

Nhằm đóng góp tích cực cho việc xây dựng một lực lượng công nhân lành nghề được đào tạo bài bản cả về lý thuyết lẫn thực hành tại Việt Nam, Quỹ Thời báo Kinh tế Sài Gòn (Saigon Times Foundation – STF) và Ủy ban Tương trợ người Việt Nam tại Cộng hòa liên bang Đức (VSW-UBTT), vào năm 2010 đã thành lập Tủ sách Nhất Nghệ Tinh, với sự phối hợp của Nhà xuất bản Trẻ để dịch và in các cuốn sách dạy nghề quan trọng, cơ bản và sự phạm của Đức bằng tiếng Việt đầu tiên do nhiều chuyên gia Việt kiều tốt nghiệp và làm việc ở Đức/Việt Nam với nhiều năm kinh nghiệm đảm nhận.

### CHUYÊN NGÀNH CƠ KHÍ

Quyển sách giới thiệu cơ bản cho ngành Cơ khí. Sách đã được Giải thưởng SÁCH HAY 2013 của viện IRED tại Việt Nam. Quyển *Chuyên ngành Cơ khí* gốc tiếng Đức (xuất bản lần thứ 56) là một trong những quyển sách bán chạy nhất của nhà xuất bản Europa-Lehrmittel.

### CHUYÊN NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

Nội dung phong phú bao gồm những phần quan trọng, đặc biệt là phần về thiết bị cho kỹ thuật công trình, kỹ thuật tự động hóa, điều khiển logic lập trình (PLC). Sách dự kiến sẽ được tái bản theo ấn bản mới nhất lần thứ 30 của sách gốc tiếng Đức.

### CHUYÊN NGÀNH CƠ ĐIỆN TỬ

Sách *Cơ Điện Tử* là tài liệu cần thiết về một ngành tổng hợp đang được xem là chủ yếu trong các trường nghề bao gồm các lĩnh vực cơ khí, điện, tin học, tự động hóa, vật liệu và quản lý. Một quyển sách đồng hành rất cần thiết cho các chuyên viên ngành Cơ Điện Tử.

Cả ba cuốn chuyên ngành Cơ Khí, Điện - Điện Tử và Cơ Điện Tử đã được Tổng cục Giáo dục nghề nghiệp và Tổ chức Hợp tác quốc tế của Đức (GIZ) giới thiệu làm sách tham khảo và được đưa vào sử dụng cho công tác đào tạo ngành nghề ở Việt Nam theo tiêu chuẩn dạy nghề của CHLB Đức.

### CHUYÊN NGÀNH KỸ THUẬT Ô TÔ và XE MÁY HIỆN ĐẠI

Sách giới thiệu những kỹ thuật hiện đại và tiên tiến nhất của các nước đứng hàng đầu thế giới về sản xuất ô tô. Rất cần thiết cho việc tham khảo trong bối cảnh xu hướng sản xuất ô tô ở Việt Nam đang chuyển động.

### CẨM NANG CÔNG NGHỆ HÓA HỌC

Một quyển Sổ tay tra cứu cơ bản cho người thực hành trong lĩnh vực công nghệ quá trình và thiết bị hóa học.

### CHUYÊN NGÀNH SINH HỌC VÀ KỸ THUẬT SINH HỌC

Một quyển sách đặc biệt hấp dẫn giới thiệu những kỹ thuật tiên tiến nhất của sinh học.

Những quyển sách chuyên ngành khác sẽ xuất bản trong năm 2018 và 2019: *Chuyên ngành Kỹ thuật Chất dẻo, Kỹ thuật Xây dựng, Kỹ thuật Môi trường, Chuyên ngành Trang phục, Cẩm nang cơ khí*. Một số sách (Cơ Khí và Điện-Điện tử) đã được đưa lên mạng dưới dạng eBook ([website: http://www.ybook.vn/](http://www.ybook.vn/))

Tất cả thuật ngữ cho tủ sách nghề gồm ba thứ tiếng Đức-Việt-Anh đã được đưa lên mạng với tư điển trực tuyến [www.tudien.vsw-ubtt.com](http://www.tudien.vsw-ubtt.com) (20.000 từ trong thời điểm hiện tại).

SỬ DỤNG TEM THÔNG MINH - Chương trình chăm sóc khách hàng và khuyến mãi của NXB Trẻ. Các tem và đăng ký bằng 1 trong 2 cách:  
1. Truy cập <http://cakh.xnbtre.com.vn/Action> và đăng ký/đăng nhập tài khoản để nhập mã số  
2. Dùng smartphone quét QR Code và đăng ký/đăng nhập tài khoản để nhập mã số. *Để được hỗ trợ xin liên hệ Hotline: 0912.260.062 - Email: [ckh@xnbtre.com.vn](mailto:ckh@xnbtre.com.vn)*



ISBN 978-604-1-12259-8  
9 786041 122598

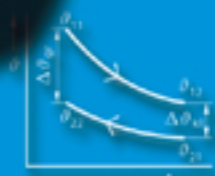
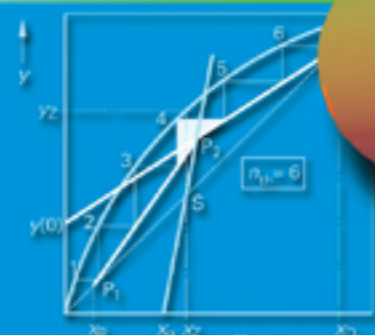
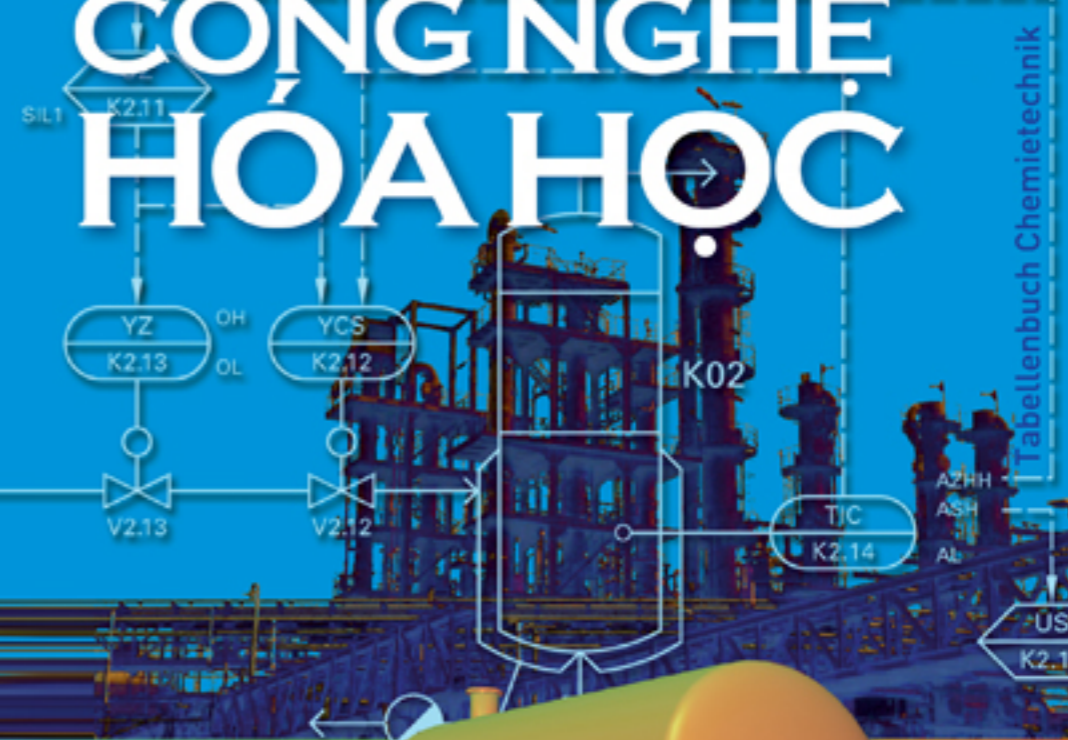


Bierwerth  
CẨM NANG CÔNG NGHỆ HÓA HỌC



Tủ sách NHẤT NGHỆ TINH

# CẨM NANG CÔNG NGHỆ HÓA HỌC



Tabellenbuch Chemietechnik

Tabellenbuch Chemietechnik



NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

Walter Bierwerth  
Nhiều dịch giả

**Quý Thời báo Kinh tế Sài Gòn**

(Saigon Times Foundation – STF)

và

**Ủy ban Tương trợ người Việt Nam tại CHLB Đức**

(Vietnamesisches Studienwerk in der BRD e.V.- VSW- UBTT)

# **CẨM NANG CÔNG NGHỆ HÓA HỌC**

**Dữ liệu · Công thức · Tiêu chuẩn · Đối chiếu**

trong các lĩnh vực:

Toán đại cương và toán kỹ thuật - Vật lý - Hóa học - Kỹ thuật chế biến -  
Vật liệu học - Kỹ thuật đo lường và điều chỉnh - An toàn lao động

Bản dịch tiếng Việt từ ấn bản tiếng Đức lần thứ 8, 2011

Hợp đồng bản quyền của nhà xuất bản Europa-Lehrmittel ký ngày 04.12.2012

Tựa gốc tiếng Đức: **Tabellenbuch Chemietechnik**

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL. Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG Düsseldorf  
Straße 23 , 42781 Haan-Gruiten, CHLB Đức

Europa-Nr.: 70717

**Tác giả:**

|                      |                             |                          |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Ô. Bierwerth, Walter | Studiendirektor, Dipl.-Ing. | Eppstein/Taunus/CHLB Đức |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|

**Hiệu đính:**

|                     |                                 |                          |
|---------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Ô. Jungblut, Volker | Oberstudiendirektor, Dipl.-Ing. | Eppstein/Taunus/CHLB Đức |
| Ô. Kraft, Klaus     | Oberstudienrat, Dipl.-Ing.      | Bad Camberg/CHLB Đức     |

**Tra cứu tài liệu:**

Bà Bierwerth, Inge  
Eppstein/Taunus/CHLB Đức

**Tư vấn xuất bản (ấn bản lần thứ nhất):**

Dipl.-Ing. Ô. Steinmüller, Armin      Biên tập viên nhà xuất bản, Haan-Gruiten/CHLB Đức

**Trình bày bìa sách:**

Ô. M. Kappenstein, Michael      Frankfurt am Main/CHLB Đức

**Thiết kế hình ảnh:**

Nhà xuất bản Europa-Lehrmittel, Văn phòng vẽ kỹ thuật, Ostfildern/CHLB Đức

Cuốn sách này được biên soạn dựa theo **tiêu chuẩn DIN chính thức ngữ pháp hiện hành của CHLB Đức**.

Các tiêu chuẩn DIN và tiêu chuẩn kỹ thuật khác mới nhất<sup>1)</sup> được sử dụng trong cuốn cẩm nang này. Tuy nhiên xin lưu ý là chỉ có các văn bản tiêu chuẩn DIN phát hành mới có giá trị chính thức. Các văn bản này có thể tham khảo tại những nơi lưu trữ công cộng hoặc đặt mua ở nhà xuất bản Công ty TNHH Beuth, đường Burggrafen số 6, 10787 Berlin/CHLB Đức.

<sup>1)</sup> Phụ chú người dịch: Mới nhất được hiểu ở đây là được phát hành tại thời điểm tái bản lần 8 của sách này

**Dịch thuật và hiệu đính là những chuyên gia đã tốt nghiệp và làm việc tại Đức và Việt Nam**

|                   |  |
|-------------------|--|
| Trần Văn Bình     | Dipl.-Ing. Techn. Univ. Aachen, Ph.D. Member of WCRE                                   |
| Đặng Văn Chăm     | Dipl.-Ing. Univ. Stuttgart, cựu nhân viên Daimler AG                                   |
| Trần Văn Cung     | Dipl.-Ing. Techn. Univ. Berlin, kỹ sư luyện kim  |
| Trương Ngọc Giao  | Dipl.-Ing.(FH) FH Würzburg-Schweinfurt   |
| Nguyễn Ngọc Hải   | Dr.-Ing. Techn. Univ. Berlin, hãng REE Corporation, Việt Nam                           |
| Hồ Thị Kim Hoàng  | Dipl.-Ing. Univ. Göttingen   |
| Phạm Hải Hồ       | Dr.rer.nat. Univ. Hamburg, cựu nhân viên Malteser International tại Việt Nam           |
| Phan Kim Hồ       | Dr.rer.nat. RWTH Aachen, cựu nhân viên DWI/RWTH Aachen                                 |
| Phạm Nam Hương    | Dipl.-Ing. Techn. Univ. Berlin người điều phối Tủ Sách Nhất Nghệ Tinh                  |
| Nguyễn Tấn Luân   | Thạc sĩ, Đại học Sư phạm Tp. HCM   |
| Vũ Hồng Phát      | Dipl.-Ing. Univ. Stuttgart, cựu nhân viên hãng Alcatel Lucent AG                       |
| Nguyễn Quý        | Dr.-Ing. Univ. Kaiserslautern, Tổng Giám đốc EPT, Tp. HCM                              |
| Quỳnh Sanh        | Dipl.-Ing. Univ. Stuttgart   |
| Ngô Mạnh Thắng    | PGS.TS Đại Học Bách Khoa Tp. HCM, Khoa Kỹ thuật Hóa học, Hóa Lý                        |
| Đình Văn Thịnh    | Dr.-Ing. Techn. Univ. Karlsruhe, cựu nhân viên ABB Lummus/ TÜV Rheinland (trưởng nhóm) |
| Khuông Long Thuận | Dipl.-Ing. Universität Stuttgart   |
| Trần Trọng Tường  | Cựu nhân viên Siemens AG   |
| Nguyễn Như Vinh   | Dipl.-Ing. Techn. Univ. Erlangen   |
| Nguyễn Xuân Xanh  | Dr.-Habil. Techn. Univ. Berlin   |

**Thiết kế bìa sách:** Nxb Trẻ và VSW-UBTT, bìa sách có bản quyền sử dụng của Nxb EUROPA-LEHRMITTEL

Ủy ban Tương trợ người Việt Nam tại CHLB Đức giữ bản quyền dịch thuật. Sản phẩm được bảo vệ quyền tác giả. Mọi việc sử dụng ngoài quy tắc luật pháp phải được sự chấp thuận bằng văn bản của nhà xuất bản Trẻ.

BIỂU GHI BIÊN MỤC TRƯỚC XUẤT BẢN DO THƯ VIỆN KHTH TP.HCM THỰC HIỆN  
General Sciences Library Cataloging-in-Publication Data

**Bierwerth**

Cẩm nang Công nghệ hóa học / Bierwerth ; Nhiều dịch giả. - In lần thứ 1. - T.P. Hồ Chí Minh : Trẻ, 2018.  
466tr. ; 24cm. - (Tủ sách học nghệ Nhất Nghệ Tinh).  
Nguyên bản : Tabellenbuch Chemietechnik.

ISBN 978-604-1-10366-5.

