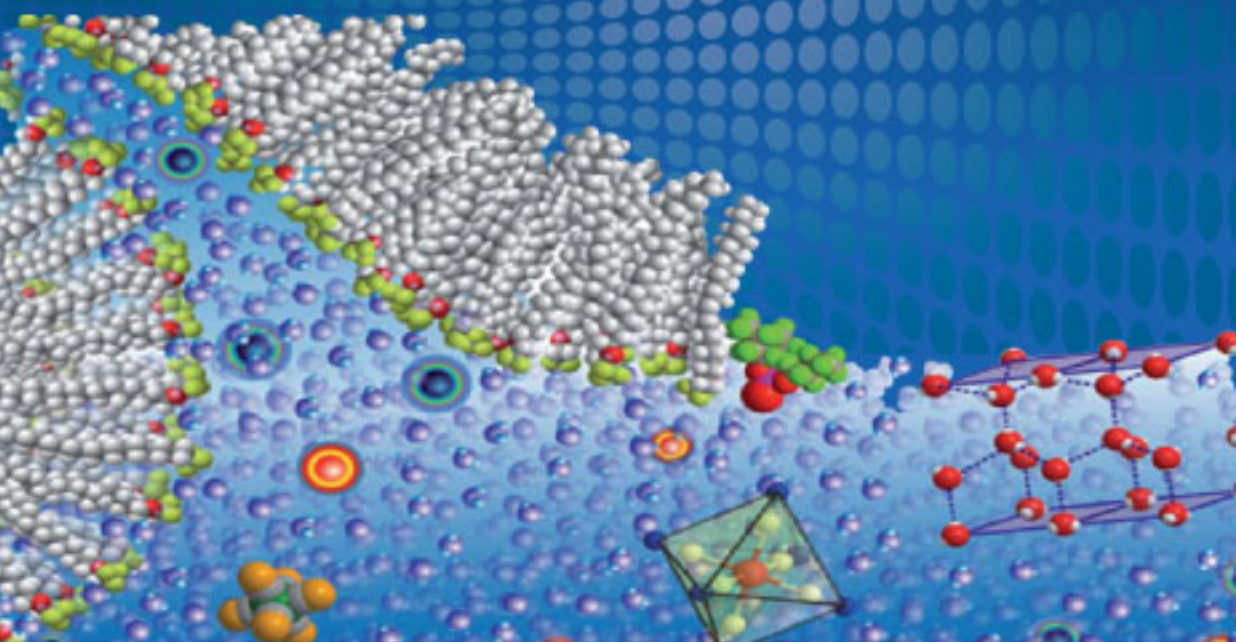


HỒ SỸ THẮNG

GIÁO TRÌNH

HOÁ KEO VÀ HẤP PHỤ



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

HỒ SỸ THẮNG

GIÁO TRÌNH

**HOÁ KEO VÀ
HẤP PHỤ**

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

LỜI NÓI ĐẦU

Môn học HOÁ KEO và HẤP PHỤ có vai trò rất quan trọng đối với chương trình đào tạo giáo viên hoá học và một số ngành có liên quan đến hoá học. Kiến thức trong môn học này giúp người học giải thích được nhiều hiện tượng tự nhiên liên quan đến đời sống, kỹ thuật cũng như liên hệ với thực tiễn trong quá trình giảng dạy hoá học.

Ngoài ra, người học cũng có thể vận dụng kiến thức để thực hiện các công trình nghiên cứu về lĩnh vực hoá keo và hấp phụ, ứng dụng vào sản xuất, xử lý môi trường.

Trên cơ sở đó, chúng tôi biên soạn cuốn “GIÁO TRÌNH HOÁ KEO VÀ HẤP PHỤ” với mong muốn giúp cho người học có được những kiến thức, kỹ năng bổ ích.

Nội dung giáo trình được sắp xếp thành 5 chương, bao gồm phần hoá keo và phần hấp phụ.

Chương 1: Mở đầu

Chương 2: Tính chất của dung dịch keo

Chương 3: Độ bền vững và tính chất cơ học cấu thể của dung dịch keo

Chương 4: Hệ phân tán thô, hệ bán keo và các hiện tượng bề mặt

Chương 5: Hấp phụ

Mặc dù tác giả đã cố gắng biên soạn, sắp xếp nội dung một cách hợp lý nhất song giáo trình này khó tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất cảm ơn khi nhận được ý kiến đóng góp quý báu của các nhà khoa học, quý đồng nghiệp cũng như bạn đọc để “GIÁO TRÌNH HOÁ KEO VÀ HẤP PHỤ” được hoàn thiện hơn.

