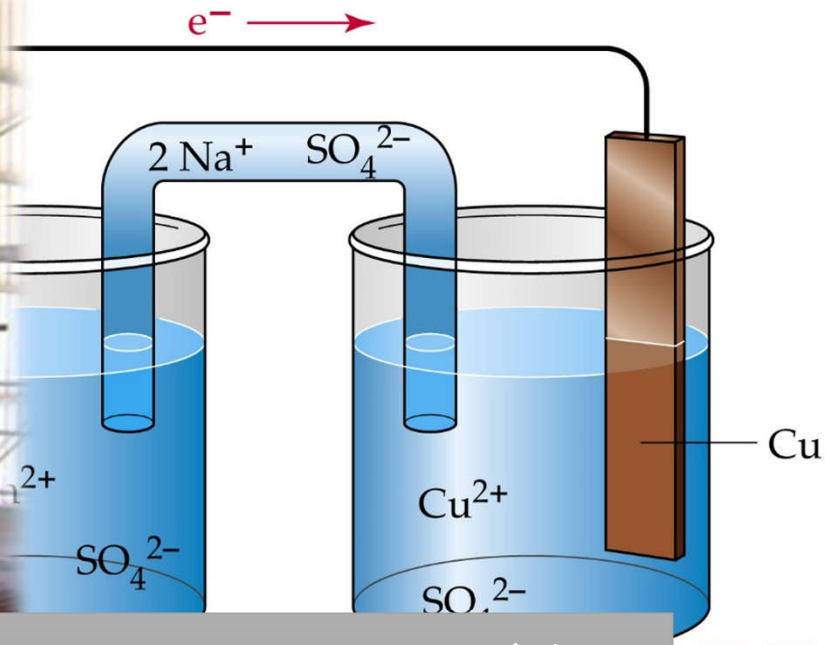
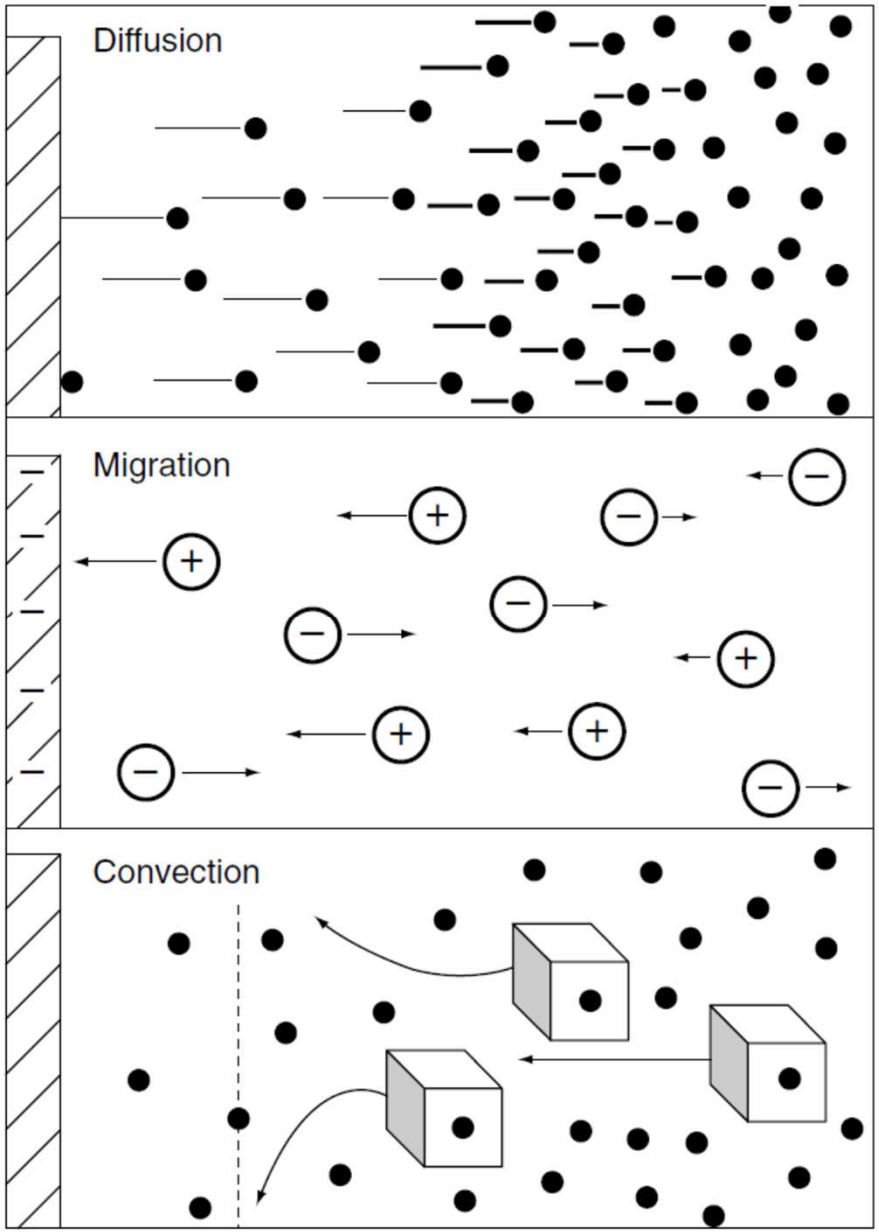


