیح:

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

قانون پایستگی جرم

در واکنش شیمیایی:

جرم مواد اولیه = جرم مواد تولیدشده

فصل چهارم: مراحل حل مسائل استوکیومتری

مرحله 1

نوشتن معادله شیمیایی

مرحله 2

موازنه معادله

مرحله 3

تبدیل داده‌ها به مول

مرحله 4

استفاده از نسبت مولی

مرحله 5

تبدیل مول به واحد خواسته‌شده

فصل پنجم: نسبت مولی

تعریف

ضرایب معادله شیمیایی نشان‌دهنده نسبت مولی هستند.

مثال

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

نسبت‌ها:

- H_2 به O_2 برابر 2 به 1
- H_2O به O_2 برابر 2 به 1

فرمول کلی نسبت مولی

$n_1 / n_2 = coefficient_1 / coefficient_2$

فصل ششم: محاسبات جرم در استوکیومتری

فرمول اصلی

$n = m / M$

مثال 1

چند گرم CO_2 از سوختن کامل 12 گرم کربن تولید می‌شود؟

معادله:

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

جرم مولی کربن:

12 g/mol

$n = 12 / 12 = 1$ mol

طبق واکنش:

$1\ \text{mol C} \rightarrow 1\ \text{mol } CO_2$

جرم مولی CO_2:

$44\ \text{g/mol}$

$m = n \times M$

$m = 1 \times 44$

$m = 44\ \text{g}$

مثال 2

چند گرم آب از 4 مول هیدروژن تولید می‌شود؟

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

طبق نسبت:

$2\ \text{mol } H_2 \rightarrow 2\ \text{mol } H_2O$

پس:

$4\ \text{mol } H_2 \rightarrow 4\ \text{mol } H_2O$

جرم مولی آب:

$18\ \text{g/mol}$

$m = 4 \times 18$

$m = 72\ \text{g}$

فصل هفتم: استوکیومتری گازها

حجم مولی گازها

در شرایط استاندارد:

$$1 \text{ mol gas} = 22.4 \text{ L}$$

فرمول حجم گاز

$$V = n \times 22.4$$

مثال

2 مول اکسیژن چه حجمی دارد؟

$$V = 2 \times 22.4$$

$$V = 44.8 \text{ L}$$

مثال واکنشی

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

اگر 3 مول هیدروژن مصرف شود، چند لیتر آمونیاک تولید می‌شود؟

طبق واکنش:

$$3 \text{ mol } H_2 \rightarrow 2 \text{ mol } NH_3$$

پس:

$$2 \text{ mol } NH_3$$

$$V = 2 \times 22.4$$

$$V = 44.8 \text{ L}$$

فصل هشتم: واکنش‌دهنده محدودکننده

تعریف

ماده‌ای که زودتر تمام شود، واکنش‌دهنده محدودکننده نام دارد.

این ماده مقدار محصول را تعیین می‌کند.

مثال

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

اگر:

- 2 مول H_2
- 2 مول O_2

داشته باشیم:

طبق واکنش:

2 مول H_2 فقط به 1 مول O_2 نیاز دارد.

پس اکسیژن اضافی است و هیدروژن محدودکننده است.

فصل نهم: درصد بازده واکنش

تعریف

در عمل همیشه مقدار واقعی محصول کمتر از مقدار تئوری است.

فرمول درصد بازده

Yield = (Actual Yield / Theoretical Yield) × 100 %

مثال

اگر بازده واقعی 80 گرم و بازده تئوری 100 گرم باشد:

Yield = (80 / 100) × 100 %

Yield = 80% %

فصل دهم: فرمول‌های مهم استوکیومتری

فرمول مول

$$n = m / M$$

فرمول جرم

$$m = n \times M$$

فرمول حجم گاز

$$V = n \times 22.4$$

فرمول تعداد ذرات

$$N = n \times NA$$

فرمول درصد بازده

$$Yield = (Actual / Theoretical) \times 100\ \%$$

فصل یازدهم: 20 مثال کامل استوکیومتری

مثال 1

2 مول اکسیژن چند گرم است؟

$M(O_2)=32$

$$m = 2 \times 32$$

$$m = 64\ g$$

مثال 2

18 گرم آب چند مول است؟

$n = 18 / 18$

$n = 1\ mol$

مثال 3

44 گرم CO_2 چند مول است؟

$n = 44 / 44$

$n = 1\ mol$

مثال 4

1 مول اکسیژن چند لیتر حجم دارد؟

$22.4\ L$

مثال 5

0.5 مول گاز چند لیتر حجم دارد؟

$V = 0.5 \times 22.4$

$V = 11.2\ L$

مثال 6

2 مول سدیم چند اتم دارد؟

$N = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$

مثال 7

جرم مولی H_2SO_4 را حساب کنید.

