ТЕОРЕМА ПРИГОЖИНА
(принцип мінімуму виробництва ентропії в стаціонарному стані)

$$dS = d_e S + d_i S = 0 \quad \Rightarrow \quad d_e S = -d_i S \le 0$$

$$X_i = const, \ \ i = 1, 2 \ldots k$$

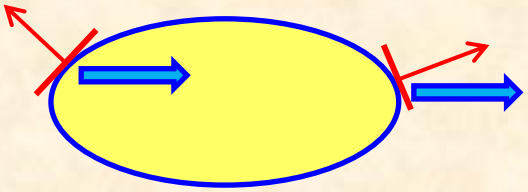
$$X_n = X_n(t), \ \ n = k+1, k+2 \ldots N$$

У точці екстремуму функції $\sigma (X_{k+1} \ldots X_N)$

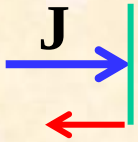
$$\frac{\partial \sigma}{\partial X_n} = \sum_{i=1}^{N} L_{in} X_i = J_n = 0 \rightarrow X_n = const, n = k+1, \ldots N$$

$$X_i = const, \ \ i = 1, 2, \ldots N$$

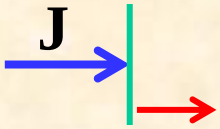
ЗОВНІШНІЙ ПОТІК РЕЧОВИНИ



Кількість речовини, що пройшла за одиницю часу через одиничну площадку dS

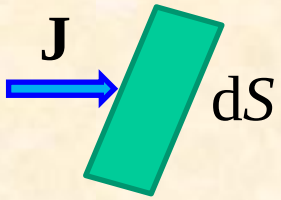


$$\frac{d_e \Delta m}{dt} = JdS = -JdS\cos(180^0) = -\bar{\mathbf{n}} \cdot \vec{\mathbf{J}}\, dS$$

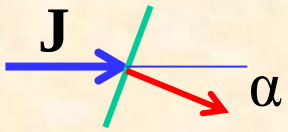


$$\frac{d_e \Delta m}{dt} = -JdS = -JdS\cos(0^0) = -\bar{\mathbf{n}} \cdot \vec{\mathbf{J}}\, dS$$

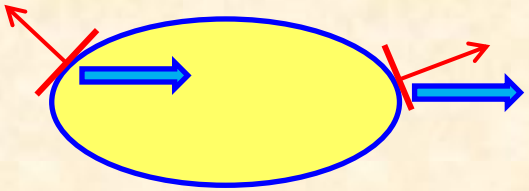
ПОВНИЙ ЗОВНІШНІЙ ПОТІК



$$\frac{d_e \Delta m}{dt} = JdS = -JdS\cos(\alpha) = -\bar{\mathbf{n}} \cdot \vec{\mathbf{J}}\, dS$$



Формула Остроградського-Гаусса



$$\frac{d_e m_j}{dt} = -\int \bar{\mathbf{n}} \cdot \mathbf{J}_j\, dS = -\int \mathrm{div}\left(\mathbf{J}_j\right) dV$$

$$\mathbf{J} = J_x\mathbf{i} + J_y\mathbf{j} + J_z\mathbf{k} \rightarrow \mathrm{div}\left(\mathbf{J}\right) = \frac{dJ_x}{dx} + \frac{dJ_y}{dy} + \frac{dJ_z}{dz}$$

РІВНЯННЯ БАЛАНСУ МАСИ

$$\frac{dm_j}{dt} = \frac{d_e m_j}{dt} + \frac{d_i m_j}{dt}, \quad j = 1, 2, \ldots n$$