I. Công nghệ hóa học. I. Ts. II. Ts: Tabellenbuch Chemietechnik.

660 -- ddc 23

B588

## Lời nói đầu

Để đóng góp tích cực cho việc xây dựng một lực lượng công nhân lành nghề tại Việt Nam được đào tạo bài bản về lý thuyết và thực hành, **Quý Thời báo Kinh tế Sài Gòn** (Saigon Times Foundation-STF) và **Ủy ban Tương trợ người Việt Nam tại Cộng hòa Liên bang Đức (VSW-UBTT)**, hai tổ chức xã hội phi lợi nhuận đã thành lập Tủ sách Nhất Nghệ Tinh từ 2010 để dịch các sách dạy các ngành nghề quan trọng, cơ bản, cập nhật với trình độ khoa học kỹ thuật hiện đại của nhà xuất bản Europa-Lehrmittel ở Đức.

CHLB Đức là một trong những quốc gia có nền công nghiệp hóa học lâu đời hàng đầu thế giới với khoảng 1700 hãng hóa học, trong đó các hãng lớn như BASF, Bayer AG, Fresenius SE & Co. KGaA, Linde AG, Henkel, Boehringer Ingelheim, Lanxess, Merck KGaA, Evonik Industries v.v... với sản phẩm hóa học và dược phẩm rất đa dạng và phong phú đạt mức doanh thu khoảng 183 tỷ Euro năm 2016 với tổng số 446.300 nhân viên (Nguồn: Hiệp hội Kỹ nghệ Hóa học VCI, Frankfurt a.M., CHLB Đức).

Sách **CẨM NANG CÔNG NGHỆ HÓA HỌC (CnChH)** của Nxb Europa - Lehrmittel hiện nay đang được phổ biến và sử dụng rộng rãi tại tất cả các trường cao đẳng kỹ thuật chuyên nghiệp và được mua nhiều nhất trong loại sách dạy nghề công nghệ hóa học tại CHLB Đức. Sách được công nhận bởi Phòng Thương mại và Kỹ nghệ Đức (Industrie - und Handelskammer, gồm 80 tổ chức của nhà nước quy tụ tất cả các hãng xưởng chuyên ngành của từng vùng trên toàn nước Đức) như là một tài liệu chính thức trong những kỳ thi ra trường cho các trường cao đẳng đào tạo kỹ thuật viên ngành dược và hóa, phòng thí nghiệm và kỹ thuật sản xuất công nghệ hóa. Ngoài ra sách còn được chính thức sử dụng để đào tạo công nhân trong các trung tâm đào tạo trong kỹ nghệ (thí dụ (t.d.) của hãng PROVADIS, trung tâm công nghệ Höchst, Frankfurt a. M, CHLB Đức).

Đối tượng của sách CnChH trước hết là các nhân viên đang làm việc trong ngành công nghiệp hóa học, hóa dầu hay dược (người học nghề, nhân viên chuyên môn về sản xuất, nhân viên phòng thí nghiệm, quản đốc, kỹ sư và kỹ thuật viên) theo hệ thống dạy nghề song hành vừa lý thuyết vừa thực hành của Đức (Dualsystem). Ngoài ra, giáo viên giảng dạy tại các trường chuyên nghiệp, dạy nghề cũng có thể sử dụng sách để bổ sung cho giáo trình v.v..

Sách gồm 8 chương lớn:

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | <b>KTQ</b> (Kiến thức tổng quát) / <b>T</b> (Toán học) / <b>TKT</b> (Toán kỹ thuật) | 5 | <b>VII</b> (Vật liệu học)                   |
| 2 | <b>VL</b> (Vật lý)  | 6 | <b>VKT</b> (Vẽ kỹ thuật)                    |
| 3 | <b>HH</b> (Hóa học)   | 7 | <b>KTĐK</b> (Kỹ thuật điều khiển quá trình) |
| 4 | <b>CNH</b> (Công nghệ hóa học)  | 8 | <b>ATLĐ</b> (An toàn lao động)              |

và phục vụ các mục đích sau:

- Thông tin tổng quát về các lĩnh vực quan trọng trong ngành công nghiệp hóa (các dữ liệu cơ bản, các đặc trưng của thiết bị kỹ thuật chế biến).
- Các dữ liệu cho các phép tính thường dùng, các chỉ dẫn về những ưu điểm và khuyết điểm của các thiết bị chế biến chính, đưa ra những đặc tính các vật liệu thường dùng và cung cấp những tiêu chuẩn quan trọng nhất cho các lĩnh vực liên quan (cập nhật tiêu chuẩn: tháng 12/2010, (z) có nghĩa: bị thu hồi).
- An toàn lao động, danh sách và đặc tính của chất hóa học thông dụng, chất nguy hiểm, dễ nổ, dễ cháy v.v...
- Giúp cho người trong nghề trong các quyết định quan trọng cho công tác sản xuất hàng ngày, trong việc lựa chọn, tính toán thiết kế và thực hiện dàn máy biến chế, các thiết bị hóa chủ chốt (máy bơm và máy nén, ống dẫn, vật liệu, thiết bị trao đổi nhiệt, phân tách bằng nhiệt, kỹ thuật sấy, chưng cất, khuấy, thực hiện phản ứng hóa v.v...) và trong quá trình quyết định cho việc phát triển hay bảo dưỡng thiết bị.
- Cung cấp cho lãnh đạo ngành hóa công nghiệp các thông tin cơ sở và cần thiết đầu tiên trước khi gặp các nhà cung cấp thiết bị chế biến và linh kiện để chủ động thương lượng.
- Cung cấp cho đội ngũ giảng dạy các dữ liệu để soạn các bài tập sát với thực tiễn.

Các dữ liệu trong cuốn cẩm nang này được tác giả truy tầm công phu và cẩn thận từ tài liệu khoa học kỹ thuật và tài liệu của rất nhiều doanh nghiệp hóa công nghiệp và học viện. Tuy nhiên, khó có thể loại trừ hết các sai sót trong quá trình truyền dẫn dữ liệu hay do thông tin thiếu chính xác. Vì vậy trách nhiệm trong việc sử dụng dữ liệu cẩm nang không thuộc về chúng tôi.

Danh pháp của các chất hóa học được dựa chính vào TCVN 5529:2010 và 5530:2010, đồng thời cũng lưu ý các danh pháp được sử dụng trên thực tiễn ở Việt Nam và trong các danh mục chất hóa học của các hãng sản xuất nổi tiếng và trong các dữ liệu từ thực tiễn (t.d. danh mục độ bền chất hóa học, danh mục chất độc hóa học v.v...). Vì thế danh pháp hóa học không luôn luôn đúng theo tiêu chuẩn quốc tế IUPAC.

Chúng tôi xin cảm ơn nhà xuất bản EUROPA-LEHRMITTEL, nhà xuất bản Trê đã dành sự giúp đỡ tận tình trong việc xuất bản. Đặc biệt cảm ơn tập thể các chuyên gia uy tín, trong và ngoài nước đã âm thầm cống hiến tâm sức để hoàn thành việc chuyển ngữ cuốn sách này. Mặc dù rất cần trọng và cố gắng trong việc biên dịch và hiệu đính, ấn bản đầu tiên này chắc không tránh khỏi thiếu sót, khiếm khuyết. Chúng tôi mong nhận được các góp ý của bạn đọc để có thể hoàn thiện các ấn bản trong tương lai. Mọi sự góp ý xin gửi về địa chỉ [tusachnghe@googlegroups.com](mailto:tusachnghe@googlegroups.com).

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 12/2017

# Mục lục

## **KTQ** (KIẾN THỨC TỔNG QUÁT)

### **Kiến thức tổng quát**

|   |    |
|---|----|
| Ký tự Hy Lạp.....   | 9  |
| Số La Mã.....   | 9  |
| Các đại lượng và các đơn vị cơ bản (Hệ đơn vị theo SI)..... | 9  |
| Tiền tố (ký tự đứng trước) của các đơn vị .....             | 10 |
| Ký tự công thức và các đơn vị .....                         | 10 |
| Ký tự công thức và các đơn vị ngoài hệ SI.....              | 18 |
| Các đơn vị ngoài hệ SI, với phạm vi ứng dụng giới hạn ..... | 18 |
| Chuyển đổi các đơn vị hệ Anh và hệ Mỹ sang hệ SI.....       | 19 |
| Ký tự toán học .....  | 23 |
| Ký tự logic và lý thuyết tập hợp .....                      | 26 |

## **T** (TOÁN HỌC)

### **Căn bản Toán học đại cương**

|  |    |
|--|----|
| Các phép tính cơ bản.....                  | 27 |
| Phép tính có dấu ngoặc (tính tổng số)..... | 29 |
| Tính phân số.....                          | 30 |
| Cách tính phần trăm.....                   | 30 |
| Tính lũy thừa .....                        | 31 |
| Lấy căn số.....                            | 32 |
| Lấy logarithm.....                         | 32 |
| Phương trình.....                          | 33 |
| Quy tắc tam suất.....                      | 35 |
| Làm tròn số.....                           | 36 |
| Nội suy.....                               | 36 |
| Đánh giá bằng thống kê.....                | 37 |
| Tính bề mặt (diện tích) .....              | 39 |
| Tính thể tích hình khối .....              | 40 |
| Lượng giác .....                           | 42 |

## **TKT** (TOÁN KỸ THUẬT)

### **Toán kỹ thuật**

|  |    |
|--|----|
| Thể tích và diện tích bề mặt ngoài các vòm bình quan trọng.....  | 43 |
| Diện tích các bề mặt dị dạng .....                               | 43 |
| Biểu đồ và toán đồ.....  | 44 |
| Thành phần của các pha hỗn hợp.....                              | 48 |
| Phương trình pha trộn cho dung dịch và các pha hỗn hợp khác..... | 51 |
| Điều chế dung dịch chuẩn.....                                    | 52 |

|   |    |
|---|----|
| Điều chế dung dịch bão hòa; Độ hòa tan.....                           | 53 |
| Công thức tính của phân tích chuẩn độ (Phân tích theo thể tích) ..... | 54 |
| Cách tính phân tích định lượng .....                                  | 55 |
| Độ ẩm và độ hao hụt nung.....   | 55 |
| Thiết lập các phương trình phản ứng hóa học.....                      | 56 |
| Độ chuyển hóa và hiệu suất hóa chất.....                              | 57 |
| Thành phần khối lượng các nguyên tố trong một hợp chất .....          | 58 |
| Công thức tính tỷ trọng .....   | 58 |

## **VL** (VẬT LÝ)

### **Cơ Học**

|  |    |
|--|----|
| Phương trình đại lượng.....                                  | 59 |
| Chiều dài và diện tích .....                                 | 59 |
| Thể tích .....   | 60 |
| Khối lượng.....  | 61 |
| Tỷ trọng.....  | 61 |
| Xác định tỷ trọng.....                                       | 62 |
| Vận tốc.....   | 63 |
| Gia tốc.....   | 64 |
| Vận tốc góc, gia tốc góc.....                                | 65 |
| Tần số quay (số vòng quay trong 1 s), gia tốc xuyên tâm..... | 65 |
| Lực.....   | 66 |
| Tổng hợp và phân chia lực trên một mặt phẳng .....           | 67 |
| Cơ năng và năng lượng.....                                   | 68 |
| Công suất cơ học.....  | 68 |
| Hiệu suất.....   | 68 |
| Ma sát .....   | 69 |
| Moment quay và đòn bẩy.....                                  | 70 |
| Con lăn và hệ ròng rọc.....                                  | 70 |

### **Cơ học của chất lỏng và chất khí**

|   |    |
|---|----|
| Áp suất .....                             | 71 |
| Sự tạo thành bề mặt, bình thông nhau..... | 72 |
| Sức căng bề mặt, tính mao dẫn .....       | 72 |
| Độ nhớt (Độ sệt) .....                    | 73 |

### **Nhiệt lượng học**

|  |    |
|--|----|
| Nhiệt độ .....                         | 75 |
| Sự biến đổi chiều dài và thể tích..... | 75 |

|   |    |
|---|----|
| Hệ số giãn nở nhiệt.....                          | 76 |
| Nhiệt dung, nhiệt dung riêng, nhiệt dung mol..... | 77 |
| Cân bằng nhiệt khi trao đổi nhiệt trực tiếp ..... | 78 |
| Trị số phát nhiệt thô và nhiệt trị sử dụng .....  | 79 |
| Độ ẩm của không khí.....                          | 80 |
| Bức xạ nhiệt độ (bức xạ nhiệt) .....              | 81 |
| Sự trao đổi nhiệt qua bức xạ .....                | 81 |
| Truyền nhiệt qua tường (vách/thành) .....         | 82 |
| Phương trình cân bản cho sự truyền nhiệt .....    | 83 |
| Sự thay đổi trạng thái của khí.....               | 84 |
| Mức tiêu thụ ga trong bình khí nén.....           | 84 |
| Sự nén khí.....                                   | 85 |

### Kỹ thuật điện

|   |    |
|---|----|
| Cường độ dòng điện và điện áp .....                             | 86 |
| Điện trở và điện dẫn .....                                      | 86 |
| Định luật Ohm .....   | 87 |
| Mạch điện trở.....  | 87 |
| Nói rộng phạm vi đo ở những thiết bị đo .....                   | 88 |
| Công suất điện và điện công .....                               | 88 |
| Giá điện công .....   | 88 |
| Sự chuyển hóa từ điện năng sang nhiệt năng.....                 | 89 |
| Bình điện (ắc quy).....   | 89 |
| Xác định công suất với đồng hồ đo dòng điện<br>xoay chiều ..... | 90 |
| Sự tách ly bằng điện.....                                       | 90 |
| Hiệu ứng nhiệt điện.....  | 90 |

### Điện hóa học

|  |    |
|--|----|
| Độ dẫn điện (điện dẫn) của chất lỏng .....                               | 91 |
| Điện dẫn phân tử (điện dẫn tương đương)<br>của dung dịch điện phân ..... | 92 |
| Định luật Faraday, tương đương điện hóa .....                            | 93 |
| Điện thế ở điện cực.....   | 94 |

### Quang học bức xạ

|   |    |
|---|----|
| Khúc xạ (chiết quang) .....                         | 95 |
| Thấu kính dạng hình cầu và gương lõm.....           | 95 |
| Chiết suất (số khúc xạ).....                        | 97 |
| Kính hiển vi.....                                   | 98 |
| Giảm cường độ quang phổ (độ hấp thụ quang phổ) .... | 98 |
| Tuyến quang phổ .....                               | 98 |

## HH (HÓA HỌC)

### Nguyên tố hóa học

|  |     |
|--|-----|
| Đặc tính các nguyên tố hóa học I .....   | 99  |
| Đặc tính các nguyên tố hóa học II.....   | 102 |
| Cấu hình điện tử của các nguyên tố ..... | 106 |

### Dung dịch

|  |     |
|--|-----|
| Đặc tính của những dung môi chính yếu I.....                 | 108 |
| Đặc tính của những dung môi chính yếu II .....               | 110 |
| Dung môi và chất hút ẩm.....                                 | 112 |
| Độ hòa tan của hợp chất vô cơ<br>trong nước (chất rắn) ..... | 114 |
| Độ hòa tan của khí trong nước.....                           | 117 |
| Tích số tan.....   | 118 |
| Tỷ trọng của dung dịch nước.....                             | 119 |
| Chất chỉ thị acid - base .....                               | 121 |
| Phân tích định lượng.....                                    | 122 |
| Phân tích theo thể tích.....                                 | 123 |
| Hệ số tỷ lượng (đương lượng phân tích thể tích) .....        | 124 |
| Hỗn hợp đệm.....   | 126 |

