

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11060:2015

ISO 9101:1987

Xuất bản lần 1

**CHẤT HOẠT ĐỘNG BỀ MẶT - XÁC ĐỊNH SỨC CĂNG BỀ
MẶT PHẦN CÁCH - PHƯƠNG PHÁP THỂ TÍCH GIỌT**

Surface active agents - Determination of interfacial tension - Drop volume method

HÀ NỘI - 2015

Lời nói đầu

TCVN 11060:2015 hoàn toàn tương đương với ISO 9101:1987.

TCVN 11060:2015 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC91 *Chất hoạt động bề mặt* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Sức căng bề mặt phân cách là một đặc tính cơ bản của bề mặt phân cách giữa hai chất lỏng không thể trộn lẫn hoặc có thể trộn lẫn một phần. Hai chất lỏng có thể có các chất hoạt động bề mặt, chất làm giảm sức căng bề mặt phân cách, nhưng nói chung không thể dự đoán hoạt tính tẩy rửa và nhũ hóa của chúng chỉ riêng từ phép đo sức căng bề mặt phân cách.

Chất hoạt động bề mặt - Xác định sức căng bề mặt phân cách - Phương pháp thể tích giọt

Surface active agents - Determination of interfacial tension - Drop volume method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định sức căng bề mặt phân cách giữa hai pha chất lỏng bằng phép đo thể tích giọt.

Tiêu chuẩn này đặc biệt thích hợp để xác định sức căng bề mặt phân cách giữa hai dung dịch của chất hoạt động bề mặt trong dung môi dạng nước hoặc hữu cơ, và có một số thuận lợi hơn so với phương pháp kéo màng chất lỏng [TCVN 11057 (ISO 6889)], như sau:

- Xác định sức căng bề mặt phân cách giữa hai pha chất lỏng có chứa tất cả loại chất hoạt động bề mặt, bao gồm chất hoạt động bề mặt cation;
- Đo chính xác được sức căng bề mặt phân cách thấp đến 1 mN/m;
- Độ lệch chuẩn lặp lại nhỏ hơn $\pm 0,5$ mN/m (có thể chấp nhận được đối với kiểm soát trong phòng thí nghiệm công nghiệp);
- Xác định sức căng bề mặt phân cách của các chất lỏng nhớt;
- Xác định sức căng bề mặt phân cách chỉ trên lượng nhỏ dung dịch;
- Phụ thuộc thời gian của sức căng bề mặt phân cách có thể được đo bằng cách sử dụng thiết bị tự động đơn giản.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 10816 (ISO 2456), *Chất hoạt động bề mặt – Nước được sử dụng làm dung môi cho thử nghiệm – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.*

TCVN 11057 (ISO 6889), *Chất hoạt động bề mặt – Xác định sức căng bề mặt phân cách – Phương pháp kéo màng chất lỏng.*

TCVN 11060:2015

TCVN 3731 (ISO 758), Sản phẩm hóa học sử dụng trong công nghiệp – Xác định khối lượng riêng ở 20 °C.

ISO 862, Surface active agent – Vocabulary (Chất hoạt động bề mặt – Từ vựng).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1

Sức căng bề mặt phân cách (interfacial tension)

Xem ISO 862.

CHÚ THÍCH: Đơn vị SI của sức căng bề mặt là newton trên mét (N/m). Trong thực tế, sử dụng ước số milinewton trên mét (mN/m).

4 Nguyên tắc

Đo thể tích của một giọt của pha nước được hình thành tại điểm cuối của ống mao quản để thẳng đứng khi nó tách ra khỏi ống tiếp xúc với pha hữu cơ.

Nhận được sức căng bề mặt phân cách giữa hai pha chất lỏng bằng cách cân bằng khối lượng của giọt có lực sức căng bề mặt phân cách hỗ trợ nó và áp dụng hệ số hiệu chỉnh; sau đó tính sức căng bề mặt phân cách từ thể tích của giọt rơi, bán kính ngoài của mao quản, sự chênh lệch khối lượng riêng giữa hai pha chất lỏng và sự tăng tốc do trọng lực.

5 Thiết bị, dụng cụ

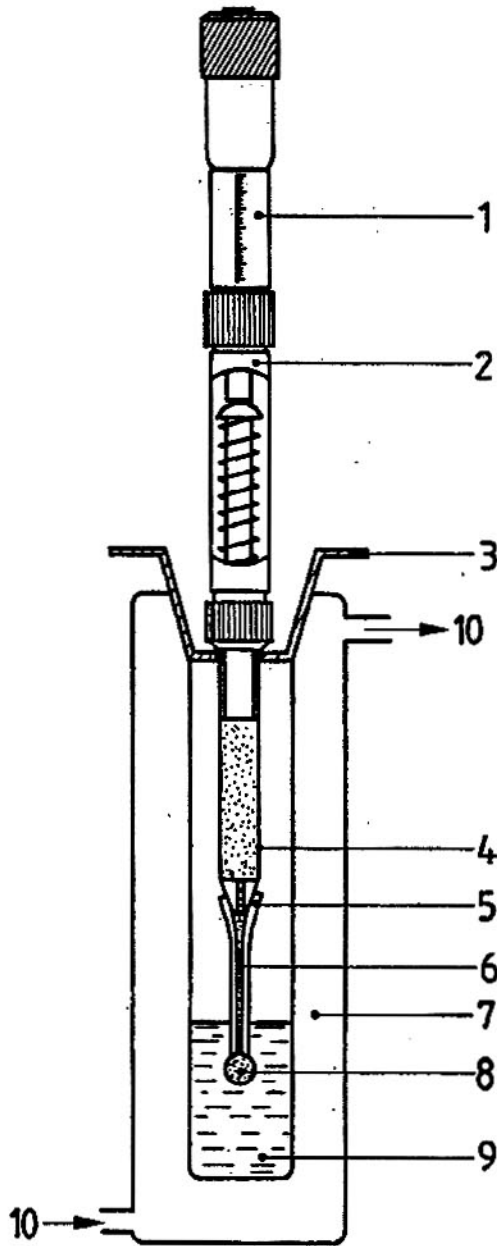
5.1 Dụng cụ đo (xem Hình 1) bao gồm các bộ phận sau

5.1.1 Xylanh thủy tinh, đã được hiệu chuẩn chính xác, dung tích 0,5 cm³, được dẫn động bằng vít trặc vi kế theo mức chia độ sao cho thể tích của giọt rơi có thể được tính chính xác ± 0,0001 cm³.

5.1.2 Mao quản, bằng thủy tinh hoặc thép không gỉ, được chuẩn bị như trong 5.3, được nối với miệng xylanh và có thể tháo ra để làm sạch.

