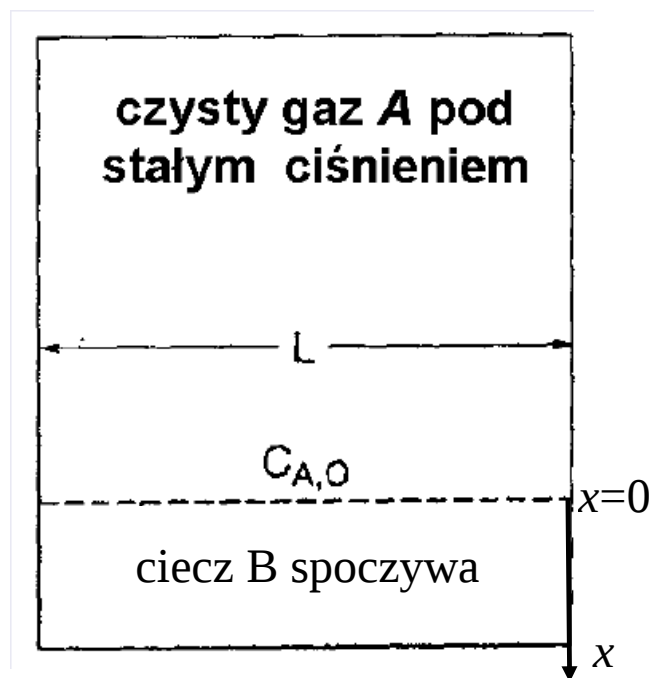


Dyfuzja połączona z konwekcją – dyspersja

(z łaciny *dispersio* - rozsianie, rozsypanie, rozproszenie)

Jednowymiarowa dyfuzja ze stałą koncentracją cząsteczek powyżej powierzchni granicznej (na razie bez konwekcji)

Rozwiązanie r. dyfuzji z war. pocz. $c_A(0,t) = \begin{cases} 0; & t < 0 \\ c_{A,0}; & t \geq 0 \end{cases}$



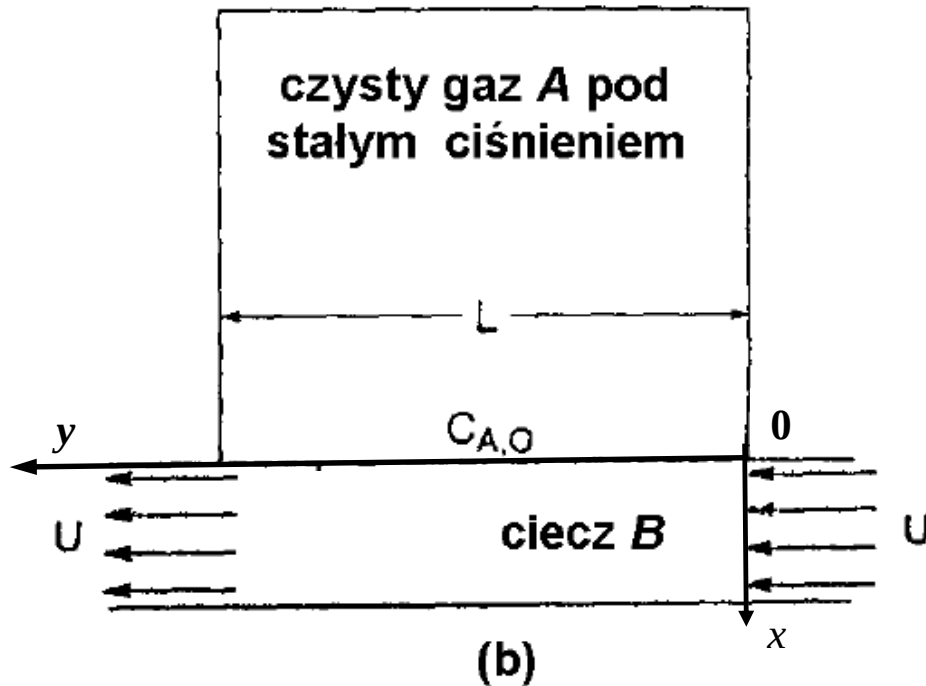
$$c_A = c_{A,0} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{AB}t}} \right)$$

$$N_A(0,t) = -D_{AB} \left. \frac{dc_A}{dx} \right|_{x=0} = c_{A,0} \sqrt{\frac{D_{AB}}{\pi t}} \quad !$$

Całkowita liczba moli $M_A(t)$, która przechodzi przez obszar graniczny o szerokości L w czasie t wynosi:

$$M_A(t) = 2c_{A,0}L\sqrt{\frac{D_{AB}t}{\pi}} \quad !$$

Jednowymiarowa dyfuzja do strugi płynu (dyfuzja + konwekcja)



w punkcie $y = 0$ płyn nie zawiera gazu, ale dla $y > 0$ w płynie pojawia się już coraz więcej przedyfundowanego gazu;