### Số liệu hóa chất

|   |     |
|---|-----|
| Số liệu của một số chất hóa học chọn lọc..... | 127 |
|---|-----|

### Hóa lý

|  |     |
|--|-----|
| Hằng số phân ly của các acid và base trong<br>dung dịch nước.....      | 143 |
| Hoạt độ điện ly .....  | 146 |
| Tích số ion của nước.....  | 147 |
| Độ dẫn điện đương lượng của chất điện ly<br>trong dung dịch nước ..... | 147 |

## CNH (CÔNG NGHỆ HÓA HỌC)

### Thiết kế dàn máy biến chế

|   |     |
|---|-----|
| Giản đồ thiết kế và thực hiện dàn máy<br>công nghệ hóa học..... | 149 |
|---|-----|

### Quản lý chất lượng

|   |     |
|---|-----|
| Nguyên tắc cơ bản, cấu trúc và mục đích ..... | 150 |
| Cơ sở của hệ thống quản lý chất lượng .....   | 151 |
| Bảng điều chỉnh chất lượng (ĐCCL) .....       | 152 |

## Bình chứa và bình khuấy

|  |     |
|--|-----|
| Thuật ngữ, mã ký tự, ký hiệu công thức, kích thước danh định.....                | 155 |
| Đường kính và thể tích danh định.....  | 156 |
| Hoạt động ở bình chứa, xi-lô và kho hẹp 1 – Nguy hiểm và nguyên nhân.....        | 157 |
| Hoạt động ở bình chứa, xi-lô và kho hẹp 2 – Nguy hiểm và biện pháp phòng hộ..... | 158 |
| Thể tích chứa trong bình.....  | 159 |
| Các bộ phận – Tên gọi.....   | 162 |
| Biểu thị bình chứa.....  | 163 |
| Khởi động máy bơm.....   | 164 |
| Ký hiệu các ống dẫn và bình ga luân lưu.....                                     | 165 |
| Đường kính danh định của ống dẫn.....  | 166 |
| Thông tin về nhiệt độ và áp suất cho các thiết bị chịu áp.....                   | 167 |
| Chủng loại ống theo tiêu chuẩn PAS.....  | 168 |
| Các chủng loại ống dẫn.....  | 170 |
| Phân loại ống thép chịu áp.....  | 171 |
| Tiêu chuẩn tính kích cỡ các ống thép.....  | 171 |
| Tiêu chuẩn cho điều kiện cung cấp ống thép.....                                  | 177 |
| Các tiêu chuẩn khác cho ống dẫn.....   | 177 |
| Độ dày ống thép cần thiết.....   | 178 |
| Bích nối ống.....  | 179 |
| Khớp (ren) nối ống.....  | 180 |
| So sánh các loại nối ống.....  | 181 |
| Khớp nối giãn nở (bộ phận bù giãn nở).....                                       | 182 |
| So sánh các khớp nối bù.....   | 183 |
| Bẫy hơi tổng quát.....   | 184 |
| So sánh các bẫy hơi.....   | 185 |
| Thiết kế bẫy hơi và ống dẫn chất ngưng tụ.....                                   | 186 |
| Các tiêu chuẩn về phụ kiện (van) đóng mở và điều chỉnh.....                      | 187 |
| Phân loại và đặc điểm các phụ kiện đóng mở.....                                  | 188 |
| So sánh các loại van.....  | 189 |
| Các thông số thủy động lực học của các van.....                                  | 190 |
| Hệ số tiêu hao áp suất (hệ số lực cản) của van.....                              | 191 |
| Các van đặc biệt và những đặc điểm khác biệt.....                                | 192 |
| Áp suất tiêu hao trong hệ thống ống dẫn.....                                     | 193 |
| Độ nhám tương đương của ống và vận tốc dòng chảy tiêu biểu.....                  | 194 |
| Hệ số tiêu hao áp suất của các phụ kiện ống.....                                 | 195 |
| Hệ số tiêu hao áp suất của các van.....  | 197 |
| Vật liệu gioăng (phốt/đệm kín).....  | 198 |
| Các gioăng dẹp (phốt/đệm kín).....   | 200 |
| Các gioăng prôfin.....   | 201 |
| Gioăng hàn.....  | 201 |

|  |     |
|--|-----|
| Độ bền các vật liệu làm gioăng.....                                    | 202 |
| Bảng so sánh các loại bơm quan trọng nhất.....                         | 206 |
| Công suất giới hạn của các máy bơm quan trọng nhất.....                | 208 |
| Máy bơm ly tâm theo DIN EN 22 858.....                                 | 210 |
| Cách tính công suất cần thiết của máy bơm (công suất của động cơ)..... | 211 |
| Trị số NPSH.....   | 214 |
| Điểm vận hành của một máy bơm.....                                     | 215 |
| Máy nén – Cơ bản.....  | 216 |
| Các loại máy nén và phạm vi ứng dụng.....                              | 217 |

## Sự truyền nhiệt

|   |     |
|---|-----|
| Phép tính sơ bộ cho diện tích trao đổi nhiệt cần thiết.....       | 219 |
| Phép tính gần đúng cho hệ số truyền nhiệt (Trị số <i>k</i> )..... | 224 |
| Thiết bị trao đổi nhiệt.....                                      | 228 |
| Sự làm lạnh.....  | 230 |
| Chất tải nhiệt.....   | 231 |
| Áp suất hơi theo Antoine.....                                     | 234 |

## Kỹ thuật phân tách chất bằng nhiệt

|  |     |
|--|-----|
| Kỹ thuật sấy khô trong không khí (sấy khô bằng đối lưu)..... | 235 |
| Các thiết bị sấy.....  | 238 |
| Kỹ thuật chưng cất từng phần.....                            | 240 |
| Kỹ thuật trích ly (trích ly lỏng/lỏng).....                  | 244 |
| Kỹ thuật hấp thụ.....  | 245 |
| Kỹ thuật hấp phụ.....  | 247 |
| Thiết bị trao đổi ion.....                                   | 250 |
| Kết cấu các tháp phân tách.....                              | 251 |

## Kỹ thuật trao đổi chất

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| So sánh các vòng đệm.....        | 252 |
| Tổ đệm trong tháp phân tách..... | 255 |

## Kỹ thuật tổng hợp chất

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| Kỹ thuật khuấy – Nguyên tắc..... | 256 |
| Máy khuấy.....                   | 257 |

## Kỹ thuật phân tách cơ học

|  |     |
|--|-----|
| Phân bố độ lớn hạt/ Phân tách bằng sàng lọc..... | 262 |
| Kỹ thuật lọc.....                                | 265 |
| Kỹ thuật lắng đọng.....                          | 266 |

## Kỹ thuật phản ứng

|   |     |
|---|-----|
| Các chất xúc tác trong công nghiệp hóa..... | 267 |
| Các chất xúc tác dùng làm sạch khí.....     | 272 |
| Động học của phản ứng hóa học.....          | 273 |

## VLI (VẬT LIỆU HỌC)

### Vật liệu

|  |     |
|--|-----|
| Phân loại vật liệu.....  | 277 |
| Đặc tính vật liệu của thiết bị.....  | 278 |
| Chọn lựa vật liệu.....   | 288 |
| Tương quan giá cả ở những vật liệu quan trọng trong công nghệ hóa học..... | 290 |

### Ăn mòn, Bảo vệ chống ăn mòn

|  |     |
|--|-----|
| Các hiện tượng ăn mòn.....                                       | 291 |
| Các loại ăn mòn.....   | 292 |
| Bảo vệ chống ăn mòn.....   | 294 |
| Chất kim hãm.....  | 296 |
| Khâu chuẩn bị bề mặt kim loại trước khi thực hiện tráng phủ..... | 296 |
| Tiêu chuẩn về ăn mòn và bảo vệ chống ăn mòn.....                 | 297 |

### Kiểm tra vật liệu

|  |     |
|--|-----|
| Thí nghiệm kéo.....  | 298 |
| Kiểm tra độ cứng.....  | 299 |
| Độ cứng và giới hạn 0,2 hoặc giới hạn đàn hồi của một số vật liệu..... | 300 |
| Tổng quan về các phương pháp kiểm tra quan trọng nhất.....             | 301 |

### Tên gọi vật liệu theo chuẩn

|   |     |
|---|-----|
| Số vật liệu của thép I.....                                       | 302 |
| Số vật liệu của gang đúc.....                                     | 304 |
| Số vật liệu của thép II.....                                      | 305 |
| Số vật liệu của các loại gang đúc.....                            | 306 |
| Số vật liệu của các kim loại phi sắt.....                         | 306 |
| Tên tắt của thép, ký hiệu chính.....                              | 307 |
| Tên tắt của thép, ký hiệu bổ xung.....                            | 309 |
| Tên tắt của vật liệu gang đúc.....                                | 311 |
| Tên tắt của vật liệu sắt theo chuẩn DIN 17 006 đã bị thu hồi..... | 312 |
| Tên tắt của thép theo chuẩn Âu châu 27- 44.....                   | 315 |
| Ký hiệu theo hệ thống của kim loại phi sắt.....                   | 318 |
| Mã mẫu tự và ký hiệu tắt của chất dẻo.....                        | 319 |

## VKT (VỀ KỸ THUẬT)

### Các nguyên tắc chung của vẽ kỹ thuật

|   |     |
|---|-----|
| Khổ giấy chung cuộc (kích thước giấy vẽ).....     | 321 |
| Các tỷ lệ bản vẽ.....                             | 321 |
| Đường nét trong vẽ kỹ thuật.....                  | 321 |
| Chữ tiêu chuẩn kiểu đứng (dạng B, kiểu đứng)..... | 322 |
| Trình bày vật thể.....                            | 322 |
| Ghi kích thước.....                               | 323 |

### Biểu đồ quá trình công nghệ hóa học

|  |     |
|--|-----|
| Ký hiệu đồ họa (ký hiệu hình ảnh).....                       | 326 |
| Ký tự đặc trưng cho máy móc, thiết bị và phụ kiện/van.....   | 335 |
| Biểu diễn máy móc, thiết bị không có ký hiệu tiêu chuẩn..... | 335 |
| Biểu đồ quá trình và cách thực hiện.....                     | 336 |
| Sơ đồ quá trình công nghệ hóa học.....                       | 337 |
| Lưu đồ quá trình công nghệ hóa học.....                      | 337 |
| Biểu đồ ống dẫn, thiết bị và hệ thống điều khiển.....        | 338 |

## KTĐK (KỸ THẬT ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH)

### Kỹ thuật đo công nghiệp

|  |     |
|--|-----|
| Tín hiệu chuẩn trong quá trình tự động hóa và độ chính xác của máy đo..... | 339 |
| Đo nhiệt độ.....   | 341 |
| Đo áp suất.....  | 346 |
| Đo mức nạp.....  | 349 |
| Đo lưu lượng.....  | 354 |
| Đo thể tích.....   | 361 |

### Kỹ thuật điều khiển quá trình

|  |     |
|--|-----|
| Biểu tượng đồ họa để mô tả chức năng EMSR.....                         | 365 |
| Mẫu tự nhận dạng kỹ thuật EMSR.....                                    | 366 |
| Biểu tượng đồ họa cho tác dụng trên những tuyến của hệ thống EMSR..... | 367 |
| Thí dụ cho việc ứng dụng những ký hiệu vị trí EMSR.....                | 368 |
| Mô tả nhiệm vụ của kỹ thuật điều khiển quá trình.....                  | 369 |
| Biểu tượng đồ họa để mô tả các chi tiết.....                           | 373 |
| Cơ bản cho kỹ thuật điều khiển và điều chỉnh.....                      | 376 |
| So sánh các loại cơ bản của bộ điều chỉnh.....                         | 377 |
| Chức năng kết nối logic.....   | 378 |
| Sơ đồ chức năng GRAFCET.....   | 379 |

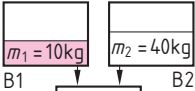


**Thành phần của các pha hỗn hợp**

(theo DIN 1310, 02.84)

Pha hỗn hợp là các hỗn hợp khí, dung dịch và tinh thể, các trình bày sau đây cũng có giá trị cho các tạp chất không trộn được.

**Thành phần khối lượng  $w$  và tỷ lệ khối lượng  $\zeta$**



**Thành phần khối lượng**

$$w_i = \frac{m_i}{m}$$

Thí dụ

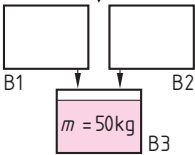
$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m}$$

$m_i$  Khối lượng chất  $i$

$m$  Tổng khối lượng ( $m_1 + m_2 + \dots + m_n$ )

**T.d.** Khối lượng chất 1 trong pha hỗn hợp (B3):

$$w_1 = \frac{m_1}{m} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{10 \text{ kg}}{10 \text{ kg} + 40 \text{ kg}} = \frac{10 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} = 0,2 \cong 20 \%$$



**Tỷ lệ khối lượng**

$$\zeta_{ik} = \frac{m_i}{m_k}$$

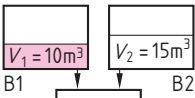
$m_i$  Khối lượng chất  $i$

$m_k$  Khối lượng chất  $k$

**T.d.** Tỷ lệ khối lượng của chất 1 đối với chất 2:

$$\zeta_{12} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{10 \text{ kg}}{40 \text{ kg}} = 0,25$$

**Thành phần thể tích  $\varphi$  và tỷ lệ thể tích  $\psi$**



**Thành phần thể tích**

$$\varphi_i = \frac{V_i}{V}$$

Thí dụ

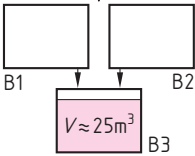
$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{V}$$

$V_i$  Thể tích chất  $i$  trước khi trộn

$V$  Tổng thể tích ( $V_1 + V_2 + \dots + V_n$ ) trước khi trộn

**T.d.** Thành phần thể tích chất 1 trong pha hỗn hợp (B3)

$$\varphi_1 = \frac{V_1}{V} = \frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{10 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3 + 15 \text{ m}^3} = \frac{10 \text{ m}^3}{25 \text{ m}^3} = 0,4 \cong 40 \%$$



**Tỷ lệ thể tích**

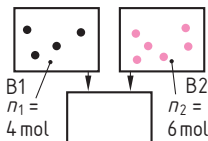
$$\psi_{ik} = \frac{V_i}{V_k}$$

$V_i$  Thể tích chất  $i$  trước khi trộn

$V_k$  Thể tích chất  $k$  trước khi trộn

**T.d.** Tỷ lệ thể tích của chất 1 đối với chất 2:  $\psi_{12} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{10 \text{ m}^3}{15 \text{ m}^3} = 0,67$

**Thành phần mol chất  $x$  và tỷ lệ thành phần lượng chất  $r$**



**Thành phần mol chất**

$$x_i = \frac{n_i}{n}$$

Thí dụ

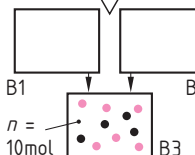
$$x(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{n}$$

$n_i$  Lượng chất  $i$

$n$  Tổng lượng mol ( $n_1 + n_2 + \dots + n_n$ )

**T.d.** Thành phần mol chất 1 trong pha hỗn hợp (B3):

$$x_1 = \frac{n_1}{n} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{4 \text{ mol}}{4 \text{ mol} + 6 \text{ mol}} = \frac{4 \text{ mol}}{10 \text{ mol}} = 0,4 \cong 40 \%$$



**Tỷ lệ thành phần mol**

$$r_{ik} = \frac{n_i}{n_k}$$

$n_i$  Lượng mol chất  $i$

$n_k$  Lượng mol chất  $k$

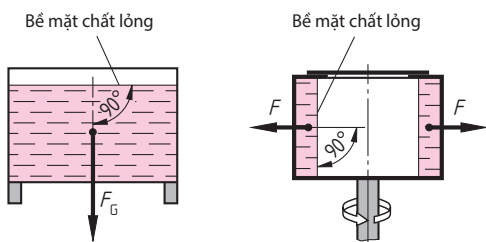
**T.d.** Tỷ lệ thành phần chất 1 đối với chất 2 (B3):

$$r_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{4 \text{ mol}}{6 \text{ mol}} = 0,67$$

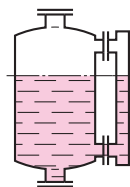
● Ký hiệu cho 1 mol chất 1  
● Ký hiệu cho 1 mol chất 2

## Sự tạo thành bề mặt, bình thông nhau

**Bề mặt** của một chất lỏng luôn nằm thẳng góc với lực tác dụng cũng như lực chế ngự



Trong những bình thông nhau độ cao của chất lỏng luôn luôn bằng nhau, bất chấp số lượng và hình thể của bình, nếu không có tác dụng mao dẫn.



