

TÍNH CHẤT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CỦA HỆ KEO

I. CHUYỂN ĐỘNG NHIỆT VÀ CHUYỂN ĐỘNG BROWN

II. SỰ KHUYẾCH TÁN

III. ÁP SUẤT THẨM THẤU

IV. SỰ SA LẮNG VÀ CÂN BẰNG SA LẮNG

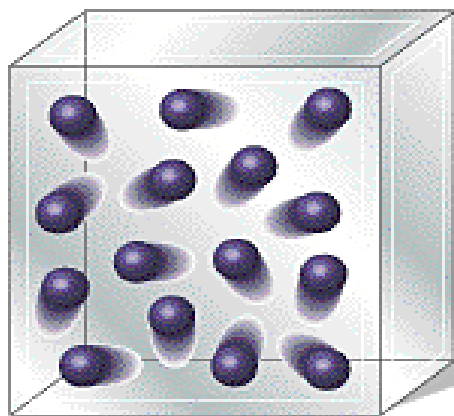
CHƯƠNG 4

I. Chuyển động nhiệt và chuyển động Brown

Theo thuyết động học phân tử:

- Khí là một tập hợp các phân tử nằm trong trạng thái chuyển động nhiệt hỗn loạn và có động năng trung bình $E = 3/2kT$ với k là hằng số Boltzman và T là nhiệt độ tuyệt đối.
- Chất rắn tinh thể thì các phân tử hay ion sắp xếp theo một trật tự nhất định và chỉ dao động quanh vị trí cân bằng.
- Các phân tử chất lỏng được giữ gần nhau hơn so với khí nhưng không quá chặt nên có thể trượt lên nhau (*chảy*).

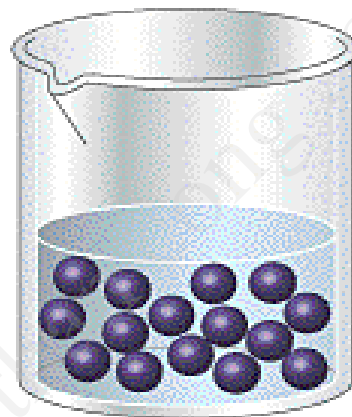
Nói chung, các phân tử khí và lỏng có 3 loại chuyển động: tịnh tiến, quay và dao động.



Khí

Mất trật tự;
 Có nhiều khoảng không;
 Phân tử chuyển động hoàn
 toàn tự do;
 Các hạt ở cách xa nhau

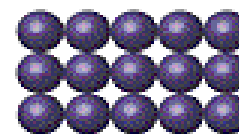
Làm lạnh
 hoặc nén ;
 Đun nóng
 hoặc giảm
 áp suất



Lỏng

Mất trật tự;
 Các hạt hoặc nhóm hạt
 chuyển động tương đối
 tự do;
 Các hạt ở gần nhau

Làm lạnh
 Đun nóng



Tinh thể rắn

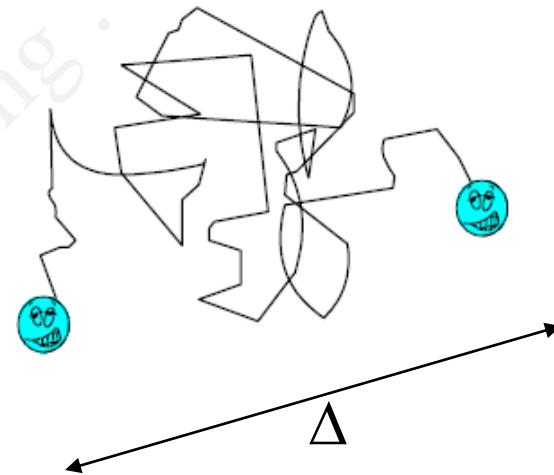
Sắp xếp trật tự;
 Các hạt ở những vị trí cố
 định
 Các hạt ở rất gần nhau

Năm 1828, Brown (nhà sinh vật học người Anh) khi quan sát huyền phù của phấn hoa bằng kính hiển vi, phát hiện: các hạt phấn hoa không ngừng chuyển động hỗn loạn và cường độ chuyển động không bị giảm theo thời gian. Sự chuyển động đó được gọi là chuyển động Brown.