5.1.3 Bình thủy tinh có lớp bọc có đường kính trong 2,5 cm đến 4 cm và chiều cao 5 cm hoặc cao hơn, có khả năng được điều chỉnh nhiệt đến nhiệt độ thử nghiệm và có chứa xylanh và mao quản.

* 1 mN/m = 1 dyn/cm



CHÚ DẪN:

- | | | | |
|---|---------------------------------------|----|--------------------|
| 1 | Micrometer | 6 | Mao quản |
| 2 | Giá đỡ micrometer và xylanh thủy tinh | 7 | Kính hai vách |
| 3 | Nắp đậy | 8 | Pha nước |
| 4 | Xylanh thủy tinh | 9 | Pha hữu cơ |
| 5 | Joăng hình côn bằng thủy tinh nhám | 10 | Chất lỏng ổn nhiệt |

Hình 1 – Dụng cụ để đo sức căng bề mặt phân cách theo phương pháp thể tích giọt

TCVN 11060:2015

5.2 Lắp dụng cụ

Xylanh (5.1.1) và mao quản (5.1.2) phải được lắp trên giá cho phép chuyển động theo hướng thẳng đứng; đỉnh của mao quản phải vuông góc với trục của nó, có đường kính đồng nhất và có cạnh không bị khuyết tật.

Giá được gắn vào tấm kim loại trên bàn không rung. Thao tác bằng tay vít trắc vi kế có thể tạo ra rung động do vậy tốt hơn nên sử dụng động cơ điện nhỏ để truyền động vít trắc vi kế.

Nếu sử dụng động cơ điện xoay chiều, cần có điều khoản quy định đối với chuyển động của vít trắc vi kế và tốc độ của nó phải được điều chỉnh bằng điện tử, và cần phải cẩn trọng để loại bỏ việc chạy quá mức khi động cơ được tắt đi. Có thể thay thế bởi động cơ từng nấc và đo sự dịch chuyển điện tử theo phương thẳng đứng.

Do sự tuần hoàn của nước có thể gây ra một số rung động, bộ điều chỉnh nhiệt phải được tắt khi giọt đạt đến thể tích tối đa.

5.3 Chuẩn bị đầu mút của mao quản

a) Mao quản thủy tinh

Cắt theo chiều dài một đoạn khoảng 4 cm từ ống mao quản thủy tinh chất lượng tốt có cỡ lỗ nhỏ, đường kính phù hợp, và gắn một đầu vào giá cắm ống thủy tinh hình nón cỡ 5/13. Mài chính xác đầu còn lại của mao quản trên miếng thủy tinh phẳng được phủ bằng bột mài làm ẩm. Để tránh bị gãy trong khi đánh bóng, bọc mao quản bằng sáp parafin (có điểm làm mềm khoảng 70 °C) được chứa trong ống thủy tinh có đường kính trong khoảng 1,5 cm. Đầu mút phải phẳng và vuông góc với trục của mao quản; không gây tổn hại đến chu vi.

b) Mao quản thép không gỉ

Cắt theo chiều dài một đoạn khoảng 4 cm từ ống mao quản thép không gỉ chất lượng tốt có cỡ lỗ nhỏ, đường kính phù hợp, sử dụng máy tiện dụng cụ chính xác cắt vuông góc chính xác một đầu tại trục ống; tại đầu còn lại, khớp miếng nối bằng polytetrafluoroetylen.

Phụ thuộc vào giá trị của sức căng bề mặt phân cách và sự chênh lệch khối lượng riêng, bán kính ngoài của mao quản phải nằm từ 0,1 cm đến 0,4 cm.

5.4 Bồn điều chỉnh nhiệt có khả năng được điều khiển đến $\pm 0,5$ °C

6 Cách tiến hành

6.1 Chuẩn bị dung dịch chất hoạt động bề mặt

6.1.1 Dung dịch chất hoạt động bề mặt thử nghiệm phải được chuẩn bị rất cẩn thận. Nước sử dụng để chuẩn bị dung dịch phải là nước cất hai lần phù hợp với các yêu cầu của Điều 4 của TCVN 10816

(ISO 2456)], được kiểm tra bằng cách đo sức căng bề mặt. Không được sử dụng nút lie, đặc biệt là nút cao su trong thiết bị chưng cất hoặc để đậy kín bình chứa nước.

6.1.2 Nhiệt độ của dung dịch phải được duy trì dao động trong khoảng 0,5 °C.

CHÚ THÍCH: Phép xác định thực hiện ở nhiệt độ gần với nhiệt độ của độ tan tới hạn, như nhiệt độ Krafft hoặc điểm rắn đục của chất hoạt động bề mặt không ion, bị ảnh hưởng nghiêm trọng do sai số. Tốt hơn là nên tiến hành tại nhiệt độ cao hơn nhiệt độ như vậy, hoặc tại nhiệt độ thấp hơn điểm rắn đục của chất hoạt động bề mặt không ion.

Phương pháp đưa ra các giá trị ít chính xác hơn với dung dịch chất hoạt động bề mặt có nồng độ thấp, ví dụ: thấp hơn 10^{-4} mol/L trừ khi tốc độ hình thành giọt giảm thêm.

6.1.3 Do sức căng bề mặt phân cách của dung dịch biến đổi theo thời gian, vì sự bão hòa lẫn nhau của các pha chất lỏng và sự hấp phụ chất hoạt động bề mặt trên bề mặt phân cách không phải là hiện tượng xảy ra tức thời, nên khó khuyến nghị một khoảng thời gian chuẩn cho sự tạo thành bề mặt phân cách. Vì vậy, cần thực hiện một số phép đo trong một khoảng thời gian để nhận được đường cong sức căng bề mặt phân cách là hàm của thời gian và từ đường cong này xác định vị trí vùng bằng (plateau) cho thời gian tại đó bề mặt phân cách đạt đến trạng thái ổn định.

6.1.4 Bề mặt các chất lỏng rất nhạy cảm với nhiễm bẩn bởi bụi trong không khí hoặc hơi dung môi được xử lý ở gần. Vì vậy, không được xử lý các sản phẩm bay hơi trong cùng phòng mà phép xác định được thực hiện và các thiết bị phải được bảo vệ bằng loại vòm chụp như sử dụng cho cân. Việc phòng ngừa này cũng làm giảm sự biến đổi nhiệt độ.

6.1.5 Phương pháp được khuyến nghị để lấy phần mẫu thử của các pha chất lỏng kiểm tra là sử dụng pipet hút từ tâm của khối các pha này, do bề mặt có khả năng bị bụi và các hạt không tan gây bẩn.

6.2 Làm sạch dụng cụ đo (5.1)

Trong trường hợp có tạp chất như các loại silicon, không thể bị loại bỏ bởi hỗn hợp axit sulfo-cromic, axit phosphoric hoặc dung dịch kali persulfat trong axit sulfuric, làm sạch ống trụ thủy tinh của xylanh và mao quản và cả bình có vỏ bọc sử dụng các sản phẩm đặc biệt (ví dụ toluen, perchloroetylen hoặc dung dịch kali hydroxit trong metanol hoặc trong etanol). Để giảm đến mức nhỏ nhất việc nhiễm bẩn, luôn rửa xylanh bằng nước.

