

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH
KHOA KHOA HỌC CƠ BẢN**



TÀI LIỆU GIẢNG DẠY
MÔN VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG
(Dành cho sinh viên ngành Dược)

GV biên soạn: Thi Trần Anh Tuấn

Trà Vinh, 8/2019
Lưu hành nội bộ



KHOA KHOA HỌC CƠ BẢN
BỘ MÔN VẬT LÝ

TÌNH TRẠNG PHÊ DUYỆT TÀI LIỆU GIẢNG DẠY

Tên tài liệu giảng dạy: Vật lý Đại cương (cho ngành Dược)

Ngày hoàn chỉnh: 5/8/2019

Tác giả biên soạn: Thi Trần Anh Tuấn

Đơn vị công tác: Khoa Khoa học Cơ bản

Địa chỉ liên lạc: 126 Quốc lộ 53, Phường 5, TP. Trà Vinh, Tỉnh Trà Vinh

Trà Vinh, ngày 25 tháng 8 năm 2019

Tác giả

(Ký & ghi họ tên)

Thi Trần Anh Tuấn

PHÊ DUYỆT CỦA BỘ MÔN

Đồng ý sử dụng tài liệu giảng dạy ... *Vật lý Đại cương (cho ngành Dược)*
do *Thi Trần Anh Tuấn* biên soạn để giảng dạy môn
..... *Vật lý Đại cương cho SV Khoa ngành Dược*

Trà Vinh, ngày 25 tháng 8 năm 2019

TRƯỞNG BỘ MÔN

TS. Thi Trần Anh Tuấn

PHÊ DUYỆT CỦA KHOA

Trà Vinh, ngày 25 tháng 8 năm 2019

TRƯỞNG KHOA

Nguyễn Văn Sáu

MỤC LỤC	Trang
Nội dung	
MỤC LỤC	1
CHƯƠNG 1	3
PHẦN CƠ-NHIỆT	3
BÀI 1	3
VAI TRÒ CỦA VẬT LÝ TRONG NGÀNH DƯỢC	3
1. Mối liên hệ Vật lý học và ngành Dược	3
2. Các dạng năng lượng trong cơ thể.....	3
3. Sự biến đổi của các dạng năng lượng trên cơ thể sống	4
BÀI 2	6
CÔNG CƠ HỌC VÀ CƠ NĂNG	6
1. Công và công suất	6
2. Động năng và thế năng	7
3. Lực thế và trường thế	9
4. Cơ năng và định luật bảo toàn cơ năng	10
BÀI 3	12
CƠ HỌC CHẤT LƯU	12
1. Tĩnh học chất lưu.....	12
2. Động lực học chất lưu lí tưởng và các định lý	14
3. Phương trình Becnuli	15
4. Độ nhớt và định luật Poiseuille	15
5. Sức căng mặt ngoài của chất lỏng	17
6. Hiện tượng mao dẫn	19
BÀI 4	24
NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC	24
1. Nhiệt độ và nhiệt lượng	24
2. Các định luật của khí lí tưởng.....	26
3. Nguyên lý thứ nhất của Nhiệt động lực học	27
4. Nguyên lý thứ hai của Nhiệt động lực học	28
CHƯƠNG 2	31
PHẦN ĐIỆN-QUANG	31
BÀI 1	31
DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI	31
1. Khái niệm và những đại lượng đặc trưng	31
2. Các định luật cho đoạn mạch thuần trở	32
3. Suất điện động của nguồn điện.....	33
BÀI 2	36
QUANG SÓNG VÀ DỤNG CỤ QUANG SÓNG	36
1. Thuyết sóng ánh sáng	36
2. Phản xạ và khúc xạ sóng ánh sáng	37
3. Giao thoa ánh sáng	39
4. Cách tử và nhiễu xạ ánh sáng	43
5. Sự tán sắc ánh sáng, quang phổ và phổ kế	44
6. Sự hấp thụ ánh sáng.....	46
BÀI 3	49
QUANG HẠT VÀ THUYẾT LƯỢNG TỬ	49
1. Các hiệu ứng thể hiện tính chất hạt của ánh sáng.....	49
2. Sự phóng xạ.....	52

CHƯƠNG 3	55
PHẦN THỰC HÀNH	55
BÀI 1	55
CÁC PHÉP TÍNH SAI SỐ TRONG THỰC HÀNH	55
1. Các phép đo lường.....	55
2. Vấn đề sai số.....	55
3. Giá trị trung bình	56
4. Độ ngờ (ký hiệu: Δ)	56
5. Trình bày giá trị đo được.....	57
6. Phương pháp vẽ đồ thị.....	58
7. Một số vấn đề bổ sung.....	59
BÀI 2	60
XÁC ĐỊNH GIA TỐC TRỌNG TRƯỜNG BẰNG CON LẮC TOÁN HỌC VÀ CON LẮC THUẬN NGHỊCH.....	60
1. Những cơ sở làm bài thực hành.....	60
2. Thực hành.....	63
BÀI 3	67
ĐO TỈ TRỌNG CỦA CHẤT LỎNG	67
1. Những cơ sở làm bài thực hành.....	67
2. Thực hành.....	70
BÀI 4	72
ĐO NHIỆT NÓNG CHẢY CỦA NƯỚC ĐÁ	72
1. Những cơ sở làm bài thực hành.....	72
2. Thực hành.....	73
BÀI 5	74
ĐO SỨC CĂNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG	74
1. Những cơ sở làm bài thực hành.....	74
2. Thực hành.....	76
BÀI 6	79
ĐO ĐỘ NHỚT CHẤT LỎNG	79
1. Những cơ sở làm bài thực hành.....	79
2. Thực hành.....	80
BÀI 7	83
ĐO ĐIỆN TRỞ BẰNG CẦU DÂY	83
1. Những cơ sở làm bài thực hành.....	83
2. Thực hành.....	84
BÀI 8	86
CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG HÌNH HỌC	86
1. Những cơ sở làm bài thực hành.....	86
2. Thực hành.....	88
TÀI LIỆU THAM KHẢO	92
PHỤ LỤC.....	93
Phụ Lục A: An toàn phòng thí nghiệm.....	93
Phụ Lục B: Ghi chép thực tập	94
Phụ Lục C: Sổ theo dõi thực tập.....	95
Phụ Lục D: Viết tường trình thực tập	96

CHƯƠNG 1
PHẦN CƠ-NHIỆT
BÀI 1

VAI TRÒ CỦA VẬT LÝ TRONG NGÀNH DƯỢC

- ❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:
- Trình bày được tầm quan trọng của vật lý đối với các môn khoa học khác, đặc biệt là đối với Dược học, bảo vệ sức khỏe cộng đồng.
 - Giải thích được sự biến đổi năng của cơ thể, nhu cầu năng lượng của cơ thể.

1. Mối liên hệ Vật lý học và ngành Dược

Dược học hay dược là lĩnh vực khoa học ứng dụng liên quan đến phương pháp chữa bệnh, sử dụng các chất lấy từ tự nhiên hay tổng hợp để chống lại bệnh tật và bảo vệ cơ thể. Nhiệm vụ của người thầy thuốc (dược sĩ) là nghiên cứu về thuốc trên 2 lĩnh vực chính gồm quá trình nghiên cứu mối liên quan giữa thuốc và cơ thể; cách vận dụng thuốc trong điều trị bệnh. Để thực hiện tốt nhiệm vụ này, đòi hỏi người dược sĩ phải am hiểu tường tận về sự vận động của cơ thể và chuyển quá của các dạng năng lượng khi cung cấp các dược chất (thuốc) vào cơ thể để điều trị bệnh chẳng hạn như: các phương pháp đưa thuốc vào cơ thể, tác dụng điều trị của thuốc, các triệu chứng phụ không mong đợi, thời gian uống thuốc khi nào, sau bao lâu thuốc có tác dụng và thuốc lưu hành, tồn lại trong cơ thể bao lâu, ...

Quá trình vận hành và mối liên hệ giữa thuốc với cơ thể như đã nêu trên đã được giải thích và nghiên cứu thông qua các kiến thức khoa học cơ bản đặc biệt là vật lý học. Vì vậy, từ lâu môn vật lý đại cương đã được đưa vào giảng dạy trong các trường đại học có liên quan đến ngành Dược, để cung cấp cho sinh viên những kiến thức và kỹ năng cần thiết khi học các môn thuộc khoa học cơ sở và nghiệp vụ.

2. Các dạng năng lượng trong cơ thể

Các hệ thống sống trong quá trình tồn tại cũng như duy trì mọi hoạt động nhất định phải thực hiện trao đổi vật chất và năng lượng với môi trường xung quanh. Như vậy: cơ thể luôn tồn tại hai quá trình quan trọng không thể tách rời nhau mà bổ sung cho nhau, tạo điều kiện cho nhau, đồng thời ta cũng thấy được mối quan hệ đặc biệt của chúng với môi trường.

Năng lượng là đại lượng đặc trưng cho mức độ vận động của vật chất. Một vật ở trạng thái xác định thì có một năng lượng xác định. Khi vật không cô lập (nghĩa là có tương tác với các vật bên ngoài). Sự trao đổi năng lượng này có thể thực hiện bằng cách sinh công hoặc truyền nhiệt.

Năng lượng là số đo chung của chuyển động vật chất trong các hình thức chuyển động khác. Mỗi hình thức vận động cụ thể tương ứng với một dạng năng lượng. Cơ thể được cấu tạo từ các nguyên tử, phân tử vật chất luôn vận động và biến đổi. Vì vậy, trong cơ thể cũng có đầy đủ các dạng của năng lượng. Tùy lúc, tùy nơi mà trong cơ thể có thể tồn tại các dạng năng lượng sau đây:

- **Cơ năng:** là năng lượng của chuyển động cơ học và tương tác cơ học, giữa các vật hoặc các phần tử của vật. Cơ năng của hệ vật bằng tổng của động năng và thế năng hệ ấy.

+ **Động năng:** là số đo phần cơ năng do vận tốc của nó quyết định. Trong cơ thể động năng gặp những nơi nào đang có sự chuyển động: sự di chuyển của cả cơ thể, sự vận chuyển máu trong hệ tuần hoàn, sự vận chuyển khí trong đường hô hấp, sự vận chuyển thức ăn trong ống tiêu hóa, sự vận chuyển vật chất qua màng tế bào...

+ **Thế năng:** là phần cơ năng của hệ quy định bởi tương tác giữa các phần với nhau và với trường lực ngoài. Thế năng bằng công mà các lực thế thực hiện được khi di chuyển hệ từ vị trí (cấu hình) đang xét tới vị trí (cấu hình) có thế năng quy ước bằng 0. Đối với cơ thể, xét về toàn bộ, do tồn tại trong trường hấp dẫn của trái đất nó có một thế năng. Giữa từng cơ quan, bộ phận trong cơ thể cũng tồn tại thế năng do chúng ta di chuyển vị trí tương đối đối

với nhau, hoặc thay đổi cấu hình trong quá trình thực hiện các chức năng của cơ thể sống.

- **Điện năng:** Điện năng là năng lượng liên quan tới chuyển động của các phân tử mang điện (điện tích), trong nhiều trường hợp đó là các electron. Trong cơ thể, điện năng có trong sự vận chuyển thành dòng của các ion qua màng tế bào, trong sự phát các loại sóng điện từ vào không gian xung quanh. Điện năng làm cho hưng phấn được dẫn truyền ra cả tế bào, đảm bảo cho sự hoạt động của tế bào. Không có nó cơ thể không thể tồn tại được.

- **Hóa năng:** Hóa năng là năng lượng giữ cho các nguyên tử, các nhóm hóa chức có vị trí không gian nhất định đối với nhau trong một phân tử. Năng lượng sẽ được giải phóng khi phân tử bị phá vỡ. Độ lớn của năng lượng được giải phóng tùy thuộc từng liên kết. Hóa năng gặp ở bất cứ nơi nào có các phân tử hóa học, do đó nó có ở khắp cả cơ thể. Hóa năng của cơ thể tồn tại dưới nhiều hình thức: hóa năng của các chất tạo hình, hóa năng của các chất dự trữ (như glycogen, lipid, protid), hóa năng của các chất đảm bảo các hoạt động chức năng, hóa năng của các hợp chất giàu năng lượng...

- **Quang năng:** là dạng năng lượng liên quan đến ánh sáng, năng lượng mặt trời. Cơ thể tiếp nhận năng lượng từ các lượng tử ánh sáng, sử dụng trong các phản ứng quang hóa nhằm tạo năng lượng cho cơ thể, tiếp nhận và xử lý thông tin, thực hiện quá trình sinh tổng hợp...

- **Nhiệt năng:** Nhiệt năng là dạng năng lượng gắn với chuyển động nhiệt hỗn loạn của các phân tử cấu tạo nên vật chất. Vì vậy nhiệt năng còn có tên gọi là năng lượng chuyển động nhiệt. Sự biến đổi từ các dạng năng lượng khác sang nhiệt năng và ngược lại đóng một vai trò quan trọng trong tự nhiên. Nhiệt năng tồn tại trong toàn bộ cơ thể. Nhiệt năng đảm bảo cho cơ thể có một nhiệt độ bên trong cần thiết cho các phản ứng chuyển hóa diễn ra bình thường. Để duy trì hoạt động của cơ thể và giữ cho cơ thể ở trạng thái cân bằng, trong cơ thể luôn đồng thời tồn tại hai quá trình: tạo ra nhiệt năng cần thiết cho cơ thể và loại một phần nhiệt năng ra khỏi cơ thể.

- **Năng lượng hạt nhân:** được dự trữ trong hạt nhân nguyên tử, khi bị phá vỡ năng lượng này được giải phóng. Ở cơ thể, có thể kể đến năng lượng này khi xét tương tác của bức xạ hạt nhân, tia vũ trụ với cơ thể trong cuộc sống bình thường hằng ngày hoặc khi phải tiếp xúc, sử dụng chúng với liều lượng cao hơn nhằm các mục đích khác nhau.

3. Sự biến đổi của các dạng năng lượng trên cơ thể sống

Các cơ thể sống và các tế bào cấu tạo nên chúng không phải là những cái máy nhiệt mà là những máy chuyển hóa, chúng biến đổi năng lượng của thức ăn thành nhiệt năng, cơ năng, hóa năng... mà ở dạng ấy tế bào, mô hay cơ thể các sinh vật có thể sử dụng được.

- **Nhiệt năng:** để duy trì thân nhiệt và giữ cho nó ít biến đổi. Sự thay đổi lớn của thân nhiệt gây nên nhiều rối loạn bệnh lý.

- **Cơ năng:** do hệ cơ xương khớp tạo nên, đảm bảo các tư thế cần thiết và hoạt động chức năng của cơ thể duy trì sự sống, đặc biệt đảm bảo khả năng lao động của con người.

- **Hóa năng:** rất quan trọng trong tổ chức sống. Nó đảm bảo các cấu trúc năng lượng cho vật chất chuyển động như cho hiện tượng thẩm thấu, khuếch tán, trao đổi chất...

Xét theo sự biến đổi năng lượng trên cơ thể ta có thể chia thành ba phần: *năng lượng vào cơ thể, năng lượng chuyển hóa trong cơ thể và năng lượng rời cơ thể.*

- **Năng lượng vào cơ thể:** Chủ yếu là hóa năng của thức ăn, có ba chất chính cung cấp năng lượng cho cơ thể là protid, lipid, glucid. Ngoài ra còn có năng lượng nhiệt, năng lượng của sóng điện từ...

- **Chuyển hóa năng lượng trong cơ thể:** Không giống với các chức năng khác, cơ thể không có riêng bộ máy chuyển hóa năng lượng chung cho cả cơ thể. Các chất hấp thụ được vận chuyển tới các tế bào, ở đây, các chất này tham gia vào các phản ứng chuyển hóa phức tạp. Cùng với những biến đổi hóa học này, hóa năng của các chất hấp thụ cũng chuyển hóa thành các dạng năng lượng cần thiết cho cơ thể.

Trong tất cả các phản ứng chuyển hóa bao giờ cũng có một phần năng lượng của các chất tham gia phản ứng biến đổi thành nhiệt năng.

- **Năng lượng rời cơ thể:** Năng lượng rời cơ thể dưới các dạng hóa năng của các chất bài tiết, động năng, điện năng và nhiệt năng.

Sự sống là sự tồn tại của vật chất, năng lượng và sự trao đổi, biến đổi của chúng theo những quy luật chặt chẽ và ít biến động./.

❖ **Câu hỏi (bài tập) củng cố:**

1. Nêu vai trò của môn vật lý đối với ngành dược. Phân tích các lợi ích của kiến thức vật lý đã được học với công việc của bản thân.
2. Nêu định nghĩa và kể tên các dạng năng lượng có trong cơ thể.
3. Giải thích sự biến đổi các dạng năng lượng trong cơ thể. Cho một ví dụ và phân tích vai trò tác dụng của sự biến đổi đó

BÀI 2

CÔNG CƠ HỌC VÀ CƠ NĂNG

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Giải thích được khái niệm năng lượng, các dạng năng lượng; khái niệm công và công suất.
- Áp dụng các biểu thức về thế năng, động năng, cơ năng để giải bài toán chuyển động.
- Trình bày được định luật bảo toàn cơ năng. Áp dụng giải các bài toán chuyển động cơ.

1. Công và công suất

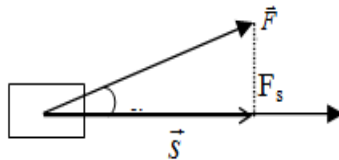
1.1. Công

1.1.1. Định nghĩa: “Công là số đo sự truyền chuyển động, tức là sự truyền năng lượng từ vật này sang vật khác, thông qua tác dụng lực và điểm đặt của lực di chuyển trên một quãng đường nào đó”.

1.1.2. Công của lực

- **Trường hợp lực không đổi ($F = \text{hằng số}$)**

Xét một vật đang chuyển động theo đường thẳng và một vật thứ hai tác dụng lên nó một lực \vec{F} không đổi trên quãng đường s . Khi đó, ta có công cơ học của lực \vec{F} trên quãng đường s là:



Hình 1.2.1

$$A = \vec{F} \cdot \vec{s} \tag{1.2.1}$$

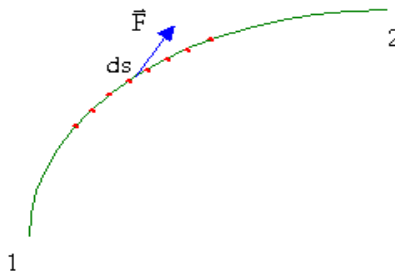
$$\text{hay } A = F \cdot s \cdot \cos \alpha = F_t \cdot s \quad (F_t = F \cdot \cos \alpha)$$

- Nếu: $0 \leq \alpha < 90$, thì $A > 0$, lực \vec{F} thực hiện công dương, gọi là công phát động.
- Nếu: $90 < \alpha \leq 180$, thì $A < 0$, lực \vec{F} thực hiện công âm, gọi là công cản.
- Nếu: $\alpha = 90$, thì $A = 0$, lực \vec{F} không thực hiện công.

*/ **Chú ý:** Nếu lực \vec{F} cùng phương với phương dịch chuyển thì toàn bộ lực \vec{F} thực hiện công; nếu không cùng phương thì chỉ có phần hình chiếu của lực trên phương dịch chuyển là thực hiện công.

- **Trường hợp tổng quát**

Vật và điểm đặt của lực dịch chuyển trên một đường cong bất kỳ, độ lớn và phương tác dụng của lực thay đổi.



Hình 1.2.2

Công của lực \vec{F} trên quãng đường s bất kỳ, được tính như sau:

- Tính công nguyên tố (dA):

Chia đường cong thành các dịch chuyển nguyên tố ds , trên đó lực \vec{F} xem như không

đổi. Ta có: công nguyên tố của lực \mathbf{F} trên dịch chuyển nguyên tố $d\mathbf{s}$ là:

$$dA = \vec{F} \cdot d\vec{s} = F \cdot ds \cdot \cos \alpha \quad (1.2.2)$$

- Công toàn phần của lực F trên quãng đường s là:

$$A = \int_1^2 dA = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} \quad (1.2.3)$$

Với: \vec{r} là bán kính vectơ của từng điểm trên quỹ đạo.

1.1.3. Thứ nguyên và đơn vị của công

- Thứ nguyên: $[A] = [F] \cdot [S] = L^2 MT^{-2}$

- Đơn vị: trong hệ (SI), đơn vị của công là N.m : 1N.m = 1J (Jun).

1.2. Công suất

Nhận xét: Sự sinh công và tiêu thụ công, tức là sự truyền năng lượng từ vật này sang vật khác, không xảy ra tức thời, mà phải kéo dài trong một khoảng thời gian nào đó. Để đặc trưng cho sự truyền năng lượng theo thời gian, người ta đưa ra khái niệm công suất với định nghĩa như sau:

1.2.1. Định nghĩa

Công suất là công sinh ra hoặc tiêu thụ trong một đơn vị thời gian hay công suất là tốc độ truyền năng lượng.

1.2.2. Công suất trung bình

$$P_{tb} = \frac{\Delta A}{\Delta t} \quad (1.2.4)$$

Với : ΔA là phần công được sinh ra hoặc tiêu thụ trong thời gian Δt .

1.2.3. Công suất tức thời (hay công suất)

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt} \quad (1.2.5)$$

Với: dA là phần công nguyên tố được sinh ra hoặc tiêu thụ trong thời gian nguyên tố dt . Theo ý nghĩa toán học thì công suất bằng đạo hàm của công theo thời gian.

1.2.4. Công suất của lực

Nếu lực \mathbf{F} thực hiện công $dA = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$, trong khoảng thời gian dt thì công suất của lực:

$$P = \frac{dA}{dt} = \vec{F} \cdot \frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (1.2.6)$$

- Thứ nguyên và đơn vị của công suất:

$$- \text{Thứ nguyên: } [P] = \frac{[A]}{[T]} = L^2 MT^{-3} \quad (1.2.7)$$

- Đơn vị: trong hệ SI, đơn vị của công suất là J/s: 1J/s = 1W (Watt)

2. Động năng và thế năng

2.1. Động năng

2.1.1. Định nghĩa động năng (E_d)

Động năng là một số đo của chuyển động, nó đặc trưng cho dự trữ năng lượng của một chất điểm đang chuyển động, được xác định bởi biểu thức sau:

$$E_d = \frac{1}{2} mv^2 \quad (1.2.8)$$

Với:

m : là khối lượng của chất điểm.

v : là vận tốc của chất điểm.

2.1.2. Định lý biến thiên động năng

Phát biểu: “Độ biến thiên động năng của chất điểm trên một quãng đường đi bằng công của

lực tác dụng lên chất điểm trên quãng đường đi đó”.

Biểu thức:

$$\Delta E_d = E_{d2} - E_{d1} = A(1 \rightarrow 2) \quad (1.2.9)$$

Với: $E_{d1} = \frac{1}{2}mv_1^2$: động năng của chất điểm ở vị trí 1.

$E_{d2} = \frac{1}{2}mv_2^2$: động năng của chất điểm ở vị trí 2.

$A(1 \rightarrow 2)$: Công của lực tác dụng lên chất điểm từ vị trí 1 đến vị trí 2.

2.2. Thế năng

Thế năng là dạng năng lượng gắn với trạng thái tương tác giữa các vật, hay giữa các phần của vật, hay giữa vật với trường lực ngoài. Tùy theo loại tương tác mà thế năng có biểu thức riêng.

2.2.1. Thế năng trong trọng trường

Đây là năng lượng gắn với trạng thái tương tác hấp dẫn giữa trọng trường với vật nào đó:

Xét một vật khối lượng m đặt ở độ cao z_1 so với mặt đất.

Cho vật rơi tự do từ độ cao z_1 đến một độ cao z_2 bất kỳ (vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực thẳng đứng hướng xuống).

Công của trọng lực trên quãng đường vật rơi là:

$$A_p = p \cdot s$$

$$A_p = mg(z_1 - z_2) = mgz_1 - mgz_2$$

Theo định lý biến thiên động năng, ta có:

$$A_p = E_{d2} - E_{d1}$$

$$mgz_1 - mgz_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (1.2.10)$$

Nếu cho vật rơi từ độ cao h đến đất ($z_1=h, z_2=0, v_1=0$) thì công thức (1.2.10) được viết

$$mgh = \frac{1}{2}mv_a^2 \quad (1.2.11)$$

với v_a : vận tốc lúc chạm đất.

Ta thấy khi vật ở độ cao h , thì nó có khả năng sinh công cực đại bằng mgh hoặc thu được động năng cực đại bằng mgh .

Nếu vật rơi xuống một cái hố có độ sâu là a so với mặt đất thì (1.2.11) được viết lại là:

$$mg(h+a) = \frac{1}{2}mv_a^2 \quad (1.2.12a)$$

với v_a : vận tốc lúc chạm đáy hố

Tức là khi vật ở độ cao $h+a$, thì nó có khả năng sinh công cực đại bằng $mg(h+a)$ hoặc thu được động năng cực đại bằng $mg(h+a)$.

Nếu vật rơi xuống một mặt bàn có độ cao là a so với mặt đất thì (1.2.11) được viết lại:

$$mg(h-a) = \frac{1}{2}mv_a^2 \quad (1.2.12b)$$

với v_a : vận tốc lúc chạm mặt bàn

Tức là khi vật ở độ cao $h-a$, thì nó có khả năng sinh công cực đại bằng $mg(h-a)$ hoặc thu được động năng cực đại bằng $mg(h-a)$.

Vậy thế năng của vật trong trọng trường là một lượng tương đối, phụ thuộc vào vị trí được chọn để tính độ cao, ở vị trí này thì $h=0$ suy ra $E_t = 0$, tức phụ thuộc vào việc chọn vị trí nào là vị trí có thế năng bằng 0 (gọi là gốc thế năng).

Tổng quát biểu thức thế năng trong trọng trường được viết như sau:

$$E_t = mgh \quad (1.2.13)$$

Với: h là độ cao so với gốc thế năng.

Mặt khác ta có mối liên hệ giữa động năng và thế năng như sau:

$$E_{t1} - E_{t2} = E_{d2} - E_{d1} \quad (1.2.14)$$

$$\text{hay: } -\Delta E_t = \Delta E_d$$

Từ biểu thức này ta phát biểu như sau: độ giảm thế năng của một vật trên một quãng đường đi bằng độ tăng động năng trên quãng đường đó, không phụ thuộc vào gốc thế năng.

2.2.2. Thế năng đàn hồi

Xét một lò xo có độ cứng là k , chịu tác dụng của một lực ngoài làm nó biến dạng (bị dãn hoặc nén) một đoạn x :

Ta có: Lực đàn hồi của lò xo là: $F_{dh} = -kx$

Công của lực đàn hồi trên dịch chuyển biến dạng x là:

$$A = \int_1^2 dA = \int_0^x \vec{F}_{dh} d\vec{x} \quad (1.2.15)$$
$$\Rightarrow A = \int_0^x -kx dx = -\frac{1}{2} kx^2$$

Đại lượng $\frac{1}{2}kx^2$ chính là phần năng lượng mà lò xo lấy của vật ngoài tác dụng lên lò xo, người ta gọi nó là thế năng đàn hồi của lò xo:

$$E_t = \frac{1}{2} kx^2 \quad (1.2.16)$$

Ta thấy, thế năng đàn hồi phụ thuộc vào độ biến dạng (hay vị trí biến dạng) của lò xo.

3. Lực thế và trường thế

3.1. Khái niệm về trường lực và trường lực thế

- Trường lực: là khoảng không gian trong đó có các lực tác dụng.
- Trường lực thế: là trường lực mà trong đó các lực tác dụng là các lực thế.

3.1.1. Khái niệm lực thế:

Lực thế là lực mà công của nó không phụ thuộc đường đi khi điểm đặt của nó dịch chuyển từ điểm đầu đến điểm cuối". Người ta đã chứng minh được các lực: trọng lực, lực đàn hồi, lực tĩnh điện và các lực xuyên tâm khác là các lực thế.

3.1.2. Thế năng trong trường thế

Nhận xét: tại mỗi điểm bất kỳ, ứng với một trạng thái tương tác so một điểm gốc nào đó trong trọng trường và trong phạm vi biến dạng đàn hồi, luôn dự trữ một giá trị năng lượng và ta gọi là thế năng hấp dẫn và thế năng đàn hồi.

- Xét một trường lực thế :

Gọi: $P_0(x_0, y_0, z_0)$ là một điểm cố định tùy ý.

$P(x, y, z)$ là một điểm bất kỳ.

Ta có: công mà lực thế thực hiện để dịch chuyển một chất điểm từ P đến P_0 là :

$$A_{(P \rightarrow P_0)} = \int_P^{P_0} \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

Công này chỉ phụ thuộc vào vị trí của P và P_0 , do đó nó là hàm số của tọa độ (x, y, z) . Vì P_0 được chọn cố định nên x_0, y_0, z_0 là hằng số (không đổi), ta viết lại biểu thức trên như sau:

$$A_{(P \rightarrow P_0)} = E_t(x, y, z) \quad (1.2.17)$$

Chúng ta tại điểm $P(x, y, z)$ có dự trữ năng lượng, được biểu diễn bởi hàm $E_t(x, y, z)$ và ta gọi là thế năng của chất điểm tại P trong trường thế.

Còn tại điểm P_0 thế năng của chất điểm bằng không (không có năng lượng dự trữ) vì công để dịch chuyển chất điểm từ P_0 đến P_0 là bằng 0, ta gọi P_0 là điểm gốc thế năng.

Nếu ta thay đổi quy ước và chọn một điểm cố định khác là P_0' làm điểm gốc thế năng thì

ta có:

$$E'_t = A_{(P \rightarrow P'_0)} = A_{(P \rightarrow P_0)} + A_{(P_0 \rightarrow P'_0)}$$

Vì P_0 và P'_0 là những điểm cố định, nên $A(P_0 \rightarrow P'_0) =$ hằng số.

$$\Rightarrow E'_t = E_t + \text{hằng số}$$

Vậy thế năng trong trường thế là hàm số theo tọa độ được xác định sai kém một hằng số tùy theo việc chọn gốc thế năng, ứng với hai điểm bất kỳ 1, 2 ta có:

$$E_{t1}(x_1, y_1, z_1) - E_{t2}(x_2, y_2, z_2) = A(1 \rightarrow 2)$$

$$\text{hay} \quad -\Delta E_t = A(1 \rightarrow 2)$$

(1.2.18)

$$\Rightarrow -dE_t = dA$$

- Biểu thức thế năng (hay hàm thế năng) và lực thế:

$$\text{Ta có: } dA = \vec{F} \cdot d\vec{s} = F_t \cdot ds = -dE_t$$

$$F_t = -\frac{dE_t}{ds}$$

(1.2.19)

Với: F_t là hình chiếu của F trên phương dịch chuyển

Biểu thức (1.2.18) được viết trong hệ tọa độ Đề các như sau: $\vec{F} = -\text{grad}E_t$

3.2. Mặt đẳng thế

Mặt đẳng thế là một mặt tập hợp các điểm có cùng thế năng. Lực thế tại từng điểm vuông góc với mặt đẳng thế và hướng về phía giảm thế năng.

4. Cơ năng và định luật bảo toàn cơ năng

4.1. Cơ năng của chất điểm

Cơ năng của chất điểm chuyển động bằng tổng động năng và thế năng của nó:

$$E = E_t + E_d \quad (1.2.20)$$

4.2. Định luật bảo toàn cơ năng

Xét một chất điểm chuyển động từ vị trí 1 đến vị trí 2 trong một trường thế:

Giả sử chất điểm chỉ chịu tác dụng của các lực thế:

- Theo định lý động năng, ta có:

$$A_t = E_{d2} - E_{d1} \quad (1.2.21)$$

- Theo công thức thế năng trong trường thế, ta có:

$$\text{và: } A_t = E_{t1} - E_{t2} \quad \text{hay} \quad -A_t = E_{t2} - E_{t1} \quad (1.2.22)$$

Từ (1.2.21) và (1.2.22), suy ra:

$$(E_{d2} + E_{t2}) - (E_{d1} + E_{t1}) = 0 \quad \Rightarrow \quad E_2 - E_1 = 0$$

$$\text{Hay} \quad E_2 = E_1 = \text{hằng số} \quad (1.2.23)$$

Vậy: “*Khi lực tác dụng lên chất điểm chỉ là lực thế, cơ năng của chất điểm là một đại lượng không đổi (bảo toàn)*”.

Đây là nội dung của định luật bảo toàn cơ năng.

❖ **Câu hỏi (bài tập) củng cố:**

1. Lực thế là:

- a. Lực có công do nó thực hiện không phụ thuộc vào dạng đường đi.
- b. Lực có công do nó thực hiện không phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối.
- c. Lực có công do nó thực hiện trên mọi quỹ đạo kín bằng không.
- d. Không có câu nào đúng.

2. Độ biến thiên động năng có giá trị bằng:

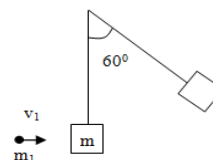
- a. Công của lực tác dụng trên quỹ đạo đang xét.
- b. Tích của lực tác dụng với khoảng thời gian đang xét.
- c. Thế năng của trường lực thế.
- d. Xung lượng trong khoảng thời gian đang xét

3. Cho vật ban đầu đứng yên trượt có ma sát từ đỉnh dốc trên mặt phẳng nghiêng đến cuối dốc

- a. Thế năng ở đỉnh dốc biến đổi hoàn toàn thành động năng ở cuối dốc.
- b. Động năng ở cuối dốc lớn hơn thế năng ở đỉnh dốc.
- c. Động năng ở cuối dốc nhỏ hơn thế năng ở đỉnh dốc.
- d. Cơ năng không thay đổi.

4. Một viên đạn khối lượng $m_1 = 10g$ được bắn với vận tốc v_1 vào một bia gỗ có khối lượng $m = 1kg$ được treo bởi một sợi dây khối lượng không đáng kể dài $1m$ và bị giữ lại trong đó. Sau khi bắn, bia và đạn lệch đi một góc 60° so với phương thẳng đứng

- a. $1000m/s$
- b. $500m/s$
- c. $550m/s$
- d. Kết quả khác



5. Một đoàn tàu khối lượng 1 tấn chuyển động trên đường ray nằm ngang với vận tốc không đổi bằng $36km/h$. Công suất đầu máy là $10kW$. Gia tốc trọng trường bằng $g = 10m/s^2$. Hệ số ma sát giữa tàu và đường ray bằng:

- a. 0,1
- b. 0,2
- c. 1,0
- d. 0,01

6. So sánh công của lực tác dụng lên một xe để tốc tăng từ $0 m/s$ đến $30 m/s$:

- a. Nhỏ hơn công của lực tác dụng để xe tăng vận tốc từ $30 m/s$ đến $60 m/s$.
- b. Bằng với công của lực tác dụng để xe tăng vận tốc từ $30 m/s$ đến $60 m/s$
- c. Lớn hơn công của lực tác dụng để xe tăng vận tốc từ $30 m/s$ đến $60 m/s$.
- d. Bằng với công của lực tác dụng để xe tăng vận tốc từ $40 m/s$ đến $70 m/s$.

7. Một trường thế được biểu diễn bằng hàm thế năng:

$$U(x,y,z) = 2x^3y^4 + z^2xy - 8 \text{ (J)}$$

Công dịch chuyển chất điểm từ điểm P (1 ,1, 2) đến điểm Q (0,0,1) bằng :

- a. 6 J
- b. -6 J
- c. 10 J
- d. -10 J

8. Một xe có khối lượng 1 tấn đang chuyển động nhanh dần đều. Công của lực tác dụng lên xe để vận tốc tăng từ $0 m/s$ đến $20 m/s$ là:

- a. 200 J
- b. $2 \cdot 10^3 J$
- c. $2 \cdot 10^5 J$
- d. $10^4 J$

9. Một con lắc đơn gồm quả cầu M gắn vào một sợi dây mảnh có chiều dài L (cho g là gia tốc trọng trường). Để nó có thể đi lên đến điểm cao nhất mà không bị rơi xuống, phải truyền cho quả cầu một vận tốc ban đầu V_0 theo phương ngang bằng:

- a. $2\sqrt{gL}$
- b. $\sqrt{5gL}$
- c. $\frac{1}{\sqrt{gL}}$
- d. $\frac{1}{2\sqrt{gL}}$

BÀI 3

CƠ HỌC CHẤT LƯU

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Giải thích được sự cân bằng và các thành phần lực tác dụng lên chất lưu.
- Giải thích được các trạng thái chuyển động của chất lưu.
- Liên hệ được các tác động trong tự nhiên do chuyển của chất lưu.

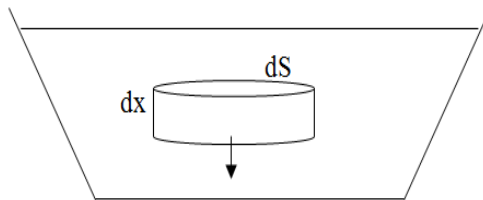
1. Tĩnh học chất lưu

1.1. Khái niệm chất lưu

- Chất lưu là tên gọi chung cho chất lỏng và chất khí, có hình dạng không xác định (phụ thuộc vào bình chứa), thực nghiệm cho thấy:
 - Chất lưu rất linh động: nghĩa là giữa các lớp chất lưu hầu như không có lực ma sát.
 - Chất lưu có lực biến dạng đàn hồi thể tích, nghĩa là có lực đàn hồi xuất hiện khi chất lưu bị nén (hay giãn) từ mọi phía.
 - Từ đó chứng tỏ: Lực tương tác giữa các lớp chất lưu luôn luôn vuông góc với mặt tiếp xúc giữa các lớp.
 - Chất lưu lý tưởng: là chất lưu mà giữa các lớp chất lưu chỉ có lực tương tác vuông góc mặt tiếp xúc.

