

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 6039-2 : 2008
ISO 1183-2 : 2004**

Xuất bản lần 2

**CHẤT DẸO – XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG RIÊNG
CỦA CHẤT DẸO KHÔNG XÓP –
PHẦN 2: PHƯƠNG PHÁP CỘT GRADIEN
KHỐI LƯỢNG RIÊNG**

*Plastics – Methods for determining the density of non-cellular plastics –
Part 2: Density gradient column method*



Add: 8 Hoang Quoc Viet, Cau Giay,
Tel: (84-4) 37564268 - Fax: (84-4) 38361111
Website: www.tcvninfo.org.vn

HÀ NỘI - 2008

**This copy has been made by Information
Center for Standards, metrology and quality**

Lời nói đầu

TCVN 6039-1 : 2008, TCVN 6039-2 : 2008 và TCVN 6039-3 : 2008 thay thế cho TCVN 6039 : 1995.

TCVN 6039-2 : 2008 hoàn toàn tương đương với ISO 1183-2 : 2004.

TCVN 6039-2 : 2008 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC61 *Chất dẻo* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 6039 (ISO 1183) với tên gọi chung là *Chất dẻo – Xác định khối lượng riêng của chất dẻo không xốp*, gồm các phần sau:

- Phần 1: Phương pháp ngâm, phương pháp picnomet lỏng và phương pháp chuẩn độ.
- Phần 2: Phương pháp cột gradient khối lượng riêng.
- Phần 3: Phương pháp picnomet khí.

Chất dẻo – Xác định khối lượng riêng của chất dẻo không xốp – Phần 2: Phương pháp cột gradien khối lượng riêng

*Plastics – Methods for determining the density of non-cellular plastics -
Part 2: Density gradient column method*

CẢNH BÁO Việc sử dụng tiêu chuẩn này liên quan đến các chất độc hại, các thao tác và thiết bị nguy hiểm. Tiêu chuẩn này không đề cập đến tất cả các vấn đề an toàn, nếu có, liên quan khi sử dụng. Trước khi sử dụng, người sử dụng tiêu chuẩn này phải có trách nhiệm thiết lập các biện pháp an toàn, sức khỏe phù hợp và xác định khả năng áp dụng mọi giới hạn qui định.

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp cột gradien để xác định khối lượng riêng của chất dẻo không xốp ép phun hoặc ép đùn dạng đồng nhất. Các cột gradien khối lượng riêng là những cột có chứa hỗn hợp gồm hai chất lỏng, khối lượng riêng trong cột tăng đều từ đỉnh xuống đáy.

CHÚ THÍCH Tiêu chuẩn này có thể áp dụng đối với các dạng hạt mịn là chúng đồng nhất. Khối lượng riêng thường được sử dụng để theo dõi sự biến đổi cấu trúc vật lý hoặc thành phần của chất dẻo. Khối lượng riêng cũng giúp ích trong việc đánh giá tính đồng nhất của mẫu hoặc mẫu thử. Khối lượng riêng của chất dẻo thường hay phụ thuộc vào việc lựa chọn phương pháp chuẩn bị mẫu thử. Khi đó, trong đặc tính kỹ thuật của vật liệu phải bao gồm cả việc hướng dẫn chi tiết phương pháp chuẩn bị mẫu thử. Chú thích này có thể áp dụng cho cả ba phương pháp.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là rất cần thiết khi 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 bản mới nhất, bao gồm cả các bản sửa đổi (nếu có).

TCVN 6039-1 : 2008 (ISO 1183-1 : 2004) Chất dẻo – Xác định khối lượng riêng của chất dẻo không xốp – Phần 1: Phương pháp ngâm, phương pháp picnomet lỏng và phương pháp chuẩn độ.

TCVN 7870-4 : 2007 (ISO 80000-4 : 2006) Đại lượng và đơn vị - Phần 4: Cơ học.

ISO 291 Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing (Chất dẻo – Môi trường tiêu chuẩn để ổn định và thử nghiệm).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa sau.