Nếu không có những tạp chất này hoặc sau khi làm sạch bằng những sản phẩm này, rửa dụng cụ đo cẩn thận bằng dung dịch kali hoặc amoniac persulfat nóng trong axit sulfuric. Cuối cùng, tráng nhiều lần bằng nước cất hai lần cho đến khi nước rửa thải trung tính. Nước cất hai lần phải được chuẩn bị mới theo Điều 5 của TCVN 10816 (ISO 2456).

Trước khi xác định, dụng cụ đo phải được làm khô hoàn toàn.

6.3 Kiểm tra dụng cụ đo

6.3.1 Đo bán kính mao quản

Sử dụng kính hiển vi di động để đo bán kính với độ chính xác cao hơn 0,1 %. Lấy giá trị trung bình của 5 đến 10 phép đo.

CHÚ THÍCH: Bán kính cũng có thể nhận được từ phép đo chính xác của thể tích giọt lớn nhất sử dụng chất lỏng có sức căng bề mặt phân cách và khối lượng riêng đã biết, với sự trợ giúp của bảng các giá trị hệ số hiệu chỉnh (xem Phụ lục A). Chỉ sử dụng phương pháp này khi kính hiển vi di động hoặc trắc vi kế không có sẵn.

6.3.2 Đo thể tích giọt

Để đạt được chính xác thể tích của giọt nhỏ rời ra, kiểm tra, bằng cách cân một vài giọt, số đọc nhận được hiển thị từ chuyển động của vít trắc vi kế.

6.4 Phép xác định

Đổ đầy xylanh (5.1.1), được nối với mao quản thích hợp (5.1.2) và được chọn như trong 6.5, có pha nước và cho pha hữu cơ vào trong bồn có vỏ bọc (5.1.3).

Khi khối lượng riêng của pha nước lớn hơn khối lượng riêng của pha hữu cơ, ngâm mao quản trong pha hữu cơ đến độ sâu lớn hơn 0,5 cm.

Để đảm bảo làm ướt hoàn toàn, phủ toàn bộ đầu mút mao quản bằng một giọt pha nước trước khi ngâm nó trong pha hữu cơ.

Khi khối lượng riêng của pha nước nhỏ hơn khối lượng riêng của pha hữu cơ, đầu mút phải hướng lên trên và miệng của nó phải cách dưới bề mặt khoảng 2 cm để giọt nhẹ hơn hình thành.

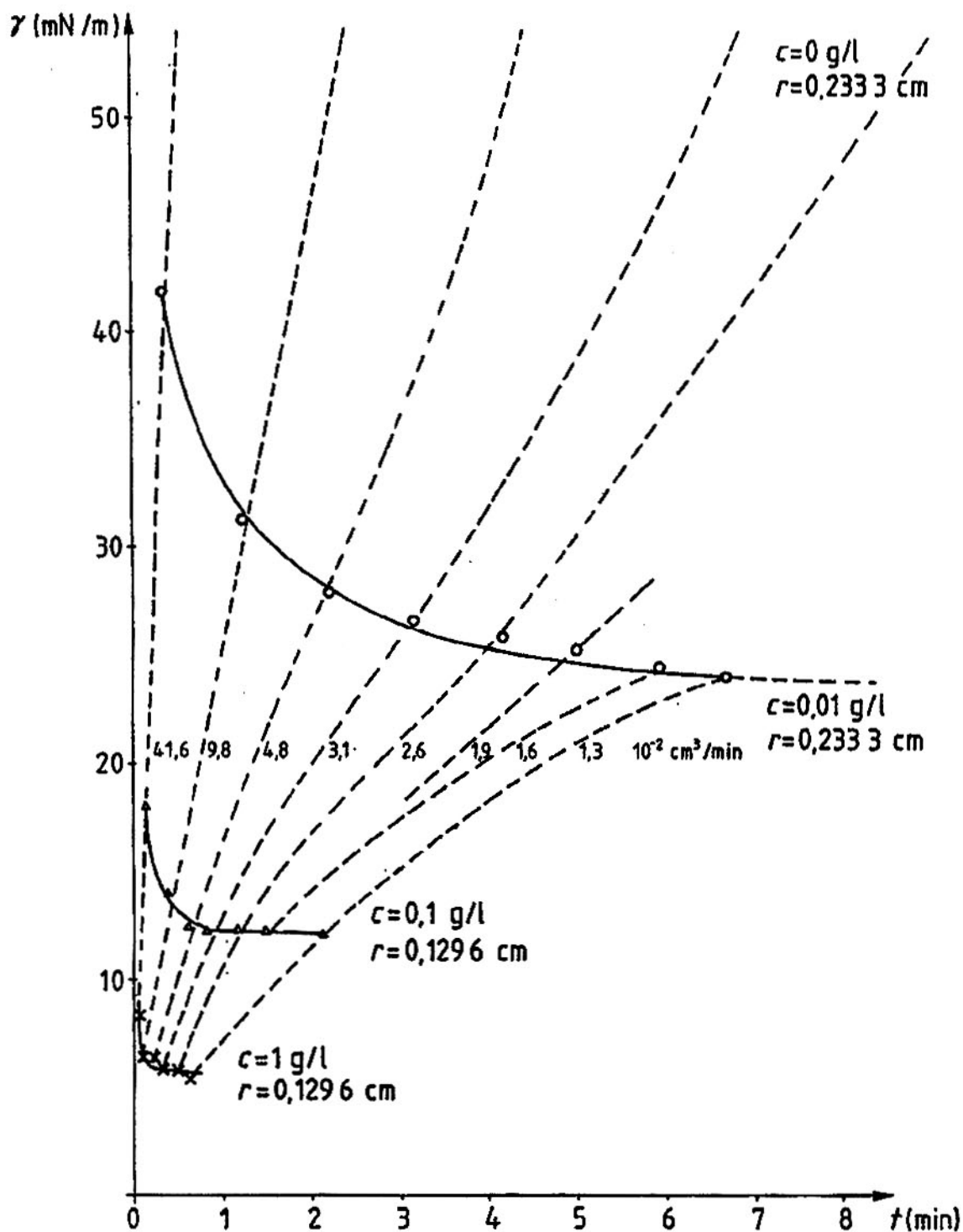
Trước khi đo sức căng bề mặt phân cách tĩnh của dung dịch chất hoạt động bề mặt nước (nghĩa là sức căng bề mặt phân cách không phụ thuộc vào thời gian), trước tiên để hai chất lỏng đến nhiệt độ mong đợi, sử dụng bồn điều chỉnh nhiệt (5.4), và sau đó từ từ hình thành giọt nhỏ, có thể tích nhỏ hơn thể tích tối đa, tại đầu mút mao quản trong 30 s đến 60 s. Giọt nhỏ phải giữ trong 2 min đến 5 min trong khi thể tích của nó tăng từ từ. Cuối cùng, giọt nhỏ phải rời ra, mở rộng hơn một chút nữa.