Không thể quan sát được quỹ đường dịch chuyển thực của hạt, nên Einstein đã sử dụng khái niệm quỹ đường chuyển dịch trung bình của hạt trong khoảng thời gian t , đó là hình chiếu đoạn đường đi từ điểm đầu ($t=0$) đến điểm cuối theo hướng xác định.

Để tính toán, người ta dùng đại lượng chuyển dịch bình phương trung bình của hạt

$$\overline{\Delta} = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}}$$



$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$: hình chiếu của những chuyển dịch của hạt trên trục x trong những khoảng thời gian bằng nhau.

n: số lần lấy hình chiếu

II. Sự khuếch tán

II.1/ Các định luật Fick

Khuếch tán là quá trình tự san bằng nồng độ trong hệ. Đây là quá trình tự xảy ra do ảnh hưởng của chuyển động nhiệt và khi hệ có nồng độ không đồng đều.

Qui luật khuếch tán được mô tả khá hoàn chỉnh trong 2 định luật của Fick

❖ Định luật Fick 1:

Lượng chất m chuyển qua tiết diện S (đặt vuông góc với chiều khuếch tán) sẽ tỉ lệ thuận với S , khoảng thời gian khuếch tán t và gradient nồng độ theo khoảng cách dC/dx

$$dm = -D \frac{dC}{dx} S dt$$

-Với D là hệ số khuếch tán, phụ thuộc vào tính chất hạt và môi trường.

-Định luật Fick 1 có thể trình bày theo dòng khuếch tán i: lượng chất chuyển qua 1 đơn vị bề mặt trong 1 đơn vị thời gian:

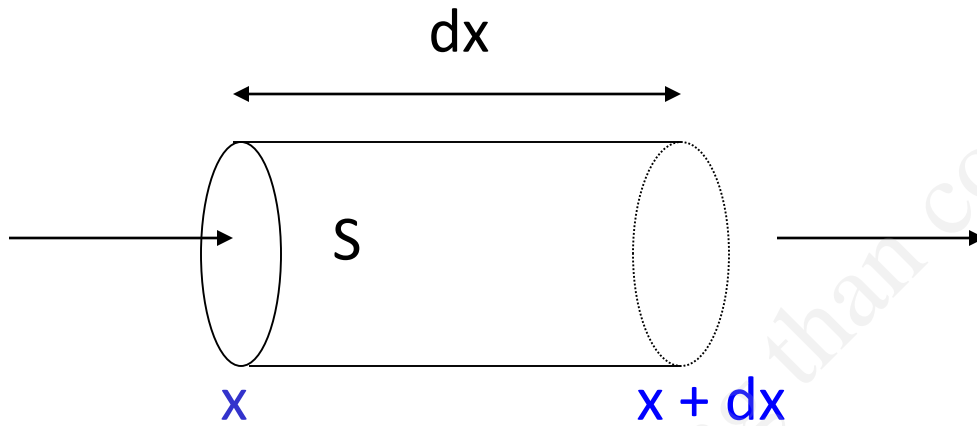
$$i = \frac{dm}{S dt} = -D \frac{dC}{dx}$$

-Nếu gradient nồng độ không đổi theo thời gian thì i cũng không đổi theo thời gian và trong hệ sẽ thiết lập một trạng thái dừng, ta có:

$$m = -D \frac{dC}{dx} S t$$

❖ Định luật Fick 2

Giả sử sự khuếch tán xảy ra trong 1 ống hình trụ có tiết diện là S và chiều dài là dx



-Trong 1 giây có một lượng $S.i_{(x)}$ đi vào thể tích $S.dx$ ở điểm x thì cũng sẽ có một lượng $S.i_{(x + dx)}$ đi ra khỏi thể tích đó ở điểm $x+dx$. Ta có:

$$S \left[i_{(x+dx)} - i_{(x)} \right] = -Sdx \frac{dC}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{di}{dx} = - \frac{dC}{dt}$$

Mà:
$$i = -D \frac{dC}{dx}$$

Vậy:
$$\frac{di}{dx} = -D \frac{d^2 C}{dx^2}$$

$$\Rightarrow \frac{dC}{dt} = D \frac{d^2 C}{dx^2}$$

II.2/ Phương trình Einstein

Năm 1908, Einstein đã đưa ra phương trình cho thấy sự phụ thuộc của D vào nhiệt độ T , độ nhớt η của môi trường và kích thước hạt r .