Ống đo mực chất lỏng (kính nhin) ở một bình chứa

Trong những bình với đường kính nhỏ vừa đủ, chất lỏng tạo một bề mặt lõm hay lồi, tùy theo lực nào lớn hơn trong hai lực: Lực bám của chất lỏng với thành bình và lực kết dính giữa những hạt chất lỏng.



T.d.: Nước trong một ống thủy tinh



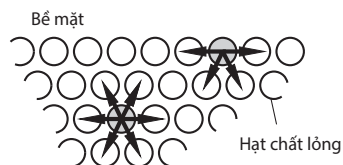
T.d.: Thủy ngân trong một ống thủy tinh

## Sức căng bề mặt, tính mao dẫn

### Sức căng bề mặt

Ký hiệu công thức:  $\sigma$  Đơn vị: **N/m**

Nguyên nhân: Do lực kết dính tác dụng vào bề mặt của một chất lỏng (tổng lực vào một hạt tại bề mặt hướng vào phía trong của chất lỏng, trong khi những lực tác dụng vào một hạt bên trong chất lỏng bù trừ nhau)

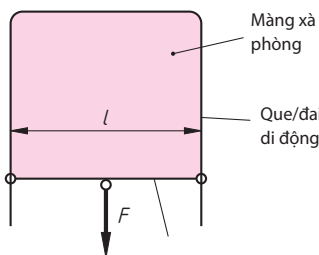


### Đo sức căng bề mặt

$$\sigma = \frac{F}{l}$$

$F$  Lực để giãn căng bề mặt chất lỏng [N]

$l$  Độ dài của đường biên [m]



### Tính mao dẫn

$$h = \frac{4\sigma}{g \cdot d \cdot \rho}$$

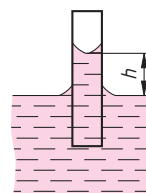
$h$  Khoảng cách độ cao với bề mặt chuẩn [m]

$\sigma$  Sức căng bề mặt [N/m]

$\rho$  Tỷ trọng của chất lỏng [kg/m<sup>3</sup>]

$g$  Gia tốc rơi [m/s<sup>2</sup>]

$d$  Đường kính của ống mao dẫn [m]



### Sức căng bề mặt của những chất được chọn lọc, tại 20 °C

| Chất                           | $\sigma$ [N/m] | Chất                                       | $\sigma$ [N/m] | Chất                                      | $\sigma$ [N/m] |
|--------------------------------|----------------|--|----------------|---|----------------|
| Aceton (Dimethylketon)         | 0,023          | Ethanol                                    | 0,022          | Dầu hỏa                                   | 0,027          |
| Acetonitril                    | 0,028          | w(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH) = 40 % | 0,030          | Phenol                                    | 0,039          |
| Amoniác                        | 0,021          | w(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH) = 20 % | 0,038          | Propanol                                  | 0,024          |
| Anilin (Phenylamin)            | 0,043          | Ethylacetat                                | 0,024          | Thủy ngân                                 | 0,47           |
| Benzen                         | 0,029          | Glycerin                                   | 0,059          | Acid nitric                               | 0,041          |
| Butanol                        | 0,025          | Hexan                                      | 0,018          | w(HNO <sub>3</sub> ) = 50 %               | 0,065          |
| Chlorobenzen                   | 0,027          | Hydrazin                                   | 0,068          | Acid hydrochloric                         |                |
| Chloroform                     | 0,027          | Isobutanol                                 | 0,023          | w(HCl) = 30 %                             | 0,070          |
| (Trichloromethan)              |                | Isopropanol                                | 0,021          | Acid sulfuric                             |                |
| Cyclohexan                     | 0,025          | Methanol                                   | 0,023          | w(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) = 60 % | 0,076          |
| Dichloromethan                 | 0,027          | Methylamin                                 | 0,021          | w(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) = 98 % | 0,055          |
| Diethylether                   | 0,017          | Natri hydroxid                             |                | Tetrachloromethan                         | 0,027          |
| Diphenyl                       | 0,036          | w(NaOH) = 50 %                             | 0,13           | Toluol (Methylbenzen)                     | 0,029          |
| Acid acetic                    | 0,028          | w(NaOH) = 20 %                             | 0,086          | Nước                                      | 0,073          |
| w(CH <sub>3</sub> COOH) = 50 % | 0,04           | Nitrobenzen                                | 0,043          | Xylen                                     | 0,03           |

# Nguyên tố hóa học

**HH**

## Cấu hình điện tử của các nguyên tố (tiếp theo)

| Nguyên tử khối Z | Nguyên tố | K               | L                               | M  | N   | O   | P   | Q               |
|------------------|-----------|-----------------|---------------------------------|--|---|---|---|-----------------|
| 54               | Xe        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup>                  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   |   |                 |
| 55               | Cs        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup>                  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>1</sup>                                 |                 |
| 56               | Ba        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup>                  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 57               | La        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup>                  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>1</sup>                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 58               | Ce        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>2</sup>  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 59               | Pr        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>3</sup>  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 60               | Nd        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>4</sup>  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 61               | Pm        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>5</sup>  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 62               | Sm        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>6</sup>  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 63               | Eu        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>7</sup>  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 64               | Gd        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>7</sup>  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>1</sup>                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 65               | Tb        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>9</sup>  | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 66               | Dy        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>10</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 67               | Ho        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>11</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 68               | Er        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>12</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 69               | Tm        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>13</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 70               | Yb        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 71               | Lu        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>1</sup>                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 72               | Hf        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>2</sup>                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 73               | Ta        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>3</sup>                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 74               | W         | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>4</sup>                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 75               | Re        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>5</sup>                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 76               | Os        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>6</sup>                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 77               | Ir        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>7</sup>                   | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 78               | Pt        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>9</sup>                   | 6s <sup>1</sup>                                 |                 |
| 79               | Au        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>1</sup>                                 |                 |
| 80               | Hg        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup>                                 |                 |
| 81               | Tl        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>                 |                 |
| 82               | Pb        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>                 |                 |
| 83               | Bi        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>                 |                 |
| 84               | Po        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup>                 |                 |
| 85               | At        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup>                 |                 |
| 86               | Rn        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 |                 |
| 87               | Fr        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>1</sup> |
| 88               | Ra        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>2</sup> |
| 89               | Ac        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>1</sup> | 7s <sup>2</sup> |
| 90               | Th        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup>                  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>2</sup> | 7s <sup>2</sup> |
| 91               | Pa        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>2</sup>  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>1</sup> | 7s <sup>2</sup> |
| 92               | U         | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>3</sup>  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>1</sup> | 7s <sup>2</sup> |
| 93               | Np        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>4</sup>  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>1</sup> | 7s <sup>2</sup> |
| 94               | Pu        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>6</sup>  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>2</sup> |
| 95               | Am        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>7</sup>  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>2</sup> |
| 96               | Cm        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>7</sup>  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>1</sup> | 7s <sup>2</sup> |
| 97               | Bk        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>9</sup>  | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>2</sup> |
| 98               | Cf        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>10</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>2</sup> |
| 99               | Es        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>11</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>2</sup> |
| 100              | Fm        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>12</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>2</sup> |
| 101              | Md        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>13</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>2</sup> |
| 102              | No        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>14</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>                 | 7s <sup>2</sup> |
| 103              | Lr        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>14</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>1</sup> | 7s <sup>2</sup> |
| 104              | Db        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>14</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>2</sup> | 7s <sup>2</sup> |
| 105              | Jl        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>14</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>3</sup> | 7s <sup>2</sup> |
| 106              | Rf        | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 5f <sup>14</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>4</sup> | 7s <sup>2</sup> |

**3**

## Dung dịch

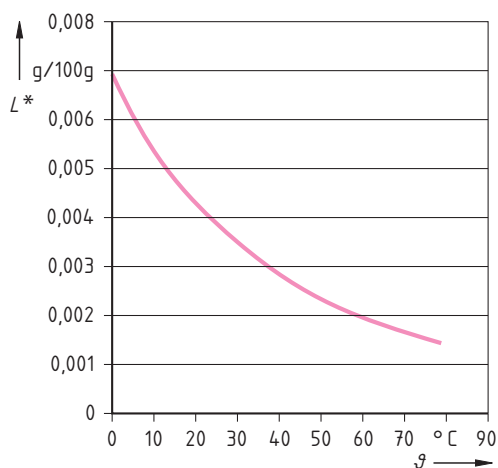
**HH**

### Độ hòa tan của khí trong nước

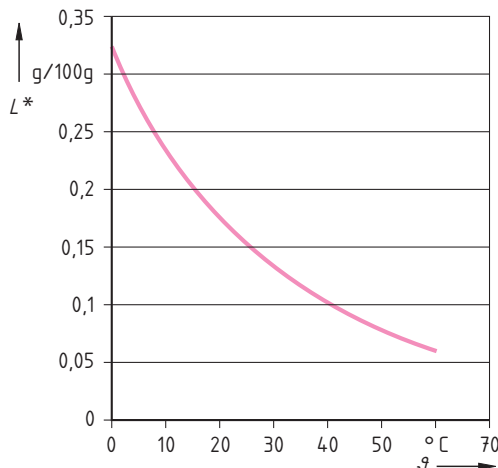
| Khí              | Công thức                     | $L^*(X)$ bằng g/(100 g nước) ở áp suất tuyệt đối $p = 101\,315\text{ Pa}$ |         |         |         |         |         |         |         |      |
|------------------|-------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
|                  |                               | 0 °C  | 15 °C   | 20 °C   | 25 °C   | 30 °C   | 40 °C   | 60 °C   | 80 °C   |      |
| Amoniac          | NH <sub>3</sub>               | 89,7  |         | 52,6    |         |         |         | 33,8    | 23,8    | 15,4 |
| Argon            | Ar                            |   | 0,00671 | 0,00609 | 0,00559 | 0,00516 |         |         |         |      |
| Chlor            | Cl <sub>2</sub>               | 1,46  |         | 0,729   |         | 0,591   | 0,459   | 0,329   | 0,223   |      |
| Dinitơ monoxid   | N <sub>2</sub> O              |   | 0,145   | 0,124   | 0,107   | 0,093   |         |         |         |      |
| Ethan            | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | 0,0132  | 0,0076  | 0,00652 | 0,00568 | 0,00501 | 0,0037  | 0,0024  | 0,0013  |      |
| Ethen (ethylen)  | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | 0,028   |         | 0,015   |         |         |         | 0,0097  | 0,0073  |      |
| Ethin (acetylen) | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> | 0,203   |         | 0,121   |         |         |         | 0,082   | 0,061   |      |
| Heli             | He                            |   | 0,00016 | 0,00016 | 0,00016 | 0,00016 |         |         |         |      |
| Hydrochlorid     | HCl                           | 82,5  |         | 72,1    |         |         |         | 63,3    | 56,1    |      |
| Hydrosulfid      | H <sub>2</sub> S              | 0,707   | 0,443   | 0,393   | 0,351   | 0,315   | 0,236   | 0,148   | 0,0765  |      |
| Carbon dioxid    | CO <sub>2</sub>               | 0,335   | 0,201   | 0,173   | 0,150   | 0,132   | 0,097   | 0,058   |         |      |
| Carbon monoxid   | CO                            | 0,00440   | 0,00326 | 0,00298 | 0,00276 | 0,00258 | 0,00208 | 0,00152 |         |      |
| Methan           | CH <sub>4</sub>               | 0,00396   | 0,00278 | 0,00250 | 0,00227 | 0,00209 | 0,00159 | 0,00114 |         |      |
| Oxy              | O <sub>2</sub>                | 0,00695   | 0,0049  | 0,00444 | 0,00407 | 0,00377 | 0,00308 | 0,00227 | 0,00138 |      |
| Lưu huỳnh dioxid | SO <sub>2</sub>               | 22,8  | 12,71   | 10,62   | 8,97    | 7,63    | 5,54    |         |         |      |
| Nitơ             | N <sub>2</sub>                | 0,00294   | 0,00216 | 0,00198 | 0,00184 | 0,00172 | 0,00139 | 0,00105 | 0,00066 |      |
| Nitơ monoxid     | NO                            |   | 0,00693 | 0,00631 | 0,00579 | 0,00537 |         |         |         |      |
| Hydro            | H <sub>2</sub>                | 0,00019   | 0,00017 | 0,00016 | 0,00016 | 0,00015 | 0,00014 | 0,00012 | 0,00008 |      |

**3**

**Độ hòa tan của oxy tùy thuộc theo nhiệt độ**



**Độ hòa tan của carbon dioxid tùy thuộc theo nhiệt độ**



# Phân tích

**HH**

## Phân tích định lượng

Thành phần khối lượng  $w(X)$  của chất X cần xác định trong một mẫu thử (hỗn hợp chất):

$$w(X) = \frac{m(A) \cdot F \cdot 100}{m}$$

Khối lượng  $m(X)$  của chất cần xác định trong khối lượng cân ban đầu:

$$m(X) = m(A) \cdot F$$

Hệ số tỷ lượng:

$$F = \frac{a \cdot M(X)}{M(A)} \quad \text{z.B. } F(\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}) = \frac{2 \cdot M(\text{Al})}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)}$$

$w(X)$  Thành phần khối lượng của chất cấu tạo bởi các thành phần X cần được xác định trong một mẫu thử [%]

