

به نام پروردگار یکتا

اصول عملیات واحد

(جلسه اول)

مدرس: عباسی

منابع:

۱- عملیات انتقال جسم (تربیالی)

۲- انتقال جسم (بهنیاری)

۳-

نیز:

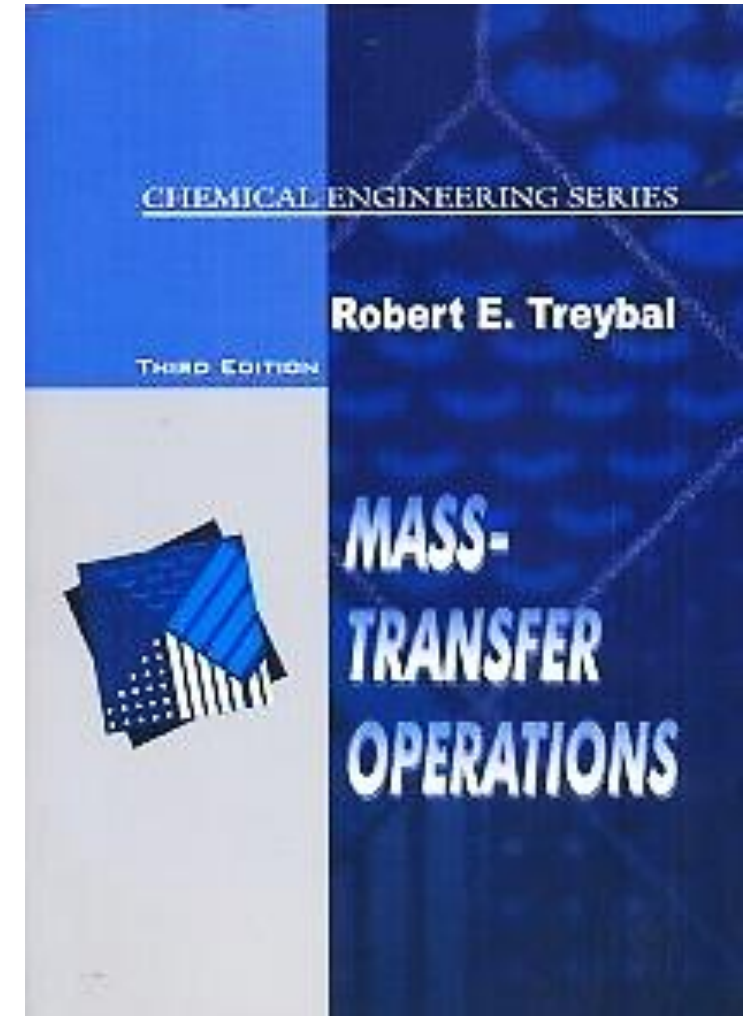
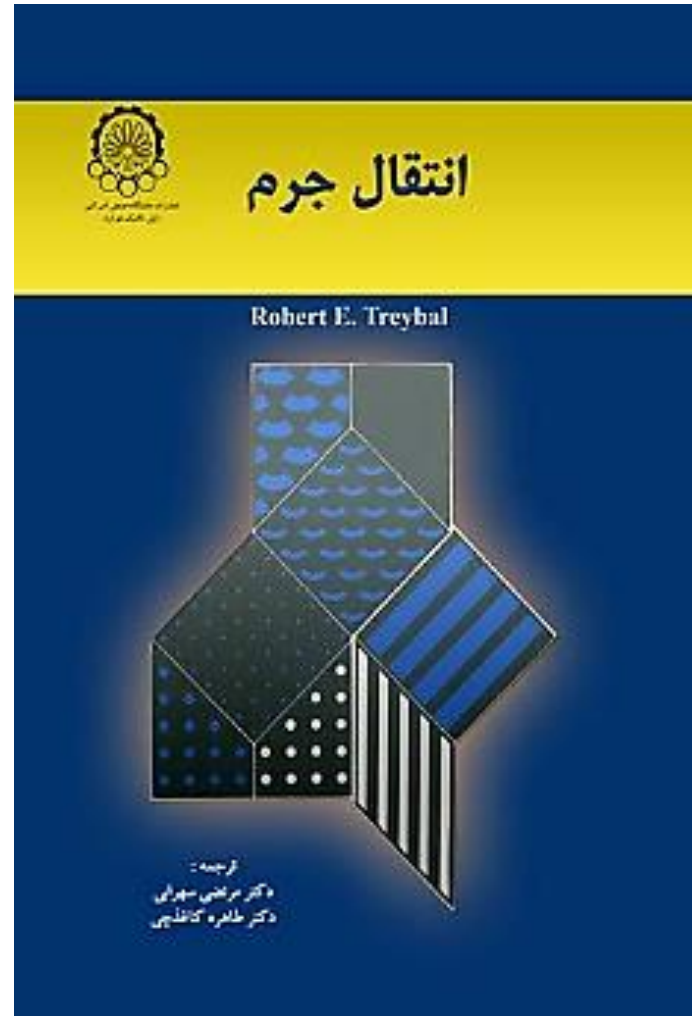
امتحان میان ترک

