

# CURSUL 3

## ECHILIBRE DE DIZOLVARE

# Soluții: definiție, compoziție, exemple

**Soluția**

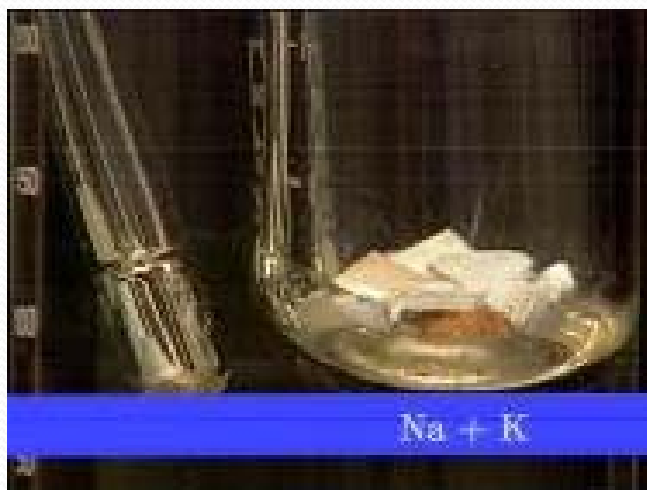
- mediu dispersant (solvent)
- fază dispersată (solut, solvit)

## Importanța soluțiilor:

- o locul de desfășurare a majorității reacțiilor chimice;
- o puncte de topire/solidificare mai scăzute decât solventul pur;
- o proprietăți fizice diferite de ale solventului.

gaz sau solid dizolvat în lichid ⇒ solvent = lichidul  
aceeași stare de agregare ⇒ solvent = componentul  
care predomină cantitativ

Soluție	Stare de agregare	Descriere
aer	gazoasă	amestec de gaze
sifon	lichidă	CO <sub>2</sub> dizolvat în apă
saramură	lichidă	NaCl dizolvată în apă
amalgam	solidă	Hg (lichid) și Ag (solid)



soluție lichidă obținută din  
mixarea a două solide

# Caracterizarea compoziției unei soluții

## Calitativ:

- soluții diluate (conțin relativ puțină substanță dizolvată)
- soluții concentrate (conțin relativ multă substanță dizolvată)

Exemple: HCl - 37%; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 98%

## Cantitativ:

- concentrație = cantitatea de substanță dizolvată într-o cantitate dată de soluție (sau solvent)

## Concentrația procentuală de masă

$$C_{\% \text{ w/w}} = \frac{m_d}{m} \cdot 100$$

(% w/w)

## Concentrația procentuală de volum

$$C_{\% \text{ v/v}} = \frac{V_d}{V} \cdot 100$$

(% v/v)

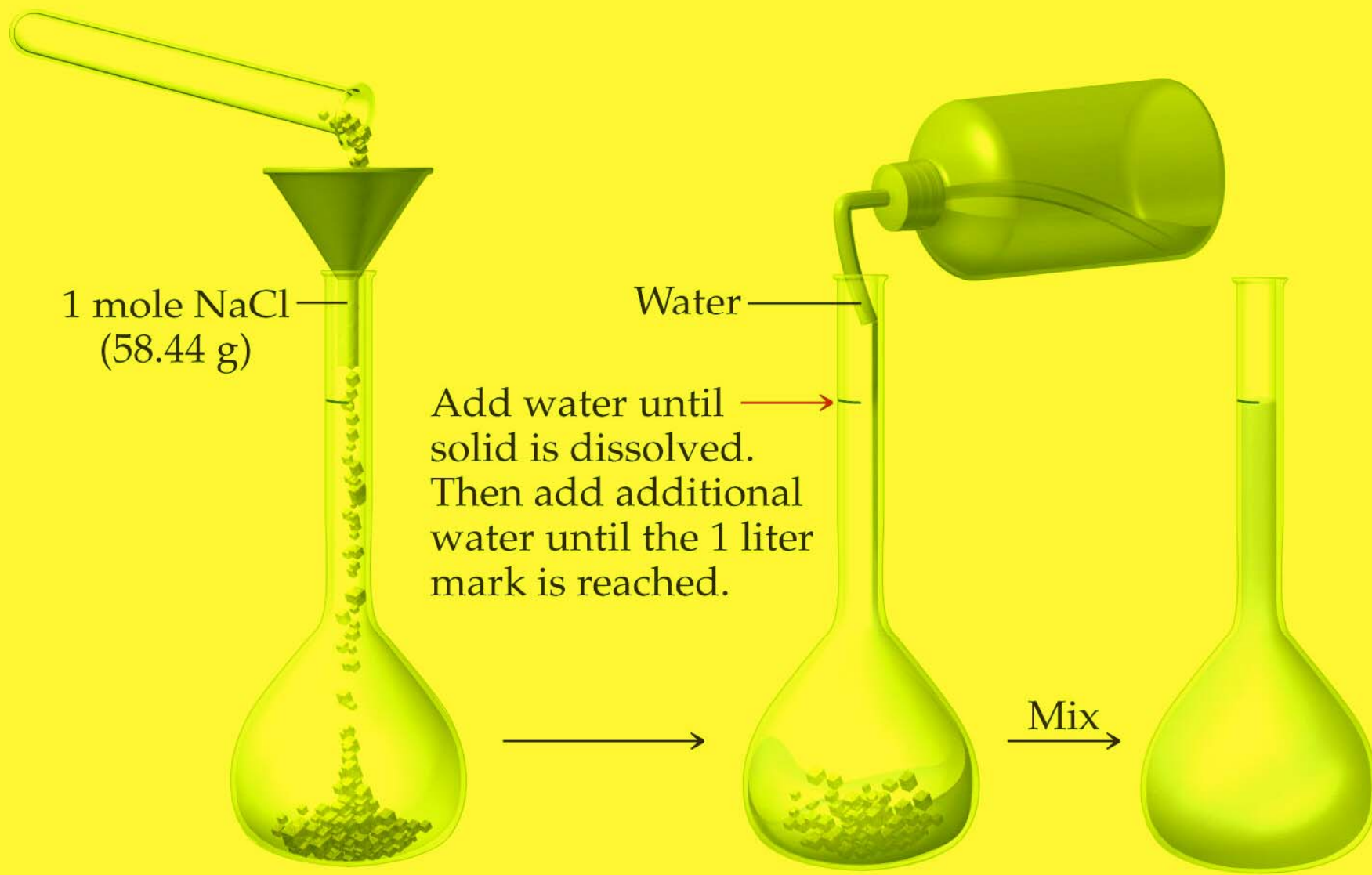
## Concentrația molară

$$c = \frac{v_d}{V} = \frac{m_d(g)}{\mu_d \left( \frac{g}{mol} \right) \cdot V(L)}$$

(mol/L) sau M

[NaCl] = concentrația molară de NaCl

## How to prepare a 1 molar NaCl solution.



First add 1 mole of NaCl.

A 1 molar NaCl solution

## Exerciții

1. Să se calculeze concentrația molară a unei soluții de volum  $V_s = 100 \text{ mL}$  care conține dizolvată  $m_d = 40 \text{ mg NaOH}$  ( $M_d = 40 \text{ g/mol}$ ). (Răspuns:  $10^{-2} \text{ M}$ )
2. Ce volum de apă și de soluție stoc de NaCl cu concentrația  $c_s = 5\%$  sunt necesare pentru a prepara un litru de ser fiziologic (soluție apoasă de NaCl cu concentrația  $c = 0,9\%$ )? Diluate fiind, densitatea acestor soluții este aproximativ egală cu densitatea apei. (Răspuns:  $V_s = 0,18\text{L}$ ;  $V_a = 0,82\text{L}$ )
3. Acumulatorul de mașină conține o soluție de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $M = 98 \text{ g/mol}$ ) de concentrație  $3,75 \text{ M}$  și densitate  $\rho = 1,23 \text{ g/cm}^3$ . Să se calculeze concentrația procentuală a acestei soluții.  
(Răspuns:  $30\%$ )

## Exerciții

4. O soluție apoasă de 8.5 %  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $M=53.5 \text{ g/mol}$ ) are densitatea de  $1.024 \text{ g/cm}^3$ . Să se calculeze concentrația sa molară. (Răspuns: 1.63 M)

5. Glucoza ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $M=180 \text{ g/mol}$ ) este principalul nutrient din organism. Concentrația de glucoză din sânge poartă numele de glicemie și are valori normale apropiate de  $100 \text{ mg/dL}$ .

Exprimați această valoare sub forma unei concentrații molare.