Tác giả

MỤC LỤC

	Trang
Chương 1. MỞ ĐẦU	7
1.1. Đối tượng nghiên cứu của hoá keo	8
1.2. Một số khái niệm cơ bản về hệ phân tán	8
1.2.1. Hệ phân tán.....	8
1.2.2. Độ phân tán.....	9
1.3. Phân loại các hệ phân tán.....	12
1.3.1. Phân loại theo kích thước hạt.....	12
1.3.2. Phân loại theo trạng thái tập hợp	12
1.3.3. Phân loại theo tương tác giữa các pha	14
1.4. Điều chế dung dịch keo	15
1.4.1. Phương pháp phân tán	15
1.4.2. Phương pháp ngưng tụ.....	18
1.5. Tính chất dung dịch keo	19
1.5.1. Thẩm tích thường.....	19
1.5.2. Điện thẩm tích.....	20
1.5.3. Siêu lọc	21
1.6. Ý nghĩa thực tiễn của hoá keo	21
Tóm tắt chương 1.....	23
Câu hỏi và bài tập chương 1	25
Tài liệu tham khảo.....	26
Chương 2. TÍNH CHẤT CỦA DUNG DỊCH KEO	27
2.1. Tính chất quang học của dung dịch keo	28
2.1.1. Sự phân tán ánh sáng trong dung dịch keo	28
2.1.2. Sự hấp thụ ánh sáng của dung dịch keo	31
2.1.3. Các phương pháp quang học nghiên cứu dung dịch keo	33
2.2. Tính chất động học phân tử của dung dịch keo	38
2.2.1. Chuyển động Brown trong dung dịch keo	38
2.2.2. Sự khuếch tán trong dung dịch keo.....	39
2.2.3. Áp suất thẩm thấu của dung dịch keo	45
2.2.4. Sự sa lắng trong dung dịch keo.....	46
2.3. Tính chất điện của dung dịch keo	50
2.3.1. Cấu tạo của mixen keo.....	50
2.3.2. Các hiện tượng điện động học	52
2.3.3. Cấu tạo của lớp điện tích kép.....	55
2.3.4. Phương pháp xác định thế điện động học	58

Tóm tắt chương 2.....	60
Câu hỏi và bài tập chương 2	64
Tài liệu tham khảo	66

Chương 3. ĐỘ BỀN VỮNG VÀ TÍNH CHẤT CƠ HỌC CẤU THỂ CỦA

DUNG DỊCH KEO	67
3.1. Độ bền vững của hệ keo	68
3.2. Sự keo tụ trong các hệ keo.....	69
3.2.1. Keo tụ bằng chất điện li	69
3.2.2. Hiện tượng keo tụ bằng chất điện li	72
3.2.3. Động học của sự keo tụ bằng chất điện li	74
3.2.4. Keo tụ bởi các yếu tố vật lí	75
3.3. Tính chất cơ học cấu thể của hệ keo	76
3.3.1. Cấu thể keo tụ	76
3.3.2. Cấu thể ngưng tụ, kết tinh.....	78
3.4. Độ nhớt của các hệ phân tán.....	78
Tóm tắt chương 3.....	81
Câu hỏi và bài tập chương 3	84
Tài liệu tham khảo	86

Chương 4. HỆ PHÂN TÁN THÔ, HỆ BÁN KEO VÀ CÁC HIỆN TƯỢNG

BỀ MẶT.....	87
4.1. Hệ có môi trường phân tán khí	88
4.1.1. Đặc điểm và phân loại	88
4.1.2. Tính chất của sol khí.....	88
4.1.3. Độ bền vững và phương pháp phá huỷ sol khí	89
4.2. Hệ có môi trường phân tán lỏng	90
4.2.1. Huyền phù.....	90
4.2.2. Nhũ tương.....	90
4.2.3. Bọt	93
4.3. Hệ có môi trường phân tán rắn	94
4.4. Các hiện tượng bề mặt.....	95
4.4.1. Sức căng bề mặt.....	95
4.4.2. Hiện tượng dính ướt.....	97
4.4.3. Hiện tượng mao quản.....	99
4.5. Các hệ bán keo.....	101
4.5.1. Chất hoạt động bề mặt	102
4.5.2. Xà phòng.....	106