$m(X)$  Khối lượng của chất cấu tạo bởi các thành phần X cần được xác định trong mẫu thử [g]

$m(A)$  Khối lượng của chất đã kết tủa và sấy khô từ thành phần A (khối lượng cân sau cùng) [g]

$m$  Khối lượng mẫu thử (khối lượng cân ban đầu) [g]

$a$  Số lượng của thành phần X trong mỗi nhóm nguyên tử A ở dạng cân định lượng

$M(X)$  Khối lượng mol của chất cấu tạo bởi thành phần X [g/mol]

$M(A)$  Khối lượng mol của chất cấu tạo bởi thành phần A [g/mol]

## Danh mục các hệ số tỷ lượng chọn lọc

| Chất cần xác định              | Dạng cân định lượng  | F       | Chất cần xác định              | Dạng cân định lượng  | F  | Chất cần xác định             | Dạng cân định lượng   | F                              |        |
|--------------------------------|--|---------|--------------------------------|--|--|-------------------------------|---|--------------------------------|--------|
| Ag                             | Ag <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>                                     | 0,6996  | Cl                             | AgCl   | 0,2474   | Mg                            | Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 0,2184                         |        |
|                                | AgBr   | 0,5745  | HCl                            | AgCl   | 0,2550   | MgO                           | Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 0,3622                         |        |
|                                | AgCl   | 0,7526  | Co                             | Co(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>        | 0,1779   | Mn                            | Mn <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 0,3871                         |        |
| AgNO <sub>3</sub>              | AgCl   | 1,1853  |                                | Co(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O | 0,1538   | MnO <sub>2</sub>              | Mn <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 0,6126                         |        |
| Al                             | Al(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub>                    | 0,05872 |                                | Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>   | 0,7342   | Mo                            | PbMoO <sub>4</sub>  | 0,2613                         |        |
|                                | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                       | 0,5293  | Cr                             | BaCrO <sub>4</sub>   | 0,2053   | Na                            | NaMg(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> · 6 H <sub>2</sub> O | 0,01536                        |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub>                    | 0,1110  |                                | PbCrO <sub>4</sub>   | 0,1609   |                               | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,6991                         |        |
| As                             | Ag <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>                                     | 0,1620  |                                | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 0,6842   | Nb                            | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,6991                         |        |
|                                | Mg <sub>2</sub> As <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                       | 0,4827  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | BaCrO <sub>4</sub>   | 0,3000   | Ni                            | NiC <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> N <sub>4</sub>  | 0,2031                         |        |
| As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Ag <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>                                     | 0,2139  | Cu                             | Cu(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>        | 0,1892   |                               | Ni(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O  | 0,1533                         |        |
|                                | Mg <sub>2</sub> As <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                       | 0,6373  |                                | Cu(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub>                      | 0,1806   |                               |   |                                |        |
| B                              | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 0,3106  |                                | CuO  | 0,7989   |                               |   |                                |        |
| Ba                             | BaCO <sub>3</sub>  | 0,6959  |                                | CuS  | 0,6646   | P                             | Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 0,2783                         |        |
|                                | BaCrO <sub>4</sub>   | 0,5421  |                                | CuSCN  | 0,5225   | PO <sub>4</sub>               | Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 0,8535                         |        |
|                                | BaSO <sub>4</sub>  | 0,5884  | F                              | CaF <sub>2</sub>   | 0,4867   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 0,6378                         |        |
| BaO                            | BaCO <sub>3</sub>  | 0,7770  | Fe                             | Fe(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub>                      | 0,1144   | Pb                            | PbCl <sub>2</sub>   | 0,7450                         |        |
| Ba(OH) <sub>2</sub>            | BaCO <sub>3</sub>  | 0,8683  |                                | Fe(CN) <sub>6</sub>  | 0,2635   |                               | PbCrO <sub>4</sub>  | 0,6411                         |        |
|                                | BaSO <sub>4</sub>  | 0,7341  |                                | Fe(OH) <sub>3</sub>  | 0,5226   |                               | PbSO <sub>4</sub>   | 0,6832                         |        |
| Be                             | BeO  | 0,3603  |                                | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 0,6994   | S                             | BaSO <sub>4</sub>   | 0,1374                         |        |
|                                | BeP <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                      | 0,0939  | Ga                             | Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 0,7439   | SO <sub>2</sub>               | BaSO <sub>4</sub>   | 0,2745                         |        |
| Bi                             | Bi(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O | 0,3169  | Ge                             | GeO <sub>2</sub>   | 0,6941   | SO <sub>4</sub>               | BaSO <sub>4</sub>   | 0,4116                         |        |
|                                | Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                       | 0,8970  |                                | Hg   | Hg(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>        | 0,4242                        | Sb  | Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,8353 |
|                                | BiPO <sub>4</sub>  | 0,6875  |                                |  | Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>  | 0,8498                        |   | Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> | 0,7168 |
| Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Bi(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O | 0,3533  |                                |  |  | Si                            | SiO <sub>2</sub>  | 0,4672                         |        |
| Br                             | AgBr   | 0,4255  |                                |  |  | Sn                            | SnO <sub>2</sub>  | 0,7877                         |        |
| HBr                            | AgBr   | 0,4309  | I                              | AgI  | 0,5405   | Ta                            | Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,8191                         |        |
|                                |  |         | In                             | In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 0,8271   | Ti                            | TiCl <sub>3</sub>   | 0,3104                         |        |
| C                              | BaCO <sub>3</sub>  | 0,06087 | K                              | K[B(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> ]                     | 0,1091   |                               | TiO <sub>2</sub>  | 0,5995                         |        |
|                                | CO <sub>2</sub>  | 0,2729  |                                | KCl  | 0,5244   |                               | TiO(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub>  | 0,1360                         |        |
| CO <sub>2</sub>                | CaCO <sub>3</sub>  | 0,4397  |                                | KClO <sub>4</sub>  | 0,2822   | Zn                            | Zn(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub>   | 0,1937                         |        |
| HCN                            | AgCN   | 0,2018  | La                             | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 0,8527   |                               | Zn(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub>   | 0,1849                         |        |
| HSCN                           | AgSCN  | 0,3560  | Li                             | Li <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>  | 0,1798   |                               | ZnNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub>   | 0,3665                         |        |
| Ca                             | CaCO <sub>3</sub>  | 0,4004  |                                | Mg   | Mg(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O | 0,06971                       | ZnO   | 0,8034                         |        |
|                                | CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O                   | 0,2743  |                                |  | MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> · 6 H <sub>2</sub> O                 | 0,09904                       | Zn <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 0,4292                         |        |
|                                | CaF <sub>2</sub>   | 0,5133  |                                |  | MgO  | 0,6030                        | ZrO <sub>2</sub>  | 0,7403                         |        |
| CaO                            | CaCO <sub>3</sub>  | 0,5603  |                                |  |  |                               |   |                                |        |
|                                | Ca(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>      | 0,1795  |                                |  |  |                               |   |                                |        |
| Cd                             | CdO  | 0,8754  |                                |  |  |                               |   |                                |        |
|                                | CdS  | 0,7781  |                                |  |  |                               |   |                                |        |
| Ce                             | CeO <sub>2</sub>   | 0,8141  |                                |  |  |                               |   |                                |        |

## Số liệu hóa chất

**HH**

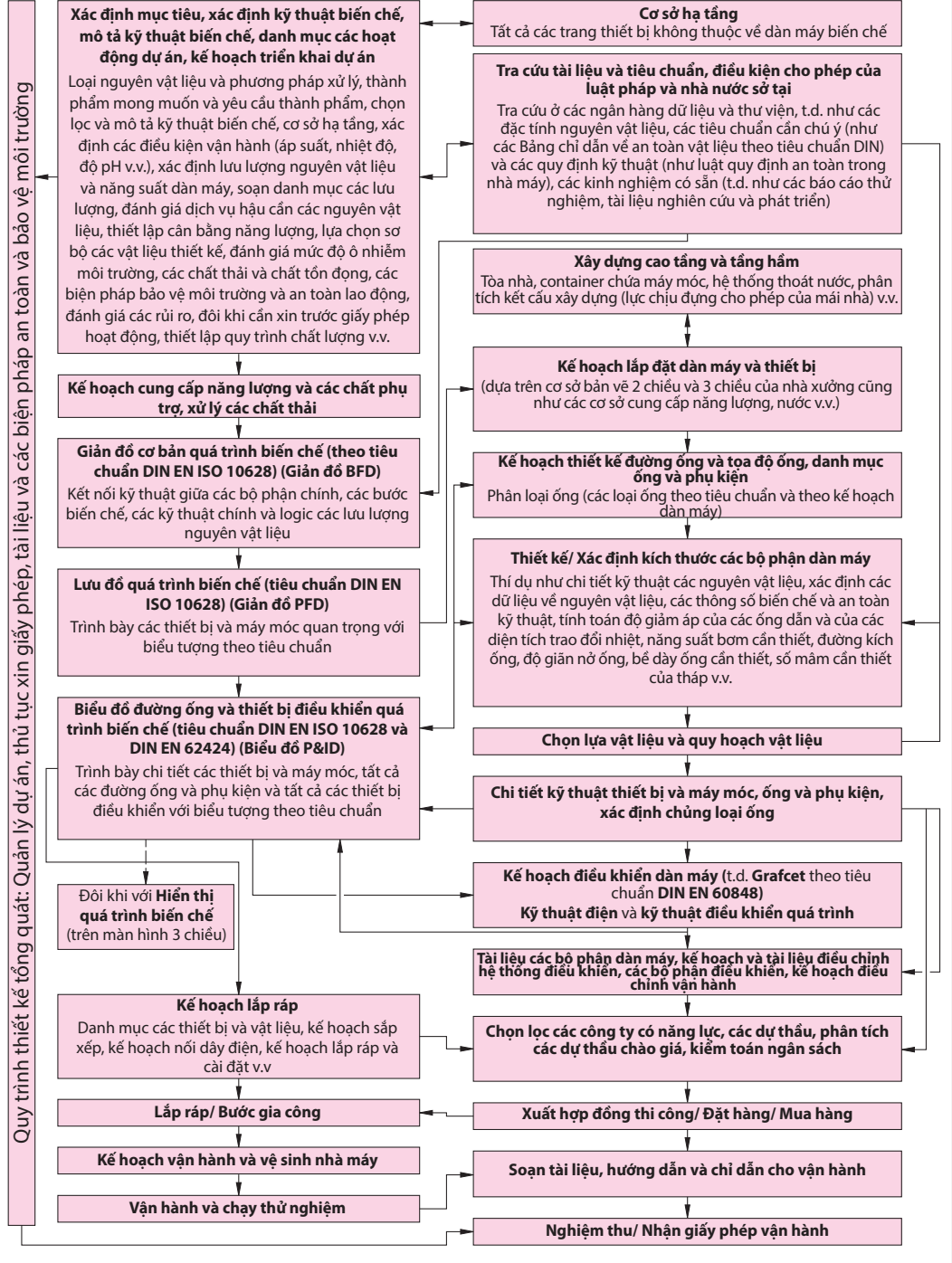
### Số liệu của một số chất hóa học chọn lọc (tiếp theo)

| Hợp chất  | Công thức  | M<br>kg/kmol | $\vartheta_b$<br>°C | $\vartheta_m$<br>°C | $\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | $p_D$<br>hPa  | n               | r<br>kJ/kg    | $\eta$<br>mPa·s |
|---|--|--------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Crotonaldehyd,<br>$\beta$ -Methacrolein,<br>Trans-but-2-enal      | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O                  | 70,09        | 104                 | - 74                | 850                         | 43<br>20 °C   | 1,4355<br>20 °C |               |                 |
| Acid crotonic,<br>acid 2-butenoic,<br>acid $\beta$ -methylacrylic | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>     | 86,09        | 185                 | 71,5                | 1018<br>15 °C               | 0,25<br>20 °C | 1,4249<br>77 °C |               |                 |
| Cumen, Isopropylbenzen,<br>2-Phenylpropan                         | C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>                   | 120,2        | 152,4               | - 97                | 862<br>20 °C                | 5,2<br>20 °C  | 1,4915<br>20 °C |               | 0,78<br>20 °C   |
| Cyanuric chlorid  | C <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> N <sub>3</sub>    | 184,41       | 190                 | 154                 | khoảng<br>1320              | 2,7<br>70 °C  |                 |               |                 |
| Cyclododecan  | C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>                  | 168,32       | 243                 | 61                  | 830<br>65 °C                | 0,1<br>20 °C  | 1,455<br>65 °C  |               |                 |
| Cyclododecanon  | C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O                | 182,31       | 195                 | 59                  | 906<br>66 °C                | 0,01<br>20 °C | 1,4571<br>66 °C |               |                 |
| Cyclohexan  | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>                   | 84,16        | 80,7                | 6,5                 | 779                         | 104<br>20 °C  | 1,4266<br>20 °C | 360           | 0,94<br>20 °C   |
| Cyclohexanol  | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O                 | 100,16       | 161,1               | 25,1                | 962,4                       | 1,3<br>20 °C  | 1,4656<br>20 °C | 423           | 4,6<br>25 °C    |
| Cyclohexanon  | C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O                 | 98,15        | 155,6               | - 26                | 948                         | 4,7<br>20 °C  | 1,4507<br>20 °C | 456           | 2,22<br>20 °C   |
| 1,5-Cyclooctadien,<br>Cyclododecatrien                            | C <sub>8</sub> H <sub>12</sub>                   | 108,18       | 151                 | - 70                | 882                         | 6,5<br>20 °C  | 1,4905<br>25 °C |               |                 |
| 1,3-Cyclopentadien  | C <sub>5</sub> H <sub>6</sub>                    | 66,10        | 40                  | - 97,2              | 802<br>20 °C                | 492<br>20 °C  | 1,4440<br>20 °C |               |                 |
| Cyclopentan   | C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>                   | 70,13        | 49,3                | 93,9                | 746<br>20 °C                | 436           | 1,4065<br>20 °C | 390           | 0,46<br>20 °C   |
| Cyclopenten   | C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>                    | 68,12        | 44,2                | - 135               | 772<br>20 °C                | 418<br>20 °C  | 1,4225<br>20 °C |               | 0,35<br>20 °C   |
| Decahydronaphthalen,<br>cis-Decalin                               | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>                  | 138,25       | 195,6               | - 43                | 896,5<br>20 °C              | 100<br>50 °C  | 1,4810<br>20 °C | 309           | 2,4<br>20 °C    |
| Decan   | C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>                  | 142,28       | 174,1               | - 29,7              | 730<br>20 °C                | 1,74<br>20 °C | 1,4102<br>20 °C | 272           | 0,92<br>20 °C   |
| 1,12-Diaminododecan,<br>Dodecamethylendiamin                      | C <sub>12</sub> H <sub>28</sub> N <sub>2</sub>   | 200,37       | 303 ...<br>305      |                     |                             |               |                 |               |                 |
| Diaminophosphat   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> | 132,06       | d                   | 155<br>d            | 1619                        |               |                 |               |                 |
| Dibromomethan   | CH <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>                  | 173,83       | 97,0                | - 52,6              | 2497<br>20 °C               | 47<br>20 °C   | 1,5420<br>20 °C | 207           | 1,025<br>20 °C  |
| 1,2-Dichlorobenzen,<br>o-Dichlorobenzen                           | C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>    | 147,0        | 180,5               | - 17                | 1305<br>20 °C               | 1,33<br>20 °C | 1,5515<br>20 °C | 272           | 1,32<br>20 °C   |
| 1,3-Dichlorobenzen,<br>m-Dichlorobenzen                           | C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>    | 147,0        | 172,0               | - 25                | 1288<br>20 °C               | 2,7           | 1,5459<br>20 °C |               | 1,07<br>20 °C   |
| 1,4-Dichlorobenzen,<br>p-Dichlorobenzen                           | C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>    | 147,0        | 174,5               | 53,1                | 1248<br>20 °C               | 0,8<br>20 °C  | 1,5285<br>20 °C |               | 1,26<br>20 °C   |
| Dichlorodiphenyltri-<br>chloroethan, DDT                          | C <sub>14</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>5</sub>   | 354,49       | 260                 | 108 ...<br>109      |                             |               |                 |               |                 |
| 1,1-Dichloroethan   | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>    | 98,96        | 57,3                | - 97,0              | 1176<br>20 °C               | 296           | 1,4164<br>20 °C | 309           | 0,48<br>20 °C   |
| 1,2-Dichloroethan   | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>    | 98,96        | 83,5                | - 35,3              | 1246                        | 104           | 1,4448<br>20 °C | 324           | 0,84<br>20 °C   |
| Dichloromethylphenyl-<br>silan, Methylphenyl-<br>dichlorosilan    | C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>2</sub> Si | 191,13       | 206 ...<br>207      |                     | 1187<br>20 °C               | 0,41<br>20 °C |                 | 1518<br>20 °C |                 |