(Răspuns: 5.56 mM)

6. Să se calculeze concentrația molară a serului fiziologic (soluție apoasă de 0,9%  $\text{NaCl}$ ). Masa molară a  $\text{NaCl}$  este  $M = 58,5 \text{ g/mol}$ . (Răspuns: 0.15 M)



# Electroliți, neelectroliți

Teoria ionică a soluțiilor (Svante Arrhenius, 1887)

Electroliți

1903 - Premiul Nobel (Chimie)



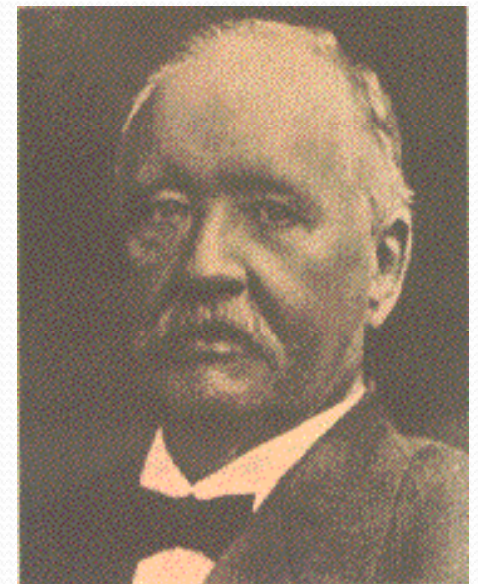
substanțe care la dizolvarea în apă disociază în ioni



Tipuri:

electroliți tari

electroliți slabi



1859 - 1927

## Electroliti tari



la dizolvarea în apă disociază total în ioni

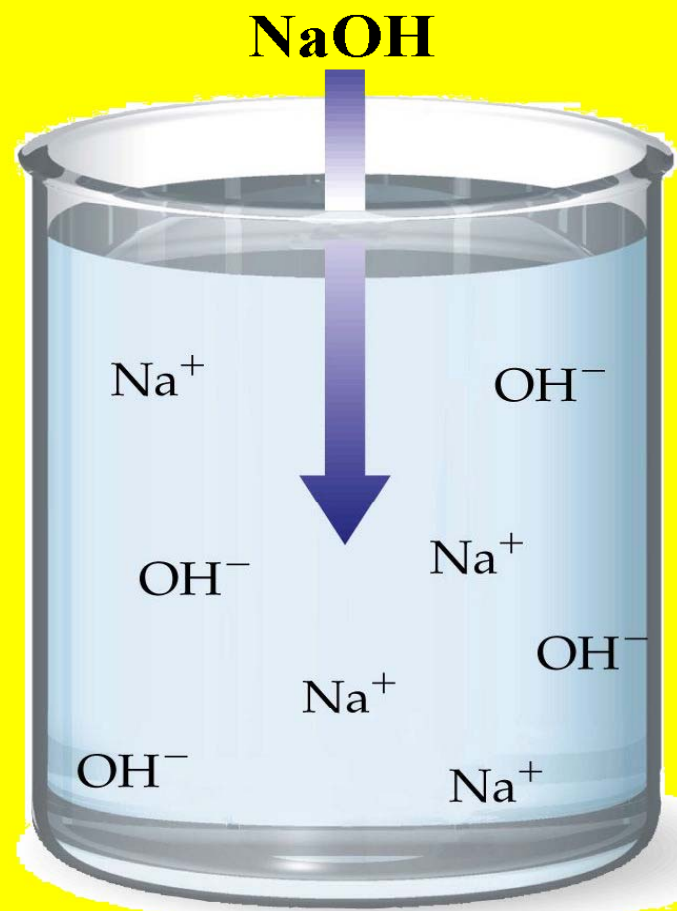
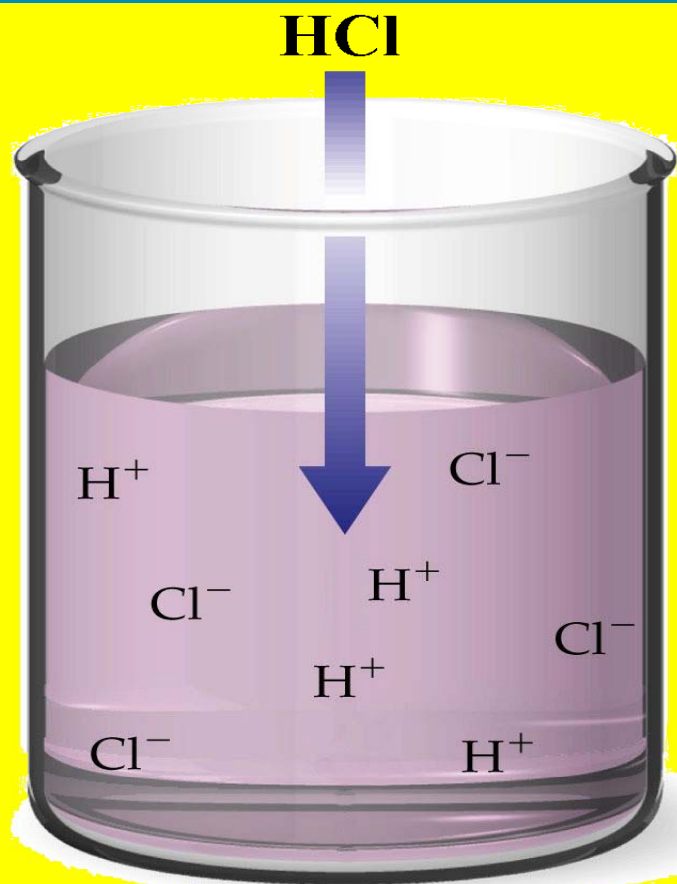
- Acizi tari:  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (față de primul proton),  $\text{HCl}$
- Baze tari:  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{NaOH}$
- Săruri:  $\text{AgCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$

## Electroliti slabi

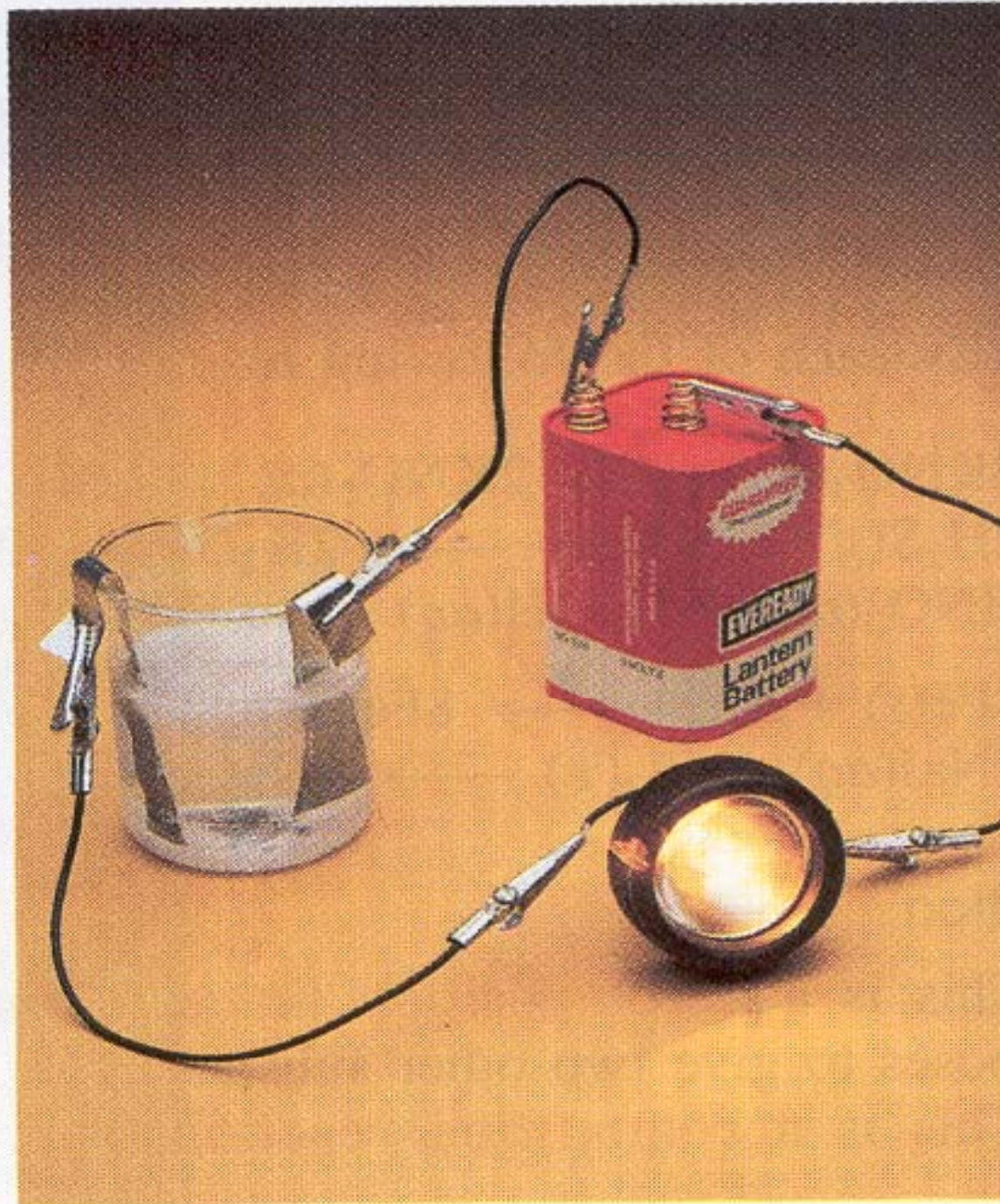


la dizolvarea în apă disociază parțial în ioni

- Acizi slabi:  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- Baze slabe:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$



