به نام پروردگار یکتا

موازنه مواد و انرژی

(جلسه اول)

مدرس: عباسی

دانشکده شهید رجایی شیراز

منابع :

۱- اصول محاسبات در مهندسی شیمی (هیمل بلاو)

۲- جزوه ی درس موازنه ی جرم و انرژی (اشرفی زاده)

نمره :

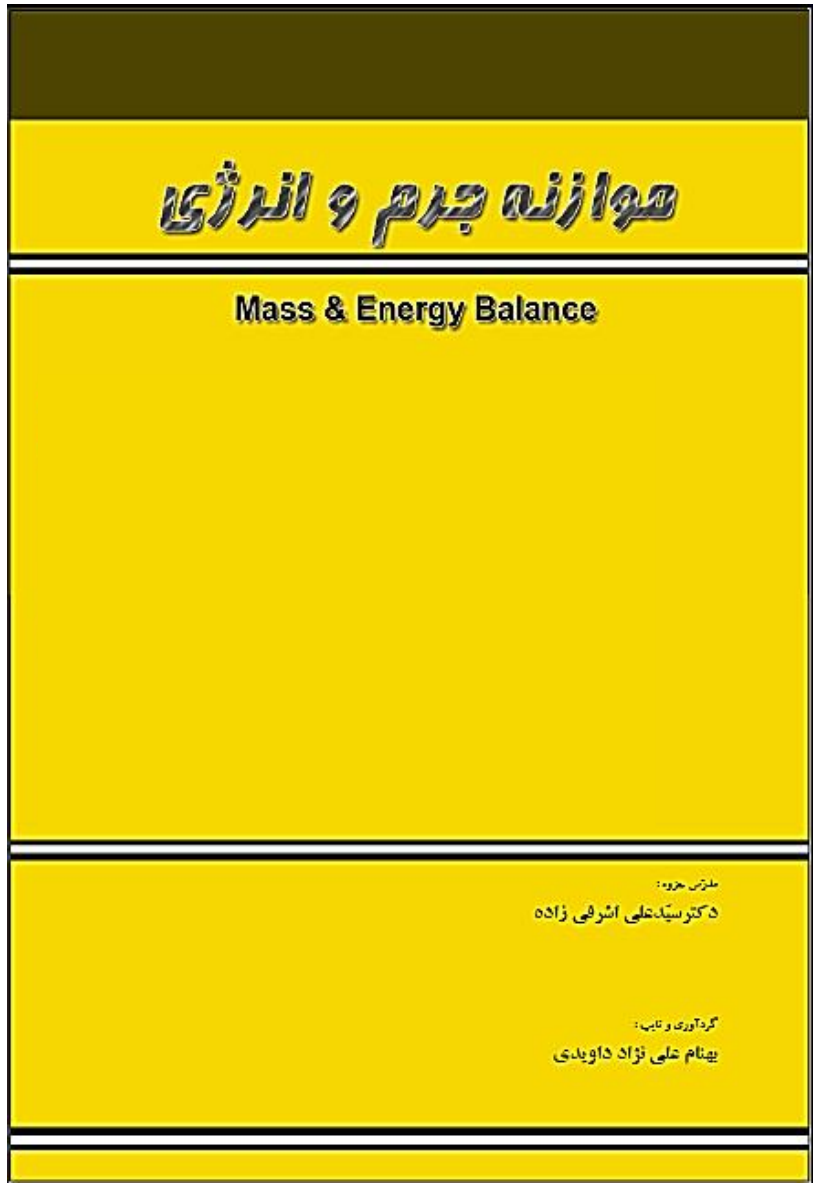
امتحان میان ترم

امتحان پایان ترم

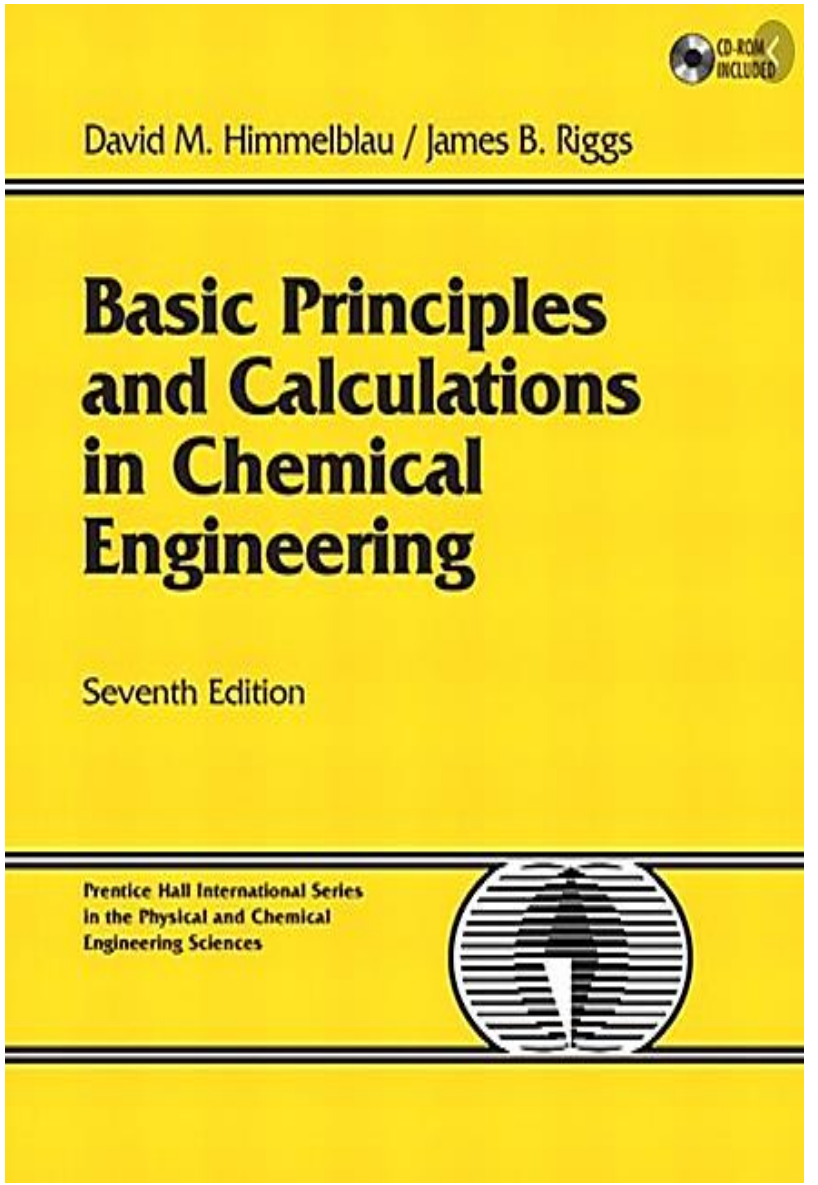
پروژه

تکالیف

منابع


موازنه جرم و انرژی
Mass & Energy Balance
مدرس محترم:
دکتر سیّدعلی اشرفی زاده
گردآوری و تایپ:
بهنام علی نژاد داویدی

ویرایش هفتم
ویرایش هفتم
جلد اول
همراه با CD
اصول بنیانی ومحاسباتی
در مهندسی شیمی
دیوید هیمل بلاو- جیمز ریگز
ترجمه :
ساناز پورمند ، سعید سلطانعلی ، فرید معمارزاده طهران
برگزیده دوازدهمین دوره کتاب سال دانشجویی


CD-ROM INCLUDED
David M. Himmelblau / James B. Riggs
Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering
Seventh Edition
Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences

ابعاد و دستگاه‌های ابعادی علمی و مهندسی

* بُعد (dimention) : مشخصه ای است که می‌خواهیم آن را اندازه گیری یا محاسبه کنیم.