1.2. Khái niệm về lực mặt và lực khối

Xét một phần tử chất lưu có dạng hình trụ có trục theo phương Ox, diện tích đáy dS, chiều dài là dx (Hình 1.3.1)



Hình 1.3.1

Lực tác dụng lên phần tử này có hai loại là lực mặt và lực khối:

- **Lực mặt:** là lực của các phần tử xung quanh tác dụng vuông góc lên bề mặt phần tử đang xét (hoặc bình chứa).
- **Lực khối:** là lực tỉ lệ với khối lượng dm của phần tử chất lưu. Trong trường trọng lực thì lực khối chính là trọng lực tác dụng lên phần tử đó, cũng bằng trọng lượng P của phần tử đó:

$$\vec{P} = dm \cdot \vec{g} = \rho \cdot dV \cdot \vec{g} \quad (1.3.1)$$

Với ρ : là khối lượng riêng của chất lưu.

1.3. Áp suất chất lưu

- Định nghĩa: là lực mặt tác dụng trên một đơn vị diện tích bề mặt của phần tử chất lưu (hoặc bình chứa):

- Biểu thức:
$$p = \frac{F}{dS} \quad (1.3.2)$$

- Đơn vị: Trong hệ SI, áp suất có đơn vị là: N/m²

1.4. Phương trình cân bằng

- Trạng thái cân bằng của chất lưu: là trạng thái có tổng lực (gồm lực mặt và lực khối) tác dụng lên từng phần tử chất lưu là bằng không.

- Phương trình cân bằng: chất lưu ở trạng thái cân bằng được biểu diễn bởi phương trình

$$\frac{\partial p}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial p}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial p}{\partial z} \vec{k} = \rho \vec{g} \quad (1.3.3)$$

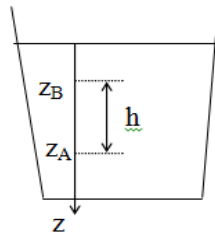
Với: $\frac{\partial p}{\partial x}, \frac{\partial p}{\partial y}, \frac{\partial p}{\partial z}$: đạo hàm riêng phần của áp suất theo phương x, y, z

1.5. Sự phân bố áp suất trong chất lưu

Xét chất lưu trong trường trọng lực và chọn trục Oz theo phương thẳng đứng, phương trình (1.3.3) được viết lại như sau:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial p}{\partial z} = \rho \cdot g \quad (1.3.4)$$

Từ (1.3.4) ta suy ra: "Trong trường trọng lực, ở trạng thái cân bằng, áp suất chất lưu là như nhau trên mỗi mặt phẳng nằm ngang (mặt đẳng áp)". Điều này chứng tỏ rằng mặt thoáng (không lớn lắm) của chất lưu phải là một mặt phẳng nằm ngang, không phụ thuộc hình dạng của bình chứa. Nếu bình gồm nhiều nhánh thông nhau thì mặt thoáng trong các nhánh phải có cùng độ cao (nguyên tắc bình thông nhau)



Hình 1.3.2

- Áp suất thay đổi theo độ sâu:
- Lấy tích phân phương trình (1.3.4), ta được:

$$p = p_0 + \rho g \cdot z \quad (1.3.5)$$

Với:

p_0 : là áp suất mặt thoáng ($z_0 = 0$)

z : là độ sâu của điểm khảo sát.

- Hiệu áp suất giữa hai độ sâu khác nhau:
- Từ (1.3.5), ta viết được:

$$p_A - p_B = \rho g(z_A - z_B) = \rho g h \quad (1.3.6)$$

với: $h = z_A - z_B$: độ cao của cột chất lưu.

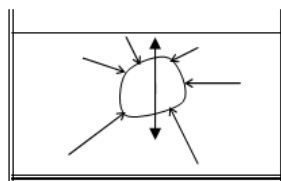
1.6. Định luật Paxcan (Pascal)

Khảo sát về áp suất chất lưu, Paxcan đã xây dựng thành định luật như sau:

- Phát biểu: "trong một chất lưu lý tưởng ở trạng thái cân bằng thì áp suất tại mỗi điểm là như nhau theo mọi phương, và bất kỳ một độ tăng áp suất nào cũng được truyền nguyên vẹn cho mọi nơi trong toàn khối chất lưu".

- Ứng dụng: Định luật Paxcan đã được vận dụng làm máy ép thủy tĩnh, áp kế ...

1.7. Định luật Acsimét (Achimade)



Hình 1.3.3

- Phát biểu: "bất cứ vật rắn nào nằm trong chất lưu đều chịu một lực đẩy từ dưới lên trên,

lực này có điểm đặt tại trọng tâm của phần chất lưu bị choán chỗ và có độ lớn bằng trọng lượng của phần chất lưu bị vật ấy choán chỗ”. Lực đẩy ấy gọi là lực đẩy Acsimét, ký hiệu: \vec{F}_A .

- **Biểu thức:** $F_A = mg = \rho Vg$ (1.3.7)

với:

m : khối lượng phần chất lưu bị choán chỗ, tương ứng với thể tích V

ρ : khối lượng riêng của chất lưu

- **Ứng dụng:** Định luật Acsimét được ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật đóng tàu, cầu phao, cách trục tàu đắm, ...

2. Động lực học chất lưu lí tưởng và các định lý

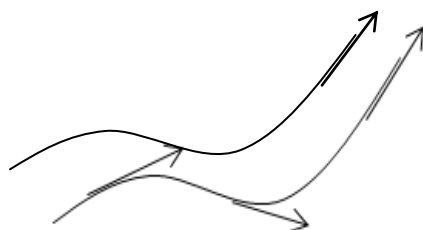
- **Trạng thái dừng:** Là trạng thái chuyển động ổn định của chất lỏng với vận tốc và áp suất tại mỗi điểm bất kỳ trong chất lỏng không thay đổi theo thời gian.

- **Phương trình liên tục:** Để nghiên cứu chuyển động của chất lưu, người ta sử dụng khái niệm mới là đường dòng và ống dòng.

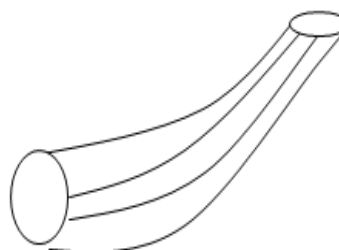
- **Đường dòng:** là đường cong mà tiếp tuyến tại mọi điểm của nó có phương trùng với vectơ vận tốc của hạt chất lỏng ở thời điểm xét. Tập hợp nhiều đường dòng gọi là họ đường dòng (Hình 1.3.4a).

- **Ống dòng:**

Để nghiên cứu chuyển động của toàn dòng chất lỏng, người ta phân tưởng tượng chất lỏng ra thành từng ống dòng. Ống dòng là họ đường dòng tập trung trên một đường cong kín (Hình 1.3.4b)



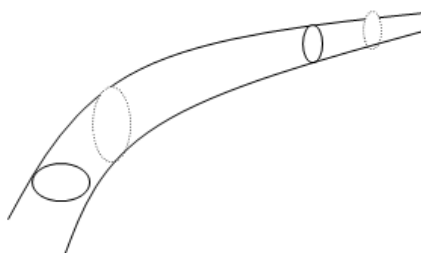
Hình 1.3.4a.



Hình 1.3.4b.

- Ta có thể quan sát được ống dòng bằng cách pha màu cho một dòng chất lỏng, hay tạo dòng khói trong không khí.

- **Phương trình liên tục (Hình 1.3.5)**



Hình 1.3.5

Khảo sát chuyển động dừng trong một ống dòng (hình 1.3.5), ta thấy, lượng chất lỏng dm chảy vào ống (qua tiết diện S_1) và chảy ra khỏi ống (qua S_2) trong cùng thời gian dt là như

nhau, ta viết được phương trình sau:

$$dm = \rho_1(dV)_1 = \rho_2(dV)_2$$

$$\text{với: } dV_1 = S_1 v_1 dt$$

$$dV_2 = S_2 v_2 dt$$

$$\Rightarrow \rho_1 S_1 v_1 dt = \rho_2 S_2 v_2 dt$$

$$\Rightarrow \rho_1 S_1 v_1 = \rho_2 S_2 v_2 \quad (1.3.8)$$

Đối với chất lỏng lí tưởng (không nén) thì khối lượng riêng của nó là hằng số ($\rho_2 = \rho_1 = \rho$), phương trình (1.3.8) được viết lại là:

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 = \text{hằng số} \quad (1.3.9)$$

Các phương trình (1.3.8) và (1.3.9) là phương trình liên tục của chất lỏng. Chứng tỏ rằng ở tiết diện ngang của ống dòng càng bé (đường dòng khít) thì vận tốc của chất lỏng càng lớn.

3. Phương trình Bernoulli

Khảo sát chuyển động dừng trong một ống dòng của một chất lưu đồng chất (Hình 1.3.5), người ta xây thiết lập được phương trình:

$$\frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + p_2 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 + p_1$$

$$\text{Hay: } \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h + p = \text{hằng số} \quad (1.3.10)$$

Phương trình (1.3.10) gọi là phương trình Bernoulli do D. Bernoulli thiết lập năm 1738.

Với:

$$\frac{1}{2} \rho v^2 : \text{gọi là áp suất thủy động gây ra bởi vận tốc dòng chảy}$$

$$p : \text{là áp suất thủy tĩnh}$$

$$\text{Tổng: } \frac{1}{2} \rho v^2 + p : \text{là áp suất toàn phần}$$

Hệ quả phương trình Bernoulli:

Trường hợp ống dòng nằm ngang thì tại mọi điểm trong ống đại lượng $\rho g h$ là như nhau, phương trình Bernoulli trở thành:

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{hằng số} \quad (1.3.11)$$

Nếu ống có tiết diện như nhau thì vận tốc v tại mọi điểm là như nhau và lúc đó áp suất tĩnh $p = \text{hằng số}$.

- **Ứng dụng:** Phương trình Bernoulli được ứng dụng trong việc làm các loại bình bơm (thuốc trừ sâu, nước hoa), sơn xi, bộ chế hoà khí của máy nổ, ..

4. Độ nhớt và định luật Poiseuille

Các chất lưu thực không lí tưởng có tính nén và tính chịu nén được. Nếu đối với chất lỏng, tính nén là một nét đặc trưng thì đối với các chất khí có vận tốc lớn hơn (hơn 70m/s) tính nén được là một tính chất quyết định. Sự nén khí có kèm theo việc làm nóng, vì vậy việc mô tả chuyển động của chất khí chịu nén chỉ trong khuôn khổ cơ học mà không bổ sung thêm các khái niệm về nhiệt thì không thể chấp nhận được. Vì các lý do đó mà khi xét chuyển động của các chất lỏng và khí, chúng ta chỉ chú ý tới nội ma sát (tính nhớt).

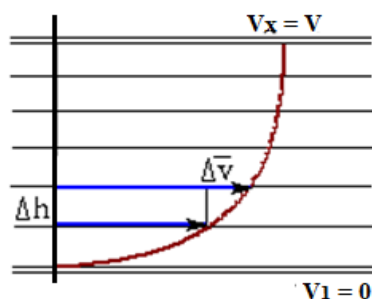
4.1. Lực nội ma sát và độ nhớt

Trong chuyển động của chất lưu thực tồn tại các lực nội ma sát. Ta làm thí nghiệm đơn giản là lấy hai tấm thủy tinh có bôi mỡ ở bên trên, đặt nằm ngang, tấm nọ trên tấm kia. Cho tấm trên chuyển động. Nhờ các lực liên kết phân tử của mỡ mà lớp dính liền với tấm dưới nằm yên. Các lớp ở giữa thì chuyển động, lớp trên có vận tốc lớn hơn lớp ở dưới nó. vì vậy mỗi lớp ở trên đối với lớp nằm dưới liền nó có vận tốc hướng theo chiều chuyển động của tấm trên, trong khi đó lớp dưới đối với lớp nằm trên có vận tốc hướng ngược lại. Do đó lớp

dưới tác dụng vào lớp nằm trên nó một lực ma sát làm chậm chuyển động của lớp trên và ngược lại, lớp trên tác dụng vào lớp dưới một lực tăng tốc. Các lực xuất hiện giữa các lớp chất lưu chuyển động, đối với nhau gọi là lực nội ma sát. Các tính chất của chất lưu có liên quan với sự xuất hiện của lực nội ma sát thì gọi là tính nhớt.

Nếu các lớp chất lưu chuyển động với các vận tốc khác nhau thì ngoài các lực tương tác giữa các lớp phân tử chuyển dời đối với nhau, còn có sự trao đổi xung lượng giữa chúng do chuyển động hỗn loạn của các phân tử. Các phân tử chuyển từ lớp có vận tốc lớn vào lớp dịch chuyển chậm hơn sẽ làm cho xung lượng lớp này tăng lên và ngược lại, các phân tử chuyển từ lớp chậm vào lớp nhanh sẽ làm giảm xung lượng tổng cộng của lớp nhanh. Sự trao đổi xung lượng đó và sự tương tác phân tử cũng tạo ra lực nội ma sát trong chất lỏng. Trong các chất khí lực nội ma sát được tạo ra chủ yếu bởi sự trao đổi xung lượng.

Lực ma sát nội của hai lớp chất lưu tỉ lệ thuận với hiệu số vận tốc ΔV của các lớp, với diện tích tiếp xúc S và tỉ lệ nghịch với khoảng cách Δh của chúng (Hình 1.3.6)



Hình 1.3.6

$$\text{Ta có: } F_{MSN} = S \cdot \eta \cdot \frac{\Delta V}{\Delta h} \quad (1.3.12)$$

Với η : gọi là hệ số nhớt

Đối với hai lớp chất lỏng rất gần nhau:

$$F_{MSN} = S \cdot \eta \lim_{\Delta h \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta h} = S \cdot \eta \frac{dV}{dh} \quad (1.3.13)$$

Đại lượng dV/dh được gọi là gradient vận tốc và đặc trưng cho độ nhanh chậm của sự biến đổi vận tốc theo hướng pháp tuyến với mặt tiếp xúc của các lớp chất lưu.

Độ nhớt trong chuyển động của chất lưu thực có hai vai trò: Một là tạo ra sự truyền chuyển động từ lớp nọ qua lớp kia, nhờ đó mà vận tốc trong dòng chất lưu thay đổi liên tục từ điểm này qua điểm khác; Hai là chuyển một phần cơ năng của dòng thành nội năng của nó, tức là tạo ra sự khuếch tán cơ năng.

Khi giải các bài toán về chuyển động của chất lưu có các vận tốc gần bằng vận tốc âm, có thể bỏ qua độ nhớt, nhưng cần phải chú ý đến tính nén được của chất lưu. Các chất lưu chảy trong các ống, các dòng sông, các biển.... được xem là chất lưu nhớt (thực), không nén được.

Sau đây là độ nhớt η tính bằng $\frac{N \cdot s}{m^2} = \frac{kg}{ms}$ của một vài chất lưu (Hình 1.3.7)

Chất	0°C	81°C	99°C
Nước	0,18	0,011	0,0029
Gliserin	96,00	11,00	0,0029
Ete	0,0029	0,0025	0,0029
Ôxy	0,000187	0,000204	0,0029
Không khí	0,000171	0,000180	0,000220
Hydro	0,000080	0,000091	0,000106

Hình 1.3.7

4.2. Công thức Poiseuille

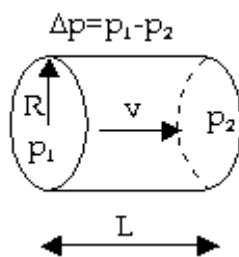
Ta hãy xét sự chảy thành lớp của chất lưu trong một ống. Trong trường hợp này, do có nội ma sát nên chất lưu ở sát thành ống được coi như bám chặt vào đó, vận tốc chảy của chất lưu sẽ bằng 0 ở thành ống và lớn nhất ở trục ống.

Nghiên cứu tính qui luật của sự chảy thành lớp ổn định của chất lưu không chịu nén trong một ống hình trụ tròn bán kính R , người ta thấy vận tốc chất lưu biến đổi dọc theo bán kính theo qui luật

$$v = \frac{(R^2 - y^2) \Delta p}{4\eta \Delta x} \quad (1.3.13)$$

Trong đó: v là vận tốc chất lưu ở khoảng cách y tính từ trục ống $\frac{\Delta p}{\Delta x}$ là độ biến thiên của áp suất trên một đơn vị dài của ống. Vì vận tốc ở các điểm của tiết diện ống biến đổi nên thể tích chất lưu chảy qua tiết diện bất kỳ của ống trong một đơn vị thời gian được tính theo:

$$V = \pi R^2 \cdot v \quad (1.3.14)$$



Hình 1.3.8

Từ (1.3.14) ta thấy vận tốc trung bình của sự chảy thành lớp song song của chất lưu trong ống tỉ lệ thuận với sự giảm áp suất trên một đơn vị chiều dài của ống, với bình phương của bán kính ống và tỉ lệ nghịch với hệ số nhớt của chất lưu (Hình 1.3.8)

Đại lượng $\frac{\Delta p}{\Delta x}$ bằng độ giảm áp suất trên một đơn vị chiều dài của ống. Nếu trên một ống dài L , áp suất biến đổi một lượng $P_1 - P_2$ thì:

$$\frac{\Delta P}{\Delta x} = \frac{P_1 - P_2}{L} \quad (1.3.15)$$

Từ (1.3.14) và (1.3.15), ta có:

$$V = \frac{\pi R^4}{8\eta} = \frac{P_1 - P_2}{L} \quad (1.3.16)$$

Đó là công thức poiseuille. Công thức poiseuille cho thấy thể tích chất lưu chảy phụ thuộc rất lớn vào bán kính ống. Các máy dựa trên công thức poiseuille (khi đã biết V , R , $P_1 - P_2$, và L) có thể xác định được hệ số nhớt η , được gọi là **nhớt kế**.

5. Sức căng mặt ngoài của chất lỏng

5.1. Năng lượng mặt ngoài của chất lỏng

Lớp mặt ngoài của chất lỏng có những tính chất khác với phần bên trong của chất lỏng. Các phân tử lớp mặt ngoài bị các phân tử phía trong hút, vì vậy năng lượng của chúng ngoài động năng chuyển động nhiệt còn có thể năng do các lực hút đó.

Nếu nhiệt độ đồng đều, thì năng lượng trung bình chuyển động nhiệt của các phân tử lớp mặt ngoài và phía trong giống nhau, còn về thể năng thì khi đem phân tử từ các lớp trong ra mặt ngoài, ta cần thực hiện một công chống lại lực hút phân tử, công đó làm tăng thể năng phân tử.

Do đó, các phân tử ở lớp mặt ngoài có thể năng lớn hơn so với thể năng của các phân tử ở phía trong. Như vậy các phân tử mặt ngoài có năng lượng tổng cộng lớn hơn so với năng

lượng của các phân tử ở phía trong. Phần năng lượng lớn hơn đó được gọi là năng lượng mặt ngoài của chất lỏng.

Số phân tử lớp mặt ngoài càng nhiều thì năng lượng mặt ngoài càng lớn, vì vậy năng lượng mặt ngoài tỷ lệ với diện tích mặt ngoài.

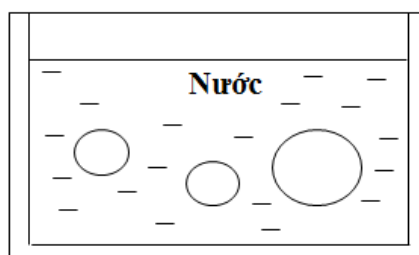
Gọi ΔE và ΔS là năng lượng và diện tích mặt ngoài, ta có: $\Delta E = \delta \cdot \Delta S$

Với δ : là một hệ số tỷ lệ phụ thuộc chất lỏng gọi là hệ số sức căng mặt ngoài.

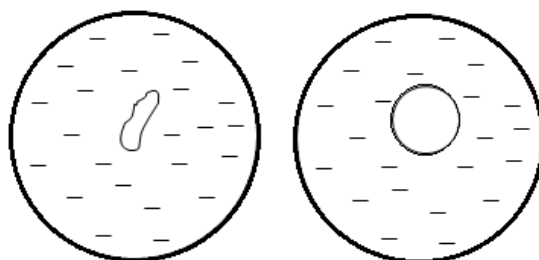
Ta biết rằng một hệ ở trạng thái cân bằng bên lúc thế năng cực tiểu, vì vậy chất lỏng ở trạng thái cân bằng bên lúc diện tích mặt ngoài của nó nhỏ nhất.

Thông thường do tác dụng của trọng lực nên chất lỏng chiếm chỗ phần dưới của bình chứa và mặt ngoài là mặt thoáng nằm ngang nhưng nếu ta khử được tác dụng của trọng lực, thì khối chất lỏng sẽ có dạng hình cầu, tức là hình có diện tích mặt ngoài nhỏ nhất trong các hình cùng diện tích.

Ta xét thí nghiệm: Bỏ một ít giọt dầu vào trong dung dịch rượu cùng tỷ trọng (không hòa tan dầu); trọng lượng của các giọt dầu bị triệt tiêu bởi sức đẩy Acsimet nên các giọt dầu có dạng những quả cầu lơ lửng trong dung dịch (Hình 1.3.9)



Hình 1.3.9. Những giọt dầu trong dung dịch có dạng hình cầu



Hình 1.3.10. Vòng chỉ dạng hình tròn

Nếu lấy một khung dây thép nhúng vào nước xà phòng ta sẽ được một màng xà phòng phủ kín khung.

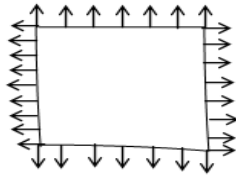
Thả vào đó một vòng chỉ rồi chọc thủng màng xà phòng ở phía trong vòng chỉ, vòng chỉ sẽ trở thành vòng tròn (Hình 1.3.10).

Sở dĩ như vậy vì do điều kiện năng lượng cực tiểu nên diện tích màng xà phòng còn lại phải nhỏ nhất, tức là diện tích thủng phải lớn nhất. Muốn vậy thì diện tích thủng phải là hình tròn, vì trong các hình cùng chu vi, hình tròn là hình có diện tích lớn nhất.

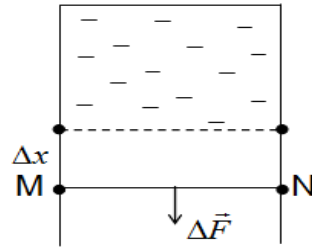
5.2. Sức căng mặt ngoài

Các thí nghiệm trên đây chứng tỏ diện tích mặt ngoài của chất lỏng có khuynh hướng tự co lại, vì vậy về một phương diện nào đấy, mặt ngoài chất lỏng giống như một màng cao su bị căng.

Để giữ nguyên tình trạng mặt ngoài của chất lỏng, ta phải tác dụng lên chu vi mặt ngoài những lực vuông góc với đường chu vi và tiếp tuyến với mặt ngoài, lực đó gọi là sức căng mặt ngoài.



Hình 1.3.11. Sức căng mặt ngoài



Hình 1.3.12. Lực căng mặt ngoài

Để tính giá trị sức căng mặt ngoài, ta làm thí nghiệm như sau:

Lấy một khung dây thép có cạnh MN chiều dài bằng l , có thể di chuyển (Hình 1.3.11) và 1.3.12). Nhúng khung vào nước xà phòng và lấy ra, ta được một màng xà phòng. Để màng khỏi co lại, cần phải tác dụng lên MN một lực F đúng bằng sức căng mặt ngoài. Dịch chuyển cạnh MN một đoạn Δx , diện tích mặt ngoài tăng lên một lượng là: $\Delta S = 2.l.\Delta x$

Sở dĩ có thừa số 2 trong vế phải là vì màng xà phòng có hai mặt ngoài ở hai phía.

Công thực hiện bởi lực F trong dịch chuyển Δx là: $\Delta A = F.\Delta x$

Công này dùng để làm tăng diện tích mặt ngoài lên ΔS , tức là đã làm tăng năng lượng mặt ngoài lên một lượng $\Delta E = \Delta A = \delta.\Delta S$

Từ đó ta suy ra: $F = \delta.2.l$ với $2l$ chính là chiều dài của đường chu vi.

Trường hợp tổng quát, sức căng có thể thay đổi được dọc theo đường chu vi, lúc đó xét một đoạn Δl đủ nhỏ của chu vi, ta áp dụng công thức trên:

$$\Delta F = \delta.\Delta l \quad (1.3.17)$$

Với: ΔF : là sức căng tác dụng lên đoạn Δl .

Từ công thức (1.3.17) ta thấy nếu Δl bằng một đơn vị chiều dài thì $\delta = \Delta F$. Vì vậy có thể định nghĩa δ như sau: Hệ số sức căng mặt ngoài là một đại lượng vật lý về trị số bằng sức căng tác dụng lên một đơn vị chu vi mặt ngoài.

Trong hệ SI, δ đo bằng đơn vị Newton/mét. Với một chất lỏng cho trước, δ phụ thuộc nhiệt độ, khi nhiệt độ tăng thì δ giảm (Bảng 1.3.1)

Bảng 1.3.1. Giá trị sức căng mặt ngoài của một số chất lỏng ở 20°C.

Chất lỏng ở 20°C	Δ (N/m)
Nước	0,073
Thủy ngân	0,540
Ete	0,017

Ứng dụng của hiện tượng:

- Giải thích sự tạo thành lớp bọt trong chất lỏng.
- Sự tạo thành giọt khi chất lỏng chảy qua một lỗ nhỏ

6. Hiện tượng mao dẫn

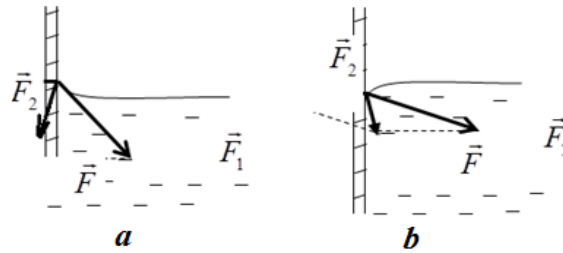
6.1. Hiện tượng dính ướt và không dính ướt

Gọi F_1 là tổng các lực của các phân tử nước tác dụng lên phân tử A nằm sát thành bình.

Gọi F_2 là tổng các lực của các phân tử thành bình tác dụng lên phân tử A nằm sát thành bình.

- Trường hợp lực $F_2 > F_1$ thì tổng hợp lực F hướng vào thành bình, chính lực này đã đẩy các phân tử chất lỏng xô vào thành bình tạo thành mặt cong lõm: chất lỏng làm ướt bình (hình 1.3.13a).

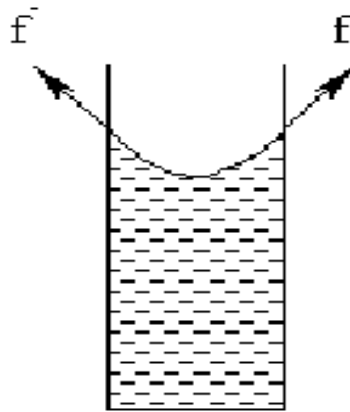
- Trường hợp lực $F_1 > F_2$ thì tổng hợp lực F hướng vào lòng chất lỏng, lực này đã đẩy các phân tử xô vào lòng chất lỏng tạo thành mặt cong lồi: chất lỏng không làm ướt bình (hình 1.3.13b).



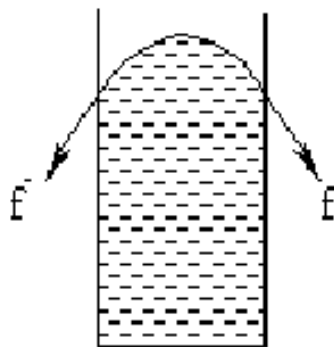
Hình 1.3.13. Dạng mặt ngoài của chất lỏng

6.2. Áp suất phụ dưới mặt khum

Như ta đã biết mặt thoáng chất lỏng do tồn tại sức căng mặt ngoài nên có thể coi như một màng đàn hồi, do đó nó có dạng lồi lên hoặc lõm xuống. Xu hướng của bề mặt cong là có diện tích tạo ra một áp suất Δp phụ thêm vào áp suất phân tử.



Hình 1.3.14a. Áp suất kéo chất lỏng từ dưới lên



Hình 1.3.14b. Áp suất nén chất lỏng xuống dưới

Trong các hình trụ có kích thước bé, mặt ngoài các chất lỏng dính ướt có dạng lõm, không dính ướt có dạng lồi. Đường cong giới hạn giữa mặt ngoài chất lỏng và thành rắn chịu tác dụng bởi lực căng mặt ngoài. Lực này sẽ tạo thêm một áp suất kéo chất lỏng từ dưới lên, ở mặt lõm (Hình 1.3.14a) và tạo một áp suất nén xuống chất lỏng ở dưới, đối với mặt lồi (Hình 1.3.14b). Áp suất do mặt khum gây ra như thế gọi là áp suất phụ.

Tóm lại: tất cả các mặt khum, của chất lỏng tác dụng lên chất lỏng một áp suất phụ so với trường hợp mặt ngoài là phẳng. Với mặt khum lồi, áp suất phụ là dương, mặt khum lõm gây áp suất phụ âm.

Áp suất phụ Δp này được tính theo công thức: $\Delta p = \frac{2\delta}{R}$, trong đó R là bán kính của mặt cong, δ là hệ số sức căng mặt ngoài.

6.3. Hiện tượng mao dẫn

Nhúng một ống thủy tinh có tiết diện nhỏ vào một cốc đựng chất lỏng thì nhận thấy mặt chất lỏng trong ống thủy tinh có thể lõm hoặc lồi, dâng cao hơn hay hạ thấp hơn so với mực ngoài, đó là hiện tượng mao dẫn. Do hiện tượng dính ướt và không dính ướt bề mặt chất lỏng trong ống bị cong sẽ chịu thêm một áp suất phụ hướng lên trên (mặt lõm xuống) hoặc hướng xuống dưới (mặt lồi lên) làm giảm áp suất khí quyển (hoặc tăng) trên mặt ống. Do đó, chất lỏng phải dâng lên để cho áp suất tại hai điểm có cùng độ cao phải bằng nhau.

Ta tính độ cao dâng lên hay hạ xuống trong ống. Giả sử chất lỏng làm ướt chất rắn (nước và tinh), tiết diện cong của mặt thoáng là một chòm cầu bán kính R (Hình 1.3.15).

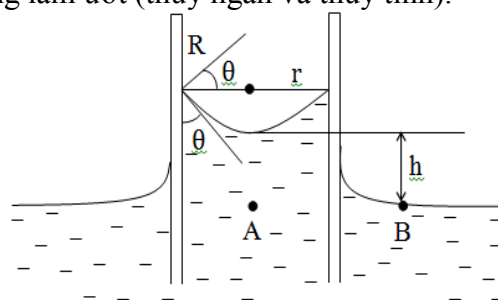
Gọi h là cột chiều cao của chất lỏng trong ống mao dẫn, θ là góc bờ. Ở trạng thái cân bằng, áp suất giữa hai điểm A và B có cùng độ cao phải bằng

$$P_A = P_B \rightarrow P_B = P_0$$

$$P_A = P_0 - \Delta P + \rho \cdot g \cdot h$$

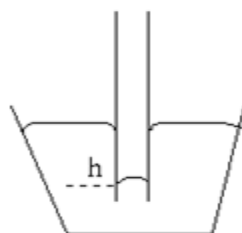
Do đó ta có: $P_0 = P_0 - \Delta P + \rho \cdot g \cdot h$ (1.3.18)

Tương tự ở chất lỏng không làm ướt (thủy ngân và thủy tinh).



Hình 1.3.15. Độ cao chất lỏng dâng trong ống mao quản

Nếu dùng chất lỏng không dính ướt thì ngược lại mực chất lỏng trong ống hạ thấp so với mặt thoáng ngoài (Hình 1.3.16)



Hình 1.3.16

Ta có:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$$
 (1.3.19)

và bằng:

$$\frac{2 \cdot \delta}{R} = \rho \cdot g \cdot h$$
 (1.3.20)

Bán kính cong R thường khó xác định nên thay bằng bán kính r của ống mao quản.

Ta có:

$$r = R \cdot \cos \theta$$
 (1.3.21)

Từ đó suy ra:

$$\frac{2 \cdot \delta \cdot \cos \theta}{r} = \rho \cdot g \cdot h$$

Và:

$$h = \frac{2 \cdot \delta \cdot \cos \theta}{r \cdot \rho \cdot g}$$
 (1.3.22)

Công thức (1.3.22) được gọi là công thức **Gunrin**. Từ công thức (1.3.22) ta nhận thấy:

dấu của $\cos\theta$ cho phép xác định xem chất lỏng dâng lên hay hạ xuống ống mao dẫn.

- Khi $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$: chất lỏng làm ướt chất rắn thì $\cos\theta > 0$ và chất lỏng dâng lên trong ống ($h > 0$).

- Khi $\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \pi$: chất lỏng không làm ướt chất rắn thì $\cos\theta < 0$ và chất lỏng hạ xuống trong ống ($h < 0$).

Từ đó, ta nhận thấy có thể xác định hệ số sức căng mặt ngoài δ bằng cách đo chiều cao h và bán kính r của ống mao quản.

Ứng dụng:

Nhiều hiện tượng trong đời sống kỹ thuật và tự nhiên được giải thích bằng hiện tượng mao dẫn: bông, bấc đèn, giấy thấm, ... có khả năng hút các chất lỏng vì khe hẹp trong các chất này là các ống mao dẫn.

Các chất dinh dưỡng nước được chuyển từ dưới lên trên ở những cây cao vài mét, còn những cây cao hàng chục mét ngoài hiện tượng mao dẫn để dẫn nước và các chất dinh dưỡng nuôi cây còn có hiện tượng thẩm thấu của các tế bào sống nữa vì sức mao dẫn chỉ đưa nhựa và các chất khác lên cao được vài mét.

❖ **Câu hỏi (bài tập) củng cố:**

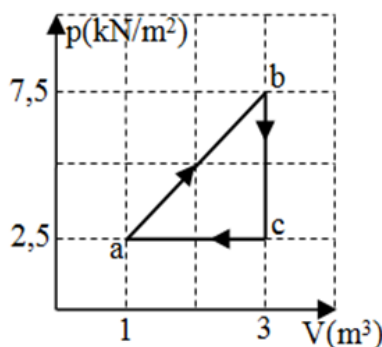
***/ * Các phát biểu sau đây là đúng hay sai? Giải thích.**

1. Trong một ống dòng nơi nào nước chảy chậm thì nơi đó tiết diện của ống là nhỏ.
2. Vì chất lưu không nén được nên nó có hình dạng không đổi.
3. Hai vật có cùng một thể tích, vật nào có khối lượng riêng lớn dễ nổi trên mặt nước.
4. Trong một ống tiêm, vận tốc thuốc tiêm ra khỏi kim tiêm là rất nhỏ.
5. Càng lên cao thì áp suất không khí càng giảm.
6. Hãy giải thích tại sao một hệ ở trạng thái cân bằng bền lúc thế năng cực tiểu?

***/ * Trắc nghiệm**

1. Một số các thông số trạng thái của hệ vĩ mô:

- a. áp suất, vận tốc của hạt, khối lượng phân tử, nguyên tử.
 - b. nhiệt độ, tổng số hạt và khối lượng mol của hệ.
 - c. áp suất, nhiệt độ và thể tích của cả hệ.
 - d. động năng trung bình, áp suất và gia tốc của các hạt.
2. Một Kmol khí hydro ở nhiệt độ 27°C chứa trong bình có thể tích là 1 lít, áp suất là:
a. 7600 mmHg b. 1atm c. 2493 N/m^2 d. 9810 N/m^2
 3. Với một khối khí xác định, khi ta tăng nhiệt độ tuyệt đối của nó lên 3 lần thì thể tích của nó cũng tăng lên 3 lần. Khối khí đó đang tuân theo:
a. định luật Gay- Luytxắc b. định luật Săclơ
c. định luật Pascal d. định luật Bôilơ-Mariôt
 4. Ở nhiệt độ nào trong các nhiệt độ sau đây, động năng trung bình của các phân tử của một chất khí gấp hai lần so với khi ở nhiệt độ phòng (20°C):
a. 40°C b. 80°C c. 313°C d. 586°C
 5. Tăng thể tích của khối khí lý tưởng lên hai lần và tăng nhiệt độ tuyệt đối của nó lên ba lần thì áp suất của khối khí đó sẽ:
a. tăng đến $3/2$ lần so với lúc đầu.
b. giảm $3/2$ lần so với lúc đầu.
c. tăng đến 6 lần so với lúc đầu.
d. giảm 6 lần so với lúc đầu.
 6. Tại sao khi máy bay cất cánh hoặc hạ cánh, hành khách trong máy bay cảm thấy tai bị lủng bưng (ù tai) ? Có thể làm cách nào để có thể nhanh chóng thoát khỏi tình trạng đó.
 7. Một mẫu khí lý tưởng thực hiện chu trình trên giản đồ p-V như **hình vẽ**. Nhiệt độ của khí ở điểm a là 200K. Cho hằng số khí lý tưởng $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$. Tìm:
a. Số mol của khối khí ?
b. Nhiệt độ của khối khí ở điểm b, điểm c ?
c. Nhiệt lượng toàn phần cung cấp cho khối khí trong cả chu trình ?



