

HỆ PHÂN TÁN VÀ ĐỐI TƯỢNG CỦA HÓA LÝ HỌC CÁC HỆ PHÂN TÁN

I. Đặc điểm của các hệ phân tán

II. Đối tượng của hóa học chất keo

III. Độ phân tán

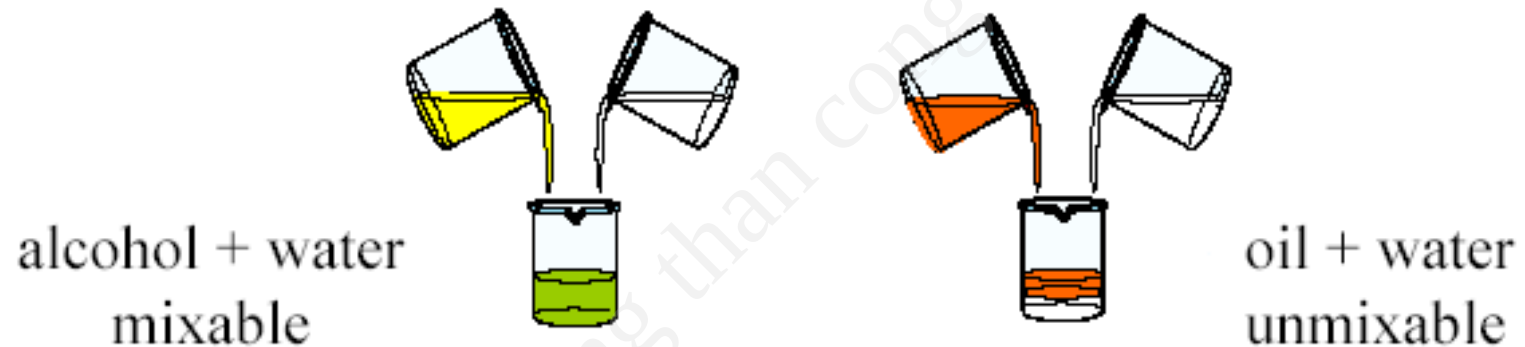
IV. Phân loại các hệ phân tán

V. Ý nghĩa của các hệ keo trong tự nhiên và kỹ thuật

CHƯƠNG 1

Colloid science

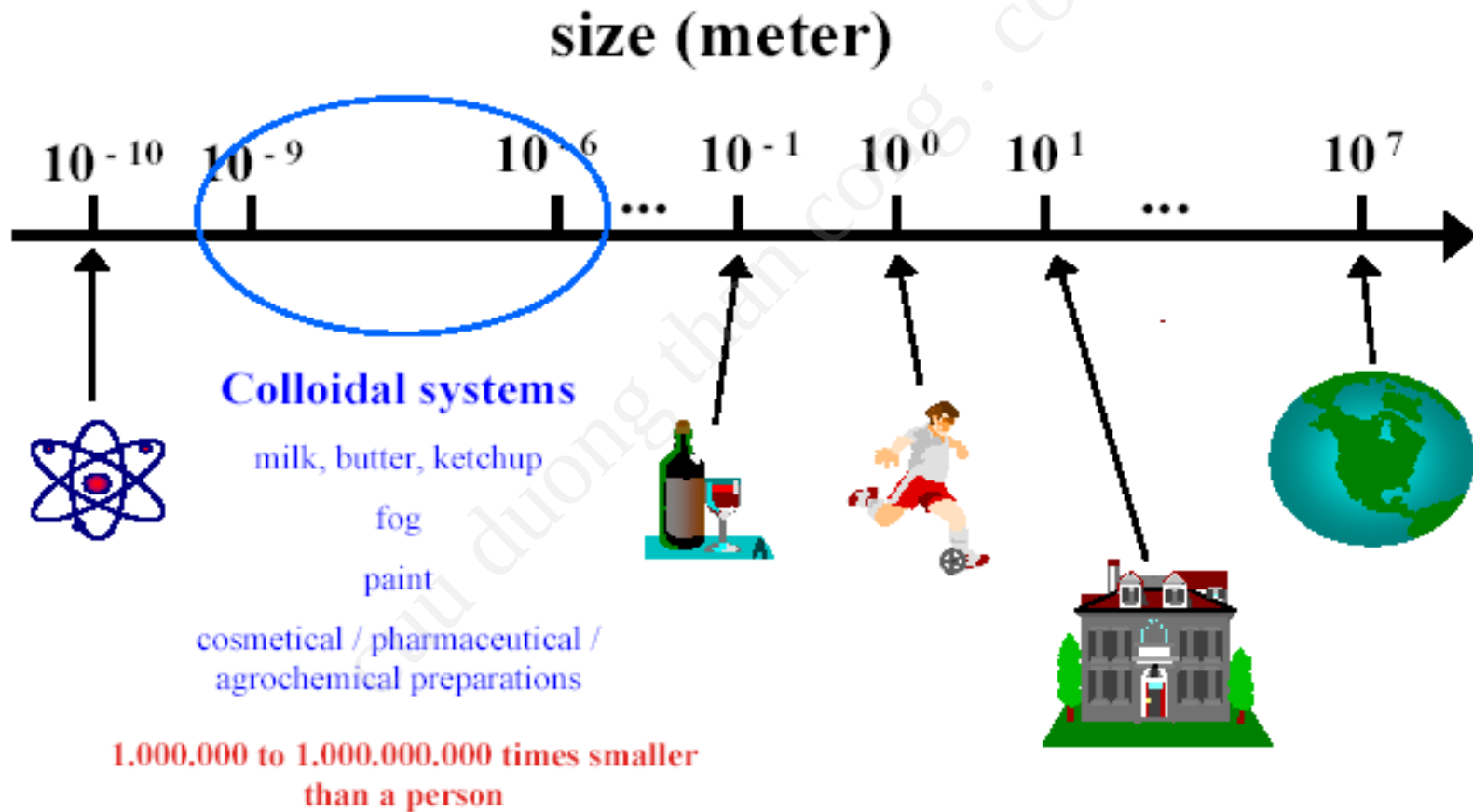
To mix or not to mix, that is the question !



