

1

Tìm hiểu về kỹ thuật

1.1 Giới thiệu chung

- 1.1.1 Những thành tựu kỹ thuật thế kỷ 20
- 1.1.2 Khái niệm về kỹ thuật
- 1.1.3 Các công việc chính của kỹ sư
- 1.1.4 Lợi ích và cơ hội nghề nghiệp

1.2 Vai trò, chức năng của kỹ thuật

- 1.2.1 Kỹ thuật với vai trò khoa học ứng dụng
- 1.2.2 Kỹ thuật với vai trò sáng tạo và giải quyết vấn đề
- 1.2.3 Kỹ thuật với chức năng tối ưu hóa
- 1.2.4 Kỹ thuật với chức năng ra quyết định
- 1.2.5 Kỹ thuật với chức năng giúp đỡ các người khác
- 1.2.6 Kỹ thuật với chức năng nghề nghiệp

1.3 Nguyên tắc Eaton về học kỹ thuật

1.4 Tổng kết chương

Câu hỏi ôn tập

DÂY là chương nhằm giới thiệu cho bạn khái niệm về kỹ thuật. Hãy cùng thảo luận về các chủ đề liên quan mà bạn cần biết về kỹ thuật. Hy vọng rằng sau khi bạn đọc xong chương này, bạn sẽ có một hiểu biết toàn diện về ngành kỹ thuật và hy vọng, bạn sẽ tìm thấy ngành kỹ thuật thích hợp, lôi cuốn bạn nhất. Những thông tin này kết hợp với những hiểu biết của bản thân sẽ giúp ích cho bạn thành công trong công việc, cũng như có tác dụng hỗ trợ trong việc giúp bạn học tập tốt để có thể nhận tấm bằng kỹ sư.

Trong chương này, bạn sẽ từng bước tìm hiểu về khái niệm “Kỹ thuật”; cách thức để bạn có thể tự mình khám phá những điều bạn chưa biết về kỹ thuật cũng như các vai trò và quan hệ của kỹ thuật với các ngành khác.

1.1. Tìm hiểu về kỹ thuật

Bạn đã là sinh viên kỹ thuật, bạn có thể trả lời các câu hỏi sau đây không?

Bạn biết những gì về các ngành đào tạo kỹ thuật?

Tại sao bạn chọn học ngành kỹ thuật?

Bạn có các cơ sở nào để chỉ ra rằng bạn đã được trang bị các kỹ năng để sẵn sàng học kỹ thuật?

Học ở đại học khác với học ở phổ thông ở những điểm nào?

Bạn cần học hỏi thêm các kỹ năng gì để học tốt trong môi trường đào tạo chuyên nghiệp?

Bạn hãy tự mình viết ra các câu trả lời của bạn.

Trước hết, chúng ta hãy cùng tìm cách trả lời các câu hỏi sau đây:

Kỹ thuật là gì?

Các kỹ sư làm những gì?

Tại sao lại chọn học ngành kỹ thuật?

Câu trả lời không những rất thú vị, hữu ích, mà còn có thể giúp bạn củng cố thêm niềm tin, sức mạnh để tiếp tục phấn đấu trên con đường học tập để nhận được tấm bằng kỹ sư (mà rất nhiều bạn khác đang mơ ước).

1.1.1. Những thành tựu kỹ thuật thế kỷ 20

Để giúp bạn bắt đầu làm quen với thuật ngữ “Kỹ thuật” – một từ mà bạn đã nghe nhiều nhưng thật khó để đưa ra một “định nghĩa” đầy đủ và ngắn gọn, chúng ta hãy nhìn lại những thành tựu kỹ thuật vĩ đại nhất của thế kỷ 20.

Mặc dù các thành tựu kỹ thuật đã có nhiều đóng góp cho chất lượng của cuộc sống con người hơn 5000 năm qua [6], nhưng thế kỷ 20 đã nổi bật lên với sự phát triển, tiến bộ rõ rệt qua những đóng góp mới của kỹ thuật. Để công nhận những thành tựu này, khi chúng ta bước vào thế kỷ 21, Viện hàn lâm kỹ thuật quốc tế (the National Academy of

Engineering - NAE) đã phát động dự án nhằm chọn lọc “20 thành tựu kỹ thuật lớn nhất của thế kỷ 20”.

Chỉ tiêu để chọn lọc đầu tiên đó là sự ảnh hưởng của thành tựu khoa học kỹ thuật đến chất lượng cuộc sống ở thế kỷ 20. William A. Wulf, chủ tịch của Viện hàn lâm kỹ thuật quốc tế đã tóm tắt vấn đề này một cách ngắn gọn như sau:

“Kỹ thuật là tất cả những gì quanh chúng ta, bởi vậy con người thường công nhận nó giống như là nước và không khí. Hãy hỏi bản thân bạn, có cái gì tôi chạm vào mà không phải là kỹ thuật? Kỹ thuật phát triển và được đưa vào hàng tiêu thụ, xây dựng mạng lưới đường cao tốc, tàu hỏa và tàu đệm không khí, mạng Internet, sản xuất hàng loạt thuốc kháng sinh, tạo ra các van tim nhân tạo, tạo ra tia laze, và tạo ra các công nghệ xử lý ảnh cao cấp, những thiết bị tiện nghi như là lò vi sóng và đĩa compact (đĩa CD). Tóm lại, các kỹ sư đã tạo nên chất lượng cho cuộc sống của chúng ta tuyệt vời đến mức có thể”.

Dưới đây là kết quả các thành tựu được bình chọn và xếp hạng theo một trật tự xác định từ hạng thấp đến cao, bắt đầu là hạng 20 và lên đến đỉnh điểm là hạng nhất. (Bạn có thể tham khảo mô tả chi tiết cho mỗi thành tựu vĩ đại này tại địa chỉ <www.greatachievements.org>).

Hạng 20 – Vật liệu chất lượng cao (High Performance Materials)

Từ việc xây dựng những tòa nhà cao tầng bằng sắt thép tới những tiến bộ gần đây nhất trong việc tìm ra vật liệu nhựa tổng hợp polymers, gốm, composite, thế kỷ 20 đã được chứng kiến một cuộc cách mạng về vật liệu. Các kỹ sư đã tạo nên và tăng cường đặc tính của vật liệu phù hợp cho hàng ngàn các ứng dụng khác nhau.

Hạng 19: Công nghệ hạt nhân (Nuclear Technologies)

Việc sử dụng nguyên tử đã làm thay đổi tính tự nhiên của chiến tranh mãi mãi và làm sững sờ cả thế giới về sức mạnh kinh hoàng của nó. Công nghệ hạt nhân cũng mang đến cho chúng ta một nguồn năng lượng điện mới và một khả năng mới trong nghiên cứu y học.

Hạng 18: Tia laze và sợi quang học (Laser and Fiber Optics)

Xung ánh sáng của tia laze được sử dụng trong dụng cụ công nghiệp, dụng cụ phẫu thuật, vệ tinh nhân tạo và nhiều sản phẩm khác. Trong lĩnh vực truyền thông, sợi quang bằng kính nguyên chất hiện nay cung cấp khả năng truyền thông tin cho hàng chục triệu cuộc gọi, file và hình ảnh video.