3.1

Khối lượng riêng (density)

ρ

Tỷ số khối lượng m và thể tích V (tại nhiệt độ t) của mẫu, tính bằng kg/m^3 , kg/dm^3 (g/cm^3) hoặc kg/l (g/ml).

CHÚ THÍCH Những thuật ngữ dưới đây được phân loại dựa trên cơ sở TCVN 7870-4 (ISO 80000-4).

Bảng 1 – Thuật ngữ khối lượng riêng

Thuật ngữ	Ký hiệu	Công thức	Đơn vị
Khối lượng riêng	ρ	m/V	kg/m^3 kg/dm^3 (g/cm^3) kg/l (g/ml)
Thể tích riêng	v	$V/m (= 1/\rho)$	m^3/kg dm^3/kg (cm^3/g) l/kg (ml/g)

4 Ổn định

Ổn định và thử nghiệm phải theo ISO 291 hoặc tiêu chuẩn vật liệu thích hợp. Nói chung, không cần phải ổn định các mẫu ở nhiệt độ không đổi, vì phép thử các mẫu được thực hiện ở nhiệt độ không đổi.

Các mẫu thử thay đổi khối lượng riêng trong khi thử đến mức lớn hơn độ chính xác yêu cầu thì phải được ổn định trước khi đo để phù hợp với yêu cầu kỹ thuật vật liệu được sử dụng. Khi sự thay đổi khối lượng riêng theo thời gian hay các điều kiện môi trường là mục đích chính của phép đo, các mẫu thử phải được ổn định như đã mô tả trong yêu cầu kỹ thuật vật liệu, nếu không có yêu cầu kỹ thuật vật liệu thì phải theo thỏa thuận của các bên liên quan.

5 Phương pháp

5.1 Thiết bị, dụng cụ

5.1.1 **Cột gradien khối lượng riêng**, gồm cột chia độ thích hợp, đường kính không nhỏ hơn 40 mm, có nắp đậy. Chiều cao của cột phải tương thích với độ chính xác yêu cầu. Trên cột có thang chia độ, thông thường vạch chia độ cách nhau 1 mm

5.1.2 **Bể ổn nhiệt**, có khả năng điều chỉnh nhiệt độ chính xác đến $\pm 0,1$ °C hoặc $\pm 0,5$ °C, phụ thuộc vào độ nhạy yêu cầu (xem Phụ lục B).

5.1.3 Phao thủy tinh đã hiệu chuẩn, gồm dải khối lượng riêng mà trong đó các phép đo được thực hiện và được phân bố đều trong suốt dải này.

CHÚ THÍCH Những phao này có thể mua được từ nguồn được công nhận hoặc được chuẩn bị theo 5.4.1.

5.1.4 Cân phân tích, chính xác đến 0,1 mg.

5.1.5 Xi phông hoặc pipet, để đổ đầy cột gradien (5.1.1), được thể hiện trong Hình B.1 hoặc B.2, hoặc dụng cụ thích hợp khác.

5.2 Chất lỏng ngâm

Cần hai chất lỏng có thể trộn lẫn với nhau, có khối lượng riêng khác nhau, các chất lỏng vừa mới được chưng cất, đảm bảo luôn tinh khiết. Khối lượng riêng của những chất lỏng khác nhau xem trong Phụ lục A.

Chất lỏng mà mẫu thử tiếp xúc trong quá trình đo phải không ảnh hưởng đến mẫu thử.

Chuẩn bị hỗn hợp các chất lỏng theo qui định trong 5.4.1.2.

5.3 Mẫu thử

Mẫu thử gồm các miếng vật liệu được cắt theo hình dạng thích hợp để dễ nhận dạng. Kích thước của từng miếng phải được lựa chọn để đo chính xác vị trí tâm của miếng.

Khi các mẫu thử được cắt ra từ mẫu lớn hơn, cần thận để đảm bảo rằng các đặc tính của vật liệu không bị thay đổi do phát sinh nhiệt quá mức. Bề mặt của mẫu thử phải trơn nhẵn và không có các lỗ hổng để giảm thiểu sự xâm nhập của các bọt khí khi ngâm trong chất lỏng, gây ra các sai số.