A colloid scientist wants to:

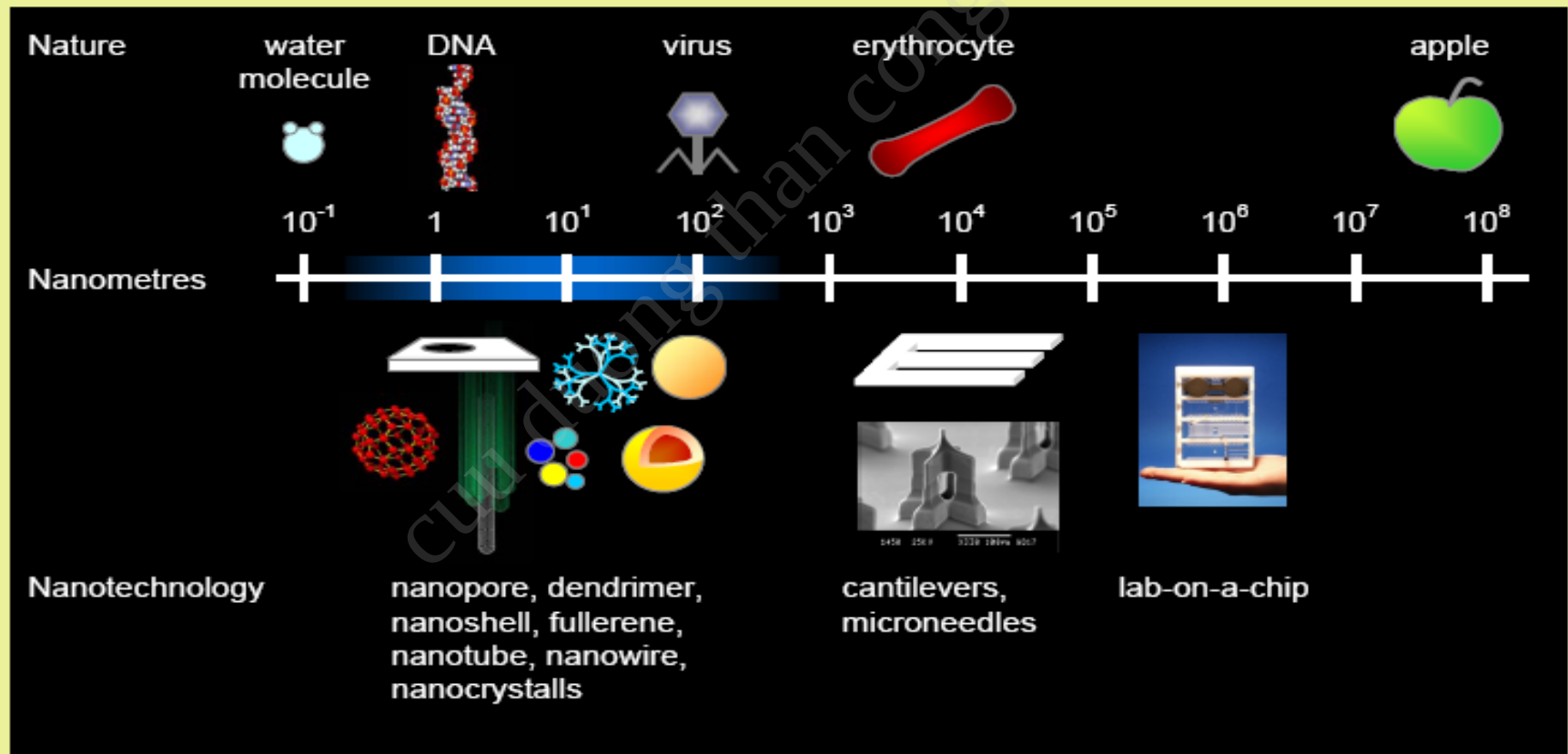
1. mix the unmixable → colloidal dispersions
2. keep it mixed → colloid stability