$$D = \frac{kT}{B}$$

B : hệ số ma sát

Theo Stock, nếu hạt hình cầu thì $B = 6\pi\eta r$

\Rightarrow

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta r}$$

II.3/ Phương trình Einstein – Smolukhopsky

Năm 1905 Einstein và năm 1906 Smolukhopsky, độc lập nhau đã đưa ra lý thuyết định lượng cho chuyển động Brown, trong đó thiết lập mối liên hệ giữa hệ số khuếch tán D và giá trị chuyển dịch bình phương trung bình.

$$D = \frac{1}{2} \frac{\Delta^2}{t}$$

Với hạt hình cầu:

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta r}$$

Vậy:

$$\Delta = \sqrt{\frac{RT 2t}{N 6\pi\eta r}}$$

III. Áp suất thẩm thấu của dung dịch keo

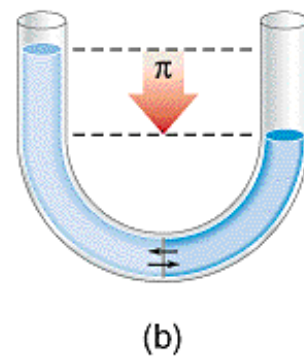
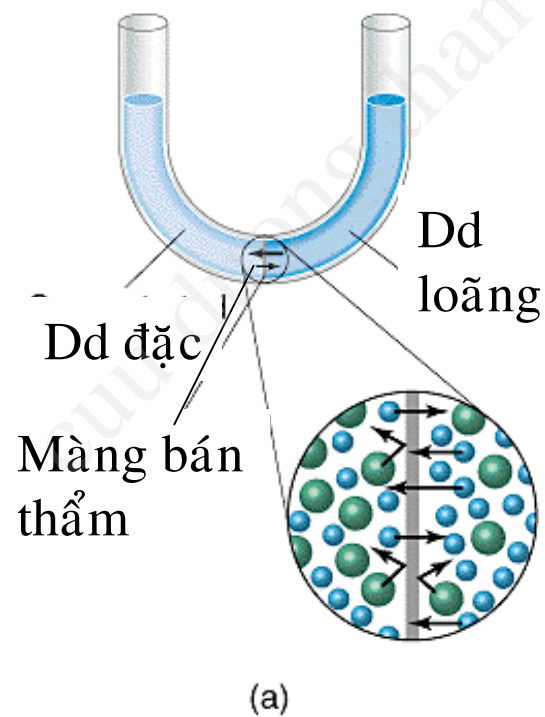
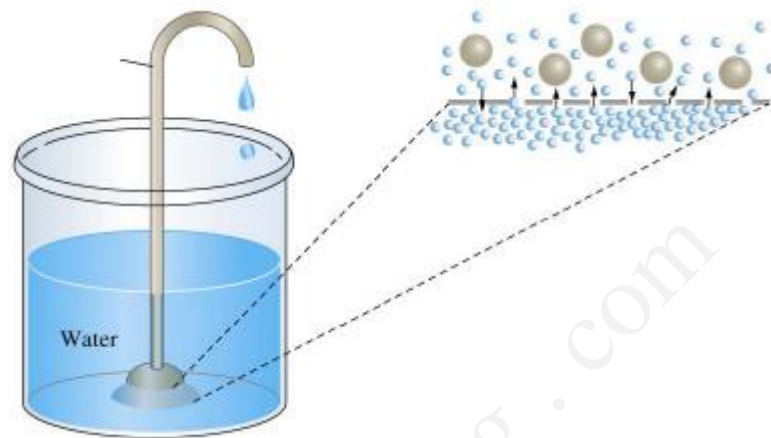
Hiện tượng thẩm thấu

Màng bán thấm: chỉ cho một số chất đi qua.

Td: màng tế bào.

Thẩm thấu: là quá trình di chuyển của dung môi từ nơi có nồng độ thấp sang nơi có nồng độ cao.

Td: Cây hút nước từ đất nhờ áp suất thẩm thấu...