**3**

## Giản đồ thiết kế và thực hiện dàn máy công nghệ hóa học

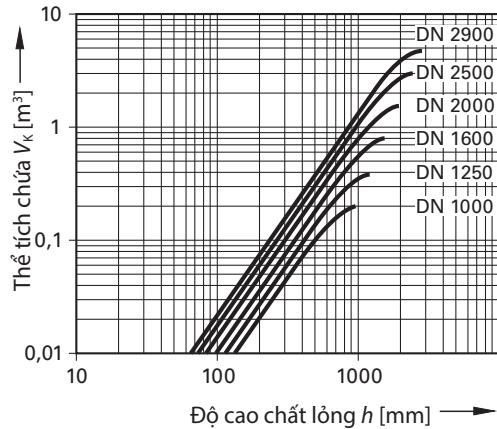
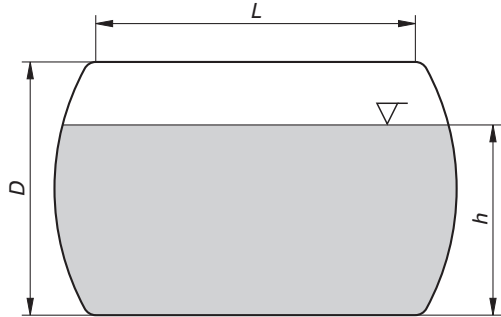
Giản đồ sau đây hướng dẫn việc thiết kế và thực hiện các dàn máy công nghệ hóa học từ cỡ nhỏ đến trung bình. Hướng dẫn rõ ràng hơn nên xem trong tiêu chuẩn thiết kế **PAS 1059**. Đặc biệt cho các dàn máy lớn phải xem xét thêm các thông số thiết kế chi tiết khác, t.d. như các điều kiện nơi xây nhà máy, quy hoạch giao thông, cơ sở hạ tầng và hậu cần nơi nhà máy, các khảo cứu tiền khả thi, giám định về đất đai v.v.



**Thể tích chứa trong bình**

**Thể tích chứa gần đúng của các bình tròn nằm ngang theo mực chất lỏng** (có hai mặt đáy hình cung) (xem thêm trang 41 và 43)

| h<br>[mm] | Thể tích chất lỏng $V_k$ [m <sup>3</sup> ] có D [mm] |         |         |         |         |         |
|-----------|--|---------|---------|---------|---------|---------|
|           | 1000   | 1250    | 1600    | 2000    | 2500    | 2900    |
| 50        | 0,00167  | 0,00216 | 0,00290 | 0,00384 | 0,00520 | 0,00645 |
| 100       | 0,00594  | 0,00771 | 0,01028 | 0,01331 | 0,01726 | 0,02059 |
| 150       | 0,01240  | 0,01615 | 0,02159 | 0,02803 | 0,03634 | 0,04315 |
| 200       | 0,02084  | 0,02721 | 0,03645 | 0,04741 | 0,06159 | 0,07323 |
| 250       | 0,03104  | 0,04069 | 0,05464 | 0,07116 | 0,09256 | 0,11018 |
| 300       | 0,04275  | 0,05637 | 0,07595 | 0,09907 | 0,12900 | 0,15365 |
| 350       | 0,05570  | 0,07401 | 0,10017 | 0,13095 | 0,17069 | 0,20343 |
| 400       | 0,06959  | 0,09333 | 0,12707 | 0,16657 | 0,21744 | 0,25929 |
| 450       | 0,08414  | 0,11405 | 0,15638 | 0,20571 | 0,26903 | 0,32103 |
| 500       | 0,09901  | 0,13589 | 0,18784 | 0,24812 | 0,32525 | 0,38846 |
| 550       | 0,11388  | 0,15855 | 0,22118 | 0,29357 | 0,38587 | 0,46135 |
| 600       | 0,12843  | 0,18170 | 0,25608 | 0,34177 | 0,45066 | 0,53949 |
| 650       | 0,14232  | 0,20501 | 0,29227 | 0,39246 | 0,51936 | 0,62264 |
| 700       | 0,15527  | 0,22816 | 0,32946 | 0,44533 | 0,59170 | 0,71056 |
| 750       | 0,16697  | 0,25083 | 0,36730 | 0,50010 | 0,66744 | 0,80300 |
| 800       | 0,17717  | 0,27266 | 0,40547 | 0,55646 | 0,74627 | 0,89970 |
| 850       | 0,18562  | 0,29339 | 0,44364 | 0,61419 | 0,82791 | 1,00039 |
| 900       | 0,19208  | 0,31271 | 0,48148 | 0,67288 | 0,91208 | 1,10479 |
| 950       | 0,19635  | 0,33034 | 0,51867 | 0,73222 | 0,99846 | 1,21261 |
| 1000      |  | 0,34602 | 0,55486 | 0,79189 | 1,08675 | 1,32358 |
| 1100      |  | 0,37057 | 0,62310 | 0,91090 | 1,26810 | 1,55371 |
| 1200      |  | 0,38456 | 0,68387 | 1,02732 | 1,45333 | 1,79291 |
| 1300      |  |         | 0,73499 | 1,13845 | 1,63986 | 2,03876 |
| 1400      |  |         | 0,77449 | 1,24201 | 1,82509 | 2,28850 |
| 1500      |  |         | 0,80067 | 1,33566 | 2,00644 | 2,53954 |
| 1600      |  |         |         | 1,41722 | 2,18111 | 2,78928 |
| 1700      |  |         |         | 1,48471 | 2,34692 | 3,03513 |
| 1800      |  |         |         | 1,53638 | 2,50149 | 3,27433 |
| 1900      |  |         |         | 1,57048 | 2,64253 | 3,50446 |
| 2000      |  |         |         |         | 2,76794 | 3,72325 |
| 2100      |  |         |         |         | 2,87575 | 3,92833 |
| 2200      |  |         |         |         | 2,96419 | 4,11747 |
| 2300      |  |         |         |         | 3,03161 | 4,28855 |
| 2400      |  |         |         |         | 3,07593 | 4,43958 |
| 2500      |  |         |         |         |         | 4,56875 |
| 2600      |  |         |         |         |         | 4,67438 |
| 2700      |  |         |         |         |         | 4,75480 |
| 2800      |  |         |         |         |         | 4,80745 |



Các trị số trong bảng và trong đồ thị chỉ là thể tích  $V_k$  của hai phần đáy hình cung của bình (không tính phần hình trụ).

Thể tích cả bình  $V$  [m<sup>3</sup>] được tính thêm vào thể tích hình trụ có chiều dài  $L$  theo công thức sau:

$$V = V_k + \left[ \frac{D^2}{4} \cdot \text{acos} \left( 1 - \frac{2 \cdot h}{D} \right) - \sqrt{h \cdot D - h^2} \cdot \left( \frac{D}{2} - h \right) \right] \cdot L$$

Tất cả các lượng số tính bằng m hay m<sup>3</sup>

**T.d.** Tính thể tích chứa gần đúng cho một bình chứa hình tròn nằm ngang có đáy hình cung (D= 1600 mm, L= 1,5 m) có mực chất lỏng cao 80 cm.

$$V = 0,40547 \text{ m}^3 + \left[ \frac{(1,6 \text{ m})^2}{4} \cdot \text{acos} \left( 1 - \frac{2 \cdot 0,8 \text{ m}}{1,6 \text{ m}} \right) - \sqrt{0,8 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ m} - (0,8 \text{ m})^2} \cdot \left( \frac{1,6 \text{ m}}{2} - 0,8 \text{ m} \right) \right] \cdot 1,5 \text{ m}$$

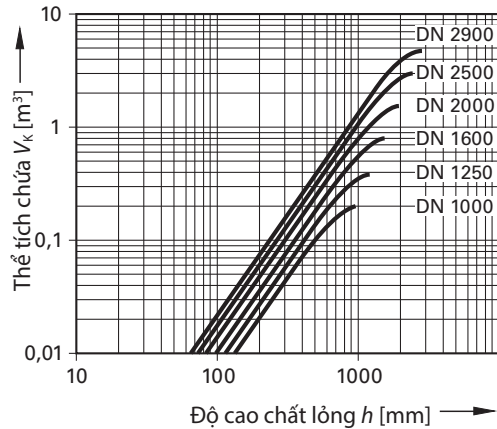
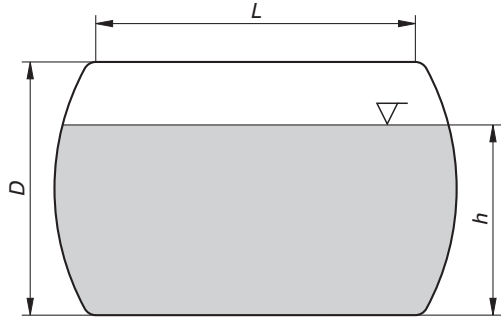
$$V = 1,9 \text{ m}^3$$



**Thể tích chứa trong bình**

**Thể tích chứa gần đúng của các bình tròn nằm ngang theo mực chất lỏng** (có hai mặt đáy hình cung) (xem thêm trang 41 và 43)

| h<br>[mm] | Thể tích chất lỏng $V_k$ [m <sup>3</sup> ] có D [mm] |         |         |         |         |         |
|-----------|--|---------|---------|---------|---------|---------|
|           | 1000   | 1250    | 1600    | 2000    | 2500    | 2900    |
| 50        | 0,00167  | 0,00216 | 0,00290 | 0,00384 | 0,00520 | 0,00645 |
| 100       | 0,00594  | 0,00771 | 0,01028 | 0,01331 | 0,01726 | 0,02059 |
| 150       | 0,01240  | 0,01615 | 0,02159 | 0,02803 | 0,03634 | 0,04315 |
| 200       | 0,02084  | 0,02721 | 0,03645 | 0,04741 | 0,06159 | 0,07323 |
| 250       | 0,03104  | 0,04069 | 0,05464 | 0,07116 | 0,09256 | 0,11018 |
| 300       | 0,04275  | 0,05637 | 0,07595 | 0,09907 | 0,12900 | 0,15365 |
| 350       | 0,05570  | 0,07401 | 0,10017 | 0,13095 | 0,17069 | 0,20343 |
| 400       | 0,06959  | 0,09333 | 0,12707 | 0,16657 | 0,21744 | 0,25929 |
| 450       | 0,08414  | 0,11405 | 0,15638 | 0,20571 | 0,26903 | 0,32103 |
| 500       | 0,09901  | 0,13589 | 0,18784 | 0,24812 | 0,32525 | 0,38846 |
| 550       | 0,11388  | 0,15855 | 0,22118 | 0,29357 | 0,38587 | 0,46135 |
| 600       | 0,12843  | 0,18170 | 0,25608 | 0,34177 | 0,45066 | 0,53949 |
| 650       | 0,14232  | 0,20501 | 0,29227 | 0,39246 | 0,51936 | 0,62264 |
| 700       | 0,15527  | 0,22816 | 0,32946 | 0,44533 | 0,59170 | 0,71056 |
| 750       | 0,16697  | 0,25083 | 0,36730 | 0,50010 | 0,66744 | 0,80300 |
| 800       | 0,17717  | 0,27266 | 0,40547 | 0,55646 | 0,74627 | 0,89970 |
| 850       | 0,18562  | 0,29339 | 0,44364 | 0,61419 | 0,82791 | 1,00039 |
| 900       | 0,19208  | 0,31271 | 0,48148 | 0,67288 | 0,91208 | 1,10479 |
| 950       | 0,19635  | 0,33034 | 0,51867 | 0,73222 | 0,99846 | 1,21261 |
| 1000      |  | 0,34602 | 0,55486 | 0,79189 | 1,08675 | 1,32358 |
| 1100      |  | 0,37057 | 0,62310 | 0,91090 | 1,26810 | 1,55371 |
| 1200      |  | 0,38456 | 0,68387 | 1,02732 | 1,45333 | 1,79291 |
| 1300      |  |         | 0,73499 | 1,13845 | 1,63986 | 2,03876 |
| 1400      |  |         | 0,77449 | 1,24201 | 1,82509 | 2,28850 |
| 1500      |  |         | 0,80067 | 1,33566 | 2,00644 | 2,53954 |
| 1600      |  |         |         | 1,41722 | 2,18111 | 2,78928 |
| 1700      |  |         |         | 1,48471 | 2,34692 | 3,03513 |
| 1800      |  |         |         | 1,53638 | 2,50149 | 3,27433 |
| 1900      |  |         |         | 1,57048 | 2,64253 | 3,50446 |
| 2000      |  |         |         |         | 2,76794 | 3,72325 |
| 2100      |  |         |         |         | 2,87575 | 3,92833 |
| 2200      |  |         |         |         | 2,96419 | 4,11747 |
| 2300      |  |         |         |         | 3,03161 | 4,28855 |
| 2400      |  |         |         |         | 3,07593 | 4,43958 |
| 2500      |  |         |         |         |         | 4,56875 |
| 2600      |  |         |         |         |         | 4,67438 |
| 2700      |  |         |         |         |         | 4,75480 |
| 2800      |  |         |         |         |         | 4,80745 |



Các trị số trong bảng và trong đồ thị chỉ là thể tích  $V_k$  của hai phần đáy hình cung của bình (không tính phần hình trụ).