Hạng 17: Dầu mỏ và gas công nghiệp (Petroleum and Gas Technologies)

Dầu mỏ là một thành phần quan trọng của cuộc sống của thế kỷ 20, cung cấp nhiên liệu cho xe ô tô, sinh hoạt gia đình và sản xuất công nghiệp. Sản phẩm hóa dầu mỏ cũng được sử dụng trong các sản phẩm từ thuốc aspirin đến chiếc khóa kéo. Các tiến bộ kỹ thuật trong tìm kiếm và khai thác, chế biến dầu mỏ đã có một ảnh hưởng rất lớn đến kinh tế thế giới, con người và thậm chí, các hoạt động chính trị nữa.

Hạng 16: Công nghệ y học (Health Technologies)

Sự phát triển vượt bậc của kỹ thuật y học trong thế kỷ 20 đã làm kinh ngạc cả thế giới. Những cơ quan nhân tạo, khớp thay thế, công nghệ xử lý ảnh và vật liệu y sinh đã cải thiện chất lượng cuộc sống cho hàng triệu người.

Hạng 15: Các thiết bị điện gia dụng (Household Appliances)

Các phát minh kỹ thuật đã cho ra đời hàng loạt dụng cụ đa dạng như máy hút chân không, máy rửa chén bát và máy sấy. Chúng và những sản phẩm khác đã mang lại cho chúng ta nhiều thời gian rảnh rỗi hơn, giúp con người có thể làm việc bên ngoài nhiều hơn, và do đó, đóng góp rất nhiều cho nền kinh tế thế giới.

Hạng 14: Công nghệ ảnh (Imaging Technologies)

Từ việc nhìn được cấu trúc bên trong những nguyên tử rất nhỏ bé cho đến quan sát dải thiên hà xa xôi, công nghệ ảnh đã mở rộng tầm mắt cho con người. Sự nghiên cứu bên trong cơ thể con người, những bản vẽ dưới đáy đại dương, đường di chuyển của các dạng thời tiết, tất cả đều là kết quả của những tiến bộ của kỹ thuật trong công nghệ ảnh.

Hạng 13: Internet

Internet đã thay đổi mọi hoạt động kinh doanh, giáo dục và truyền thông của con người. Thông qua khả năng truy cập tin tức, kinh doanh, lưu trữ thông tin trên toàn cầu, Internet đã mang mọi người trên thế giới đến với nhau một cách thuận tiện, đồng thời làm cho cuộc sống trở nên tiện nghi và hiệu quả hơn.

Hạng 12: Thám hiểm vũ trụ

Từ việc thử nghiệm tên lửa từ rất sớm tới những vệ tinh nhân tạo tối tân, việc con người mở rộng nghiên cứu vào không gian có lẽ là một kỳ công kỹ thuật đáng kinh ngạc nhất của thế kỷ 20. Sự phát triển của tàu vũ trụ đã làm kinh ngạc cả thế giới, đã mở rộng tầm hiểu biết và nâng cao khả năng của con người. Kết quả là hàng ngàn sản phẩm và dịch vụ hữu ích đã ra đời từ chương trình thám hiểm vũ trụ, chẳng hạn như các thiết bị y tế, cải thiện chất lượng dự báo thời tiết và các kỹ thuật truyền thông không dây.

Hạng 11: Đường cao tốc (Highways)

Đường cao tốc là một trong những những mong ước, một tài sản giá trị nhất của con người, cho phép con người đi lại thoải mái hơn. Hàng ngàn kỹ sư đã xây dựng những con đường, những cây cầu, đường hầm nối liền các khu vực trên thế giới lại với nhau; cho phép sản phẩm và dịch vụ có thể đến được những vùng xa xôi hẻo lánh, khuyến khích và tạo điều kiện cho thương mại phát triển.

Hạng 10: Máy điều hòa không khí và máy lạnh (Air Conditioning and Refrigeration)

Máy điều hòa không khí và máy lạnh đã làm thay đổi cuộc sống con người thế kỷ 20 rất nhiều. Hàng tá những phát minh kỹ thuật đã biến khả năng vận chuyển và bảo quản thức ăn tươi sống trở nên có thể khả thi, giúp cho cuộc sống và công việc của con người được

tiện nghi thoải mái hơn trong điều kiện môi trường khí hậu nóng bức; tạo nên sự ổn định cho môi trường.

Hạng 9: Điện thoại (Telephone)

Điện thoại ra đời chính là nền tảng cho cuộc sống hiện đại. Sự truyền thông, liên lạc gần như ngay lập tức giữa bạn bè, người thân trong gia đình, giữa các doanh nghiệp, giữa các quốc gia đã nâng cao chất lượng cuộc sống và thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ của công nghiệp và kinh tế. Với những phát minh nổi bật, các kỹ sư đã mang đến cho con người từ những sợi dây đồng đến cáp sợi quang, từ tổng đài chuyển mạch tới vệ tinh nhân tạo, từ những đường dây chung nội bộ đến mạng Internet toàn cầu.

Hạng 8: Máy tính (Computers)

Máy tính làm biến đổi công việc kinh doanh, nhiều nghề nghiệp và cuộc sống trên toàn thế giới nhờ việc nâng cao năng suất sản xuất và mở cánh cửa rộng lớn bao la cho kho tàng tri thức. Máy tính làm nhẹ bớt sự vất vả cực nhọc của công việc hàng ngày, mang lại cách thức mới cho việc giải quyết những bài toán phức tạp.

Hạng 7: Cơ khí hóa nông nghiệp (Agricultural Mechanization)

Việc đưa cơ khí vào nông nghiệp như sử dụng máy kéo, máy xới, máy liên hợp và hàng trăm loại máy nông nghiệp khác nâng cao hiệu quả kinh tế và năng suất sản xuất nông nghiệp. Vào giai đoạn đầu thế kỷ 20, bình quân bốn người nông dân Hoa Kỳ có thể nuôi được mười người. Vào giai đoạn cuối của thế kỷ, cùng với sự giúp đỡ của các phát minh kỹ thuật, một người nông dân đã có thể cung cấp thức ăn cho 100 người.

Hạng 6: Truyền thanh và truyền hình (Radio and Television)

Truyền thanh, truyền hình là những sự kiện làm thay đổi cả xã hội của thế kỷ 20, mở ra cánh cửa tới những cuộc sống khác, tới những nơi xa xôi trên toàn thế giới. Từ vô tuyến điện báo không dây tới hệ thống vệ tinh cao cấp ngày nay, các kỹ sư đã làm nên các thành tựu công nghệ to lớn.

Hạng 5: Điện tử (Electronics)

Điện tử đã cung cấp nền tảng vô giá cho những sự phát minh ra đầu chơi đĩa CD, các loại tivi, và các máy tính và nhiều thiết bị khác. Từ đèn điện tử ống chân không cho đến các transistor bán dẫn, mạch tích hợp (integrated circuits-IC), các kỹ sư đã tạo ra các dụng cụ điện tử ngày càng nhỏ hơn, mạnh hơn và hiệu quả hơn, tạo nền tảng để sản xuất ra các sản phẩm ngày càng được cải thiện về chất lượng và tiện nghi hơn cho cuộc sống hiện đại.