Colloid science ... ?



KÍCH THƯỚC NANO?

Nanometre scale



- **Molecular scale : 0,1 – 1 nm**
- **Nano scale : 1 – 100 nm**
- **Micro scale : μm**
- **Meso scale : mm, cm**
- **Macro scale : > cm**

- * **Molecular scale** : nguyên tử + phân tử giúp con người hiểu những thuộc tính cơ bản của vật chất → hóa học tổng quát (hữu cơ, vô cơ...), Hóa học lượng tử, cơ học lượng tử...
- * **Micro, Meso, Macro scale** : trạng thái cụm, mảng, khối... → Vật lý chất rắn, cơ học Newton
- * *Nano scale : ???*

- *Khi vật liệu thu nhỏ đến kích thước **NANO**:
các tính chất : hóa học, vật lý, cơ, quang, điện,
từ, đều thay đổi so với **trạng thái vĩ mô***
- Ex :
 - * **nano Al** : xúc tác cho nhiên liệu tên lửa
 - * **nano Ag**
 - * **nano Au**
 - * **nanocomposite**
 -

Ảnh hưởng của sự thu nhỏ

Vật liệu macro : số lượng nguyên tử trên bề mặt không đáng kể so với bên trong

Vật liệu nano : diện tích bề mặt tăng, số lượng nguyên tử trên bề mặt tăng

⇒ **sự khác biệt** : về từ tính, cơ tính, hóa lý tính,...

⇒ **quy luật lượng tử**,.....

Ex : Độ nóng chảy của Au

- * Au khối : 1.064 °C
- * 50 nm : 1.000 °C
- * 5 nm : 900 °C
- * 2 nm : 350 °C
- * 1 nm : 200 °C

Bài toán chấm lượng tử - giếng lượng tử của Max Planck

- Bức xạ của sóng điện từ được phát ra không liên tục theo từng “gói năng lượng” => lượng tử

$$E = h \nu$$

Phương trình sóng Schrodinger : lời giải về bậc năng lượng của giếng lượng tử

$$(-\hbar^2/8\pi^2m)(d^2\Psi/dx^2) = E \Psi \quad (1)$$

$\hbar$: hằng số Planck

E : các bậc năng lượng điện tử

Ψ : hàm số sóng

m : khối lượng điện tử

$$\Psi = A \sin(n\pi x/a) \quad n= 1, 2, 3, \quad (2)$$

Thay (2) vào (1)