الکتروشیمی در فرآوری مواد معدنی

انتقال جرم
جلسه دوازدهم

واکنشهای کنترل شونده با انتقال جرم



- انتقال جرم توسط سه عامل انجام می شود:

- نفوذ (Diffusion)
- مهاجرت (Migration)
- همرفت (Convection)

واکنشهای کنترل شونده با انتقال جرم

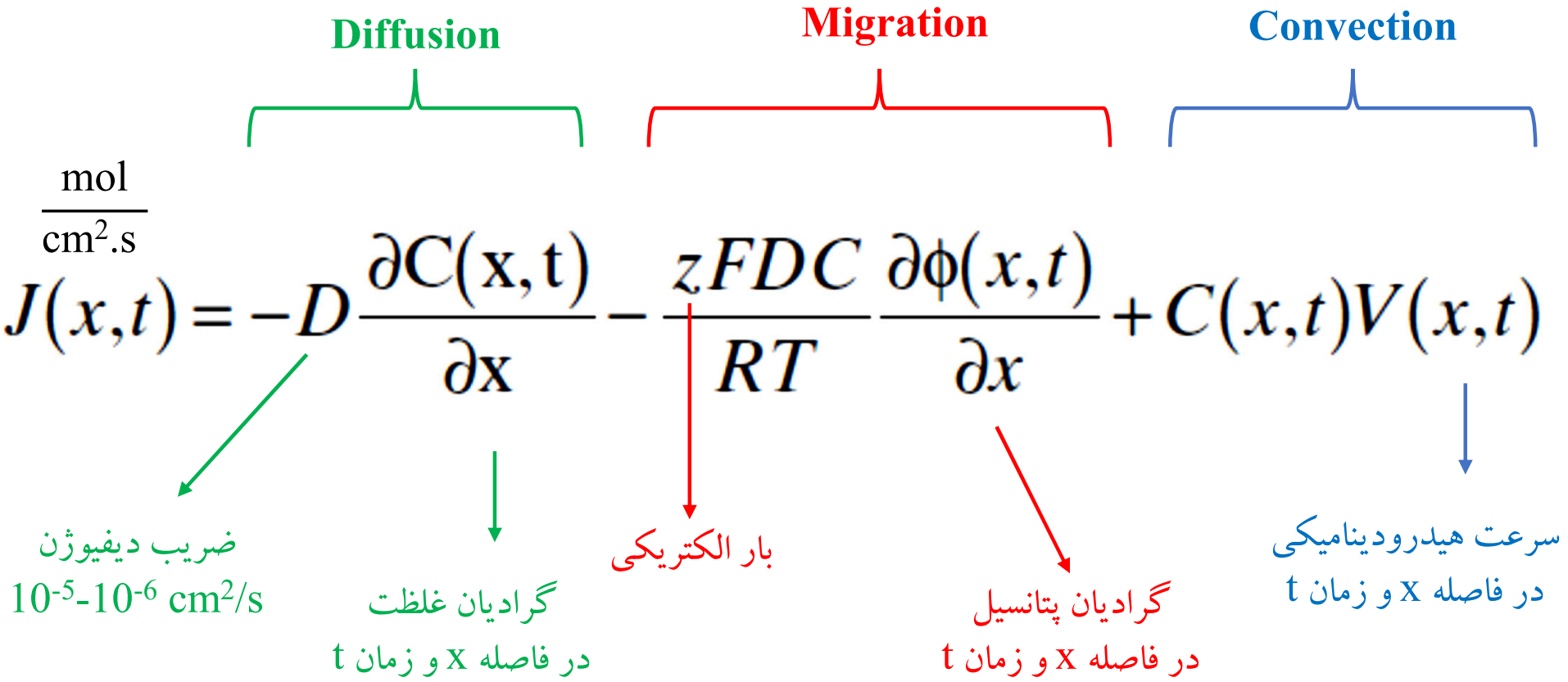
- نرخ انتقال جرم در یک نقطه، با فلاکس (Flux) بیان می شود.

