

# 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:

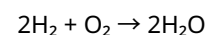
استوکیومتری به ما می‌گوید:

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

---

### مثال ساده

واکنش تشکیل آب:



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:

$$6.02 \times 10^{23} \text{ ذره}$$

این عدد را «عدد آووگادرو» می‌نامند.

---

### فرمول عدد ذرات

$$N = n \times N_A$$

که در آن:

$$N = \text{تعداد ذرات}$$

$$n = \text{تعداد مول}$$

$$N_A = \text{عدد آووگادرو}$$

---

### 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:

$$\text{جرم مولی} = M \cdot$$

$$\text{جرم} = m \cdot$$

$$\text{تعداد مول} = n \cdot$$

---

## مثال

اگر 36 گرم آب داشته باشیم:

جرم مولی آب:

$$18 \text{ g/mol}$$

$$n = m / M$$

$$n = 36 / 18$$

$$n = 2 \text{ mol}$$

---

## فصل سوم: معادله شیمیایی موازنه شده

### اهمیت موازنه

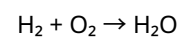
قبل از حل مسائل استوکیومتری باید معادله شیمیایی موازنه شود.

زیرا تعداد اتمها باید در دو طرف واکنش برابر باشد.

---

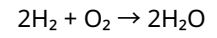
## مثال

واکنش تولید آب:



این معادله موازنه نیست.

معادله صحیح:



## 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

---

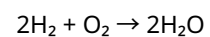
## فصل پنجم: نسبت مولی

### تعریف

ضرایب معادله شیمیایی نشان‌دهنده نسبت مولی هستند.

---

### مثال



نسبت‌ها:

- $\text{H}_2$  به  $\text{O}_2$  برابر 2 به 1
  - $\text{H}_2\text{O}$  به  $\text{O}_2$  برابر 2 به 1
- 

### فرمول کلی نسبت مولی

$$n_1 / n_2 = \text{coefficient}_1 / \text{coefficient}_2$$

---

## فصل ششم: محاسبات جرم در استوکیومتری

### فرمول اصلی

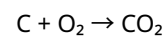
$$n = m / M$$

---

### مثال 1

چند گرم  $\text{CO}_2$  از سوختن کامل 12 گرم کربن تولید می‌شود؟

معادله:

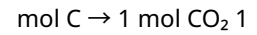


جرم مولی کربن:

$$12 \text{ g/mol}$$

$$n = 12 / 12 = 1 \text{ mol}$$

طبق واکنش:



جرم مولی  $\text{CO}_2$ :

$$\text{g/mol } 44$$

$$m = n \times M$$

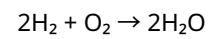
$$m = 1 \times 44$$

$$m = 44 \text{ g}$$

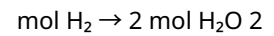
---

## مثال 2

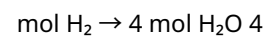
چند گرم آب از 4 مول هیدروژن تولید می‌شود؟



طبق نسبت:



پس:



جرم مولی آب:

$$\text{g/mol } 18$$

$$m = 4 \times 18$$

$$m = 72 \text{ g}$$

---

## فصل هفتم: استوکیومتری گازها

### حجم مولی گازها

در شرایط استاندارد:

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

---

### فرمول حجم گاز

$$V = n \times 22.4$$

---

### مثال

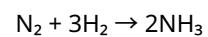
2 مول اکسیژن چه حجمی دارد؟

$$V = 2 \times 22.4$$

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

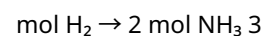
---

### مثال واکنشی



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

طبق واکنش:



پس:



$$V = 2 \times 22.4$$

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

---

## فصل هشتم: واکنش دهنده محدودکننده

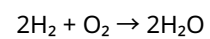
### تعریف

ماده‌ای که زودتر تمام شود، واکنش دهنده محدودکننده نام دارد.

این ماده مقدار محصول را تعیین می‌کند.