Tutaj także

$$c_A(x,t) = c_{A,0} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{AB}t}} \right)$$

lecz teraz

$$t = y/U$$

stąd

$$c_A(x,y) = c_{A,0} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{AB}(y/U)}} \right)$$

Całkowita liczba moli $M_A(t)$, która przechodzi przez obszar graniczny o szerokości L

w czasie t wynosi - **Tablica**

Pewne uproszczenia:

- dla każdego x stężenie rośnie z y -iem. Z prawa Ficka wynika, że nastąpi dyfuzja A w ujemnym kierunku y , czego nie uwzględniliśmy w naszych rozważaniach. Jeżeli jednak U jest dostatecznie duże, to konwekcja (dodatni kierunek y) skutecznie „przeważa” nad tym efektem.
- Wielkości charakterystyczne: czas dla konwekcji: L/U , dla dyfuzji (w kierunku osi Oy : L^2/D_{AB} –por. poprzedni rozdział). Ich stosunek

$$\frac{L^2/D_{AB}}{L/U} = \frac{LU}{D_{AB}} \equiv \frac{\tau_{dyf}}{\tau_{konw}} \equiv \text{Pe}$$

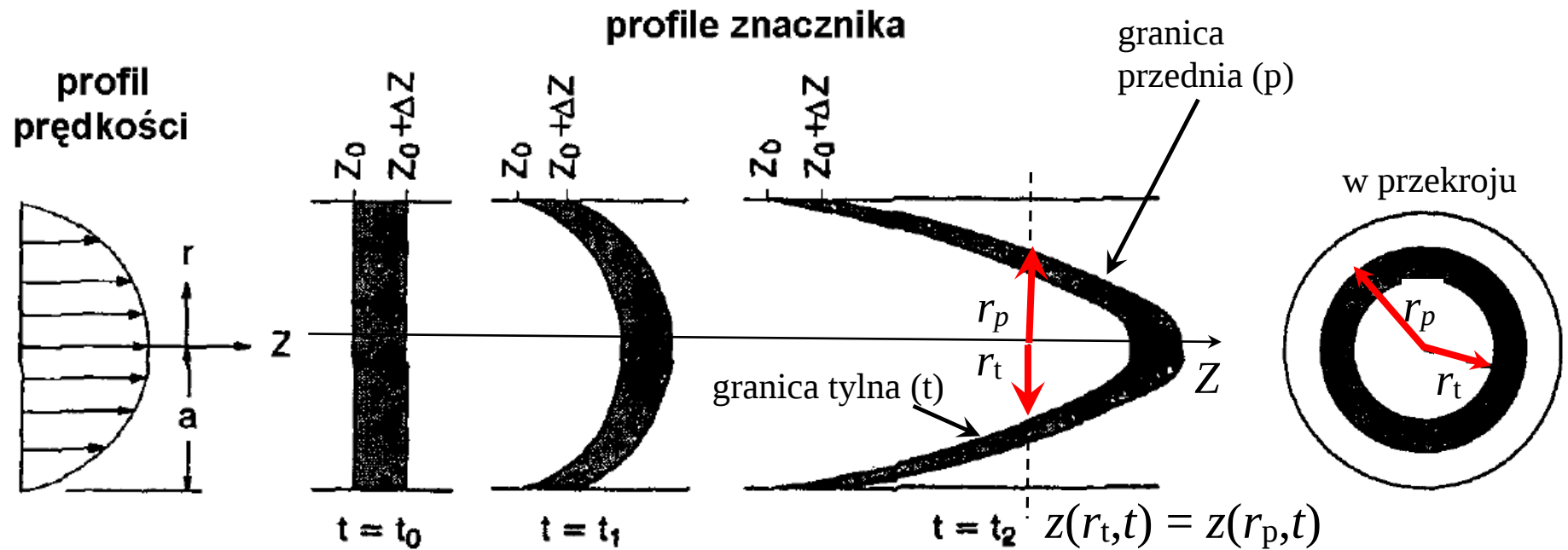
to tzw. *liczba Peckleta*.

Dla dużych U i/lub L , albo małych D_{AB} możemy (tak jak to zrobiliśmy) zaniedbać dyfuzję w kierunku y – tzn. w kierunku przepływu strugi.

- Kolejne uproszczenie: stałość $C_{A,0}$ na powierzchni granicznej.