Hạng 4: Hệ thống nước sạch (Safe and Abundant Water)

Giá trị của hệ thống nước sạch phong phú rộng lớn là ở chỗ đã làm thay đổi thực sự cuộc sống và chấm dứt sự chết chóc trong suốt thế kỷ trước. Ở giai đoạn đầu của những năm 1900, bệnh sốt thương hàn và bệnh dịch tả lây lan qua hệ thống dẫn nước đã làm chết hàng chục ngàn người của nước Mỹ mỗi năm. Tuy nhiên, vào những năm 1940, hệ thống

sử lý và phân phối nước đã được phát minh và do đó đã loại trừ được hầu hết các nguồn lây lan dịch bệnh ở Mỹ và ở các quốc gia phát triển khác.

Hạng 3: Máy bay

Máy bay hiện đại chuyên chở con người và các sản phẩm hàng hóa đi khắp thế giới một cách dễ dàng, nhanh chóng và thuận tiện. Sự giao lưu giữa mọi người, giữa các nền văn hóa và các doanh nghiệp được nâng lên tầm cao mới nhờ kỹ thuật hàng không ngày càng phát triển.

Hạng 2: Xe ô tô (Automobile)

Xe ô tô có thể được coi là biểu trưng cho sự tự do cá nhân của con người. Ô tô đóng vai trò cực kỳ quan trọng và chủ yếu trong vận chuyển người và hàng hóa, tạo nguồn sức mạnh cho sự phát triển và ổn định của kinh tế. Từ chiếc xe Tin Lizzies ra đời xưa kia cho tới chiếc xe mui kín bóng mượt ngày nay, chiếc xe ô tô là biểu trưng cho khả năng kỹ thuật tuyệt vời của thế kỷ 20, với những cải tiến, sáng chế vô giá trong việc thiết kế, chế tạo và an toàn trong vận hành.

Hạng 1: Điện khí hóa (Electrification)

Điện khí hóa đã cung cấp năng lực đáp ứng cho mọi nhu cầu sinh hoạt và sản xuất trong xã hội hiện đại. Điện khí hóa thực sự đã thấp sáng cả thế giới và tác động vô biên đến mọi lĩnh vực của cuộc sống hàng ngày, từ việc sản xuất và chế biến thức ăn, điều hòa và làm ấm không khí, giải trí, giao thông, liên lạc, chăm sóc sức khỏe cho đến các máy vi tính. Hàng ngàn kỹ sư làm việc trong mọi lĩnh vực, từ tìm kiếm và khai thác nguồn năng lượng, kỹ thuật phát điện cho đến xây dựng các hệ thống truyền tải điện năng, đã hiện thực hóa mơ ước của con người. Đến đây, sau khi đã cùng nhìn lại những thành tựu kỹ thuật nổi bật nhất của thế kỷ 20, hẳn bạn đã có nhiều thông tin về các lĩnh vực kỹ thuật.

1.1.2. Khái niệm về kỹ thuật

Xin nhắc lại ý kiến của William A. Wulf, chủ tịch của Viện hàn lâm kỹ thuật quốc tế: “Kỹ thuật là tất cả những gì quanh chúng ta, bởi vậy con người thường công nhận nó giống như là nước và không khí. Hãy hỏi bản thân bạn, có cái gì tôi chạm vào mà không phải là kỹ thuật?...”.

Vậy, bạn đã có thể giải đáp câu hỏi “kỹ thuật là gì” chưa? Hãy bắt đầu từ các định nghĩa trong từ điển, hãy tìm kiếm trên Internet. Bạn sẽ thấy có rất nhiều cách trả lời, phong phú và đều phản ánh các tính chất, chức năng của kỹ thuật.

Dưới đây là một số định nghĩa về kỹ thuật để bạn tham khảo. Hãy bổ sung thêm những định nghĩa bạn thấy hay và phù hợp.

Theo từ điển The American Heritage® Dictionary of the English Language, Xuất bản lần thứ 4, 2000: “*Kỹ thuật là sự ứng dụng của các nguyên tắc toán và khoa học khác vào thực tế để thiết kế, chế tạo và vận hành các cấu trúc, máy móc, quá trình, hệ thống một cách kinh tế và hiệu quả*”.

Theo Ủy ban kiểm định kỹ thuật và công nghệ Hoa kỳ (Accreditation Board for Engineering and Technology - ABET): “Kỹ thuật là lĩnh vực ở đó kiến thức về các khoa học tự nhiên và toán học - có được thông qua học tập, nghiên cứu, thí nghiệm và thực hành - được quyết định ứng dụng để phát triển các cách thức khai thác một cách kinh tế các vật liệu và năng lực thiên nhiên vì lợi ích con người”.

Theo Count Rumford, 1796: “Kỹ thuật là sự ứng dụng của khoa học để phục vụ các nhu cầu của cuộc sống”.

Theo Sam Florman, 1976: “Kỹ thuật là nghệ thuật hoặc khoa học của việc ra quyết định thực tế”.

Theo trang web DiscoverEngineering của National Engineers Week: “Kỹ thuật không phải là khoa học... Khoa học là khám phá tự nhiên. Kỹ thuật là làm ra các sản phẩm nhân tạo”.

Bạn có thể và nên tìm hiểu và cập nhật các thông tin về kỹ thuật tại các trang web sau:

<http://www.discoverengineering.org>

<http://www.eweek.org>

<http://www.engineeringk12.org>

<http://www.careercornerstone.org>

<http://www.jets.org>

<http://dedicatedengineers.org>

1.1.3. Các công việc chính của kỹ sư

Bạn có biết, thuật ngữ “kỹ thuật” (Engineering) bắt nguồn từ tiếng La-tinh là từ “ingenium”- nghĩa là “kỹ năng” (skills)? Các kỹ sư phải thành thạo, đầy đủ các kỹ năng cần thiết khi làm việc. Nhưng các kỹ sư làm gì?

Chức năng của người kỹ sư làm việc trong chín lĩnh vực kỹ thuật chính được trình bày dưới đây sẽ giúp các bạn phần nào hiểu được nghề nghiệp tương lai của các bạn.

PHÂN TÍCH - ANALYSIS

Người kỹ sư phân tích chủ yếu làm việc với các vấn đề về mô hình hóa. Sử dụng các nguyên tắc toán học, vật lý và khoa học kỹ thuật, khai thác các phần mềm ứng dụng kỹ thuật, người kỹ sư phân tích đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong giai đoạn khởi đầu của các đề án thiết kế, cung cấp các thông tin và trả lời các câu hỏi bằng các thông tin không đòi hỏi chi phí cao.

THIẾT KẾ - DESIGN

Người kỹ sư thiết kế có nhiệm vụ chuyển đổi các khái niệm và thông tin ở bước phân tích sang các kế hoạch, dự án chi tiết, các thông số quyết định việc phát triển và chế tạo sản phẩm. Lưu ý rằng khi có nhiều phương án khả thi, người kỹ sư thiết kế cần quan tâm các

yếu tố như giá thành sản phẩm, tính sẵn có của vật liệu, tính dễ chế tạo và các yêu cầu công tác... để có lựa chọn phù hợp. Khả năng sáng tạo đi đôi với tư duy phân tích, quan tâm đến các đặc tính chi tiết ... là các yêu cầu quan trọng của người kỹ sư thiết kế.