$$\frac{d_e m_j}{dt} = -\int \operatorname{div}\left(\mathbf{J}_j\right) dV$$

$$\frac{d_i m_j}{dt} = \sum_{i=1}^{r} \nu_{ji} W_i$$

$$W_i = \int w_i \, dV$$

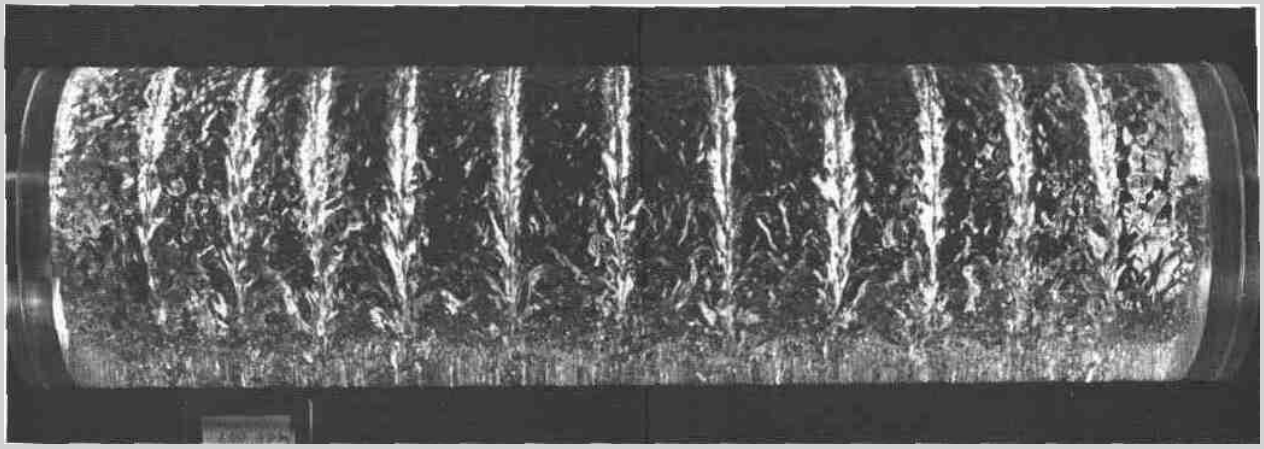
$$m_j = \int \rho_j \, dV$$

$$\frac{d}{dt}\int \rho_j \, dV = -\int \operatorname{div}\left(\mathbf{J}_j\right) dV + \sum_{i=1}^{r} \nu_{ji} \int w_i \, dV$$

$$\frac{\partial \rho_j}{\partial t} = -\operatorname{div}\left(\mathbf{J}_j\right) + \sum_{i=1}^{r} \nu_{ji} w_i, \quad j = 1, 2, \ldots n$$

ДИСИПАТИВНІ СТРУКТУРИ

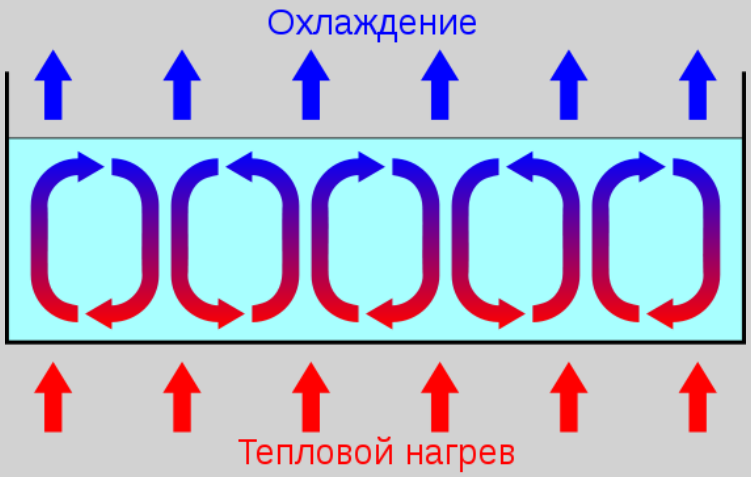
Стаціонарні стани, що описуються макроскопічними параметрами, та з'являються далеко від стану термодинамічної рівноваги називаються дисипативними структурами