امتحان پایان ترک

پرورده

تالیف

References



بر اساس ترمودینامیک ← عدم تعادل ← حرکت سیستم به سمت تعادل

ناشی از اختلاف پتانسیل شیمیایی

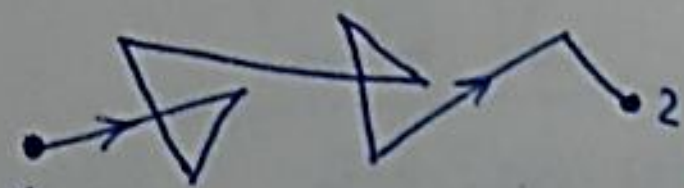
۱- اختلاف غلظت

۲- اختلاف دما

۳- اختلاف فشار

۴- اختلاف نیروی محرکه خارجی مثل نیروی مغناطیسی

* بر اساس تئوری جنبش ... یک مولکول روی یک مسیر مستقیم حرکت میکند ولی پس از برخورد با مولکول دیگر، سرعت و جهت آن گسسته می شود.



Z (مسافت نهایی)
 t (زمان)

$$\text{سرعت نفوذ} = \frac{Z}{t}$$

* مسیر آزاد متوسط (mean free path): فاصله متوسطی که یک مولکول بین دو برخورد متوالی طی میکند.

* سرعت نفوذ (diffusion rate): مسافت طی شده در واحد زمان است

* نفوذ مولکولی، خودبه خودی و بسیار کند است. تعداد زیاد مولکول ها باعث تعداد برخوردهای بیشتر و سرعت نفوذ کم خواهد بود.

$\left. \begin{array}{l} \leftarrow \text{برای بالا بردن سرعت نفوذ} \\ \leftarrow P \text{ کاهش تعداد برخوردها، کاهش زمان توقف} \\ \leftarrow T \text{ افزایش انرژی و سرعت حرکت مولکول ها} \end{array} \right\}$

دلیل تراکم بیشتر در مایعات \rightarrow $\lambda_{\text{مایعات}} > \lambda_{\text{گازها}}$

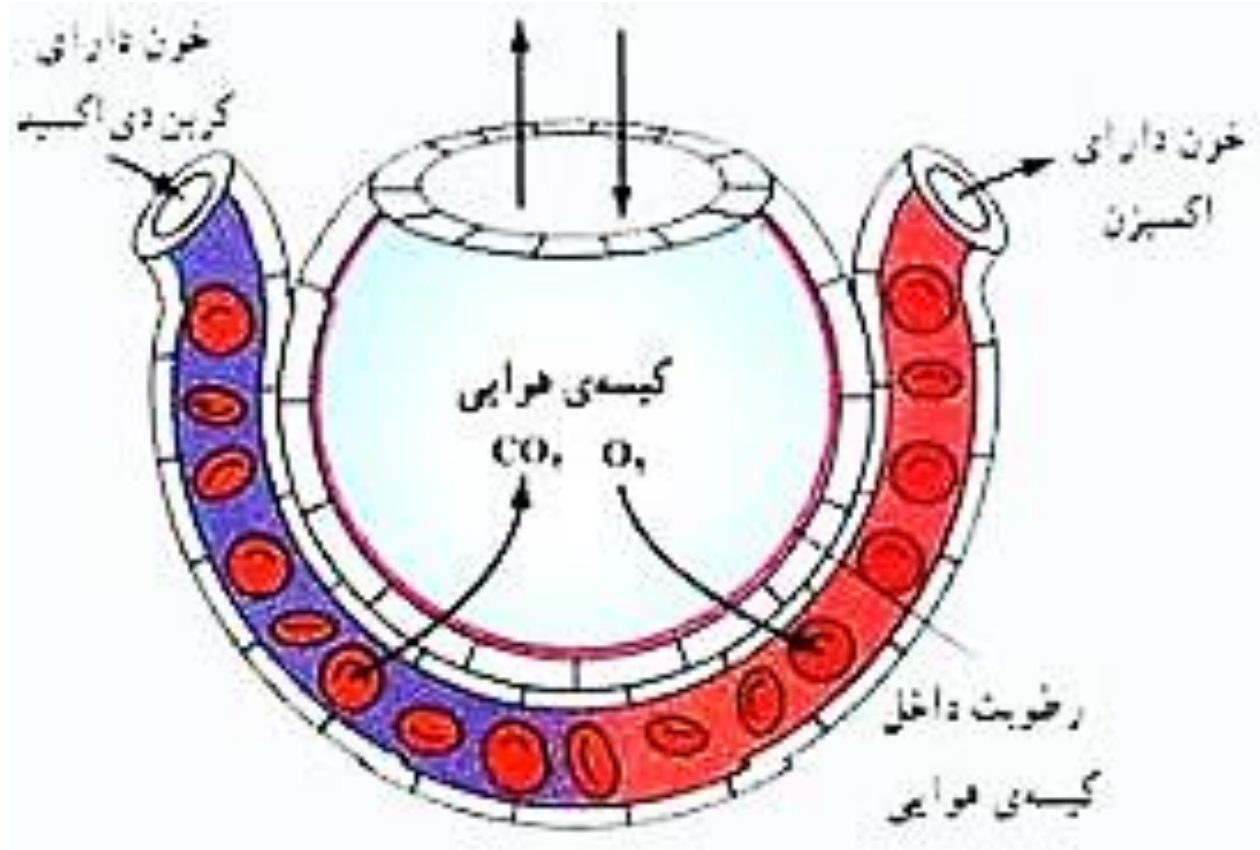
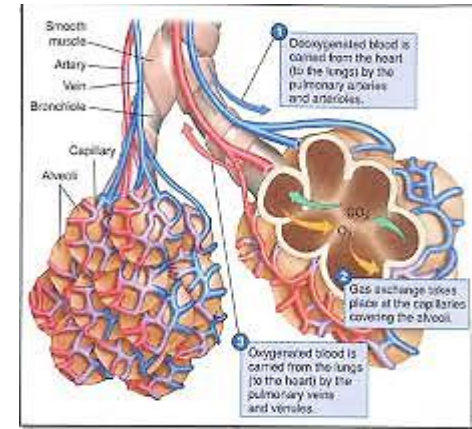
۱- قرار گرفتن قطره‌ای زنجبیلی در آب بدون ملاطمت و پخش شدن رنگ در آب.