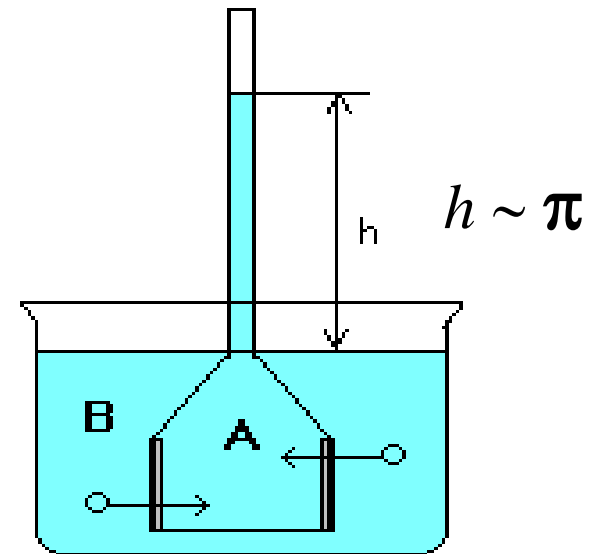
Áp suất thẩm thấu

Áp suất thẩm thấu π , là áp suất cần thiết để ngừng thẩm thấu.

Thẩm thấu là quá trình tự xảy ra.

$$\pi V = nRT$$

$$\pi = \left(\frac{n}{V} \right) RT$$
$$= CRT$$



A - dung dịch; B - dung môi

Thẩm thấu

Dung dịch có cùng áp suất thẩm thấu được gọi là đẳng trương.

Dung dịch có áp suất thẩm thấu cao hơn được gọi là ưu trương.

Hồng cầu được bao bọc bởi màng bán thấm.

Sự co lại của tế bào:

- Nếu hồng cầu tiếp xúc với dung dịch có áp suất thẩm thấu cao hơn so với dịch của hồng cầu thì nước sẽ thẩm thấu từ trong ra ngoài làm hồng cầu co, héo lại.

Sự trương của tế bào:

- Nếu hồng cầu tiếp xúc với dung dịch có áp suất thẩm thấu thấp hơn so với dịch của hồng cầu thì nước sẽ thẩm thấu từ ngoài vào trong làm hồng cầu trương lên.

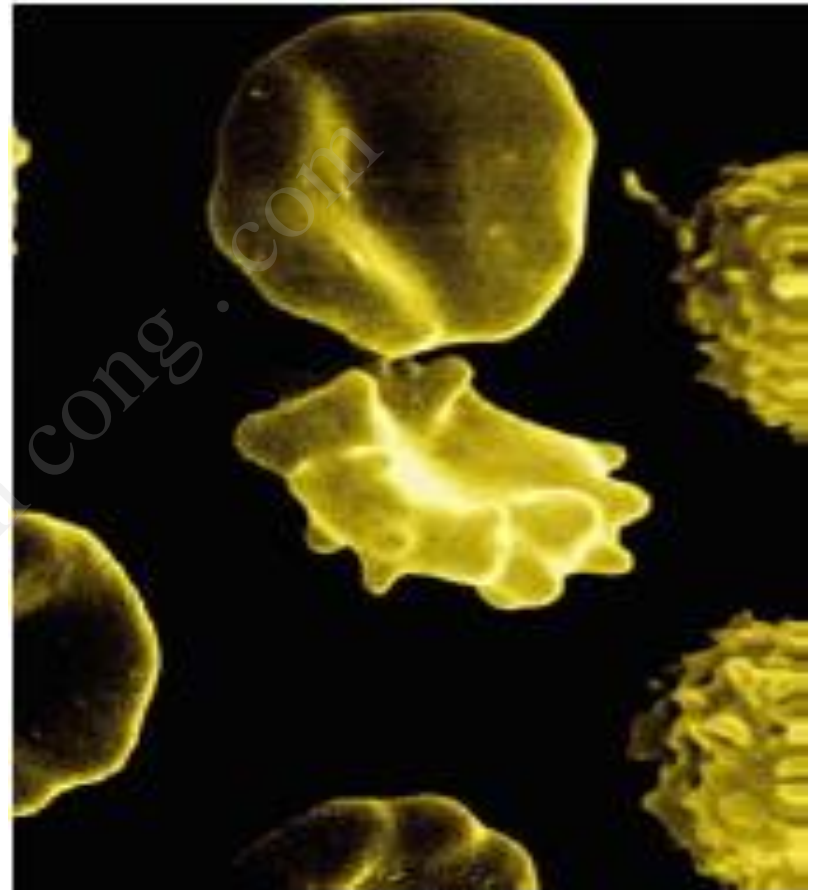
Dd ưu trương : $> 0,92\%$

Hồng cầu bị co héo.

