

اصول و مبانی محاسبات در مهندسی شیمی  
هیمل بلاو

# سرفصل درس

- اصول محاسبات در مهندسی شیمی
- موازنه ماده
- خواص سیالات
- موازنه انرژی

# مفاهیم

- ابعاد (کمیت ها): مفاهیم پایه و اساسی در انجام محاسبات

کمیت های اصلی : طول، جرم، زمان، دما و مول

کمیت های فرعی: بر اساس کمیت های اصلی تعریف می شوند (نیرو، شتاب، سرعت، انرژی، توان و...)

- آحاد: وسیله بیان میزان ابعاد هستند.

Physical Quantity	Name of Unit	Symbol for Unit*	Definition of Unit
<i>Basic SI Units</i>			
Length	metre, meter	m	
Mass	kilogramme, kilogram	kg	
Time	second	s	
Temperature	kelvin	K	
Molar amount	mole	mol	
<i>Derived SI Units</i>			
Energy	joule	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \rightarrow \text{Pa} \cdot \text{m}^3$
Force	newton	N	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \rightarrow \text{J} \cdot \text{m}^{-1}$
Power	watt	W	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \rightarrow \text{J} \cdot \text{s}^{-1}$
Density	kilogram per cubic meter		$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
Velocity	meter per second		$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Acceleration	meter per second squared		$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
Pressure	newton per square meter, pascal		$\text{N} \cdot \text{m}^{-2}, \text{Pa}$
Heat capacity	joule per (kilogram · kelvin)		$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

<b>Time</b>	minute, hour, day, year	min, h, d, y
<b>Temperature</b>	degree Celsius	°C
<b>Volume</b>	litre, liter (dm <sup>3</sup> )	L
<b>Mass</b>	tonne, ton (Mg), gram	t, g

---

<b>Quantity</b>	<b>SI</b>	<b>SI (mm)</b>	<b>US Unit (ft)</b>	<b>US Unit (inch)</b>
Length	m	mm	ft	in
Force	N	N	lbf	lbf
Mass	kg	tonne (10 <sup>3</sup> kg)	slug	lbf s <sup>2</sup> /in
Time	s	s	s	s
Stress	Pa (N/m <sup>2</sup> )	MPa (N/mm <sup>2</sup> )	lbf/ft <sup>2</sup>	psi (lbf/in <sup>2</sup> )
Energy	J	mJ (10 <sup>-3</sup> J)	ft lbf	in lbf
Density	kg/m <sup>3</sup>	tonne/mm <sup>3</sup>	slug/ft <sup>3</sup>	lbf s <sup>2</sup> /in <sup>4</sup>

# جدول ضرایب تبدیل

## تبدیل واحدهای متریک

1 centimeter	=	10 millimeters	1 cm	=	10 mm
1 meter	=	100 centimeters	1 m	=	100 cm
1 kilometer	=	1000 meters	1 km	=	1000 m

## تبدیلات استاندارد

1 foot	=	12 inches	1 ft	=	12 in
1 yard	=	3 feet	1 yd	=	3 ft
1 yard	=	36 inches	1 yd	=	36 in
1 mile	=	1760 yards	1 mi	=	1760 yd

## تبدیلات استاندارد -> متریک

1 millimeter	=	0.03937 inches	1 mm	=	0.03937 in
1 centimeter	=	0.39370 inches	1 cm	=	0.39370 in
1 meter	=	39.37008 inches	1 m	=	39.37008 in
1 meter	=	3.28084 feet	1 m	=	3.28084 ft
1 meter	=	1.09361 yards	1 m	=	1.09361 yd
1 kilometer	=	1093.6133 yards	1 km	=	1093.6133 yd
1 kilometer	=	0.62137 miles	1 km	=	0.62137 mi

## تبدیلات متریک -> استاندارد

1 inch	=	2.54 centimeters	1 in	=	2.54 cm
1 foot	=	30.48 centimeters	1 ft	=	30.48 cm
1 yard	=	91.44 centimeters	1 yd	=	91.44 cm
1 yard	=	0.9144 meters	1 yd	=	0.9144 m
1 mile	=	1609.344 meters	1 mi	=	1609.344 m
1 mile	=	1.609344 kilometers	1 mi	=	1.609344 km

# عملیات ریاضی مربوط به واحد ها

- عملیات جمع و تفریق و تساوی : باید کمیت ها از یک جنس و دارای واحد یکسان باشند

$$~~3 \text{ kg} + 5 \text{ m}~~$$

$$~~3 \text{ kg} + 5 \text{ lb}~~$$

مثال تبدیل واحد: ۲ کیلومتر معادل چند مایل می باشد؟

مثال: ۴۰۰ اینچ مکعب در روز معادل چند سانتی متر مکعب در دقیقه می باشد؟

تمرین: در رابطه زیر اگر واحد فشار atm و واحد حجم  $\text{cm}^3$  باشد، واحدهای a و b را تعیین کنید.

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$



# نیرو

- ۱ نیوتن: نیرویی است که جسمی به جرم یک کیلوگرم را با شتابی معادل  $1 \text{ m/s}^2$  به حرکت در آورد.