CHÚ THÍCH Thông thường, các mẫu thử có đường kính nhỏ hơn 5 mm là thích hợp.

5.4 Cách tiến hành

5.4.1 Chuẩn bị và hiệu chuẩn phao thủy tinh

5.4.1.1 Phao thủy tinh có thể tạo ra bằng bất kỳ phương pháp thích hợp nào. Phao thủy tinh phải có hình cầu, đường kính không lớn hơn 5 mm và được ủ kỹ.

5.4.1.2 Để chuẩn bị phao thủy tinh, chuẩn bị một dãy các hỗn hợp khoảng 500 ml gồm hai chất lỏng ngâm (5.2) nằm trong dải khối lượng riêng được sử dụng trong cột gradien khối lượng riêng (5.1.1). Khi phao và cột đạt đến nhiệt độ xung quanh, cần thận đặt phao vào các hỗn hợp này.

Điều chỉnh các phao đã lựa chọn đến gần khối lượng riêng của các hỗn hợp bằng cách:

a) mài phao trên đĩa thủy tinh được phủ lớp mỏng bột nhão silicon cacbua có kích cỡ hạt nhỏ hơn 38 μm (400 mesh) hoặc chất mài mòn thích hợp khác; hoặc

b) làm ăn mòn phao bằng axit flohydric.

5.4.1.3 Xác định khối lượng riêng chính xác của từng phao thủy tinh đã hiệu chuẩn như trên bằng cách thả phao vào hỗn hợp gồm hai chất lỏng thích hợp (5.2) trong bể (5.1.2) được duy trì ở nhiệt độ $(t \pm 0,1)$ °C, trong đó t là 23 °C hoặc 27 °C (bất cứ nhiệt độ nào được sử dụng đối với cột gradien khối lượng riêng). Nếu phao chìm, thêm chất lỏng có khối lượng riêng lớn hơn (nếu phao nổi, thêm chất lỏng có khối lượng riêng nhỏ hơn) và khuấy nhẹ để đồng nhất. Để hỗn hợp ổn định. Nếu phao vẫn chuyển động, lại điều chỉnh khối lượng riêng của hỗn hợp. Lặp lại qui trình này cho đến khi phao giữ yên ít nhất 30 min.

5.4.1.4 Đối với mỗi phao, sử dụng phương pháp picnomet (phương pháp B) trong TCVN 6039-1 : 2008 hoặc phương pháp thích hợp khác để xác định khối lượng riêng của dung dịch trong đó phao được giữ cân bằng, chính xác đến 0,000 1 g/ml. Áp dụng hiệu chỉnh lực đẩy trong TCVN 6039-1 : 2008, Điều 6, nếu cần. Ghi khối lượng riêng này là khối lượng riêng của phao.

CHÚ THÍCH Các phao thủy tinh hiệu chuẩn cũng có thể mua từ các nhà sản xuất đã được công nhận.

5.4.2 Chuẩn bị cột gradien khối lượng riêng

Các phương pháp để chuẩn bị cột gradien khối lượng riêng không qui định trong tiêu chuẩn này, ví dụ về hai phương pháp xem trong Phụ lục B.

5.4.3 Đo khối lượng riêng

Tắm ướt ba mẫu thử bằng chất lỏng có khối lượng riêng nhỏ hơn trong hai chất lỏng được sử dụng trong cột và nhẹ nhàng đặt chúng vào cột. Để cột và các mẫu thử đạt đến trạng thái cân bằng, cân ít nhất 10 min. Các màng có chiều dày nhỏ hơn 0,05 mm cần ít nhất 1,5 h để chìm xuống. Nên kiểm tra lại các mẫu thử màng mỏng sau vài giờ.

CHÚ THÍCH 1 Một trong những nguồn sai số phổ biến nhất trong phép thử là bọt khí.

CHÚ THÍCH 2 Các phương pháp thích hợp để khử bọt khí khỏi các mẫu thử là dùng 1 dây kim loại nhỏ chọc vỡ bằng tay một cách cẩn thận hoặc tạo chân không cho cột.