Thể tích cả bình  $V$  [m<sup>3</sup>] được tính thêm vào thể tích hình trụ có chiều dài  $L$  theo công thức sau:

$$V = V_k + \left[ \frac{D^2}{4} \cdot \text{acos} \left( 1 - \frac{2 \cdot h}{D} \right) - \sqrt{h \cdot D - h^2} \cdot \left( \frac{D}{2} - h \right) \right] \cdot L$$

Tất cả các lượng số tính bằng m hay m<sup>3</sup>

**T.d.** Tính thể tích chứa gần đúng cho một bình chứa hình tròn nằm ngang có đáy hình cung (D= 1600 mm, L= 1,5 m) có mực chất lỏng cao 80 cm.

$$V = 0,40547 \text{ m}^3 + \left[ \frac{(1,6 \text{ m})^2}{4} \cdot \text{acos} \left( 1 - \frac{2 \cdot 0,8 \text{ m}}{1,6 \text{ m}} \right) - \sqrt{0,8 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ m} - (0,8 \text{ m})^2} \cdot \left( \frac{1,6 \text{ m}}{2} - 0,8 \text{ m} \right) \right] \cdot 1,5 \text{ m}$$

$$V = 1,9 \text{ m}^3$$

# Vận chuyển chất liệu

CNH

## Bích nối ống

### Tổng quát

(theo DIN 2500,09.08 (z))

| Kiểu bích                 | Hình        | DN          | PN         | Kiểu bích   | Hình                    | DN          | PN        |
|---------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------------------|-------------|-----------|
| Bích chặn                 |             | 10 đến 500  | 6 đến 100  | Bích có ren | <br>nhấn với phụ kiện   | 6 đến 100   | 6 đến 16  |
| Bích thép đúc             |             | 10 đến 2200 | 16 đến 400 |             |                         |             |           |
| Bích gang                 |             | 10 đến 4000 | 1 đến 40   | Bích rời    | <br>có viền mép với đai | 10 đến 1200 | 6 đến 320 |
| Bích hàn nổi              | <br>Mối hàn | 10 đến 4000 | 1 đến 400  |             |                         |             |           |
| Bích hàn vảy hoặc hàn nổi |             | 10 đến 500  | 6 đến 10   |             |                         |             |           |

### Các dạng của mặt bích kín

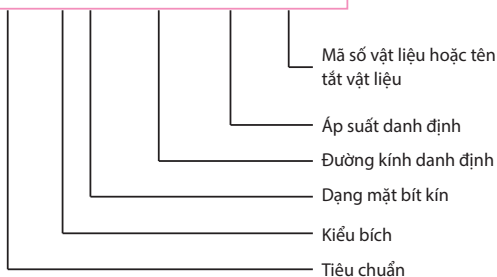
(DIN EN 1092-1,09.08 và DIN EN 1092-1, 06.97)

| Kiểu/Tên                           | DIN               | Tên tắt  | Đệm kín theo DIN       | PN         | Kiểu/Tên                                     | DIN       | Tên tắt | Đệm kín theo DIN | PN         |
|------------------------------------|-------------------|----------|------------------------|------------|--|-----------|---------|------------------|------------|
| <br>không gờ kín                   | EN 1092-1         | A        | EN 1092-1              | tất cả     | <br>với gờ ngoài (đực)                       | EN 1092-1 | H       | EN 1514-8        | 10 đến 40  |
| <br>có gờ kín                      | EN 1092-1         | B1<br>B2 | EN 1514-1<br>EN 1514-6 | tất cả     | <br>với gờ trong (cái)                       |           | G       |                  |            |
| <br>có lõ xo có rãnh               | EN 1092-1<br>2512 | C<br>D   | EN 1514-1              | 10 đến 160 | <br>với gờ ngoài (đực)                       | EN 1092-1 | E       | EN 1514-1        | 10 đến 100 |
| <br>với gờ trong (cái)             |                   |          |                        |            | F  |           |         |                  |            |
| <br>có mép vắn vào cho vành gioăng | 2696              | L        | 2696                   | 64 đến 400 | <br>Vành nghiêng cho gioăng đệm mỏng hàn kín | 2695      | M       | 2695             | 64 đến 400 |

Kích thước đối tiếp nên lấy từ tiêu chuẩn DIN EN 1092-1, 06.2002

T.d. cho ký hiệu:

Bích EN 1092-1/02 A/DN 200/PN 100 / 1.0038



### Các loại bích bằng thép

| Loại | Tên gọi  |
|------|--|
| 01   | Bích nhẵn dùng để hàn                          |
| 02   | Bích rời với đai nhẵn hay mép gấp để hàn       |
| 04   | Bích rời với đai để hàn                        |
| 05   | Bích chặn                                      |
| 11   | Bích để hàn                                    |
| 12   | Bích dạng luồn qua ống để hàn kín với phụ kiện |
| 13   | Bích có ren với phụ kiện                       |
| 21   | Khớp nối mặt bích                              |
| 32   | Đai nhẵn                                       |
| 33   | Mặt bích có gờ để hàn                          |
| 34   | Đai để hàn                                     |
| 35   | Vòng để hàn                                    |
| 36   | Mặt bích được ép gắn với gờ dài                |
| 37   | Mặt bích có gờ để ép gắn                       |

4

# Vận chuyển chất liệu

CNH

## Khớp (ren) nối ống

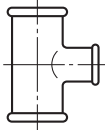
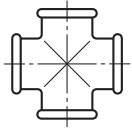





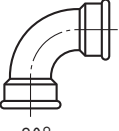

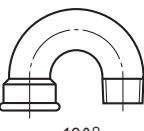
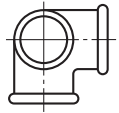
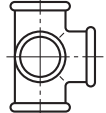
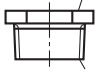

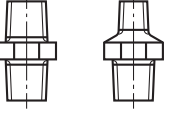


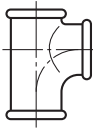
(DIN EN 10241,08.2000)

Cho việc nối ống người ta sử dụng **ống ren** theo tiêu chuẩn DIN EN 10255 và **phụ kiện** bằng thép theo tiêu chuẩn (DIN EN 10241) hoặc bằng gang dẻo theo tiêu chuẩn (DIN EN 10226-1). Các loại ren: Ren Whitworth theo tiêu chuẩn DIN EN 10226-1, Phần 1, ren hình trụ (ren trong) hoặc ren hình nón (ren ngoài). Phụ kiện lắp ráp bằng thép được sử dụng đặc biệt trong công nghiệp hóa, phụ kiện lắp ráp bằng gang dẻo trong hệ thống ống ga, nước và công nghệ sưởi.

### Kích cỡ phụ kiện

| Tên tắt                           | 1/8 | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 3/4 | 1  | 1 1/4 | 1 1/2 | 2  | 2 1/2 | 3  | 4   | 5   | 6   |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|-------|----|-------|----|-----|-----|-----|
| DN                                | 6   | 8   | 10  | 15  | 20  | 25 | 32    | 40    | 50 | 65    | 80 | 100 | 125 | 150 |
| Chiều sâu vận ren trung bình [mm] | 7   | 10  | 10  | 13  | 15  | 17 | 19    | 19    | 24 | 27    | 30 | 36  |     |     |

### Hình dáng và tên gọi của phụ kiện

| Tên gọi   | Ống ren chữ T   | Ống ren chữ thập  | Khớp ren nối góc  | Ống nối ren, nối lồng   |  |   |
|-----------|---|---|---|---|--|---|
| Hình dáng |    |    |   |    |    |    |
| Tên gọi   | Ống ren cút   |   |   | Ống ren chia góc  | Ống ren chia T   |   |
| Hình dáng |    |    |    |    |   |   |
| Tên gọi   | Đai ren nối đường kính giảm   |   | Đai ren nối kép   | Nắp   | Nắp bít  | Khúc ren cong T <sup>1)</sup>   |
| Hình dáng |  |  |    |  |  |  |

<sup>1)</sup> Với hai nhánh chia:  
Hai khúc cong T nối nhau

Tên ký hiệu gồm có:

- Tên gọi (t.d. như khớp nối, khúc góc v.v.)
- Tiêu chuẩn
- Mã số đặt hàng (ở phụ kiện bằng gang dẻo)
- Kích cỡ (tên tắt, t.d. số 2 cho DN50)
- Đôi khi thêm chiều dài phụ kiện (phụ kiện bằng thép)
- Chất lượng vật liệu (v = mạ kẽm, thông thường: đen)  
t.d.:

Khớp nối DIN EN 10242-270-2 v

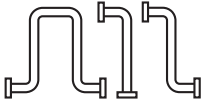
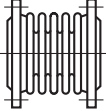
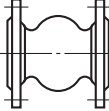
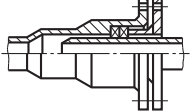
hoặc

Đai ống đúp DIN EN 10241 - DN 50 trơn mạ kẽm

1      2      3 4 6

1      2      4      6

## So sánh các khớp nối bù

| Loại khớp giãn nở    | Khớp chữ U, khớp góc, khớp chữ Z v.v.   | Khớp ống dạng sóng (dạng xếp)  | Khớp bằng chất dẻo đàn hồi hay cao su và Khớp vải dệt  | Khớp có vòng đệm bít hay khớp bằng ống trượt   |
|----------------------|---|--|--|--|
| Hình                 |    |   |   |    |
| Đường kính danh định | Đủ loại   | DN 1 đến > DN 12 000   | Vải kỹ thuật: Đủ kích cỡ. Cao su: Đến > DN 2800, với vật liệu đặc biệt đến DN 4000   | Đến khoảng DN 800, cho vỏ bốn chứa đến > DN 1200   |
| Áp suất danh định    | Đủ loại   | Tối đa đến PN 320, thấp hơn ở đường kính danh định lớn   | Vải kỹ thuật: đến khoảng PN2. Cao su đến khoảng PN25   | Cho các áp suất thật cao   |
| Nhiệt độ vận hành    | Tùy ý, phụ thuộc vào chất liệu  | Đến > 900 °C ở thép chịu nhiệt cao, bình thường đến khoảng 500°C   | Vải kỹ thuật: đến khoảng 1200°C, cao su đến khoảng 200°C   | Đến khoảng 350°C, thường thì thấp hơn do có vấn đề về gioăng đệm kín   |
| Nhu cầu về chỗ       | Tương đối lớn   | Loại khớp giãn chiều ngang: rất ít, loại khớp giãn chiều dọc và góc cần nhiều hơn  | Rất ít   | Ít   |
| Độ tổn thất áp suất  | Tương đối lớn (do các khớp cong và mối hàn)   | Ít, quy tắc tính phòng chừng: khoảng 4 lần so với ống nối có cùng chiều dài. Với ống trượt: $\Delta p \approx 0$   | Ít (hầu hết không đáng kể). Trong trường hợp không rõ ràng: 1 khớp nối giãn nở = khoảng 10 m đường ống   | Ít (hầu hết không đáng kể)   |
| Ưu điểm              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thích hợp với mọi điều kiện vận hành</li> <li>Thường đã có sẵn trong thiết kế nhà máy</li> <li>Không tùy thuộc chiều dòng chảy</li> <li>Có độ vận hành chắc chắn cao</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ít tổn chỗ</li> <li>Hầu như không tổn thất áp suất</li> <li>Có thể áp dụng cho cả 3 chiều ngang, dọc và góc</li> <li>Đủ cỡ đường kính danh định</li> <li>Chiều dòng chảy tùy thích (không có ống trượt)</li> <li>Có độ an toàn vận hành cao nếu ống được làm nhiều lớp</li> <li>Có độ giảm rung và hãm thanh tốt</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ít tổn chỗ</li> <li>Có độ giảm rung và hãm thanh rất tốt</li> <li>Hấp thụ tốt các chuyển động dọc</li> <li>Hầu như không tổn thất áp suất (cũng không có ống trượt)</li> <li>Chiều dòng chảy tùy thích</li> <li>Ít lực phản hồi vào điểm cố định</li> <li>Có độ cân bằng cơ giãn lớn so với chiều dài thiết kế ngắn</li> <li>Có tuổi thọ cao khi vận hành với ứng suất đối chiều</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Có thể tương đối cân bằng độ co giãn lớn</li> <li>Ít tổn chỗ</li> <li>Rất ít độ giảm áp suất</li> <li>Tiện lợi cho việc chống ăn mòn vì vật liệu và bề dày ống có thể tùy ý chọn lựa</li> <li>Thích hợp cho các yêu cầu hóa học cao vì tương đối được tự do chọn vật liệu</li> <li>Chịu được áp suất cao</li> </ul> |
| Nhược điểm           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tổn nhiều chỗ</li> <li>Độ tổn thất áp suất cao</li> <li>Lực phản hồi vào điểm cố định cao</li> <li>Thường khó xác định chính xác được các lực căng</li> <li>Trong các đoạn ống cong đôi khi bị ăn mòn và gỉ sét cao</li> <li>Do có nhiều mối hàn nên dễ phạm nhiều lỗi lắp đặt thiết kế</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ống khớp dễ bị vướng bẩn (tích tụ, cặn hàn v.v.) và hư hỏng cơ học</li> <li>Lực phản hồi vào điểm cố định cao ở khớp nối giãn nở chiều ngang</li> <li>Có nguy cơ bị gãy ở các khớp nối giãn nở dài (cần ống dẫn hỗ trợ, nhưng như vậy lại giới hạn điều chỉnh theo chiều dọc và góc)</li> <li>Không tự do khi chọn lựa vật liệu cho khớp nối</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ống khớp bằng cao su dễ bị ăn mòn và không thích hợp cho áp suất và nhiệt độ cao</li> <li>Ống khớp bằng vải kỹ thuật chỉ thường dùng cho khí ga</li> <li>Cao su thường bị lão hóa nhanh</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cần phải được bảo trì</li> <li>Không thể dùng cho điều chỉnh chiều dọc và chiều góc</li> <li>Chiều dòng chảy đã được xác định trước</li> </ul>  |

