



Hình 40.1. Bộ dụng cụ đo hệ số căng bề mặt của chất lỏng.

I – MỤC TIÊU

1. Đo được lực căng bề mặt của nước tác dụng lên một chiếc vòng kim loại nhúng chạm đều vào mặt nước, từ đó xác định hệ số căng bề mặt của nước ở nhiệt độ phòng.

2. Rèn luyện kĩ năng thực hành :

- Biết cách sử dụng thước kẹp để đo đường kính chiếc vòng kim loại.
- Biết cách dùng lực kế nhạy (giới hạn đo 0,1 N), thao tác khéo léo để đo được chính xác giá trị lực căng tác dụng vào chiếc vòng.
- Từ bảng kết quả đo, xác định hệ số căng bề mặt σ và sai số của phép đo.

II – CHUẨN BỊ

Cho mỗi nhóm HS :

- Lực kế 0,1 N có độ chính xác 0,001 N.

- Chiếc vòng kim loại bằng nhôm có dây treo.
- Hai cốc nhựa đựng chất lỏng (nước sạch), được nối thông nhau bằng một ống cao su.
- Giá treo lực kế.
- Thước kẹp có giới hạn đo 150 mm, độ chia nhỏ nhất 0,1 ; 0,05 hoặc 0,02 mm.
- Giấy lau (mềm).
- Kẽ sẵn bảng ghi số liệu theo mẫu trong bài 40 SGK.

III – THÔNG TIN BỔ SUNG

Phương pháp đo lực căng bề mặt bằng cách dùng một chiếc vòng kim loại nhẹ móc treo trên lực kế, nhúng chiếc vòng vào chất lỏng rồi kéo lên dứt khỏi màng chất lỏng bám quanh chu vi vòng, là một phương pháp đơn giản, dễ thực hiện và cho kết quả khá chính xác đối với vòng làm bằng chất rắn (kim loại) có tính dính ướt hoàn toàn đối với chất lỏng. Trong trường hợp chất rắn không dính ướt chất lỏng, người ta có thể đo theo phương pháp dùng ống mao dẫn. Vì vậy nếu trên bề mặt chiếc vòng kim loại có dính các chất bẩn, dầu mỡ...làm thay đổi tính chất bề mặt của chiếc vòng thì kết quả đo không chính xác. Trước và sau khi tiến hành đo cần lau và giữ sạch bề mặt chiếc vòng kim loại. Dây treo vòng cần được buộc khéo léo, sao cho khi treo vòng vào lực kế thì mặt phẳng của chiếc vòng song song với bề mặt chất lỏng.

Hệ số căng bề mặt của chất lỏng phụ thuộc bản chất chất lỏng, thành phần tạp chất hoà tan, nhiệt độ... Vì vậy, bài thí nghiệm này không yêu cầu tìm ra giá trị hệ số căng bề mặt của nước phải chính xác như bảng số liệu nêu trong SGK, mà chỉ nhằm mục đích :

Qua thí nghiệm HS phát hiện sự tồn tại của lực căng bề mặt, biết phương pháp đo và thông qua phép đo đánh giá được độ lớn của hệ số căng bề mặt. GV hướng dẫn HS vận dụng tính chất này để giải thích kết quả thu được qua các phép đo.

Vận dụng các quy tắc tính sai số để xác định sai số phép đo.

Vận dụng hiểu biết về sự tồn tại lực căng bề mặt để giải thích các hiện tượng vật lí liên quan đến vai trò của lực căng bề mặt của chất lỏng.

HS được làm quen sử dụng thước kẹp, là dụng cụ đo chiều dài chính xác hơn thước milimét, được dùng phổ biến trong các phòng thí nghiệm vật lí cũng như trong kĩ thuật, sản xuất hiện nay.

IV – GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Bước 1 (5 – 10 phút). Kiểm tra sự chuẩn bị ở nhà của HS :

Mục đích bài thực hành : HS phải phát biểu được mục đích của bài thực hành này là đo hệ số căng bề mặt bằng phương pháp dùng lực kế kéo bút chiếc vòng nhôm lên khỏi bề mặt của chất lỏng khi mức chất lỏng hạ thấp dần.