Dd đẳng trương : $0,92\%$

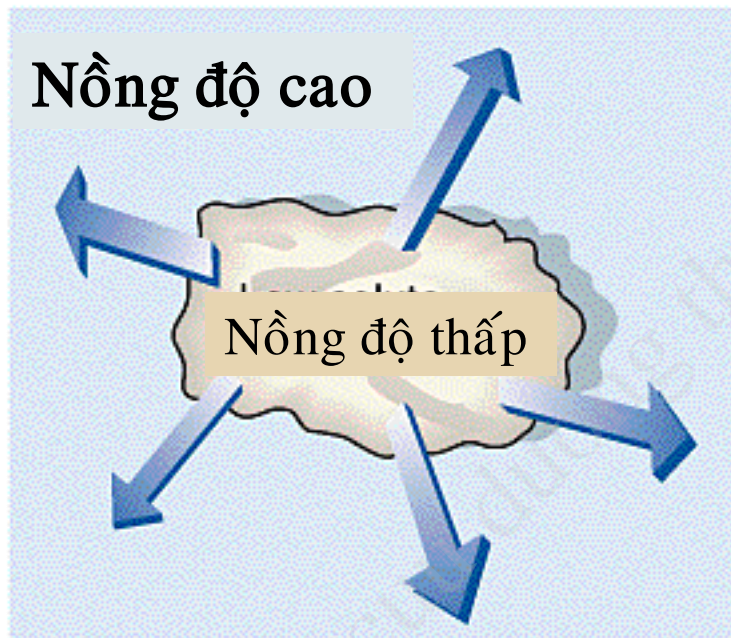
Dd thiếu trương : $< 0,92\%$

Hồng cầu trương nở và bị vỡ

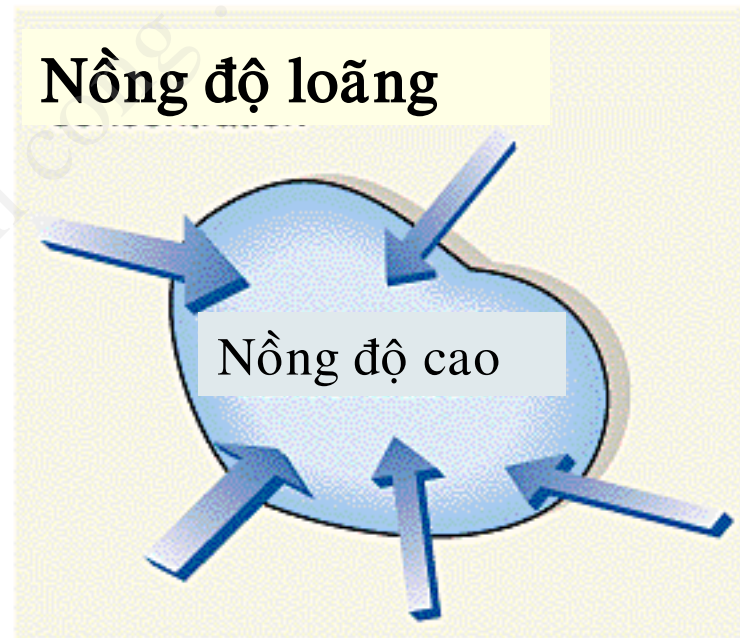


Thẩm thấu

Sự co héo và trương nở của tế bào:



(a)



(b)

Với dung dịch keo, nồng độ pha phân tán được sử dụng là nồng độ hạt ν (số hạt trong 1 đơn vị thể tích) và nồng độ khối lượng hạt C_d

$$C_d = \frac{\nu}{N}$$

Do đó, phương trình Vant'Hoff có dạng:

$$\pi = \frac{\nu}{N} RT = C_d RT$$

Áp suất thẩm thấu của dung dịch keo có những đặc điểm:

- Áp suất thẩm thấu của hệ keo thường bị giảm theo thời gian (do hiện tượng keo tụ)
- Hệ keo có áp suất thẩm thấu nhỏ hơn nhiều so với dung dịch thật trong những điều kiện nhiệt độ và nồng độ hạt giống nhau.

$$\frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Hạt có kích thước càng nhỏ thì áp suất thẩm thấu càng lớn.