BÀI 4

NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Phân biệt được các yếu tố đặc trưng của một mẫu khí lí tưởng
- Giải thích được các khái niệm áp suất và nhiệt độ
- Trình bày được các định luật về chất khí
- Xác định được các trạng thái và sự biến đổi trạng thái đối với các hiện tượng nhiệt
- Trình bày được hai nguyên lý Nhiệt động lực học và khái niệm Entropi.

1. Nhiệt độ và nhiệt lượng

1.1. Nhiệt độ

1.1.1. Khái niệm

Nhiệt độ là đại lượng đặc trưng cho độ nóng lạnh của vật.

Qua các định luật thực nghiệm về nhiệt, người ta nhận thấy: Khi để hai vật tiếp xúc nhau thì vật mà động năng trung bình của chuyển động tịnh tiến của phân tử lớn hơn (vật nóng hơn) sẽ mất bớt năng lượng do đã truyền cho vật mà động năng trung bình của chuyển động tịnh tiến của phân tử nhỏ hơn (vật lạnh hơn).

Chứng tỏ, nhiệt độ là đại lượng được xác định bởi mức độ chuyển động hỗn loạn của các phân tử, vì thế ta có thể chọn động năng trung bình của chuyển động tịnh tiến của phân tử trong mỗi vật làm thước đo nhiệt độ của vật đó.

Vì áp suất và nhiệt độ đều được xác định bởi mức độ chuyển động hỗn loạn của các phân tử, nên để đơn giản cho công thức tính áp suất, người ta quy ước nhiệt độ được xác định như sau:

$$\theta = \frac{2}{3} \bar{E}_d \quad (\text{suy ra } p = n\theta) \quad (1.4.1)$$

Vậy: theo quan điểm động học, nhiệt độ là đại lượng đặc trưng cho tính chất vĩ mô của vật, thể hiện mức độ nhanh hay chậm của chuyển động hỗn loạn của các phân tử cấu tạo nên vật đó. (vì thế chuyển động hỗn loạn của các phân tử còn được gọi là chuyển động nhiệt).

1.1.2. Đơn vị đo nhiệt độ

Với quan điểm trên, nhiệt độ θ phải được đo bằng đơn vị năng lượng. Thực tế nhiệt độ không được đo bằng đơn vị năng lượng mà được đo bằng đơn vị độ, vì:

- + Việc đo trực tiếp \bar{E}_d khó khăn
- + Đơn vị năng lượng thì quá lớn để đo nhiệt độ.

1.2. Thang đo nhiệt độ

Trong sinh hoạt và trong kỹ thuật, người ta đã quy ước các thang chia độ để đo nhiệt độ như sau:

1.2.1. Thang nhiệt độ Censiut ($t^{\circ}\text{C}$) (hay nhiệt giai Censiut)

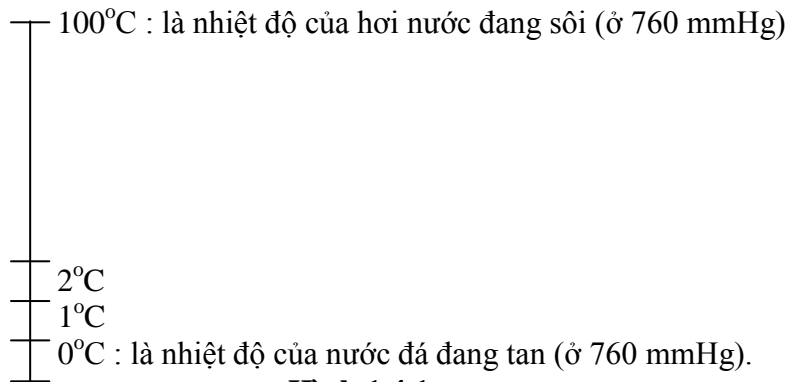
Quy ước như sau (Hình 1.4.1):

1.2.2. Thang nhiệt độ Kelvin ($T^{\circ}\text{K}$) (hay nhiệt giai Kelvin)

Quy ước:

- Mỗi thang độ trong nhiệt giai Kelvin bằng mỗi thang độ trong nhiệt giai Censiut.
- Nhiệt độ 0°K ứng với -273°C và 273°K ứng với 0°C .
- Ta có hệ thức sau:

$$T = 273 + t$$



Hình 1.4.1

Với quy ước này, nhiệt giai Censiut còn được gọi là nhiệt giai bách phân.

❖ **Liên hệ giữa nhiệt độ đo bằng đơn vị độ và đo bằng đơn vị năng lượng:**

Người ta đã thiết lập được công thức biểu thị mối liên hệ này như sau:

$$\theta = \frac{2}{3} \bar{E}_d = kT \quad (1.4.2)$$

Trong đó:

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/độ là hằng số Boltzman.

Nhận xét:

- Ta thấy: khi $T=0^\circ\text{K}$ thì $\bar{E}_d = 0$, nghĩa các phân tử ngừng chuyển động tịnh tiến (vẫn còn chuyển động dao động, quay, ..). 0°K được gọi là độ 0 tuyệt đối và nhiệt giai Kelvin được gọi là nhiệt giai tuyệt đối.
- Nhiệt độ thấp nhất đạt được hiện nay vào cỡ: 10^{-6}K
- Nhiệt độ cao nhất đạt vào cỡ hàng trăm triệu độ (bom nguyên tử)
- Mặt khác, từ (1.4.2) ta suy ra:

$$\bar{E}_d = \frac{3}{2} kT \quad (1.4.3)$$

1.3. Phương trình trạng thái khí lý tưởng

1.3.1. Các thông số trạng thái

Là các đại lượng đặc trưng cho trạng thái của một khối khí. Cụ thể là các đại lượng: áp suất p , nhiệt độ T , thể tích V

Các thông số này không hoàn toàn độc lập với nhau, mỗi một thông số là hàm số của hai thông số kia.

1.3.2. Phương trình trạng thái

Là phương trình nêu lên mối liên hệ giữa 3 thông số : áp suất, nhiệt độ, thể tích của một khối lượng khí xác định, được viết dưới dạng tổng quát như sau:

$$p = f(V, T) \quad (1.4.4)$$

Phương trình trạng thái khí lý tưởng

Người ta đã thiết lập được phương trình trạng thái của một khối lượng xác định khí lý tưởng như sau:

$$pV = \frac{M}{\mu} N_0 k T \quad (1.4.5)$$

Trong đó:

- $N_0 = 6.02 \cdot 10^{26}$ phân tử/kmol : là hằng số Avôgađrô
- $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/độ : là hằng số Boltzman.
- μ : khối lượng kmol. Thí dụ $\mu_{\text{O}_2} = 32$ kg/kmol, $\mu_{\text{H}_2\text{O}} = 18$ kg/kmol.
- Tỷ số M/μ : là số kmol của một khối lượng khí xác định.

Đặt : $R = N_0 k = 6,02 \cdot 10^{26} \times 1,38 \cdot 10^{-23} = 8,31 \cdot 10^3$ J/kmol.độ: gọi là hằng số chung của

các khí.

Phương trình (1.4.5) được viết lại là:

$$pV = \frac{M}{\mu} RT \quad (1.4.6)$$

Phương trình trạng thái viết dưới dạng (1.4.6) gọi là phương trình Clapây-rôn – Mendêlêep.

*/**Chú ý:** trong nhiều trường hợp cụ thể về khí lý tưởng, giá trị của R được tính theo đơn vị hỗn hợp như sau:

$$p=1,033\text{at}; \quad V_0 22,4 \cdot 10^3 \text{ l/kmol}; \quad T= 273^\circ\text{K}$$

$$\Rightarrow R = 84 \frac{\text{l.at}}{\text{kmol.do}}$$

2. Các định luật của khí lý tưởng

2.1. Định luật Bôi – Mariôt (Boyle – Mariotte) - đẳng nhiệt

Đây là định luật về tính đẳng nhiệt của khí lý tưởng ($T=\text{hằng số}$).

Từ phương trình trạng thái, khi $T = \text{hằng số}$, ta suy ra:

$$p.V = \text{hằng số} \quad (1.4.7)$$

Phương trình (1.4.7) là phương trình biểu diễn định luật Bôi – Mariôt.

2.2. Định luật Săclơ (Charles) - đẳng tích

Đây là định luật về tính đẳng tích của khí lý tưởng ($V = \text{hằng số}$).

Từ phương trình trạng thái, khi $V = \text{hằng số}$, ta suy ra:

$$\frac{p}{T} = \frac{M}{\mu} \cdot \frac{R}{V} = \text{hằng số} \quad (1.4.8)$$

$$\text{hay: } p = p_0(1 + \alpha_p t) \quad (1.4.9)$$

với :

$$\alpha_p = \frac{1}{273} : \text{ là hệ số biến đổi áp suất đẳng tích của khí.}$$

Phương trình (1.4.8) và (1.4.9) là phương trình biểu diễn định luật Săclơ.

2.3. Định luật Gay – Luýt-xắc (Gay – Lussac) - đẳng áp

Đây là định luật về tính đẳng áp của khí lý tưởng ($p = \text{hằng số}$).

Từ phương trình trạng thái, khi $p = \text{hằng số}$, ta suy ra:

$$\frac{V}{T} = \frac{M}{\mu} \cdot \frac{R}{p} = \text{hằng số} \quad (1.4.10)$$

$$\text{hay: } V = V_0(1 + \alpha_v t) \quad (1.4.11)$$

với :

$$\alpha_v = \frac{1}{273} : \text{ là hệ số biến đổi thể tích đẳng áp của khí.}$$

Phương trình (1.4.10) và (1.4.11) là phương trình biểu diễn định luật Gay – Luýt-xắc.

2.4. Định luật Đantôn (Dalton)

Phát biểu: “ áp suất của hỗn hợp khí bằng tổng các áp suất riêng phần của các khí thành phần tạo nên hỗn hợp:

Biểu thức:

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots \quad (1.4.12)$$

*/**Chú ý:**

Các định luật B-M, Săclơ, Gay - Luýt-xắc, Đantôn, được thiết lập dựa trên phương trình trạng thái khí lý tưởng nên có tính chất gần đúng.

3. Nguyên lý thứ nhất của Nhiệt động lực học

3.1. Nguyên lý thứ nhất với nguyên lý bảo toàn và biến hoá năng lượng:

Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động lực học là nguyên lý về áp dụng nguyên lý bảo toàn và chuyển hoá năng lượng trong các quá trình có liên quan đến sự biến đổi nội năng sang cơ năng và nhiệt năng hoặc sang các dạng năng lượng khác và ngược lại.

Trong đó: nguyên lý bảo toàn và chuyển hoá năng lượng được phát biểu như sau:

“ Ở những quá trình khác nhau diễn ra trong tự nhiên, năng lượng không tự sinh ra từ hư vô và cũng không biến mất mà chỉ biến hoá từ dạng này sang dạng khác”

Mặt khác từ nguyên lý bảo toàn và chuyển hoá năng lượng ta chứng minh được kết quả sau: ứng với mỗi trạng thái của hệ (khí) chỉ ứng với một giá trị của nội năng mà thôi”. Nội năng là *hàm đơn giá của trạng thái*.

3.2. Nguyên lý thứ nhất và động cơ vĩnh cửu loại 1

3.1.1. Phát biểu nguyên lý thứ nhất

Khảo sát trường hợp hệ biến đổi từ trạng thái (1) đến trạng thái (2) chỉ do sự trao đổi nhiệt giữa hệ với ngoại vật:

Gọi : U_1 : là giá trị nội năng của hệ ở trạng thái (1)

U_2 : là giá trị nội năng của hệ ở trạng thái (2)

ΔQ : là nhiệt lượng trao đổi giữa hệ với ngoại vật

$\Delta A'$: là công mà ngoại vật thực hiện lên hệ

Theo định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng, ta có:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \Delta Q + \Delta A' \quad (1.4.13)$$

Do ở mỗi trạng thái chỉ ứng với một giá trị của nội năng, nên từ công thức (1.4.13) ta phát biểu nguyên lý I như sau:

“ Nếu do sự trao đổi nhiệt và thực hiện công của ngoại vật, hệ chuyển từ trạng thái xác định 1 đến trạng thái xác định 2 thì trong mọi cách chuyển trạng thái có thể xảy ra tổng nhiệt lượng trao đổi và công thực hiện là không đổi”

Trong trường hợp hệ thực hiện một quá trình kín (chu trình) thì (1.4.13) trở thành:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \Delta Q + \Delta A = 0 \quad (1.4.14)$$

Từ công thức (4.14) người ta phát biểu nguyên lý thứ nhất theo chu trình như sau:

“ Nếu hệ biến đổi trạng thái theo một chu trình bất kỳ nào đó có thể xảy ra thì tổng nhiệt lượng trao đổi và công thực hiện trong chu trình đó phải bằng không”

Một cách tổng quát, nếu hệ biến đổi trạng thái không chỉ do trao đổi nhiệt và thực hiện công mà còn do các tác dụng khác của ngoại vật (tác dụng của điện trường, của ánh sáng, ...) thì từ nguyên lý bảo toàn và biến hoá năng lượng ta viết được công thức sau:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \sum_i \Delta A_i \quad (1.4.15)$$

Với:

$\sum_i \Delta A_i$: là công tương đương, được quy đổi từ mọi tác dụng của ngoại vật.

3.1.2. Động cơ vĩnh cửu loại 1

Quá trình thiết lập nguyên lý 1 có liên quan chặt chẽ với việc giải đáp một vấn đề to lớn và hấp dẫn trong lịch sử Vật lý là:

Có thể thực hiện được động cơ vĩnh cửu loại 1 hay không? (Đó là loại động cơ có thể sinh công mà không cần tiêu thụ năng lượng nào cả hoặc chỉ tiêu thụ một phần năng lượng ít hơn công sinh ra).

Nguyên lý thứ nhất đã chứng tỏ là không thể thực hiện được động cơ vĩnh cửu loại 1. Thật vậy: trong động cơ, hệ sẽ thực hiện những chu trình, công thức (1.4.15) trở thành:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \sum_i \Delta A_i = 0 \quad (1.4.16)$$

Ta có $\sum_i \Delta A_i = 0$ nghĩa là tổng năng lượng trao đổi phải bằng không, chứng tỏ phần công do hệ thực hiện phải bằng phần năng lượng tiêu thụ.

Từ điều này, đôi khi người ta còn phát biểu nguyên lý I như sau: “Không thể thực hiện được động cơ vĩnh cửu loại một”.

4. Nguyên lý thứ hai của Nhiệt động lực học

4.1. Động cơ vĩnh cửu loại 2

Theo trên tác nhân muốn sản công A thì phải nhận nhiệt lượng Q của ngoại vật. Vấn đề đặt ra là, trong thực tế có phải toàn bộ nhiệt lượng Q mà tác nhân đã nhận đều được dùng để sinh công A hay không?

Nếu như, bằng cách nào đó, ta có thể chế tạo một động cơ có thể biến toàn bộ Q ra A: tức $Q = A$ trong mỗi chu trình, thì động cơ ấy gọi là *động cơ vĩnh cửu loại 2*.

Ưu điểm của nó là thuận tiện. Để chạy máy chỉ cần cung cấp năng lượng cho máy là đủ. Máy nhận nhiệt lượng Q_1 để sinh công $A = Q_1$. Thực tế, ta không thể nào chế tạo động cơ như thế. Động cơ nào cũng tuân theo điều kiện sau đây:

Trong mỗi chu trình, động cơ nhận nhiệt lượng Q_1 của ngoại vật (nguồn nóng), dùng Q_1 để:

- Sản công A.
- Thải bớt một nhiệt lượng Q_2 cho một nguồn nhiệt khác (nguồn lạnh)
 $Q_1 - Q_2 = A$

- Từ đó, ta phát biểu nguyên lý sau: (2 cách định tính)

- **Cách 1:** Ta không thể thực hiện được một chu trình sao cho kết quả duy nhất của nó là tác nhân sinh công do nhiệt lấy từ 1 nguồn, hay có thể phát biểu:

- **Cách 2:** Không thể thực hiện được động cơ vĩnh cửu loại 2.

4.2. Phát biểu nguyên lý II

Ta đã xét mọi loại chu trình, và thấy hiệu suất lý thuyết tối đa:

$$\Delta \eta \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (1.4.17)$$

Hay có thể viết:

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (1.4.18)$$

Trong đó:

dấu “=” dành cho chu trình *Cácno thuận nghịch*.

dấu “<” dành cho các loại khác.

Ta lại viết: phân tích biểu thức rồi bỏ 1 ở hai vế, nhân với -1:

$$\frac{Q_2}{Q_1} \geq \frac{T_2}{T_1} \quad (1.4.19)$$

hay : $Q_2 \geq Q_1 \frac{T_2}{T_1} \quad (1.4.20)$

Từ đây, ta phát biểu nguyên lý II dưới dạng định lượng sau đây:

Mọi chu trình, công tác giữa nguồn nóng T_1 và nguồn lạnh T_2 , nếu tác nhân nhận nhiệt lượng Q_1 từ nguồn nóng, sinh công $A = Q_1 - Q_2$, thì tác nhân phải thải cho nguồn lạnh nhiệt lượng Q_2 có giá trị không nhỏ hơn giá trị:

$$Q_1 = \frac{T_2}{T_1} \quad (1.4.21)$$

Cách phát biểu này cho thấy tỉ lệ tối đa biến nhiệt thành công là bao nhiêu. Chính nhờ nghiên cứu động cơ nhiệt, ta lại có thể phát biểu nguyên lý II dưới dạng nữa: “**Nhiệt năng lấy**

từ một nguồn nào đó không thể trực tiếp và hoàn toàn biến thành cơ năng”.

Quá trình xảy ra là: Nhiệt năng nhận được làm tăng nội năng của tác nhân, sau đó một phần nội năng ấy dùng:

- Một phần sinh công A.
- Phần còn lại truyền cho nguồn lạnh (dưới dạng nhiệt năng) (như đã nói ở trên).

Tổng quát hoá tất cả các kinh nghiệm trong thực tế, người ta đã xây dựng nên một nguyên lý mới độc lập với nguyên lý I và gọi là nguyên lý II Nhiệt động lực học có nội dung định tính như sau:

“Không thể thực hiện được một chu trình sao cho kết quả duy nhất của nó là tác nhân sinh công do nhiệt lấy từ một nguồn”.

Hay một cách ngắn gọn hơn có thể phát biểu nguyên lý thứ II như sau: **“Không thể thực hiện được động cơ vĩnh cửu loại 2”.**

❖ Câu hỏi (bài tập) củng cố:

1. Năng lượng của một hệ là:

- a. Công mà hệ nhận hay phát ra cho tác nhân ngoài.
- b. Gồm động năng, thế năng của hệ và khả năng tương tác lẫn nhau của các hạt tạo thành hệ (nội năng).
- c. Công và nhiệt mà hệ nhận được từ bên ngoài.
- d. Lượng chuyển hóa giữa công và nhiệt lượng.

2. Theo nguyên lý thứ nhất nhiệt động lực học:

- a. Độ biến thiên nội năng của hệ trong quá trình biến đổi bằng tổng công và động năng mà hệ nhận vào trong quá trình đó.
- b. Độ biến thiên nội năng trong một chu trình khép kín là bằng không.
- c. Có thể chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại một.
- d. Có thể tạo ra động cơ sinh công mà không cần nhận năng lượng.

3. Tỷ số nhiệt dung riêng đẳng áp và nhiệt dung riêng đẳng tích của khí O₂ là:

- a. 2/3
- b. 3/2
- c. 4/3
- d. 7/5

4. Một phân tử khí có số bậc tự do là 6 thì động năng trung bình bao nhiêu?

- a. 3KT
- b. 2,5KT
- c. 1,5KT
- d. 5KT

5. Tìm một câu phát biểu sai trong những câu sau đây:

- a. Không thể chế tạo được động cơ có hiệu suất 100%.
- b. Không thể chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại hai.
- c. Một động cơ nhiệt không thể sinh công nếu như nó trao đổi nhiệt đồng thời với hai nguồn nhiệt khác nhau.
- d. Hiệu suất của động cơ nhiệt và máy làm lạnh khác nhau.

6. Một động cơ nhiệt lấy nhiệt từ nguồn nóng có nhiệt độ 127⁰C và truyền nhiệt cho nguồn lạnh có nhiệt độ 77⁰C. Hiệu suất tối đa của nó là :

- a. 12,5 %
- b. 39,2 %
- c. 61,4 %
- d. 88,3 %

7. Tìm một câu phát biểu sai trong những câu sau đây:

- a. Trong chu trình Carnot không thuận nghịch tổng nhiệt lượng rút gọn nhỏ hơn 0.
- b. Đối với mọi chu trình tổng nhiệt lượng rút gọn nhỏ hơn không.
- c. Entropy và cả nội năng của hệ là những hàm số của trạng thái.
- d. Trong mọi quá trình, Entropy của hệ chỉ có thể tăng hoặc không đổi.

- 8.** Một máy làm lạnh hoạt động theo chu trình Carnot với tác nhân bất kỳ ở các nhiệt độ là 0°C và -100°C . Trong trường hợp nào hiệu suất của máy làm lạnh là không đổi:
- Giảm đồng thời nhiệt độ hai nguồn 20°K .
 - Tăng đồng thời nhiệt độ hai nguồn lên hai lần.
 - Tăng đồng thời nhiệt độ tuyệt đối của hai nguồn lên hai lần.
 - Tăng nhiệt độ nguồn lạnh thêm 100°K .
- 9.** Tìm ra một câu phát biểu đúng trong những câu sau đây:
- Có thể tạo ra một động cơ vĩnh cửu loại hai.
 - Trong các quá trình đoạn nhiệt hệ không thể sinh ra công.
 - Chu trình Carnot với khí thực hiệu suất cao hơn chu trình Carnot với khí lý tưởng.
 - Trong quá trình đẳng nhiệt cho khí lý tưởng, nội năng là không đổi.
- 10.** Hệ số làm lạnh của máy lạnh khi ở một chu kỳ nó nhận một nhiệt lượng 110 cal của nguồn lạnh và nhả nhiệt lượng 513 cal cho nguồn nóng.
- 0,54
- 11.** Ta có thể phát biểu Nguyên lý hai của Nhiệt động lực học theo:
- quá trình
 - động cơ vĩnh cửu loại hai
 - chu trình
 - b và c đúng
- 12.** Trong một hệ cô lập, những quá trình xảy ra phải theo chiều mà:
- Entropy của hệ không giảm.
 - Entropy của hệ không tăng
 - Entropy của hệ giảm
 - Entropy của hệ tăng
- 13.** Một chu trình làm lạnh xả 250 J nhiệt vào phòng trong khi mô-tơ cung cấp 80 J công. Lượng nhiệt lấy từ bên trong máy làm lạnh bằng bao nhiêu?
- 170 J
 - 299 J
 - 598 J
 - 5210 J
- 14.** Máy bay tiêu thụ 5 tấn dầu xăng sau 8 giờ bay với hiệu suất của động cơ là 40% . Tính công suất của động cơ, biết năng suất tỏa nhiệt của dầu xăng máy bay là 42000 Kcal/kg .
- 15.** Một máy hơi nước có công suất $14,7\text{ kw}$ trong một giờ làm việc dùng hết $8,1\text{ kg}$ than có năng suất tỏa nhiệt là $7,8 \cdot 10^3\text{ cal/g}$. Nhiệt độ nôi hơi là 200°C , nhiệt độ nguồn lạnh là 58°C . Tính hiệu suất thực η của máy so sánh với hiệu suất lý tưởng.

CHƯƠNG 2
PHẦN ĐIỆN-QUANG
BÀI 1
DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Trình bày được: Các đại lượng đặc trưng cho dòng điện (cường độ dòng điện, mật độ dòng điện); Định luật Ohm cho một đoạn mạch; Nguồn điện, định luật Ohm cho mạch kín.
- Giải thích được một số hiện tượng thông thường về mạch điện xảy ra trong đời sống, khoa học, kỹ thuật

1. Khái niệm và những đại lượng đặc trưng

1.1. Định nghĩa dòng điện

Trong môi trường dẫn điện, các điện tích tự do luôn luôn chuyển động hỗn loạn. Dưới tác dụng của điện trường ngoài các điện tích tự do đó sẽ chuyển động có hướng: điện tích dương chuyển động cùng chiều điện trường, điện tích âm chuyển động ngược chiều điện trường.

- Dòng điện dẫn: là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện trong điện trường.
- Dòng điện dịch: là một điện trường biến thiên theo thời gian.
- Quỹ đạo chuyển động của các hạt điện được gọi là đường dòng, tập hợp các đường dòng gọi là **ống dòng**.
- Quy ước chiều dòng điện: chiều dòng điện là chiều chuyển động của các hạt điện tích dương.

1.2. Các đại lượng đặc trưng của dòng điện

1.2.1. Cường độ dòng

- **Định nghĩa:** Cường độ dòng điện qua diện tích S có trị số bằng điện lượng qua diện tích S trong một đơn vị thời gian.
- **Công thức:** Gọi dq là điện lượng qua S trong thời gian dt, thì cường độ dòng điện I qua S là:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (2.1.1)$$

Biết cường độ dòng điện i ta tính được điện lượng q chuyển qua diện tích S trong khoảng thời gian t:

$$q = \int_0^t dq = \int_0^t i dt \quad (2.2.2)$$

- Dòng điện không đổi:

Dòng điện có cường độ và chiều không đổi theo thời gian.

Vì: $i = \text{const}$ nên: $q = I.t$ hay $I = \frac{q}{t}$

Trong hệ SI đơn vị của cường độ dòng điện là Ampere ký hiệu là A.

1.2.2. Vector mật độ dòng điện

Cường độ dòng điện chỉ đặc trưng cho độ mạnh yếu của dòng điện qua một diện tích nào đó, chưa đặc trưng cho độ mạnh yếu của dòng điện tại từng điểm trong môi trường, ngoài ra cường độ dòng điện cũng chưa cho ta biết được phương, chiều của các dòng điện. Vì vậy, ngoài cường độ dòng điện người ta còn dùng một đại lượng vật lý khác để đặc trưng cho dòng điện đó là vectơ mật độ dòng điện.

- Mật độ dòng điện qua dS: $J = \frac{dI}{ds} \quad (2.1.3)$

Với $dSn = dS \cdot \cos\alpha$ là hình chiếu của dS lên mặt phẳng vuông góc với vectơ pháp tuyến của mặt dS .

- Vectơ mật độ dòng \vec{J} : Gọi n là mật độ các hạt mang điện chuyển động có hướng, \vec{v} là vectơ vận tốc trung bình của các hạt mang điện, q là điện tích của mỗi hạt thì:

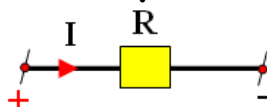
$$\vec{J} = nq\vec{v} = nq\vec{v} \quad (2.1.4)$$

với: $q > 0$ thì \vec{J} cùng chiều với \vec{v}

$q < 0$ thì \vec{J} ngược chiều với \vec{v}

2. Các định luật cho đoạn mạch thuần trở

2.1. Định luật Ohm cho đoạn mạch chỉ có điện trở thuần



Hình 2.1.1

Định luật Ohm khẳng định rằng cường độ dòng điện I qua một vật dẫn kim loại đồng chất tỉ lệ thuận với hiệu điện thế $(V_2 - V_1)$ đặt lên vật dẫn đó (Hình 5.1)

$$I = \frac{V_2 - V_1}{R} \quad (2.1.5)$$

Ở đây hệ số tỉ lệ giữa I và $V_2 - V_1$ được viết dưới dạng: $\frac{1}{R}$

Công thức (2.1.5) thường được gọi là dạng tích phân của định luật Ohm. Đại lượng R được gọi là điện trở (*thuần*) của dụng cụ.

Trong hệ SI, đơn vị của điện trở là Ohm, kí hiệu là Ω .

Điện trở của vật dẫn phụ thuộc vào hình dạng kích thước và chất liệu làm vật dẫn. Thực nghiệm cho thấy rằng, đối với vật dẫn hình trụ, chiều dài l , tiết diện thẳng bằng S thì điện trở của vật dẫn đó được xác định theo công thức:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (2.1.6)$$

Trong đó ρ là hệ số phụ thuộc chất liệu làm vật dẫn và được gọi là điện trở suất. Trong hệ đơn vị SI, ρ được đo bằng Ohm-met, kí hiệu là $\Omega \cdot m$.

Điện trở suất phụ thuộc vào nhiệt độ theo công thức:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t^0) \quad (2.1.7)$$

$$R = R_0 (1 + \alpha t^0) \quad (2.1.8)$$

Với:

ρ_0, R, R_0 tương ứng là điện trở suất và điện trở ở nhiệt độ 0°C và $t^0\text{C}$.

Thực nghiệm đã chứng tỏ rằng ở những nhiệt độ rất thấp, điện trở của một số kim loại và hợp kim biến thiên theo nhiệt độ không theo công thức (2.1.7) và (2.1.8). Cụ thể là khi nhiệt độ hạ xuống dưới một nhiệt độ T^0 nào đó điện trở của chúng giảm đột ngột đến giá trị bằng không. Đó là *hiện tượng siêu dẫn*, và khi đó kim loại hoặc hợp kim đó trở thành *siêu dẫn*.

2.2. Công và công suất của dòng điện

Khi một điện lượng q chuyển dời từ điểm A đến điểm B có hiệu điện thế là $V_1 - V_2 = U$ thì công của lực điện trường là:

$$A = q(V_1 - V_2) = qU = Uit \quad (2.1.9)$$

Công này được gọi là công của dòng điện.

Vậy công suất của dòng điện là:

$$P = \frac{A}{t} = UI \quad (2.1.10)$$

Nếu đoạn dây AB là thuần điện trở thì:

$$U = RI \Rightarrow A = RI^2t. \quad (2.1.11)$$

Khi dòng điện không đổi đi qua đoạn dây thuần điện trở thì toàn bộ công của dòng điện chuyển thành nhiệt lượng Q tỏa ra ở dây:

$$Q = A = RI^2t \quad (2.1.12)$$

3. Suất điện động của nguồn điện

3.1. Suất điện động của nguồn điện

Suất điện động ξ của nguồn điện có trị số bằng công A của lực lạ làm dịch chuyển một đơn vị điện tích q dương một vòng quanh mạch kín đó

$$\xi = \frac{A}{q} \quad (2.1.13)$$

Nếu gọi \vec{E} là vectơ cường độ điện trường tĩnh, \vec{E}^* là vectơ cường độ lực lạ thì ta có:

$$dA = \vec{F} \cdot d\vec{s} = q(\vec{E} + \vec{E}^*) \cdot d\vec{s} \quad (2.1.14)$$

Công của trường lực tổng hợp làm điện tích q chuyển dời một vòng kín trong mạch:

$$A = \oint dA = \oint q(\vec{E} + \vec{E}^*) \cdot d\vec{s} \quad (2.1.15)$$

$$\Rightarrow \xi = \frac{A}{q} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{s} + \oint \vec{E}^* \cdot d\vec{s} \quad (2.1.16)$$

Vì trường tĩnh điện là trường thế nên:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0 \Rightarrow \xi = \oint \vec{E}^* \cdot d\vec{s} \quad (2.1.17)$$

Vậy suất điện động của một nguồn điện có trị số bằng công của lực lạ làm dịch chuyển một đơn vị điện tích dương đi một vòng quanh mạch kín.

Chú ý: trường lực lạ chỉ tồn tại trong một phần của mạch nên biểu thức (2.1.17) viết lại:

$$\xi = \int \vec{E}^* \cdot d\vec{s} \quad (2.1.18)$$

3.2. Công và công suất của nguồn điện

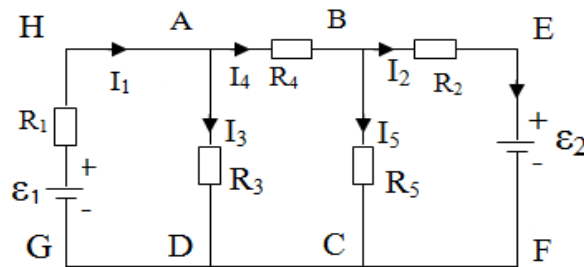
Nếu trong thời gian t có điện lượng q chuyển dời một vòng quanh mạch kín thì công suất của nguồn điện sinh ra trong thời gian đó là:

$$A = q\xi = \xi \cdot I \cdot t \quad (2.1.19)$$

Và công suất của nguồn:

$$P = \xi \cdot I \quad (2.1.20)$$

3.3. Các định luật KIRCHOFF



Hình 2.1.2

Định luật ôm nêu lên mối quan hệ giữa dòng điện và hiệu điện thế của mạch không phân nhánh. Với các định luật ôm, ta có thể giải mọi bài toán về điện. Tuy nhiên trong thực tế ta thường gặp các mạng điện phân nhánh phức tạp gồm nhiều nút và vòng mạng. Trong trường hợp này nếu ta sử dụng định luật ôm để giải quyết thì gặp khó khăn, vì phải giải nhiều phương trình. Chính vì vậy ta đưa một cách giải quyết mới bằng cách dựa trên các định luật Kirchoff (hình 2.1.2).

Trước tiên ta cần nắm một số khái niệm trong mạch phân nhánh:

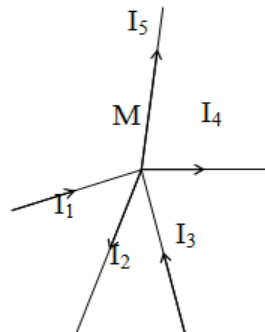
- **Nút mạng:** Là điểm gặp nhau của từ 3 dây dẫn trở lên. Trên hình vẽ A, B, C, D là những

nút mạng.

- **Vòng mạng:** Là vòng kín do các đoạn mạch tạo thành. Trên hình vẽ: (ABCD), (AEFDA), (ADHA) là các vòng mạng.

Vòng mạng không bao bọc nhánh bên trong được gọi là mắt mạng: (ABCD), (BEFCB), (HADH) là các mắt mạng.

3.3.1. Định luật Kirchoff 1 (định luật nút)



Hình 2.1.3

Định luật này được thiết lập cho các nút mạng. Xét nút mạng M- điểm nối của 5 dây dẫn, số dòng điện đi vào là: I_1 và I_3 , còn các dòng điện đi ra khỏi nút là I_2 , I_4 và I_5 .

Đối với dòng không đổi, không có sự tích tụ điện lượng ở bất kỳ điểm nào trong dây dẫn (vì nếu có thì khi đó điện thế của điểm đó sẽ thay đổi và làm cho dòng điện cũng thay đổi theo). Vì vậy theo định luật bảo toàn điện tích, trong cùng một thời gian tổng các dòng điện đi tới nút phải bằng tổng các cường độ dòng điện đi khỏi nút đó.

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4 + I_5 \quad (2.1.21)$$

hay:
$$I_1 + (-I_2) + I_3 + (-I_4) + (-I_5) = 0 \quad (2.1.22)$$

Nếu qui ước: Dòng điện đi đến nút có dấu dương, dòng điện đi rời nút có dấu âm. Thì phương trình trên được viết một cách tổng quát:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0, \text{ tức là tổng đại số các dòng điện tại một nút bằng không}$$

Qui ước: Dòng điện đi đến nút có dấu dương (+). Dòng điện đi rời nút có dấu âm (-)

Nút A: $I_1 - I_4 - I_3 = 0$

Nút B: $I_4 - I_2 - I_5 = 0$

Nút (C,D): $I_2 + I_3 + I_5 - I_1 = 0 \quad (2.1.23)$

3.3.2. Định luật Kirchoff 2 (định luật này được viết cho các mắt mạng)

Trong cùng một mắt mạng tổng đại số các suất điện động bằng tổng đại số các độ giảm thế trên các điện trở.

Để viết được phương trình Kirchoff ta phải chọn chiều cho mắt mạng.

Qui ước:

- Suất điện động mang dấu (+) nếu chiều đi đã chọn trên mắt mạng đi vào cực âm ra cực dương của nguồn và ngược lại

- Cường độ dòng điện mang dấu (+) nếu nó cùng chiều với chiều đi đã chọn và ngược lại.

Mắt mạng (ADHA): $\xi_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3 \quad (2.1.24)$

Mắt mạng (ABCD): $0 = I_4 R_4 + I_5 R_5 - I_3 R_3 \quad (2.1.25)$

Mắt mạng (BEFC): $\xi_2 = -I_2 R_2 + I_5 R_5 \quad (2.1.26)$

❖ **Câu hỏi (bài tập) củng cố**

1. Cho mạch cầu, biết $R_0 = 60\Omega$; $AB = 100\text{cm}$ là dây kim loại đồng chất, tiết diện đều. Khi con chạy ở vị trí C với $2AC = BC$ thì điện kế chỉ số không. Điện trở R bằng:

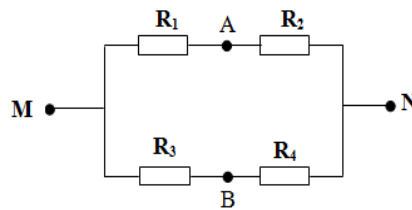
- a. 50Ω . b. 120Ω . c. 60Ω . d. 100Ω .

2. Cho mạch điện như hình vẽ. Nối hai đầu đoạn mạch với hiệu điện thế $U_{MN} > 0$.

a. Thiết lập công thức tính U_{AB} theo R_1 ; R_2 ; R_3 ; R_4 và U_{MN} .

b. Chứng minh rằng: Nếu $U_{AB} = 0$ thì: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$.

c. Cho $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 7\Omega$; $U_{MN} = 15\text{V}$. Nếu mắc một vôn kế có điện trở rất lớn vào giữa hai điểm A và B thì vôn kế chỉ bao nhiêu? Cực dương của vôn kế phải mắc vào điểm nào? Tại sao?