4.5.3. Tanin.....	110
4.5.4. Phẩm màu	111
Tóm tắt chương 4.....	112
Câu hỏi và bài tập chương 4	115
Tài liệu tham khảo.....	116
Chương 5. HẤP PHỤ	117
5.1. Hấp phụ và phân loại sự hấp phụ.....	118
5.1.1. Một số khái niệm cơ bản.....	118
5.1.2. Phân loại sự hấp phụ.....	119
5.2. Sự hấp phụ khí và hơi trên bề mặt rắn	120
5.2.1. Phương trình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir	121
5.2.2. Phương trình đẳng nhiệt hấp phụ Freundlich.....	123
5.2.3. Phương trình đẳng nhiệt hấp phụ BET	123
5.2.4. Xác định diện tích bề mặt riêng theo phương trình BET	126
5.2.5. Sự hấp phụ trên vật liệu rắn xốp	130
5.3. Sự hấp phụ trên ranh giới dung dịch lỏng – khí.....	132
5.4. Sự hấp phụ trên ranh giới rắn – dung dịch lỏng.....	133
5.4.1. Sự hấp phụ phân tử.....	133
5.4.2. Sự hấp phụ các chất điện li	138
5.4.3. Sự hấp phụ trao đổi.....	139
5.5. Động học hấp phụ.....	139
5.6. Giới thiệu một số vật liệu rắn xốp	142
5.6.1. Vật liệu zeolit và tương tự zeolit.....	142
5.6.2. Vật liệu mao quản trung bình	144
5.6.3. Ứng dụng của vật liệu hấp phụ	145
Tóm tắt chương 5.....	146
Câu hỏi và bài tập chương 5	149
Tài liệu tham khảo.....	152
HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VÀ KẾT QUẢ	153
PHỤ LỤC.....	157

Chương 1

MỞ ĐẦU

Chương Mở đầu giúp cho người học đạt được những kiến thức và kỹ năng sau:

- Xác định được đối tượng nghiên cứu chính của Hoá keo bao gồm tính chất, đặc điểm và bản chất của các quá trình diễn ra trong các hệ phân tán.
- Phân loại được các hệ phân tán và nắm được các khái niệm cơ bản như hệ phân tán, độ phân tán, bề mặt riêng... Giải thích được các hiện tượng tự nhiên liên quan đến hệ phân tán.
- Nắm được các phương pháp điều chế và tinh chế dung dịch keo. Vận dụng để điều chế và tinh chế một vài hệ keo đơn giản thường gặp.
- Hiểu được ý nghĩa của hệ keo đối với đời sống và kỹ thuật. Giải thích, liên hệ được với thực tiễn và áp dụng trong quá trình giảng dạy các vấn đề liên quan đến dung dịch keo.
- Vận dụng được những kiến thức để tính toán diện tích bề mặt riêng, tổng diện tích bề mặt, kích thước hạt keo, độ phân tán của hệ.
- Có được quan điểm khoa học, khách quan hơn về vai trò của Hoá keo đối với đời sống và kỹ thuật.

1.1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU CỦA HOÁ KEO

Hoá lí của các hệ thống phân tán và các hiện tượng bề mặt được gọi một cách ngắn gọn theo truyền thống là Hoá keo. Đối tượng nghiên cứu của Hoá keo hiện đại không chỉ giới hạn trong các hệ keo điển hình mà bao gồm cả hệ phân tán trung bình, hệ phân tán thô và bán keo. Hoá keo nghiên cứu đặc điểm, tính chất của các hệ phân tán như: hiện tượng bề mặt, sự hấp phụ, tính chất quang học, động học phân tử, tính chất điện, độ bền, sự keo tụ của hệ và cả các quá trình diễn ra trong các hệ đó.