مثال: دما ، جرم ، طول ، انرژی ، حجم ، نیرو ، فشار ، توان ، مول ، زمان و ...

* انواع ابعاد
  - مستقل (Fundamental) : به‌طور مستقل از سایر ابعاد تعریف می‌شود. مثال: طول ، دما ، زمان
  - وابسته (Derived) : به کمک ترکیبی از سایر ابعاد تعریف می‌شود. مثال: مساحت ، شتاب ، حجم
    - مساحت ← $(\text{طول})^2$
    - شتاب ← $\frac{\text{طول}}{(\text{زمان})^2}$
    - حجم ← $(\text{طول})^3$

* یکا (Unit) : به ابعاد معنی می‌دهد و اندازه‌ی آن‌ها را مشخص می‌کند.

* برای درک صحیح از ابعاد و قابلیت تبادل نتایج فعالیت های علمی و ... در سطح بین المللی ، سیستم هایا دستگاه های ابعادی تدوین و معرفی شد تا همه از آن‌ها تبعیت کنند و بتوانند نتایج تحقیقات خودرا با هم مقایسه و به جامعه گزارش کنند.

* در جدول زیر، مهمترین دستگاه های ابعادی و یکاهای کمیت های مهم را مشاهده می کنید که لازم است به خاطر سپرده شوند:

ابعاد / دستگاه	طول	جرم	زمان	دما	نیرو	انرژی	فشار
SI	m	kg	s	°C, K	N	J	Pa
cgs	cm	g	s	°C, K	dyne	erge	$dyne/cm^2$
AES	ft	lb_m	s	°F, R	lb_f	BTU	psf, psi
BES	ft	slug	s	°F, R	lb_w	BTU	psf, psi

* دو کمیت زمانی می‌توانند باهم جمع شوند که یکای مشابهی داشته باشند.