Những mẫu thử cũ có thể được lấy ra mà không làm hỏng gradien bằng cách gom chúng vào một cái giỏ bằng dây thép nối với một dây thép dài. Từ đáy cột, giỏ từ từ được kéo lên và sau khi làm sạch, giỏ được đưa trở lại đáy cột. Điều chủ yếu của thao tác này là tốc độ phải thật chậm (khoảng 10 mm chiều dài cột trong một phút) để không làm xáo trộn gradien khối lượng riêng. Có thể thực hiện dễ dàng khi sử dụng đồng hồ. Sau khi làm sạch cột, kiểm tra lại hiệu chuẩn và vẽ lại biểu đồ khối lượng riêng theo chiều cao.

5.4.4 Biểu thị kết quả

Khối lượng riêng của các mẫu thử có thể được xác định bằng đồ thị hoặc bằng tính toán từ những mức mà mẫu thử lắng xuống như sau.

a) Phương pháp biểu đồ

Vẽ biểu đồ khối lượng riêng của phao theo chiều cao phao trên đồ thị đủ lớn để có thể đọc chính xác đến $\pm 0,0001 \text{ g/cm}^3$ và $\pm 1 \text{ mm}$. Tìm chiều cao của mỗi mẫu thử trên đồ thị và đọc khối lượng riêng tương ứng.

b) Phương pháp tính toán

Tính khối lượng riêng $\rho_{S,x}$ của mỗi mẫu thử bằng phép nội suy, sử dụng công thức (1).

$$\rho_{S,x} = \rho_{F1} + \frac{(x-y) \times (\rho_{F2} - \rho_{F1})}{z-y} \quad (1)$$

Trong đó

- ρ_{F1} và ρ_{F2} là các khối lượng riêng của hai phao tương ứng ở mức thấp hơn và cao hơn trong dải khối lượng riêng;
- x là khoảng cách của mẫu thử ở trên vạch mốc bất kỳ;
- y và z là các khoảng cách ở trên cùng vạch mốc bất kỳ của hai phao có khối lượng riêng tương ứng ρ_{F1} và ρ_{F2} .

CHÚ THÍCH Phương pháp b) không phát hiện các sai số hiệu chuẩn. Những sai số này chỉ có thể được phát hiện bằng cách sử dụng phương pháp a), phương pháp biểu đồ. Phương pháp b) có thể được sử dụng khi hiệu chuẩn được biết là tuyến tính trong dải đang được sử dụng.

Nếu quan hệ giữa vị trí phao và khối lượng riêng không tuyến tính, có thể sử dụng đa thức bậc hai để nội suy khối lượng riêng.

Hiệu chỉnh lực đẩy có thể được tính như mô tả trong TCVN 6039-1 : 2008, Điều 6, nếu cần.

6 Báo cáo thử nghiệm

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

- a) Viện dẫn tiêu chuẩn này;
- b) Thông tin đầy đủ về mẫu, bao gồm phương pháp chuẩn bị mẫu và xử lý sơ bộ, nếu có;
- c) Chất lỏng ngâm sử dụng;
- d) Các giá trị khối lượng riêng được xác định đối với mỗi mẫu trong ba mẫu thử và giá trị trung bình số học của các giá trị này;
- e) Nhiệt độ thử nghiệm;
- f) Các chi tiết thực hiện hiệu chỉnh lực đẩy;
- g) Ngày thử nghiệm.

Phụ lục A

(tham khảo)

Hệ chất lỏng thích hợp để xác định khối lượng riêng

CẢNH BÁO Một số hóa chất sau có thể độc hại.