Các dung dịch cao phân tử như protein, xenlulô, cao su và nhiều sản phẩm tổng hợp khác là những trường hợp đặc biệt của hệ phân tán. Mặc dù ở trạng thái phân tán phân tử nhưng kích thước của các phân tử trong các dung dịch này có khi rất lớn, vượt qua kích thước của hạt phân tán trong hệ keo nhưng lại có một số tính chất của hệ keo như khả năng thẩm tích, khuếch tán chậm. Tuy nhiên, hệ chỉ có một pha, tương tự như dung dịch thực. Vì vậy, dung dịch cao phân tử không được xếp vào các hệ keo điển hình (hệ ví dụ thể hay trạng thái phân tán cao).

1.2. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ HỆ PHÂN TÁN

1.2.1. Hệ phân tán

Hệ phân tán là hệ dị thể, bao gồm 2 pha là môi trường phân tán và pha phân tán với kích thước các “hạt” từ $10^{-9} - 10^{-5}$ m. Khái niệm “hạt” bao gồm cả các vật liệu có lỗ xốp, dạng sợi, ống nano, màng mỏng, các hệ vật liệu mao quản trung bình...

Ví dụ: Sương mù là một hệ phân tán, bao gồm các hạt nước nhỏ li ti (pha phân tán, ở trạng thái lỏng) lơ lửng trong không khí (môi trường phân tán, ở trạng thái khí).

Đây là sự khác biệt với dung dịch thực, chất tan ở trạng thái phân tán phân tử và là hệ đồng thể, đơn pha. Điều đó làm cho các hệ phân tán được xếp vào loại dung dịch “đặc biệt” như cách gọi của nhà bác học người Ý, Francesco Selmi. Theo kết quả nghiên cứu của Graham thì các “dung dịch giả” này phân tán ánh sáng rất mạnh, không bền về mặt nhiệt động, không có khả năng kết tinh từ dung dịch, không lọt qua được màng bán thấm. Graham đã gọi đó là sol hay colloid (có nghĩa là “chất keo”) để phân biệt chúng với dung dịch thực. Tuy nhiên, đầu thế kỉ XX, nhà bác học người Nga, Weimann, đã chứng minh được rằng, một chất ở điều kiện này có tính

chất của chất kết tinh, ở điều kiện khác lại thể hiện tính chất của “chất keo”. Vì vậy, không nên dùng khái niệm “chất keo” mà chỉ có thể nói là “trạng thái keo” hay “hệ keo” và xem chúng như một trạng thái đặc biệt chung của vật chất.

Ví dụ: Khi NaCl tan trong nước tạo thành dung dịch thực nhưng khi NaCl tan trong benzen lại tạo thành dung dịch keo.

Hệ phân tán với các hạt của pha phân tán có cùng kích thước và hình dạng được gọi là hệ đơn phân tán, còn các hạt của pha phân tán có kích thước, hình dạng, pha khác nhau được gọi là hệ đa phân tán.

1.2.2. Độ phân tán

Độ phân tán D của hệ luôn gắn liền với kích thước hạt của pha phân tán và diện tích bề mặt riêng của chúng.

Với các hệ đơn phân tán, nếu hạt là hình cầu đường kính d hoặc hình lập phương cạnh l thì độ phân tán D được tính theo công thức:

$$D = \frac{1}{d} \text{ hoặc } D = \frac{1}{l} \quad (1.1)$$

Với các hạt của pha phân tán có hình dạng bất kì hoặc vật liệu mao quản, đặc biệt là vật liệu mao quản trung bình có bề mặt phân chia pha lớn nên người ta thường biểu diễn độ phân tán bằng đại lượng bề mặt riêng hay diện tích bề mặt riêng S_r :

$$S_r = \frac{S_{1,2}}{V} \quad (1.2)$$

Trong đó: $S_{1,2}$ là bề mặt phân cách giữa pha 1 và pha 2, nó chính là tổng diện tích bề mặt của tất cả các hạt phân tán ứng với thể tích V của pha phân tán; V là tổng thể tích của các hạt pha phân tán.