**Observație:** Reacțiile de disociere în ioni ale electrolizilor tari sunt ireversibile!



**Observație:** Reacțiile de disociere în ioni ale electroliților slabi sunt reversibile !

**Neelectroliți**

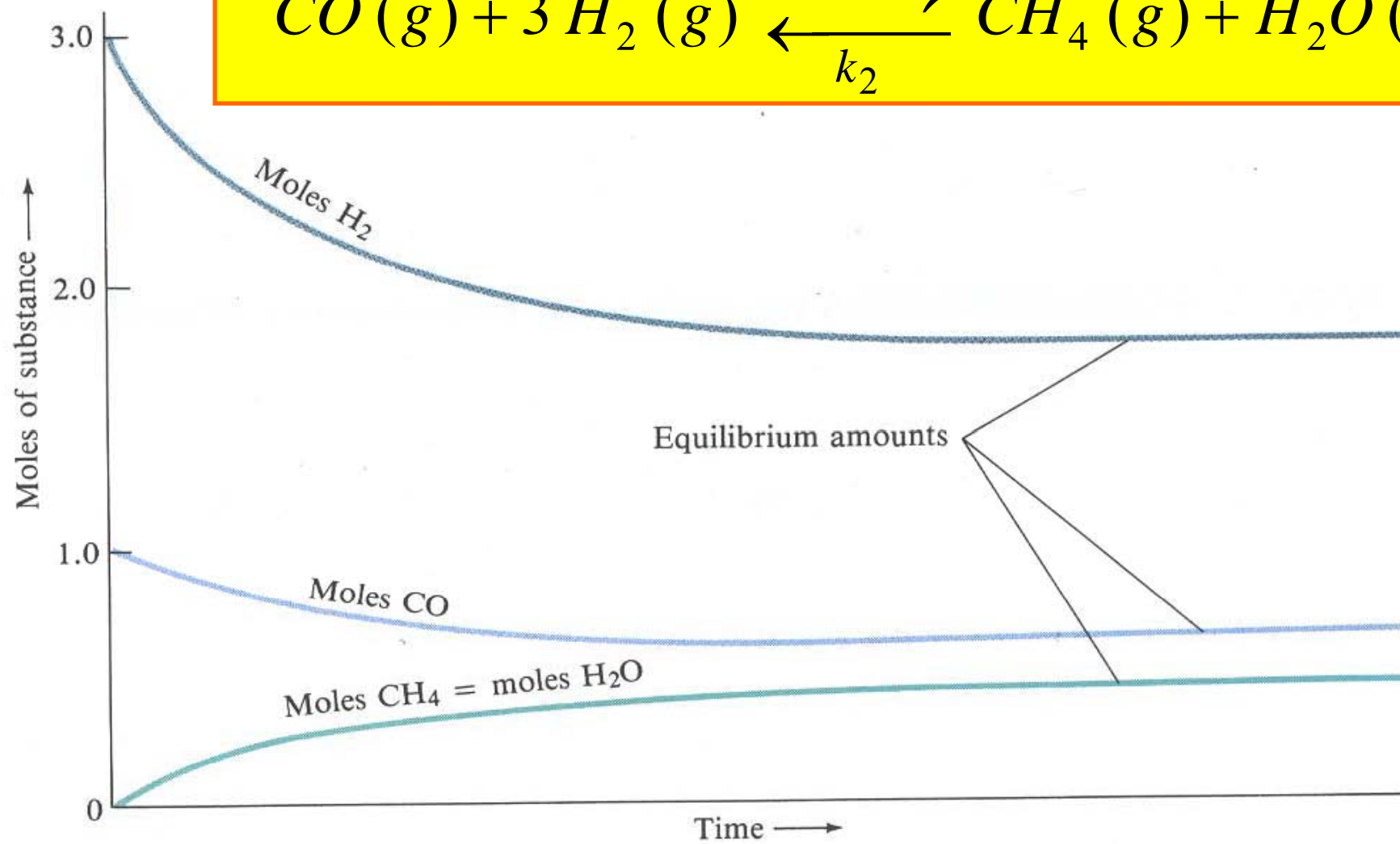
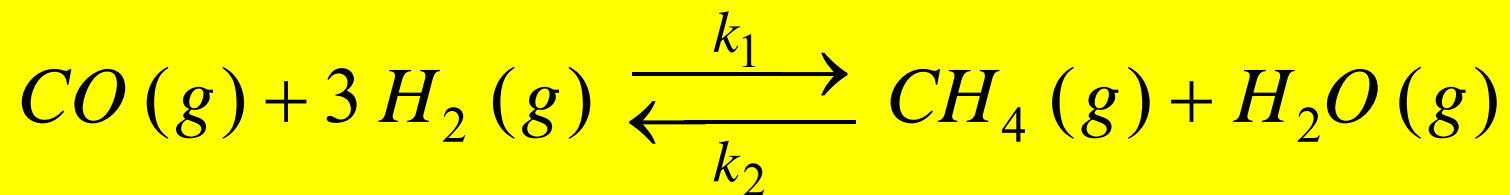