3. Hai điện trở giống nhau được nối tiếp qua một nguồn pin, dòng điện đo được là I. Khi hai điện trở đó mắc song song và cũng mắc vào nguồn pin đó thì dòng điện mạch chính là:

- a. I b. 2I c. 4I d. 16I e. 32I

4. Đặt một động cơ có điện trở trong 5Ω dưới một hiệu điện thế 120V thì nó hoạt động với công suất 480W (công suất tiêu thụ). Công suất có ích của động cơ bằng:

- a. $P' = 400\text{W}$ b. $P' = 40\text{W}$ c. $P' = 100\text{W}$ d. $P' = 200\text{W}$

5. Có 3 bóng đèn trong đó có 2 bóng giống nhau: Đ1: $50\text{W} - 110\text{V}$, Đ2: $50\text{W} - 110\text{V}$, Đ3: $100\text{W} - 110\text{V}$. Mắc 3 bóng đèn trên vào mạng điện 220V . Để đèn sáng bình thường ta thực hiện cách mắc:

- a. Mắc 3 bóng đèn song song với nhau.
b. Mắc Đ1 song song với Đ2 rồi mắc nối tiếp với Đ3
c. Mắc nối tiếp 3 bóng với nhau
d. Mắc bóng Đ3 song song Đ1 rồi nối tiếp Đ2

6. Một đường dây điện 220V trong gia đình, được bảo vệ bằng một cầu chì 15A . Trong gia đình có sử dụng các thiết bị: 1. Tủ lạnh $220\text{V} - 500\text{W}$, 2. bàn là $220\text{V} - 1000\text{W}$, 3. nồi cơm điện $220\text{V} - 500\text{W}$, 4. lò nướng $220\text{V} - 2000\text{W}$. Các thiết bị được mắc song song nhau. Để cầu chì không bị cháy, ta thực hiện:

- a. Cho 4 thiết bị hoạt động cùng thời điểm.
b. Cho thiết bị 1, 2, 4 hoạt động cùng thời điểm
c. Cho thiết bị 1, 2, 3 hoạt động cùng thời điểm, thiết bị 4 tắt.
d. Cho thiết bị 2, 3, 4 hoạt động cùng thời điểm, thiết bị 1 tắt.

7. Một đường dây điện 120V được bảo vệ bằng một cầu chì 15A . Số bóng đèn có công suất 500W , tối đa có thể đồng thời mắc song song vào đường dây mà không làm cháy cầu chì là:

- a. 2 bóng b. 3 bóng c. 4 bóng d. 5 bóng

BÀI 2

QUANG SÓNG VÀ DỤNG CỤ QUANG SÓNG

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Hiểu được nguyên lý Huyghens –Fresnel, vận dụng nguyên lý để giải thích hiện tượng giao thoa ánh sáng.
- Trình bày được lý thuyết của hiện tượng giao thoa ánh sáng, vận dụng giải thích được hiện tượng giao thoa của hai chùm tia sáng.
- Giải thích được hiện tượng nhiễu xạ của sóng cầu qua một lỗ tròn, nhiễu xạ gây bởi các sóng phẳng.
- Trình bày được cách tử nhiễu xạ và ứng dụng của nó.

1. Thuyết sóng ánh sáng

1.1. Tư tưởng cơ bản của thuyết điện từ về ánh sáng

Ta đã biết ánh sáng là sóng điện từ. Vì vậy ánh sáng có mọi tính chất của sóng điện từ đã được nêu ở trên. Trong chương này ta nghiên cứu những hiện tượng liên quan đến bản chất sóng của ánh sáng

Tư tưởng cơ bản của thuyết điện từ về ánh sáng là quan niệm về sự thống nhất giữa các hiện tượng điện từ và hiện tượng quang học. Thuyết điện từ ánh sáng đã giải đáp được câu hỏi về bản chất ánh sáng. Ánh sáng là một loại sóng điện từ do đó là một thực thể vật lý.

1.2. Cơ sở thực nghiệm của thuyết điện từ ánh sáng

Những thí nghiệm giao thoa, nhiễu xạ ánh sáng khẳng định ánh sáng có tính chất ánh sáng. Những thí nghiệm về sự phân cực ánh sáng cho thấy ánh sáng là một sóng ngang. Thí nghiệm Faraday về sự quay mặt phẳng phân cực của ánh sáng trong từ trường cho thấy giữa các hiện tượng quang học và hiện tượng điện từ có quan hệ với nhau. Ánh sáng có thể gây ra các tác dụng điện từ trong các môi trường chất. Ngược lại điện trường và từ trường cũng có tác dụng lên những tính chất quang học của các môi trường.

Thí nghiệm đo vận tốc ánh sáng cho thấy vận tốc truyền ánh sáng bằng vận tốc truyền sóng điện từ trong cùng một môi trường. Sóng ánh sáng và sóng điện từ đều truyền được trong chân không với cùng một vận tốc 3.10^8 m/s.

Thí nghiệm đo áp suất nổi tiến của Lebedev (1899) đã xác nhận một cách trực tiếp bản chất vật chất của ánh sáng. Thí nghiệm của Michelson 1881 nghiên cứu sự kéo theo của ête vũ trụ đã phủ nhận sự tồn tại của ête và buộc phải thừa nhận sự tồn tại của vật chất dưới dạng trường. Ánh sáng cũng như sóng điện từ là sự lan truyền của vật chất dưới dạng trường.

Nhiều hiện tượng quang học như phản xạ, khúc xạ, tán xạ, tán sắc,... và các hiện tượng điện từ có thể giải thích được từ cùng một lý thuyết chung “lý thuyết electron của Lorentz”. Thuyết electron còn có thể tiên đoán được một số hiện tượng quang học khác mà sau đó thực nghiệm đã xác nhận là đúng.

Bản chất điện từ của ánh sáng còn được xác nhận bằng việc sóng ánh sáng đã phủ kín thang sóng điện từ.

1.3. Cơ sở thực nghiệm của thuyết điện từ ánh sáng

Hàm sóng của ánh sáng: Ánh sáng là một sóng điện từ nên trong trường hợp tổng quát, hàm sóng của ánh sáng là nghiệm của phương trình truyền sóng điện từ

$$\nabla^2 \psi - \mu \cdot \mu_0 \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0 \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = 0 \quad (2.2.1)$$

Hàm ψ là một hàm tuần hoàn trong không gian theo thời gian với chu kỳ là l và T .

$$\Psi(\vec{r}, t) = \Psi(\vec{r} + \lambda t) + T \quad (2.2.2)$$

Trong trường hợp đơn giản nhất là sóng phẳng, đơn sắc truyền theo phương trục Ox thì

hàm sóng có dạng:

$$\Psi(\vec{r}, t) = \Psi_0 e^{\pm i\omega(t - \frac{x}{v})} = \Psi_0 e^{\pm i(\omega t - \frac{2\pi \cdot x}{\lambda})} \quad (2.2.3)$$

Với các đại lượng dao động.

$$\text{- Vectơ cường độ điện trường: } E = E_0 \sin \omega(t - \frac{x}{v}) \quad (2.2.4)$$

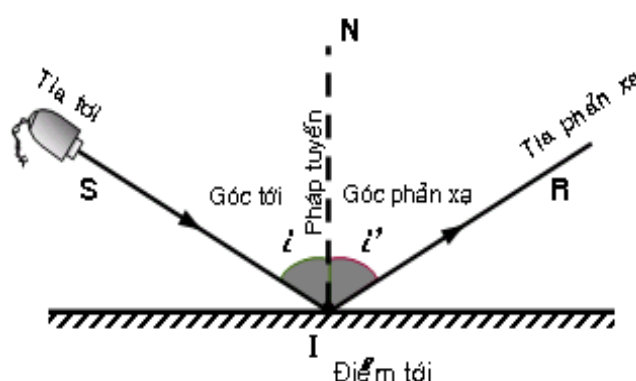
$$\text{- Vectơ cường độ từ trường } H = H_0 \sin \omega(t - \frac{x}{v}) \quad (2.2.5)$$

Gọi chung là vectơ dao động sóng. Nhưng thí nghiệm của Vienero (Wiener) đã cho thấy chỉ có điện trường trong sóng ánh sáng mới gây ra những hiệu ứng trong quang học, do đó trong các hiện tượng quang học ta chỉ chú ý tới điện trường trong sóng ánh sáng.

2. Phản xạ và khúc xạ sóng ánh sáng

2.1. Phản xạ ánh sáng

2.1.1. Sự phản xạ ánh sáng trên một mặt phẳng



Hình 2.2.1

Hiện tượng các tia sáng bị hắt trở lại theo các phương xác định khi chiếu tới một mặt nhẵn bóng gọi là hiện tượng phản xạ ánh sáng.

Đặt một thước chia độ vuông góc với một mặt phẳng nhẵn bóng, gọi là mặt phản xạ. Chiếu một chùm sáng hẹp song song SI tới điểm I trên mặt phản xạ (Hình 2.1). SI được gọi là tia tới, I được gọi là điểm tới. IN được gọi là pháp tuyến.

Góc i hợp bởi tia tới SI và pháp tuyến IN được gọi là góc tới (**pháp tuyến** được định nghĩa là đường thẳng vuông góc với ranh giới, hay **mặt phân giới**, giữa hai chất).

- Tại I, tia sáng bị phản xạ theo phương IR. Tia IR được gọi là tia phản xạ.

- Góc i' hợp bởi pháp tuyến IN và tia phản xạ IR được gọi là góc phản xạ,

- Ta thấy $i' = i$.

2.1.2. Định luật phản xạ ánh sáng

Thí nghiệm cho thấy, các kết quả trên vẫn đúng với trường hợp mặt phản xạ không phải là mặt phẳng. Mặt phẳng SIN được gọi là mặt phẳng tới.

Định luật:

- Tia phản xạ nằm trong mặt phẳng tới.

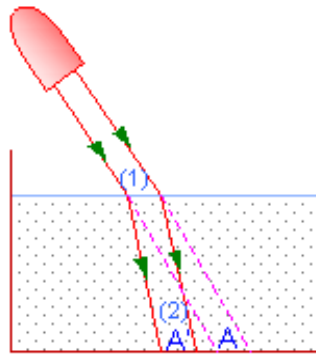
- Góc phản xạ bằng góc tới: $i' = i$

2.2. Khúc xạ ánh sáng

2.2.1. Định nghĩa hiện tượng khúc xạ ánh sáng

Khúc xạ ánh sáng: là hiện tượng chùm tia sáng bị đổi phương đột ngột khi đi qua mặt phân cách hai môi trường truyền ánh sáng.

Trong hình 2.2.2 chùm tia sáng (1) được gọi là chùm tia tới. Chùm tia sáng (2) gọi là chùm tia khúc xạ. Mặt ngăn cách giữa hai môi trường được gọi là **mặt lưỡng chất**.



Hình 2.2.2

2.2.2. Định luật khúc xạ ánh sáng (định luật Snell-Descartes)

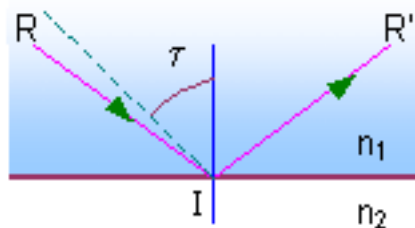
- Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới.
- Tia tới và tia khúc xạ nằm ở hai bên pháp tuyến tại điểm tới.
- Tỷ số giữa sin của góc tới và sin của góc khúc xạ là một hằng số : $\frac{\sin i}{\sin r}$

Hằng số n được gọi là *chiết suất tỉ đối* của môi trường khúc xạ đối với môi trường tới.

- Nếu $n > 1$ (ta nói môi trường khúc xạ *chiết quang hơn* môi trường tới) thì $\sin i > \sin r$ hay $i > r$.
- Nếu $n < 1$ (ta nói môi trường khúc xạ *chiết quang kém* môi trường tới) thì $\sin i < \sin r$ hay $i < r$.

Khi sóng ánh sáng truyền từ một **môi trường khúc xạ kém** (như không khí) sang **môi trường khúc xạ hơn** (như nước), vận tốc sóng giảm đi. Ngược lại, ánh sáng truyền từ môi trường khúc xạ hơn (nước) sang môi trường khúc xạ kém (không khí), vận tốc sóng tăng lên.

2.3. Sự phản xạ toàn phần



Hình 2.2.3

Xét tia sáng đi từ môi trường có chiết suất n_1 sang một môi trường có chiết suất n_2 nhỏ hơn (Hình 2.2.3)

Ta có $r > i$ (Góc khúc xạ lớn hơn góc tới).

Cho góc tới i tăng dần thì góc khúc xạ r cũng tăng dần và luôn luôn lớn hơn i .

Khi r đạt giá trị lớn nhất là 90° thì góc i cũng có giá trị lớn nhất là τ . Ta có:

$$n_1 \cdot \sin \tau = n_2 \cdot \sin 90^\circ \quad (2.2.6)$$

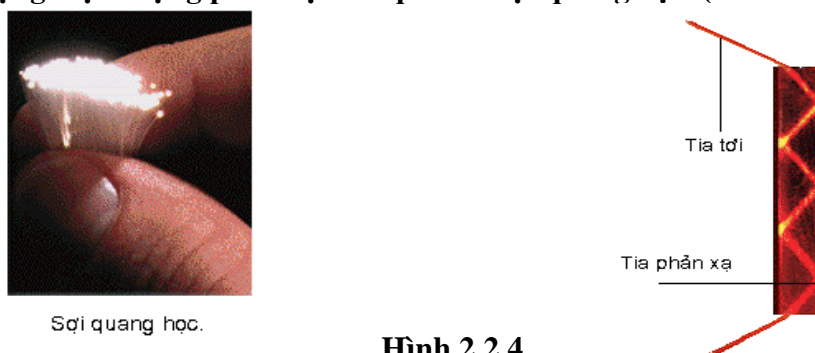
$$\text{Suy ra: } \sin \tau = \frac{n_1}{n_2} \quad (2.2.7)$$

Thí nghiệm cho thấy, nếu góc tới i nhỏ hơn τ , tia sáng tới mặt lưỡng chất có một phần bị phản xạ, phần kia bị khúc xạ đi vào môi trường thứ hai.

Nếu góc tới i lớn hơn τ , toàn bộ ánh sáng sẽ bị phản xạ, không có tia khúc xạ vào môi trường thứ hai (Hình 2.2.3). Hiện tượng này gọi là **hiện tượng phản xạ toàn phần**. τ được gọi là **góc giới hạn**.

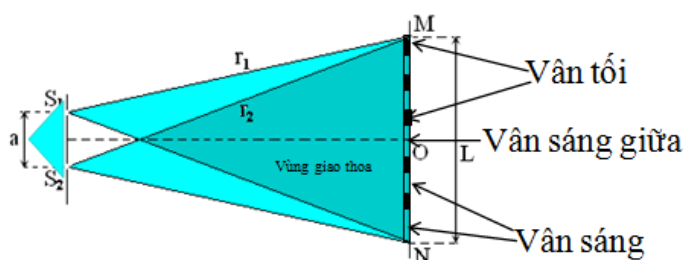
Kết luận: Khi ánh sáng đi từ môi trường có chiết suất lớn hơn sang môi trường có chiết suất nhỏ hơn và có góc tới i lớn hơn góc giới hạn, thì sẽ xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần, trong đó mọi tia sáng đều bị phản xạ, không có tia khúc xạ.

- Ứng dụng hiện tượng phản xạ toàn phần: Sợi quang học (Hình 2.2.4)



Hình 2.2.4

3. Giao thoa ánh sáng



Hình 2.2.5

Khi khảo sát hiện tượng giao thoa của sóng cơ học, đó là hiện tượng gặp nhau của hai hay nhiều sóng cơ học, thì điều kiện để tạo ra hiện tượng giao thoa là hai sóng phải kết hợp. Hiện tượng giao thoa ánh sáng cũng chính là hiện tượng gặp nhau của hai hay nhiều sóng ánh sáng kết hợp (Hình 2.2.5).

Kết quả của sự gặp nhau đó là trong trường giao thoa xuất hiện những miền sáng và những miền tối gọi là những vân giao thoa. Do đó để nghiên cứu hiện tượng giao thoa ánh sáng trước hết ta hãy xét cách tạo ra hai sóng ánh sáng kết hợp.

3.1. Cách tạo ra hai sóng ánh sáng kết hợp

3.1.1. Nguyên tắc chung

Thực nghiệm chứng tỏ rằng ánh sáng phát ra từ hai nguồn sáng thông thường, thậm chí từ hai phần sáng khác nhau của cùng một nguồn sáng (không phải nguồn laser) là những sóng không kết hợp. Nguyên nhân là ở chỗ các sóng ánh sáng là do các nguyên tử phát ra có các tần số hoàn toàn ngẫu nhiên và thời điểm phát sáng của các nguyên tử cũng thay đổi hỗn loạn nên hiệu số pha của các sóng do chúng phát ra không phải là một hằng số, do đó chúng không phải là nguồn kết hợp.

Mỗi nguyên tử chỉ phát sáng thành những phần rời rạc. Thời gian cho mỗi lần phát sáng vào cỡ: $t=10^{-8}$ s nên trung bình mỗi đoàn sóng có chiều dài: $L = C \cdot t = 3$ m. Như vậy chỉ những phần khác nhau của cùng một đoàn sóng mới có tính chất kết hợp. Do đó nguyên tắc chung để tạo ra hai sóng kết hợp là từ một đoàn sóng duy nhất bằng cách tách nó thành hai sóng riêng biệt.

3.1.2. Quang lộ

Xét sự lan truyền của một chùm sáng hẹp đến mức có thể xem là một tia sáng trong môi trường có chiết suất n . Trong trường hợp tổng quát n là hàm số của tọa độ. Giả sử ánh sáng truyền được một đoạn đường rất nhỏ dl sao cho có thể coi n là không đổi thì đại lượng: $dL = n \cdot dl$ được gọi là quang lộ của tia sáng trên đoạn đường dl .

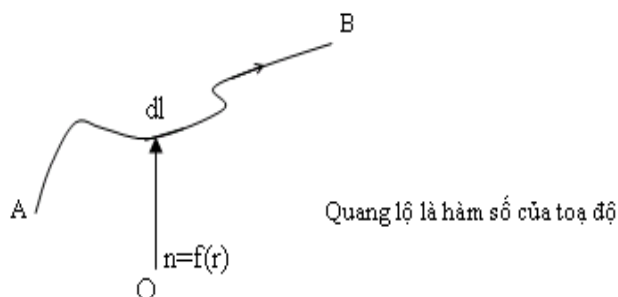
Khi ánh sáng truyền từ điểm A đến B thì quang lộ của tia sáng trên đoạn đường đó là:

$$L_{AB} = \int_{AB} n \cdot dl \quad (2.2.8)$$

Trong môi trường đồng tính và đẳng hướng $n = \text{const}$ thì $L_{AB} = n \cdot AB$
 Thời gian truyền ánh sáng từ A đến B là:

$$t = \frac{AB}{v} \Rightarrow L_{AB} = n \cdot v \cdot t = c \cdot t \quad (2.2.9)$$

Như vậy: Quang lộ giữa hai điểm A và B là đoạn đường ánh sáng truyền được trong chân không trong khoảng thời gian t để ánh sáng đi hết đoạn đường AB trong môi trường chất (Hình 2.3.6).



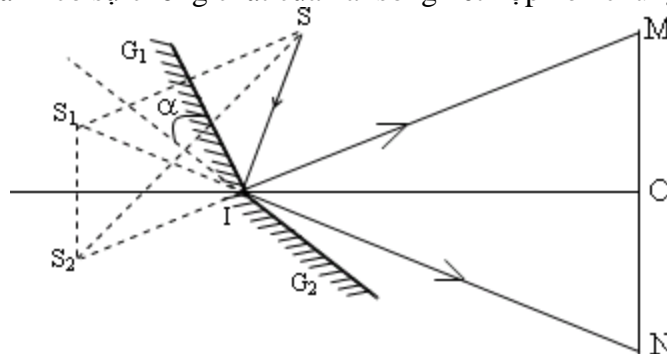
Hình 2.2.6

3.1.3. Các phương pháp tạo ra nguồn kết hợp (tham khảo)

/ Lăng gương Fesnell

Ánh sáng từ nguồn điểm đơn sắc S chiếu vào hai gương phẳng G_1 và G_2 hợp với nhau một góc rất nhỏ.

Mỗi gương cho một ảnh ảo của S là S_1 và S_2 tạo thành hai nguồn sóng kết hợp. Trong miền MN trên màn ảnh có sự chồng chất của hai sóng kết hợp nên chúng giao thoa với nhau.

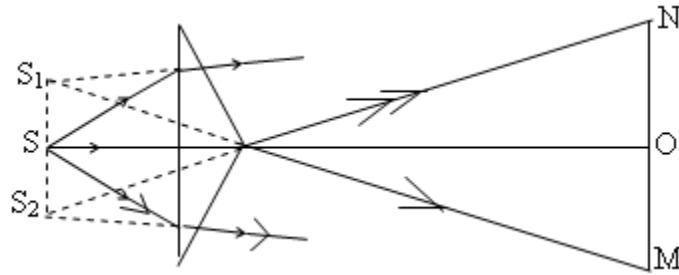


Hình 2.2.7

/ Lăng kính Fesnell

Hai lăng kính A_1 và A_2 có góc chiết quang nhỏ và bằng nhau A được ghép sát đáy với nhau trong mặt phẳng chứa hai đáy cách nó một khoảng r đặt một nguồn sáng điểm đơn sắc S.

Vì góc tới nhỏ nên các tia ló ra khỏi hai lăng kính S_1 và S_2 . Chùm tia ló có một phần chồng nên nhau tạo thành miền giao thoa (Hình 2.2.8).

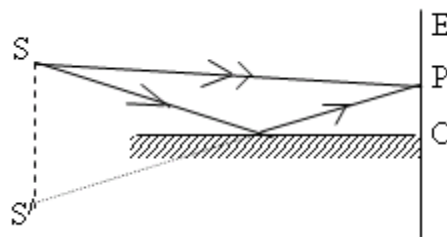


Hình 2.2.8

**** Gương Lloyd**

Một nguồn sáng điểm S đặt trước gương phẳng ở rất xa mép gương nhưng rất gần mặt gương để các tia sáng tới gương với một góc tới gần bằng 90° . Sự giao thoa xảy ra là do sự chồng chất của chùm tia tới xuất phát từ S và chùm tia phản xạ trên gương (xuất phát từ ảnh S/ của S) do đó miền giao thoa là OP.

Tại O giao của mặt phẳng E và mặt phẳng gương cách đều S và S/ lẽ ra ta phải thu được một vân sáng nhưng thực nghiệm cho thấy tại đó có một vệt tối. Hiện tượng này người ta gọi là hiện tượng mất nửa sóng khi ánh sáng phản xạ trên môi trường chiết quang hơn môi trường chứa tia tới (Hình 2.2.9).



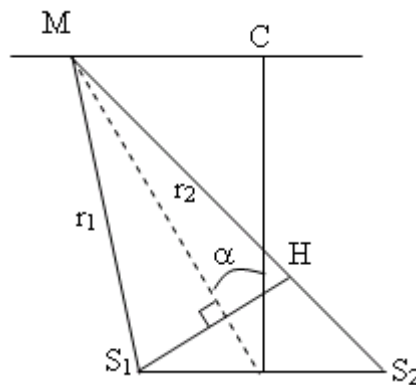
Hình 2.2.9

3.2. Cách tạo ra hai sóng ánh sáng kết hợp

Xét hai nguồn sáng kết hợp S_1 và S_2 có phương trình dao động sang (Hình 2.2.10)

$$E_1 = E_0 \sin \omega t$$

$$E_2 = E_0 \sin \omega t$$



Hình 2.2.10

Tại điểm M trên màn ảnh cách hai nguồn những khoảng $r_1 = S_1M$ và $r_2 = S_2M$ sẽ nhận được hai dao động sáng có phương trình:

$$E_{1M} = E_{01} \sin \omega \left(t - \frac{r_1}{V} \right)$$

$$E_{2M} = E_{02} \sin \omega \left(t - \frac{r_2}{V} \right) \tag{2.2.10}$$

Gọi khoảng cách giữa hai nguồn là $a=S_1S_2$ và khoảng cách từ S_1, S_2 tới màn ảnh là D . Trong trường hợp $D \gg a$ và M rất gần điểm C là giao điểm của hai đường trung trực của a và màn ảnh thì: $E_{01} \gg E_{02} = E_{OM}$

Dao động sáng tổng hợp tại M có phương trình:

$$E_M = E_{M1} + E_{M2} \approx 2E_{M0} \cos \omega \left(\frac{r_2 - r_1}{V} \right) \sin \omega \left(t - \frac{r_2 + r_1}{2V} \right) \quad (2.2.11)$$

$$\text{Với: } A = 2E_{OM} \left| \cos \omega \frac{r_2 - r_1}{2V} \right|$$

3.2.1. Điều kiện để có vân sáng và vân tối

* **Vân sáng**: Cường độ sáng tại điểm M tỷ lệ với A^2 nên tại M là một điểm sáng khi:

$$A = 2E_{OM}$$

$$\cos \omega \left(\frac{r_2 - r_1}{2V} \right) = \pm 1 \Rightarrow \omega \left(\frac{r_2 - r_1}{2V} \right) = k\pi \quad (2.2.12)$$

Hiệu pha ban đầu của hai sóng tại M là:

$$\varphi_1 = \omega \frac{r_1}{v} \text{ và } \varphi_2 = \omega \frac{r_2}{v} \text{ nên } j_2 - j_1 = 2k\pi$$

Như vậy độ sáng sẽ cực đại tại những điểm mà hiệu số pha của hai sóng bằng $2k\pi$, tức là hai sóng đồng pha.

Ta có:

$$r_1 - r_2 = 2k\pi \frac{v}{\omega} = 2k\pi \frac{C}{n2\pi} \Rightarrow \Delta L = n(r_2 - r_1) = k\lambda_0 \quad (2.2.13)$$

Khi hiệu quang lộ ΔL của hai sóng bằng một số nguyên lần bước sóng trong chân không thì: tại điểm gặp nhau đó có một điểm sáng.

Tập hợp những điểm M ứng với cùng một giá trị của k lập thành một vân sáng

Tại C , $k=0$ là vân sáng trung tâm. Hai bên vân sáng trung tâm có các vân sáng bậc $k=\pm 1, \pm 2, \dots$

* **Vân tối**: M là điểm tối nếu $A=0$ hay là:

$$\cos \omega \left(\frac{r_2 - r_1}{2V} \right) = 0 \Rightarrow \rho_2 - \rho_1 = (2k+1)\pi \quad (2.2.14)$$

Như vậy, độ sáng sẽ cực tiểu tại những điểm mà hiệu số pha của hai sóng bằng $2(k+1)\pi$, tức là hai sóng ngược pha.

Từ (2.2.14) bằng cách biến đổi tương tự như trên ta có:

$$\Delta L = n(r_2 - r_1) = (2k+1) \frac{\lambda_0}{2} \quad (2.2.15)$$

Khi hiệu quang lộ ΔL của hai sóng bằng một số lẻ nửa bước sóng trong chân không thì tại điểm gặp nhau đó có một điểm tối.

Tập hợp những điểm tối ứng với cùng một giá trị của k là thành lập một vân tối, các vân tối nằm xen kẽ với vân sáng.

3.2.2. Vị trí vân sáng và tối trên màn quan sát

- **Vị trí vân sáng**: $y_s = k \cdot \frac{D}{a} \cdot \lambda$ (2.2.16)

- **Vị trí vân tối**: $y_t = (2k+1) \cdot \frac{D}{a} \cdot \lambda$ (2.2.17)

3.2.3. Khoảng vân và điều kiện quan sát

- **Khoảng vân i** : là khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối liên tiếp nhau:

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \text{const} \quad (2.2.18)$$

- Điều kiện quan sát được hệ vân

Từ (6.18) ta thấy để có thể phân biệt được hai vân sáng cạnh nhau thì đòi hỏi i phải lớn sao cho khoảng cách góc $> l'$ là năng suất phân ly của mắt.

Do đó, a phải nhỏ nên phù hợp với giả thuyết $a \ll D$ ở trên. Mặt khác với những điểm M cách xa C thì điều kiện $y \ll D$ không được thoả mãn nên thực tế chỉ quan sát được một số hữu hạn vân sáng.

3.3. Giao thoa với ánh sáng trắng

Nếu S_1, S_2 là nguồn phát ra ánh sáng trắng (được phát ra từ một nguồn sáng trắng nào đó) bao gồm nhiều thành phần đơn sắc có bước sóng nằm trong giới hạn $0,40 \mu\text{m} < \lambda < 0,76 \mu\text{m}$, mỗi thành phần đơn sắc cho một hệ vân giao thoa riêng có vị trí phụ thuộc vào bước sóng.

Với vân sáng bậc 0 ($k=0$), mọi thành phần đều cho một vân sáng, các vân này trùng khít lên nhau tại C, nên tại C ta thu được một vân sáng trắng gọi là vân sáng trung tâm.

Với vân sáng bậc 1 ($k= \pm 1$) các thành phần đơn sắc tách rời nhau tạo thành hai dãy màu cầu vồng ở hai bên vân sáng trung tâm, màu tím ở trong, màu đỏ ở ngoài.

Với những bậc giao thoa lớn hơn, có sự chồng chất của một số các vân sáng đơn sắc khác nhau thoả mãn điều kiện:

$$k_1 l_1 = k_2 l_2 \quad (2.2.19)$$

Với $|k|$ khá lớn, các vân đơn sắc chồng lên nhau nhiều đến nỗi ta không phân biệt được các vân nữa và chỉ thấy một màu trắng.

Màu trắng này không đủ các thành phần đơn sắc như màu của vân sáng trung tâm nên gọi là màu trắng bậc cao.

4. Cách tử và nhiễu xạ ánh sáng

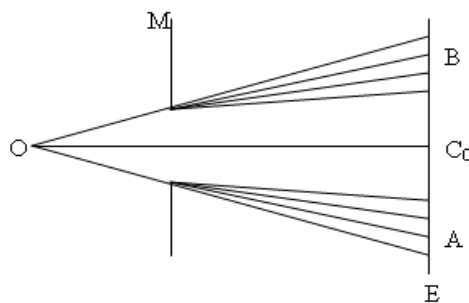
4.1. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

Cho một ánh sáng từ nguồn điểm O truyền qua một lỗ tròn nhỏ trên màn chắn sáng M. Sau M đặt một màn ảnh E.

Theo định luật truyền thẳng thì trên màn ảnh E có một vệt sáng tròn đường kính AB và nếu thu nhỏ lỗ tròn thì vệt sáng cũng thu nhỏ lại. Tuy nhiên thực nghiệm cho thấy khi thu nhỏ lỗ tròn đến một mức độ nào đó thì trên màn ảnh E trong miền AB xuất hiện những vòng tròn tối và ngoài miền AB lại xuất hiện những vòng tròn sáng.

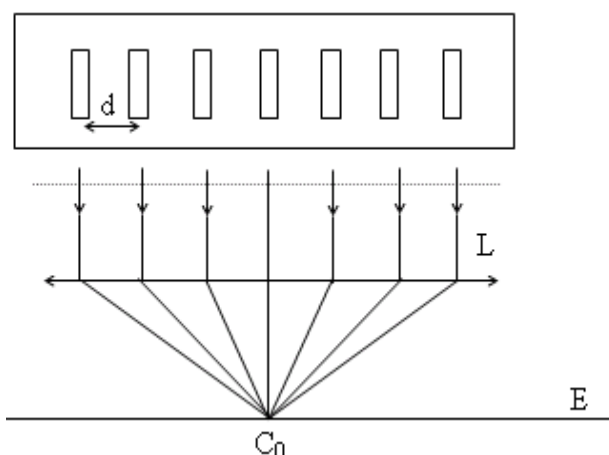
Đặt biệt tại C_0 có thể sáng hoặc tối tùy theo kích thước của lỗ tròn và khoảng cách từ lỗ tới màn ảnh. Điều đó chứng tỏ khi ánh sáng qua lỗ tròn nhỏ các tia sáng bị lệch khỏi phương truyền thẳng.

Hiện tượng tia sáng bị lệch khỏi phương truyền thẳng khi gần đến vật cản gọi là hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng, các vòng tròn sáng và tối gọi là **vân nhiễu xạ**.



Hình 2.2.11

4.2. Cách tử nhiễu xạ ánh sáng



Hình 2.2.12

4.2.1. Định nghĩa

Tập hợp những khe hẹp giống nhau, song song cách đều và nằm trong cùng một mặt phẳng được gọi là cách tử nhiễu xạ. Khoảng cách giữa hai khe kế tiếp được gọi là chu kỳ của cách tử (hình 2.2.12).

Số khe trên một đơn vị chiều dài của cách tử là: $n = \frac{1}{d}$

4.2.2. Hiện tượng giao thoa qua cách tử

Từ kết quả ở trên ta nhận thấy mỗi khe hẹp cho một hệ vân nhiễu xạ đều có vân trung tâm tại C_0 , do đó các hệ vân này chồng khít lên nhau. Ánh sáng nhiễu xạ là sự kết hợp nên một lần nữa chúng lại giao thoa với nhau. Kết quả trên màn ảnh ở những vân sáng nhiễu xạ lại xuất hiện một hệ vân giao thoa.

Trên màn ảnh những điểm có cực tiểu nhiễu xạ qua một khe hẹp cũng là các cực tiểu của hệ vân giao thoa qua N khe gọi là các cực tiểu chính, có vị trí: $\sin \varphi = k \cdot \frac{\lambda}{a}$

Sự phân bố cường độ sáng giữa hai cực tiểu chính, hai tia sáng phát ra từ hai khe liên tiếp đến M có hiệu quang lộ là: $DL = d \cdot \sin j$

Để có cực đại giao thoa: $DL = kl$

Vậy: $\sin \varphi = k \cdot \frac{\lambda}{d}$ (13.36) với $k = \pm 1, \pm 2, \dots$

Tại C_0 ($k=0$ và $j=0$) là cực đại giao thoa của ánh sáng nhiễu xạ, gọi là cực đại chính giữa.

Những cực đại có $-\frac{d}{a} < k < \frac{d}{a}$ là những cực đại chính với cường độ sáng $I_{jgt} = N^2 I_j$

Trong đó I_{jgt} là cường độ sáng của vân giao thoa theo phương j của cách tử có N khe I_j là cường độ sáng của vân nhiễu xạ qua một khe xác định. Giữa hai cực đại chính có $(N - 1)$ cực tiểu phụ có cường độ sáng bằng 0. Giữa hai cực đại chính có $N - 2$ cực đại phụ.

Thông thường ta chỉ quan sát được các cực đại giao thoa nằm trong vân sáng trung tâm gồm những vạch sáng song song cách đều với độ sáng giảm dần.

5. Sự tán sắc ánh sáng, quang phổ và phổ kế

5.1. Tán sắc ánh sáng

- **Sự tán sắc ánh sáng:** Tán sắc ánh sáng là sự phân tách một chùm sáng phức tạp thành các chùm sáng đơn sắc.

- **Ánh sáng đơn sắc, ánh sáng trắng:** Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu gọi là màu đơn sắc.

Mỗi màu đơn sắc trong mỗi môi trường có một bước sóng xác định. Khi truyền qua các môi trường trong suốt khác nhau vận tốc của ánh sáng thay đổi, bước sóng của ánh sáng thay đổi còn tần số của ánh sáng thì không thay đổi.

Ánh sáng trắng là tập hợp của vô số ánh sáng đơn sắc khác nhau có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

Dải có màu như cầu vồng (có vô số màu nhưng được chia thành 7 màu chính là đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím) gọi là quang phổ của ánh sáng trắng.

Chiết suất của các chất lỏng trong suốt biến thiên theo màu sắc của ánh sáng và tăng dần từ màu đỏ đến màu tím.

***/*Ứng dụng của sự tán sắc ánh sáng**

Hiện tượng tán sắc ánh sáng được dùng trong máy quang phổ để phân tích một chùm sáng đa sắc, do các vật sáng phát ra, thành các thành phần đơn sắc.

Nhiều hiện tượng quang học trong khí quyển, như cầu vồng chẳng hạn xảy ra do sự tán sắc ánh sáng. Đó là vì trước khi tới mắt ta, các tia sáng Mặt Trời đã bị khúc xạ và phản xạ trong các giọt nước.

Hiện tượng tán sắc làm cho ảnh của một vật trong ánh sáng trắng qua thấu kính không rõ nét mà bị nhòe, lại bị viền màu sắc (gọi là hiện tượng sắc sai).

5.2. Quang phổ và quang phổ kế.

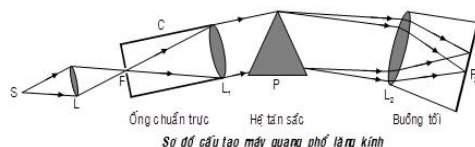
Máy quang phổ lăng kính (hình 2.2.13)

- Máy quang phổ là dụng cụ phân tích chùm sáng có nhiều thành phần thành những thành phần đơn sắc khác nhau.

- Máy dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của một chùm sáng phức tạp do một nguồn phát ra.

- Máy quang phổ có ba bộ phận chính:

- Ống chuẩn trực là bộ phận tạo ra chùm sáng song song.



Sơ đồ cấu tạo máy quang phổ lăng kính

Hình 2.2.13

- Hệ tán sắc có tác dụng phân tích chùm tia song song thành nhiều chùm tia đơn sắc song song.

- Buồng ảnh dùng để quan sát hay chụp ảnh quang phổ.

- Nguyên tắc hoạt động máy quang phổ lăng kính dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng.

- Quang phổ liên tục

+ Quang phổ liên tục là một dải màu liên tục từ đỏ đến tím.