$$\Rightarrow E = n^2 h^2 / 8ma^2 \quad n= 1, 2, 3, \quad (3)$$

$$E_1 = E_{\text{quantum}} = h^2 / 8ma^2 \quad (4)$$

Độ sai biệt năng lượng giữa bậc $n = 1$ và $n = 2$ là

$$E_2 - E_1 = 3h^2 / 8ma^2 \quad (5)$$

• Khi Vật chất có kích thước macro, meso, micro, $E_2 - E_1 \rightarrow 0$

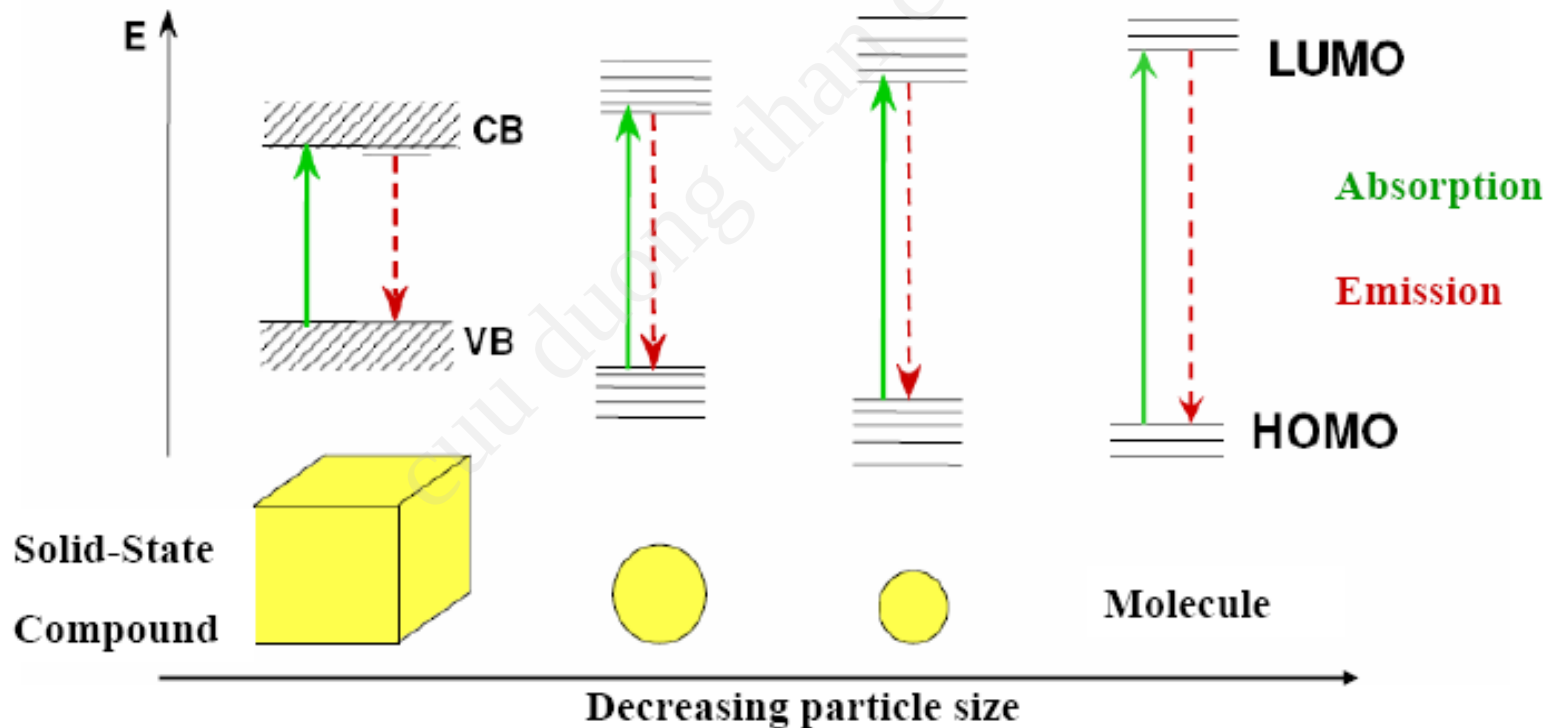
• Nano : a rất nhỏ (giếng hoặc chấm lượng tử) $\rightarrow E_2 - E_1$ tăng đáng kể