la dizolvarea în apă nu disociază în ioni

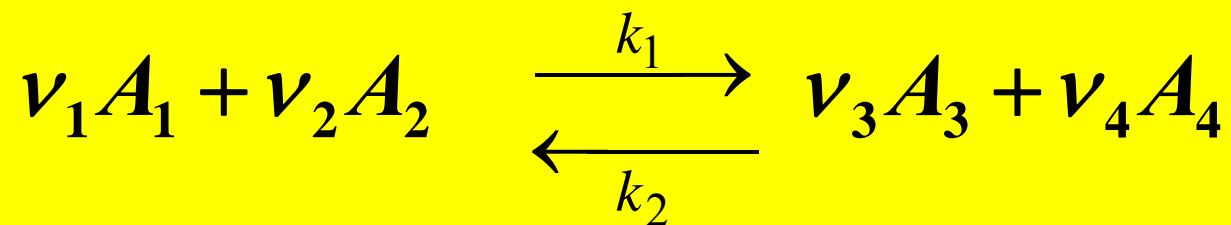
glucoza

ureea

# Legea acțiunii maselor



## Reacție chimică reversibilă

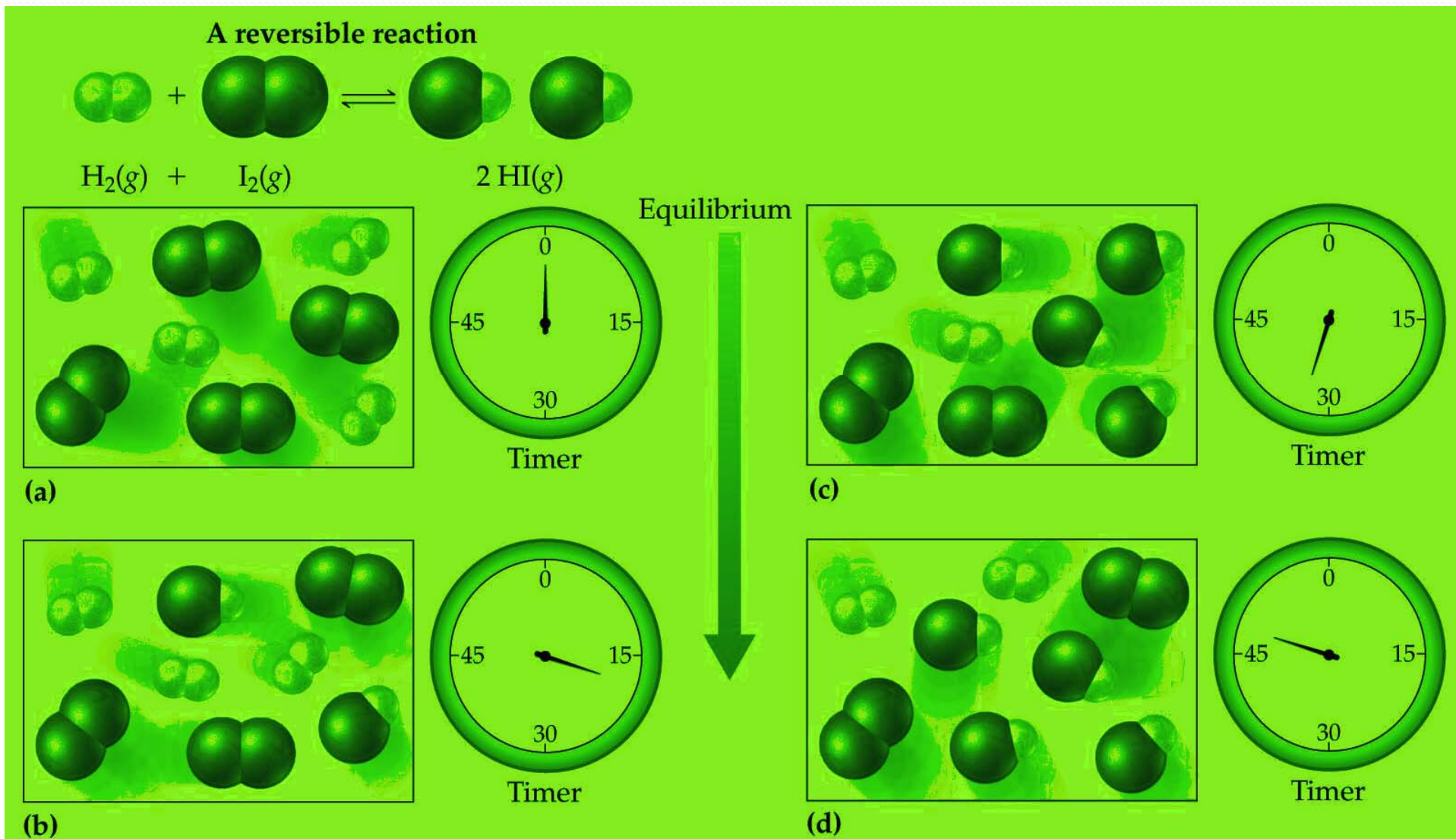


Constanta de echilibru:

$$K_c = \frac{c_3^{\nu_3} c_4^{\nu_4}}{c_1^{\nu_1} c_2^{\nu_2}}$$

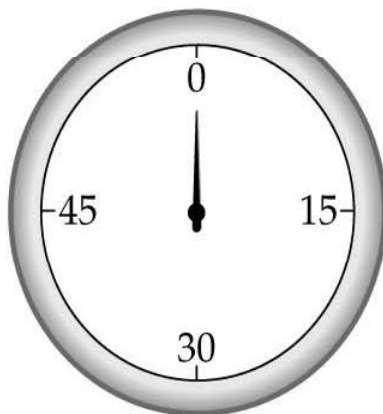
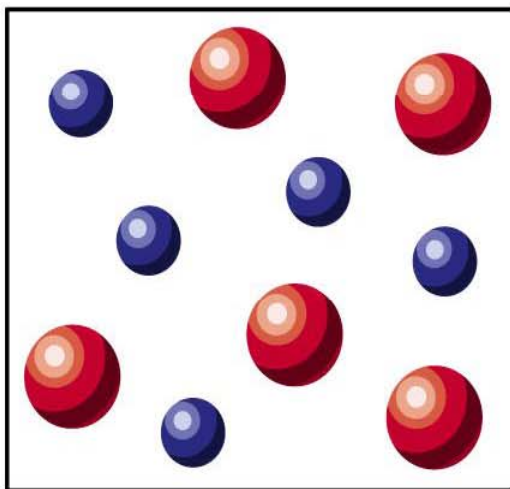
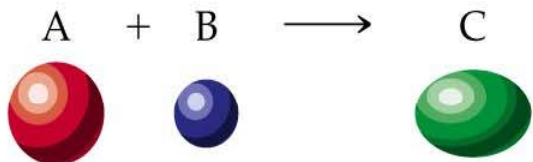
- interpretarea calitativă a desfășurării reacției;
- precizarea sensului de desfășurare a reacției;
- calculul concentrațiilor de echilibru.

În timp, o reacție chimică reversibilă ajunge la echilibru.

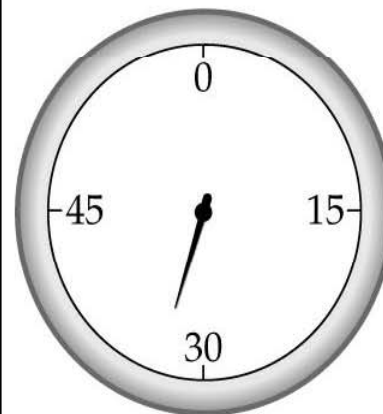
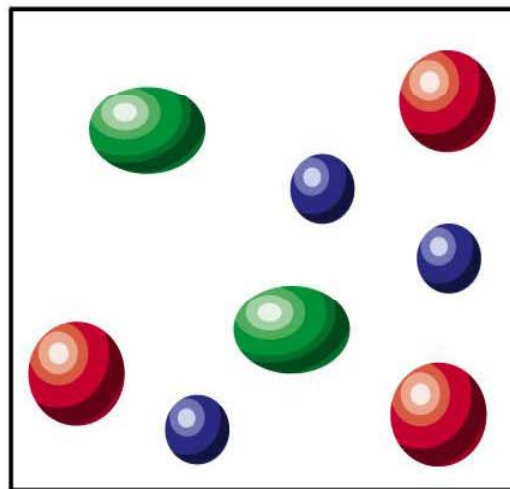




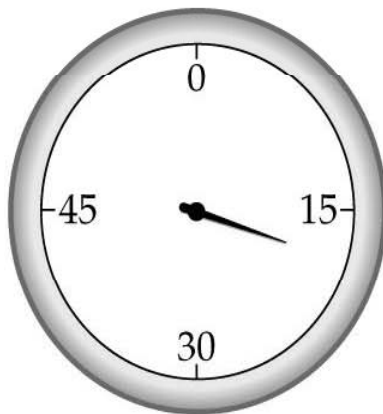
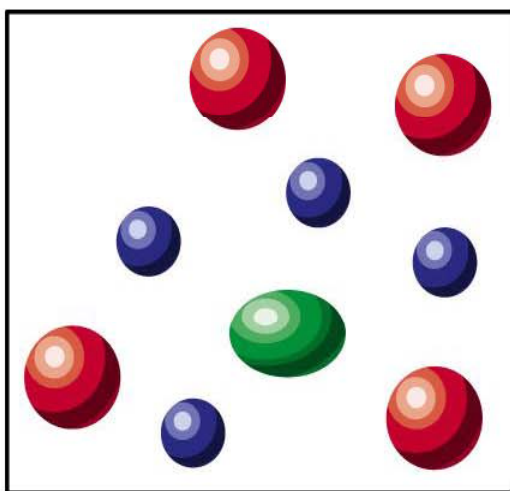
# Reacție ireversibilă lentă



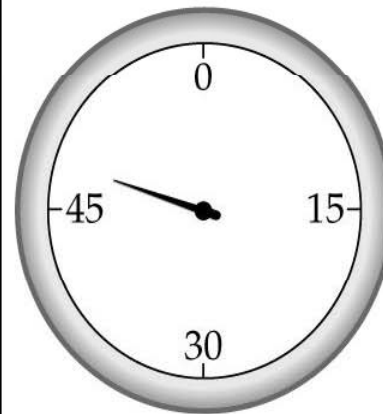
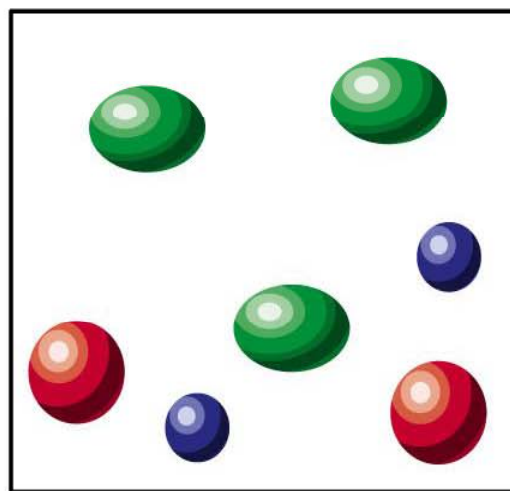
Timer