+ Quang phổ liên tục do các chất rắn, chất lỏng hoặc chất khí có áp suất lớn, phát ra khi bị nung nóng.

+ Quang phổ liên tục của các chất khác nhau ở cùng một nhiệt độ thì hoàn toàn giống nhau và chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của chúng.

- Quang phổ vạch phát xạ

+ Quang phổ vạch phát xạ là một hệ thống những vạch sáng riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối.

+ Quang phổ vạch phát xạ do các chất khí hay hơi ở áp suất thấp phát ra khi bị kích thích bằng điện hay bằng nhiệt.

+ Quang phổ vạch của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về số lượng các vạch, vị trí và độ sáng tỉ đối giữa các vạch. Mỗi nguyên tố hóa học có một quang phổ vạch đặc trưng của nguyên tố đó. Ví dụ, trong quang phổ vạch phát xạ của hiđrô, ở vùng ánh sáng nhìn thấy có bốn vạch đặc trưng là vạch đỏ, vạch lam, vạch chàm và vạch tím.

+ Phân tích quang phổ vạch, ta có thể xác định sự có mặt của các nguyên tố và cả hàm lượng của chúng trong mẫu vật.

- Quang phổ hấp thụ

+ Quang phổ hấp thụ là vạch hay đám vạch tối trên nền của một quang phổ liên tục.

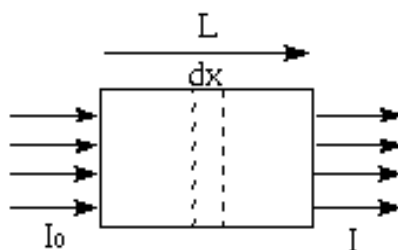
+ Quang phổ hấp thụ của chất lỏng và chất rắn chứa các đám vạch, mỗi đám gồm nhiều vạch hấp thụ nối tiếp nhau một cách liên tục.

+ Quang phổ hấp thụ của chất khí chỉ chứa vạch hấp thụ và đặc trưng cho chất khí đó.

6. Sự hấp thụ ánh sáng

6.1. Sự hấp thụ ánh sáng

Chiếu một chùm sáng đơn sắc song song có cường độ I_0 vuông góc vào một lớp môi trường có độ dày L . Nếu bỏ qua hiện tượng mất ánh sáng do phản xạ và tán xạ mà cường độ I của ánh sáng ra khỏi môi trường bị giảm đi (tức là $I < I_0$) thì còn có sự hấp thụ ánh sáng bởi môi trường.

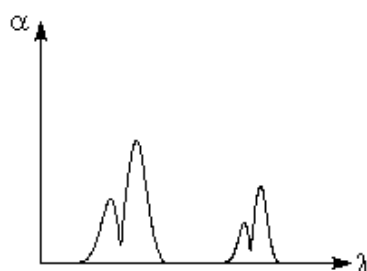


Hình 2.2.14

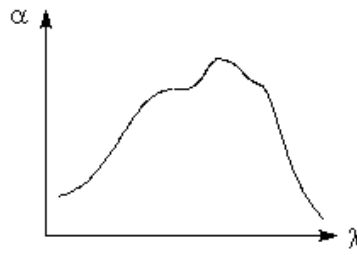
6.2. Hệ số hấp thụ (α)

Hệ số hấp thụ α phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng vì thế ta nói sự hấp thụ có tính chọn lọc. Với chất có α ít thay đổi theo bước sóng ta nói chất đó hấp thụ không chọn lọc. Trong thực tế hầu hết các chất đều hấp thụ chọn lọc (hình 2.2.15).

Riêng đối với các chất khí loãng, hệ số hấp thụ đối với hầu hết các bước sóng gần bằng không chỉ trừ một vài miền quang phổ rất hẹp (độ rộng vài trăm Å°)



Hình 2.2.15



Hình 2.3.16

Quan sát hình 2.3.15 ta thấy có các vạch hấp thụ rất mạnh. Các cực đại ứng với tần số cộng hưởng của electron trong nguyên tử. Đối với các khí đa nguyên tử, ta quan sát được các vạch hấp thụ nằm sát nhau tạo thành dãy hấp thụ.

Cấu trúc của những dãy hấp thụ phụ thuộc vào thành phần và cấu tạo của các phân tử. Vì thế nghiên cứu quang phổ hấp thụ ta có thể biết cấu tạo phân tử. Đó là nội dung của phương pháp phân tích quang phổ hấp thụ. Các chất rắn, lỏng và khí ở áp suất cao cho ta các đám hấp thụ rất rộng (hình 2.3.16).

Khi tăng áp suất của chất khí, các vạch hấp thụ rộng ra và khi áp suất rất cao thì phổ hấp thụ của chất khí rất giống với phổ hấp thụ của nó ở trạng thái lỏng. Điều đó cho thấy sự mở rộng các vạch quang phổ là biểu hiện của sự tương tác giữa các phân tử.

❖ **Câu hỏi (bài tập) củng cố:**

***/ * Tự luận:**

1. Chiếu một tia sáng đơn sắc có bước sóng λ vào màn M, khoảng cách từ nguồn sáng đến màn M là D, người ta đặt ở giữa nguồn sáng và màn M hai bản mỏng, trong suốt, có hai mặt song song, có chiết suất lần lượt là n_1, n_2 và có bề dày tương ứng là e_1, e_2 . Vẽ hình và viết biểu thức quang lộ của tia sáng.
2. Chiếu một chùm tia sáng S có bước sóng $\lambda = 0,6\mu\text{m}$ vào hai khe hở hẹp song song cách nhau 1mm và cách đều S. Trên màn ảnh đặt song song và cách mặt phẳng chứa hai khe 1m, ta thu được hệ thống vân giao thoa.
 - a. Tính khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp.
 - b. Đặt trước một trong hai khe một bản mỏng phẳng, trong suốt có hai mặt song song, bề dày $e = 12\mu\text{m}$ và có chiết suất n thì thấy hệ thống vân giao thoa dịch chuyển một đoạn $\Delta = 6\text{ mm}$. Tìm chiết suất của bản mỏng.

***/* Trắc nghiệm:**

1. Để có hiện tượng giao thoa ánh sáng thì hai dao động thành phần phải:
 - a. Cùng tần số
 - b. Cùng phương dao động
 - c. Hiệu số pha không đổi theo thời gian
 - d. Ngược phương dao động
2. Quang lộ của tia sáng trên độ dài đường truyền 2m trong môi trường là 3m. Điều này có nghĩa là:
 - a. Vận tốc truyền của ánh sáng trong môi trường là $2 \cdot 10^8$ m/s
 - b. Môi trường chiết suất là 1,5
 - c. Vận tốc truyền của ánh sáng trong môi trường là $3 \cdot 10^8$ m/s
 - d. Môi trường chiết suất là 1,3
3. Trong thí nghiệm giao thoa qua khe Young thực hiện trong chân không, người ta đặt trước khe S_2 một bản mặt song song có chiết suất là 1,33. Khi đó vân trung tâm:
 - a. dịch chuyển trên màn theo chiều S_1S_2
 - b. dịch chuyển trên màn theo chiều S_2S_1
 - c. không dịch chuyển trên màn
 - d. không biết vì chưa biết bước sóng ánh sáng
4. Khoảng cách giữa hai khe Young là $l = 0,5$ mm, được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5$ μ m. Màn quan sát ở cách mặt phẳng chứa hai khe một đoạn $D = 1$ m. Hệ thống được đặt trong không khí. Tại một điểm M trên màn quan sát cách vân trung tâm một khoảng $i = 3,5$ mm có vân loại gì? Bậc mấy?
 - a. vân tối bậc 4
 - b. vân tối bậc 3
 - c. vân sáng bậc 3
 - d. vân sáng bậc 4
5. Khoảng cách giữa hai khe Young là $l = 1$ mm, được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5$ μ m. Màn quan sát ở cách mặt phẳng chứa hai khe một đoạn $D = 3$ m. Hệ thống được đặt trong không khí. Vị trí vân tối thứ 3 là:
 - a. 5,25 mm
 - b. 7,5 mm
 - c. 3,75 mm
 - d. 4,5 mm
6. Khoảng cách giữa hai khe Young là $l = 1$ mm, được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,6$ μ m. Màn quan sát ở cách mặt phẳng chứa hai khe một đoạn $D = 1$ m. Nếu đặt hệ thống trong một chiết suất n thì khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp $i = 0,45$ mm. Chiết suất của chất lỏng là:
 - a. 1,25
 - b. 1,5
 - c. 1,2
 - d. 1,33
7. Nguồn sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 600$ nm, chiếu sáng mặt phẳng chứa hai khe hẹp, song song và cách nhau 1 mm và cách đều nguồn sáng. Màn quan sát cách mặt phẳng chứa hai khe 1 m. Khoảng vân trên màn là:
 - a. 0,455 mm
 - b. 0,9 mm
 - c. 0,6 mm
 - d. 0,7 mm
8. Một thấu kính thủy tinh được tráng mỏng một mặt bằng một chất có chiết suất bằng 1,6 để làm giảm phản xạ từ mặt thấu kính. Cho biết ánh sáng tới vuông góc với mặt thấu kính, chiết suất của thủy tinh là 1,5. Bề dày tối thiểu của lớp mỏng để khử ánh sáng phản xạ từ vùng phổ khả kiến ($\lambda = 550$ nm) bằng:
 - a. $e = 171,875$ nm
 - b. $e = 0,875$ nm
 - c. $e = 171,875$ nm
 - d. 0,575 dm
9. Chiếu một chùm sáng đơn sắc có bước sóng 480nm thẳng góc với hai khe hẹp, sát hai khe có đặt một thấu kính hội tụ tiêu cự 52cm. Phía sau cách hai khe 52cm đặt màn quan sát. Nếu độ rộng của mỗi khe 0,025mm thì khoảng cách từ cực đại chính giữa đến cực tiểu nhiều xạ thứ nhất bằng:
 - a. 9,98 mm
 - b. 6,89 mm
 - c. 16,89 mm
 - d. 13,89 mm

BÀI 3

QUANG HẠT VÀ THUYẾT LƯỢNG TỬ

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Trình bày bản chất Quang hạt và thuyết lượng tử.
- Giải thích được tính chất hạt của ánh sáng.

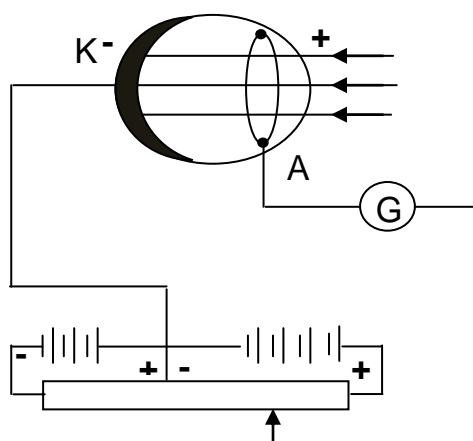
1. Các hiệu ứng thể hiện tính chất hạt của ánh sáng

Lý thuyết hạt ánh sáng, được Isaac Newton đưa ra, cho rằng dòng ánh sáng là dòng di chuyển của các hạt vật chất. Lý thuyết này giải thích được hiện tượng phản xạ và một số tính chất khác của ánh sáng; tuy nhiên không giải thích được nhiều hiện tượng như giao thoa, nhiễu xạ mang tính chất sóng.

Trong một số trường hợp tại sao một electron lại giống như sóng, trong một số trường hợp khác lại giống như hạt? Để giải thích cho vấn đề này, trước tiên ta xét các hiện tượng như nhiễu xạ, giao thoa, hiệu ứng quang điện và hiệu ứng Compton là những bằng chứng thực nghiệm vững chắc khẳng định rằng cả vật chất lẫn ánh sáng thực tế đều có lưỡng tính sóng hạt. Tuy nhiên, cả hai tính chất đó không bộc lộ đồng thời trong một thí nghiệm đơn nhất. Tính chất nào được bộc lộ là do bản chất của thí nghiệm quyết định. Trong phần này, chỉ đề cập tại các hiệu ứng thể hiện tính chất hạt của ánh sáng.

1.1. Hiệu ứng Quang điện

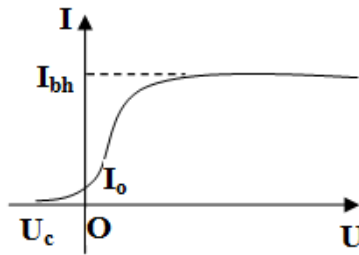
Chiếu một chùm sáng lên một bề mặt kim loại sạch (nếu điều kiện thực nghiệm là thích hợp) thì ánh sáng có thể làm bật các electron từ mặt kim loại đó (các electron bật ra được gọi là các quang electron) gọi là hiệu ứng quang điện. Đa số chúng ta đã quá quen thuộc với những ứng dụng của hiệu ứng quang điện, chẳng hạn trong các cơ cấu mở cửa tự động hoặc các hệ thống báo động. Khi hiệu ứng quang điện được nghiên cứu kỹ lưỡng trong phòng thí nghiệm, chúng ta thấy rằng các kết quả thực nghiệm không thể giải thích được bằng mô hình sóng của ánh sáng. Trong khi đó, như Einstein đã chỉ ra, sự giải thích hiệu ứng quang điện là hoàn toàn dễ dàng nếu chúng ta xem nó như là “sự va chạm” giữa một photon tới và một electron trong kim loại (Hình 2.3.1)



Hình 2.3.1. Sơ đồ thí nghiệm hiện tượng quang điện

Có thể nghiên cứu thực nghiệm hiện tượng quang điện bằng một sơ đồ thí nghiệm bố trí như hình 2.3.1 trong đó phần tử chủ yếu là một tế bào quang điện. Khi rọi một chùm bức xạ điện từ thích hợp vào catot của tế bào quang điện trong mạch xuất hiện dòng quang điện trở bởi điện kế G.

Thay đổi hiệu điện thế U giữa anot và catot ta được đồ thị dòng quang điện như hình 2.3.2.



Hình 2.3.2. Đồ thị dòng quang điện

**** Qua đồ thị ta nhận thấy rằng:**

- Ban đầu cường độ dòng quang điện tăng theo hiệu điện thế U ; khi tăng đến một mức độ nào đó cường độ dòng quang điện đạt tới một giá trị không đổi gọi là cường độ dòng quang điện bão hòa.

- Ngay khi hiệu điện thế $U = 0$, cường độ dòng quang điện vẫn có giá trị $I_0 \neq 0$. Điều này chứng tỏ rằng các quang electron khi bắn ra khỏi catot có động năng ban đầu $\frac{1}{2} m \cdot v_0^2$.

- Có thể triệt tiêu dòng quang điện bằng cách tác dụng lên hai cực của tế bào quang điện một hiệu điện thế ngược (gọi là hiệu điện thế cản) U_c : hiệu điện thế cản có giá trị sao cho công cản của điện trường bằng động năng ban đầu cực đại của quang electron:

$$eU_h = \frac{1}{2} m v_{0\max}^2$$

1.2. Công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện

- Công thức:
$$hf = h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{1}{2} m v_{0\max}^2 \quad (2.3.1)$$

- Trong đó:

$\frac{1}{2} m v_{0\max}^2$: là động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện

A: Công thoát của electron

- **Hiệu điện thế hãm:** Muốn cho dòng quang điện triệt tiêu hoàn toàn thì hiệu điện thế giữa anốt (A) và catốt (K) phải đạt tới một giá trị âm nào đó và ta gọi đó là hiệu điện thế hãm.

$$|e|U_h = \frac{1}{2} m v_{0\max}^2 \quad (2.3.2)$$

- **Hiệu suất của hiệu ứng quang điện (hiệu suất lượng tử):**

$$H = \frac{n_e}{n_{ph}} \quad (2.3.3)$$

Trong đó:

n_e : là số electron bật ra từ kim loại

n_{ph} : là số photon tới kim loại

- **Cường độ dòng quang điện bão hòa:**

$$I_{bh} = n_e |e| \quad (A) \quad (2.3.4)$$

với :

$$|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} C, \quad 1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$$

$$- \text{ Công suất chiếu sáng: } P = n_{\text{ph}}\varepsilon = n_{\text{ph}}\cdot hf = n_{\text{ph}} \frac{hc}{\lambda} \quad (\text{W}) \quad (2.3.5)$$

1.3. Hiệu ứng Compton

Hiện tượng Compton là một trong những hiện tượng thể hiện rõ nét bản chất hạt của các bức xạ điện từ, nó chứng minh sự tồn tại động lượng của các hạt photon.

Năm 1892 Compton đã làm thí nghiệm: cho 1 chùm tia X bước sóng λ dội vào các chất như paraffin, graphit... Compton nhận thấy khi đi qua các chất này chùm tia X bị tán xạ. Trong phổ tia X tán xạ ngoài vạch có bước sóng bằng bước sóng λ của chùm tia X tới, còn xuất hiện vạch có bước sóng $\lambda' > \lambda$. Thực nghiệm chứng tỏ rằng λ' không phụ thuộc cấu tạo các chất được dội tia X mà chỉ phụ thuộc vào góc tán xạ θ . Độ tăng bước sóng được tính theo công thức: $\Delta \lambda = \lambda' - \lambda$.

Giả sử trước khi va chạm với chùm photon X, các electron đứng yên. Ta hãy tính lần lượt năng lượng và động lượng của photon X cũng như của electron trước và sau va chạm (Bảng 2.3.1)

Bảng 2.3.1. Năng lượng trước và sau khi va chạm của photon và electron				
Hạt	Năng lượng		Động lượng	
	Trước va chạm	Sau va chạm	Trước va chạm	Sau va chạm
Photon	$h\nu$	$h\nu'$	$P = \frac{h\nu}{c}$	$P' = \frac{h\nu'}{c}$
Electron	$m_e \cdot c^2$	$\frac{m_e \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	0	$P_e = \frac{m_e \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Trước va chạm động lượng của hạt photon X là \vec{P} , sau va chạm động lượng của hạt photon X là \vec{P}' và của electron là \vec{P}_e . Theo định luật bảo toàn năng lượng và động lượng ta có:

$$h\nu + m_e \cdot c^2 = h\nu' + \frac{m_e \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2.3.6)$$

1.4. Các giả thuyết dẫn đến thuyết lượng tử

Ở các phần trước của cơ học cổ điển, chúng ta đã khảo sát các dạng vận động cơ – đó là sự chuyển dời vị trí của các vật vĩ mô.

Tuy nhiên, khi đi sâu vào thế giới vi mô – nghĩa là nghiên cứu sự vận động của vật chất trong phạm vi kích thước phân tử, nguyên tử trở xuống (10^{-9} m đến 10^{-10} m trở xuống), quy luật vận động của nó về bản chất khác hẳn quy luật vận động của các vật vĩ mô. Do đó, cơ học cổ điển bị hạn chế, không thể áp dụng cho các hạt vận động trong thế giới vi mô. Để giải quyết khó khăn này cần phải có những thuyết mới, công cụ toán học mới. Vì lẽ đó môn vật lý lượng tử đã ra đời.

1.4.1. Tính sóng hạt của ánh sáng

Như đã biết, ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Tính chất sóng được thể hiện rõ rệt trong các hiện tượng như: giao thoa, nhiễu xạ,... còn tính chất hạt thể hiện rõ rệt trong các hiện tượng quang điện, Compton,...

Lưỡng tính sóng hạt của ánh sáng đã được Anhxtanh nêu lên trong thuyết lượng tử ánh sáng. Theo thuyết này ánh sáng cấu tạo bởi các hạt photon, mỗi hạt mang năng lượng:

$$W = h\nu$$

Và có động lượng bằng:

$$P = \frac{h}{\lambda} \quad (2.3.7)$$

Từ các biểu thức này ta thấy rõ những đại lượng đặc trưng cho tính chất hạt (W, p) và cho tính chất sóng (ν, λ) của ánh sáng liên hệ trực tiếp với nhau.

1.4.2. Giả thuyết Đơbroi (De-Broglie)

Trên cơ sở lưỡng tính sóng hạt của ánh sáng, nhà vật lý Đơbroi đã suy rộng tính chất đó với electron và sau đó đối với mọi vi hạt khác.

Giả thuyết Đơbroi phát biểu: một vi hạt tự do có năng lượng xác định, động lượng xác định tương ứng với một sóng phẳng đơn sắc xác định:

Năng lượng của vi hạt liên hệ với tần số dao động của sóng tương ứng theo hệ thức:

$$W = h\nu$$

hay:

$$W = \hbar\omega \quad \text{với } \hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ (J.s)} \quad (2.3.8)$$

Động lượng \vec{P} của vi hạt liên hệ với bước sóng λ của sóng tương ứng theo hệ thức:

$$\vec{P} = \hbar\vec{k} \quad (2.3.9)$$

Với \vec{k} là vector sóng. Đó là một vector nằm theo phương chiều truyền sóng có số:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (2.3.10)$$

Tính chất sóng và tính chất hạt của các vi hạt là hai mặt đối lập, biểu hiện sự mâu thuẫn bên trong của đối tượng vật chất đó.

Hàm sóng cho một hạt – sóng Broglie:

Xét vi hạt chuyển động tự do có năng lượng: $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ và vi hạt chuyển động có

- Xung lượng: $P = mv$

- Tính liên quan tần số góc: $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi c}{\lambda} = \frac{2\pi}{h} \cdot \frac{hc}{\lambda} = \frac{E}{\hbar}$ (2.3.11)

- Tính liên quan vectơ sóng: $\vec{k} = \frac{2\pi}{\lambda} \vec{n} = \frac{2\pi}{h} \frac{h}{\lambda} \vec{n} = \frac{\vec{P}}{\hbar}$ (2.3.12)

Hàm sóng cho một vi hạt viết dưới dạng:

$$\psi(\vec{r}, t) = A \exp[-i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})] = A \exp\left(-\frac{i}{\hbar}\right)[E \cdot t - \vec{P} \cdot \vec{r}] \quad (2.3.13)$$

1.4.3. Giả thuyết lượng tử năng lượng của Plăng

Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thu hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định, gọi là lượng tử năng lượng và kí hiệu ε , có giá trị bằng: $\varepsilon = hf$

Trong đó f là tần số ánh sáng bị hấp thu hay phát xạ; $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ (hằng số Plăng)

1.4.4. Thuyết lượng tử ánh sáng

Ánh sáng được tạo bởi các hạt gọi là photon. Mỗi photon có năng lượng xác định $\varepsilon = hf$ (f là tần số của ánh sáng đơn sắc tương ứng, cường độ của chùm sáng tỉ lệ với số photon phát ra trong 1 giây).

- Mỗi lần một nguyên tử hay phân tử phát xạ hay hấp thu ánh sáng thì chúng phát xạ hay hấp thu một photon.

- Trong chân không, photon bay dọc theo tia sáng với tốc độ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

2. Sự phóng xạ

2.1. Hiện tượng phóng xạ

Là hiện tượng một hạt nhân tự động phóng ra những bức xạ, và biến đổi thành hạt nhân khác. Quá trình phóng xạ của một hạt nhân hoàn toàn do các nguyên nhân bên trong hạt nhân

đó gây ra và hoàn toàn không phụ thuộc vào các tác động bên ngoài.

Có 3 loại tia phóng xạ : tia α , tia β và tia γ

- Tia α : chính là hạt nhân của nguyên tử hêli ${}^4_2\text{He}$

- Tia β : tia β^- (là các electron ${}^0_{-1}e^-$) và tia β^+ (là các electron (+) hay pôzitron ${}^0_{+1}e^+$)

- Tia γ : là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn, photon của nó có năng lượng cao.

2.2. Định luật phóng xạ

Mỗi chất phóng xạ được đặt trưng bởi một thời gian T, gọi là chu kỳ bán rã; cứ sau mỗi chu kì thì 1/2 số nguyên tử của chất ấy đã biến đổi thành chất khác:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = \frac{N_0}{2^{t/T}} \quad (2.3.14)$$

$$m = m_0 e^{-\lambda t} = \frac{m_0}{2^{t/T}} \quad (2.3.15)$$

Trong đó:

N_0 và m_0 lần lượt là số hạt nhân và khối lượng ban đầu (lúc $t=0$);

N : và m là số hạt nhân và khối lượng ở thời điểm t

λ : là hằng số phóng xạ

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T} \quad (2.3.16)$$

Khi ta có tỉ số:

$$\frac{t}{T} = n \text{ hay } \frac{N_0}{N} = 2^n \text{ hay } \frac{m_0}{m} = 2^n \quad (2.3.17)$$

với n : là số nguyên (hay bán nguyên)

2.3. Độ phóng xạ

Độ phóng xạ H của một chất phóng xạ đo bằng số hạt nhân bị phân rã trong 1 giây:

$$H(t) = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = H_0 e^{-\lambda t} \quad (2.3.18)$$

Với:

$H_0 = \lambda N_0$ là độ phóng xạ ban đầu

Đơn vị của H là : Becoren (kí hiệu Bq): $1\text{Bq} = 1 \text{ phân rã/s}$

1 Curi (kí hiệu C_1) = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq

Công thức tính số hạt theo khối lượng (hay ngược lại tính khối lượng theo số hạt):

$$N = N_A \frac{m}{A}; \quad m = A \frac{N}{N_A} \quad (2.3.19)$$

***/ C**ác quy tắc dịch chuyển trong sự phóng xạ



(dấu * chỉ hạt nhân ở trạng thái kích thích) ./.

❖ **Câu hỏi (bài tập) củng cố:**

1. Chiếu một chùm ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,489 \mu\text{m}$ lên một tấm kim loại kali dùng làm catôt của một tế bào quang điện. Biết công thoát electron của kali là 2,15 eV.

- Tính giới hạn quang điện của kali.
- Tính vận tốc ban đầu cực đại của quang electron bắn ra từ catôt.
- Tính hiệu điện thế hãm.

2. Công thoát của electron khỏi kim loại natri là 2,48 eV. Một tế bào quang điện có catôt làm bằng natri, khi được chiếu sáng bằng một chùm bức xạ có bước sóng $0,36 \mu\text{m}$ thì cho một dòng quang điện bão hòa có cường độ $3 \mu\text{A}$. Hỏi:

- Giới hạn quang điện của natri?
- Tốc độ ban đầu cực đại của quang electron?
- Số electron bị bật ra khỏi catôt trong mỗi giây?

3. Giới hạn quang điện của kẽm là $0,35 \mu\text{m}$.

a. Hỏi công thoát (theo eV) của electron bật ra khỏi kẽm bằng bao nhiêu?

b. Chiếu tia tử ngoại có bước sóng $0,3 \mu\text{m}$ vào một tấm kẽm. Nếu cho rằng toàn bộ năng lượng còn lại ngoài công thoát mà photon tia tử ngoại trao cho electron đều chuyển hóa thành động năng của electron thì động năng này bằng bao nhiêu?

4. Người ta chiếu một bức xạ điện từ có bước sóng $0,4 \mu\text{m}$ vào bề mặt catôt của một tế bào quang điện thì tạo ra một dòng điện bão hòa có cường độ I . Người ta làm triệt tiêu dòng điện này bằng một hiệu điện thế hãm $U_h = 1,2 \text{ V}$.

a. Hỏi vận tốc ban đầu cực đại của các quang electron là bao nhiêu?

b. Công thoát electron của kim loại bằng bao nhiêu?

c. Biết công suất bức xạ rọi vào catôt là 2 W. Giả sử cứ mỗi photon đến đập vào catôt làm bật ra một electron. Hỏi giá trị của cường độ dòng quang điện bão hòa bằng bao nhiêu?

5. Có 5 mg đồng vị phóng xạ ^{14}C . Hãy tính độ phóng xạ ban đầu, biết chu kỳ bán rã của nó là 5730 năm. Cho $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol}$.

6. Ban đầu có 2 (g) radon $^{222}_{86}\text{Rn}$ là chất phóng xạ với chu kỳ bán rã $T = 3,8$ ngày. Cho $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} / \text{mol}$. Hãy tính:

a. Số nguyên tử ban đầu

b. Số nguyên tử còn lại sau thời gian $t = 1,5T$.

7. Tại thời điểm t_1 , tỉ số giữa số hạt nhân mẹ và số hạt nhân con là $1/7$, sau thời điểm t_1 276 ngày tỉ số này là $1/63$. Tìm chu kỳ bán rã T .

8. Chất phóng xạ pôlôni $^{210}_{84}\text{Po}$ phóng ra tia α và biến thành chì $^{206}_{82}\text{Pb}$.

a. Trong 0,168 g pôlôni, có bao nhiêu nguyên tử bị phân rã sau 414 ngày đêm. Xác định lượng chì được tạo thành trong khoảng thời gian nói trên.

b. Hỏi sau bao lâu lượng pôlôni chỉ còn 10,5 mg? Cho biết chu kỳ bán rã của pôlôni là 138 ngày đêm.

9. Một chất phóng xạ có chu kỳ bán rã $T = 360$ giờ. Sau khi sử dụng khoảng thời gian t , khối lượng còn lại của chất phóng xạ này chỉ còn bằng $1/32$ khối lượng ban đầu của nó. Tính t .

CHƯƠNG 3
PHẦN THỰC HÀNH
BÀI 1

CÁC PHÉP TÍNH SAI SỐ TRONG THỰC HÀNH

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Giúp sinh viên hiểu một cách tổng quát về các tiến trình thực hiện khi học thực hành.
- Cũng cố lại kiến thức và phân biệt các đại lượng đo trực tiếp, gián tiếp, cách đo lường các đại lượng trong quá trình thực hành.
- Biết cách tính giá trị trung bình, vẽ đồ thị, tính toán các sai số và trình bày kết quả thực hành trong quá trình thí nghiệm.

1. Các phép đo lường

Đo lường là một thao tác quan trọng trong thực hành Vật lý. Đo lường được phân thành 2 loại như sau:

1.1. Đại lượng đo lường trực tiếp

Là *so sánh* trực tiếp đại lượng cần đo với đại lượng cùng loại được chọn làm đơn vị.

Thí dụ:

- Đo chiều dài
- Cân khối lượng

1.2. Đại lượng đo lường gián tiếp

Là *tính toán* đại lượng không thể so sánh trực tiếp được theo các đại lượng đã biết thông qua các công thức của các định luật, định lý Vật lý.

Thí dụ:

- Tính khối lượng riêng: $\rho = m / V$
- Tính tốc độ: $v = S / t$.

2. Vấn đề sai số

2.1. Khái niệm về sai số

Sai số là khoảng sai lệch giữa giá trị đo được và giá trị thực của một đại lượng nào đó.

2.1.1. Sai số tuyệt đối

Gọi:

- a : là giá trị thực của một đại lượng.
- a' : là giá trị đo được.

Thì sai số tuyệt đối được định nghĩa là:

$$da = |a' - a| \tag{3.1.1}$$

Sai số tuyệt đối không phản ánh được độ chính xác của phép đo

2.1.2. Sai số tương đối

Là tỉ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị thực của một đại lượng:

$$\frac{da}{a} = \frac{|a' - a|}{a} \tag{3.1.2}$$

Sai số tương đối càng nhỏ thì phép đo càng chính xác.

2.2. Phân loại các sai số theo nguyên nhân làm sai số

2.2.1. Sai số hệ thống

Là sai số gây ra do thiếu sót của dụng cụ đo. Giá trị đo được luôn xảy ra theo một chiều (hoặc $a' > a$, hoặc $a' < a$, khi lặp lại phép đo nhiều lần)

Để tránh sai số hệ thống, cần tiến hành kiểm tra cẩn thận dụng cụ đo.

2.2.2. Sai số ngẫu nhiên

- Là sai số xảy ra theo nhiều nguyên nhân một cách ngẫu nhiên:
- Do chủ quan người đo như: đọc kết quả không đúng quy cách, ghi kết quả sai...

- Do sự thay đổi ngẫu nhiên của hiện tượng. Chẩn hạn, khi đo các đại lượng phụ thuộc vào thời tiết, sự ổn định của dòng điện ở nguồn ...

- Do sự thay đổi ngẫu nhiên của dụng cụ. Chẩn hạn, dùng các thước khác nhau để đo một chiều dài, dùng các nhiệt kế khác nhau để đo một nhiệt độ...

- Ta không thể khử được hoàn toàn sai số ngẫu nhiên mà chỉ có thể làm giảm bớt bằng cách đo nhiều lần.

- Trong bài thực hành ta chỉ chú ý đến sai số ngẫu nhiên.

3. Giá trị trung bình

3.1. Đối với phép đo trực tiếp

- Để xác định giá trị trung bình, ta thực hiện phép đo nhiều, sau đó tính trung bình cộng của tất cả các giá trị đo được.

Gọi: a_1, a_2, \dots, a_n là giá trị của n lần đo đại lượng a .

Ta có giá trị trung bình của a là:

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (3.1.3)$$

- Trong bài thực hành, để chính xác, ta nên thực hiện một phép đo từ 3 đến 5 lần.

3.2. Đối với phép đo gián tiếp

Dựa vào công thức và tính theo giá trị trung bình của các đại lượng khác.

Thí dụ:

$$x = \frac{a+b}{c} \quad \Leftrightarrow \quad \bar{x} = \frac{\bar{a} + \bar{b}}{\bar{c}}$$

4. Độ ngờ (ký hiệu: Δ)

Qua việc phân loại sai số, ta thấy khi đo một đại lượng (trực tiếp hay gián tiếp) thì luôn phạm phải một sai số. Ta gọi chung sai số có thể phạm phải là **độ ngờ**.

4.1. Độ ngờ của phép đo trực tiếp

Giả sử ta đo đại lượng a , để tính độ ngờ, ta thực hiện như sau:

- Tính giá trị trung bình (\bar{a}) của các lần đo.

- Xác định giá trị biên:

Gọi:

a_{min} : là giá trị nhỏ nhất trong các giá trị đo được.

a_{max} : là giá trị lớn nhất trong các giá trị đo được.

a_{max}, a_{min} : được gọi là giá trị biên.

4.1.1. Tính độ ngờ tuyệt đối (Δa)

$$\text{Nếu } |\bar{a} - a_{min}| > |\bar{a} - a_{max}| \text{ thì: } \Delta a = |\bar{a} - a_{min}| \quad (3.1.4)$$

$$\text{Nếu } |\bar{a} - a_{min}| < |\bar{a} - a_{max}| \text{ thì: } \Delta a = |\bar{a} - a_{max}| \quad (3.1.5)$$

4.1.2. Tính độ ngờ tương đối

$$\text{Là tỷ số: } \frac{\Delta a}{a} \quad (3.1.6)$$

4.2. Độ ngờ của phép đo gián tiếp

4.2.1. Tính độ ngờ tuyệt đối của phép đo gián tiếp

Ta thực hiện theo qui tắc sau đây:

***/ Qui tắc 1**

- Lấy vi phân toàn phần công thức tính đại lượng đó.
- Thay ký hiệu vi phân (d) bằng ký hiệu độ ngờ (Δ).
- Đổi các dấu (-) đứng trước các độ ngờ (Δ) thành dấu (+).
- Thay giá trị của các đại lượng thành giá trị trung bình.

/ Thí dụ 1: Cho $x = a + b - c$. Tính độ ngờ Δx :

- Lấy vi phân: $dx = da + db - dc$
- Thay kí hiệu Δ vào: $\Delta x = \Delta a + \Delta b - \Delta c$
- Đổi dấu: $\Delta x = \Delta a + \Delta b + \Delta c$

Kết quả độ ngờ:

$$\Delta x = \Delta a + \Delta b + \Delta c$$

/ Thí dụ 2: Cho: $V = \pi R^2 h$. Tính độ ngờ ΔV :

- Lấy vi phân: $dV = 2\pi R dR h + \pi R^2 dh$
- Thay ký hiệu Δ vào: $\Delta V = 2\pi R \Delta R h + \pi R^2 \Delta h$
- Thay giá trị trung bình: $\Delta V = 2\pi \bar{R} \Delta R \bar{h} + \pi \bar{R}^2 \Delta h$

Kết quả độ ngờ:

$$\Delta V = 2\pi \bar{R} \Delta R \bar{h} + \pi \bar{R}^2 \Delta h \quad (3.1.7)$$

4.4.2. Tính độ ngờ tương đối của phép đo gián tiếp.

Ta thực hiện theo qui tắc sau đây:

/ Qui tắc 2

- Lấy logarit nêpe (Ln) công thức tính đại lượng đó.
- Lấy vi phân kết quả vừa thu được.
- Thay ký hiệu vi phân (d) bằng ký hiệu độ ngờ (Δ).
- Đổi các dấu (-) đứng trước các độ ngờ (Δ) thành dấu (+).
- Thay giá trị của các đại lượng thành giá trị trung bình.

/ Thí dụ: Tính độ ngờ tương đối của đại lượng sau: $g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$

a. Lấy Ln: $\ln g = \ln\left(4\pi^2 \frac{l}{T^2}\right)$

$$\Rightarrow \ln g = \ln(4\pi^2) + \ln l - \ln(T^2)$$

b. Lấy vi phân:

$$\frac{dg}{g} = \frac{d(4\pi^2)}{4\pi^2} + \frac{dl}{l} - 2\frac{dT}{T} \Rightarrow \frac{dg}{g} = \frac{dl}{l} - 2\frac{dT}{T}$$

c. Thay ký hiệu vi phân (d) bằng ký hiệu độ ngờ (Δ):

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} - 2\frac{\Delta T}{T}$$

d. Đổi các dấu (-) đứng trước các độ ngờ (Δ) thành dấu (+):

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} + 2\frac{\Delta T}{T}$$

e. Thay giá trị của các đại lượng thành giá trị trung bình.