KIỂM TRA THỬ NGHIỆM- TEST

Người kỹ sư làm công tác thử nghiệm có trách nhiệm phát triển và xây dựng các thử nghiệm để xác nhận thiết kế của sản phẩm mới đáp ứng các yêu cầu đã xác định. Tùy thuộc loại sản phẩm, thử nghiệm có thể yêu cầu các yếu tố như tính tích hợp của cấu trúc, khả năng vận hành, độ tin cậy ... theo đúng các điều kiện làm việc thực của sản phẩm sau này. Các kỹ sư thử nghiệm cũng phải thiết lập các phép kiểm tra chất lượng của các sản phẩm đã sản xuất.

PHÁT TRIỂN - DEVELOPMENT

Người kỹ sư phát triển có trách nhiệm phát triển sản phẩm, hệ thống hoặc quá trình. Kỹ sư phát triển đóng vai trò “cầu nối” tức thời giữa kỹ sư thiết kế và thử nghiệm. Anh ta có trách nhiệm giúp đỡ kỹ sư thiết kế đưa ra nhiều nhất có thể được các bản thiết kế đáp ứng các yêu cầu đặt ra và điều chỉnh các hạn chế nếu có. Khi một thiết kế đã được lựa chọn, người kỹ sư phát triển sẽ giám sát việc hiện thực hóa sản phẩm dưới dạng mẫu hoặc mô hình. Kết quả của quá trình cộng tác của anh ta với kỹ sư thiết kế cũng như việc giám sát quá trình tạo mẫu sau đó sẽ giúp hạn chế loại và số lượng phép thử cần thực hiện sau này. Khái quát hơn, kỹ sư phát triển chính là người hiện thực hóa sản phẩm hoặc áp dụng các kiến thức hiểu biết mới để cải tiến sản phẩm. Trong thuật ngữ “Nghiên cứu và phát triển” (R&D – Reseach and Development), kỹ sư phát triển chính là người có trách nhiệm quyết định làm thế nào để hiện thực hóa hoặc ứng dụng những gì mà các nhà nghiên cứu đã tìm ra trong phòng thí nghiệm thông qua các tiến trình thiết kế, chế tạo, thử mẫu hay các mô hình thí nghiệm.

BÁN HÀNG - SALES

Kỹ sư bán hàng chính là cầu nối giữa công ty và khách hàng. Trong vai trò này, người kỹ sư bán hàng nhất thiết phải thành thực về kỹ thuật để hiểu rõ về sản phẩm và nhu cầu của khách hàng. Họ phải giải thích cặn kẽ về sản phẩm: nó làm việc như thế nào, có thể thực hiện những chức năng gì cũng như tại sao sản phẩm có thể đáp ứng các nhu cầu của khách hàng. Kỹ sư bán hàng cũng phải duy trì quan hệ làm việc chuyên nghiệp với khách hàng trong suốt thời gian khách hàng sử dụng sản phẩm. Người kỹ sư phải có khả năng giải đáp mọi câu hỏi về kỹ thuật của khách hàng về sản phẩm, giải thích các tính năng kỹ thuật của sản phẩm cho khách hàng mới, đảm bảo dịch vụ sau bán hàng một cách tức thời và chất lượng cho khách hàng khi họ cần. Một cách tổng quát, cùng với kiến thức kỹ thuật vững, người kỹ sư bán hàng còn cần kỹ năng giao tiếp cộng đồng tốt.

NGHIÊN CỨU - RESEARCH

Công việc của người kỹ sư nghiên cứu không giống với các nhà nghiên cứu khoa học dù rằng họ đều tìm kiếm các kiến thức mới. Điểm khác biệt nhà nghiên cứu khoa học và kỹ sư nghiên cứu là ở mục đích, động cơ thúc đẩy họ nghiên cứu. Các nhà nghiên cứu khoa

học quan tâm đến chính bản thân kiến thức/ hiểu biết: những gì mà kiến thức chỉ ra hay khám phá các hiện tượng thiên nhiên. Các nhà nghiên cứu kỹ thuật quan tâm đến cách thức để áp dụng các kiến thức vào thực tiễn kỹ thuật. Vì vậy, các kỹ sư nghiên cứu khám phá khoa học toán, vật lý, hóa học và kỹ thuật nhằm tìm kiếm những câu trả lời hoặc tìm hiểu bản chất bên trong những sự vật có thể sẽ đóng góp cho tiến bộ của kỹ thuật. Do yêu cầu tự nhiên của công việc, kỹ sư nghiên cứu thường yêu cầu phải có bằng cấp cao trong lĩnh vực chuyên ngành. Trong thực tế, hầu hết các vị trí kỹ sư nghiên cứu đòi hỏi ứng viên phải có bằng tiến sĩ.

QUẢN LÝ - MANAGEMENT

Các kỹ sư có khả năng lãnh đạo có thể được bổ nhiệm làm quản lý kỹ thuật sau một số năm công tác. Các chức danh được chia thành hai lĩnh vực: quản lý ngành kỹ thuật (Line organization) và quản lý dự án.

Trong các công ty lớn, các cán bộ kỹ thuật thường làm việc trong các nhóm ngành. Trong mỗi ngành có các đơn vị gồm 10-15 kỹ sư, được quản lý bởi một trưởng đơn vị. Bên trên các đơn vị là quản lý nhóm, tiếp đến là các quản lý bộ phận hoặc phó giám đốc, giám đốc kỹ thuật.

Quản lý dự án (đề án) được chỉ định tùy thuộc các hợp đồng hoặc dự án cần triển khai. Trong các dự án nhỏ, quản lý dự án thường quán xuyến toàn bộ. Còn trong các dự án lớn, quản lý dự án thường có các chuyên gia giúp việc, có thể bao gồm từ một đến hàng trăm người. Trách nhiệm chung của quản lý dự án là triển khai dự án hoàn thành đúng tiến độ trong phạm vi tài chính đã định.

TƯ VẤN - CONSULTING

Công việc của kỹ sư tư vấn khác với của tất cả các kỹ sư khác ở chỗ, kỹ sư tư vấn thực hiện các dịch vụ phục vụ khách hàng trên cơ sở các hợp đồng. Một số kỹ sư tư vấn làm việc tư nhân, một số làm việc cho các công ty tư vấn. Các công ty này thuê kỹ sư tư vấn từ bên ngoài, hoặc do công ty không có chuyên gia trong lĩnh vực cần thiết, hoặc muốn có sự đánh giá thẩm định công việc của công ty từ bên ngoài. Tùy thuộc yêu cầu của khách hàng, công việc của các kỹ sư tư vấn có thể rất đa dạng; chẳng hạn điều tra và phân tích, thiết kế và triển khai thiết kế, nghiên cứu và phát triển, quản lý xây dựng, khuyến nghị giải quyết các vấn đề kỹ thuật ...

DAY HỌC - TEACHING

Các giáo sư kỹ thuật có ba lĩnh vực trách nhiệm chính: giảng dạy, nghiên cứu và dịch vụ. Giảng dạy không chỉ trong các lớp học, mà còn bao gồm các khóa đào tạo kỹ thuật, phát triển chương trình đào tạo, phát triển phòng thí nghiệm, hướng dẫn đề tài và nghiên cứu sinh.