Bảng A.1 – Ví dụ về hệ chất lỏng thích hợp

Hệ	Dải khối lượng riêng g/cm ³
Metanol/benzyl ancol	0,79 đến 1,05
Isopropanol/nước	0,79 đến 1,00
Isopropanol/dietylen glycol	0,79 đến 1,11
Etanol/nước	0,79 đến 1,00
Toluen/cacbon tetraclorea	0,87 đến 1,60
Nước/dung dịch natri bromua ^a	1,00 đến 1,41
Nước/dung dịch canxi nitrat	1,00 đến 1,60
Etanol/dung dịch kẽm clorua ^b	0,79 đến 1,70
Cacbon tetraclorea/1,3-dibromopropan	1,60 đến 1,99
1,3-Dibromopropan/etylen bromua	1,99 đến 2,18
Etylen bromua/bromofom	2,18 đến 2,89
Cacbon tetraclorea/bromofom	1,60 đến 2,89
Isopropanol/metyl glycol axetat	0,79 đến 1,00

^a Khối lượng riêng 1,41 tương đương với phần khối lượng khoảng 40 % natri bromua.
^b Khối lượng riêng 1,70 tương đương với phần khối lượng khoảng 67 % kẽm clorua.

Những chất dưới đây cũng có thể sử dụng trong các hỗn hợp khác nhau:

Khối lượng riêng (g/cm³)

n-Octan	0,70
Dimetylformamit	0,94
Tetracloroetan	1,60
Etyl iodua	1,93
Metylen iodua	3,33

Phụ lục B

(tham khảo)

Chuẩn bị cột gradien khối lượng riêng

B.1 Đặt cột có vạch chia vào bể ổn nhiệt (5.1.2). Chọn hỗn hợp các chất lỏng thích hợp (5.2) từ bảng trong Phụ lục A. Khi yêu cầu độ nhạy $0,001 \text{ g/cm}^3$, nhiệt độ của bể phải được duy trì chính xác $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ và dải khối lượng riêng trên cột được giới hạn nhỏ hơn $0,2 \text{ g/cm}^3$ (tốt nhất là $0,1 \text{ g/cm}^3$). Khi yêu cầu độ nhạy $0,0001 \text{ g/cm}^3$, nhiệt độ của bể phải được duy trì chính xác $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ và dải khối lượng riêng trên cột được giới hạn nhỏ hơn $0,02 \text{ g/cm}^3$ (tốt nhất là $0,01 \text{ g/cm}^3$). Không sử dụng các phần sát với miệng và đáy cột, và không lấy các số đo ngoài phần đã hiệu chuẩn.

Có thể sử dụng nhiều phương pháp để chuẩn bị cột gradien, bao gồm hai phương pháp đã cho trong B.2 và B.3.

B.2 Phương pháp 1: Lắp thiết bị theo hình B.1, sử dụng hai bình có cùng kích cỡ và thể tích. Sau đó chọn lượng thích hợp của hai chất lỏng phù hợp mà trước đó đã loại trừ khí bằng cách đun nhẹ hoặc hút chân không. Phương pháp hiệu quả là sử dụng bồn rửa siêu âm.

Cho lượng thích hợp chất lỏng có khối lượng riêng nhỏ hơn vào bình 2 (lượng này nên ít nhất bằng một nửa tổng thể tích của chất lỏng cần thiết trong cột gradien – xem chú thích 1) và khuấy trên máy khuấy từ. Điều chỉnh tốc độ khuấy sao cho bề mặt của chất lỏng gần như là đứng im. Cho một lượng tương đương chất lỏng có khối lượng riêng lớn hơn vào bình 1. Cảnh thận để không khí không đi vào chất lỏng. Sử dụng chất lỏng có khối lượng riêng nhỏ hơn (chất lỏng ban đầu trong bình 2) để môi vào xi phông (5.1.5) được lắp vòi mao quản ở đầu cấp để kiểm soát dòng chảy, sau đó bắt đầu rót chất lỏng vào cột gradien. Đổ đầy cột đến vạch cao nhất yêu cầu (xem chú thích 2).

Để yên cột gradien khối lượng riêng đã chuẩn bị ít nhất 24 h.