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} + 2\frac{\Delta T}{T}$$

/ Chú ý: Trong trường hợp tính độ ngờ tuyệt đối của phép đo gián tiếp mà có công thức phức tạp (thường có dạng là một phân thức), ta dùng qui tắc 2 tính độ ngờ tương đối trước, sau đó suy ra độ ngờ tuyệt đối.

Thí dụ: từ kết quả trên ta suy ra được: $\Delta g = \bar{g} \left(\frac{\Delta l}{l} + 2\frac{\Delta T}{T} \right)$ (3.1.8)

5. Trình bày giá trị đo được

Gọi a là giá trị thực của một đại lượng cần xác định:

Ta có: $a = \bar{a} \pm \Delta a$

Điều này có nghĩa là: $\bar{a} - \Delta a \leq a \leq \bar{a} + \Delta a$

(a là một dãy số không phải a chỉ có hai giá trị).

***/*Chú ý:**

Trong thực hành, ta lấy kết quả như sau:

- Với Δa : ta chỉ trình bày với 1 chữ số có nghĩa.

Thí dụ: tính toán được $\Delta a = 0,0233$ thì ta lấy: $\Delta a = 0.02$

- Với \bar{a} : ta lấy số lẻ cùng với Δa .

Thí dụ: tính toán được $\bar{a} = 11,5873$ (với $\Delta a = 0,02$) thì ta lấy $\bar{a} = 11,59$.

Ghi kết quả là: $a = 11,59 \pm 0.02$

6. Phương pháp vẽ đồ thị

6.1. Công dụng của đồ thị Vật Lý

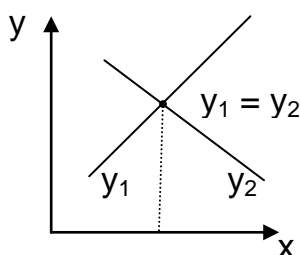
- Khảo sát mối liên hệ giữa các đại lượng vật lý.

- Nghiệm lại các định luật đã biết.

Thí dụ: về sự giãn đẳng nhiệt của khí: $PV = \text{const}$.

- Nội suy hoặc ngoại suy những giá trị chưa biết.

Thí dụ: từ đồ thị (Hình 3.1.1)



Hình 3.1.1

Ta sẽ xác định giá trị của x khi: $y_1 = y_2$

6.2. Phương pháp vẽ đồ thị Vật Lý

Thực hiện theo các bước sau:

- **Bước 1:** Lập bảng biến thiên các đại lượng phải khảo sát

Giả sử là y biến thiên theo x:

x	\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{x}_3	\bar{x}_4	\bar{x}_5	\bar{x}_6
y	\bar{y}_1	\bar{y}_2	\bar{y}_3	\bar{y}_4	\bar{y}_5	\bar{y}_6

Và:

+ Độ ngờ của mỗi giá trị \bar{x}_i là Δx : $x_i = \bar{x}_i \pm \Delta x$, x_i sẽ dao động trong khoảng $2\Delta x$.

+ Độ ngờ của mỗi giá trị \bar{y}_i là Δy : $y_i = \bar{y}_i \pm \Delta y$ do đó y_i sẽ dao động khoảng $2\Delta y$.

- **Bước 2:** Vẽ hệ trục tọa độ. Chia tỷ lệ xích thích hợp.

- **Bước 3:** Biểu diễn các cặp giá trị trong bảng biến thiên lên đồ thị:

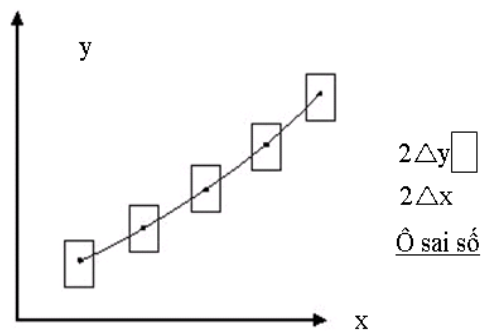
+ Mỗi cặp giá trị thành một chấm trên đồ thị

+ Mỗi chấm trên đồ thị sẽ nằm trong một hình chữ nhật có 2 cạnh là $2\Delta x$ và $2\Delta y$

(hình 3.1.2). Hình chữ nhật này được gọi là ô sai số

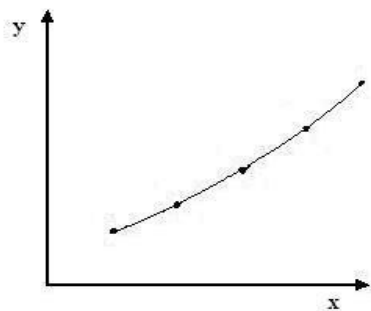
+ Nối các chấm lại, ta được đường biểu diễn y theo x.

- **Chú ý:** đường biểu diễn chỉ cần đi qua phạm vi ô sai số là được, không bắt buộc phải đi qua điểm chấm (Nếu có 1 chấm nào lệch quá các chấm khác làm đường biểu diễn gây khúc thì phải xác định lại cặp giá trị này).

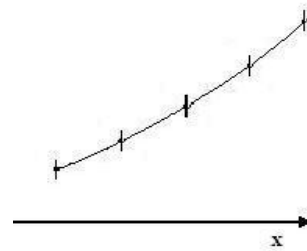


Hình 3.1.2

- Nếu Δx , Δy quá nhỏ với tỷ lệ đã chia trên trục x , y thì ô sai số chỉ còn 1 chấm (hình 3.1.3a).



Hình 3.1.3a



Hình 3.1.3b

- Nếu Δx quá nhỏ với tỷ lệ đã chia trên trục x thì ô sai số chỉ còn 1 cạnh $2\Delta y$ (hình 3.1.3 b)

7. Một số vấn đề bổ sung

7.1. Sai số dụng cụ đo (độ chính xác của dụng cụ)

Là khoảng chia nhỏ nhất trên dụng cụ.

Thí dụ:

- Thước dài chia đến mm thì có sai số dụng cụ là 1 mm
- Nhiệt kế chia đến từng độ thì có sai số dụng cụ là vạch chia độ (tương ứng 1°C)

***/* Lưu ý:**

Nếu ta có thể chia thêm khoảng chia nhỏ nhất trên dụng cụ, ra những khoảng nhỏ hơn nữa, thì sai số dụng cụ sẽ được tính theo khoảng chia nhỏ thêm này.

7.2. Bổ sung phần tính độ ngờ trong phép đo trực tiếp

- Nếu đại lượng chỉ đo được 1 lần (thí dụ: nhiệt độ,...) thì độ ngờ của phép đo là sai số dụng cụ (nhiệt kế, ...)

- Nếu đại lượng đo nhiều lần được cùng một giá trị thì độ ngờ của phép đo là sai số dụng cụ.

7.3. Lấy số lẻ khi tính giá trị trung bình trong phép đo trực tiếp

Lấy theo độ chính xác của dụng cụ

Thí dụ:

- Nếu dùng cân có độ chính xác là 0,1g thì khi tính giá trị trung bình (theo đơn vị gam), ta lấy 1 số lẻ thập phân. Nếu dùng thước có độ chính xác là 1mm thì khi tính giá trị trung bình (theo đơn vị mm), ta không lấy số lẻ thập phân.

BÀI 2
XÁC ĐỊNH GIA TỐC TRỌNG TRƯỜNG BẰNG CON LẮC TOÁN HỌC
VÀ CON LẮC THUẬN NGHỊCH

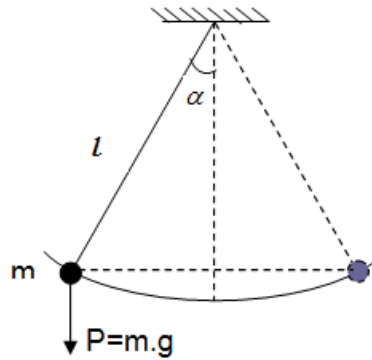
❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Đo gia tốc trọng trường bằng con lắc toán học, con lắc vật lý
- Rèn luyện kỹ năng thực hành thí nghiệm, rèn luyện đức tính của người làm công tác nghiên cứu khoa học.

1. Những cơ sở làm bài thực hành

1.1. Con lắc toán học (con lắc đơn)

- Xét con lắc toán học có độ dài l , treo một quả cầu nhỏ có khối lượng m . Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng 1 góc nhỏ α (Hình 3.2.1).



Hình 3.2.1

- Con lắc dao động theo dạng dao động điều hòa, phương trình dao động của con lắc là:
 $x = A\sin(\omega t + \varphi)$

Với:

x : li độ dao động

A : biên độ dao động

ω : tần số góc

φ : pha ban đầu dao động

- Tần số góc của con lắc được tính bởi biểu thức: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

- Chu kỳ dao động là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

- Từ đó, ta tính được gia tốc trọng trường \bar{g} :

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2} \tag{3.2.1}$$

1.2. Con lắc toán học (con lắc đơn) Con lắc vật lý (con lắc thuận nghịch)

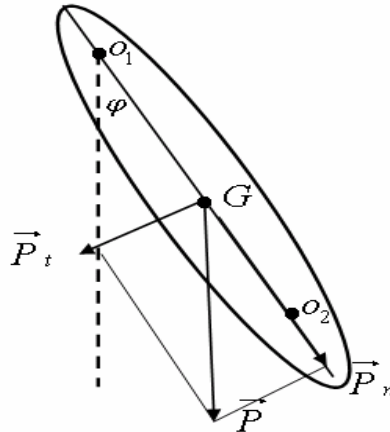
1.2.1. Phương trình dao động của con lắc Vật lý

- Con lắc thuận nghịch là một vận rắn có khối lượng m , có thể dao động quanh một trong hai trục nằm ngang O_1 và O_2 trục nằm trên cùng một đường thẳng đi qua trọng tâm G của con lắc, sao cho chu kì dao động của con lắc đối với hai trục O_1 và O_2 là như nhau (Hình 3.2.2).

- Vị trí cân bằng của con lắc trùng với phương thẳng đứng của đường thẳng O_1GO_2 . Khi kéo con lắc khỏi vị trí cân bằng một góc nhỏ φ thì thành phần \vec{P}_t của trọng lực $\vec{P} = mg$ tác dụng lên con lắc một mômen trọng lực có giá trị như sau:

$$M_1 = -P_t \cdot d_1 \cdot \sin \varphi = -m \cdot g \cdot d_1 \cdot \sin \varphi \quad (3.2.2)$$

(dấu “-” biểu thị con lắc luôn có tác dụng làm quay về vị trí cân bằng).



Hình 3.2.2

- Với d là khoảng cách từ O_1 đến trọng tâm G của con lắc, $d_1 = O_1G$
- Ta có: phương trình cơ bản của vật rắn quay quanh một trục cố định O_1 là:

$$M_1 = I_1 \cdot \beta$$

$$\text{hay: } M_1 = I_1 \cdot d^2 \varphi / dt^2 \quad (3.2.3)$$

Với:

+ I_1 : Momen quán tính của con lắc đối với trục quay đi qua O_1

+ $\beta = d^2 \varphi / dt^2$: gia tốc góc của chuyển động quay.

Từ (3.2.2) và (3.2.3) suy ra:

$$I_1 \cdot d^2 \varphi / dt^2 = -m \cdot g \cdot d_1 \cdot \sin \varphi$$

$$\Rightarrow \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + \frac{mgd_1}{I_1} \sin \varphi = 0 \quad (3.2.4)$$

Nếu góc φ nhỏ ta có: $\sin \varphi \approx \varphi$

$$\Rightarrow \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + \frac{mgd_1}{I_1} \varphi = 0$$

$$\text{Đặt: } \omega_1^2 = mgd_1 / I_1 \Rightarrow \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + \omega^2 \varphi = 0$$

Nghiệm của phương trình có dạng:

$$\varphi = A \cos(\omega_1 t + \varphi_0) \quad (3.2.5)$$

(Đây là phương trình dao động của con lắc Vật lý)

Vậy: với góc φ nhỏ, chuyển động của con lắc là một dao động điều hòa có:

***/ * Chu kỳ dao động và tần số góc theo chiều thuận của con lắc là**

$$\text{- Tần số góc } \omega_1 : \omega_1 = \sqrt{\frac{mgd_1}{I_1}} \quad (3.2.6)$$

$$\text{- Chu kỳ } T : T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 2\pi \sqrt{\frac{I_1}{mgd_1}} \quad (3.2.7)$$

- Nếu đảo ngược con lắc, rồi cho nó dao động quanh điểm O_2 và tính toán tương tự thì ta cũng tìm được:

***/ * Chu kỳ dao động và tần số góc của con lắc theo chiều nghịch là**

$$\text{- Tần số góc } \omega_2: \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{mgd_2}{I_2}} \quad (3.2.8)$$

$$\text{- Chu kỳ } T_2: \quad T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = 2\pi \sqrt{\frac{I_2}{mgd_2}} \quad (3.2.9)$$

Với: d_2 : là khoảng cách từ trục quay O_2 đến tâm G của con lắc.

I_2 : Momen quán tính của con lắc đối với trục quay đi qua O_2

1.2.2. Cách tính các đại lượng momen quán tính

- Gọi I_G là momen quán tính của con lắc đối với trục quay đi qua trọng tâm G. Áp dụng định lí Huyghens-Steiner ta có momen quán tính của con lắc đối với các trục quay O_1 (chiều thuận) và O_2 (chiều nghịch) như sau:

$$\text{- } I_1 = I_G + md_1^2 \quad (3.2.10)$$

$$\text{- } I_2 = I_G + md_2^2 \quad (3.2.11)$$

- Từ các phương trình (3.2.7), (3.2.8), (3.2.9), (3.2.10) ta suy ra:

$$T_1^2 \cdot I_1 \cdot g - T_2^2 \cdot I_2 \cdot g = 4\pi^2 (I_1^2 - I_2^2)$$

$$\text{Và: } g = \frac{4\pi^2 (I_1 + I_2)(I_1 - I_2)}{T_1^2 \cdot I_1 - T_2^2 \cdot I_2} \quad (3.2.12)$$

- Trong trường hợp, nếu ta chọn giá trị thích hợp I_1 và I_2 sao cho chu kì dao động: $T_1 \approx T_2 \approx T$, đồng thời đặt $L_r = d_1 + d_2$ là khoảng cách giữa hai điểm O_1 và O_2 thì gia tốc trọng trường \bar{g} sẽ được tính là:

$$g \approx \frac{4\pi^2 L_r}{T^2} \quad (3.2.13)$$

- Đây là công thức xác định gia tốc trọng trường \bar{g} . L_r còn được gọi là **độ dài rút gọn** của con lắc. Tính theo momen quán tính thì độ dài rút gọn của con lắc có công thức:

$$L_r = \frac{I_G}{m \cdot d_1} + d_1 \quad (3.2.14)$$

- Suy ra chu kì T_1 ứng với trục quay O_1 tính theo momen quán tính là:

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 2\pi \sqrt{\frac{I_G + md_1^2}{mgd_1}} \quad (3.2.15)$$

Rõ ràng là chu kì của con lắc Vật lí phụ thuộc vào khối lượng, khác với con lắc toán học, mặc khác độ dài rút gọn L_r của con lắc Vật lí luôn lớn hơn khoảng cách d giữa khối tâm và trục quay.

Nếu điểm treo của con lắc thay đổi từ O_1 thành O_2 thì chu kì dao động của con lắc sẽ không đổi vì theo công thức (3.2.13) ta suy ra được khoảng cách từ trọng tâm đến điểm treo mới O_2 là d_2 sẽ bằng:

$d_2 = L_r - d_1$ thế vào công thức (3.2.15) ta sẽ tính được chu kì ở điểm O_2 là:

$$\begin{aligned} T_2 &= \frac{2\pi}{\omega_2} = 2\pi \sqrt{\frac{I_G + m(L_r - d_1)^2}{mg(L_r - d_1)}} \\ &= 2\pi \sqrt{\frac{I_G}{mg(L_r - d_1)} + \frac{(L_r - d_1)}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{I_G}{mg(L_r - d_1)} + \frac{(L_r - d_1)}{g}} \end{aligned} \quad (3.2.16)$$

Thế L_r theo công thức (3.2.14) vào ta có:

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{I_G}{mg \cdot \frac{I_G}{md_1}} + \frac{I_G}{mgd_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{d_1}{g} + \frac{I_G}{mgd_1}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{I_G + md_1^2}{mgd_1}} = T_1$$
(3.2.17)

- Do đó, một con lắc Vật lý thuận- nghịch có điểm treo O_1 chu kì T_1 sẽ có chu kì như con lắc điểm treo O_2 chu kì T_2 ($T_1 = T_2$)

1.3. So sánh con lắc Vật lý với con lắc Toán học

Xét con lắc toán học có độ dài ℓ , ta có chu kỳ dao động là

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$
(3.2.18)

Ta thấy, nếu $\ell = I/md$ thì con lắc Vật Lý giống như con lắc toán học.

Đặt: $L_r = I/md$: gọi là chiều dài rút gọn của con lắc Vật Lý. Khi này, biểu thức chu kỳ của con lắc Vật lý được viết lại là:

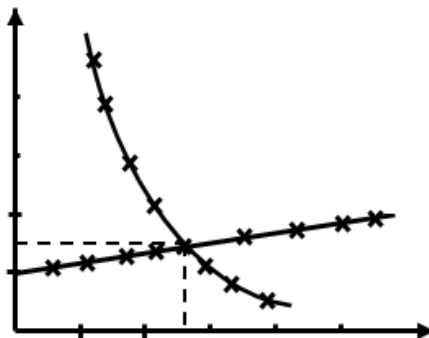
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L_r}{g}}$$
(3.2.19)

**** Lưu ý:**

- L_r được gọi là độ dài rút gọn ứng với trục quay qua điểm O. Nếu trục quay đi điểm khác trên con lắc, ta sẽ có độ dài rút gọn khác. Một cách tổng quát ứng với mỗi trục quay O, tương ứng một độ dài rút gọn L_{rj} với chu kỳ T_j

**** Xét tính thuận nghịch của con lắc**

- Con lắc thuận nghịch là con lắc Vật Lý có thể dao động quanh các trục ở hai bên khối tâm G, có vị trí khác nhau của trục dao động ở 2 bên khối tâm của con lắc để cho nó dao động với cùng chu kỳ theo công thức (3.2.19). Chu kì theo chiều thuận và chiều nghịch của con lắc khi thay đổi độ dài rút gọn sẽ có dạng như hình 3.2.3



Hình 3.2.3

- Vị trí cắt nhau sẽ cho ta biết chính xác giá trị chu kì T, độ dài rút gọn và gia tốc trọng trường cần tìm (hình vẽ chỉ có tính chất minh họa, khi thực hành, sẽ có giá trị sai số, khác với giá trị trên đồ thị).

2. Thực hành

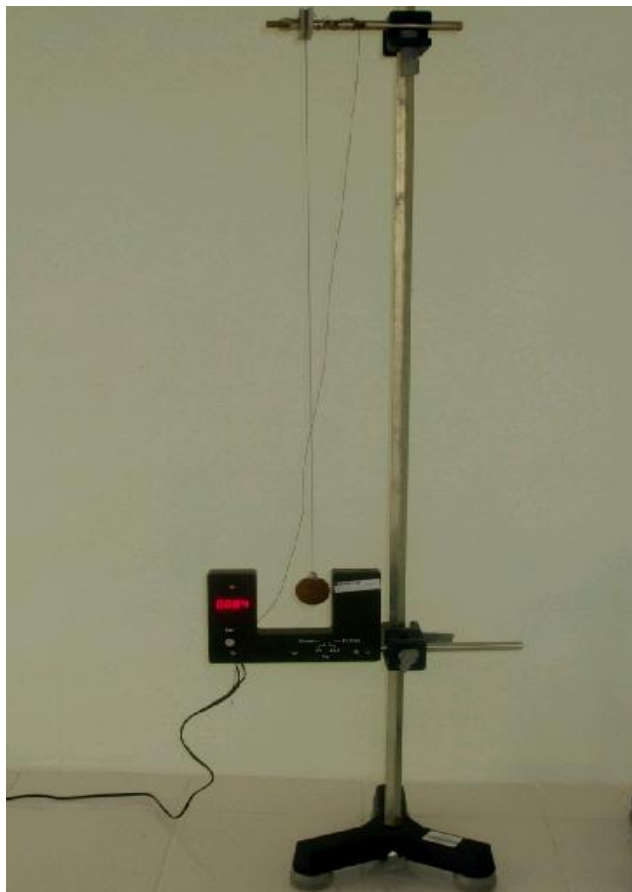
2.1. Con lắc toán học (con lắc đơn)

2.1.1. Mô tả dụng cụ

- Giá đỡ có chân đế.
- Quả cầu nhỏ bằng kim loại.
- Dây không dẫn và thước (Hình 3.2.4)
- Máy đo thời gian và nguồn DC với độ chính xác là: $\Delta t = 0.01s$.

2.1.2. Các bước tiến hành

- Dùng dây treo quả cầu vào giá đỡ tạo thành con lắc đơn.
- Đo độ dài của con lắc.
- Đặt bộ phận cảm quang của máy đo thời gian sao cho khi quả nặng đi qua vị trí cân bằng thì nó chặn tia sáng của cổng báo, đèn báo màu đỏ của cổng báo sáng



Hình 3.2.4

- Bật máy đo thời gian, chọn giai đếm (count), cho con lắc dao động ổn định rồi bấm RESET nhiều lần, sau đó chuyển sang giai đo chu kỳ, mỗi lần như vậy, ta đo được chu kỳ dao động T của con lắc trên máy.

- Tính được gia tốc trọng trường g theo công thức: $g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$

- Kết quả đo điền vào bảng 3.2.1.

Bảng 3.2.1

Đại lượng đo	Lần 1	Lần 2	Lần 3	\bar{g}	Δg	$g = \bar{g} \pm \Delta g$
l (m)						
T (s)						
g						

2.2. Con lắc thuận nghịch

2.2.1. Dụng cụ

- Con lắc thuận nghịch.
- Máy đo thời gian và nguồn DC với độ chính xác là: $\Delta t = 0.01s$.
- Hai ốc vặn ứng với hai trục O_1 và O_2
- 1 thước dài chia đến mm.

- 1 giá đỡ làm trục dao động (Hình 3.2.5)

2.2.2. Các bước thực hành



Hình 3.2.5

- Trong thí nghiệm này, hai điểm trục O_1 và O_2 đặt cách nhau một khoảng L . Lưu ý rằng, con lắc là thanh thép hình trụ đồng chất, nên trọng tâm G của con lắc chính là trung điểm của thanh và ta sẽ cho trục O_1 cách đầu thanh từ $7\text{cm} - 10\text{cm}$, giữ cố định trục O_1 khi làm thí nghiệm

- **Bước 1:** Xác định khoảng chiều dài của thanh và chiều dài giữa 2 điểm O_1 và O_2 theo số liệu của bảng 2

- **Bước 2:** Kéo nhẹ con lắc ra khỏi vị trí cân bằng 1 góc φ ($\varphi < 10^\circ$), rồi thả cho con lắc dao động nhẹ nhàng

- **Bước 3:** Bật máy đo thời gian, chọn giai đếm (count), cho con lắc dao động ổn định rồi bấm RESET. Ta cho máy đo bắt đầu đếm từ 15 lần, chu kỳ dao động của con lắc. Tới khi giai đếm chỉ số 16, ta dừng lại. Sau đó chuyển sang giai đo chu kỳ, mỗi lần như vậy, ta đo được chu kỳ dao động T_1 của con lắc trên máy.

- **Bước 4:** Đảo ngược lại con lắc, với điểm trục của ốc vặn bên dưới lúc này thành trục O_2 , tiến hành thí nghiệm như bước 3.

- **Bước 5:** Đọc và ghi lại kết quả vào bảng sau: (Bảng 3.3.2)

Bảng 3.2.2. Ghi các giá trị đo của con lắc thuận nghịch

Khoảng cách giữa 2 trục O ₁ và O ₂	Điểm treo O ₁ chu kì T ₁ (s)					Điểm treo O ₂ chu kì T ₂ (s)					
	L _r (cm)	Lần 1	Lần 2	Lần 3	\bar{T}_1	$\Delta\bar{T}_1$	Lần 1	Lần 2	Lần 3	\bar{T}_2	$\Delta\bar{T}_2$
34											
36											
38											
40											
42											
44											
46											
48											
50											
52											
54											
56											
58											
60											

- **Bước 6:** Vẽ đồ thị của T₁ và T₂ theo sự thay đổi của chiều dài rút rọn L_r. Nhận xét và tìm điểm cắt nhau của 2 đồ thị.

- **Bước 7:** Từ điểm cắt nhau, xác định xem ứng với chu kì nào và chiều dài rút rọn của con lắc. Tính gia tốc trọng trường \bar{g} theo công thức (3.2.19) và ghi vào bảng 3.2.3

Bảng 3.2.3

$\bar{T}_1 = \bar{T}_2$	L _r (m)	\bar{g}	Δg	$g = \bar{g} \pm \Delta g$

❖ **Câu hỏi (bài tập) củng cố:**

1. Phát biểu khái niệm chu kỳ dao động?
2. Trình bày cách xác định chu kỳ dao động của con lắc toán học.
3. Tìm công thức tính độ ngờ Δg , từ công thức: $g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$
4. Tại sao không đo một chu kỳ dao động mà phải đo nhiều lần và giai đếm phải lớn (đếm trên 15 chẳng hạn)?
5. Tại sao phải đo chu kỳ dao động của con lắc với góc lệch nhỏ φ ($\varphi < 10^\circ$)?
6. Hãy cho biết độ chính xác của máy đo thời gian.
7. Tại sao ta không thấy tia sáng của công báo?
8. Trình bày cách xác định chu kỳ dao động của con lắc thuận nghịch, so sánh nó với con lắc toán học
9. Hãy cho biết đặc tính của dây dùng để treo quả lắc.
10. Hãy cho biết những chú ý khi treo con lắc để cho máy đếm thời gian có thể đếm được số lượt di chuyển của con lắc một cách chính xác?

BÀI 3

ĐO TỈ TRỌNG CỦA CHẤT LỎNG

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Làm nổi bật sự liên hệ giữa lý thuyết và thực tiễn thông qua xây dựng phép đo, tiến hành đo
- Làm quen với một số dụng cụ đo vật lý; rèn luyện cho sinh viên kỹ năng thực hành

1. Những cơ sở làm bài thực hành

1.1. Định nghĩa và công thức về tỉ trọng chất lỏng và tỉ trọng của vật rắn

- Tỉ trọng của chất lỏng hay của vật rắn là tỉ số giữa khối lượng riêng của chất lỏng hay vật rắn với khối lượng riêng của nước.

- Nói cách khác, tỉ trọng của chất lỏng hay của vật rắn là tỉ số giữa khối lượng của vật rắn với khối lượng riêng của nước có cùng thể tích, ở cùng áp suất và nhiệt độ. Nếu ta gọi:

r : là tỉ trọng chất lỏng (chất rắn)

ρ : là khối lượng riêng của chất lỏng (chất rắn)

d : là khối lượng riêng của nước.

Ta có:

$$r = \frac{\rho}{d} = \frac{\rho \cdot V}{d \cdot V} = \frac{m}{m'} \quad (3.3.1)$$

Với:

$m = \rho \cdot V$: khối lượng chất lỏng có thể tích V .

$m' = \rho \cdot V$: khối lượng của nước cũng có thể tích V (chất lỏng và nước có cùng thể tích như nhau). Từ công thức (3.3.1) ta thấy muốn tìm r , thì phải biết được m và m' .

1.2. Cân Roberval

Muốn xác định khối lượng của chất lỏng, chất rắn và khối lượng của nước có cùng thể tích đúng ta phải dùng cân thủy tĩnh. Vì không có cân thủy tĩnh nên ta dùng cân Roberval thay thế (hình 3.3.1).



Hình 3.3.1

Bộ phận chính của cân là đòn cân A. Ở giữa đòn cân có gắn dao hình lăng trụ tam giác. Ở giữa đòn cân có gắn một que kim E và một bảng chia G để xác định sự cân bằng của cân. Hai đầu đòn cân có gắn hai đĩa cân (qui ước: cân trái người thực hành là đĩa B, đĩa kia là C).

1.3. Các phép cân đo

Để xác định khối lượng của chất lỏng, chất rắn và nước, thực hiện các phép cân như sau:

*/**Chú ý:** Trước khi cân vật, cần phải xác định vị trí cân bằng khi cân không tải. Tức xác định xem kim E dao động quanh điểm nào trên bảng G, đưa con chạy của cân về vị trí 0.

1.3.1. Đo tỉ trọng của chất lỏng bằng phương pháp 1 (tính trực tiếp lực đẩy Archimède)

1.3.1.1. Phép cân 1

- Đặt quả cân 500g làm bì trên đĩa cân B. Trên đĩa cân C đặt các quả cân m_1 .

- Treo quả kim loại M vào đĩa cân C (nhờ Giáo viên chỉ móc treo)

- Gọi:

Q: Khối lượng của quả cân dùng làm bì.

M: Khối lượng của quả kim loại.

m_1 : Khối lượng của các quả cân đặt trên đĩa cân C

g: Gia tốc trọng trường.

- Khi cân cân bằng, ta có biểu thức sau:

$$Q.g = (M.g + m_1.g) \quad (3.3.2)$$

1.3.1.3. Phép cân 2

- Treo quả kim loại cho ngập vào trong **cốc đựng chất lỏng cần xác định tỉ trọng**. Lúc này, quả kim loại chịu tác dụng của lực đẩy Archimède của chất lỏng từ dưới lên.

- Bên đĩa cân B ta giữ nguyên quả cân dùng làm bì, ta tiến hành cân tương tự phép cân 1 cho đến khi kim E dao động ở vị trí cân bằng

- Gọi:

F: là lực đẩy Archimède của chất lỏng lên quả kim loại.

m_2 : khối lượng của quả cân ở trên đĩa cân C trong phép cân lần thứ 2.

- Khi cân cân bằng, ta có biểu thức sau:

$$Q.g = (M.g + m_2.g - F) \quad (3.3.3)$$

1.3.1.3. Phép cân 3

- Treo quả kim loại cho ngập vào trong cốc đựng nước. Cũng như trường hợp, trên quả kim loại chịu tác dụng của lực đẩy Archimède của nước từ dưới lên.

- Trên đĩa cân B ta giữ nguyên quả cân làm bì, ta tiến hành cân tương tự phép cân 1 cho đến khi kim E dao động ở vị trí cân bằng.

Gọi:

F' : là lực đẩy Archimède của nước lên quả kim loại.

m_3 : khối lượng của các quả cân ở trên đĩa cân C

- Khi cân cân bằng, ta có biểu thức sau:

$$Q.g = (M.g + m_3.g - F') \quad (3.3.4)$$

- Từ 3 phép cân trên, ta lần lượt tính được các đại lượng sau:

So sánh (2) và (3) ta suy ra lực đẩy Archimède của chất lỏng là:

$$F = (m_2 - m_1).g \quad (3.3.5)$$

So sánh (2) và (4) ta suy ra lực đẩy Archimède của nước là:

$$F' = (m_3 - m_1).g \quad (3.3.6)$$

- Mặt khác, ta biết rằng: lực đẩy Archimède của chất lưu đối với vật được nhúng chìm trong nó thì bằng trọng lượng của phần chất lưu của vật chiếm chỗ. Nghĩa là:

$$F = m.g \quad (3.3.7)$$

$$F' = m'.g \quad (3.3.8)$$

Với: m : khối lượng chất lỏng có thể tích bằng thể tích V của quả kim loại

m' : khối lượng nước có thể tích bằng thể tích V của quả kim loại

+ So sánh (3.3.7) với (3.3.5); (3.3.8) với (3.3.6), ta có:

$$m = m_2 - m_1$$

$$m' = m_3 - m_1$$

- Theo công thức (3.3.1), ta có công thức tỉ trọng chất lỏng là :

$$r = \frac{m}{m'} = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \quad (3.3.9)$$

- Công thức (3.3.9) cho phép tính tỉ trọng biểu kiến của chất lỏng. Biểu kiến vì trong đó chưa hiệu chỉnh lực đẩy Archimède của không khí. Nếu ta để ý đến yếu tố này sẽ tính được:

$$r = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \left(1 - \frac{e}{d} \right) + \frac{e}{d} \quad (3.3.10)$$

- Trong điều kiện phòng thí nghiệm, ta không hiệu chỉnh lực đẩy Archimède của không khí vì cân Roberval có độ nhạy 0,1g. Do đó sai số dụng cụ trong trường hợp này lớn hơn phần hiệu chỉnh Archimède của không khí nằm trong sai số của phép đo.

1.3.2. Đo tỉ trọng của chất lỏng bằng phương pháp 2

Thực hiện phương pháp cân lập như sau:

1.3.2.1. Phép cân 1

- Đặt bì trên đĩa trái, lọ không và các quả cân m_1 bên đĩa phải sao cho có cân bằng.

Ta có:

$$\text{Bì} = l_0 + m_1 \quad (3.3.11)$$

(Chú ý: ta có thể lấy quả cân 500 g làm bì)

1.3.2.2. Phép cân 2

- Giữ nguyên bì, lấy lọ ra và đổ chất lỏng vào lọ sao cho chất lỏng dâng lên đến vạch 200 ml của lọ thủy tinh trong phòng thí nghiệm.

- Sau đó, đặt lọ vào đĩa cân và thay các quả cân m_1 bởi các quả cân m_2 để có cân bằng.

Ta có:

$$\text{Bì} = l_0 + \text{chất lỏng (M)} + m_2 \quad (3.3.12)$$

1.3.2.3. Phép cân 3

- Giữ nguyên bì, thay lọ chất lỏng bằng lọ nước, chú ý cho nước vào lọ bằng đúng 200 ml của lọ như phép cân 2.

- Sau đó, đặt lọ nước vào đĩa cân và thay các quả cân m_2 bởi các quả cân m_3 để có cân bằng. Ta có:

$$\text{Bì} = l_0 + \text{nước (M')} + m_3 \quad (3.3.13)$$

- Từ (10), (11), (12). Ta rút ra các giá trị của M (của chất lỏng) và M' của nước.

$$M = m_1 - m_2$$

$$M' = m_1 - m_3$$

- Từ đó, suy ra tỉ trọng x của chất lỏng:

$$r = \frac{M}{M'} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \quad (3.3.14)$$

1.3.3. Đo tỷ trọng của chất rắn

- Ta cũng thực hiện 3 lần cân bằng:

1.3.3.1. Phép cân 1

- Đặt bì trên đĩa trái, trên đĩa phải ta đặt lọ nước (nước ở vạch 200 ml) và các quả cân m_3 để có cân bằng. Ta có

$$\text{Bì} = l_0 + \text{nước (M')} + m_3 \quad (3.3.15)$$

Ta có thể sử dụng kết quả của công thức (3.3.12).

1.3.3.2. Phép cân 2

- Giữ nguyên bì và lọ nước trên đĩa cân, ta thêm vật rắn vào đĩa cân chứa lọ nước và sử dụng các quả cân m_4 để có cân bằng.

Ta có:

$$Bì = l_0 + \text{nước (M')} + \text{vật rắn M} + m_4 \quad (3.3.16)$$

(*Chú ý: Sử dụng tối đa vật rắn do phòng cung cấp nếu có thể được.*)

1.3.3.3. Phép cân 3

- Giữ nguyên bì, lấy lọ nước và vật rắn ra khỏi đĩa cân. Sau đó, ta bỏ vật rắn vào trong lọ, nước sẽ dâng lên.

- Khi đó, ta đổ nước trong lọ ra bên ngoài, sao cho mực nước vẫn ở vạch 200 ml, xong đặt trở lại đĩa cân và thay đổi quả cân để có cân bằng.

$$Bì = l_0 + \text{Vật rắn M trong lọ} + \text{nước} - \text{Khối lượng M'' của một thể tích nước đổ ra bằng thể tích vật} + m_5 \quad (3.3.17)$$

Từ (3.3.14), (3.3.15) và (3.3.16), ta rút ra:

$$M = m_3 - m_4$$

$$M'' = m_5 - m_4$$

- Suy ra, tỷ trọng y của vật rắn:

$$y = \frac{M}{M''} = \frac{m_3 - m_4}{m_5 - m_4} \quad (3.3.18)$$

2. Thực hành

2.1. Dụng cụ thí nghiệm

- Gồm một cân Roberval.
- Một hộp cân.
- Một cốc đựng chất lỏng cần tính tỉ trọng.
- Một cốc đựng nước.
- Một quả kim loại có móc.

2.2. Các phương pháp đo

2.2.1. Đo tỉ trọng chất lỏng bằng phương pháp 1

- **Bước 1:** Sử dụng quả cân 500g làm bì trên đĩa cân B. Lần lượt thực hiện theo thứ tự 3 phép cân nêu trên, mỗi phép cân, ta cân 3 lần. Ghi các kết quả vào bảng 3.3.1.