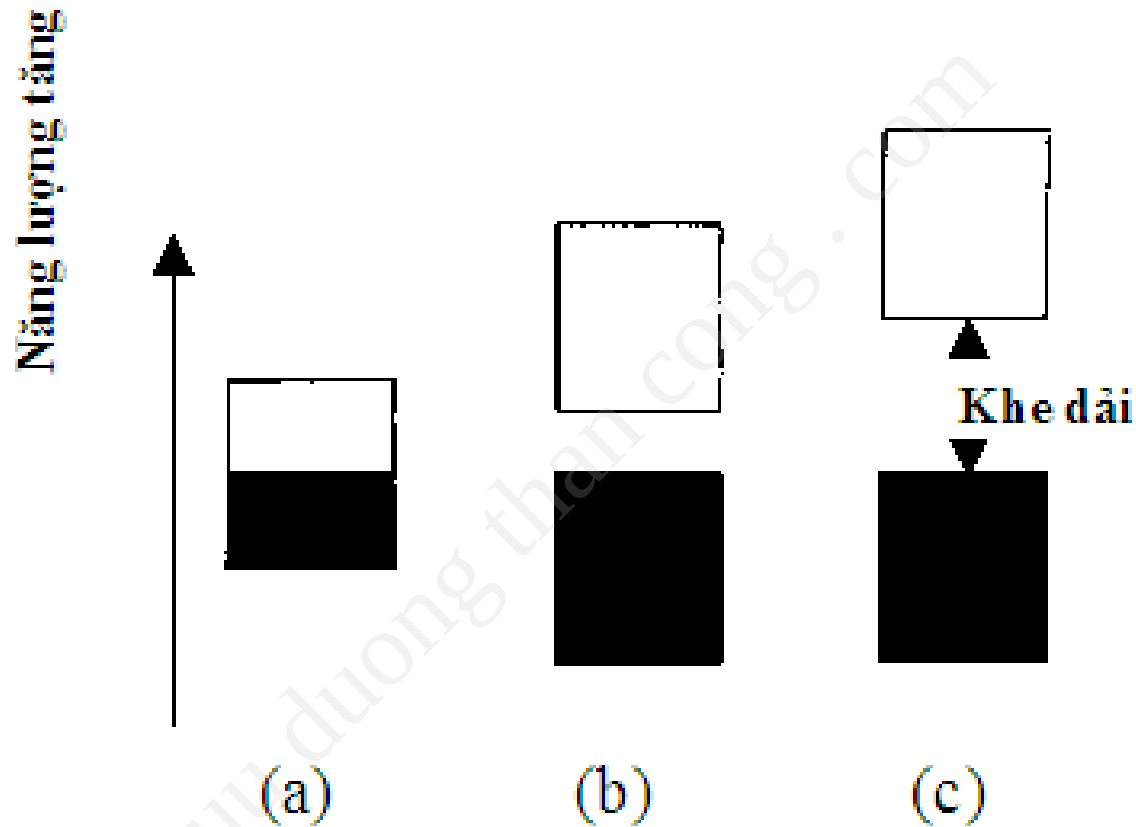
$\rightarrow$ Các bậc năng lượng trở nên rời rạc $\rightarrow$ sự lượng tử hóa năng lượng

KÍCH THƯỚC NANO?

Nanoscale materials can show quantum confinement effects

Very small nanoparticle show strong confinement of excitons (weakly bound electron-hole pairs) and thus dependence of absorption and luminescence on particle size





(a) : Kim loại – Khe dải = 0 eV

(b) : Chất bán dẫn – Khe dải ~ 1 – 1,5 eV

(c) : Chất cách điện – Khe dải > 3 eV

Chấm lượng tử - Giếng lượng tử

• Ở thứ nguyên nano → dải năng lượng không còn liên tục → confinement effect

Hay sự lượng tử hóa năng lượng trong 1 không gian cực nhỏ

→ Từ cơ học cổ điển của Newton bước vào thế giới của cơ học lượng tử

• Quantum dot : biểu hiện 1 vật rất nhỏ chịu ảnh hưởng của qui luật lượng tử

→ Hạt nano chứa vài nguyên tử đến vài ngàn nguyên tử

→ Có thể kích hoạt để phát quang – tùy thuộc giá trị của khe dải

→ Thay đổi kích thước → thay đổi màu sắc

What's different about the Nanoscale?



The gold we know:

Material properties don't change with size

- resistivity
- melting point
- optical absorption
- etc.



The gold we are discovering:

material properties (such as optical absorption, shown here) change with the size of the gold nanoparticle.

I. Đặc điểm của các hệ phân tán

Hóa keo khảo sát những hệ phân tán **dị thể đặc biệt** gọi là **hệ thống keo**.