## Bẫy hơi tổng quát

### Các tiêu chuẩn DIN

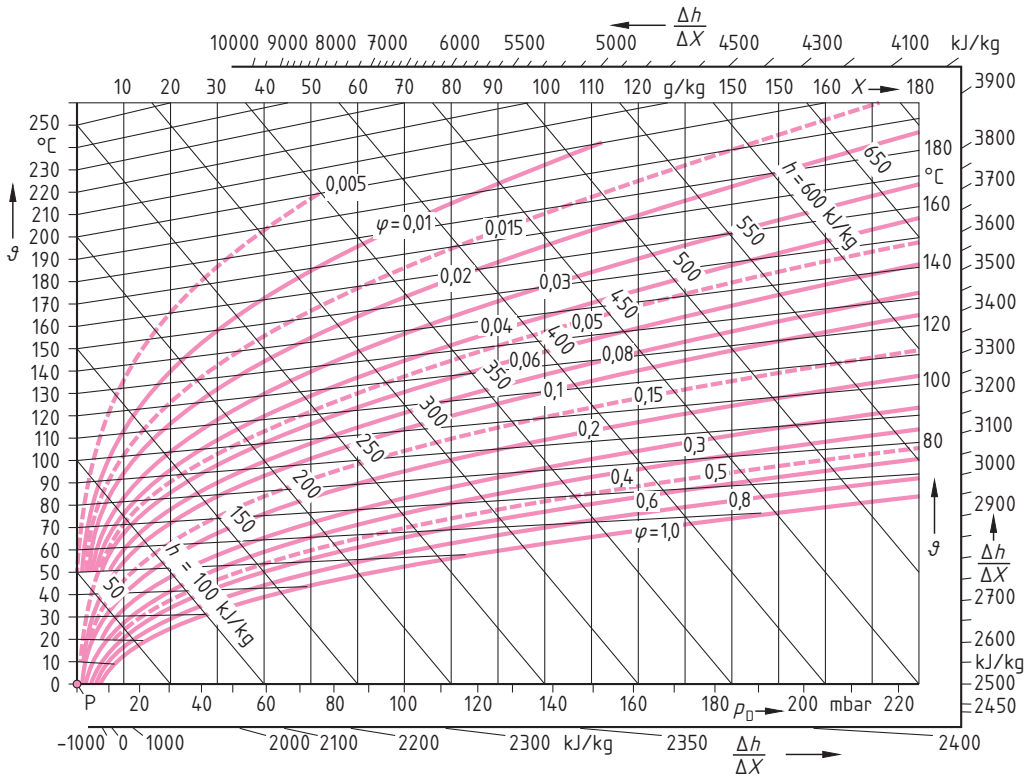
- DIN EN 26 554: Bẫy hơi với kết nối bích; chiều dài thiết kế
- DIN EN 26 704: Bẫy hơi; phân loại
- DIN EN 26 948: Bẫy hơi; kiểm tra sản xuất và kiểm tra các chức năng
- DIN EN 27 841: Bẫy hơi; xác định độ tổn thất hơi; Quy trình kiểm tra
- DIN EN 27 842: Bẫy hơi; xác định lưu lượng; quy trình kiểm tra
- DIN 3548-1: Bẫy hơi với kết nối bích
- DIN ISO 6553: Bẫy hơi; ghi ký hiệu

**Nhiệm vụ:** Thải chất lỏng ngưng tụ ra ngoài hệ thống ống dẫn (t.d. như trong ống hơi nước) và thiết bị trao đổi nhiệt (theo nghĩa rộng) mà không giảm bớt đáng kể việc mất hơi.

| Loại bẫy hơi             | Bẫy hơi kiểu phao nổi   | Bẫy hơi kiểu lưỡng kim (thép lưỡng kim <sup>1)</sup> )  | Bẫy hơi kiểu hộp đàn hồi  | Bẫy hơi kiểu nhiệt động  |
|--------------------------|---|---|---|--|
| <b>Cơ chế điều khiển</b> | <b>Cơ học</b>   | <b>Nhiệt học</b>  | <b>Nhiệt học</b>  | <b>Nhiệt động học</b>  |
| <b>Hình cơ cấu</b>       |   |   |   |  |
| <b>Chức năng</b>         | Điều khiển van xả (qua phao nổi) tùy theo mức nước. Van xả mở ngay khi có nước ngưng tụ vào.  | Điều khiển van xả qua biến đổi nhiệt độ, dẫn đến thay đổi độ uốn của vòng cong lưỡng kim. Hơi nước khóa van xả, còn nước ngưng tụ mở van ở 1 nhiệt độ nhất định.  | Điều khiển van xả qua biến đổi nhiệt độ, dẫn đến việc dung dịch rượu trong hộp đàn hồi bốc hơi và ngưng tụ và như vậy sẽ gây nên độ co giãn của hộp và điều khiển van xả.   | Điều khiển dựa vào vận tốc dòng chảy khác nhau giữa thể hơi và thể lỏng ngưng tụ. Thể hơi có vận tốc nhanh làm giảm áp suất (hiệu ứng vôi phun) và tăng áp suất trên van đĩa đưa đến việc đóng van xả (Bốc hơi do việc giảm áp suất và chuyển hóa năng lượng cơ động). |
| <b>Phạm vi ứng dụng</b>  | Cho quá trình đun nóng (t.d. bình phản ứng với vỏ nung nhiệt)-Ống hơi bão hòa-Ở thể lỏng ngưng tụ nguội và thể lỏng ngưng tụ trong hóa công nghiệp-Ở ống dẫn hơi nóng-Ở áp suất phân hồi lớn (đến 100%-Ở các trường hợp có sự thay đổi bất thường lớn về áp suất, nhiệt độ và lưu lượng-Ở các dàn máy có điều khiển nhiệt độ. | Cho trường hợp gia nhiệt (thường với sự hạ nhiệt ở chất lỏng ngưng tụ)-Khi chất lỏng ngưng tụ bị dồn lại để tiết kiệm năng lượng-Khi đun nóng và làm nguội được vận hành xen kẽ nhau-Xả khí ở các vùng hơi-Khi nối hơi được đun qua vỏ bình-Khi ống xoắn đun nóng được thiết kế thẳng đứng-Khi thể tích thiết kế cần nhỏ. | Cho trường hợp gia nhiệt-Vòng xoắn đun nóng-Quá trình vận hành đun nóng-Ở áp suất phân hồi lớn (đến 100%-Xả khí ở các vùng hơi-Máy nén thủy lực-Nồi bốc hơi-Khi độ nguội độc lập với áp suất phân hồi-Khi thiết bị trao đổi nhiệt loại ống chùm được thiết kế thẳng đứng với yêu cầu dòng lưu lượng chất lỏng ngưng tụ. | Cho trường hợp có chấn động và rung chuyển mạnh-Máy sấy khô bằng hơi nước- Ở các phòng tắm hơi nhỏ- Ở các trường hợp có lượng ngưng tụ nhỏ- Vòng xoắn đun nóng-Máy nén thủy lực-Ở các nơi chập hợp-Ống dẫn hơi.  |
| <b>Không nên sử dụng</b> | Nếu có hiện tượng "nước đập", nguy cơ đóng băng và cản hội tụ chất ngưng tụ.  | Trong trường hợp vận hành đun nóng, chất ngưng tụ đến từng đợt lớn, dàn máy được điều chỉnh và cấm hội tụ chất ngưng tụ.  | Trường hợp hơi quá nhiệt (tùy theo thể tích dung dịch trong hộp) và "nước đập".   | Trường hợp hơi quá nhiệt, khi chất ngưng tụ không có trong thời gian dài và không cho phép gây tiếng ồn.   |

## Kỹ thuật sấy khô trong không khí (sấy khô bằng đối lưu)

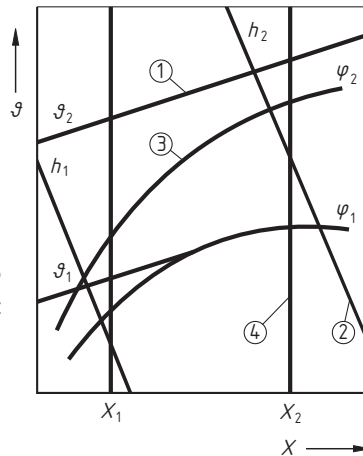
Biểu đồ  $h, X$  cho không khí ẩm của Mollier



4

### Ý nghĩa các đường biểu diễn trong biểu đồ $h, X$ :

- ① Đường thẳng nghiêng lên từ trái sang phải:  
Đường đẳng nhiệt (cho một nhiệt độ cố định)
- ② Đường thẳng nghiêng xuống từ trái sang phải:  
Đường cho enthalpy cố định
- ③ Đường cong lên: Đường cho độ ẩm tương đối  $\varphi$  cố định ở áp suất tuyệt đối 1 bar. Ở áp suất khác  $\varphi$  được thay thế bởi  $\varphi' = \varphi/p$
- ④ Đường thẳng đứng: Đường cho độ ẩm tuyệt đối  $X$  cố định



$\vartheta_2 > \vartheta_1$   
 $h_2 > h_1$   
 $\varphi_1 > \varphi_2$   
 $X_2 > X_1$

Trên các đường biểu diễn trong biểu đồ  $h, X$  cho một thông số cố định, các thông số khác sẽ thay đổi trừ thông số cố định.

# Kỹ thuật điều khiển quá trình

KTĐK




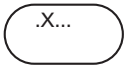

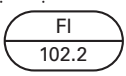

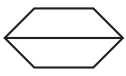
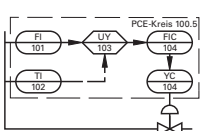
## Mô tả nhiệm vụ của kỹ thuật điều khiển quá trình

(theo DIN EN 62424, 2010-01)

**Hướng dẫn:** Bên cạnh những tiêu chuẩn ký hiệu trên, tiêu chuẩn DIN 19227- 1, 1993- 10 còn được áp dụng cho đến 01.07.2012.

Tiêu chuẩn DIN EN 62424 cho biết những nhiệm vụ của kỹ thuật điều khiển quy định được mô tả như thế nào trong sơ đồ quá trình công nghệ R&I. Chúng được sử dụng cho sự trao đổi dữ liệu giữa các công cụ xử lý dữ liệu điện tử cho việc mô tả hình ảnh quá trình công nghệ và hệ thống CAE. CAE là viết tắt Computer Aided Engineering (*Thiết kế kỹ thuật với sự trợ giúp của máy tính. Người dịch: tác giả ghi tiếng Anh Process Control Engineering có lẽ không đúng*).

Những thuật ngữ quan trọng:

|  |   |
|--|---|
| <p>Cơ cấu tác động, chấp hành t.d.</p>  | <p><b>Đơn vị chức năng</b> (t.d. mô tả một van điều khiển bằng khí nén) <b>với nhiệm vụ thiết lập đại lượng tác động</b> (đại lượng tác chỉnh). Đại lượng này đòi hỏi phải tùy thuộc vào đại lượng điều chỉnh để tác động lên cơ cấu điều chỉnh hoặc là cơ cấu dẫn động.</p>  |
| <p>Hình trái xoan (bầu dục)</p>         | <p>Trong ký hiệu hình này <b>hạng mục PCE</b> (t.d. mức đầy) và <b>chức năng xử lý của một nhiệm vụ PCE</b> (t.d. hiển thị analog) được ghi ở phía <i>nửa bên trên</i> và <b>ký hiệu nhận diện rõ ràng</b> (t.d. chuỗi mẫu tự hay con số theo một khóa nhất định) được ghi ở phía <i>nửa bên dưới</i>.</p>  |
| <p>Hạng mục PCE</p>                     | <p><b>Ký tự nhận dạng (Ký tự đầu tiên ở phía nửa trên</b> của hình trái xoan) cho biết <b>nhiệm vụ ở kỹ thuật điều khiển quy trình</b>, t.d. ký tự cho những biến số đo, chẳng hạn như mức chất lỏng L, nhiệt độ T v.v... (xem bảng).</p>   |
| <p>Chức năng xử lý PCE</p>              | <p><b>Chức năng trong một quá trình</b> (làm thế nào để xử lý tiếp tục một trị số đo, t.d. hiển thị analog, minh họa hay đăng ký v.v...). Chức năng xử lý PCE được mô tả bằng <b>những ký tự (Chuỗi ký tự</b> theo sau ký tự đầu tiên ở <i>phía nửa trên của hình trái xoan</i>). Những ký tự này tiếp theo cho hạng mục PCE.</p>   |
| <p>Ký hiệu nhận dạng PCE</p>            | <p><b>Ký hiệu để nhận diện rõ ràng nhiệm vụ PCE</b> (IEC 81346- 1). Cấu trúc này phụ thuộc vào vị trí (đối tượng ở đâu?), phụ thuộc vào chức năng (có nhiệm vụ gì?), và phụ thuộc sản xuất (bộ phận từ đâu? được cấu tạo chung ra sao?). T.d. về tùy thuộc vị trí: Cơ xưởng số 5, tòa nhà G280, hệ thống lọc 3, thiết bị đo mức chất lỏng 102, tất cả được gom lại thành ký hiệu tham chiếu 05.G280.3.102. Ký hiệu PCE 102 xem như ở tầng cuối của ký hiệu tham chiếu và được ghi vào <i>nửa dưới hình trái xoan hay lục giác</i>.</p>  |
| <p>Nhiệm vụ PCE</p>                   | <p><b>Nhiệm vụ của kỹ thuật điều khiển tiến trình.</b> Mỗi nhiệm vụ PCE đều được minh họa trong sơ đồ quá trình công nghệ R&amp;I qua <b>hình trái xoan</b> với <b>tất cả thông tin về những yêu cầu chức năng</b> (hạng mục PCE, chức năng xử lý PCE, ký hiệu PCE, thông tin về thiết bị, vị trí mặt bằng thao tác v.v...).</p>  |
| <p>Chức năng điều khiển PCE</p>       | <p><b>Chức năng xử lý quy trình</b> bao gồm chủ yếu về sự <b>kết hợp cơ bản giữa cảm biến và cơ cấu tác động</b> (tác chỉnh). Biểu tượng cho chức năng phân phối là một <b>lục giác</b> với chữ <b>U</b> đầu tiên. Sau đó tiếp theo một hay nhiều mẫu <b>tự nhận dạng cho chức năng xử lý PCE</b> (xem bảng). <b>Chức năng phân phối quan trọng đối với an toàn</b> bắt đầu bằng <b>UZ</b> và cho biết hạng yêu cầu SIL (mức an toàn tổng thể theo IEC 61511- 1) hay hạng PL (mức năng suất theo ISO 3849- 1 <i>phía trái dưới ở bên ngoài lục giác</i>).</p> <p>Khi cấu hình đơn giản của sự tương quan trong sơ đồ công nghệ R&amp;I được nhận biết rõ ràng (t.d. cảm biến đo mức chất lỏng, ảnh hưởng đến bộ truyền động cho van ở đáy bình), thì có thể bỏ qua chức năng phân phối - PCE.</p> |
| <p>Lục giác</p>                       | <p>Trong biểu tượng này <b>chức năng điều khiển</b> được cho biết ở <i>phía nửa trên</i> (mẫu tự nhận diện U, khi quan trọng đối với an toàn là <b>UZ</b>, đứng sau <b>mẫu tự nhận diện cho chức năng xử lý PCE</b>, t.d. S cho chức năng điều khiển hay chuyển mạch nhị phân). Trong <i>phía nửa dưới</i> là <b>ký hiệu tham chiếu</b>. Bên trái cạnh lục giác <i>phía trên của đường nằm ngang</i>, nếu có, là tên của <b>nhà cung cấp phụ và ký hiệu điển hình</b>, ở <i>phía dưới</i> nếu cần là <b>thông tin về thiết bị</b>. Khi không có tên của nhà cung cấp phụ, những thông tin đặc thù khác của dự án cũng thể ghi vào ô tương ứng.</p>  |
| <p>Vòng PCE</p>                       | <p><b>Tổng hợp cho nhiệm vụ PCE và chức năng điều khiển PCE</b> mô tả sự tương quan cơ bản hay tác động hỗ tương (bao gồm một hay nhiều nhiệm vụ PCE và chức năng điều khiển PCE). Cho vòng PCE không có mô tả đồ họa riêng lẻ. Vì thế không nên nhầm lẫn nó với vòng hiệu chỉnh MSR theo tiêu chuẩn trước đây DIN 19227.</p> <p>Nếu cần ký hiệu <b>"Vòng PCE XXX"</b> cũng có thể sử dụng cho vòng PCE.</p>  |