Nghiên cứu được tiến hành cho các kiến thức mới, được phổ biến trong cộng đồng các chuyên gia kỹ thuật thông qua các bài báo trên các tạp chí kỹ thuật, báo cáo trong các hội nghị khoa học, sách giáo trình, phần mềm.

"Dịch vụ" bao gồm các lĩnh vực liên quan nhiều chức năng khác của các giáo sư kỹ thuật – chẳng hạn các hoạt động cộng đồng, tham gia các hoạt động quản lý giáo viên, các hoạt động công cộng, tư vấn...

1.1.4. Các lợi ích và cơ hội nghề nghiệp

Kỹ thuật là một nghề nghiệp mang tính đặc thù và ít tính đại chúng (Engineering is a unique and highly selective profession). Ở Hoa Kỳ, chỉ khoảng 1,1% số người lựa chọn kỹ thuật cho nghề nghiệp ban đầu của mình (9). Hầu hết đều lựa chọn các ngành nghề khác cho sự nghiệp hơn là chọn kỹ thuật. Trong các trường đại học và cao đẳng của Hoa Kỳ, số sinh viên kỹ thuật chỉ chiếm dưới 5% trong tổng số sinh viên tốt nghiệp hàng năm. Bảng số liệu dưới đây minh họa cho điều này.

Chuyên ngành	Số sinh viên tốt nghiệp 2003-2004	Tỷ lệ
Thương mại	307 149	21,9%
Khoa học xã hội	150 357	10,7%
Giáo dục	106 278	7,6%
Khoa học tự nhiên	92 819	6,6%
Tâm lý	82 098	5,9%
Nghệ thuật	77 181	5,5%
Y tế	73 934	5,2%
Kỹ thuật	63 558	4,5%
<i>Tổng số</i>	1 399 542	100,0%

Vậy tại sao bạn chọn nghề nghiệp kỹ thuật? Điều gì của kỹ thuật hấp dẫn bạn để phấn đấu trở thành một trong số 4,5% sinh viên tốt nghiệp đại học mỗi năm?

Nhiều sinh viên chọn ngành kỹ thuật để học do có người thân đã từng làm kỹ thuật; nhiều bạn chọn theo lời khuyên bạn bè. Còn bạn? Bạn có tìm hiểu những cái hay của kỹ thuật trước khi quyết định thi vào một ngành kỹ thuật? Dưới đây trình bày mười phân tích tóm tắt về lợi ích, cơ hội nghề nghiệp và những thành quả mà nghề nghiệp kỹ thuật có thể mang lại để qua đó, có thể giúp bạn tự tin, có thêm động lực theo đuổi mục tiêu mà bạn đã chọn lựa cho mình. Có thể bạn đã dựa vào một hay nhiều điểm trong số này khi bạn

quyết định thi vào ngành kỹ thuật? Hãy cùng tìm hiểu xem danh sách mười điểm này. Danh sách bao gồm:

1. Nghề nghiệp phù hợp
2. Nhiều cơ hội khác nhau
3. Công việc thách thức
4. Phát triển trí óc
5. Tác động xã hội
6. An toàn tài chính
7. Thanh thê
8. Môi trường chuyên nghiệp
9. Hiểu biết nguyên tắc hoạt động của các hệ thống
10. Suy nghĩ sáng tạo

Thứ nhất, về tính phù hợp của nghề nghiệp. Hầu hết các thống kê đã cho thấy người làm việc trong các lĩnh vực kỹ thuật cảm thấy thỏa mãn với công việc của mình hơn nhiều lĩnh vực khác. Hầu hết các ý kiến đều cho rằng nguyên nhân số một làm cho con người cảm thấy không hạnh phúc không phải là các vấn đề về sức khỏe, gia đình hay tiền bạc mà là không thấy yêu thích nghề nghiệp của mình.

Thứ hai, về cơ hội thành công trong cuộc đời sau này, thực tế đã có nhiều kỹ sư ra trường thành đạt không chỉ trong lĩnh vực kỹ thuật. Kiến thức kỹ thuật học được đã giúp ích cho họ rất nhiều cho các hoạt động sau này. Dưới đây là một số danh nhân đã tốt nghiệp các ngành kỹ thuật:

Neil Armstrong	Người đầu tiên lên mặt trăng
Herbert Hoover	Tổng thống Hoa Kỳ
Jimmy Carter	Tổng thống Hoa Kỳ
Paul MacCready	Nhà phát minh (Thiết kế xe điện tử GM EV1)
Boris Yeltsin	Cựu tổng thống Nga
W. Edwards Deming	Cha đẻ của mô hình quản lý thực tiễn
Phạm Gia Khiêm	Phó Thủ tướng Việt Nam

Và rất nhiều người khác nữa. Bạn có thể tìm hiểu thêm các danh nhân đã từng tốt nghiệp đại học kỹ thuật tại địa chỉ:

http://www.engineeringk12.org/students/fun_section/famous_engineers.htm

Thứ ba, về tính kích thích của công việc (CHALLENGING WORK). Nếu bạn muốn được làm việc với các công việc có tính kích thích trí óc cao thì kỹ thuật chính là dành cho bạn. Trong quá trình học kỹ thuật, bạn sẽ được làm các bài tập, đồ án, bạn sẽ phải vượt qua rất

nhều thử thách. Tuy nhiên, thực ra đó chưa thực sự là thử thách. Trong thực tế công việc kỹ thuật sau này, thông thường không có lời giải “đúng” – không giống như các bài tập bạn được giao khi học trong trường. Các vấn đề được gọi là “lời giải mở - Open-ended” thông thường có rất nhiều lời giải khả dĩ, tất cả chúng đều thỏa mãn yêu cầu đặt ra. Nghề nghiệp kỹ thuật đòi hỏi bạn lựa chọn lời giải “tốt nhất” và rồi sau đó, bạn phải thuyết phục mọi người rằng lựa chọn của bạn thực sự là một lựa chọn tối ưu. Các vấn đề, dù thuộc dạng có lời giải đơn hay có lời giải mở, trong trường hay ngoài xã hội thì chúng đều là các thử thách và rèn luyện cho bạn các hiểu biết, sức sáng tạo và kỹ năng giải quyết vấn đề. Cho bạn có cơ hội được đối diện với thử thách, kỹ thuật thực sự là nghề nghiệp tương lai có thể mang đến cho bạn nhiều thành công.

Thứ tư, sự phát triển tri thức - INTELLECTUAL DEVELOPMENT. Tương tự như các bài tập A-ê-rô-bíc rèn luyện cho thân thể bạn, đào tạo kỹ thuật sẽ rèn luyện và cải thiện trí óc cho bạn. Qua quá trình học kỹ thuật, khả năng giải quyết vấn đề cũng như suy nghĩ tập trung cao của bạn sẽ được phát triển mạnh mẽ. Như chúng ta đã biết, bộ não con người bao gồm khoảng 180 tỷ nơ-ron thần kinh. Mỗi nơ-ron có một số lượng rất lớn các tua cảm xúc như các chùm rễ cây, chúng có tác dụng nhận các tín hiệu từ hàng ngàn các nơ-ron lân cận phát ra. Sự mở rộng hệ thống mạng nơ-ron này được thực hiện theo yêu cầu mà bạn đặt ra khi bạn suy nghĩ. Nói cách khác, bạn càng vận động trí não nhiều thì hệ thống mạng nơ-ron thần kinh của bạn càng được phát triển và càng nhạy. Sau này, mỗi khi bạn cảm thấy bị ức chế hay chán nản vì phải làm quá nhiều bài tập hay ôn thi, hãy nghĩ về hệ thống nơ-ron trong não bạn – bạn đang giúp não bạn phát triển đó.