Bảng 3.3.1

Khối lượng các quả cân	Lần 1	Lần 2	Lần 3	\bar{m}	Δm	$m = \bar{m} \pm \Delta m$
m_1 (g)						
m_2 (g)						
m_3 (g)						

- **Bước 2:** Dựa vào công thức (3.1.13) tính giá trị trung bình của tỉ trọng (\bar{r}) và sai số Δr . Lập và điền giá trị như bảng 3.3.2

Bảng 3.3.2

$\bar{r} = \frac{\bar{m}_2 - \bar{m}_1}{\bar{m}_3 - \bar{m}_1}$	Δr	$r = \bar{r} \pm \Delta r$

2.2.2. Đo tỉ trọng chất lỏng bằng phương pháp 2

- **Bước 1:** Sử dụng quả cân 500g làm bì trên đĩa cân B. Lần lượt thực hiện theo thứ tự 3 phép cân trên, mỗi phép cân, ta cân 3 lần. Ghi các kết quả vào bảng 3.3.3

Bảng 3.3.3

Khối lượng các quả cân	Lần 1	Lần 2	Lần 3	\bar{m}	Δm	$m = \bar{m} \pm \Delta m$
m_1 (g)						
m_2 (g)						
m_3 (g)						

- **Bước 2** : Dựa vào công thức (3.13 và 3.14) tính giá trị trung bình của tỉ trọng (\bar{r}) và sai số Δr . Lập bảng 3.3.4

Bảng 3.3.4

$\bar{r} = \frac{\bar{m}_2 - \bar{m}_1}{\bar{m}_3 - \bar{m}_1}$	Δr	$r = \bar{r} \pm \Delta r$

2.2.3. Đo tỉ trọng của vật rắn M

- **Bước 1** : Sử dụng quả cân 500g làm bì trên đĩa cân B. Lần lượt thực hiện theo thứ tự 3 phép cân trên, mỗi phép cân, ta cân 3 lần. Ghi các kết quả vào bảng 3.3.5.

Bảng 3.3.5

Khối lượng các quả cân	Lần 1	Lần 2	Lần 3	\bar{m}	Δm	$m = \bar{m} \pm \Delta m$
m_3 (g)						
m_4 (g)						
m_5 (g)						

- **Bước 2** : Dựa vào công thức (3.3.17) tính giá trị trung bình của tỉ trọng (\bar{r}) và sai số Δr . Lập và điền các thông số như bảng 3.3.6

Bảng 3.3.6

$y = \frac{M}{M'} = \frac{\bar{m}_3 - \bar{m}_4}{\bar{m}_5 - \bar{m}_4}$	Δy	$y = \bar{y} \pm \Delta y$

❖ Câu hỏi (bài tập) củng cố:

- Lập công thức định nghĩa tỉ trọng của chất lỏng.
- Tại sao khi thực hiện thí nghiệm ta nên sử dụng quả cân 500g làm bì mà không dùng các quả cân nhỏ hơn?
- Với dụng cụ của bài thực hành, hãy trình bày cách xác định thể tích của quả kim loại treo dưới đĩa cân C.
- Hãy cho biết độ chính xác cân Roberval sử dụng trong thí nghiệm là bao nhiêu?
- Trình bày các bước chuẩn bị cân Roberval trước khi thực hành.
- Với dụng cụ là lọ thủy tinh của bài thực hành trong phòng thí nghiệm. Ta có thể chọn mức nước lớn hơn hay nhỏ hơn 200ml được không? Tại sao?
- Từ kết quả của thí nghiệm, nhận xét gì về khối lượng riêng của chất lỏng và nước?
- Hãy cho biết khi nào mới sử dụng đến thước phụ của cân Roberval.
- Khi thực hiện phép cân 2 và 3 người thực hiện thí nghiệm cần chú ý những gì để không xảy ra sai số? (tại sao thực hiện phép cân này quả kim loại phải ngập hoàn toàn vào trong nước?)

BÀI 4

ĐO NHIỆT NÓNG CHẢY CỦA NƯỚC ĐÁ

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Giúp sinh viên hiểu được khái niệm về nhiệt nóng chảy của nước đá
- Vận dụng để xác định được nhiệt nóng chảy (L) của nước đá.

1. Những cơ sở làm bài thực hành

1.1. Nguyên tắc

Nhiệt nóng chảy của nước đá là nhiệt lượng cần thiết phải cung cấp 1g nước đá ở 0°C tan thành nước ở thể lỏng cũng ở 0°C. Để xác định nhiệt nóng chảy của nước đá ta có cơ sở sau:

- Nếu đặt tiếp xúc hai vật có nhiệt độ khác nhau thì ta sẽ có một quá trình truyền từ vật nóng sang vật lạnh. Quá trình này sẽ chấm dứt khi trạng thái cân bằng giữa hai vật thực hiện.
- Trong hệ cô lập gồm 2 vật trao đổi nhiệt, khi đạt trạng thái cân bằng nhiệt, nhiệt lượng do vật này tỏa ra bằng nhiệt lượng do vật kia hấp thu vào.

1.2. Thực hiện thí nghiệm

Giả sử lượng nước đá có khối lượng M hòa tan cho một khối lượng nước chứa trong một nhiệt lượng kế ở nhiệt độ T_i . Nước đá nhận nhiệt của lượng kế và nước đá tan ra, cuối cùng cả hệ cân bằng ở nhiệt độ T_f .

Gọi:

- m_1 : khối lượng của nhiệt lượng kế và que khuấy.
- $C_1 = 0,22 \text{ cal/gđộ}$: nhiệt dung riêng của chất làm nhiệt lượng kế và que khuấy.
- m_2 : khối lượng nước chứa trong nhiệt lượng kế.
- Nhiệt lượng do nhiệt lượng kế và nước tỏa ra là:

$$Q_1 = (m_1 C_1 + m_2 C_2)(T_i - T_f) \quad (3.4.1)$$

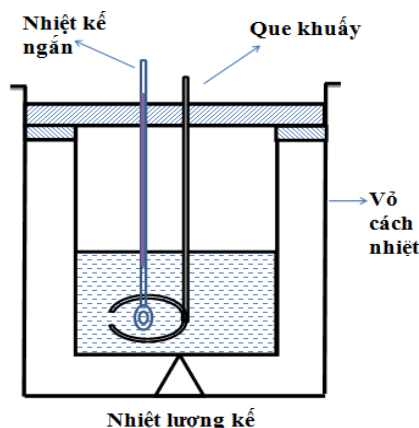
Nhiệt lượng do M (g) nước đá thu vào để tan thành nước ở thể lỏng 0°C và cuối cùng tăng nhiệt độ T_f là: $Q_2 = ML + MC_2 T_f$.

Khi hệ cô lập đạt trạng thái cân bằng nhiệt: $Q_1 = Q_2$

$$\Rightarrow L = \frac{m_1 C_1 + m_2 C_2}{M} (T_i - T_f) - C_2 T_f \quad (3.4.2)$$

1.3. Thiết bị thí nghiệm

- Một bình nhôm dùng làm nhiệt lượng kế (Hình 3.4.1)
- Một đĩa khuấy bằng nhôm
- Một nhiệt kế
- Một cân Robreval và hộp quả cân



Hình 3.4.1

2. Thực hành

Ta dùng cân xác định m_1 , m_2 , M và dùng nhiệt lượng kế xác định T_i , T_f .

2.1. Xác định m_1 , m_2 .

Lần lượt thực hiện các phép cân:

- **Phép cân 1:** Bì (500g) cân bằng với các quả cân M_1 .

- **Phép cân 2:** Bì (500g) cân bằng với các quả cân M_2 + nhiệt lượng kế và que khuấy (khối lượng m_1).

- **Phép cân 3:** Bì (500g) cân bằng với các quả cân M_3 + nhiệt lượng kế và que khuấy chứa nước (khối lượng nước m_2).

Kết hợp (Phép cân 1) và (Phép cân 2) suy ra:

$$m_1 = M_1 - M_2 \quad (3.4.3)$$

Kết hợp (Phép cân 2) và (Phép cân 3) suy ra:

$$m_2 = M_2 - M_3 \quad (3.4.4)$$

2.2. Xác định T_i , T_f

Đặt nhiệt kế vào nhiệt lượng kế (đặt tất cả trong bình thủy tinh), ta khuấy nhẹ. Khi nhiệt độ nhiệt kế đứng yên, ghi nhiệt độ T_i vào bảng ở cuối bài.

Lấy 1 khối nước đá (đủ bỏ không tràn trong nhiệt lượng kế có đũa khuấy và nước), lau nhanh thả vào trong nhiệt lượng kế. Tay khuấy nhẹ đều khi nhiệt độ không giảm, ghi nhiệt độ T_f vào bảng ở cuối bài.

2.3. Xác định M

Sau khi nhiệt độ T_f mang nhiệt lượng kế cân lại và giữ nguyên bì như lần trước.

- **Phép cân 4:** Bì (500g) cân bằng với các quả cân M_4 + nhiệt lượng kế và que khuấy chứa nước (khối lượng nước và nước đá đã hòa tan M). Kết hợp (Phép cân 3 và 4) suy ra:

$$M = M_3 - M_4 \quad (3.4.5)$$

***/ * Chú ý:**

- Khối nước đá bỏ vào nhiệt lượng kế phải đủ nhỏ để có thể tan thành nước. Lau khối nước bám quanh bên ngoài nhiệt lượng kế và que khuấy trước khi cân. Tiến hành mỗi phép cân nhiều lần.

Mỗi lần tính giá trị trung bình từng đại lượng rồi tính độ ngờ và ghi vào bảng 3.4.1.

Bảng 3.4.1

Các đại lượng cần đo	Thí nghiệm lần 1	Thí nghiệm lần 2	Thí nghiệm lần 3
$m_1 \pm \Delta m_1$ (g)			
$m_2 \pm \Delta m_2$ (g)			
$M \pm \Delta M$ (g)			
$T_i \pm \Delta T_i$ ($^{\circ}\text{C}$)			
$T_f \pm \Delta T_f$ ($^{\circ}\text{C}$)			
$T_i - T_f$ ($^{\circ}\text{C}$)			
$\bar{L} \pm \Delta L$ (cal/g)			

Trong công thức: $L \pm \Delta L$ giá trị ΔL được tính bằng công thức lí thuyết.

Trình bày kết quả: $L = \bar{L} \pm \Delta L$ (cal/g)

❖ Câu hỏi (bài tập) củng cố:

1. Tại sao phải khuấy nhẹ tay khi làm thí nghiệm? Tại sao phải lau nước đá trước khi bỏ vào nhiệt lượng kế?
2. Trị số L xác định được lớn hơn hay nhỏ hơn trị số lí thuyết? Tại sao?
3. Nếu dung khối nước đá quá nhỏ chỉ đủ giảm 1 hay 2 $^{\circ}\text{C}$ thì có bất lợi gì?
4. Tại sao không cân khối nước đá trước? Tính ΔL từ công thức (3.4.2) trong bài.

BÀI 5
ĐO SỨC CĂNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG

- ❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:
- Khảo sát hiện tượng căng bề mặt của chất lỏng.
 - Đo lực căng mặt ngoài chất lỏng, đo hệ số căng bề mặt

1. Những cơ sở làm bài thực hành

1.1. Lực căng bề mặt

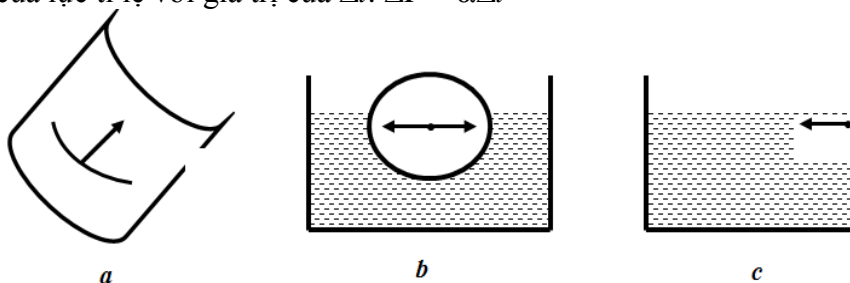
Mặt thoáng của chất lỏng luôn có các lực căng, theo phương tiếp tuyến với mặt thoáng. Những lực căng này làm cho mặt thoáng của chất lỏng có khuynh hướng co lại đến diện tích nhỏ nhất. Chúng được gọi là những *lực căng bề mặt* (hay còn gọi là lực căng mặt ngoài) của chất lỏng.

Một khối chất lỏng luôn luôn có xu hướng tiến đến trạng thái có diện tích bề mặt nhỏ nhất. Điều đó giống như tính chất của một màng căng (như màng cao su). Chỗ khác nhau cơ bản giữa bề mặt chất lỏng và màng căng là diện tích bề mặt chất lỏng tăng là do các phân tử từ trong lòng chất lỏng đi ra bề mặt, bề dày của bề mặt không thay đổi, còn diện tích màng căng tăng lên là do các phân tử giãn ra, bề dày của màng giảm.

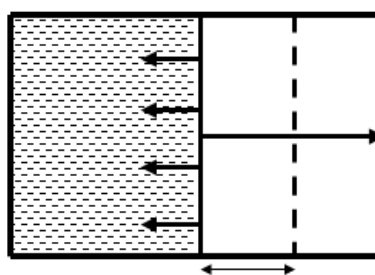
Khi màng cao su bị căng ra, diện tích màng sẽ tăng. Sự tăng này là do ngoại lực tác dụng vào màng gây ra. Thành phần ngoại lực gây ra sự tăng diện tích này phải có phương là phương tiếp tuyến với màng, có chiều ngược chiều với lực co lại của màng. Khi đạt đến trạng thái cân bằng thì độ lớn của ngoại lực bằng độ lớn của lực co lại của màng.

Tương tự như vậy, trên bề mặt chất lỏng có lực căng, do tác dụng của lực căng mà diện tích bề mặt chất lỏng co lại sao cho diện tích có giá trị nhỏ nhất. Nếu có một ngoại lực làm tăng diện tích bề mặt chất lỏng thì lực căng bề mặt sẽ chống lại. Từ đó, suy ra **lực căng bề mặt** chất lỏng có những đặc điểm sau (Hình 3.5.1):

- Tiếp tuyến với bề mặt khối chất lỏng tại nơi đang xét.
- Vuông góc với đoạn cong nguyên tố Δl ở bề mặt, tại nơi đó.
- Độ lớn của lực tỉ lệ với giá trị của Δl : $\Delta F = \alpha \Delta l$



Hình 3.5.1



Hình 3.5.2

Để hiểu bản chất vật lí của lực căng bề mặt, ta xét lực tác dụng phân tử lên các phân tử nằm ở bề mặt khối chất lỏng (như phân tử B, hình 3.5.1b và hình 3.5.1c). Trên hình 3.5.1a, lực f tác dụng lên phân tử B có phương vuông góc với mặt thoáng.

Lực này không làm phân tử dịch chuyển vào trong lòng khối chất lỏng vì các phân tử khác chống lại sự dịch chuyển ấy. Trên hình 3.5.1 chỉ ra các lực tương tác phân tử f_1 và f_2 theo phương song song với mặt thoáng. Khi bề mặt khối chất lỏng ở trạng thái cân bằng thì phân tử B bị hai lực cân bằng tác dụng, tổng hợp lực tác dụng lên phân tử B bằng không, phân tử B chỉ dao động xung quanh vị trí cân bằng của mình. Nhưng nếu chúng ta làm mất một trong hai lực phân tử tác dụng lên phân tử B thì do tác dụng của lực còn lại phân tử B dịch chuyển (Hình 3.5.1c).

Điều đó có nghĩa rằng lực tương tác phân tử và lực căng bề mặt có bản chất giống nhau. Trong trường hợp (hình 3.5.2b), lực căng bề mặt chưa thể hiện ra, còn trong trường hợp (Hình 3.5.1c) lực căng bề mặt đã thể hiện ra.

Có thể làm rõ hơn khái niệm lực căng bề mặt bằng một thí nghiệm đơn giản (hình 3.5.2). Dùng một khung cứng, trên đó có một thanh linh động b trượt dễ dàng trên khung. Nhúng khung vào nước xà phòng, rồi lấy ra. Trên khung có một màng xà phòng bao lấy thanh b.

Để màng khỏi co lại, cần phải tác dụng một lực f' lên thanh b. Khi ở trạng thái cân bằng thì độ lớn của lực f' bằng độ lớn của lực căng bề mặt f . Lực căng bề mặt f tiếp tuyến với bề mặt màng xà phòng, vuông góc với thanh b (vì lực căng bề mặt f chống lại sự tăng diện tích bề mặt của màng xà phòng).

Lưu ý rằng lực căng tác dụng lên cả hai bề mặt bọc thanh b. Dịch chuyển thanh b một đoạn dx , diện tích bề mặt màng xà phòng tăng một lượng là:

$$dS = 2ldx \quad (3.5.1)$$

Công thực hiện bởi lực f' trong dịch chuyển dx là:

$$dA = f'dx \quad (3.5.2)$$

Công này làm tăng diện tích bề mặt lên thêm dS , tức là làm tăng năng lượng bề mặt thêm một lượng có giá trị

$$adS = 2aldx \quad (3.5.3)$$

Do đó, ta có:

$$f = f' = 2al. \quad (3.5.4)$$

1.2. Dụng cụ thí nghiệm

Máy đo sức căng bề mặt DST-30 do hãng SEO – Hàn Quốc sản xuất sử dụng phương pháp vòng Du Nouy để đo.

Có rất nhiều phương pháp để đo sức căng bề mặt: Phương pháp vòng Du Nouy, phương pháp giọt tròn xoay, phương pháp áp suất bọt, phương pháp thể tích giọt, trong đó phương pháp vòng Du Nouy là phương pháp phổ biến và đơn giản nhất. Các thông số máy đo thể hiện ở bảng 3.5.1

Bảng 3.5.1

Thang đo	: 0-500 dynes/cm hoặc mN/m
Độ phân giải	: 1 dynes/m
Dung tích ống đựng mẫu lỏng	: 50, 70, 100 ml
Nhiệt độ điều chỉnh	: -10°C đến 100°C
<i>Nâng lên hạ xuống bằng tay.</i>	

***/*Chú ý:**

Vòng (Ring) trong máy đo sức căng bề mặt có vai trò rất quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả đo cũng như sai số.

Vì vậy cần tránh tác động lên vòng tròn của vòng để tránh gây thay đổi các số liệu chuẩn của vòng. Thực hiện xong thí nghiệm cần vệ sinh và bảo quản vòng cẩn thận.

1.3. Vận hành.

- Vệ sinh cho Ring.
- Vệ sinh vòng sử dụng một số dung môi để loại bỏ các tạp chất bám trên vòng trong các thí nghiệm để không ảnh hưởng đến kết quả (thường dùng các dung môi có độ phân cực cao như cồn, metanol...), sau đó rửa lại bằng nước cất.

2. Thực hành

2.1. Đo sức căng bề mặt tại lớp bề mặt phân cách của pha lỏng và pha khí

- Xét thí nghiệm đo sức căng bề mặt trong trường hợp pha lỏng là nước, pha khí là không khí.

- Chuẩn bị nước trong cốc, được ổn nhiệt tại nhiệt độ mong muốn nhờ máy ổn nhiệt.
- Treo quả móc lên giá. Đóng nắp trên của thiết bị.
- Treo vòng lên quả móc.
- Nhúng chìm vòng tròn xuống phía dưới bề mặt phân cách pha bằng cách điều chỉnh núm xoay (*Chú ý: nên nhúng chìm vòng sâu dưới bề mặt phân cách pha khoảng 5-6mm*).

- Cấp nguồn cho thiết bị,
- Bật máy, chờ màn hình ổn định. Khi hiển thị “*Push Enter*” thì nhấn “*Enter*”
- Vào mục “*Balance Mode*” bằng cách nhấn “*Enter*” để cài đặt tham số gốc về 0.
- Di chuyển sang chức năng “*Tare*” bằng các phím mũi tên rồi nhấn *Enter* để cài đặt tham số. Màn hình sẽ hiển thị “*Wait Zero Adjust*”. Sau khi cài đặt, màn hình sẽ hiển thị “*Weight 000,000g*”.

- Chọn “*End Mode*” để quay về màn hình bắt đầu và tiến hành đo.
- Chuyển sang chức năng đo sức căng bề mặt bằng cách di chuyển các phím mũi tên để chọn “*Tension Mode*”.

- Chọn “*Ring Mode*” và chuẩn bị cài đặt các tham số của vòng.
- Cài đặt các tham số của vòng tương ứng với thông số trên hộp chứa vòng. Trong quá trình điều chỉnh tham số, dùng phím “*Enter*” để di chuyển vị trí các số muốn điều chỉnh. Tăng giảm tham số bằng các phím mũi tên và tiếp tục nhấn “*Enter*” đến khi màn hình hiển thị cài đặt thông số *D-d* và nhiệt độ.

- Thông số *D-d* được định nghĩa là hiệu khối lượng riêng giữa 2 pha tại nhiệt độ đang xét. Ở thí nghiệm này 2 pha là pha nước và pha khí. Giả sử nhiệt độ đang xét là 20°C (có thể dùng nhiệt kế đo nhiệt độ tại thời điểm khảo sát, tra khối lượng riêng của nước ta được 0,998g/ml, khối lượng riêng của không khí là 0,001 g/ml. Vậy $D-d = 0,998 - 0,001 = 0,997\text{g/ml}$.

- Cài đặt thông số *D-d* và nhiệt độ cho máy. Nhấn “*Enter*” cho đến khi màn hình hiển thị “*Set Ring Start Enter Key*” thì nhấn “*Enter*”

- Đợi màn hình hiển thị “*Max G*” thì bắt đầu di chuyển từ từ cốc để nhấc vòng ra khỏi nước. Đến khi vòng hoàn toàn ra khỏi nước thì dừng rồi nhấn “*Enter*” để đọc kết quả. Giá trị “*Tens*” hiển thị trên màn hình là giá trị sức căng bề mặt của nước tại nhiệt độ cần đo.

- Các kết quả thu được ghi vào bảng 3.5.2.

*/***Chú ý:**

- Thí nghiệm cũng được tiến hành tương tự để đo sức căng bề mặt của nước tại các nhiệt độ khác nhau. Do khối lượng riêng phụ thuộc nhiệt độ nên *D* và *d* sẽ thay đổi phụ thuộc nhiệt độ, từ đó *D-d* sẽ thay đổi và cần cài đặt tham số này thích hợp.

- Thí nghiệm tiến hành tương tự để đo sức căng bề mặt của các chất lỏng khác mà không phải là nước như Etanol, methanol, benzene...

- Do các chất khác nhau thì khối lượng riêng của chúng khác nhau. Khi đó tham số khối lượng riêng sẽ được cài đặt tương ứng.

Bảng 3.5.2

<i>Thí nghiệm</i>	$t^{\circ}C$	$\overline{t^{\circ}C}$	$\Delta t^{\circ}C$	$t^0 = \overline{t^0} \pm \Delta t^0 C$	σ	$\overline{\Delta\sigma}$	$\sigma = \overline{\sigma} \pm \Delta\sigma$
Lần 1							
Lần 2							
Lần 3							

2.2. Đo sức căng bề mặt tại lớp phân cách của 2 pha lỏng có tỷ trọng khác nhau

Xét thí nghiệm đo sức căng lớp bề mặt phân cách pha tại 20°C giữa 2 pha lỏng là: pha nước có khối lượng riêng là 0,998g/ml, và pha kia là Diethyl ether có khối lượng riêng là 0,713g/ml (có thể thay thế loại chất lỏng khác ví dụ như dầu ăn, nhớt...).

- Chuẩn bị hỗn hợp trong cốc, được ổn nhiệt tại nhiệt độ mong muốn nhờ máy ổn nhiệt (chỉ tiến hành đo khi bề mặt phân cách pha đã hiện rõ ràng)

- Treo quả móc lên giá. Đóng nắp trên của thiết bị.

- Treo vòng lên quả móc.

- Nhúng chìm vòng tròn xuống phía dưới bề mặt phân cách pha bằng cách điều chỉnh núm xoay. Chú ý nên nhúng chìm vòng sâu dưới bề mặt phân cách pha khoảng 5-6mm.

- Cấp nguồn cho thiết bị,

- Bật máy, chờ màn hình ổn định. Khi màn hình hiển thị “Push Enter” thì nhấn Enter

- Vào mục “Balance Mode” bằng cách nhấn “Enter” để cài đặt tham số gốc về 0.

- Di chuyển sang chức năng “Tare” bằng các phím mũi tên rồi nhấn Enter để cài đặt tham số”. Màn hình sẽ hiển thị “Wait Zero Adjust”. Sau khi cài đặt, màn hình sẽ hiển thị “Weight 000,000g”. Chọn “End Mode” để quay về màn hình bắt đầu và tiến hành đo.

- Chuyển sang chức năng đo sức căng bề mặt bằng cách di chuyển các phím mũi tên để chọn “Tension Mode”.

- Chọn “Ring Mode” và chuẩn bị cài đặt các tham số của vòng.

- Cài đặt các tham số của vòng tương ứng với thông số trên hộp chứa vòng. Trong quá trình điều chỉnh tham số, dùng phím “Enter” để di chuyển vị trí các số muốn điều chỉnh. Tăng giảm tham số bằng các phím mũi tên và tiếp tục nhấn “Enter” đến khi màn hình hiển thị cài đặt thông số D-d và nhiệt độ.

- Thông số D-d được định nghĩa là hiệu khối lượng riêng giữa 2 pha tại nhiệt độ đang xét. Ở thí nghiệm này 2 pha là pha nước và pha Diethyl ether. Giả sử nhiệt độ đang xét là 20°C, tra khối lượng riêng của nước ta được 0,998g/ml, khối lượng riêng của Diethyl ether là 0,713 g/ml. Vậy $D-d = 0,998 - 0,713 = 0,285g/ml$

***/*Lưu ý:**

Với các chất lỏng khác nhau như: rượu, dầu ăn, nước rửa chén, nhớt...ta phải tra và tìm khối lượng riêng khác nhau và tương ứng với nhiệt độ phòng đang đo

- Cài đặt thông số D-d và nhiệt độ cho máy. Nhấn “Enter” cho đến khi màn hình hiển thị “Set Ring Start Enter Key” thì nhấn “Enter”.

- Đợi màn hình hiển thị “Max G” thì bắt đầu di chuyển từ từ cốc để nhấc vòng ra khỏi nước. Đến khi vòng hoàn toàn ra khỏi nước thì dừng rồi nhấn “Enter” để đọc kết quả. Giá trị “Tens” hiển thị trên màn hình chính là giá trị sức căng bề mặt của nước tại nhiệt độ cần đo. Di chuyển mũi tên để chọn “End” để kết thúc thí nghiệm và tiến hành thí nghiệm mới.

- Kết thúc thí nghiệm cần cố định giá và vệ sinh vòng sạch sẽ để không ảnh hưởng đến kết quả đo, tránh sai số. Ghi các giá trị đo vào bảng 3.5.3.

***/*Chú ý:** Vệ sinh lại vòng sau thí nghiệm. Thiết bị DST 30 được dùng rộng rãi để có thể xác định sức căng bề mặt phân cách pha giữa 2 pha với các chất lỏng có khối lượng riêng khác nhau mà không nhất thiết là nước

Bảng 3.5.3

<i>Thí nghiệm</i>	$t^0 C$	$\overline{t^0 C}$	$\Delta t^0 C$	$t^0 = \overline{t^0} \pm \Delta t^0 C$	σ	$\overline{\Delta \sigma}$	$\sigma = \overline{\sigma} \pm \Delta \sigma$
Lần 1							
Lần 2							
Lần 3							

2.3. Hiệu chuẩn

- Tại màn hình chức năng chính của máy “Balance Mode, Tension Mode”, nhấn các phím mũi tên để lựa chọn chức năng “Calibration Mode” bằng phím “Enter”

- Tiếp tục nhấn các phím mũi tên để lựa chọn mục “Calib” bằng phím “Enter”

- Đợi màn hình hiển thị thông báo “Load 50g Weight” thì đặt vật chuẩn có khối lượng 50g lên phía trên quả móc treo rồi nhấn “Enter”, máy sẽ tự động hiệu chuẩn.

Kết thúc quá trình hiệu chuẩn, màn hình máy sẽ hiển thị “Calib Complete”.

❖ Câu hỏi (bài tập) củng cố:

1. Có thể dùng lực kế nhạy để đo lực căng bề mặt và hệ số căng bề mặt của chất lỏng như phương pháp đo trong bài không? Nêu cách làm.

2. Trong thí nghiệm, tại sao khi cốc nước hạ xuống thì chỉ số “Max G” lại tăng dần?

3. So sánh giá trị của hệ số căng bề mặt xác định được trong thí nghiệm này với hệ số căng bề mặt σ của nước cất ở $20^0 C$ (lý thuyết)? Nếu có sai lệch thì nguyên nhân từ đâu?

4. Sai số của phép đo hệ số căng bề mặt σ trong bài thực hành này chủ yếu gây ra do nguyên nhân nào?

BÀI 6

ĐO ĐỘ NHỚT CHẤT LỎNG

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Khảo sát hiện tượng nhớt của chất lỏng
- Đo và so sánh được độ nhớt của các chất lỏng khác nhau

1. Những cơ sở làm bài thực hành

1.1. Lực nội ma sát

Khi chất lỏng chuyển động thành lớp trong ống hình, thì vận tốc giảm dần từ trục ống đến thành ống.

Nguyên nhân là do lực ma sát giữa lớp ngoài cùng với thành ống và lực nội ma sát giữa các lớp chất lỏng với nhau (Hình 3.6.1)

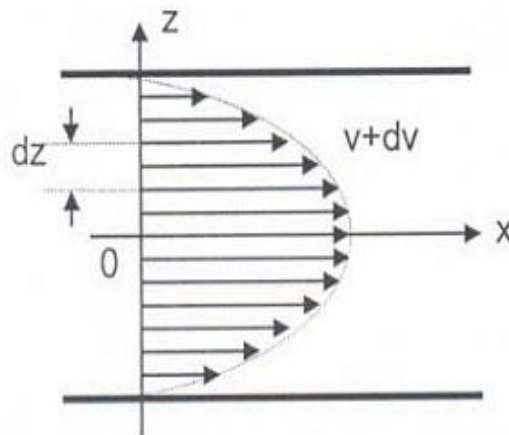
Lực nội ma sát F_{ms} giữa hai lớp chất lỏng sát nhau (cách nhau dz , chênh lệch vận tốc dv và diện tích tiếp xúc ΔS là:

$$F_{ms} = \eta \frac{dv}{dz} \Delta S \quad (3.6.1)$$

Với:

η : hệ số nhớt đặc trưng cho từng chất lỏng và phụ thuộc nhiệt độ (giảm dần khi tăng nhiệt độ).

Đơn vị tính: $kg/(m \cdot s)$

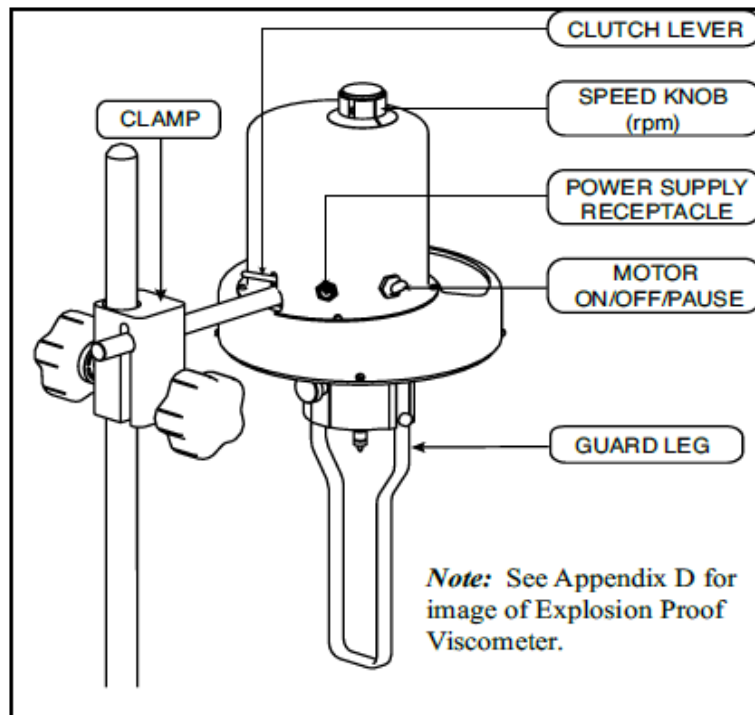


Hình 3.6.1.

1.2. Dụng cụ thí nghiệm

Máy đo độ nhớt chất lỏng Brookfield gồm các bộ phận (Hình 3.6.2):

- Hệ giá đỡ
- Thân máy.
- Cánh khuấy – LV Spindles.
- Núm điều chỉnh tốc độ quay của cánh khuấy – Speed Knob.
- Cổng nối nguồn điện – Power Supply.
- Công tắc điều chỉnh motor với 3 chế độ: *Bật, tắt, tạm dừng* – Motor On/Off/Pause.
- Chân bảo vệ -Guard Leg.
- Đòn bẩy – Clutch Lever.



Hình 3.6.2. Máy đo độ nhớt chất lỏng Brookfield

2. Thực hành

2.1. Các bước thực hiện.

- Lắp thân máy vào giá đỡ
 - Lắp chân bảo vệ vào thân máy cho LV Viscometer.
 - Chọn cánh khuấy thích hợp rồi lắp cánh khuấy (LVspindles) vào thân máy.
- Có 4 cánh khuấy *LV spindles* được chọn cho mỗi khoảng đo giá trị độ nhớt (bảng 3.6.1)

Bảng 3.6.1

Spindle	Range (cP)
LV-1 (61)	15 - 20.000
LV-2 (62)	50 - 100.000
LV-3 (63)	200 - 400.000
LV-4 (64)	1.0- 200.000.000

- Điều chỉnh sao cho máy ở trạng thái cân bằng bằng cách điều chỉnh các núm xoay chân đế để giọt nước nằm chính giữa (Hình 3.6.3).



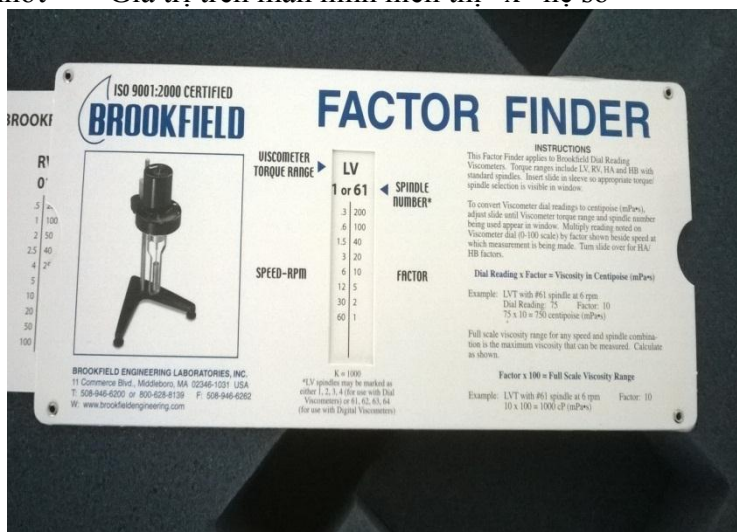
Hình 3.6.3

- Cắm nguồn cho thiết bị (Hình 3.6.4)



Hình 3.6.4

- Chuẩn bị dung dịch cần đo độ nhớt, hạ trục chính kèm chân đỡ xuống dung dịch cần đo độ nhớt bằng núm xoay trên giá đỡ.
- Chọn tốc độ quay cho cánh khuấy.
- Bật công tắc động cơ đến vị trí *ON*.
- Để máy ổn định theo thời gian, thời gian có thể thay đổi tùy thuộc vào chất lỏng cần đo. Nên để tối thiểu chạy được 5 vòng đo trước khi đọc kết quả
- Để đọc kết quả, nhấn đòn bẫy xuống và giữ nguyên vị trí của nó. Chuyển giá trị động cơ về trạng thái *Pause* hoặc *Off*.
- Đọc giá trị trên màn hình hiển thị. Giá trị này gọi là % mô-men xoắn
- Chuyển đổi giá trị % mô-men xoắn này về giá trị độ nhớt cần đo bằng cách sử dụng công thức sau – đi kèm với hệ số tương ứng với mỗi loại trục chính.
- “Giá trị độ nhớt” = “Giá trị trên màn hình hiển thị” x “hệ số”



Hình 3.6.5

- Hệ số tương ứng với mỗi loại trục chính sẽ được tra theo Bảng 3.6.1
- Chuyển động cơ đến vị trí *OFF* khi dừng việc đo hoặc khi thay đổi trục chính hoặc mẫu. Làm sạch trục chính để giá trị đo không bị ảnh hưởng đến những lần đo tiếp theo.

Ví dụ:

Giá trị hiển thị trên màn hình là 75 (khi sử dụng trục chính là 61, với tốc độ quay của trục chính là 12, dựa vào bảng 3.6.1 và bảng 3.6.2 tra cứu)

Giá trị độ nhớt : $75 \times 5 = 375 \text{ cP (mPa.s)}$

Bảng 3.6.2

LV Series Viscometer							
Spindle Number							
1 & 61		2 & 62		3 & 63		4 & 64	
0.3	200	0.3	1K	0.3	4K	0.3	20K
0.6	100	0.6	500	0.6	2K	0.6	10K
1.5	40	1.5	200	1.5	800	1.5	4K
3	20	3	100	3	400	3	2K
6	10	6	50	6	200	6	1K
12	5	12	25	12	100	12	500
30	2	30	10	30	40	30	200
60	1	60	5	60	20	60	100

2.2. Thực hành đo độ nhớt

- Thực hành đo tuần tự với 2 loại chất lỏng khác nhau (nhớt và nước rửa chén hoặc dầu, có sẵn tại phòng thí nghiệm).
- Mỗi chất lỏng thí nghiệm với 4 thanh kim loại đo khác nhau (61, 62, 63 và 64).
- Ghi kết quả vào bảng 3.6.3

Bảng 3.6.3

Đại lượng đo	Lần 1	Lần 2	Lần 3	$\bar{\eta}$	$\Delta\eta$	$\eta = \bar{\eta} + \Delta\eta$
v						
L						
η						

❖ Câu hỏi (bài tập) củng cố:

1. Hiện tượng nhớt là gì?
2. Nêu ý nghĩa của hệ số nhớt và ứng dụng của hệ số nhớt trong *y học*.
3. Hệ số nhớt có phụ thuộc vào nhiệt độ không? Tại sao?