Kích thước của hạt càng nhỏ thì độ phân tán D và diện tích bề mặt riêng S_r càng lớn, người ta nói rằng hệ có độ phân tán cao. Nếu biết được hình dạng và kích thước của hạt, có thể tính được diện tích bề mặt riêng một cách dễ dàng. Chẳng hạn, hạt có dạng hình cầu đặc, bán kính r hoặc đường kính d ta có:

$$S_r = \frac{S_{1,2}}{V} = \frac{n \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2}{n \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d} \quad (1.3)$$

Còn hạt có dạng hình lập phương không có lỗ xấp, cạnh l thì diện tích bề mặt riêng được tính theo công thức:

$$S_r = \frac{S_{1,2}}{V} = \frac{n \cdot 6 \cdot l^2}{n \cdot l^3} = \frac{6}{l} \quad (1.4)$$

Đối với các hạt nhỏ không có mao quản, sau khi được phân tán (nghiền nhỏ) thì việc xác định khối lượng sẽ đơn giản hơn rất nhiều so với việc xác định thể tích của chúng. Vì vậy, có thể dùng đại lượng diện tích bề mặt riêng theo khối lượng S'_r thay cho diện tích bề mặt riêng S_r .

$$S'_r = \frac{S_{1,2}}{m} = \frac{S_{1,2}}{\rho \cdot V} \quad (1.2a)$$

Với các hạt hình cầu, đường kính d hay hình lập phương cạnh l , thay vì dùng công thức (1.3) và (1.4) theo thể tích, có thể sử dụng công thức (1.3a) và (1.4a) để tính diện tích bề mặt riêng theo khối lượng S'_r .

$$\text{Hạt đơn phân tán hình cầu: } S'_r = \frac{S_{1,2}}{m} = \frac{6}{\rho \cdot d} \quad (1.3a)$$

$$\text{Hạt đơn phân tán hình lập phương: } S'_r = \frac{S_{1,2}}{m} = \frac{6}{\rho \cdot l} \quad (1.4a)$$

Trong đó: m là tổng khối lượng của hạt sau khi nghiền nhỏ; ρ là khối lượng riêng của hạt pha phân tán.

Bài tập áp dụng 1.1. Xác định bề mặt riêng đối với các hệ sau:

- Khối lập phương cạnh $l = 10^{-6}$ m;
- Khối cầu có đường kính $d = 10^{-6}$ m;
- Khối hình trụ có chiều cao và bán kính đáy đều bằng 10^{-6} m.

Hướng dẫn:

- Áp dụng công thức (1.4): $S_r = 6/l$ ta có: $S_r = 6/10^{-6} = 6 \cdot 10^6 \text{ (m}^{-1}\text{)}$.
- Áp dụng công thức (1.3): $S_r = 6/d$ ta có: $S_r = 6/10^{-6} = 6 \cdot 10^6 \text{ (m}^{-1}\text{)}$.
- Áp dụng công thức (1.2): $S_r = S_{1,2}/V = 4/r$. Diện tích hình trụ bao gồm diện tích 2 đáy và xung quanh, do đó: $S_{1,2} = 2 \cdot \pi \cdot r^2 + (2\pi \cdot r) \cdot r = 4 \cdot \pi \cdot r^2$. Thể tích $V = \pi \cdot r^3$.

$$S_r = 4/r = 4 \cdot 10^6 \text{ (m}^{-1}\text{)}.$$

Bài tập áp dụng 1.2. Tính bề mặt tổng của các hạt keo As_2S_3 có trong một lít dung dịch keo nồng độ $C = 10^{-2} \text{ kg/m}^3$. Biết đường kính trung bình của hạt pha phân tán bằng 10^{-7} m , khối lượng riêng ρ của As_2S_3 bằng $3,43.10^3 \text{ kg/m}^3$.

Hướng dẫn: Tổng khối lượng của hạt có trong 1 lít là

$$m_t = 10^{-3} \cdot 10^{-2} = 10^{-5} \text{ (kg)}.$$

Thể tích 1 hạt: $V_l = (4/3) \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot 10^{-7})^3 \text{ (m}^3\text{)}.$

Diện tích 1 hạt: $S_l = 4 \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot 10^{-7})^2 \text{ (m}^2\text{)}.$

Khối lượng 1 hạt: $m_l = V_l \cdot \rho = (4/3) \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot 10^{-7})^3 \cdot 3,43 \cdot 10^3 \text{ (kg)}.$

Số hạt: $n = m_t / m_l = (10^{-5}) / [(4/3) \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot 10^{-7})^3 \cdot 3,43 \cdot 10^3] \text{ (hạt)}.$