Nếu giọt nhỏ rời ra mà không mở rộng, chọn thể tích ban đầu nhỏ hơn. Nếu mở rộng lớn hơn $0,001 \text{ cm}^3$, thể tích ban đầu quá nhỏ.

CHÚ THÍCH: Phép đo có tuổi gia tăng của giọt nhỏ (2, 5, 8 min, vv..) có thể được thực hiện cho đến khi thể tích của giọt nhỏ đã rời ra không đổi. Sức căng bề mặt phân cách tĩnh có thể được xác định thuận tiện hơn bằng dụng cụ tự động (xem Điều 9).

Mở rộng giọt nhỏ liên tục tại các tốc độ khác nhau cho đến khi thể tích giọt nhỏ rời ra không đổi (xem ví dụ về phép đo ở Hình 2) và ghi lại thể tích V được xác định từ giá trị đọc của sức căng bề mặt phân cách.

Lấy giá trị trung bình của ít nhất bốn phép đo thể tích của giọt nhỏ rời ra, không bao gồm thể tích của giọt đầu tiên, để tính sức căng bề mặt phân cách.



Hình 2 – Ảnh hưởng của thời gian sống của giọt đến sức căng bề mặt phân cách đối với hệ nước/dầu parafin/chất bề mặt (0 g/L đến 1 g/L) (Tốc độ tạo thành giọt được trình bày: từ 0,013 cm^3/min đến 0,416 cm^3/min)

6.5 Lựa chọn đầu mút mao quản

Harkin và Brown đã xác định hệ số hiệu chỉnh f được đưa ra trong công thức (xem 7.1) đối với các giá trị khác nhau của tỷ lệ $r/V^{1/3}$ (r và V được xác định trong 7.1). Giá trị chính xác nhất của f nằm trong vùng

$$0,65 < r/V^{1/3} < 0,95$$

nhưng vùng rộng hơn

$$0,3 < r/V^{1/3} < 1,2$$

cũng có thể chấp nhận được. ^[8]

Tuy nhiên, trong thực tế, giá trị của $r/V^{1/3}$ có thể nằm trong khoảng 0,3 và 1,6 hoặc thậm chí lớn hơn.

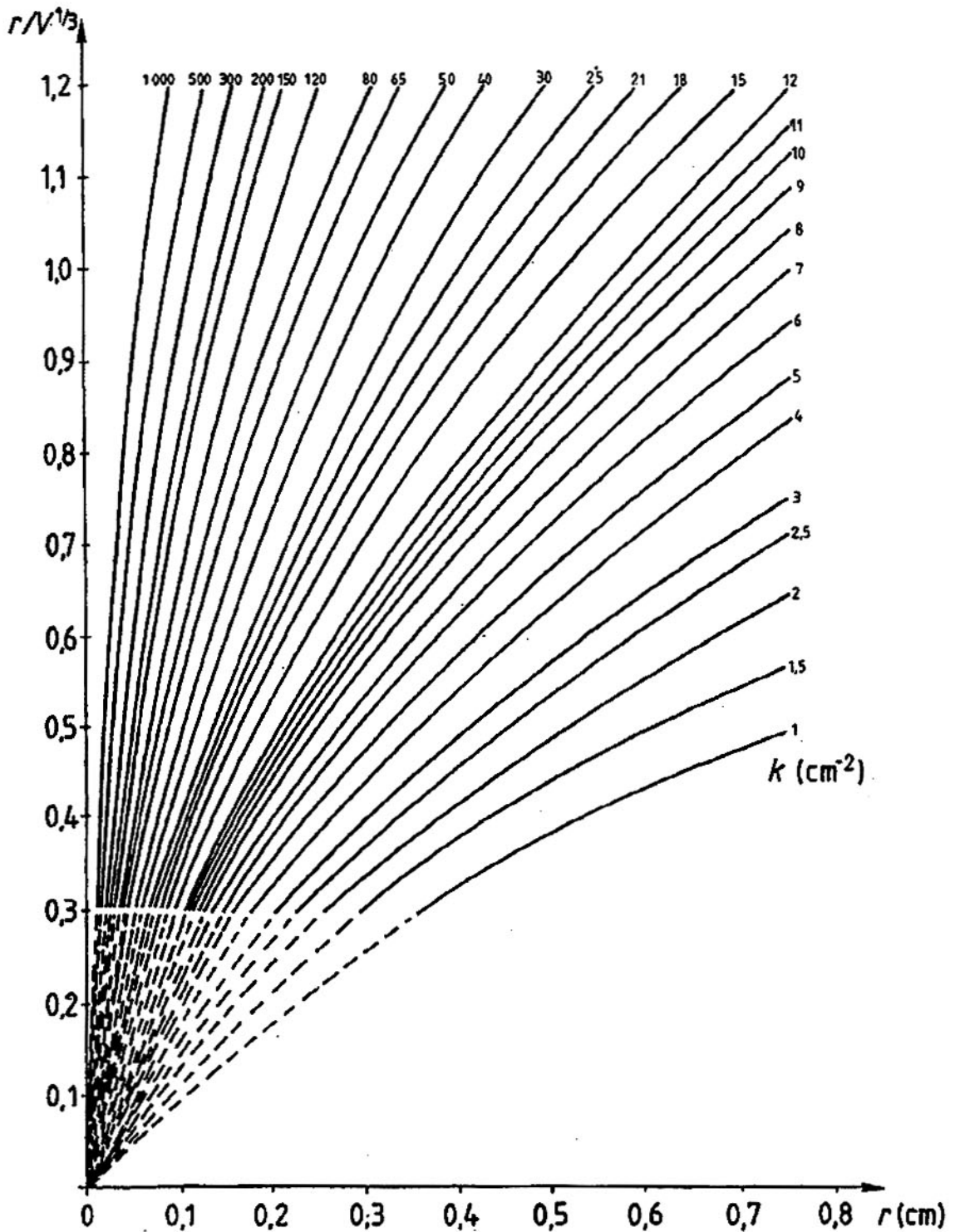
Để chọn mao quản sẽ hình thành giọt dung dịch thử nghiệm trong vùng mong đợi $r/V^{1/3}$, sử dụng Hình 3 đưa ra $r/V^{1/3}$ là hàm của bán kính mao quản ngoài đối với giá trị khác biệt của hằng số mao quản k , được biểu thị bằng centimet lũy thừa âm hai và được xác định bằng công thức $\Delta\rho g l \gamma$ ($\Delta\rho$ và g được xác định trong 7.1).