CHÚ THÍCH 1 Tính khối lượng riêng ρ_2 của chất lỏng trong bình 2 theo công thức:

$$\rho_2 = \rho_{\max} - \frac{2 \times (\rho_{\max} - \rho_{\min}) \times V_1}{V} \quad (2)$$

trong đó

- ρ_{\min} là giới hạn dưới của dải khối lượng riêng yêu cầu, được lấy thấp hơn khối lượng riêng của pha thủy tinh nhẹ nhất đã hiệu chuẩn đối với cột gradien đang sử dụng là $0,01 \text{ g/cm}^3$;
- ρ_{\max} là giới hạn trên của dải khối lượng riêng yêu cầu, có nghĩa là khối lượng riêng của chất lỏng trong bình 1, được lấy cao hơn khối lượng riêng của pha thủy tinh nặng nhất đã hiệu chuẩn đối với cột gradien đang sử dụng là $0,005 \text{ g/cm}^3$;
- V là tổng thể tích yêu cầu trong cột gradien;
- V_1 là thể tích ban đầu của chất lỏng trong bình 1.

CHÚ THÍCH 2 Chuẩn bị cột gradien thích hợp có thể cần từ 1 h đến 1,5 h hoặc lâu hơn, phụ thuộc vào thể tích yêu cầu của cột.