Tổng diện tích của các hạt S_t :

$$\begin{aligned} S_t &= n \cdot S_l = 4 \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot 10^{-7})^2 \cdot (10^{-5}) / [(4/3) \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot 10^{-7})^3 \cdot 3,43 \cdot 10^3] \\ &= 0,175 \text{ (m}^2\text{)}. \end{aligned}$$

Với các hệ đa phân tán, độ phân tán $D_1, D_2, \dots, D_n$ của từng loại hạt chiếm lần lượt là $a_1, a_2, \dots, a_n\%$ thì độ phân tán trung bình của hệ được tính theo công thức:

$$D = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n D_i \cdot a_i \quad (1.5)$$

Công thức (1.5) cũng có thể áp dụng để tính diện tích bề mặt riêng trung bình của các hệ đa phân tán khác có diện tích bề mặt riêng của từng loại hạt khác nhau.

Bài tập áp dụng 1.3. Huyền phù đất sét trong nước gồm các hạt hình cầu. Trong đó hạt có đường kính 10^{-5} m chiếm 30% khối lượng, hạt có đường kính $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ chiếm 70% khối lượng. Tính bề mặt riêng và độ phân tán trung bình của hệ.

Hướng dẫn: Với hạt có đường kính $d_l = 10^{-5} \text{ m}$, ta có:

$$S_{r1} = 6/d_l = 6 \cdot 10^5 \text{ (m}^{-1}\text{)} \text{ và } D_l = 1/d_l = 10^5 \text{ (m}^{-1}\text{)}.$$

Với hạt có đường kính $d_2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$, ta có:

$$S_{r2} = 6/d_2 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ (m}^{-1}\text{)} \text{ và } D_2 = 1/d_2 = 0,2 \cdot 10^5 \text{ (m}^{-1}\text{)}.$$

$$\text{Bề mặt riêng trung bình: } S_r = 0,3 \cdot S_{r1} + 0,7 \cdot S_{r2} = 2,64 \cdot 10^5 \text{ (m}^{-1}\text{)}.$$

$$\text{Độ phân tán trung bình: } D = 0,3 \cdot D_l + 0,7 \cdot D_2 = 0,44 \cdot 10^5 \text{ (m}^{-1}\text{)}.$$

Ngày nay, với các phương pháp phân tích lí hoá hiện đại có thể xác định được kích thước, hình dạng, diện tích bề mặt riêng, dạng mao quản, thể tích mao quản của các hạt keo một cách khá chính xác ở cả dạng lỏng hoặc dạng bột mịn, thậm chí có thể xác định được cả thành phần pha, số oxi hoá của các nguyên tử trong pha phân tán.

1.3. PHÂN LOẠI CÁC HỆ PHÂN TÁN

Các hệ phân tán có nhiều đặc điểm, tính chất chung và riêng nên có nhiều cách phân loại chúng. Để có thể hình dung các hệ phân tán một cách toàn diện, có 3 cách phân loại được áp dụng rộng rãi nhất, đó là: phân loại theo kích thước hạt, theo trạng thái tập hợp và theo tương tác giữa pha phân tán với môi trường phân tán.

1.3.1. Phân loại theo kích thước hạt

Hệ phân tán thô: $d > 10^{-7}$ m.

Hệ này bao gồm huyền phù (rắn phân bố trong lỏng), nhũ tương (lỏng phân bố trong lỏng) và bột (khí phân bố trong lỏng). Hệ này không bền, do kích thước của hạt lớn nên dễ bị sa lắng hoặc nổi lên trên, pha phân tán tách khỏi môi trường phân tán.

Ví dụ: Đất sét phân tán trong nước là huyền phù còn sữa phân tán trong nước là nhũ tương.

Hệ keo hay dung dịch keo: $10^{-9} < d < 10^{-7}$ m.

Hệ này còn được gọi là hệ keo điển hình, cũng có thể gọi là dung dịch keo hay hệ vi dị thể hoặc trạng thái phân tán cao. Các hạt trong hệ keo điển hình không sa lắng và không lọt qua màng bán thấm, không lọt qua giấy siêu lọc nhưng lọt qua giấy lọc thông thường. Không quan sát được bằng kính hiển vi quang học thường. Để nghiên cứu hệ này, người ta thường dùng các phương pháp hoá lí hiện đại hoặc kính siêu vi.

Dung dịch thực: Đây là hệ có độ phân tán phân tử, kích thước $d < 10^{-9}$ m.