BÀI 7

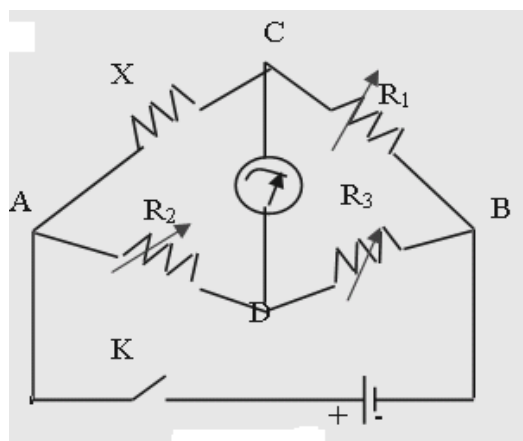
ĐO ĐIỆN TRỞ BẰNG CẦU DÂY

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Lắp ráp được mạch điện và các cách ghép điện trở (ghép nối tiếp và ghép song song) và kiểm tra các định luật về dòng điện.
- Đo và tính trị số các điện trở bằng cầu dây.

1. Những cơ sở làm bài thực hành

- Cầu dây là dạng biến đổi của cầu wheatston. Cầu wheatston là một hệ thống mạch điện như hình 3.7.1

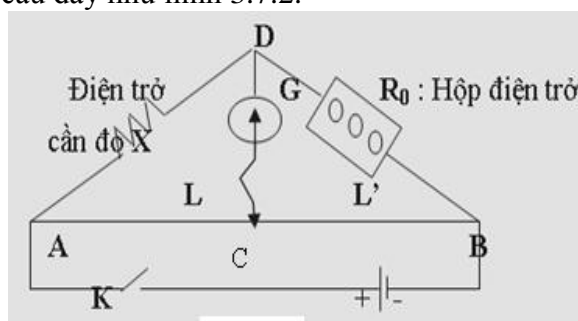


Hình 3.7.1

- Đóng kín mạch điện, điều chỉnh R_1, R_2, R_3 sao cho kim điện kế G chỉ số 0 (không có dòng điện qua CD). Lúc đó cầu bằng ($V_C = V_D$). Ta có điện trở X được tính:

$$X = R_1 \frac{R_2}{R_3} \quad (3.7.1)$$

- Nếu ta thay thế đoạn mạch ACB bằng một dây kim loại đồng chất, tiết diện đều, cầu Wheatston sẽ trở thành cầu dây như hình 3.7.2.



Hình 3.7.2

- Trong cầu dây, con chạy C di chuyển trên đoạn AB, khi cầu cân bằng, ta có:

$$R_{AC} = \rho \frac{L}{S}; \quad (3.7.2)$$

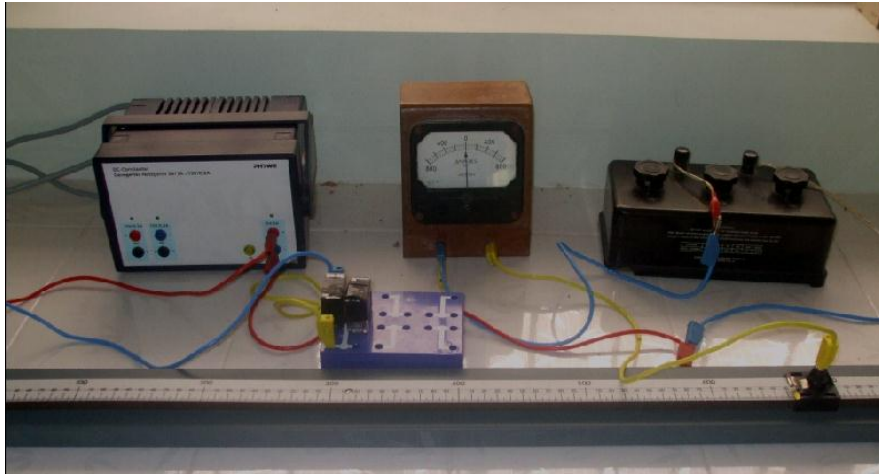
$$R_{BC} = \rho \frac{L'}{S}; \quad (3.7.3)$$

$$X = R_0 \frac{L}{L'} \quad (3.7.4)$$

2. Thực hành

2.1. Dụng cụ thí nghiệm

- 1 điện kế G
- 1 sợi dây căng thẳng trên một thước 1m, chia đến mm
- 1 hộp điện trở chuẩn (sai số tương đối : $\Delta R / R = 1\%$)
- 1 hộp gắn các điện trở cần đo
- 1 ngắt điện K (Hình 3.7.3)



Hình 3.7.3

2.2. Kiểm tra kĩ các dây nối

- Các cầu dây phải thật chặt
- Dây không rỉ sét
- Các dây càng ngắn càng tốt

2.3. Tiến hành ráp mạch và đo

- Mắc mạch điện như hình 2
- Với các điện trở lần lượt cần đo: X_1, X_2, X_3 và X_4 .
- Đặt con chạy C ở trung điểm dây AB (vạch chia 50 cm trên thước), lần lượt thực hiện theo thứ tự các bước sau:

- **Bước 1:** Đặt hộp điện trở ở giá trị điện trở chuẩn 0Ω , ấn con chạy C tiếp xúc dây AB, bấm khóa K, xem chiều lệch của kim điện kế G (ghi nhớ chiều lệch này).

- **Bước 2:** Đặt hộp điện trở chuẩn ở giá trị lớn nhất ($99,9\Omega$), ấn con chạy C tiếp xúc dây AB, bấm khóa K, xem chiều lệch của kim điện kế (ghi nhớ chiều lệch này).

- **Bước 3:** Từ bước 1 và bước 2 so sánh giá trị của kim điện kế với giá trị của hộp điện trở chuẩn. Rút ra nhận xét để điều chỉnh giá trị của hộp điện trở chuẩn sao cho giảm dần độ lệch của kim điện kế G, cho đến khi kim điện kế G không còn lệch.

*/**Chú ý:**

Trong trường hợp thay đổi giá trị nhỏ nhất trên hộp điện trở ($0,1\Omega$) mà kim điện kế lệch theo hai hướng ngược nhau thì *ngung điều chỉnh hộp điện trở chuẩn* và di chuyển con chạy khỏi vạch 50cm.

- **Bước 4:** Thực hiện đo lần lượt các điện trở:

$$X_1; X_2; X_3(X_3=X_1 \text{ nt } X_2) \text{ và } X_4(X_4=X_1//X_2)$$

- **Bước 5:** Lập bảng ghi kết quả vào bảng 3.7.1

Bảng 3.7.1

Điện trở đo	$R_0(\Omega)$	$L=AC$ (cm)	$L'=BC$ (cm)	$X = R_0 \frac{L}{L'}$	\bar{X}	ΔX	$X = \bar{X} \pm \Delta X$
X_1							
X_2							
$X_3 = X_1 \text{ nt } X_2$							
$X_4 = X_1 // X_2$							

- Để tính trung bình của mỗi đại lượng X_1 ; X_2 ; X_3 và X_4 , đo mỗi đại lượng 3 lần

❖ **Câu hỏi (bài tập) củng cố:**

1. Chứng minh khi cầu wheatston cân bằng, ta có: $X = R_1 \frac{R_2}{R_3}$
2. Viết công thức tính theo lý thuyết 2 điện trở mắc nối tiếp và 2 điện trở mắc song song?
3. Công thức tính ΔL , ΔX (bảng 1)?
4. Áp dụng các công thức ở câu 2 (theo công thức lý thuyết) tính X'_3 và X'_4 rồi so sánh X_3 và X_4 đã tính ở bảng 1:
 - a. $X'_3 = (X_1 \text{ nt } X_2)$; $X'_4 = (X_1 // X_2)$
 - b. So sánh: X_3 (với) X'_3 ; X_4 (với) X'_4
 - c. Kết luận?
5. Hãy cho biết sai số tương đối của hộp điện trở chuẩn là bao nhiêu?
6. Hãy cho biết khi điều chỉnh con chạy C trên thước dây ta có thể vừa di chuyển vừa cho con chạy tiếp xúc với dây được hay không? Giải thích tại sao?
7. Hãy cho biết tại sao khi điều chỉnh cho mạch cầu cân bằng ta lại phải thực hiện bước 1 và 2? (khi con chạy ở trung điểm dây AB, điều chỉnh hộp điện trở 0Ω rồi ấn con chạy tiếp xúc và quan sát điện kế G, tương tự khi hộp điện trở $99,9 \Omega$)
8. Hãy cho biết đặc tính của dây kim loại trong bài câu dây?
9. Tại sao các dây dùng để ráp mạch phải càng ngắn càng tốt?

BÀI 8

CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG HÌNH HỌC

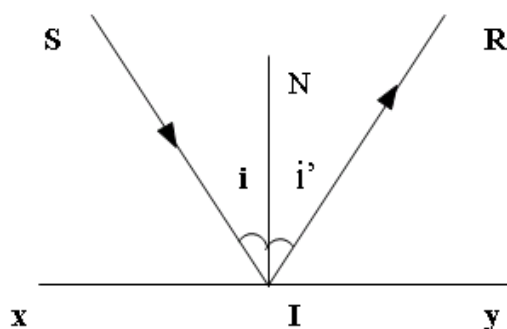
❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Khảo sát định luật phản xạ và khúc xạ ánh sáng.
- Minh họa tính chất thuận nghịch của chiều truyền ánh sáng.
- Kiểm chứng lại định luật khúc xạ thông qua đo chiết suất hai môi trường khác nhau

1. Những cơ sở làm bài thực hành

1.1. Định luật phản xạ ánh sáng

- **Hiện tượng phản xạ ánh sáng:** Hiện tượng tia sáng bị đổi hướng, trở lại môi trường cũ khi gặp một bề mặt nhẵn gọi là hiện tượng phản xạ ánh sáng (Hình 3.8.1)



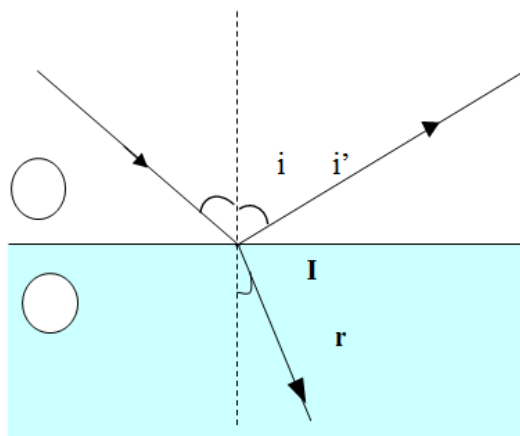
Hình 3.8.1

Với :

- SI : là tia tới.
- IN : là pháp tuyến, I là điểm tới.
- IR : là tia phản xạ.
- i : là góc tới
- i' : là góc phản xạ.
- $i = i'$ (góc phản xạ bằng góc tới).

1.2. Định luật khúc xạ ánh sáng

- **Hiện tượng khúc xạ ánh sáng:** Hiện tượng khi ánh sáng truyền qua mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt, tia sáng bị gãy khúc (đổi hướng đột ngột) ở mặt phân cách gọi là hiện tượng khúc xạ ánh sáng (Hình 3.8.2)



Hình 3.8.2

Với :

- IR: tia khúc xạ.
- NN': là pháp tuyến tại I.
- i: là góc tới.
- r: là góc khúc xạ.
- SI : tia tới.

- **Định luật khúc xạ ánh sáng:**

+ Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới (tạo bởi tia tới và pháp tuyến) và ở phía bên kia pháp tuyến so với tia tới.

+ Với hai môi trường trong suốt nhất định, tỉ số giữa sin góc tới (sini) và sin góc khúc xạ (sinr) luôn không đổi.

- Khi chùm tia sáng khúc xạ ở mặt phân cách hai môi trường, ta có:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad (3.8.1)$$

Với:

n_1 : là chiết suất của môi trường tới

n_2 : là chiết suất của môi trường khúc xạ

Hay:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} \quad (3.8.2)$$

- n_{21} gọi là *chiết suất tỉ đối*
- *Chiết suất tuyệt đối* của môi trường là chiết suất của nó đối với chân không.

Ta có:
$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3.8.2)$$

1.3. Hiện tượng phản xạ toàn phần

- Khi một tia sáng truyền từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém thì sẽ có hiện tượng phản xạ toàn phần xảy ra.

- **Điều kiện để xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần là:**

+ Góc tới lớn hơn hoặc bằng góc giới hạn: $i \geq i_{gh}$

+ Ánh sáng truyền từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang hơn kém ($n_1 > n_2$)

- Góc giới hạn được tính:
$$\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3.8.3)$$

- **Nếu môi trường chiết quang kém là không khí, thì $n_2 = 1$**

$$\Rightarrow \sin i_{gh} = \frac{1}{n_1} \quad (3.8.4)$$

1.4. Cấu tạo của Lăng kính

- Lăng kính là một khối chất trong suốt, đồng chất (thủy tinh, nhựa...), thường có dạng lăng trụ tam giác.

- Khi sử dụng lăng kính, chùm tia sáng hẹp được chiếu truyền qua lăng kính trong một mặt phẳng vuông góc với cạnh của khối lăng trụ. Do đó, lăng kính được biểu diễn bằng tam giác tiết diện thẳng (Hình 3.8.3)

- Các phần tử của lăng kính gồm: cạnh, đáy, hai mặt bên.

- **Các công thức lăng kính:**

$$\sin i_1 = n \sin r_1; \quad (3.8.5)$$

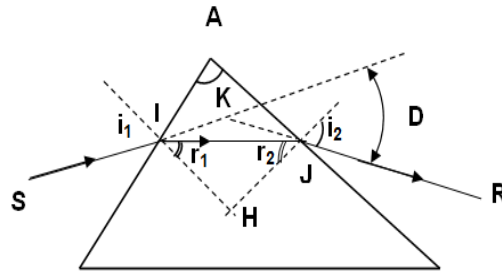
$$A = r_1 + r_2 \quad (3.8.6)$$

$$\sin i_2 = n \sin r_2 ;$$

$$(3.8.7)$$

$$D = i_1 + i_2 - A$$

$$(3.8.8)$$



Hình 3.8.3

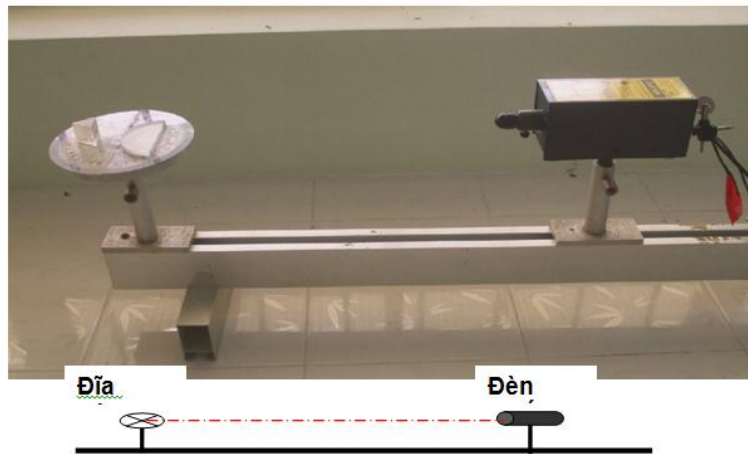
Với :

- A : là góc chiết quang.
- D : Là góc lệch (tạo bởi tia tới và tia ló).

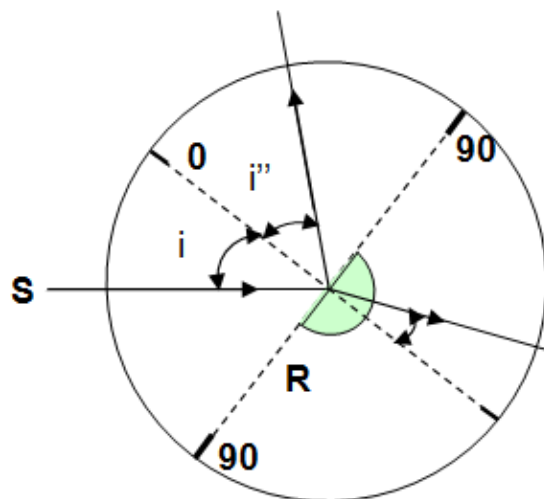
2. Thực hành

2.1. Các dụng cụ thí nghiệm

- Đĩa quang học: đĩa tròn có chia độ, quay quanh một trục nằm ngang.
- Một đèn chiếu dùng để tạo chùm tia sáng tới hẹp.
- Bản thủy tinh mỏng hình bán nguyệt.
- Một lăng kính (Hình 3.8.4 và 3.8.5)



Hình 3.8.4



Hình 3.8.5

2.2. Hiện tượng khúc xạ ánh sáng và hiện tượng phản xạ toàn phần

2.2.1. Đo chiết suất của bản mỏng thủy tinh hình bán nguyệt

- Trường hợp này, ánh sáng truyền từ môi trường chiết quang kém sang môi trường chiết quang hơn (ánh sáng đi từ không khí vào bản mỏng)

- **Bước 1:** Gắn bản mỏng thủy tinh hình bán nguyệt vào đĩa như hình 6.5. Lưu ý tâm bán trụ trùng tâm đĩa quang học, điều chỉnh nguồn cho tia sáng tập trung tại 1 điểm.

- **Bước 2:** Chiếu chùm tia sáng hẹp vào mặt phẳng hình bán nguyệt ở tâm.

- **Bước 3:** Thay đổi góc tới, quan sát góc khúc xạ tương ứng. Tia khúc xạ quan sát từ lúc vừa rời bản mỏng thủy tinh. Ghi nhận các giá trị lập bảng 3.8.1

Bảng 3.8.1

Góc đo	i	r	$\sin i$	$\sin r$	$\frac{\sin i}{\sin r} = n$
Trường hợp 1	15°				
Trường hợp 2	30°				
Trường hợp 3	45°				
Trường hợp 4	60°				
Trường hợp 5	80°				
	\bar{n}				
	Δn				
	$n = \bar{n} \pm \Delta n$				

/ **Lưu ý:**

- Chiết suất của không khí là 1.

- Để tính Δn trong bảng 1 ta lấy một trong các trường hợp nào đó bất kỳ trong bảng

2.2.2. Tìm góc giới hạn khi xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần

- Trong trường hợp này, ánh sáng truyền từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém (ánh sáng đi từ bản mỏng ra không khí).

- Vẫn chiếu tia sáng theo đường bán kính vào mặt cong của bản thủy tinh. Lúc này môi trường tới là thủy tinh, môi trường chứa tia khúc xạ là không khí.

- Thay đổi góc tới, quan sát sự thay đổi góc khúc xạ. Tiếp tục thay đổi góc tới, đến một lúc nào đó, quan sát thì thấy tia khúc xạ không đi ra ngoài không khí mà chỉ còn trong bản mỏng thủy tinh.

- Khi góc tới tăng đến giá trị i nào đó tia khúc xạ là trên mặt phân cách (thủy tinh – không khí). Đo góc tới và góc khúc xạ lúc này.

- Tiếp tục tăng góc tới, tới khi thấy tia khúc xạ biến mất. Lúc đó có hiện tượng phản xạ toàn phần xảy ra. Lúc này góc tới $i_{\text{mix}} = i_{\text{gh}}$. Nhận xét tia phản xạ về độ sáng so với ban đầu. Đo nhiều lần và xác định góc giới hạn lúc này. Lập giá trị bảng 3.8.2.

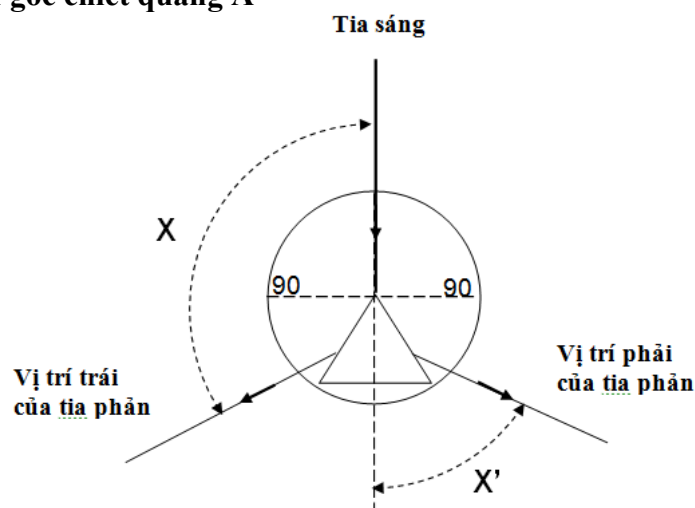
- So sánh góc đo với công thức lý thuyết 3. Tìm sai số của phép đo góc giới hạn (chiết suất n của thủy tinh đã tính được từ bảng 3.8.1)

Bảng 3.8.2

Phép đo	i_{gh}	$\sin i_{\text{gh}}$	\bar{i}_{gh}	$\overline{\sin i}_{\text{gh}}$	Δi_{gh}	$i = \bar{i}_{\text{gh}} \pm \Delta i_{\text{gh}}$
Lần 1						
Lần 2						
Lần 3						

2.3. Đo góc chiết quang A của lăng kính và góc lệch cực tiểu

2.3.1. Xác định góc chiết quang A



Hình 3.8.6

- **Bước 1:** Đặt lăng kính lên đĩa ngang sao cho đĩa của lăng kính trùng với tâm đĩa, cố định đĩa quay.

- **Bước 2:** Quan sát tia phản xạ trên mặt bên trái của lăng kính. Đọc giá trị X của tia phản xạ ở mặt bên trái trên đĩa tròn. Ghi giá trị X vào bảng 3.

- **Bước 3:** Giữ nguyên vị trí lăng kính. Làm tương tự như bước 2 để xác định giá trị X' của tia phản xạ ở bên phải của lăng kính (Hình 8.6).

- Khi đó góc chiết quang A được xác định bởi công thức:

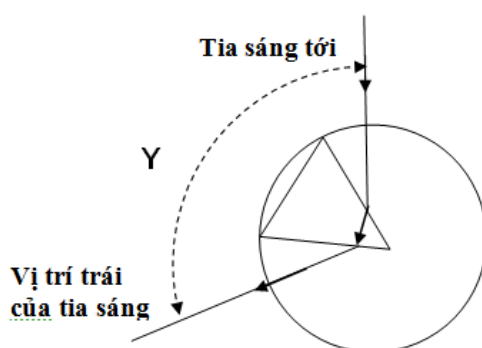
$$A = \frac{|X - X'|}{2} \quad (3.8.9)$$

- **Bước 4:** Ghi giá trị A vào bảng 3.

***/ * Chú ý:** Sau mỗi lần đo góc chiết quang A thì đo góc lệch cực tiểu D_{\min} luôn.

2.3.2. Xác định góc lệch cực tiểu D_{\min}

- **Bước 1:** Đặt lăng kính lên đĩa ngang sao cho tia sáng khúc xạ sang bên trái (hình 3.8.7).



Hình 3.8.7

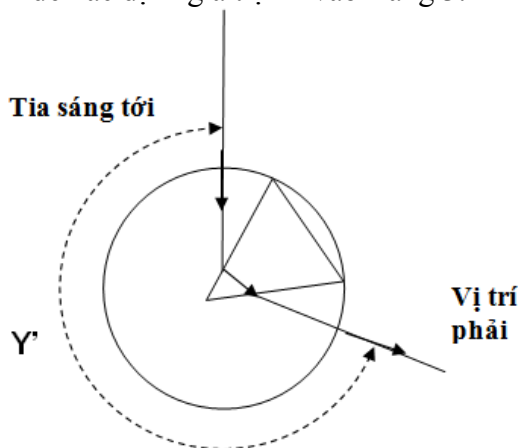
- **Bước 2:** Sau đó, vừa quay đĩa đặt lăng kính theo chiều kim đồng hồ, mắt vừa theo dõi sự di chuyển tia khúc xạ cho đến thấy tia khúc xạ này dừng lại rồi di chuyển ngược chiều.

- Ứng với vị trí dừng lại của tia khúc xạ chính là vị trí của lăng kính cho góc lệch cực tiểu. Xác định giá trị Y trên đĩa tròn tại vị trí dừng lại của tia khúc xạ. Ghi giá trị Y vào bảng 3.

***/ * Chú ý:** Khi quay đĩa đặt lăng kính, nếu thấy tia khúc xạ khi di chuyển mà không có vị trí nào dừng lại thì quay theo chiều ngược lại.

- **Bước 3:** Quay đĩa đặt lăng kính sao cho tia sáng khúc xạ sang bên phải (hình 3.8.8).

Làm tương tự như bước 2 để xác định giá trị Y' vào Bảng 3.



Hình 3.8.8

- Góc lệch cực tiểu được xác định bằng biểu thức:

$$D_{\min} = \frac{|Y - Y'|}{2} \quad (3.8.10)$$

- **Bước 4:** Ghi nhận giá trị D_{\min} vào bảng 3.

- **Bước 5:** Tính chiết suất của lăng kính theo công thức:

$$n = \frac{\sin \frac{A + D_{\min}}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \quad (3.8.11)$$

- Ghi nhận giá trị chiết suất n vào bảng 3.8.3

Bảng 3.8.3

Lần	X	X'	A	Y	Y'	D_{\min}	n	\bar{n}	Δn	$n = \bar{n} \pm \Delta n$
1										
2										
3										

❖ **Câu hỏi (bài tập) củng cố:**

- Nêu công thức tính chiết suất tỉ đối của thủy tinh.
- Điều kiện phản xạ toàn phần. Công thức tính góc giới hạn.
- Tại sao ở mặt cong của bán trụ, chùm tia tới truyền theo phương bán kính lại truyền thẳng?
- Trình bày khái niệm pháp tuyến của mặt phân cách.
- Trình bày khái niệm hiện tượng phản xạ và khúc xạ ánh sáng.
- Môi trường thủy tinh và không khí thì môi trường nào là chiết quang hơn, chiết quang kém?
- Hãy cho biết hiện tượng phản xạ toàn phần là gì?
- Tại sao khi tia tới chiếu vào mặt cong của bán thủy tinh và truyền theo phương bán kính thì lại truyền thẳng?
- Từ công thức tính chiết suất của lăng kính, cho $n = 1,5$; $D_{\min} = 40^\circ$, tính A?
- Từ công thức tính chiết suất của lăng kính, cho $n = 1,5$; $A = 60^\circ$, tính D_{\min} ?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

❖ **TÀI LIỆU THAM KHẢO ĐỂ BIÊN SOẠN NỘI DUNG MÔN HỌC:**

1. Giáo trình Vật lý Đại cương A1, Đặng Diệp Minh Tân. Đại học Trà Vinh – 2014
2. Giáo trình Vật lý Đại cương A2, Nguyễn Văn Sáu. Đại học Trà Vinh – 2014
3. Giáo trình Vật lý Đại cương, Cô Thị Thúy. Đại học Trà Vinh – 2015
4. Cơ sở Vật lý: tập I, II, III, IV, V– David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker. NXB Giáo dục – 1996.
5. Vật lý đại cương tập III- Ngô Phú An, Lương Duyên Bình, Vũ Đình Cự. NXB Giáo Dục – 1986.
6. Bài tập Vật lý đại cương - Phạm Viết Trinh, Nguyễn Văn Khánh, Lê Văn. NXB Giáo Dục – 1982
7. Vật lý đại cương tập I, II, III, IV- Ngô Phú An, Lương Duyên Bình, Vũ Đình Cự. NXB Giáo Dục – 1996.
8. Bài tập vật lý đại cương-tập hai- Lương Duyên Bình- Lê Văn Nghĩa- Nguyễn Quang Sinh, Nguyễn Hữu Hồ. NXB Giáo Dục – 1997

❖ **TÀI LIỆU THAM KHẢO ĐỀ NGHỊ CHO HỌC VIÊN:**

1. Giáo trình Vật lý Đại cương A1, Đặng Diệp Minh Tân. Đại học Trà Vinh – 2014
2. Giáo trình Vật lý Đại cương A2, Nguyễn Văn Sáu. Đại học Trà Vinh – 2014
3. Giáo trình Vật lý Đại cương, Cô Thị Thúy. Đại học Trà Vinh – 2015
4. Vật lý đại cương tập I, II, III, IV- Ngô Phú An, Lương Duyên Bình, Vũ Đình Cự. NXB Giáo Dục – 1996.
5. Bài tập vật lý đại cương-tập hai- Lương Duyên Bình- Lê Văn Nghĩa- Nguyễn Quang Sinh, Nguyễn Hữu Hồ. NXB Giáo dục – 1997
6. Phạm Viết Trinh, Nguyễn Văn Khánh, Lê Văn. Bài tập Vật lý đại cương. NXB Giáo dục–1982.

PHỤ LỤC

Phụ Lục A: An toàn phòng thí nghiệm

Nội quy phòng thí nghiệm được đề ra để đảm bảo an toàn cho mọi người khi làm việc.

Sinh viên cần được giáo dục để nhận thức được tầm quan trọng của nội quy này. Mỗi sinh viên cần phải nắm vững những nội quy này trước khi bắt đầu các bài thực hành của mình trong phòng thí nghiệm và có lịch làm việc cụ thể.

Sinh viên cần phải chuẩn bị trước bài thực tập thông qua việc đọc tài liệu trước ở nhà. Nhờ vậy, có thể biết trước những việc phải làm, những dụng cụ, những thiết bị sẽ cần dùng. Đồng thời, phải nắm vững nguyên lý làm việc của từng thiết bị, dụng cụ để sử dụng đúng cách.

(Sự chuẩn bị này sẽ được kiểm tra thông qua sổ tay thực hành của sinh viên).

***/ * Khi làm việc trong phòng thí nghiệm, sinh viên:**

1. **Không được** ăn uống, hút thuốc trong phòng thí nghiệm.
2. **Không được** chạy nhảy, đùa nghịch hoặc sử dụng dụng cụ thí nghiệm sai mục đích.
3. Nếu làm đổ, vỡ bất kỳ vật gì trong phòng thí nghiệm thì phải thông báo ngay cho giáo viên phụ trách và có trách nhiệm thu dọn hiện trường.
4. Giáo trình thực tập, sách vở cần phải gọn gàng, đúng chỗ tránh xa hóa chất, bếp lửa.
5. Sau khi kết thúc thí nghiệm, sinh viên phải có trách nhiệm dọn vệ sinh nơi mình làm việc và phân công lẫn nhau để dọn vệ sinh những nơi dùng chung và toàn phòng thí nghiệm.

Phụ Lục B: Ghi chép thực tập

Mục đích của ghi chép là để chuyển những kết quả của thí nghiệm tới người khác, nhờ vậy mà những người này có cơ hội thể lặp lại thí nghiệm hoặc sử dụng những kinh nghiệm đã đạt được.

Có rất nhiều loại ghi chép khác nhau, mỗi loại phục vụ cho mục tiêu riêng.

1. Sổ ghi chép thực tập

- Ghi những thông tin ngắn gọn, tối thiểu về bài thực hành. Kết quả của từng thí nghiệm phải luôn được lưu lại trong khi thao tác, thực hành.

2. Báo cáo thực tập (chi tiết)

- Miêu tả chi tiết thí nghiệm và cả cơ sở khoa học của thí nghiệm

3. Báo cáo thực tập (ngắn gọn)

- Chỉ viết những vấn đề quan trọng và kết quả thí nghiệm.

4. Báo cáo bằng lời

- Sinh viên thảo luận với nhau về nội dung bài thực hành và đề nghị giáo viên giải đáp những thắc mắc nảy sinh trong khi làm thí nghiệm.

Những tóm tắt, tổng kết rút ra từ thí nghiệm được trình bày trên giấy khổ lớn (bé nhất là khổ A3) và được treo trên tường. Sinh viên thường sử dụng cách này để tiến hành thảo luận trên lớp.

Phụ Lục C: Sổ theo dõi thực tập

****/** Mục đích chính của sổ theo dõi là:***

- Ghi vào trong sổ theo dõi thực tập quá trình chuẩn bị thí nghiệm cũng như các thao tác, các bước tiến hành thí nghiệm. Sự thông thạo các bước tiến hành hoặc sự tuân thủ lịch trình sẽ giúp ta kiểm soát được các thí nghiệm hoặc thực nghiệm.

- Sự đăng kí hay sắp xếp tốt các bước tiến hành và quan trắc cẩn thận sẽ giúp ích trong việc làm báo cáo.

- Chúng ta không thể nhớ hết các việc đã làm để viết báo cáo nếu chúng ta không ghi vào sổ theo dõi.

- Cần phải chú ý nhiều hơn đến các thao tác và các sự quan trắc không được đề cập trong sách hướng dẫn.

- Sổ theo dõi là phương tiện giao tiếp tốt nhất. Những điều ghi trong sổ theo dõi cần phải rõ ràng để mọi người đều có thể đọc được.

- Cần phải để ý đến sổ theo dõi. Sau mỗi buổi thực tập nên kiểm tra lại sổ để xem mọi điều ghi được đã rõ ràng chưa.

Các hướng dẫn

- Cần phải có nội dung tốt.
- Cần phải đánh số tất cả các trang.
- Cần phải dùng bút bi để viết, không dùng bút chì.
- Số liệu ghi được là số liệu thô, nghĩa là các số liệu chưa được tính toán.
- Các số liệu phải rõ ràng để có thể đọc được.
- Luôn ghi số liệu ở trang bên phải.
- Trang bên trái còn lại dùng để mô tả số liệu.
- Cần phải trình bày báo cáo theo đúng qui định.
- Luôn ghi thời gian, ngày thực hiện thí nghiệm.
- Luôn ghi số thứ tự, tên bài thí nghiệm.
- Ghi chú tất cả những ngoại lệ.
- Ghi lại tất cả những thiết bị đã sử dụng (tên, số hiệu, loại, công suất...).
- Ghi lại ngày kiểm tra thiết bị gần nhất.
- Ghi lại mã số của tất cả hóa chất đã sử dụng.
- Ghi lại các biện pháp an toàn đã áp dụng.

Tất cả những nội dung trên đều cần phải ghi vào sổ theo dõi nếu như có thể. Mỗi sinh viên đều phải có sổ theo dõi thí nghiệm riêng của mình ngay cả khi họ cùng làm trong một nhóm.

Phụ Lục D: Viết tường trình thực tập

Viết là một trong những hình thức trao đổi thông tin quan trọng đối với mọi ngành khoa học. Để viết một cách khoa học trước tiên chúng ta phải lập ra một dàn ý chung cho toàn bài, để đảm bảo không quên một nội dung nào và toàn bộ công việc.

Trong thí nghiệm, toàn bộ số liệu phải được ghi trong sổ theo dõi thực tập. Tường trình thực tập phải chứa đủ tất cả các thông tin liên quan đến bài thực hành. Nó phải được viết sao cho:

- Người đọc thu nhận được thông tin nhanh và rõ ràng.
- Những người quan tâm có thể lặp lại thí nghiệm từ những thông tin thu được kể trên.

Ngày nay, tường trình thực tập thường được viết trên máy tính. Ưu điểm của báo cáo khi viết trên máy tính là:

- Rõ ràng, sạch sẽ.
- Có thể thay đổi dễ dàng
- Đồ thị, bảng biểu rõ ràng, đẹp.

Không phải tất cả các chi tiết của từng thí nghiệm đều phải đưa vào tường trình thực tập mà tùy thuộc vào từng bài cụ thể, có thể chọn lọc thông tin để thu được bản tường trình tốt. Thông thường, các thông tin chi tiết được viết trong tường trình thực tập như sau:

- Tên bài làm thí nghiệm.
- Các thông tin về bản thân người viết tường trình: họ và tên, khóa, lớp, ngày, tháng, năm,....
- Tóm tắt, miêu tả thí nghiệm và kết quả (nếu là báo cáo tóm tắt).
- Mở đầu: Giới thiệu môn học, mục đích của thí nghiệm, vấn đề mà thí nghiệm sẽ giải quyết, cách tiến hành.
- Lý thuyết: miêu tả ngắn gọn cơ sở lý thuyết của thí nghiệm.
- Phương pháp tiến hành và vật liệu nghiên cứu: miêu tả những nguyên vật liệu thí nghiệm sử dụng, phương pháp tiến hành. Chủ yếu tên và số thứ tự bài cũng được nhắc tới. Ngoài ra, mọi sự thay đổi trong khi thực hiện cũng được ghi chép.
- Kết quả: đây là phần quan trọng nhất của báo cáo. Tất cả các số liệu cần được viết ngắn gọn, rõ ràng và khoa học (bảng số liệu, vẽ đồ thị, ...).
- Thảo luận và kết luận: Giải thích kết quả đạt được, kết luận và đề nghị nêu ở phần này.
- Tài liệu tham khảo: danh mục sách và các thông tin thu được từ các nguồn khác như tạp chí, băng đĩa, mạng điện tử...
- Sinh viên có thể viết tường trình theo mẫu sau:

Lớp:
Nhóm:; Tổ:

Họ tên:

1. MSSV
2. MSSV
3. MSSV
4. MSSV

BẢNG PHÚC TRÌNH

Bài:

Ngày thực hành:

I. MỤC ĐÍCH

II. CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

- 1.
- 2.
- 3.

III. KẾT QUẢ THỰC HÀNH

Bảng 1:
Bảng 2:
Bảng 3:

IV. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THU ĐƯỢC

V. TRẢ LỜI CÂU HỎI LÝ THUYẾT

(*Chú ý:* nếu trong các bảng có yêu cầu tính độ ngờ (Δ) của đại lượng nào thì phải trình bày cách tính đại diện của đại lượng đó).