Sử dụng dung dịch thử nghiệm và mao quản có bán kính ngoài bất kỳ r , đo thể tích giọt nhỏ V .

Từ r và $r/V^{1/3}$, đọc hằng số mao quản k từ Hình 3.

Theo đường cong thích hợp k trong Hình 3, nhận được dải giá trị của r trong vùng mong đợi của $r/V^{1/3}$.

Trong thực tế, sức căng bề mặt phân cách từ 1 mN/m và 30 mN/m thường có thể được đo bằng mao quản có bán kính 0,2 cm. Bán kính 0,1 cm có thể được sử dụng đối với sức căng bề mặt phân cách thấp hơn, và 0,3 hoặc lớn hơn đối với sức căng bề mặt cao hơn.



Hình 3 – Sự biến thiên bán kính mao quản r (tính bằng centimet) với tỷ lệ $r/V^{1/3}$ đối với các giá trị khác nhau của $k = \Delta\rho g l \gamma$ (tính bằng centimet lũy thừa âm hai) đối với $0,3 < r/V^{1/3} < 1,0$ (toàn đường cong)

7 Biểu thị kết quả

7.1 Phương pháp tính

Sức căng bề mặt phân cách, γ , được tính bằng milinewton trên mét, theo công thức

$$\frac{V\Delta\rho g}{2\pi r f}$$

trong đó

- V là thể tích của giọt rơi, tính bằng centimet khối;
- $\Delta\rho$ là sự chênh lệch khối lượng riêng tại nhiệt độ của phép xác định, giữa hai pha chất lỏng, được đo theo TCVN 3731 (ISO 758), tính bằng gam trên centimet khối;
- g là sự tăng tốc theo trọng lực, bằng 981 cm.s^{-2} ;
- r là bán kính ngoài của mao quản được sử dụng, tính bằng centimet;
- f là hệ số hiệu chỉnh tương ứng với tỷ lệ $r/V^{1/3}$ được đưa ra trong Bảng A.1 và A.2.

CHÚ THÍCH: Giá trị của f được đưa ra trong Bảng A.1 đối với giá trị $r/V^{1/3}$ giữa 0,65 và 0,95 trong các bước 0,001.

Trong Bảng A.2, giá trị được đưa ra trong vùng $0,3 < r/V^{1/3} < 1,2$, cũng trong bước 0,001. Giá trị trong Bảng A.1 chính xác hơn giá trị trong Bảng A.2, do vậy giá trị trong Bảng A.1 được sử dụng bất cứ khi nào có thể được.

7.2 Độ chụm

Độ chính xác của phép xác định sức căng bề mặt phân cách do sai số trong V , $\Delta\rho$, r và f , và có thể được ước tính chính xác hơn 1 mN/m. Nếu cẩn thận, có thể được giảm xuống khoảng 1 %.

Độ chụm của phép đo có thể được cải thiện đáng kể bằng cách giới hạn độ rung, kiểm soát nhiệt độ và bằng cách bảo hòa trước lẫn nhau các chất lỏng.

8 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm các thông tin sau:

- a) Tất cả các thông tin cần thiết để nhận dạng đầy đủ các pha chất lỏng thử nghiệm, đặc biệt nồng độ và khối lượng riêng của chất hoạt động bề mặt;
- b) Viện dẫn phương pháp được sử dụng (viện dẫn tiêu chuẩn này), bán kính ngoài của đầu mút mao quản được sử dụng và phương pháp đo được sử dụng (kính hiển vi hoặc các chất lỏng chuẩn (xem Phụ lục A));

- c) Bản chất của nước hoặc dung môi được sử dụng và nồng độ của các dung dịch;
- d) Nhiệt độ của phép xác định;
- e) Thời gian hình thành và tuổi của giọt trước khi rời ra;
- f) Giá trị trung bình và đơn lẻ của thể tích giọt nhỏ được đo, và sức căng bề mặt phân cách được đo;
- g) Bất kỳ chi tiết thao tác nào không được quy định trong tiêu chuẩn này hoặc trong tiêu chuẩn viện dẫn, hoặc được coi là có lựa chọn cũng như bất kỳ sự cố nào có khả năng ảnh hưởng đến kết quả.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Xác định bán kính mao quản của chất lỏng có sức căng bề mặt phân cách và khối lượng riêng đã biết

Sử dụng mao quản có bán kính chưa biết, đo chính xác thể tích giọt lớn nhất có chất lỏng có sức căng bề mặt phân cách và khối lượng riêng theo bảng. Từ thể tích này V và hằng số mao quản k , được đưa ra trong Bảng A.3, tính thể tích tối thiểu $V_0 = Vk^{3/2}$. Giá trị tương ứng của $r/V^{1/3}$ được đọc từ Bảng A.4. Bán kính của mao quản được tính từ giá trị của $r/V^{1/3}$ và thể tích giọt lớn nhất đo được.

Bảng A.1 – Giá trị hệ số hiệu chỉnh f đối với giá trị khác nhau của tỷ lệ $r/V^{1/3}$ giữa 0,65 và 0,95 trong các bước 0,001