---

## مثال



اگر:

2 • مول  $\text{H}_2$

2 • مول  $\text{O}_2$

داشته باشیم:

طبق واکنش:

2 مول  $\text{H}_2$  فقط به 1 مول  $\text{O}_2$  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

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

---

## مثال

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

$$\text{Yield} = (80 / 100) \times 100 \%$$

$$\text{Yield} = 80\% \%$$

---

## 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

$$N = n \times N_A$$

---

فرمول درصد بازده

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

---

## فصل یازدهم: 20 مثال کامل استوکیومتری

مثال 1

2 مول اکسیژن چند گرم است؟

$$M(\text{O}_2) = 32$$

$$m = 2 \times 32$$

$$m = 64 \text{ g}$$

---

## مثال 2

18 گرم آب چند مول است؟

$$n = 18 / 18$$

$$n = 1 \text{ mol}$$

---

## مثال 3

44 گرم  $\text{CO}_2$  چند مول است؟

$$n = 44 / 44$$

$$n = 1 \text{ mol}$$

---

## مثال 4

1 مول اکسیژن چند لیتر حجم دارد؟

$$L \ 22.4$$

---

## مثال 5

0.5 مول گاز چند لیتر حجم دارد؟

$$V = 0.5 \times 22.4$$

$$V = 11.2 \text{ L}$$

---

## 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.

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

---

## مثال 8

چند گرم NaCl برابر 2 مول است؟

$$M = 58.5$$

$$m = 2 \times 58.5$$

$$m = 117 \text{ g}$$

---

## مثال 9

12 گرم کربن چند اتم دارد؟

1 مول کربن است.

پس:

$$10^{23} \times 6.02$$

---

## مثال 10

36 گرم آب چند مولکول دارد؟

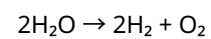
2 مول آب

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

---

## مثال 11

چند گرم اکسیژن از تجزیه آب تولید می‌شود؟



---

## مثال 12

جرم 3 مول  $\text{CO}_2$  چقدر است؟

$$m = 3 \times 44$$

$$g \ 132$$

---

## مثال 13

چند مول در 98 گرم  $\text{H}_2\text{SO}_4$  وجود دارد؟

$$n = 98 / 98$$

$$\text{mol } 1$$

---

## مثال 14

22.4 لیتر گاز چند مول است؟

$$\text{mol } 1$$

---

## مثال 15

44.8 لیتر نیتروژن چند مول است؟

$$\text{mol } 2$$

---

## مثال 16

جرم 0.5 مول متان چقدر است؟

$$M(\text{CH}_4)=16$$

$$m = 0.5 \times 16$$

$$g \ 8$$

---

## مثال 17

2 مول  $\text{NH}_3$  چند مولکول دارد؟

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

---

## مثال 18

جرم 5 مول  $\text{NaOH}$  چقدر است؟

$$M=40$$

$$m=200 \text{ g}$$

---

## مثال 19

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

$$\text{Yield} = (50/60) \times 100 \%$$

$$83.3\%$$

---

## مثال 20

چند مول در 160 گرم اکسیژن وجود دارد؟

$$n = 160 / 32$$

$$\text{mol } 5$$

---

## 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

جرم مولی	ماده
2	H <sub>2</sub>
32	O <sub>2</sub>
18	H <sub>2</sub> O
44	CO <sub>2</sub>
58.5	NaCl
17	NH <sub>3</sub>
16	CH <sub>4</sub>
98	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
40	NaOH
100	CaCO <sub>3</sub>

---

## فصل چهاردهم: تمرین‌ها

### سوال 1

36 گرم آب چند مول است؟

---

### سوال 2

44 گرم  $\text{CO}_2$  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  $\text{NaOH}$  را حساب کنید.

---

## فصل پانزدهم: پاسخ تمرین‌ها

### پاسخ سوال 1

$$n = 36 / 18$$

$$n = 2 \text{ mol}$$

---

### پاسخ سوال 2

1 مول  $\text{CO}_2$  است.

پس:

$10^{23} \times 6.02$  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: جمع بندی نهایی

در این جزوه یاد گرفتیم که:

- استوکیومتری علم محاسبات شیمیایی است.
  - مول مهم ترین مفهوم این مبحث است.
  - همه مسائل باید با معادله موازنه شده حل شوند.
  - نسبت مولی از ضرایب معادله به دست می آید.
  - محاسبات جرم، مول، حجم گاز و تعداد فرات به هم مرتبط هستند.
  - واکنش دهنده محدودکننده و درصد بازده از مهم ترین مباحث پیشرفته استوکیومتری هستند.
- 

## فرمول های 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

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

---

## نتیجه گیری

استوکیومتری یکی از اساسی ترین و مهم ترین بخش های شیمی است. تسلط بر این مبحث باعث می شود دانش آموز بتواند بسیاری از مسائل شیمی را به راحتی حل کند.

تمرین زیاد، یادگیری فرمول ها و درک نسبت مولی مهم ترین عوامل موفقیت در استوکیومتری هستند.