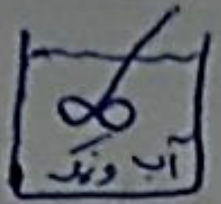
۲- نفوذ رنگ از یک لایه ساکن رنگ در کف یک مخزن آب ساکن

۳- پخش شدن بوی طعم در فضای اتاق با هوای ساکن

چند مثال از انتقال جرم

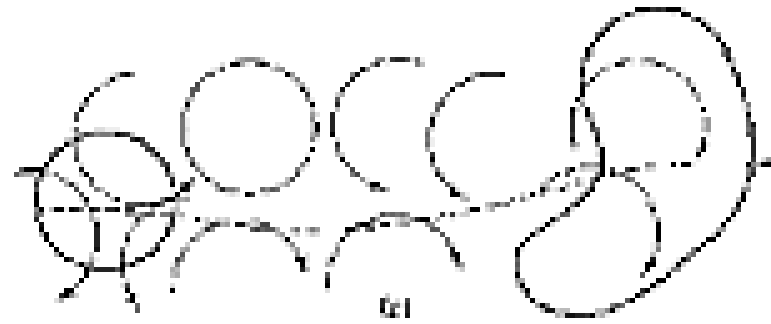
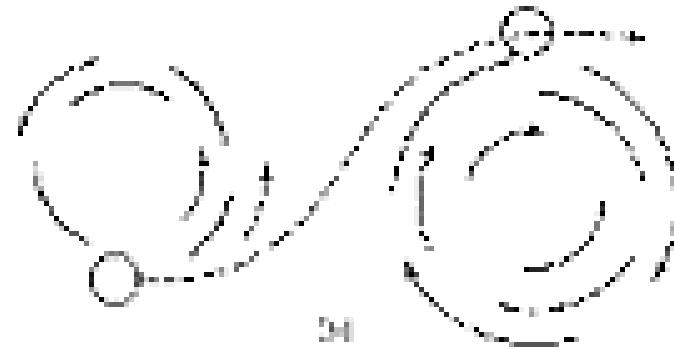
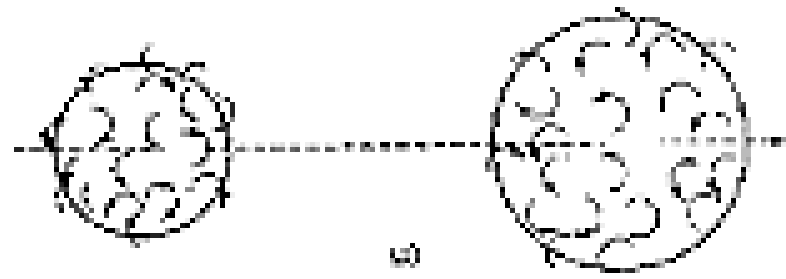