Timer

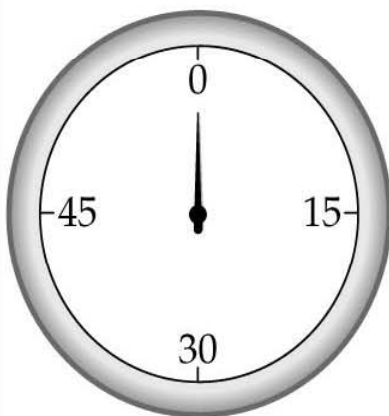
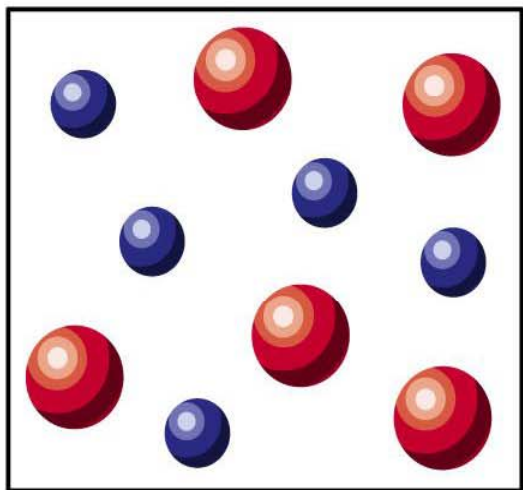
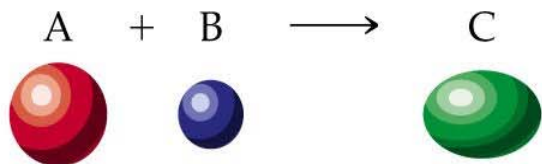


Timer

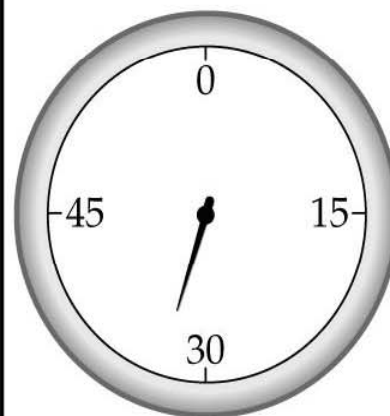
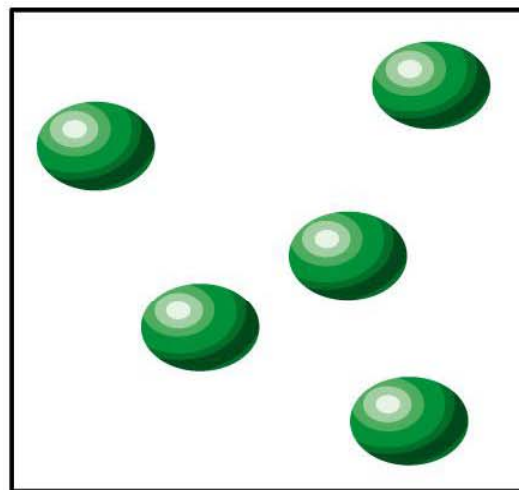


Timer

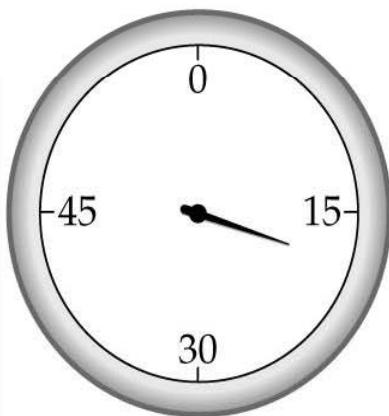
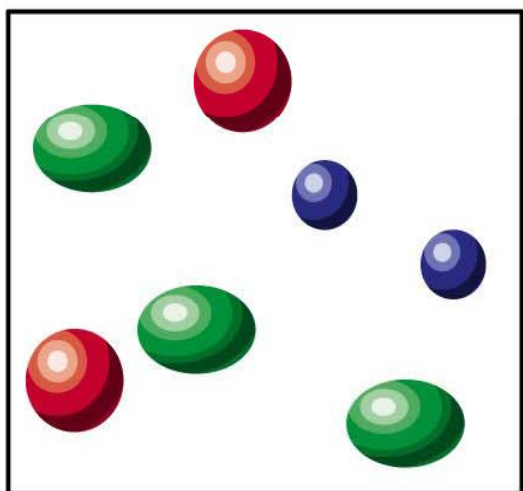
# Reacție ireversibilă rapidă



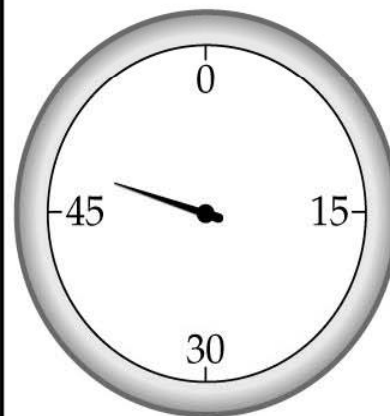
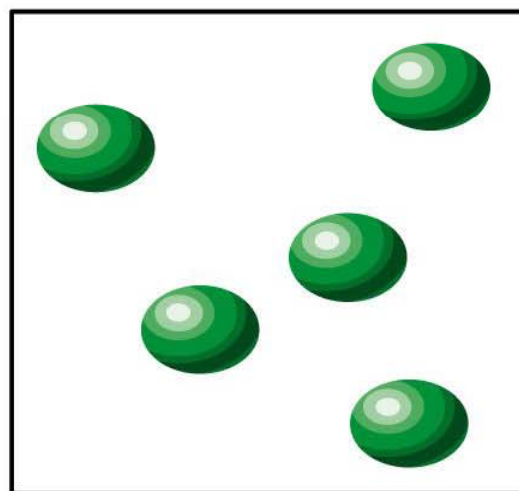
Timer