- فلاکس (J): تعداد مولکول ماده عبور کرده از واحد سطح فرضی در واحد زمان ($mol.cm^{-2}\ s^{-1}$)

- فلاکس به سمت الکترود، با رابطه Nernst–Planck بیان می شود:

$$J(x,t) = -D\frac{\partial C(x,t)}{\partial x} - \frac{zFDC}{RT}\frac{\partial \phi(x,t)}{\partial x} + C(x,t)V(x,t)$$

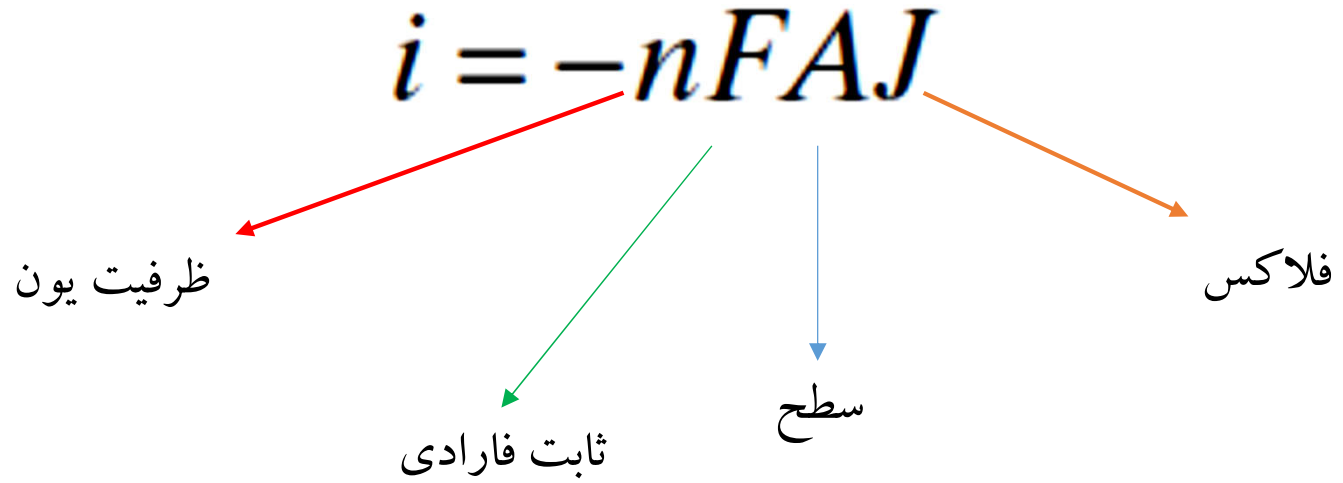
واکنشهای کنترل شونده با انتقال جرم



واکنشهای کنترل شونده با انتقال جرم

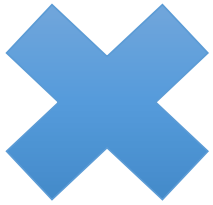
- جریان الکتریکی حاصل از انتقال جرم:

$$i = -nFAJ$$



واکنشهای کنترل شونده با انتقال جرم

$$J(x,t) = -D\frac{\partial C(x,t)}{\partial x}$$



- معمولاً، انتقال جرم در اثر هر سه عامل فوق صورت می گیرد و باعث پیچیدگی محاسبات می شود.

- درصورت استفاده از یک نمک بی اثر (الکترولیت)، می توان رسانایی محلول را بالا برد و گرادیان پتانسیل را از بین برد.

- درصورت استفاده از یک محلول ساکن(Quiescent)، می توان تاثیر همرفت را نیز از بین برد.

واکنشهای کنترل شونده با انتقال جرم

- بنابراین، به رابطه مقابل می رسیم:

قانون اول فیک (Fick's first law)

$$J(x,t) = -D\frac{\partial C(x,t)}{\partial x}$$

- همچنین، با توجه به رابطه:

$$i = -nFAJ$$

- می توان نوشت:

$$i = nFAD\frac{\partial C(x,t)}{\partial x}$$

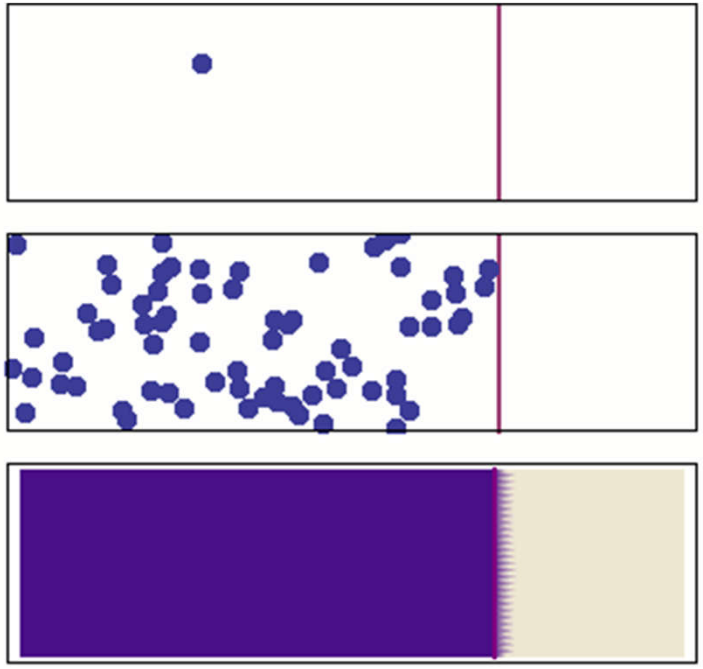
واکنشهای کنترل شونده با انتقال جرم

❖قانون اول فیک:

- فلاکس نفوذی، از منطقه پرغلظت به منطقه کم غلظت برقرار شده و بزرگی آن وابسته به بزرگی گرادیان غلظت است.

$$J(x,t) = -D\frac{\partial C(x,t)}{\partial x}$$

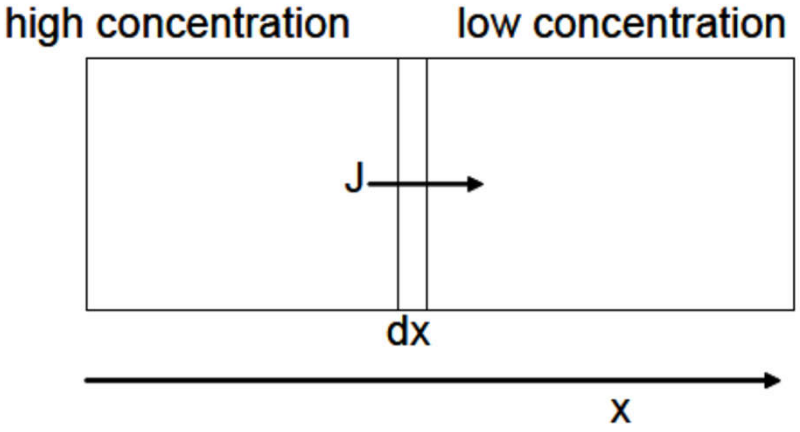
$\frac{mol}{cm^2.s}$ $\frac{cm^2}{s}$ $\frac{mol}{cm^4}$



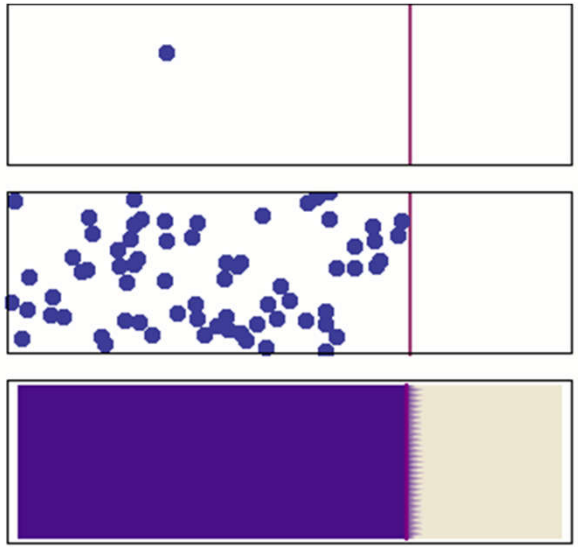
واکنشهای کنترل شونده با انتقال جرم

❖قانون دوم فیک:

- دیفیوژن باعث تغییر غلظت با زمان می شود.
- این قانون، تغییر غلظت را در طول زمان به تغییر شار در طول مکان مرتبط می نماید.



$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{1}{dx}\left[J(x) - J(x+dx)\right] = -\frac{\partial J}{\partial x}$$



واکنشهای کنترل شونده با انتقال جرم

❖**قانون دوم فیک:**

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} = D\frac{\partial^2 C(x,t)}{\partial x^2}$$

- این معادله، بیانگر نرخ تغییر غلظت در بین دو الکترود است.
- برای الکترودهای کروی، قانون دوم فیک به شکل زیر در می آید:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\left[\frac{\partial^2 C}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial C}{\partial r}\right]$$