- ۱ پوند نیرو: نیرویی است که جرمی معادل  $1 \text{ lb}_m$  را با شتابی معادل شتاب ناشی از جاذبه زمین به حرکت در آورد.

• مول: یک مول عبارتست از مقداری از یک جسم که تعداد ذرات آن برابر  $۱۰^{۲۳} * ۶/۰۲۲$  باشد.

- kgmol: kmol
- gmol: mol
- Ibmol
- $1 \text{ kgmol} = 1000 \text{ gmol}$  ,  $1 \text{ Ibmol} = 453.6 \text{ gmol}$

• جرم مولکولی: جرم یک مول از یک ماده معین (وزن مولکولی)

مثال: اگر در ظرفی  $2 \text{ Ib}_m$  ماده  $\text{NaOH}$  موجود می باشد. تعیین کنید که در این ظرف چند گرم مول از این ماده موجود است؟

- دانسیته و حجم مخصوص:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\hat{v} = \frac{V}{m}$$

- دانسیته ویژه

$$\text{Sp. gr: } \gamma = \frac{\rho}{\rho_{ref}}$$

- API°: در صنعت نفت، چگالی مایعات هیدروکربنی با درجه ای پی ای بیان می شود.

- شدت جریان: (دبی)

شدت جریان جرمی: جرمی است که در واحد زمان از یک مقطع عبور می کند.

$$\dot{m} = \frac{m}{t}$$

شدت جریان حجمی: حجمی است که در واحد زمان از یک مقطع عبور می کند.

$$\dot{V} = \frac{V}{t}$$

شدت جریان مولی: مولی است که در واحد زمان از یک مقطع عبور می کند.

$$\dot{n} = \frac{n}{t}$$

- جزء مولی (کسر مولی) و جزء جرمی (کسر جرمی)

تعداد مول یا جرم هر جزء به مول یا جرم کل

- غلظت مولی: تعداد مولهای هر جزء در واحد حجم
- غلظت جرمی: جرم هر جزء در واحد حجم
- ppm: قسمت در میلیون (برای مایعات و جامدات بر اساس جرمی و برای گازها بر اساس مولی)
- ppb: قسمت در میلیارد

مثال: شدت جریان حجمی از راکتور در تولید دارویی با وزن مولکولی ۱۹۲، برابر با 1/min  
 ۱۰/۵ است. غلظت دارو ۴۱/۲٪ در آب و دانسیته محلول  $1/0.24 \text{ g/cm}^3$  است. غلظت  
 دارو را بر حسب  $\text{kg/l}$  در جریان خروجی و دبی جریان داروی خروجی را بر حسب  
 $\text{kgmol/min}$  محاسبه کنید.

مثال: حد مجاز ماده خطرناک HCN در هوا ۱۰ ppm است. این عدد را بر حسب mg HCN بر کیلو گرم هوا تبدیل کنید.

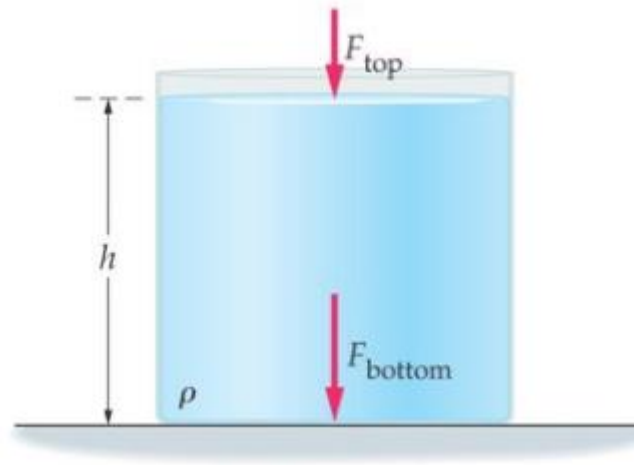
تمرین: محلول  $\text{HNO}_3$  در آب با چگالی ویژه ۱/۱ را در نظر بگیرید غلظت اسید برابر ۱۵ g/l است مطلوبست غلظت اسید بر حسب ppm

# فشار

- نیروی عمود بر واحد سطح

$$p = \frac{F}{A}$$

$$p_a = p_0 + \rho gh$$



- فشار نسبی (gauge)
- فشار مطلق (absolute)