Ví dụ: dung dịch muối, axit, bazơ...

1.3.2. Phân loại theo trạng thái tập hợp

Căn cứ vào trạng thái tập hợp của pha phân tán và môi trường phân tán là khí, lỏng hay rắn mà hệ phân tán được chia thành 8 loại như trình bày trong bảng 1.1. Đối với hệ K/K (hỗn hợp hay dung dịch khí), trong phạm vi

không gian lớn cũng có thể có sự thăng giáng của không khí, mật độ không khí không đồng đều, nhưng đây là hệ đồng thể, vì thế hệ này không được gọi là dung dịch keo.

Bảng 1.1. Phân loại hệ phân tán theo trạng thái tập hợp

Môi trường phân tán	Pha phân tán		
	Khí (K)	Lỏng (L)	Rắn (R)
Khí (K)	K/K (hỗn hợp khí)	L/K: mây, sương mù	R/K: khói, bụi
Lỏng (L)	K/L: bọt khí	L/L: nhũ tương	R/L: huyền phù
Rắn (R)	K/R: đá xốp, xi	L/R: Hg trong đất, đá	R/R: thủy tinh màu

Sol khí (aerosol): Là các hệ có môi trường phân tán là khí. Khi pha phân tán là chất lỏng (L/K), hệ được gọi là sương mù, mây mù, đây là kết quả của sự ngưng tụ từ pha hơi, chẳng hạn như quá trình ngưng tụ hơi nước trong không khí. Khi pha phân tán là rắn (R/K), ta có khói, bụi. Hệ R/K thường được hình thành do sự phân tán nhỏ các vật rắn hoặc ngưng tụ từ pha hơi ở nhiệt độ cao.

Sol lỏng (liosol): Hệ có môi trường phân tán là lỏng (có thể là nước, hydrosol hoặc chất hữu cơ, organosol). Khi các chất khí phân tán trong môi trường lỏng (K/L), tạo thành bọt khí. Hệ keo L/L được gọi là nhũ tương, gồm hai chất lỏng không tan trong nhau phân tán vào nhau. Khi pha phân tán là chất rắn (R/L), tùy theo kích thước hạt của pha phân tán mà tạo thành dung dịch keo điển hình hay huyền phù.

Sol rắn: Là các hệ có môi trường phân tán là rắn. Ví dụ như đá xốp, bọt rắn, xi (K/R), nhũ tương rắn, thủy ngân trong đá (L/R) hoặc hệ (R/R) như gốm, thủy tinh màu, bê tông, men, vật liệu composit...

Thủy tinh màu được tạo thành do sự phân tán của các oxit kim loại có màu trong môi trường thủy tinh silicat. Đá quý là do oxit nhôm và một số oxit kim loại có màu khác phân tán trong thạch anh. Men là thủy tinh silicat chứa các hạt oxit SnO₂, TiO₂, ZnO₂, các oxit này làm cho men có tính mờ đục và có màu.

1.3.3. Phân loại theo tương tác giữa các pha

Sự tương tác giữa các chất của pha phân tán và môi trường phân tán diễn ra trên ranh giới phân chia pha, sự tương tác này mạnh hay yếu tùy thuộc vào bản chất của pha phân tán và môi trường phân tán. Dựa vào lực tương tác này mà người ta phân ra thành hệ keo ưa lưu (ưa lỏng) và hệ keo ghét lưu (kị lỏng).

Khi tương tác giữa pha phân tán và môi trường phân tán mạnh, keo được gọi là hệ keo ưa lưu do có sự tạo thành lớp solvat hoá (nếu môi trường phân tán là nước thì gọi là hệ keo ưa nước, do tạo thành lớp hydrat hoá). Pha phân tán sau khi tách ra khỏi môi trường phân tán nếu cho tiếp xúc trở lại với môi trường phân tán thì nó có khả năng phân tán trở lại, có đặc điểm và tính chất tương tự như hệ keo ban đầu. Vì vậy, keo này còn gọi là hệ keo thuận nghịch. Ví dụ như tinh bột, gelatin, nước đục...