Timer

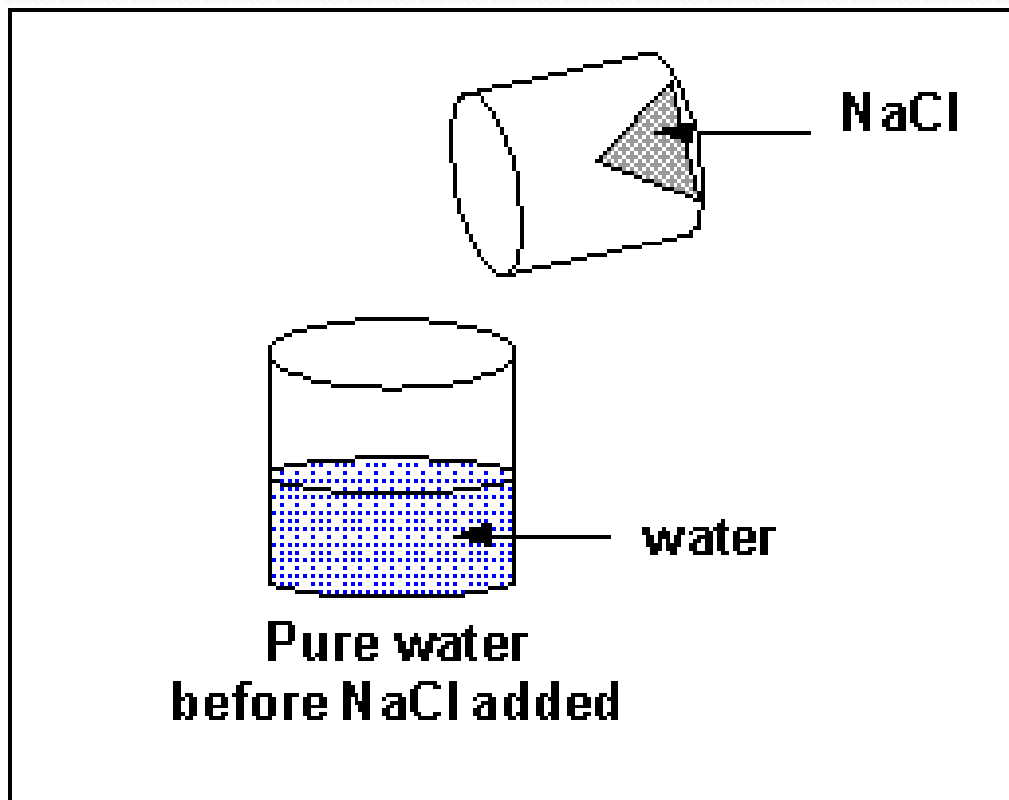


Timer



Timer

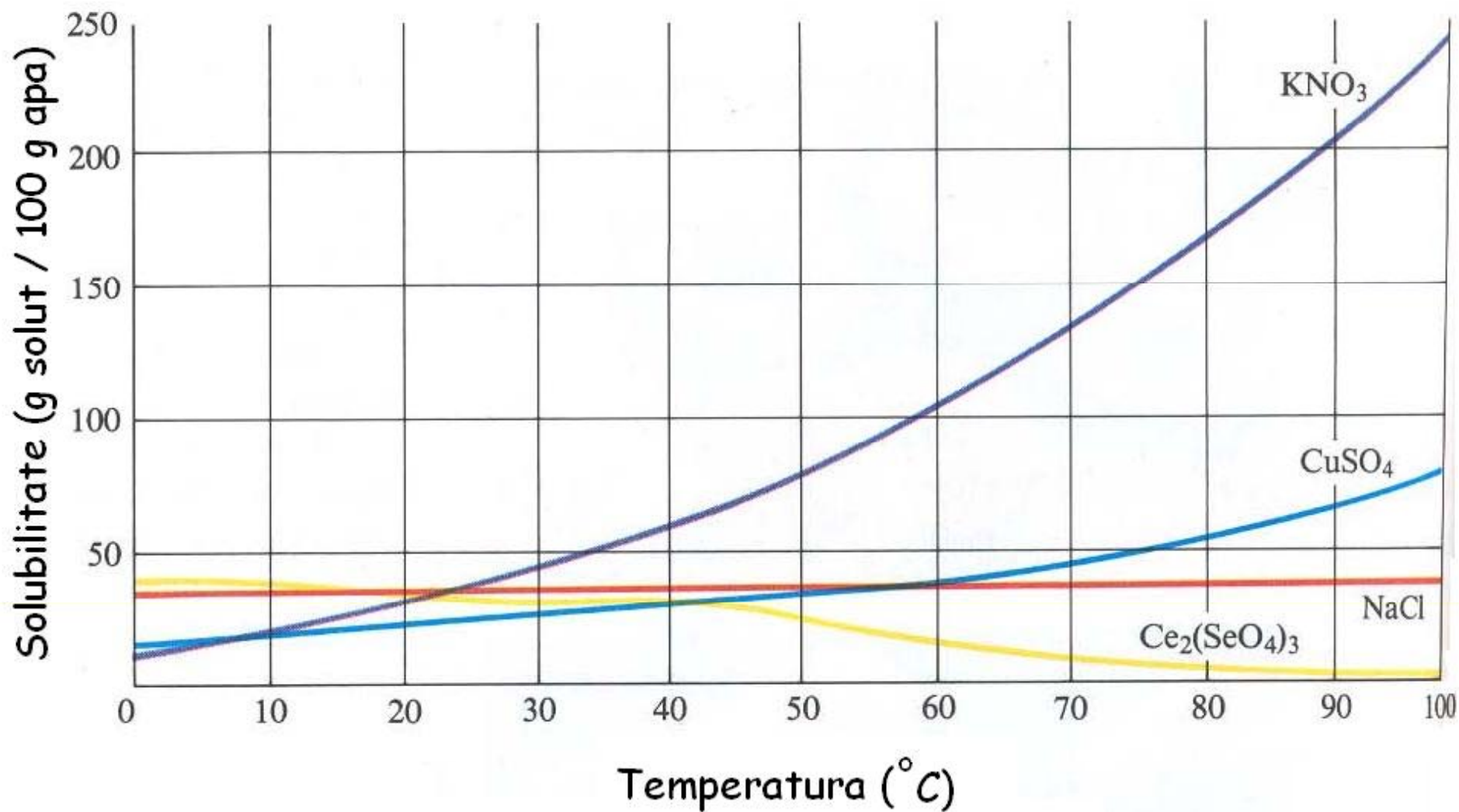
# Solubilitatea



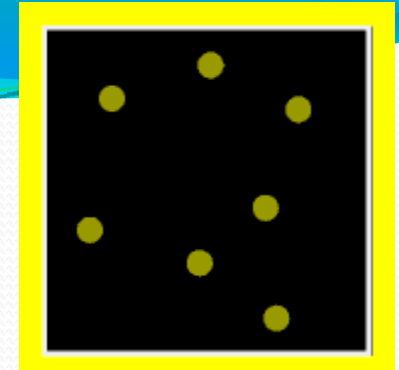
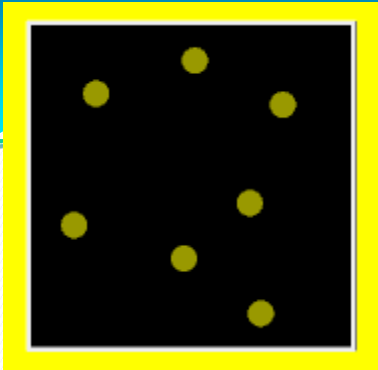
$$K_c = \frac{[A]_{\text{soluție}}}{[A]_{\text{pur}}}$$

$$[A]_{\text{pur}} = \text{const.}$$

$$K_c = [A]_{\text{soluție}} = S_A$$



Variația cu temperatura a solubilității unor compuși ionici



$T$  mare  $\Rightarrow$  agitație termică puternică  $\Rightarrow$   
probabilitate mare de dislocare a  
moleculelor de solut din stare cristalină

procese de dizolvare:

- exoterme ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ )
- endoterme ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )



Soluții:

- Nesaturate
- Saturate
- Suprasaturate

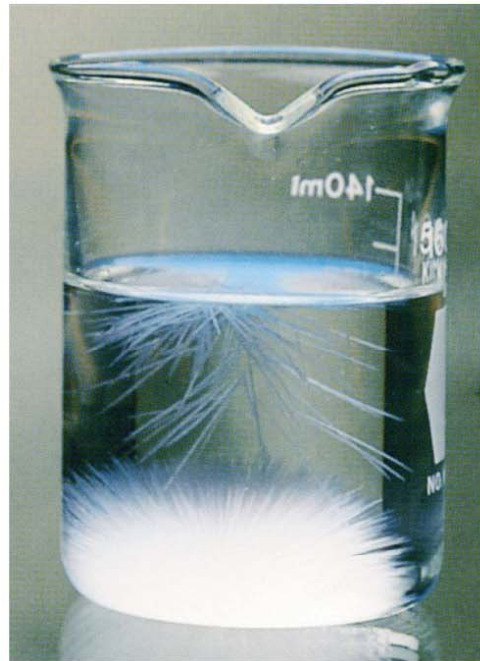
Ex:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

$s(20^\circ\text{C}) = 500 \text{ g/L}$

$s(100^\circ\text{C}) = 2300 \text{ g/L}$



(a)

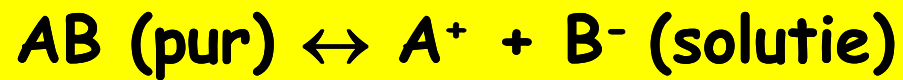


(b)



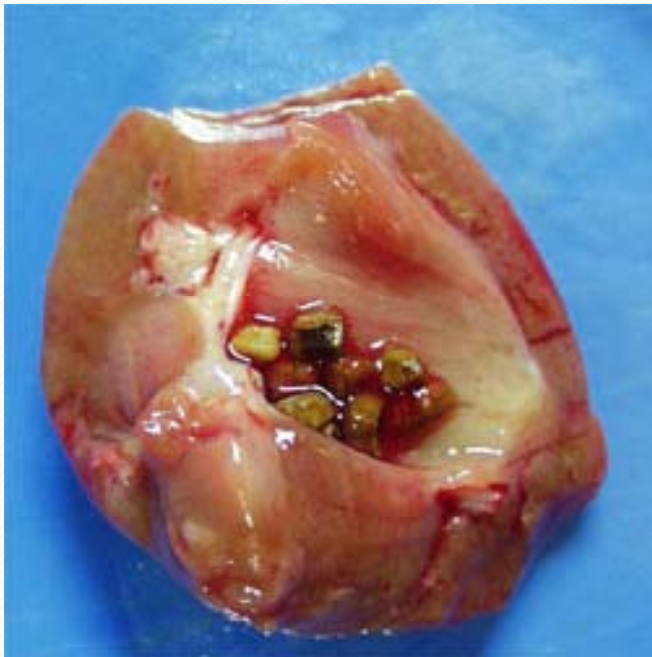
(c)