* Giữa thế kỷ 19, Selmi đã phát hiện một số dung dịch có những tính chất đặc biệt như:

- Tính phân tán ánh sáng mạnh.
- Chất tan sẽ kết tủa khi cho vào dung dịch một lượng nhỏ muối, mặc dù muối đó không phản ứng với chất tan.
- Chất tan tan ra hay kết tủa không đi kèm theo sự thay đổi về nhiệt độ và thể tích.

Selmi đã gọi các dung dịch có những đặc tính kể trên là các **dung dịch giả**

Graham trong quá trình nghiên cứu tính chất của những chất như: gelatin, gôm arabic nhận thấy:

- Có nhiều chất không có khả năng kết tinh từ dung dịch.
- Có thể tách được bằng màng bán thấm

Graham gọi chúng là **colloid** (từ tiếng Latinh colla có nghĩa là hồ dán)

Tuy nhiên, Borsop đã chứng minh rằng, trong những điều kiện nhất định, các chất mà Graham gọi là chất keo cũng **có thể kết tinh từ dung dịch** và đồng thời nhiều chất có khả năng kết tinh khác cũng có thể tồn tại ở trạng thái keo

Do đó, không nên gọi là **chất keo** mà chỉ có thể gọi là chất tồn tại ở trạng thái keo: **trạng thái phân tán cao.**

Tóm lại, một số đặc điểm sau đây của hệ keo đã được ghi nhận:

- Khả năng phân tán ánh sáng
- Khuyếch tán chậm và có khả năng thẩm tích (khả năng lọc được bằng màng bán thấm)
- Không bền vững tập hợp: các hạt phân tán dễ tập hợp với nhau thành các hạt lớn hơn dưới tác dụng của các điều kiện bên ngoài (nhiệt độ, khuấy lắc, chất điện ly,...)
- Thường có hiện tượng điện di

II. Đối tượng của hóa keo

Hóa keo nghiên cứu các hệ phân tán **dị thể**, nghĩa là các hệ cấu tạo từ **2 tướng** trở lên và một trong hai tướng ở trạng thái chia nhỏ.

-Tướng phân tán có **bề mặt riêng lớn**, các quá trình hoá học và vật lý xảy ra trên bề mặt của hạt keo $\Rightarrow$ quyết định tính chất của hệ keo.

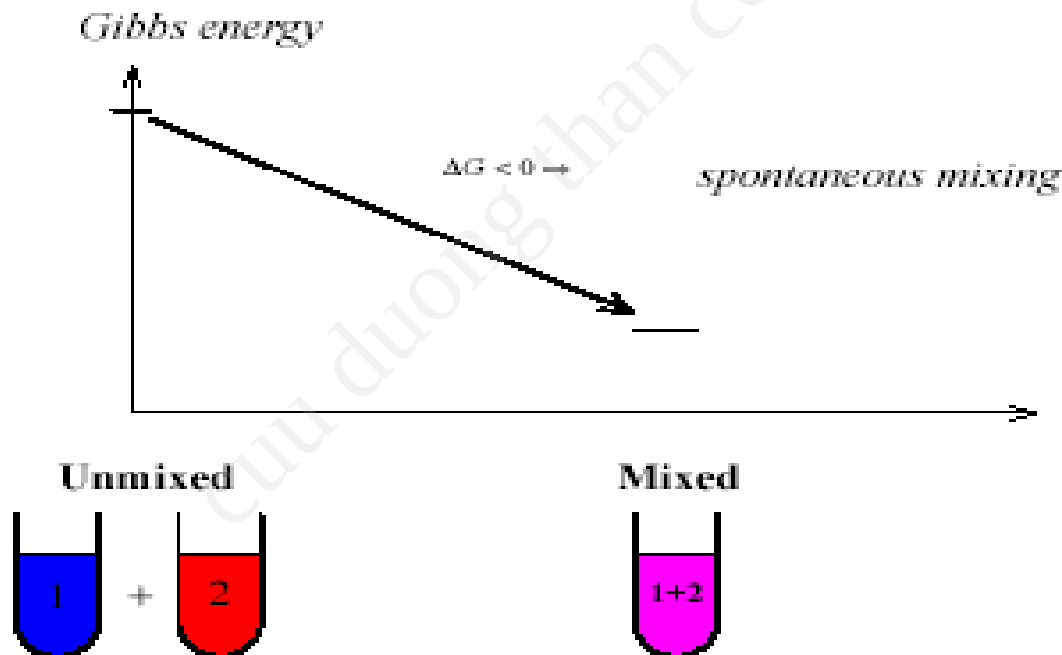
-Hệ keo có **năng lượng tự do bề mặt lớn** ($\Delta G_s > 0$) nên không bền vững về mặt **nhiệt động học** $\Rightarrow$ các hạt của tướng phân tán kết dính lại với nhau để bề mặt phân chia của tướng giảm ($\Delta G_s < 0$). Trong quá trình biến đổi như vậy, thành phần hóa học của hệ thống không đổi mà chỉ biến đổi về mặt năng lượng.