$2 + 32 + 64 = 98$ g/mol

مثال 8

چند گرم NaCl برابر 2 مول است؟

$M = 58.5$

$m = 2 \times 58.5$

$m = 117$ g

مثال 9

12 گرم کربن چند اتم دارد؟

1 مول کربن است.

پس:

6.02×10^{23} اتم

مثال 10

36 گرم آب چند مولکول دارد؟

2 مول آب

$N = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$

مثال 11

چند گرم اکسیژن از تجزیه آب تولید می‌شود؟

$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

مثال 12

جرم 3 مول CO_2 چقدر است؟

$m = 3 \times 44$

g 132

مثال 13

چند مول در 98 گرم H_2SO_4 وجود دارد؟

$n = 98 / 98$

mol 1

مثال 14

22.4 لیتر گاز چند مول است؟

mol 1

مثال 15

44.8 لیتر نیتروژن چند مول است؟

mol 2

مثال 16

جرم 0.5 مول متان چقدر است؟

$M(CH_4)=16$

$m = 0.5 \times 16$

g 8

مثال 17

2 مول NH_3 چند مولکول دارد؟

$N = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$

مثال 18

جرم 5 مول NaOH چقدر است؟

M=40

m=200 g

مثال 19

اگر 50 گرم محصول واقعی و 60 گرم محصول تئوری باشد، درصد بازده چقدر است؟

Yield = (50/60) × 100 %

83.3%

مثال 20

چند مول در 160 گرم اکسیژن وجود دارد؟

n = 160 / 32

5 mol

فصل دوازدهم: نکات طلایی استوکیومتری

نکته 1

همیشه ابتدا معادله را موازنه کنید.

نکته 2

تمام محاسبات استوکیومتری بر اساس مول انجام می‌شود.

نکته 3

ضرایب معادله همان نسبت مولی هستند.

نکته 4

واکنش‌دهنده محدودکننده مقدار محصول را تعیین می‌کند.

نکته 5

در شرایط استاندارد هر مول گاز 22.4 لیتر حجم دارد.

فصل سیزدهم: جدول جرم مولی مواد مهم

ماده	جرم مولی
H_2	2
O_2	32
H_2O	18
CO_2	44
NaCl	58.5
NH_3	17
CH_4	16
H_2SO_4	98
NaOH	40
$CaCO_3$	100

فصل چهاردهم: تمرین‌ها

سوال 1

36 گرم آب چند مول است؟

سوال 2

44 گرم CO_2 چند مولکول دارد؟

سوال 3

چند گرم اکسیژن برابر 3 مول است؟

سوال 4

11.2 لیتر گاز چند مول است؟

سوال 5

جرم 4 مول NaOH را حساب کنید.

فصل پانزدهم: پاسخ تمرین‌ها

پاسخ سوال 1

$n = 36 / 18$

$n = 2\ mol$

پاسخ سوال 2

1 مول CO_2 است.

پس:

6.02×10^{23} مولکول

پاسخ سوال 3

$m = 3 \times 32$

g 96

پاسخ سوال 4

$n = 11.2 / 22.4$

mol 0.5

پاسخ سوال 5

$m = 4 \times 40$

g 160

فصل شانزدهم: جمع‌بندی نهایی

در این جزوه یاد گرفتیم که:

- استوکیومتری علم محاسبات شیمیایی است.
- مول مهم‌ترین مفهوم این مبحث است.
- همه مسائل باید با معادله موازنه‌شده حل شوند.
- نسبت مولی از ضرایب معادله به دست می‌آید.
- محاسبات جرم، مول، حجم گاز و تعداد ذرات به هم مرتبط هستند.
- واکنش‌دهنده محدودکننده و درصد بازده از مهم‌ترین مباحث پیشرفته استوکیومتری هستند.

فرمول‌های طلایی نهایی

فرمول مول

$n = m / M$

فرمول جرم

$$m = n \times M$$

فرمول تعداد ذرات

$$N = n \times 6.02 \times 10^{23}$$

فرمول حجم گاز

$$V = n \times 22.4$$

فرمول درصد بازده

$$\text{Yield} = (\text{Actual} / \text{Theoretical}) \times 100\ \%$$

نتیجه‌گیری

استوکیومتری یکی از اساسی‌ترین و مهم‌ترین بخش‌های شیمی است. تسلط بر این مبحث باعث می‌شود دانش‌آموز بتواند بسیاری از مسائل شیمی را به‌راحتی حل کند.

تمرین زیاد، یادگیری فرمول‌ها و درک نسبت مولی مهم‌ترین عوامل موفقیت در استوکیومتری هستند.