مثال

$2\,kg + 0.02\,kg = 2.02\,kg$ ✓ ، $2\,kg + 3\,m$ ✗

$2\,m + 0.03\,m = 2.03\,m$ ✓ ، $2\,m + 3\,cm$ ✗

* در کمیت وقتی در هم ضرب شوند، اعداد شان در هم ضرب می‌شود و یکاها نیز در هم ضرب می‌شوند. این موضوع در تقسیم هم صادق است.

مثال

$2\,kg \times 3.5\,m = 7.0\,kg.m$

$3\,s \times 0.01\,K = 0.03\,s.K$

* تبدیل یکاهای مهم برای طول :

$$\begin{cases} 1\,m = 100\,cm \\ 1\,cm = 10\,mm \\ 1\,in = 2.54\,cm \\ 1\,ft = 12\,in \\ 1\,ft = 30.48\,cm \\ 1\,km = 1000\,m \\ 1\,mile = 1.6\,km \end{cases}$$

* تبدیل یکاهای مهم برای جرم :

$$\begin{cases} 1\,kg = 1000\,g \\ 1\,slug = 32.2\,lbm \\ 1\,lbm = 454\,g \end{cases}$$

* تبدیل یکاهای مهم برای زمان :

$$\begin{cases} 1\ hr = 60\ min \\ 1\ min = 60\ s \end{cases} \qquad \begin{cases} 1\ yr = 12\ mon \\ 1\ mon = 30\ day \\ 1\ day = 24\ hr \end{cases}$$

* تبدیل یکاهای نیرو : نیرو یک کمیت وابسته است و براساس قانون دوم نیوتون تعریف می‌شود :

$$F = \frac{ma}{g_c}$$

SI

$$1N = \frac{1\ kg \cdot 1\ m/s^2}{1\ \frac{kg \cdot m}{N \cdot s^2}} \longrightarrow g_c = 1\ \frac{kg \cdot m}{N \cdot s^2}$$

AES

$$1\,lb_f = \frac{1\,lb_m \cdot 32.2\ ft/s^2}{32.2\ \frac{lb_m \cdot ft}{lb_f \cdot s^2}} \longrightarrow g_c = 32.174\ \frac{lb_m \cdot ft}{lb_f \cdot s^2}$$

BES

$$1\,lb_f = \frac{1\,slug \cdot 1\ ft/s^2}{32.2\ \frac{lb_m \cdot ft}{lb_f \cdot s^2}} \longrightarrow g_c = 32.174\ \frac{lb_m \cdot ft}{lb_f \cdot s^2}$$

cgs

$$1\ dyne = \frac{1\,g \cdot 1\ cm/s^2}{1\ \frac{g \cdot cm}{dyne \cdot s^2}} \longrightarrow g_c = 1\ \frac{g \cdot cm}{dyne \cdot s^2}$$

* در همه‌ی روابطی که دارای نیرو یا انرژی هستند (مثل قانون دوم نیوتون و انرژی جنبشی)، برای اینکه تناسب ابعاد در دو طرف تساوی، برقرار باشد، باید g_c در مخرج آن‌ها قرار داد. در سیستم های SI و cgs، مقدار g_c برابر با عدد یک و در سیستم‌های مهندسی، برابر با 32.174 یا تقریباً 32.2 است. به این مبحث، dimentional consistency یا homogenity گفته می‌شود.

مثال ← انرژی جنبشی از رابطه‌ی رویه رو به دست می‌آید: $E_k = \frac{1}{m}\frac{v^2}{g_c}$

مثال ← انرژی پتانسیل از رابطه‌ی رویه رو به دست می‌آید: $E_p = \frac{mgh}{g_c}$

* یکی از روش های محاسبه ی انرژی ، استفاده از تعریف کار است :

Work = Force × displacement

$\Rightarrow 1\,J = 1\,N \times 1\,m$

ژول

* کار انجام شده در واحد زمان را توان (Power) می نامند :

$power = \frac{Work}{Time} \Rightarrow 1\,W = \frac{1\,J}{1\,s}$

وات

* نیروی اعمال شده در واحد سطح ، فشار نام دارد :

$Pressure = \frac{Force}{Area} \Rightarrow 1\,Pa = \frac{1\,N}{1\,m^2}$

پاسکال

$b(a+2\,kg)=18\ atm$

مثال: کاهای a و b را در رابطه‌ی روبه رو به دست آورید:

$$\Rightarrow [a]=kg \qquad \Rightarrow b=\frac{18\ atm}{a+2\,kg} \qquad \Rightarrow [b]=\frac{atm}{kg}$$