## Produs de solubilitate



$$K_c = [A^+]_{\text{solutie}} \cdot [B^-]_{\text{solutie}} = P_{AB}$$

o Ex: Formarea calculilor renali



## o Ex: Demineralizarea smalțului dentar

Componenta minerală a smalțului,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  (hidroxiapatita) are un produs de solubilitate redus:  $P_{\text{hidroxiapatită}} = 2,34 \cdot 10^{-59} \text{M}^2$

Hidroxiapatita se dizolvă dacă în salivă




În condiții fiziologice saliva este suprasaturată în speciile ionice care ar rezulta din dizolvarea hidroxiapatitei:



REMINERALIZARE





Formulă chimică	Produs de solubilitate (M <sup>2</sup> )
CH <sub>3</sub> COOAg	2·10 <sup>-3</sup>
MgCO <sub>3</sub>	10 <sup>-5</sup>
CaSO <sub>4</sub>	2,4·10 <sup>-5</sup>
BaSO <sub>4</sub>	1,1·10 <sup>-10</sup>
AgCl	1,8·10 <sup>-10</sup>
CuS	6·10 <sup>-36</sup>
HgS	1,6·10 <sup>-52</sup>

## o Efectul de ion comun

### Exemplu

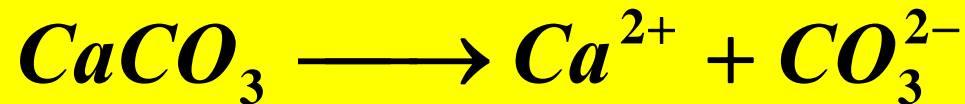
$$s_{CaCO_3} = ?$$

a) În apă

$$P_{CaCO_3} = 3,8 \cdot 10^{-9} M^2$$

b) În  $Na_2CO_3$  0,1 M

a) În apă



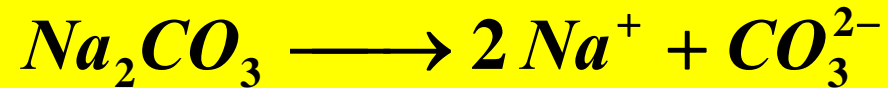
Dizolvarea are loc până când:

$$[Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}] = P_{CaCO_3}$$

$$\frac{s_1}{s_1}$$

$$\longrightarrow s_1 = \sqrt{P_{CaCO_3}} = 6,1 \cdot 10^{-5} M$$

b) În  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,1 M



$$[\text{CO}_3^{2-}]_1 = [\text{Na}_2\text{CO}_3] = 0,1 \text{ M}$$

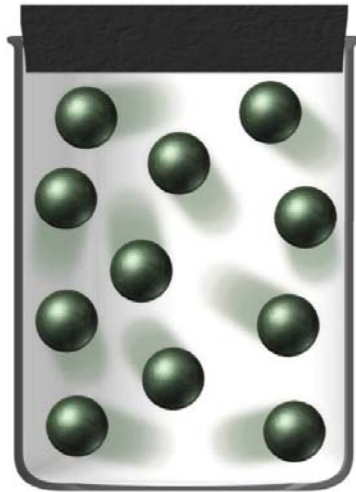
Dizolvarea are loc până când:

$$\frac{[\text{Ca}^{2+}]}{s_2} \cdot \frac{[\text{CO}_3^{2-}]_{total}}{s_2 + [\text{CO}_3^{2-}]_1} = P_{\text{CaCO}_3}$$

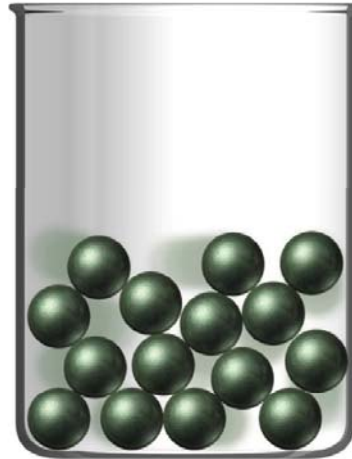
→  $s_2 = 3,8 \cdot 10^{-8} \text{ M}$  (soluția ecuației de gradul II)

$$s_1 = \sqrt{P_{\text{CaCO}_3}} = 6,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

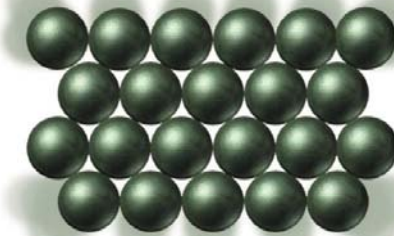
# Solubilitatea gazelor



Gas



Liquid



Solid

$A \text{ (gaz)} \leftrightarrow A \text{ (soluție)}$

$$K_H = \frac{[\text{gaz}]_{\text{soluție}}}{p_{\text{gaz}}} = \frac{S_{\text{gaz}}}{p_{\text{gaz}}}$$

$$S_{\text{gaz}} = K_H \cdot p_{\text{gaz}}$$

o Legea lui Henry

o Solubilitatea gazelor crește cu creșterea presiunii

○ Coeficientul lui Bunsen:

$$\alpha = \frac{V_{\text{gaz dizolvat}}}{V_{\text{solutie}} \cdot p_{\text{gaz}}}$$

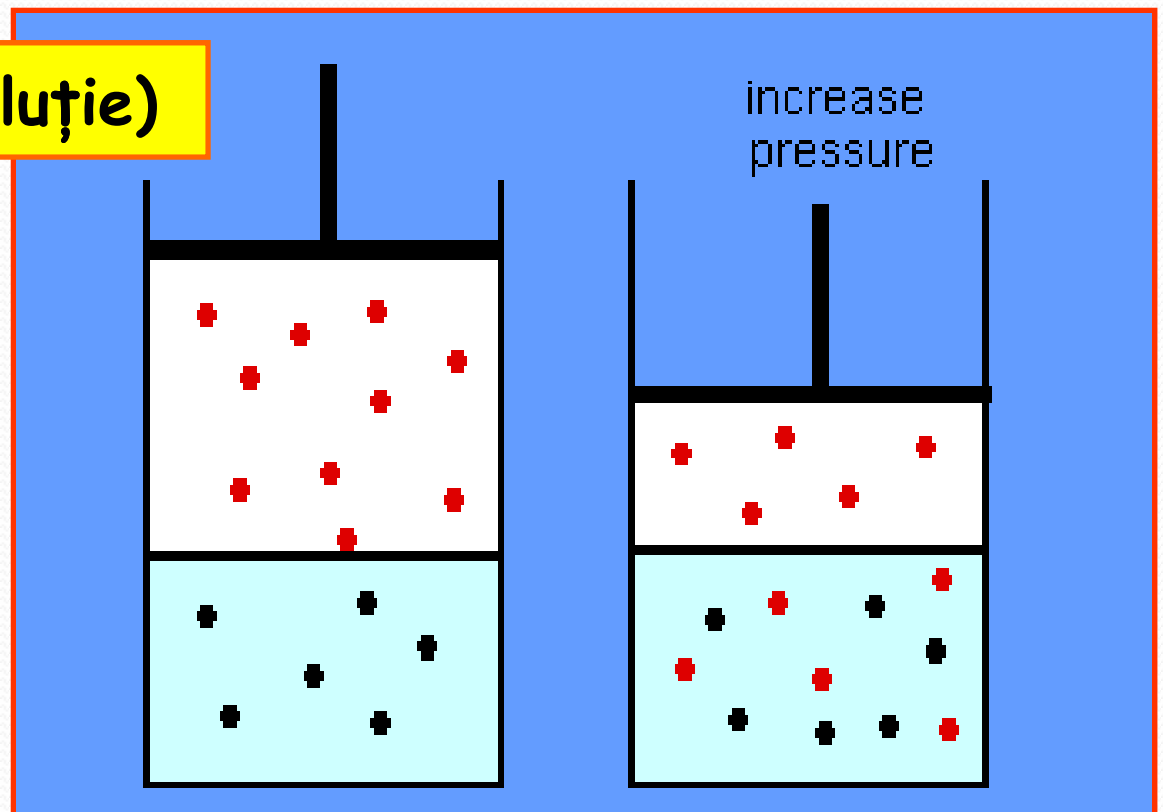
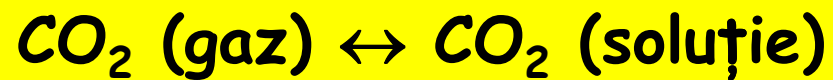
Ex: la temperatura fiziologică (37 °C)