IV. Sự sa lắng và cân bằng sa lắng

- Khả năng của hệ giữ cho các hạt keo phân bố đều trong toàn bộ thể tích gọi là độ bền sa lắng hay độ bền động học.
- Sự sa lắng xảy ra khi các hạt trong huyền phù tự do rơi xuống đáy bình dưới tác động của lực trọng trường.
- Độ bền vững sa lắng phụ thuộc vào kích thước hạt của tương phân tán. Có 2 trường hợp sa lắng:
 - *Mỗi hạt sa lắng độc lập, sự sa lắng xảy ra chậm. Đây là hệ bền vững liên kết.*
 - *Các hạt keo tụ lại, liên kết với nhau dưới tác dụng của lực phân tử, sa lắng xảy ra rất nhanh từng cụm một. Đây là hệ không bền vững liên kết.*

IV.1/ Sự sa lắng

Chúng ta hãy khảo sát sự rơi của một hạt trong hệ. Hạt sa lắng do tác dụng của trọng trường. Theo Archimede thì trọng lực trong chất lỏng bằng:

$$f = mg = V(\gamma - \gamma_o)g$$

với

V : thể tích hạt;

γ : khối lượng riêng (tỉ trọng) của hạt;

γ_o : khối lượng riêng của môi trường;

g : gia tốc trọng trường.

Khi hạt rơi, nó chịu một lực ma sát (f') của môi trường lỏng làm cản trở sự sa lắng. Lực ma sát đó tỷ lệ với tốc độ rơi:

$$f' = B.u$$

ở đây

u : tốc độ chuyển động của hạt

B : hệ số ma sát

Hạt rơi theo chuyển động nhanh dần, lúc đầu vì tốc độ nhỏ nên lực ma sát rất nhỏ so với trọng lực.

Khi tốc độ tăng dần, lực ma sát cũng tăng dần. Cho đến khi lực ma sát bằng giá trị của trọng lực, $f = f'$, thì hạt sẽ sa lắng với tốc độ không đổi.

$$V(\gamma - \gamma_o)g = B.u$$

Với hạt hình cầu ta có:

$$\frac{4}{3}\pi r^3(\gamma - \gamma_o)g = 6\pi\eta ru$$

Từ đó có thể tìm được tốc độ sa lắng của hạt:

$$u = \frac{dx}{dt} = \frac{2r^2}{9\eta}(\gamma - \gamma_o)g$$

Nếu biết u , η , γ_o và γ ta có thể tính được r

$$r = \sqrt{\frac{9\eta u}{2(\gamma - \gamma_o)g}}$$

- Các phương trình trên chỉ áp dụng cho những hệ có kích thước hạt phân tán nằm trong khoảng 5 - 100 μ