B.3 Phương pháp 2: Lắp thiết bị theo Hình B.2. Về cơ bản phương pháp này giống như phương pháp 1, trừ những điểm sau:

- a) chất lỏng có khối lượng riêng lớn hơn được cho vào bình 2 và chất lỏng có khối lượng riêng nhỏ hơn cho vào bình 1;
- b) xi phông được sử dụng để phân phối chất lỏng từ bình 1 sang bình 2, và từ bình 2 đến cột;
- c) chất lỏng được đưa nhẹ nhàng tại đầu cột, để nó chảy xuống vào thành bên trong của cột;
- d) công thức để tính khối lượng riêng ρ_2 là công thức (3):

$$\rho_2 = \rho_{\min} - \frac{2 \times (\rho_{\min} - \rho_{\max}) \times V_1}{V} \quad (3)$$

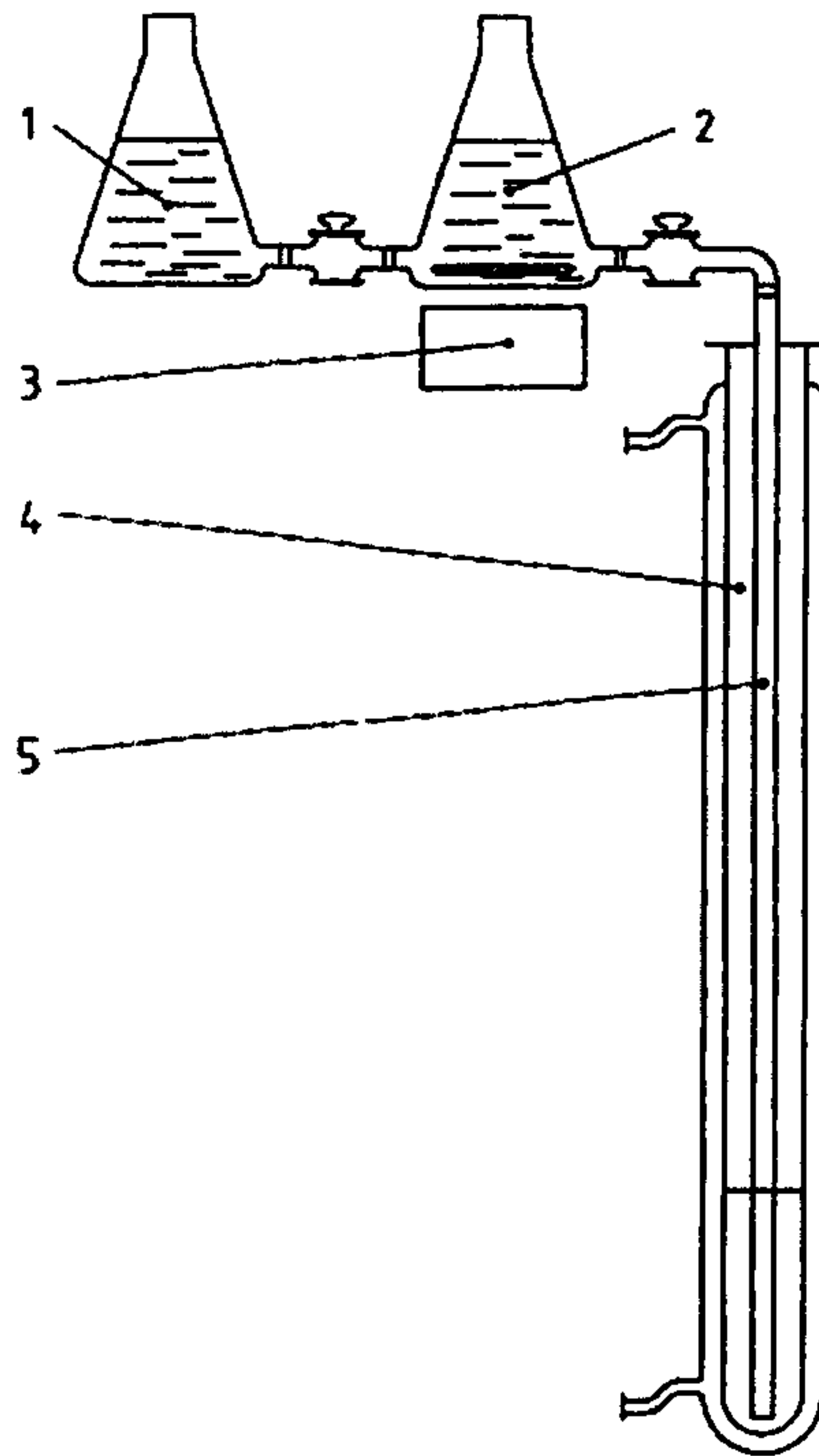
B.4 Ngâm các phao sạch trong chất lỏng khối lượng riêng nhỏ hơn và nhẹ nhàng đặt chúng vào cột. Nếu quan sát thấy các phao cụm lại với nhau và không dàn đều, loại bỏ hỗn hợp và lặp lại qui trình nạp chất lỏng vào cột.