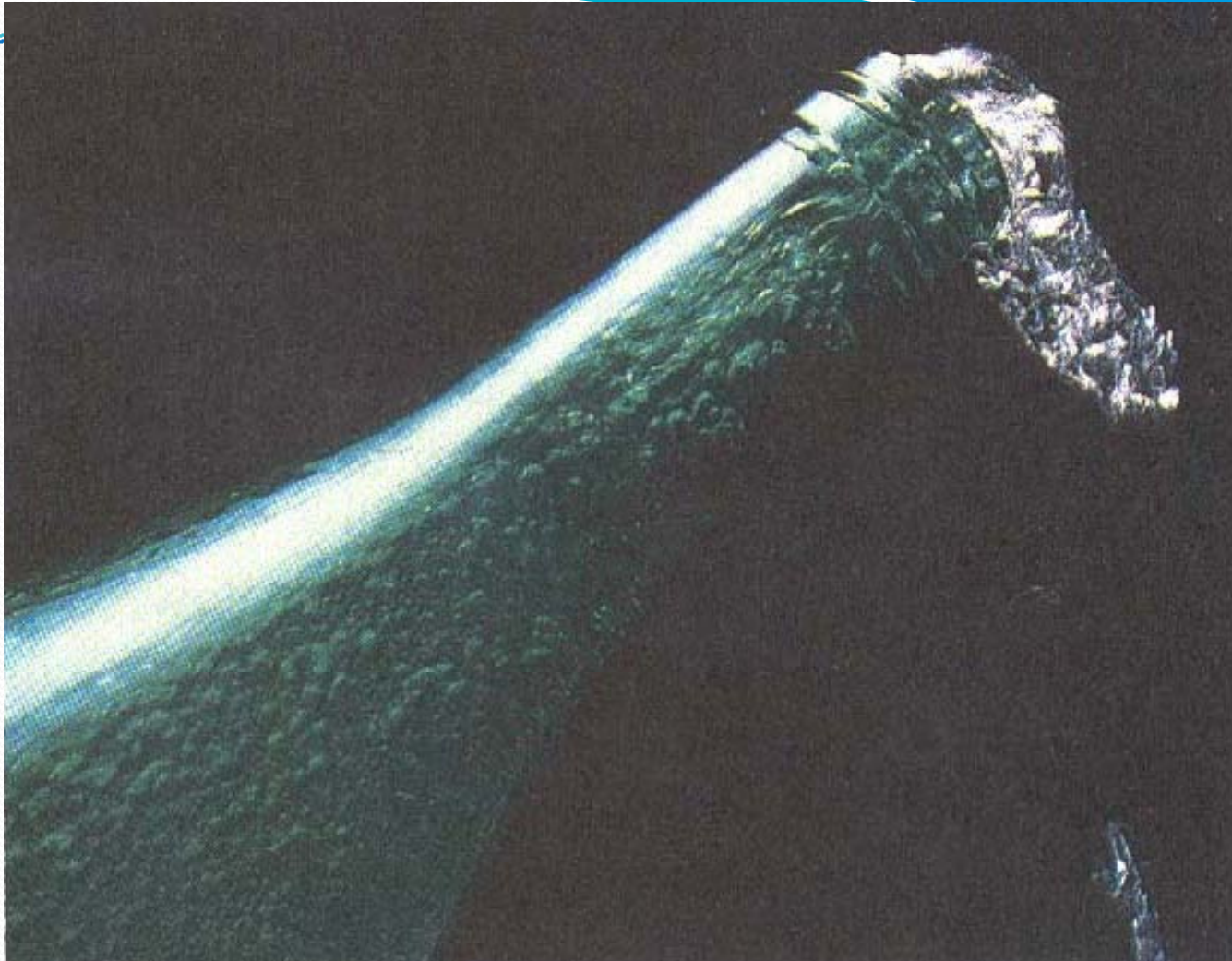
$\alpha (\text{CO}_2) = 0,57 \text{ mL CO}_2 \text{ dizolvat/mL solutie/atm}$

$\alpha (\text{O}_2) = 0,024 \text{ mL O}_2 \text{ dizolvat/mL solutie/atm}$

## Principiul lui Le Chatelier:

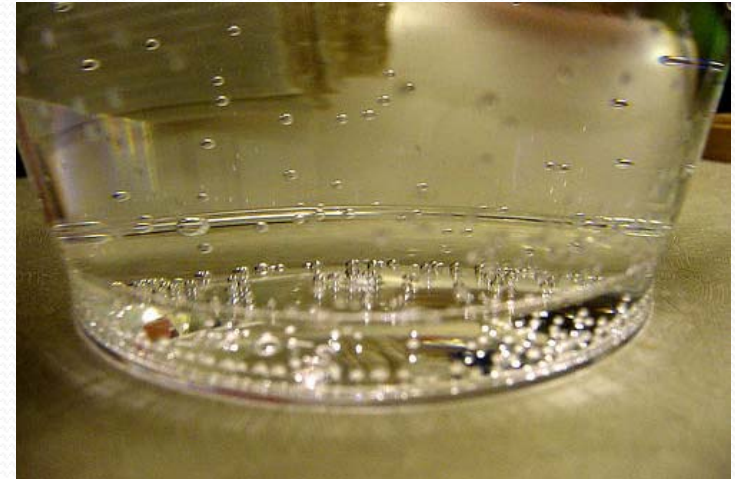
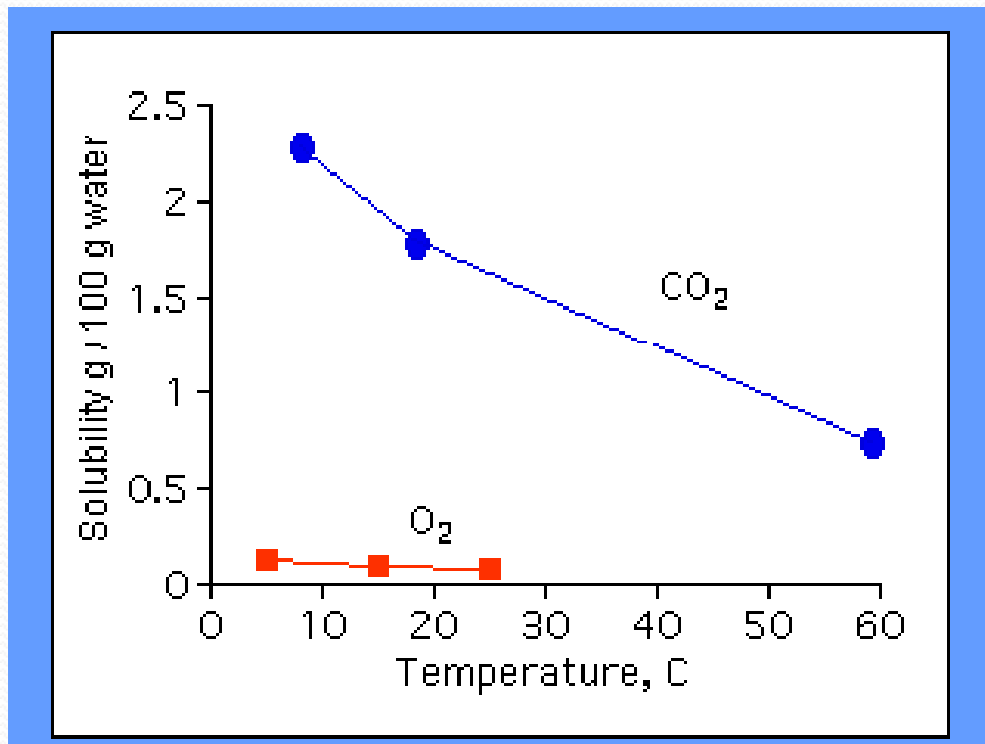
"Dacă un sistem aflat la echilibru este perturbat prin modificarea presiunii, temperaturii sau concentrației, sistemul își reajustează compoziția în așa fel încât să contracareze modificarea parametrului."





dependența de presiune a solubilității gazelor

## o Solubilitatea gazelor scade cu creșterea temperaturii



## Efecte ale modificării presiunii asupra solubilității gazelor:

- scafandrii de mare adâncime
- anestezice aflate în stare gazoasă



# Repartiția unei substanțe între doi solvenți



- Coeficient de partiție:

$$K_c = \frac{[A]_{\alpha}}{[A]_{\beta}} = P_{\alpha:\beta}$$

- Octanol:  $C_8H_{17}OH$  (similitudini cu lipidele)

$$P_{oct:apa} = \frac{[A]_{oct}}{[A]_{apa}}$$

• Clasificarea solviților:

- Hidrofili:

$$P_{\text{octanol:apa}} < 1$$

- Hidrofobi:

$$P_{\text{octanol:apa}} > 1$$