Thứ năm, về tác động xã hội - SOCIAL IMPACT

Như bạn đã thấy ở phần trên, điểm nhấn 20 thành tựu kỹ thuật của thế kỷ đã làm cải thiện cuộc sống của chúng ta như thế nào. Hy vọng bạn sẽ có thêm động lực mạnh mẽ để đóng góp phần mình vào các thành tựu mới của kỹ thuật thế kỷ 21. Kỹ thuật thực sự là một lựa chọn tuyệt vời cho chúng ta để mang lại lợi ích cho xã hội. Bạn có thể là người phát triển các hệ thống giao thông giúp vận chuyển con người và hàng hóa dễ dàng hơn, có thể xây dựng nên các tòa nhà cho chúng ta sinh sống, có thể phát triển các hệ thống phân phối điện năng, nước sinh hoạt, có thể thiết kế các máy móc sản xuất và chế biến thức ăn cho con người, phát triển các thiết bị y tế chăm sóc sức khỏe nhân dân... Gần như mọi thứ chúng ta sử dụng đều là sản phẩm của kỹ thuật. Dù rằng từ kỹ thuật, cũng có thể cho ra các vũ khí giết người, thuốc độc, rượu, thuốc lá ... có hại cho sức khỏe con người; nhưng những thành tựu kỹ thuật mang lại cho xã hội lớn hơn nhiều so với những điều không tốt. Các kỹ sư có thể sử dụng trí tuệ của họ để làm sạch môi trường, chế tạo các bộ phận trợ giúp người tàn tật, phát triển hệ thống giao thông sạch, tìm kiếm nguồn năng lượng mới hay tiết kiệm năng lượng, giải quyết vấn đề lương thực toàn cầu và cải thiện điều kiện sống cho các nước đang phát triển... Kỹ thuật thực sự là lĩnh vực nghề nghiệp giúp bạn được đóng góp tích cực cho sự phát triển của xã hội loài người.

Thứ sáu, về tài chính ổn định - FINANCIAL SECURITY. Kỹ thuật là lĩnh vực nghề nghiệp có thu nhập không thấp. Dù vậy, người làm kỹ thuật thường không cho vấn đề

tiền bạc là động cơ làm việc của mình. Tuy vậy, làm kỹ thuật cũng không phải là có thu nhập thấp. Bạn có thể tham khảo bảng lương khởi điểm bình quân của một số nghề ở Hoa Kỳ năm 2006 như bảng dưới đây.

Ngành nghề	Lương bình quân (USD)/năm
Kỹ thuật	51 465
Khoa học máy tính	49 680
Công nghệ	48 514
Y tế	45 347
Thương mại	41 900
Khoa học tự nhiên	38 217
Nông nghiệp và tài nguyên	33 716
Giáo dục	32 438
Khoa học xã hội và nhân văn	31 290

Thứ bảy, về uy tín - 7. PRESTIGE

Mọi người đều hiểu học kỹ thuật đòi hỏi một sự làm việc vất vả và do vậy, họ đánh giá các sinh viên kỹ thuật là những sinh viên đáng nể, có khả năng học thuật tốt. Sinh viên kỹ thuật thường được các sinh viên khác ngưỡng mộ, đánh giá là những người có khả năng học tập tốt. Thực tế, Y học thường là nghề nghiệp được nể trọng hơn kỹ thuật. Quả đúng như vậy, các bác sỹ được trả lương cao và nhận được sự kính trọng do những hiểu biết và sự tận tâm của họ nhằm giúp mọi người có cuộc sống khỏe mạnh hơn. Nếu bạn có khả năng và yêu thích nghề y, hãy cố gắng để đạt được ước muốn của mình, đó là một lựa chọn tốt. Tiếp sau nghề y, luật và kế toán thường được cho là uy thế hơn kỹ thuật. Tuy nhiên, cần phân biệt rằng không thể có nghề nào khác đáng nể trọng hơn kỹ thuật. Đúng vậy, bạn có thể dễ dàng chỉ ra rằng các thành tựu kỹ thuật có vai trò quan trọng như thế nào trong việc cải thiện và bảo vệ cuộc sống con người.

Thứ tám, môi trường làm việc chuyên nghiệp - PROFESSIONAL ENVIRONMENT

Dù rằng các kỹ sư có thể thực thi rất nhiều các chức năng khác nhau, làm việc trong nhiều tổ chức khác nhau, nhưng hầu hết các kỹ sư mới tốt nghiệp thường làm việc trong các tổ chức kỹ thuật. Điều kiện hay môi trường làm việc của các kỹ sư có thể thay đổi, nhưng những đặc tính của môi trường kỹ thuật luôn là chuẩn mực. Làm việc trong môi trường

kỹ thuật, bạn sẽ có nhiều cơ hội để bổ sung kiến thức, kỹ năng, sự tự tin và các đặc tính nghề nghiệp khác của người cán bộ kỹ thuật.

Thứ chín, hiểu biết sự hoạt động của thế giới xung quanh - UNDERSTANDING HOW THINGS WORK

Bạn đã biết tại sao quả bóng trong chơi golf lại có phần lõm trên đó? Bạn có biết tải trọng truyền đến các giá đỡ của cầu treo như thế nào không? Bạn có biết công nghệ nano là gì? Các ổ đĩa quang (ví dụ ổ CD) làm việc như thế nào? Bạn có biết tại sao ta sử dụng điện xoay chiều chứ không dùng điện một chiều? Vâng, một trong những kết quả giá trị nhất của việc học kỹ thuật là bạn có cơ hội hiểu biết thế giới xung quanh ta hoạt động như thế nào. Hơn nữa, rất nhiều vấn đề đặt ra cho xã hội mà cách giải quyết trông chờ vào sự hiểu biết kỹ thuật và công nghệ. Ví dụ, tại sao ta chưa có ô tô không có khí thải thay cho dùng động cơ đốt trong? Có nên dừng các hoạt động hạt nhân không? Dây điện cao thế có gây ung thư cho người sống gần nó không?... Học thức kỹ thuật sẽ cung cấp cho bạn sự hiểu biết về thế giới xung quanh, phát triển khả năng quan sát của bạn về các vấn đề quan trọng của xã hội, chính trị, kinh tế của đất nước cũng như của loài người. Ai biết được, có thể những hiểu biết đó sẽ giúp bạn trở thành nhà lãnh đạo?