IV.2/ Phân tích sa lắng

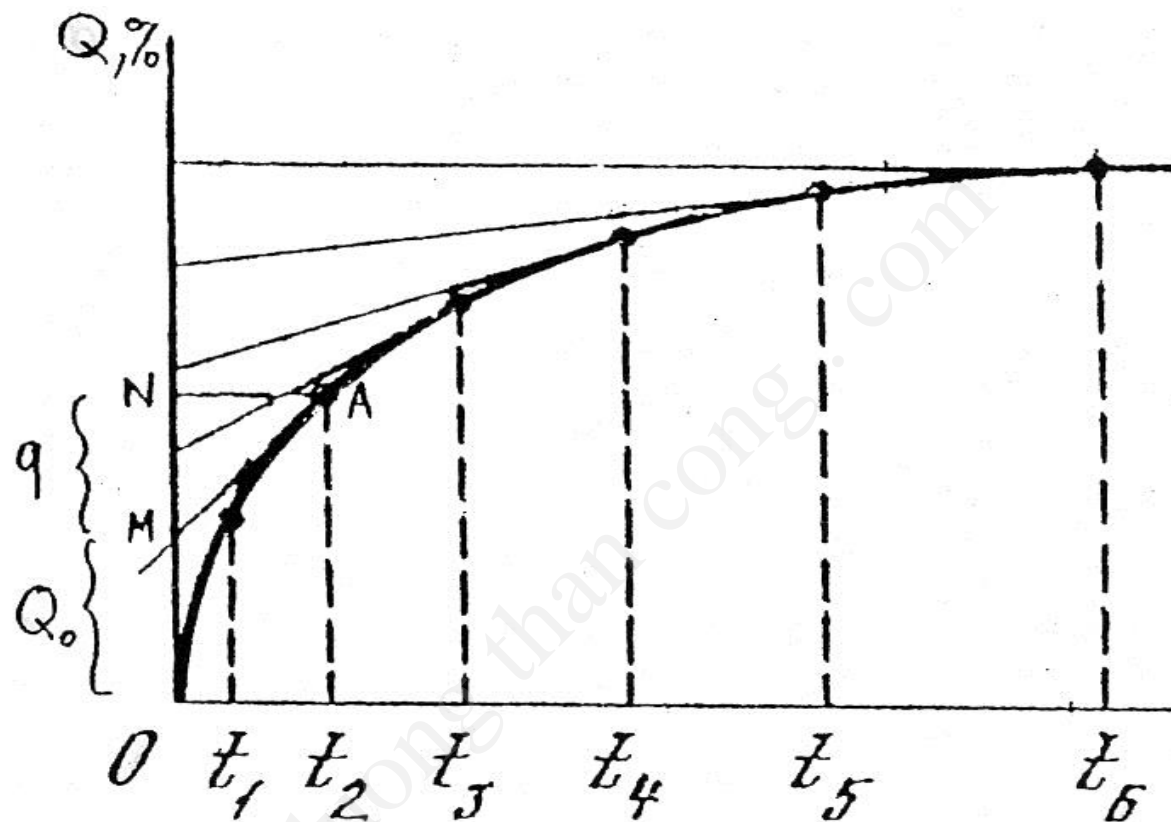
Trong hệ đơn phân tán, tốc độ sa lắng của hạt đều như nhau, ta có:

$$u = \frac{h}{t}$$

Với: h : quãng đường đi của hạt

Trong một hệ đa phân tán, có rất nhiều loại hạt, mỗi loại hạt sẽ mất một khoảng thời gian khác nhau để đi hết đoạn đường h .

Ta phải xác định tốc độ tích lũy hạt, tức thiết lập sự phụ thuộc của lượng chất đã sa lắng vào thời gian $Q = f(t)$. Đồ thị của hàm này gọi là đường cong sa lắng

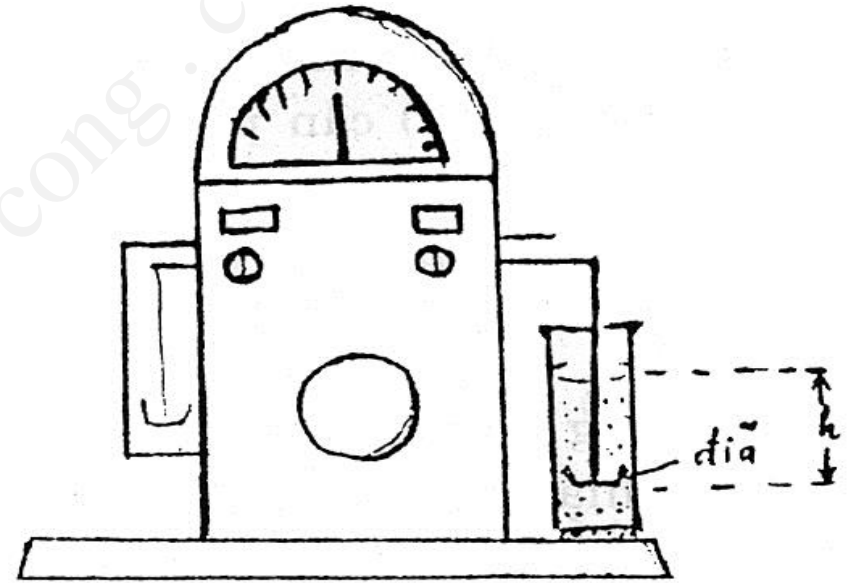


Đường cong sa lẳng của hệ đa phân tán

Trên thực tế, phép phân tích sa lắng được tiến hành dựa trên cơ sở xác định tốc độ chất chứa trên đĩa cân bằng cách sử dụng cân phân tích sa lắng

Giới hạn sử dụng phương pháp sa lắng:

- + Các hạt hình cầu.
- + Các hạt không bị solvat hóa.
- + Các hạt sa lắng độc lập.



Dụng cụ để phân tích sa lắng