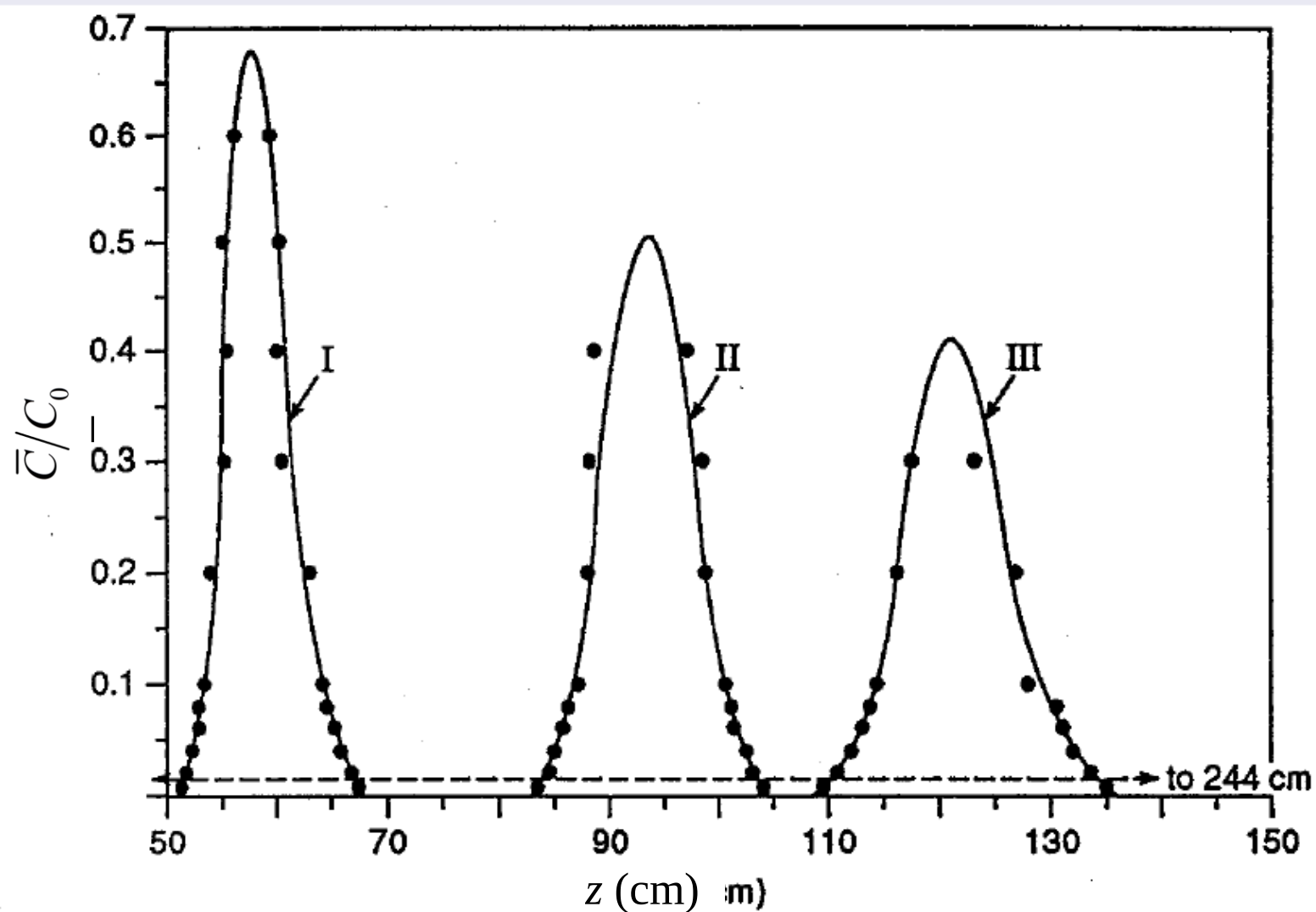
Równanie konwekcyjno-dyfuzyjne - **Tablica**

Ustalony przepływ laminarny w rurze - przepływ Poiseuille'a



Profile znacznika w przepływie laminarnym w rurze, bez dyfuzji.

- Tablica



Stężenie znacznika (KMnO_4) w funkcji położenia, dla trzech różnych czasów t_I , t_{II} i t_{III} .

Dyspersja Taylora-Arisa

Dla liczby Peckleta bliskiej zera (nawet jeżeli pozostaje to w sprzeczności z warunkiem $7 \ll \text{Pe} \ll 24L/a$ współczynnik dyspersji

$$D_{dys} = \frac{\overline{u_z^2} a^2}{48 D_{AB}} = D_{AB} \frac{\text{Pe}^2}{48} \quad \text{Pe} = \frac{u_z a}{D_{AB}}$$

zmierza do zera. – a przecież dla małych Pe dyfuzja molekularna *jest istotna* i musi prowadzić do dyspersji osiowej znacznika.

Tej ewidentnej sprzeczności możemy zapobiec, jeżeli za Aris'em przyjąć, że dla małych wartości liczby Peckleta $\text{Pe} \ll 24L/a$ wzór na współczynnik dyspersji ma postać:

$$D_{dys} = D_{AB} \left(1 + \frac{\text{Pe}^2}{48} \right)$$