Thứ mười, khả năng suy nghĩ sáng tạo - CREATIVE THINKING

Kỹ thuật, một cách tự nhiên, là nghề nghiệp mang tính sáng tạo. Thuật ngữ kỹ sư "engineer" có nguồn gốc từ tiếng Latin là "ingenium" có nghĩa như "genius" (thiên tài) và "ingenious" (sáng tạo). Các kỹ sư có vô vàn cơ hội để phát minh và sáng tạo. Hãy xem lại những thành tựu kỹ thuật của thế kỷ 20, bạn có thể khẳng định rằng, sáng tạo chính là chìa khóa của các thành tựu đó. Hãy khám phá cách thức mà con người sáng tạo qua trang web "The Engines of Our Ingenuity" tại địa chỉ <http://www.uh.edu/engines>.

Theo bạn, thành quả nào của nghề kỹ thuật bạn cho là quan trọng nhất? Tại sao bạn chọn nó? Tại sao nó lại quan trọng với bạn. Nếu bạn tìm thấy càng nhiều thành quả phù hợp với bạn, bạn hãy cố gắng học thật tốt, hy vọng bạn sẽ gặt hái sau khi tốt nghiệp.

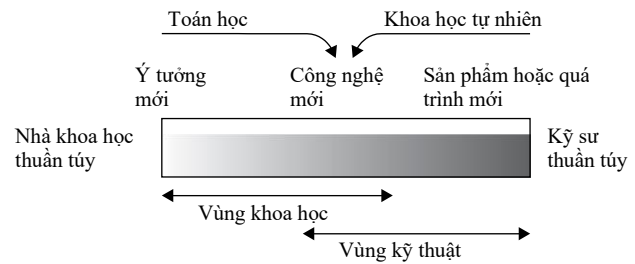
1.2. Các chức năng của kỹ thuật

1.2.1. Kỹ thuật với chức năng khoa học ứng dụng

Hầu hết mọi người đều đồng ý rằng kỹ thuật là sự ứng dụng khoa học và toán học vào thực tiễn. Thực tế, ý tưởng ứng dụng và thực tiễn luôn thường trực trong đầu các nhà kỹ thuật – họ quan tâm đến việc sử dụng các tri thức cơ bản hơn là tạo ra các tri thức đó. Họ quan tâm đến việc chuyển đổi khoa học cơ bản vào công nghệ, và từ đó, từ công nghệ sang các sản phẩm hữu dụng hơn là mở rộng khoa học cơ bản. Tuy vậy, sự nhấn mạnh đến việc ứng dụng thực ra chỉ nói lên một phần (câu chuyện) của kỹ thuật. Các kỹ sư thuần túy thường chỉ quan tâm đến thực tế, cũng như các nhà khoa học thuần túy thường chỉ quan tâm đến việc khám phá các tri thức mới. Trong thực tế, cả các nhà khoa học thực tiễn và các kỹ sư đều đóng góp rất lớn vào quá trình biến những thành tựu khoa học thành

hiện thực. Các nhà khoa học thuần túy hay các kỹ sư thực tế thuần túy chỉ có vai trò ở hai đầu xa nhau của một sơ đồ biểu diễn kỹ năng đòi hỏi của quá trình tạo nên cái mới.

Các kỹ sư có vai trò chuyển những ý tưởng thành các sản phẩm hay ứng dụng thực tế. Các nhà khoa học và các nhà kỹ thuật đều sử dụng các công cụ toán và khoa học. Tuy nhiên, các nhà kỹ thuật tập trung vào việc trả lời các câu hỏi về phía ứng dụng nhiều hơn. Là kỹ sư, bạn sẽ làm việc trong vùng khoảng từ giữa đến cạnh bên phải của biểu đồ vùng làm việc.



Hình . Kinh nghiệm làm việc của Nhà khoa học và Nhà kỹ thuật

Các kỹ sư phát triển cả sản phẩm lẫn quá trình. Các sản phẩm có thể là các bút bi, các lò nướng bánh, các bộ vi xử lý hay thậm chí, các tàu vũ trụ. Các quá trình có thể là quá trình thống kê thị trường, quá trình sản xuất hay cách thức xử lý nước thải... Là một kỹ sư, bạn cần có các kỹ năng để biến những ý tưởng khoa học thành các sản phẩm hay quá trình thực tế. Biểu đồ hình 1 giúp bạn hình dung rõ hơn về yêu cầu kiến thức và kỹ năng của người cán bộ kỹ thuật cũng như của các sinh viên kỹ thuật. Nó rất hữu ích cho bạn trong quá trình học tập trong trường. Chẳng hạn, khi bạn gặp khó khăn trong các khóa học về toán hay khoa học tự nhiên, hãy cố gắng tìm hiểu cách thức ứng dụng của các kiến thức đó.

Ví dụ 1.1: Ứng dụng của các nguyên lý khoa học

Ở phổ thông hay trong môn học Hóa học đại cương, bạn đã được học về phân tử lượng. Thoạt nhìn, có vẻ phân tử lượng mang tính lý thuyết rất lớn và hầu như rất ít ứng dụng. Hãy xem khái niệm này có thể được ứng dụng như thế nào trong các lĩnh vực kỹ thuật.

Chẳng hạn, các kỹ sư xây dựng có thể sử dụng khái niệm phân tử lượng để xác định liều lượng của các hóa chất tham gia phản ứng với các chất thải và qua đó, giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường. Các kỹ sư hóa công nghiệp có thể sử dụng phân tử lượng để xác định tỷ lệ hóa chất cho việc tổng hợp pô ly me. Các kỹ sư điện có thể sử dụng phân tử lượng để xác định số điện tử sinh ra trong một đơn vị thời gian, tức là xác định dòng điện, được tạo ra từ các quả pin hay ắc quy. Các kỹ sư cơ khí ứng dụng phân tử lượng để tối ưu hóa cơ tính của các vật liệu. Các kỹ sư của các lĩnh vực khác nhau có thể cộng tác để sử dụng phân tử lượng nhằm thiết kế các sensor có khả năng phát hiện các tác nhân hóa học hay sinh học.

1.2.2. Kỹ thuật với chức năng sáng tạo và giải quyết vấn đề

Các kỹ sư là những người giải quyết các vấn đề. Có thể phân tích vai trò này dưới các góc độ sau:

Thứ nhất, các nhà kỹ thuật thường giải quyết các vấn đề của mọi lĩnh vực của cuộc sống. Họ phải có khả năng nghe và hiểu được các yêu cầu đặt ra, vạch ra các hướng giải quyết có thể. Chẳng hạn, dù rằng vấn đề đặt ra là cải tiến những chiếc xe hơi sao cho chúng ít gây ô nhiễm hơn, hay nâng cao hiệu suất của hệ thống chế biến dầu mỏ, hay cố gắng hạ giá thành sản xuất đồ chơi trẻ em ... đều đòi hỏi nhà kỹ thuật hiểu được vấn đề mà cuộc sống đòi hỏi cũng như tìm được lời giải cho chúng. Theo góc độ này, kỹ thuật là một nghề rất nhạy với đòi hỏi của con người.

Thứ hai, các nhà kỹ thuật nhất thiết phải thành thục trong việc sử dụng các định hướng tiêu chuẩn (standard approaches) để giải quyết vấn đề. Nhà kỹ thuật vừa phải sáng tạo khi giải quyết vấn đề, vừa phải tuân thủ các chuẩn mực đặt ra trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Các sản phẩm kỹ thuật luôn là những sản phẩm chưa hề có trước đó – do vậy người làm kỹ thuật luôn phải là những người làm việc có sáng tạo.