$r/V^{1/3}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,65	0,6172	0,6171	0,6169	0,6167	0,6167	0,6163	0,6162	0,6160	0,6158	0,6156
0,66	0,6155	0,6153	0,6151	0,6149	0,6148	0,6146	0,6144	0,6143	0,6141	0,6139
0,67	0,6138	0,6136	0,6134	0,6133	0,6131	0,6130	0,6128	0,6126	0,6125	0,6123
0,68	0,6122	0,6120	0,6119	0,6117	0,6115	0,6114	0,6112	0,6111	0,6109	0,6108
0,69	0,6107	0,6105	0,6104	0,6102	0,6101	0,6099	0,6098	0,6096	0,6095	0,6094
0,70	0,6092	0,6091	0,6090	0,6088	0,6087	0,6086	0,6084	0,6083	0,6082	0,6080
0,71	0,6079	0,6078	0,6076	0,6075	0,6074	0,6073	0,6071	0,6070	0,6069	0,6068
0,72	0,6067	0,6065	0,6064	0,6063	0,6062	0,6061	0,6060	0,6058	0,6057	0,6056
0,73	0,6055	0,6054	0,6053	0,6053	0,6051	0,6050	0,6049	0,6048	0,6047	0,6045
0,74	0,6044	0,6043	0,6042	0,6041	0,6040	0,6039	0,6039	0,6039	0,6037	0,6036
0,75	0,6035	0,6034	0,6033	0,6032	0,6031	0,6030	0,6029	0,6028	0,6028	0,6027
0,76	0,6026	0,6025	0,6024	0,6023	0,6023	0,6022	0,6021	0,6020	0,6020	0,6019
0,77	0,6018	0,6017	0,6017	0,6016	0,6015	0,6014	0,6014	0,6013	0,6012	0,6012
0,78	0,6011	0,6010	0,6010	0,6009	0,6008	0,6008	0,6007	0,6007	0,6006	0,6006
0,79	0,6005	0,6004	0,6004	0,6003	0,6003	0,6002	0,6002	0,6001	0,6001	0,6000
0,80	0,6000	0,5999	0,5999	0,5998	0,5998	0,5997	0,5997	0,5997	0,5996	0,5996
0,81	0,5995	0,5995	0,5995	0,5994	0,5994	0,5994	0,5993	0,5993	0,5993	0,5992
0,82	0,5992	0,5992	0,5992	0,5991	0,5991	0,5991	0,5990	0,5990	0,5990	0,5990
0,83	0,5990	0,5989	0,5989	0,5989	0,5989	0,5989	0,5989	0,5988	0,5988	0,5988
0,84	0,5988	0,5988	0,5988	0,5988	0,5988	0,5988	0,5987	0,5987	0,5987	0,5987
0,85	0,5987	0,5987	0,5987	0,5987	0,5987	0,5987	0,5987	0,5987	0,5987	0,5987
0,86	0,5988	0,5988	0,5988	0,5988	0,5988	0,5988	0,5988	0,5988	0,5988	0,5989
0,87	0,5989	0,5989	0,5989	0,5989	0,5989	0,5990	0,5990	0,5990	0,5990	0,5990
0,88	0,5991	0,5991	0,5991	0,5991	0,5993	0,5992	0,5992	0,5993	0,5993	0,5993
0,89	0,5994	0,5994	0,5994	0,5995	0,5995	0,5995	0,5996	0,5996	0,5997	0,5997
0,90	0,5997	0,5998	0,5998	0,5999	0,5999	0,6000	0,6000	0,6001	0,6001	0,6002
0,91	0,6002	0,6003	0,6003	0,6004	0,6004	0,6005	0,6005	0,6006	0,6007	0,6007
0,92	0,6008	0,6008	0,6009	0,6010	0,6010	0,6011	0,6012	0,6012	0,6013	0,6014
0,93	0,6014	0,6015	0,6016	0,6016	0,6017	0,6018	0,6019	0,6019	0,6020	0,6021
0,94	0,6022	0,6023	0,6023	0,6024	0,6025	0,6026	0,6027	0,6028	0,6028	0,6029

Bảng A.2 – Giá trị hệ số hiệu chỉnh f đối với giá trị khác nhau của tỷ lệ $r/V^{1/3}$ giữa 0,3 và 1,2
trong các bước 0,001

$r/V^{1/3}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,300	0,7263	0,7258	0,7253	0,7248	0,7243	0,7238	0,7234	0,7229	0,7224	0,7219
0,310	0,7214	0,7209	0,7204	0,7200	0,7195	0,7190	0,7185	0,7180	0,7176	0,7171
0,320	0,7166	0,7161	0,7157	0,7152	0,7147	0,7143	0,7138	0,7133	0,7129	0,7124
0,330	0,7119	0,7115	0,7110	0,7106	0,7101	0,7097	0,7092	0,7088	0,7083	0,7079
0,340	0,7074	0,7070	0,7065	0,7061	0,7056	0,7052	0,7047	0,7043	0,7039	0,7034
0,350	0,7030	0,7025	0,7021	0,7017	0,7012	0,7008	0,7004	0,7000	0,6995	0,6991
0,360	0,6987	0,6982	0,6978	0,6974	0,6970	0,6966	0,6961	0,6957	0,6953	0,6949
0,370	0,6945	0,6941	0,6337	0,6332	0,6328	0,6324	0,6320	0,6316	0,6312	0,6308
0,380	0,6904	0,6900	0,6896	0,6892	0,6888	0,6884	0,6880	0,6876	0,6872	0,6868
0,390	0,6864	0,6860	0,6857	0,6853	0,6849	0,6845	0,6841	0,6837	0,6833	0,6830
0,400	0,6826	0,6822	0,6818	0,6814	0,6811	0,6807	0,6803	0,6799	0,6796	0,6792
0,410	0,6788	0,6784	0,6781	0,6777	0,6773	0,6770	0,6766	0,6762	0,6759	0,6755
0,420	0,6752	0,6748	0,6744	0,6741	0,6737	0,6734	0,6730	0,6726	0,6723	0,6720
0,430	0,6716	0,6713	0,6709	0,6706	0,6702	0,6699	0,6695	0,6692	0,6688	0,6685
0,440	0,6682	0,6678	0,6675	0,6671	0,6668	0,6665	0,6661	0,6658	0,6655	0,6651
0,450	0,6648	0,6645	0,6642	0,6638	0,6635	0,6632	0,6629	0,6625	0,6622	0,6619
0,460	0,6616	0,6612	0,6609	0,6606	0,6603	0,6600	0,6597	0,6593	0,6590	0,6587
0,470	0,6584	0,6581	0,6578	0,6575	0,6572	0,6569	0,6566	0,6562	0,6559	0,6556
0,480	0,6553	0,6550	0,6547	0,6544	0,6541	0,6538	0,6535	0,6533	0,6530	0,6527
0,490	0,6523	0,6521	0,6518	0,6515	0,6512	0,6509	0,6506	0,6503	0,6501	0,6498
0,500	0,6495	0,6492	0,6489	0,6486	0,6484	0,6481	0,6478	0,6475	0,6473	0,6470
0,510	0,6467	0,6464	0,6462	0,6459	0,6456	0,6453	0,6451	0,6448	0,6445	0,6443
0,520	0,6440	0,6437	0,6435	0,6432	0,6429	0,6427	0,6424	0,6422	0,6419	0,6416
0,530	0,6414	0,6411	0,6409	0,6406	0,6404	0,6401	0,6399	0,6396	0,6394	0,6391
0,540	0,6389	0,6386	0,6384	0,6381	0,6379	0,6376	0,6374	0,6371	0,6369	0,6367
0,550	0,6364	0,6362	0,6359	0,6357	0,6355	0,6352	0,6350	0,6348	0,6345	0,6343
0,560	0,6341	0,6338	0,6336	0,6334	0,6331	0,6329	0,6327	0,6325	0,6322	0,6320
0,570	0,6318	0,6316	0,6313	0,6311	0,6309	0,6307	0,6305	0,6303	0,6300	0,6298
0,580	0,6296	0,6294	0,6292	0,6290	0,6288	0,6285	0,6283	0,6281	0,6279	0,6277

Bảng A.2 (tiếp theo)