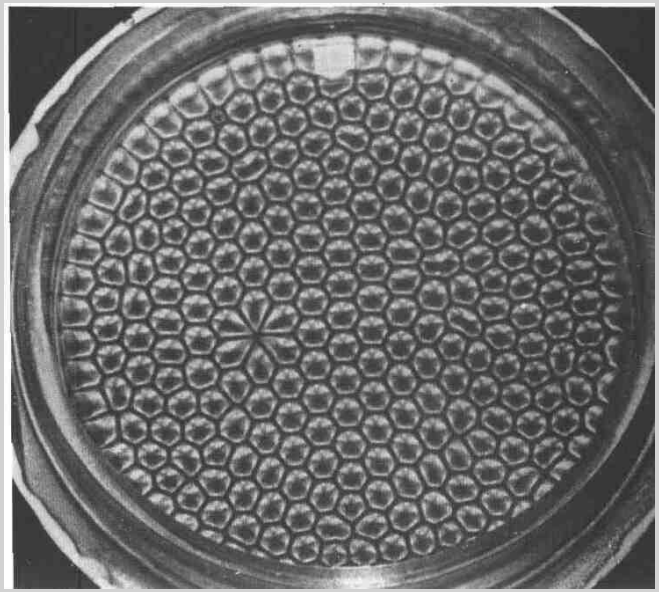


Ніздрюваті структури в обертовому горизонтальному циліндрі

КОМІРКИ БЕНАРА

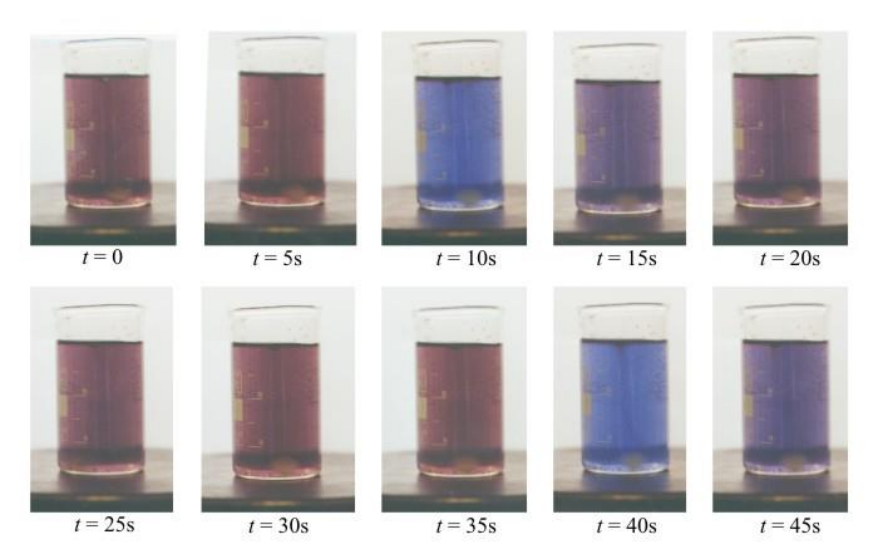
КОМІРКИ БЕНАРА — виникнення впорядкованості у вигляді конвективних комірок у формі циліндричних валів або правильних шестигранних структур в шарі в'язкої рідини рівномірно підігрівається знизу.





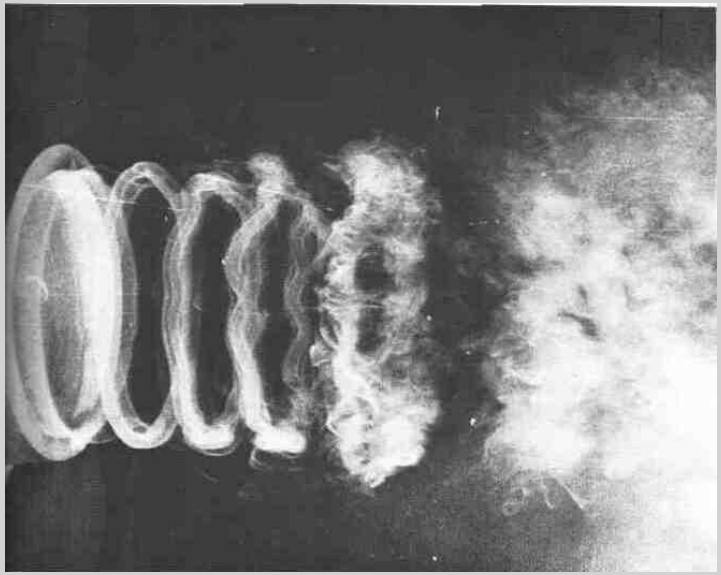
КОНЦЕНТРАЦІЙНІ КОЛИВАННЯ

Реакція Бєлоусова - Жаботинського— клас хімічних реакцій, що протікають в коливальному режимі, при якому деякі параметри реакції (колір, концентрація компонентів, температура і ін.) Змінюються періодично, утворюючи складну просторово-часову структуру реакційного середовища.



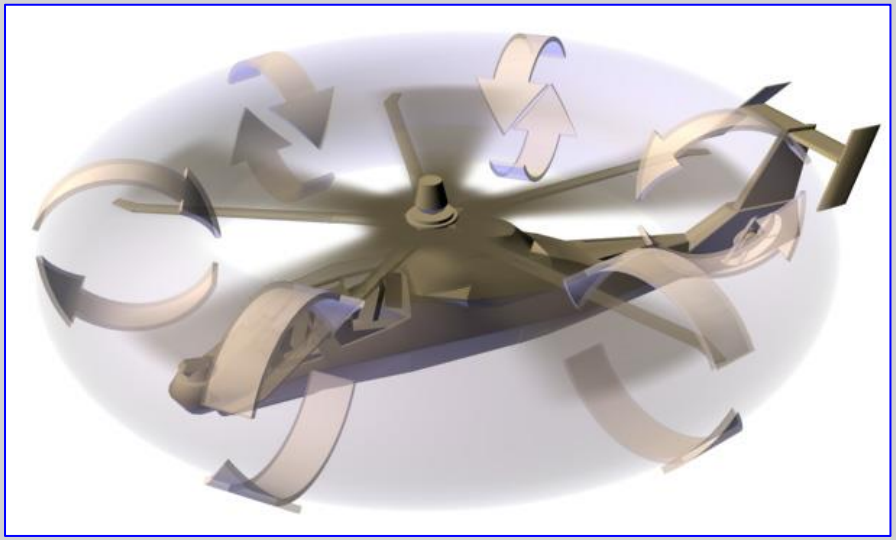
ТОРОЇДАЛЬНИЙ ВИХОР

Тороїдальний вихор (вихрове кільце) — явище, при якому область рідини або газу, що обертається, в процесі переміщення приймає форму тороїда (бублика)



ЕФЕКТ ВИХРОВОГО КІЛЬЦЯ ПРИ ПОЛЬОТІ НА ВІЙСЬКОВИХ ВЕРТОЛЬОТАХ

Поява вихрового кільця при швидкому вертикальному зниженні вертольота у власному струмені повітря



НЕРІВНОВАЖНІ ФАЗОВІ ПЕРЕХОДИ

Переходи багаточасткових систем, що знаходяться далеко від стану термодинамічної рівноваги, в стаціонарні стани з просторовою або часовою когерентністю.

Біфуркації і керуючі параметри