Kiến thức có liên quan : HS phải phát biểu được lực căng bề mặt là lực gì ? nó tác dụng vào đâu ? phương chiều của lực căng bề mặt ? hệ số căng bề mặt là gì ?

Bước 2 (15 phút).

GV giới thiệu dụng cụ đo :

Cấu tạo và cách sử dụng thước kẹp, đặc biệt giới thiệu cấu tạo và cách đọc phần lẻ của milimét trên du xích, cách đo kích thước ngoài và kích thước trong của một vật bằng thước kẹp.

Cách treo vòng kim loại sao cho mặt phẳng của chiếc vòng song song với bề mặt của chất lỏng.

Cách điều chỉnh mức nước trong bình A bằng cách nâng hạ cốc nước B để nhúng ướt đáy vòng và bút chiếc vòng kim loại ra khỏi bề mặt của chất lỏng.

Cách sử dụng và cách đọc số đo trên lực kế.

Bước 3 (40 phút). HS làm thí nghiệm theo trình tự nêu trong bài 40 SGK.

Đây là một bài thực hành dễ thực hiện, sinh động, tuy nhiên để đạt kết quả tốt, HS cần thể hiện tác phong, thái độ đúng đắn của người làm thực nghiệm : nghiêm túc, cẩn thận, nhẹ nhàng chính xác trong thao tác. GV kiểm tra và ghi nhận kết quả thí nghiệm.

Bước 4 (25 phút) : HS làm báo cáo, nộp bài cho GV.

Trả lời câu hỏi : Xem bài 40 SGK.

Kết quả thực hành :

Bảng 1. Đo trọng lượng P của chiếc vòng nhôm và hợp lực F của trọng lực P và lực căng bề mặt tác dụng lên vòng (để tham khảo).

Lần đo	P (mN)	F (mN)	$F_c = F - P$ (mN)	ΔF_c (mN)
1	47,0	70,0	23,0	0,1
2	47,0	70,5	23,5	0,4
3	47,0	69,5	22,5	0,6
4	47,0	70,5	23,5	0,4
5	47,0	70,0	23,0	0,1
TB			23,1	0,32

Bảng 2. Đo đường kính ngoài và đường kính trong của chiếc vòng (để tham khảo)

Lần đo	D (mm)	ΔD (mm)	d (mm)	Δd (mm)
1	52,16	0,02	50,08	0,00
2	52,10	0,04	50,10	0,02
3	52,10	0,04	50,04	0,04
4	52,20	0,06	50,10	0,02
5	52,10	0,04	50,08	0,00
TB	52,14	0,04	50,08	0,02

Tính các giá trị trung bình, sai số tuyệt đối (SSTĐ) và SSTĐ trung bình của lực F_c , đường kính D , d và ghi vào Bảng 1, 2.

I - Tính kết quả các phép đo trực tiếp

• Lực căng $\bar{F}_c = \bar{F} - \bar{P} = 23,1$ mN

$$\Delta F_c = \overline{\Delta F_c} + \Delta F'_c = \overline{\Delta F_c} + 2\Delta F_{dc}$$

ở đây $\Delta F'_c$ là sai số hệ thống, gây bởi dụng cụ đo (lực kế)

Sai số dụng cụ của lực kế $\Delta F_{dc} = 0,5$ mN.

$$\Delta F_c = 0,32 + 1,0 \simeq 1,3 \text{ mN}$$

Kết quả : $F_c = 23,1 \pm 1,3$ mN

• Tổng chu vi vòng tròn :

$$\bar{L} = \pi(\bar{D} + \bar{d}) = 3,14(52,14 + 50,08) = 320,97 \text{ mm}$$

$$\Delta L = \overline{\Delta D} + \overline{\Delta d} + 2\Delta L_{dc} = 0,04 + 0,02 + 0,04 = 0,10 \text{ mm}$$