VỀ MẶT NHIỆT ĐỘNG HỌC

TRẠNG THÁI CÂN BẰNG: Trạng thái có năng lượng Gibbs thấp nhất (ở P và T không đổi) $\Delta G_{T,P} = 0$

QUÁ TRÌNH TỰ NHIÊN: Quá trình làm giảm năng lượng tự do Gibbs $\Delta G_{T,P} < 0$

SOLUTIONS



Gọi G là năng lượng bề mặt

$$G = \sigma S$$

S: diện tích bề mặt

σ : sức căng bề mặt

$$\Rightarrow dG = \sigma dS + S d\sigma$$

* Nếu $\sigma = \text{const} \Rightarrow d\sigma = 0$

$$dG = \sigma dS$$

Quá trình xảy ra tự nhiên khi $dG < 0 \Rightarrow dS < 0$

Hiện tượng keo tụ (tiến đến trạng thái bền)

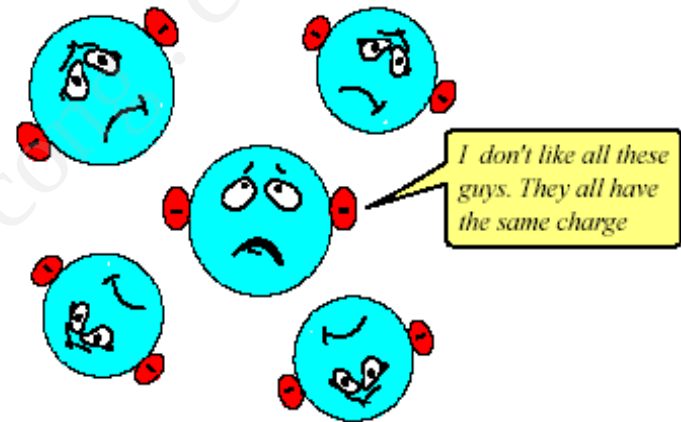
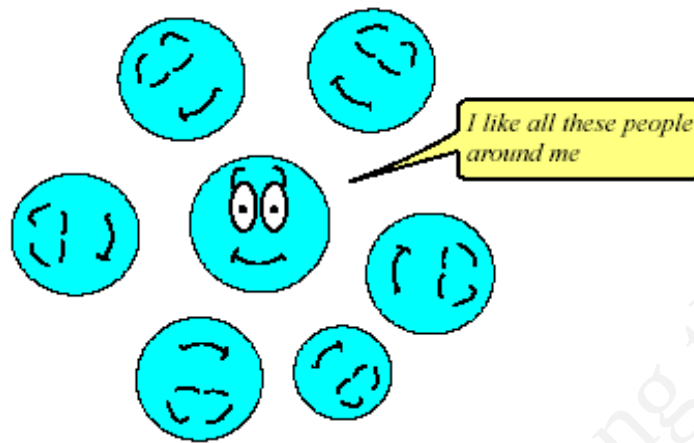
* Nếu $S = \text{const.} \Rightarrow dS = 0$

$$dG = S d\sigma$$

$$dG < 0 \Rightarrow d\sigma < 0$$

Thêm chất HĐBM để bảo vệ hệ keo

-Về mặt **động học**, độ bền vững tập hợp của hệ phân tán được xác định bởi mối tương quan giữa **lực hút** và **lực đẩy** (độ lớn của hàng rào năng lượng ngăn cản sự tiến lại gần nhau của các hạt)



-Khi lực hút > lực đẩy $\Rightarrow$ các hạt liên kết gây nên hiện tượng keo tụ (phá hủy hệ phân tán).