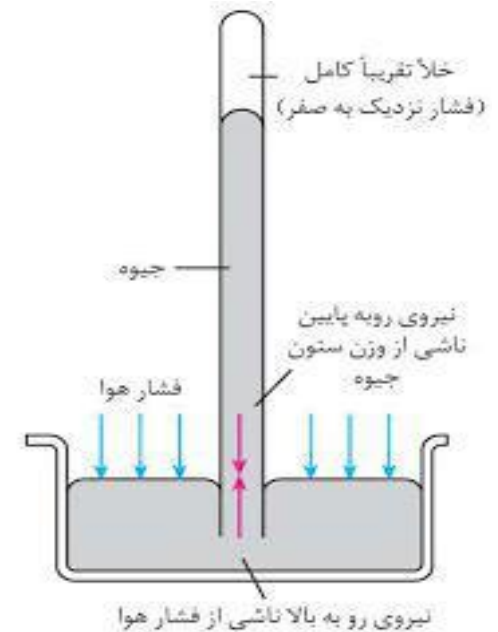
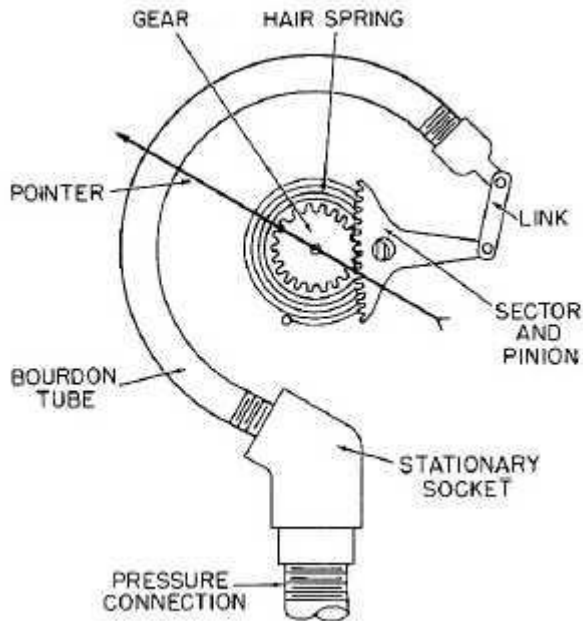
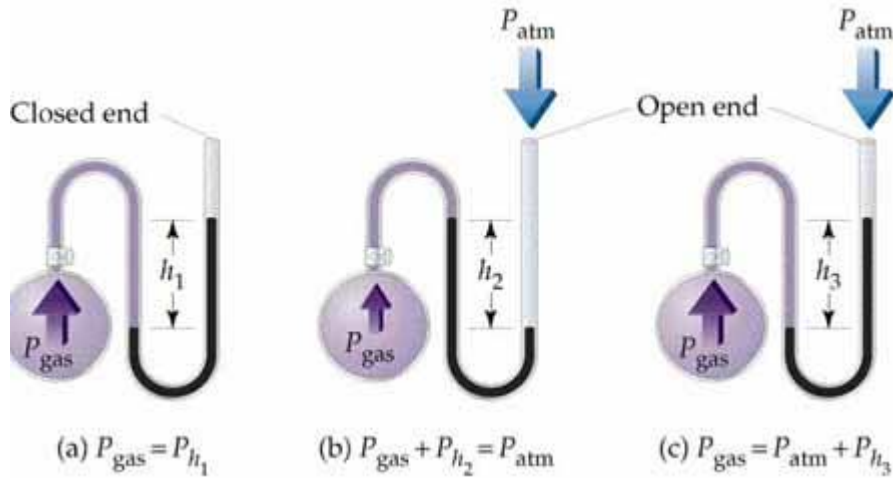


# اندازه گیری فشار

- مانومتر

- فشار سنج عقربه ای (bourdon)

- بارومتر



## تفاوت فشار اتمسفری و اتمسفری استاندارد

- فشار اتمسفری: کمیتی است متغیر که به کمک بارومتر تعیین می شود.
- فشار اتمسفری استاندارد: به جز در برخی روزها کنار دریا در هوای هیچ نقطه جهان فشار با مقدار استاندارد برابر نیست.

$$1atm = 101325Pa = 101.325kPa = 14.7psia = 760mm - Hg = 760Torr \\ = 33.91ft - H_2O = 29.92in - Hg$$

# دما

- مقیاس نسبی دما ( $^{\circ}\text{C}$  و  $^{\circ}\text{F}$ )
- مقیاس مطلق دما ( $\text{K}$  و  $^{\circ}\text{R}$ )

## مبنا (Base)

- تعریف : انتخاب مبنا برای کامل کردن اطلاعات مسئله: گاهی یکی از اطلاعات مسئله کم بوده و قابل حل نیست. برای حل این مسائل می توان یکی از متغیرهای مجهول را برابر مقدار خاصی در نظر گرفت و بقیه متغیرها را بدست آورد که به این مقدار خاص، مبنا گفته می شود.

- مثال: با فرض این که ۵۰ کیلوگرم گاز حاصل از یک واحد آزمایشگاهی با آنالیز زیر موجود می باشد. جرم مولکولی متوسط گاز را تعیین کنید.

مبنا:

جزء	ترکیب درصد
H <sub>2</sub>	10
CH <sub>4</sub>	40
CO	30
CO <sub>2</sub>	20
جمع	

مثال: نوعی زغال سنگ نرم با درجه متوسط از مواد زیر تشکیل شده است. مواد باقی مانده شامل C و H با نسبت مولی هیدروژن به کربن برابر ۹ است. مطلوبست الف) تعیین درصد وزنی H و C در کل زغال سنگ، ب) تعیین درصد وزنی هر یک از اجزاء بدون احتساب خاکستر و آب

مبنا:

ترکیب	درصد
S	2
N	1
O	6
ash	11
water	3
others	77