$r\sqrt{V}^{1/3}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,590	0,6275	0,6273	0,6271	0,6269	0,6267	0,6265	0,6263	0,6261	0,6259	0,6257
0,600	0,6255	0,6253	0,6251	0,6249	0,6247	0,6245	0,6243	0,6241	0,6239	0,6237
0,610	0,6235	0,6233	0,6231	0,6230	0,6228	0,6226	0,6224	0,6222	0,6220	0,6218
0,620	0,6217	0,6215	0,6213	0,6211	0,6209	0,6208	0,6206	0,6204	0,6202	0,6200
0,630	0,6199	0,6197	0,6195	0,6194	0,6192	0,6190	0,6188	0,6187	0,6185	0,6183
0,640	0,6182	0,6180	0,6178	0,6177	0,6175	0,6173	0,6172	0,6170	0,6169	0,6167
0,650	0,6165	0,6164	0,6162	0,6161	0,6159	0,6158	0,6156	0,6154	0,6153	0,6151
0,660	0,6150	0,6148	0,6147	0,6147	0,6145	0,6142	0,6141	0,6139	0,6138	0,6137
0,670	0,6135	0,6134	0,6132	0,6131	0,6129	0,6128	0,6127	0,6125	0,6124	0,6123
0,680	0,6121	0,6120	0,6118	0,6117	0,6116	0,6114	0,6113	0,6112	0,6112	0,6109
0,690	0,6108	0,6107	0,6105	0,6104	0,6103	0,6102	0,6100	0,6099	0,6098	0,6097
0,700	0,6095	0,6094	0,6093	0,6092	0,6091	0,6090	0,6088	0,6087	0,6086	0,6085
0,710	0,6084	0,6083	0,6082	0,6080	0,6079	0,6078	0,6077	0,6076	0,6075	0,6074
0,720	0,6073	0,6072	0,6071	0,6070	0,6069	0,6068	0,6067	0,6066	0,6065	0,6064
0,730	0,6063	0,6062	0,6061	0,6060	0,6059	0,6058	0,6057	0,6056	0,6055	0,6054
0,740	0,6053	0,6052	0,6052	0,6051	0,6050	0,6049	0,6048	0,6047	0,6046	0,6046
0,750	0,6045	0,6044	0,6043	0,6042	0,6041	0,6041	0,6040	0,6039	0,6038	0,6038
0,760	0,6037	0,6036	0,6035	0,6035	0,6034	0,6033	0,6032	0,6032	0,6031	0,6030
0,770	0,6030	0,6029	0,6028	0,6028	0,6027	0,6026	0,6026	0,6025	0,6025	0,6024
0,780	0,6023	0,6023	0,6022	0,6022	0,6021	0,6020	0,6020	0,6019	0,6019	0,6018
0,790	0,6018	0,6017	0,6017	0,6016	0,6016	0,6015	0,6015	0,6014	0,6014	0,6013
0,800	0,6013	0,6013	0,6012	0,6012	0,6011	0,6011	0,6010	0,6010	0,6010	0,6009
0,810	0,6009	0,6009	0,6008	0,6008	0,6007	0,6007	0,6007	0,6007	0,6006	0,6006
0,820	0,6006	0,6005	0,6005	0,6005	0,6005	0,6004	0,6004	0,6004	0,6004	0,6003
0,830	0,6003	0,6003	0,6003	0,6003	0,6002	0,6002	0,6002	0,6002	0,6002	0,6002
0,840	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001
0,850	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
0,860	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001
0,870	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001	0,6001	0,6002	0,6002	0,6002	0,6002	0,6002
0,880	0,6002	0,6003	0,6003	0,6003	0,6003	0,6003	0,6004	0,6004	0,6004	0,6004

Bảng A.2 (kết thúc)

$r/V^{1/3}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,890	0,6005	0,6005	0,6005	0,6006	0,6006	0,6006	0,6006	0,6007	0,6007	0,6007
0,900	0,6008	0,6008	0,6009	0,6009	0,6009	0,6010	0,6010	0,6011	0,6011	0,6011
0,910	0,6012	0,6012	0,6013	0,6013	0,6014	0,6014	0,6015	0,6015	0,6016	0,6016
0,920	0,6017	0,6017	0,6018	0,6018	0,6019	0,6019	0,6020	0,6020	0,6021	0,6021
0,930	0,6022	0,6023	0,6023	0,6024	0,6025	0,6025	0,6026	0,6027	0,6027	0,6028
0,940	0,6029	0,6029	0,6030	0,6031	0,6032	0,6032	0,6033	0,6034	0,6035	0,6035
0,950	0,6036	0,6037	0,6038	0,6038	0,6039	0,6040	0,6041	0,6042	0,6043	0,6044
0,960	0,6044	0,6045	0,6046	0,6047	0,6048	0,6049	0,6050	0,6051	0,6052	0,6053
0,970	0,6054	0,6055	0,6056	0,6056	0,6057	0,6058	0,6060	0,6061	0,6062	0,6063
0,980	0,6064	0,6065	0,6066	0,6067	0,6068	0,6069	0,6070	0,6071	0,6072	0,6074
0,990	0,6075	0,6076	0,6077	0,6078	0,6079	0,6081	0,6082	0,6083	0,6084	0,6085
1,000	0,6087	0,6088	0,6089	0,6090	0,6092	0,6093	0,6094	0,6096	0,6097	0,6098
1,010	0,6100	0,6101	0,6102	0,6104	0,6105	0,6107	0,6108	0,6109	0,6111	0,6112
1,020	0,6114	0,6115	0,6117	0,6118	0,6119	0,6121	0,6122	0,6124	0,6126	0,6127
1,030	0,6129	0,6130	0,6132	0,6133	0,6135	0,6136	0,6138	0,6140	0,6141	0,6143
1,040	0,6145	0,6146	0,6148	0,6150	0,6151	0,6153	0,6155	0,6156	0,6158	0,6161
1,050	0,6162	0,6163	0,6165	0,6167	0,6169	0,6171	0,6172	0,6174	0,6176	0,6178
1,060	0,6180	0,6182	0,6184	0,6185	0,6187	0,6189	0,6191	0,6193	0,6195	0,6197
1,070	0,6199	0,6201	0,6203	0,6205	0,6207	0,6209	0,6211	0,6213	0,6215	0,6217
1,080	0,6219	0,6221	0,6224	0,6226	0,6228	0,6230	0,6232	0,6234	0,6237	0,6239
1,090	0,6241	0,6243	0,6245	0,6248	0,6250	0,6252	0,6254	0,6257	0,6259	0,6261
1,100	0,6264	0,6266	0,6268	0,6271	0,6273	0,6275	0,6278	0,6280	0,6283	0,6285
1,110	0,6288	0,6290	0,6293	0,6295	0,6298	0,6300	0,6303	0,6305	0,6308	0,6310
1,120	0,6313	0,6315	0,6318	0,6321	0,6323	0,6326	0,6329	0,6331	0,6334	0,6337
1,130	0,6339	0,6342	0,6345	0,6347	0,6350	0,6353	0,6356	0,6359	0,6361	0,6364
1,140	0,6367	0,6370	0,6373	0,6376	0,6379	0,6382	0,6384	0,6387	0,6390	0,6393
1,150	0,6393	0,6399	0,6402	0,6405	0,6408	0,6411	0,6414	0,6418	0,6421	0,6424
1,160	0,6427	0,6430	0,6433	0,6436	0,6440	0,6443	0,6446	0,6449	0,6452	0,6456
1,170	0,6459	0,6462	0,6466	0,6469	0,6472	0,6476	0,6479	0,6482	0,6486	0,6489
1,180	0,6493	0,6495	0,6499	0,6503	0,6506	0,6510	0,6513	0,6517	0,6520	0,6524
1,190	0,6528	0,6531	0,6535	0,6538	0,6542	0,6546	0,6549	0,6553	0,6557	0,6561