نوع ذرات مولکولی (molecular diffusion) ← انتقال جرم ناشی از حرکت تصادفی مولکول‌ها ← مثل نمونه‌های قبلی
نوع گردان‌ها (eddy diffusion) ← انتقال جرم ناشی از مجموعه‌ی مولکول‌ها یا گردانه‌ها ← مثل مقرون‌هوزن‌دار





* برای دانستن شدن انتقال جرم باید سرعت مخلوط را بدانیم.

سرعت متوسط مولی $U = \frac{\sum_{i=1}^n C_i v_i}{\sum_{i=1}^n C_i}$

سرعت متوسط جرمی $u = \frac{\sum_{i=1}^n p_i v_i}{\sum_{i=1}^n p_i}$

$$\left. \begin{aligned} v_i &= \text{سرعت نفوذ مولکولی جزء } i \\ C_i &= \frac{\text{تعداد مول } i}{\text{حجم مخلوط}} = \text{غلظت مولی جزء } i \\ p_i &= \frac{\text{جرم } i}{\text{حجم مخلوط}} = \text{غلظت جرمی جزء } i \end{aligned} \right\}$$

اوابا مفید بران محاسبه ی موارد بالا :

$$\left\{ \begin{aligned} p_i &= C_i M_i, & M_i &= \text{جرم مولکولی جزء } i \\ x_i &= \frac{C_i}{C}, & C &= \sum_{i=1}^n C_i, & x_i &= \text{جزء مولی } i \text{ در مخلوط}, & C &= \text{غلظت مولی مخلوط} \\ \omega_i &= \frac{p_i}{\rho}, & \rho &= \sum_{i=1}^n p_i, & \omega_i &= \text{جزء جرمی } i \text{ در مخلوط}, & \rho &= \text{غلظت جرمی مخلوط} \end{aligned} \right.$$

شمار (Flux): تعداد مول یا جرم های منتقل شده به ازای زمان در واحد سطح مقطع.

$$\text{flux} = \frac{\text{rate}}{\text{area}}$$

$$\xrightarrow{\text{مکا}} \frac{\frac{\text{mol}}{\text{s}}}{\text{m}^2} = \frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \quad \text{یا} \quad \frac{\frac{\text{kg}}{\text{s}}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

diffusion flux ← فقط نفوذ مولکولی
 convective flux ← نفوذ ناشی از سرعت توده‌ای مواد
 total flux ← مجموع در مورد قبل

انواع شمار

molar flux	mass flux
$J_i = C_i(v_i - U)$	$j_i = \rho_i(v_i - U)$
$I_i = C_i(v_i - u)$	$i_i = \rho_i(v_i - u)$
$N_i = C_i v_i$	$n_i = \rho_i v_i$

→ ناظر متحرک با سرعت U

→ ناظر متحرک با سرعت u

→ ناظر ثابت

$$J_i = C_i(v_i - U) = C_i v_i - C_i U = N_i - C_i U \Rightarrow N_i = J_i + C_i U$$

↓ total
↓ diffusion
→ convective

$$i_i = \rho_i(v_i - u) = \rho_i v_i - \rho_i u = n_i - \rho_i u \Rightarrow n_i = i_i + \rho_i u$$

* در سیستم های رقیق میتوان از $C_i U$ صرف نظر کرد و $N_i = J_i$.

* در سیستم های دو جزئی رقیق و نیز در سیستم های چند جزئی با جرم مولکولی مساوی ، $U \approx u$.

$$N_i = J_i + C_i V = J_i + C_i \frac{\sum C_i V_i}{\sum C_i} = J_i + \frac{C_i}{\sum C_i} \sum N_i = J_i + \alpha_i \sum N_i \Rightarrow N_i = J_i + \alpha_i N_t$$

$$N_1 = J_1 + \alpha_1 N_t$$

$$N_2 = J_2 + \alpha_2 N_t$$

⋮

$$N_n = J_n + \alpha_n N_t$$

∑

$$(N_1 + N_2 + \dots + N_n) = (J_1 + J_2 + \dots + J_n) + (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n) N_t$$

$$\Rightarrow \sum J_i = 0$$

الف) $n_i = l_i + w_i n_t$

ب) $\sum l_i = 0$

تکالیف ۱: روابط زیر را ثابت کنید (برای یک سیستم n جزئی):

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 اصول عملیات واحد" نوشته شود.

نام فایل، نام دانشجو باشد.