مثال: ابعاد a و b و R را بیابید اگر T، دما و P، فشار و V، حجم باشد:

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

$$\hookrightarrow [b]=[V]=\text{volume}$$

$$\left[\frac{a}{V^2}\right]=[P]=\text{pressure} \qquad \Rightarrow [a]=[PV^2]=\text{pressure}\cdot(\text{volume})^2$$

$$[R]=\left[\frac{\overbrace{T}^{\text{temperature}}}{\underbrace{\left(P+\frac{a}{V^2}\right)}_{\text{pressure}}\underbrace{\left(V-b\right)}_{\text{volume}}}\right]=\frac{\text{temperature}}{\text{pressure}\cdot\text{volume}}$$

بر اساس توضیحات فایل تدریس، اصلاح شود.

تبدیل یکاها

* برای تبدیل یکای کمیت ها از یک سیستم به سیستم دیگر دو روش وجود دارد
۱- جداول تبدیل یکا
۲- استفاده از کسرهای واحد

① در جداول تبدیل یکا، مقدار معادل یکاهای مختلف که با هم برابرند، موجود است.

مثال: $1\,ft = 0.3048\,m$

② مقدارهای داده شده را در کسرهایی ضرب می‌کنیم که مقدارشان، عدد یک است اما یکا را تغییر می‌دهند. کسرهای واحد را براساس نیاز آن تعریف می‌کنیم. مثلاً $\frac{100\,cm}{1\,m}$ یک کسر واحد است چون صورت و مخرج آن با هم برابرند. روش استفاده به این صورت است که داده ی مسئله را نوشته و آن را در یک کسر واحد ضرب می‌کنیم. در مخرج کسر باید یکای داده شده نوشته شود و در صورت کسر، یکای خواسته شده قرار داده شود.

مثال: $1\,ft = ?\,m$

$$?m = 1\,ft \times \frac{12\,in}{1\,ft} \times \frac{2.54\,cm}{1\,in} \times \frac{1\,m}{100\,cm} = \frac{12 \times 2.54}{100}\,m = 0.3048\,m$$

کسر واحد کسر واحد کسر واحد

مثال: $100 \frac{in^3}{day} = ? \frac{cm^3}{min}$

$$? \frac{cm^3}{min} = 100 \frac{in^3}{day} \times \left(\frac{2.54\ cm}{1\ in}\right)^3 \times \frac{1\ day}{24\ hr} \times \frac{1\ hr}{60\ min} = 1.138 \frac{cm^3}{min}$$

کسر واحد کسر واحد کسر واحد

مثال: $2200 \frac{ft}{s} = ? \frac{mile}{hr}$

$$? \frac{mile}{hr} = 2200 \frac{ft}{s} \times \frac{0.3048\ m}{1\ ft} \times \frac{1\ km}{1000\ m} \times \frac{1\ mile}{1.6\ km} \times \frac{3600\ s}{1\ hr} = 1500 \frac{mile}{hr}$$

* برای اعداد بسیار بزرگ و بسیار کوچک ، پیشوندهایی به کار می‌روند که توان‌های مثبت و منفی 10 را نشان می‌دهند و لازم است به خاطر سپرده شوند :

نماد	پیشوند	ضریب
da	deca	10^{1}
h	hecto	10^{2}
k	kilo	10^{3}
M	mega	10^{6}
G	giga	10^{9}
T	tera	10^{12}

نماد	پیشوند	ضریب
d	deci	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	pico	10^{-12}

بر اساس توضیحات فایل تدریس، اصلاح شود.

تکلیف : تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید (با استفاده از کسرهای واحد) :

الف) kg/m به lbm/ft

ب) $\frac{kg}{m^3 . hr}$ به $1.00 \frac{lbm}{ft^3 . s}$

تکلیف: اگر u ، سرعت سیال برحسب $\frac{m}{s}$ ، ΔP افت فشار برحسب Pa و ρ ، چگالی سیال برحسب $\frac{kg}{m^3}$ باشد ، طبق فرمول زیر ، یکای پارامتر c چیست ؟

$$u = c\sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$$

تکلیف: اگر k ، ضریب هدایت گرمایی فلزمایع برحسب $\frac{J}{s.m.K}$ و T ، دما برحسب K باشد ، پارامترهای A و B در فرمول زیر چه یکایی دارند؟

$$k = A \exp(B/T)$$

مهلت ارسال پاسخ: تا یک هفته پس از ارسال فایل تدریس

ارسال پاسخ به ایمیل:

a.abasi.eng2014@gmail.com

در عنوان ایمیل حتما "تکلیف اول درس موازنه جرم و انرژی" نوشته شود.

نام فایل، نام دانشجو و شماره کلاس باشد.