Bảng A.3 – Giá trị của sức căng bề mặt phân cách γ có nước tại 20 °C đối với một số chất lỏng hữu cơ

Chất lỏng hữu cơ	γ mN/m	Khối lượng riêng ²⁾ g/cm ³ (ρ)	$\Delta\rho$ ³⁾	$k = \Delta\rho g/\gamma$ ⁴⁾ cm ⁻²
Benzen	35,0	0,87865	0,11958	3,35
Cacbon tetraclorea	45,0	1,5940	0,59577	12,98
Dietyl oxit	10,7	0,71378	0,28445	26,07
Axit heptanolic	7,0	0,9200	0,07823	10,96
<i>n</i> -Hexan	51,1	0,6603	0,33793	6,48
<i>n</i> -Octan	50,8	0,7025	0,29573	5,71
<i>n</i> -Octanol	8,5	0,8270	0,17123	19,75

¹⁾ được lấy từ *Handbook of Chemistry and Physics*, Ed. Weast, R. C. 52nd Ed. (1971-72) Chemical Rubber Company, p. F-30 [Sổ tay hóa lý, xuất bản lần thứ 52 (1971-72)] Công ty cao su hóa chất, trang. F-30].

²⁾ ρ đối với nước tại 20 °C là bằng 0,998 23 g/cm³.

³⁾ $\Delta\rho$ là sự chênh lệch khối lượng riêng giữa các chất lỏng tinh khiết.

⁴⁾ $g = 980,76 \text{ cm.s}^{-2}$

Bảng A.4 – Giá trị hệ số hiệu chỉnh f và tỷ lệ $r/V^{1/3}$ cùng với giá trị của r_0 và V_0

$r/V^{1/3}$	f	r_0	V_0
0,00	1,0000	0,0000	0,0000
0,30	0,7256	0,3509	1,5995
0,35	0,7011	0,4346	1,9144
0,40	0,6828	0,5240	2,2480
0,45	0,6669	0,6179	2,5893
0,50	0,6575	0,7153	2,9687
0,55	0,6362	0,8155	3,2599
0,60	0,6250	0,9210	3,6167
0,65	0,6171	1,0319	4,0010
0,70	0,6093	1,1459	4,3870
0,75	0,6032	1,2645	4,7924
0,80	0,6000	1,3893	5,2376
0,85	0,5992	1,5206	5,7247
0,90	0,5998	1,6575	6,2466
0,95	0,6034	1,8029	6,8354
1,00	0,6098	1,9574	7,4998
1,05	0,6179	2,1200	8,2306
1,10	0,6280	2,2917	9,0427
1,15	0,6407	2,4744	9,9609
1,20	0,6535	2,6637	10,9373
1,225	(0,6555)	(2,7516)	(11,3328)
1,25	(0,6521)	(2,8289)	(11,5908)
1,30	(0,6401)	(2,9726)	(11,9554)
1,35	(0,6230)	(3,1034)	(12,1480)
1,40	(0,6033)	(3,2251)	(12,2252)
1,45	(0,5847)	(3,3466)	(12,2947)
1,50	(0,5673)	(3,4684)	(12,3629)
1,55	(0,5511)	(3,5909)	(12,4341)
1,60	(0,5352)	(3,7113)	(12,4802)

CHÚ THÍCH: Giá trị trong ngoặc ít chính xác hơn giá trị khác

$$r_0 = r k^{1/2}$$

$$V_0 = V k^{3/2}$$

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Harkin, W. D. và Brown, F. E. The determination of surface tension (free surface energy) and the weight of falling drops. The surface tension of water and benzene by the capillary height method. *J. Am. Chem. Soc.*, 41, pp. 499-524 (1919) [Xác định sức căng bề mặt (không có năng lượng bề mặt) và khối lượng của giọt rơi. Sức căng bề mặt của nước và benzen bằng phương pháp chiều cao mao quản. *J. Am. Chem. Soc.* 41, pp. 499-524 (1919)].
- [2] Atteya, E. và Hartland, S. Measurement of interfacial tension by the drop volume method. *Proceedings XI Jornados del Comité Español de la Detergencia* (Đo sức căng bề mặt phân cách bằng phương pháp thể tích giọt. Thực hiện XI Jornados del Comité Español de la Detergencia, pp. 383-413, 1980).
- [3] Hartland, S. The automatic determination of surface and interfacial tensions. Fourth International Conference on Surface and Colloid Science, Jerusalem, July, 1981 (Xác định tự động sức căng bề mặt và bề mặt phân cách. Hội thảo quốc tế lần thứ tư về khoa học keo và bề mặt, Jerusalem, 1981).
- [4] Lange, H. Oberflächen- und Grenzflächenspannung. *Ullmanns Enzyklopadie de Technischen Chemie*, bản in lần thứ ba, Vol. 2/1, pp. 770-776 (1961).
- [5] Wilkinson, M. C. và Kidwell, R. L. A mathematical description of the Harkins and Brown correction curve for the determination of surface and interfacial tension. *J. Colloid and Interface Sci.*, 35, pp. 114-119 (1971) [Mô tả toán học của đường cong hiệu chỉnh Harkin và Brown dành cho phép xác định sức căng bề mặt phân cách và bề mặt. *J. Khoa học keo và bề mặt phân cách*, 35, pp. 114-119 (1971)].
- [6] Streng, K. H. Concerning the paper "Tabulated correction factors for the drop weight volume determination of surface and interfacial tensions by J. L. Lando and H. T. Oakley". *J. Colloid and Interface Sci.*, 29, p. 732 (1969) [Liên quan đến tài liệu hệ số hiệu chỉnh theo bảng đối với xác định dung lượng trọng lượng nhỏ giọt của sức căng bề mặt phân cách và bề mặt của J. L. Lando và H. T. Oakley'. *Khoa học keo và bề mặt phân cách*, 29, p. 732 (1969)].
-