(Sai số dụng cụ của thước kẹp $\Delta L_{dc} = 0,02$ mm)

$$L = \bar{L} \pm \Delta L = 320,97 \pm 0,10 \simeq 321,0 \pm 0,1 \text{ mm}$$

II - Tính hệ số căng bề mặt

$$\bar{\sigma} = \frac{\bar{F}_c}{\bar{L}} \simeq \frac{23,1}{321,0} \simeq 71,96 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mN}}{\text{mm}} \simeq 72,0 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$$

Sai số phép đo σ

$$\delta\sigma = \frac{\Delta\sigma}{\bar{\sigma}} = \frac{\Delta F_c}{\bar{F}_c} + \frac{\Delta L}{\bar{L}} = \frac{1,3}{23,1} + \frac{0,1}{321,0} = 5,63\% + 0,03\% = 5,66\%$$

$$\Delta\sigma = 72,0 \cdot 10^{-3} \cdot 5,66\% = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$$

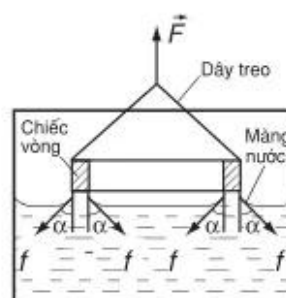
Kết quả $\sigma = (72,0 \pm 4,1) 10^{-3} \text{ N/m}$

Chú ý : Giá trị của σ phụ thuộc nhiệt độ và độ tinh khiết của nước. Đối với nước cất ở 20°C , ta đo được $\sigma \approx 72,5 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$.

Trả lời câu hỏi :

1. Không dùng được.

2. Khi mức nước trong cốc A dâng lên chạm đáy chiếc vòng, do vòng nhôm có tính dính ướt hoàn toàn đối với nước, nên có các phân tử nước bám dính vào mặt đáy và mặt xung quanh của chiếc vòng. Khi mức nước trong cốc A hạ xuống, có các lực căng bề mặt tác dụng lên chu vi ngoài và chu vi trong của chiếc vòng. Do các lực này luôn luôn vuông góc với chu vi, đồng thời tiếp tuyến với mặt thoáng, nên các lực căng này tạo thành một góc α



Hình 40.2

so với phương trọng lực \vec{P} (Hình 40.2). Giá trị chỉ trên lực kế bằng tổng của trọng lượng của chiếc vòng và tổng hình chiếu lên phương thẳng đứng của tất cả các lực căng f tác dụng lên vòng. Có thể viết :

$$F = P + F_c \cos \alpha$$

Khi mức nước càng hạ xuống thì góc α giảm dần, làm cho F tăng dần.

Khi chiếc vòng lên khỏi mặt thoáng và xuất hiện một màng chất lỏng giữa đáy vòng và mặt thoáng thì $\alpha \approx 0$, khi đó : $F = P + F_c$.

F_c là tổng các lực căng bề mặt do màng chất lỏng tác dụng lên chu vi ngoài và chu vi trong của vòng.

Từ phân tích trên cho thấy đáy chiếc vòng phải mỏng thì phép đo mới chính xác.

3. Độ sai lệch giữa giá trị của hệ số căng bề mặt đo được trong thí nghiệm này với giá trị của hệ số căng bề mặt của nước ở 20°C ghi trong bảng 37.1 (SGK) là :

$$\frac{\Delta\delta}{\delta} = \frac{72,5 - 72,0}{72,5} \simeq 0,7\%$$

Nguyên nhân là do cả sai số ngẫu nhiên, sai số dụng cụ và bản chất, thành phần chất lỏng, nhiệt độ môi trường.

4. Sai số của phép đo $\Delta\sigma$ trong thí nghiệm này chủ yếu gây bởi sai số dụng cụ của lực kế 0,1N. So sánh các sai số tỉ đối trong công thức tính sai số tỉ đối $\frac{\Delta\delta}{\delta}$ cho ta thấy rõ điều đó.