Cách khác, có thể đặt các phao vào trong cột trong khi nạp chất lỏng vào cột. Nếu các phao cụm lại và không dàn đều trong cột, loại bỏ hỗn hợp và lặp lại qui trình nạp chất lỏng vào cột.

Sử dụng ít nhất một phao ở mỗi mức tăng $0,01 \text{ g/cm}^3$ của gradien khối lượng riêng khi khối lượng riêng được yêu cầu cần phải chính xác đến $0,001 \text{ g/cm}^3$. Sử dụng ít nhất một phao ở mỗi mức tăng $0,001 \text{ g/cm}^3$ khi khối lượng riêng được yêu cầu cần phải chính xác đến $0,0001 \text{ g/cm}^3$. Trong mọi trường hợp, nên dùng ít nhất năm phao để có đường chuẩn hợp lý.

B.5 Đậy nắp cột và giữ trong bể ổn nhiệt từ 24 h đến 48 h. Tại cuối thời gian này, đo khoảng cách từ tâm mỗi phao đến đáy cột, chính xác đến milimet, và vẽ đồ thị khối lượng riêng của các phao dưới dạng hàm số của chiều cao.

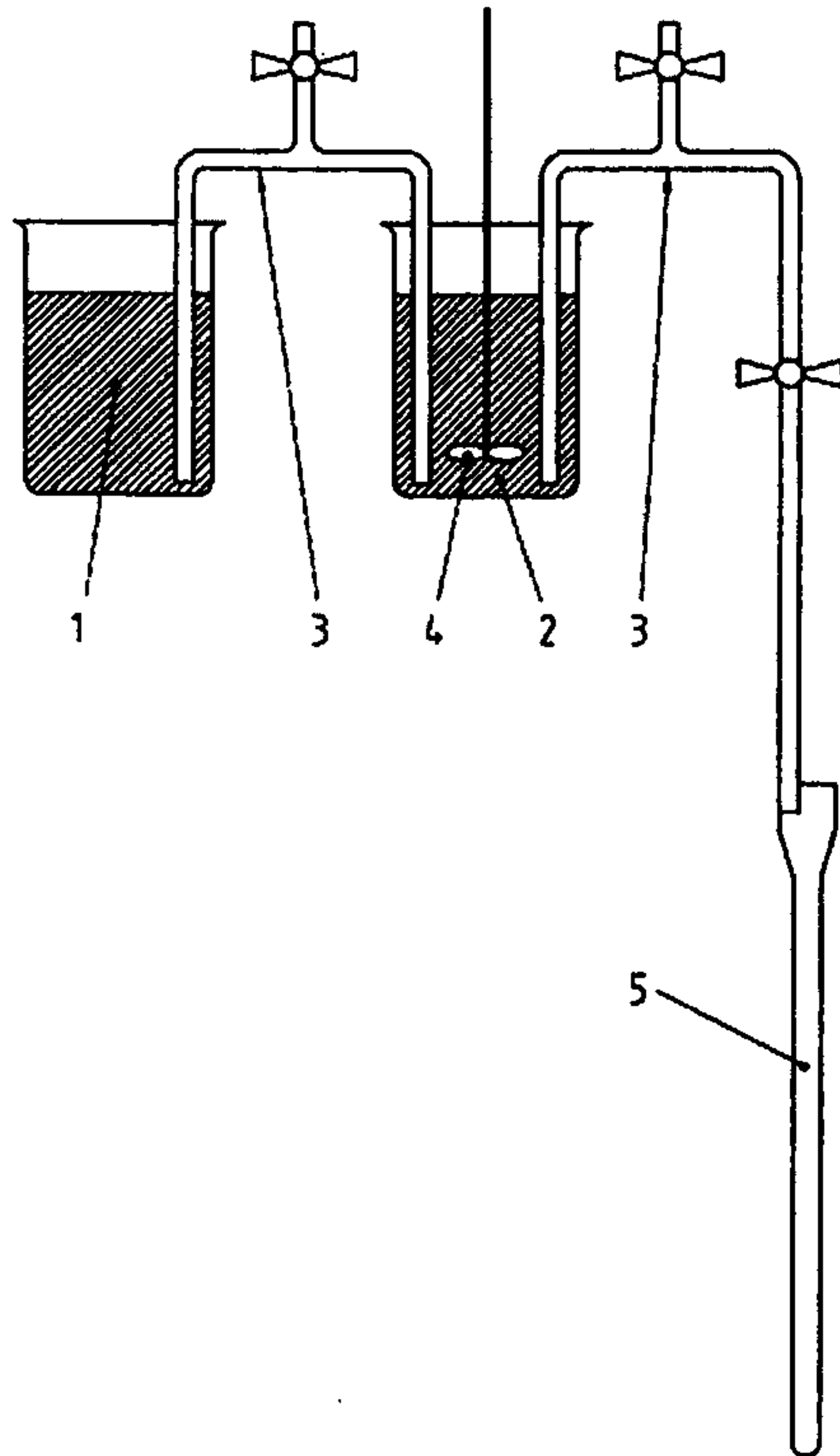
Đường thẳng là tốt nhất. Tuy nhiên, có thể chấp nhận đồ thị có đường hơi cong. Nếu đường trên đồ thị thể hiện chỗ gián đoạn nào đó hoặc có nhiều hơn một điểm uốn, loại bỏ hỗn hợp và lặp lại qui trình nạp chất lỏng.



CHÚ DẪN

- 1 bình 1 (chất lỏng có khối lượng riêng lớn hơn)
- 2 bình 2 (chất lỏng có khối lượng riêng nhỏ hơn)
- 3 máy khuấy từ
- 4 cột
- 5 ống mao quản đổ đầy

Hình B.1 – Thiết bị đổ đầy cột gradien khối lượng riêng đối với phương pháp 1



CHÚ DẪN

- 1 bình 1 (chất lỏng có khối lượng riêng lớn hơn)
- 2 bình 2 (chất lỏng có khối lượng riêng nhỏ hơn)
- 3 xi phông
- 4 que khuấy
- 5 cột

Hình B.1 – Thiết bị đồ đầy cột gradien khối lượng riêng đối với phương pháp 2