-Tóm lại, hóa keo là khoa học về các quá trình hình thành và phá hủy các hệ phân tán $\Rightarrow$ tên gọi đầy đủ của môn học : "**Hóa lý học các hệ phân tán vi dị thể**"

III. Độ phân tán

-Độ phân tán D được định nghĩa:

$$D = 1/a$$

a : kích thước của hạt (hạt hình cầu là đường kính d , hạt hình lập phương là chiều dài cạnh l)

- Bề mặt riêng S_r cũng được dùng làm thước đo của hệ phân tán:

$$S_r = S_{12} / V_1$$

Với S_{12} : diện tích bề mặt phân cách giữa tướng 1 và 2.

V_1 : thể tích tướng phân tán

*H

$$S_r = \frac{4\pi r^2}{4/3\pi r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{a}$$

* Hạt hình lập phương:

$$S_r = \frac{6l^2}{l^3} = \frac{6}{l}$$

IV. PHÂN LOẠI CÁC HỆ PHÂN TÁN

1. Phân loại theo độ phân tán:

Bảng 5.1. Phân loại hệ phân tán theo kích thước của tiểu phân



Hệ	Kích thước tiểu phân. Đơn vị cm	Độ bền theo thời gian	Ví dụ
Hệ phân tán thô -Huyền phù -Nhũ tương	$>10^{-5}$	Không bền	-Hạt sét lơ lửng trong nước. -Sữa
Hệ keo	$10^{-5} - 10^{-7}$	Không bền	Gelatin
Dung dịch	$<10^{-7}$	Bền	NaCl tan trong nước

2. Phân loại theo trạng thái tập hợp

Theo Ostwald, căn cứ vào trạng thái tập hợp của vật chất, hệ keo có thể phân chia thành những hệ trong bảng sau:

		Chất phân tán		
		<u>Khí</u>	<u>Lỏng</u>	<u>Rắn</u>
Môi trường phân tán	<u>Khí</u>	Không có: tất cả các khí đều có thể hòa tan được	<u>Aerosol lỏng</u> , Thí dụ: <u>Sương mù</u>	<u>Aerosol rắn</u> , Thí dụ: <u>Bụi</u> , <u>Khói xe</u>
	<u>Lỏng</u>	<u>Bọt</u> , Thí dụ: Kem sữa đánh đặc	<u>Nhũ tương</u> , Thí dụ: <u>Sữa</u> , <u>máu</u>	<u>Sol</u> (<i>Dung dịch keo</i>), Thí dụ: <u>Sơn</u> , <u>mực</u>
	<u>Rắn</u>	<u>Bọt rắn</u> , Thí dụ: <u>Polystyrene</u> , <u>đá bọt</u>	<u>Gel</u> , Thí dụ: <u>Gelatin</u> , <u>mút</u> , <u>phó mát</u> , <u>ngọc mắt mèo</u>	<u>Sol rắn</u> (<i>Dung dịch keo rắn</i>), Thí dụ: <u>Thủy tinh Ruby</u>

3. Phân loại theo tương tác giữa tương phân tán và môi trường phân tán

- **Keo ưa lỏng** (Lyophylles): tương tác giữa tương và môi trường phân tán khá lớn , tạo thành lớp solvat hóa (thường là keo thuận nghịch)

VD: xà phòng, đất sét hòa tan trong nước, các hợp chất cao phân tử hòa tan trong dung môi thích hợp,...

- **Keo kỵ lỏng** (Lyophobices): tương tác giữa 2 tương yếu (thường là keo bất thuận nghịch)

VD: các sol kim loại

Cách phân loại này chỉ dùng được cho những hệ có môi trường phân tán lỏng mà thôi.

V. Ý NGHĨA CỦA HỆ KEO TRONG TỰ NHIÊN VÀ TRONG KỸ THUẬT

Examples of colloidal dispersions

Food industry

- Dairy products
- Dressings
- Chocolate
- ...



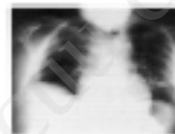
Pharmaceutics and cosmetic

- Water-insoluble pharmaceuticals
- All kind of gels, emulsions and cosmetics



Photographic industry

- Photographic emulsions (films)
- X-ray plates and films
- Photocopy materials (paper, ink...)



Electrical and Electronic industry

- Materials for displays:
 - phosphors
 - liquid crystals
 - Isolating materials



Other

- Agrochemicals, paints, dyestuffs, cement, bitumen....