Nếu tương tác giữa pha phân tán và môi trường phân tán yếu, người ta gọi đó là hệ keo ghét lưu, sự tự phân tán hầu như không xảy ra hoặc xảy ra rất yếu do mức độ ưa lỏng thấp. Ví dụ bạc sunfua, asen sunfua... Hệ keo này bất thuận nghịch. Pha phân tán sau khi tách ra khỏi môi trường phân tán thì không có khả năng phân tán trở lại giống như ban đầu, ví dụ như sơn tường, nước màu dùng để vẽ...

Sự phân chia như trên mặc dù phổ biến nhưng cũng chỉ mang tính chất tương đối. Ví dụ như keo $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ vừa có tính chất của hệ keo thuận nghịch, vừa có tính chất của hệ keo bất thuận nghịch. Hơn nữa, sự phân loại theo tương tác giữa các pha thường chỉ áp dụng cho hệ có môi trường phân tán lỏng.

Ngoài ra, căn cứ vào tương tác giữa các hạt phân tán với nhau, người ta còn chia các hệ phân tán thành 2 loại:

Hệ phân tán tự do: huyền phù, nhũ tương loãng, sol khí. Giữa các hạt không có sự tiếp xúc hay liên kết, chúng chuyển động hỗn loạn.

Hệ phân tán liên kết: huyền phù, nhũ tương đặc, gel. Các hạt trong pha phân tán kết dính lại với nhau tạo thành mạng lưới không gian gọi là gel. Cũng có thể có sự biến đổi như sắp xếp, cuộn lại, kết dính để giảm diện tích và năng lượng bề mặt. Các hạt trong gel không chuyển động tự do mà chỉ có thể chuyển động rất chậm theo từng “cụm” hạt hoặc dao động trong phạm vi mạng lưới.

1.4. ĐIỀU CHẾ DUNG DỊCH KEO

Các hệ keo chứa các hạt có kích thước trung gian giữa hệ phân tán thô và dung dịch thực. Vì vậy, các hệ keo với kích thước hạt từ $10^{-9} - 10^{-7}$ m thường được điều chế bằng hai phương pháp chủ yếu sau:

Phương pháp phân tán: Chia nhỏ hoặc phân tán các hạt lớn thành các hạt nhỏ hơn, có kích thước cỡ hạt keo.

Phương pháp ngưng tụ: Tập hợp, liên kết các ion, nguyên tử, phân tử lại thành các hạt có kích thước hạt keo.

Dung dịch keo dù được điều chế bằng phương pháp nào thì cũng phải thoả mãn hai điều kiện cơ bản sau:

Pha phân tán ít tan hoặc không tan trong môi trường phân tán.

Trong hệ phải có mặt chất ổn định (chất làm bền) để các hạt keo không bị kết tụ lại với nhau thành các hạt có kích thước lớn. Chất này có thể đưa từ ngoài vào hoặc tự hình thành trong quá trình điều chế.

1.4.1. Phương pháp phân tán

Là phương pháp dùng năng lượng (hay công) bên ngoài để phá vỡ lực liên kết giữa các nguyên tử, phân tử để tạo ra các hạt nhỏ hơn. Quá trình này không chỉ xảy ra ở điều kiện phòng thí nghiệm hay trong công nghiệp mà còn xảy ra cả trong tự nhiên như phong hoá, xói mòn để tạo ra bụi hay nước đục, phù sa. Phương pháp này bao gồm phân tán bằng cơ học, sóng siêu âm, hồ quang và keo tán (pepti hoá).

1.4.1.1. Phân tán bằng cơ học

Dùng các lực cơ học để phá vỡ liên kết trong các hạt lớn như sử dụng máy nghiền bi, xay hay giã, nghiền bằng cối mã não, cối chày sứ.

Trong máy nghiền bi, vật liệu cần nghiền được trộn cùng với bi để trong thùng quay hình trụ. Khi thùng quay, các hòn bi đảo lộn và rơi xuống liên tục, va đập vào nhau rất mạnh làm cho các hạt kẹt giữa bị vỡ ra.

Các hạt của pha phân tán cũng có thể được điều chế bằng cách xay trong các cối xay keo cùng với môi trường phân tán chúng. Cách này có thể thu được các hạt có kích thước nhỏ hơn so với phương pháp nghiền hoặc giã. Tuy nhiên, phương pháp cơ học thường cho các hạt có kích thước tương đối lớn. Do vậy, người ta thường sử dụng phương pháp cơ học để phân tán