1.2.3. Kỹ thuật với chức năng tối ưu hóa

Kỹ thuật, cũng giống như cuộc đời, được tối ưu hóa trong những giới hạn nhất định. Nhà kỹ thuật luôn phải đối diện với các ràng buộc/ giới hạn trong khi giải quyết vấn đề. Chẳng hạn, các kỹ sư điện toán ít khi tìm cách thiết kế một con chip máy tính nhanh nhất mà bỏ qua các yêu cầu khác. Để hữu dụng, con chip phải đồng thời nhanh chấp nhận được, nhưng phải đạt cả các yêu cầu khác như kích thước nhỏ gọn, phát nhiệt ít và có giá thành chấp nhận được.

Một khía cạnh của giới hạn tự nhiên trong kỹ thuật là tính xác xuất của sự kiện, trong đó có xác xuất xảy ra hỏng hóc. Chẳng hạn, các kỹ sư xây dựng không thiết kế một cây cầu không thể bị hỏng. Chiếc cầu đó sẽ rất đắt. Thay vào đó, họ sẽ khảo sát khả năng các tải trọng có thể đặt lên cầu như trọng tải các phương tiện giao thông, khả năng xảy ra động đất, độ lớn của gió bão trong khoảng chu kỳ xác định và từ đó, thiết kế cây cầu chịu được các tải trọng đó trong một thời hạn nhất định. Tương tự, các kỹ sư môi trường không thiết kế hệ thống xử lý nước uống nhằm loại bỏ tuyệt đối các chất ô nhiễm. Hệ thống như vậy hoặc là không khả thi, hoặc là không chịu đựng được về giá thành. Thay vào đó, họ thiết kế hệ thống xử lý nước uống nhằm đạt được các tiêu chuẩn chất lượng nước uống nhất định và ở mức giá thành chấp nhận được. Cũng như vậy, tiến bộ kỹ thuật càng phát triển mới có thể cho phép hạn chế lượng khí thải từ các động cơ ô tô, xe máy...

Tính khả thi - FEASIBILITY

Khả năng của một đề án kỹ thuật thoãn mãn các ràng buộc xác định thường được gọi là tính khả thi. Có một số khía cạnh của tính khả thi bao gồm:

- Khả thi kỹ thuật: đánh giá đề án có đạt được các tiêu chí kỹ thuật đã đặt ra hay không.
- Kinh tế: đánh giá đề án có mang lại giá trị lớn hơn chi phí cho nó (giá thành) hay không.

- Tài chính: đánh giá liệu đề án có thu hút được đủ nguồn vốn để triển khai thực hiện. Nhà kỹ thuật nếu chỉ quan tâm đến tính khả thi về kinh tế mà bỏ qua khía cạnh tài chính có thể sẽ không bao giờ nhìn thấy đề án được hiện thực hóa.

Tính xã hội, chính trị và môi trường: các đề án kỹ thuật phải có khả năng được xã hội chấp nhận, được hệ thống chính trị ủng hộ và chấp nhận được ở khía cạnh tác động đến môi trường sống.

1.2.4. Kỹ thuật với chức năng ra quyết định

Các kỹ sư đưa ra các lời khuyên bằng cách lựa chọn những phương án khả dĩ nhất trong danh sách các lựa chọn. Họ cần thu nhận các yêu cầu một cách rất cẩn thận. Dựa vào các phương pháp đã được công nhận kết hợp với khả năng sáng tạo mới của mình, họ phải lập ra một danh sách các lựa chọn khả dĩ – bao gồm khả dĩ cả về kỹ thuật, kinh tế, tài chính, xã hội, chính trị và môi trường – như đã trình bày ở trên. Quá trình đánh giá từng đề án có khả dĩ hay không được tiến hành một cách rất cẩn thận. Sau đó, các kỹ sư phải quyết định lựa chọn phương án khả dĩ nhất và khuyến nghị cho khách hàng. Tiến trình lựa chọn phương án khả dĩ thể hiện sự khác biệt giữa kỹ sư với những chuyên gia, cán bộ chuyên nghiệp khác – những người đó có thể thực hiện các phép tính toán, có thể chạy các phần mềm thiết kế ... nhưng có thể không được đào tạo để ra quyết định. Các kỹ sư cần được đào tạo và rèn luyện kỹ năng ra quyết định trong các bài toán lớn.

1.2.5. Kỹ thuật với chức năng giúp đỡ người khác

Các nghề nghiệp có thể phân biệt theo nhiều cách khác nhau. Trong số các nghề nghiệp, các nghề mang tính “chăm sóc con người” thường là các nghề có sức hút mạnh mẽ - chẳng hạn y khoa, xã hội học và giáo viên. Bạn có nghĩ kỹ thuật cũng là một nghề “chăm sóc con người” không?

Câu trả lời là “có”! Gần như đề án kỹ thuật nào được thực thi cũng phải hoàn toàn đáp ứng các yêu cầu của cộng đồng, với mục đích làm cho cuộc sống con người khỏe mạnh và tiện nghi, đầy đủ hơn. Bạn có thể dễ dàng chỉ ra các ích lợi lớn lao mà các thành quả kỹ thuật mang lại cho con người. Kỹ thuật thực sự là một nghề phục vụ mọi người – một nghề đáng được trân trọng như bác sỹ, giáo viên hay các nghề hoạt động xã hội khác.

1.2.6. Kỹ thuật với chức năng nghề nghiệp

Kỹ thuật là một nghề. Các kỹ sư được trả lương cho công việc của mình. Điều đó cũng có nghĩa, để trở thành kỹ sư, bạn phải đáp ứng các đòi hỏi nhất định của người trả lương cho bạn. Không hoàn toàn đúng nếu gọi bất cứ ai có tấm bằng tốt nghiệp đại học kỹ thuật là kỹ sư. Người kỹ sư phải có kiến thức chuyên môn, kỹ năng nghề nghiệp đáp ứng các yêu cầu đòi hỏi của công việc. Bạn cần rèn luyện các kỹ năng nghề nghiệp liên tục trong quá trình học tập trong trường đại học.

1.3. Nguyên tắc Eaton về học kỹ thuật

Các lời khuyên tập hợp từ các kinh nghiệm, bài giảng của các chuyên gia nhằm giúp bạn có thể học tốt kỹ thuật sẽ được trình bày trong chương tiếp theo, chương 2. Dưới đây, xin trích dẫn một số ‘quy tắc’ của một giáo sư kỹ thuật nổi tiếng của Hoa kỳ, Amos Eaton, hy vọng bạn sẽ có được những lời khuyên hết sức căn bản về vấn đề các sinh viên kỹ thuật nên học tập như thế nào.

Đào tạo kỹ thuật ở Hoa kỳ khởi đầu từ năm 1824, khi trường Rensselaer do Amos Eaton and Stephen Van Rensselaer sáng lập ở Troy, New York. Triết lý của Eaton về đào tạo kỹ thuật đã được rất nhiều nhà giáo dục kỹ thuật coi như một cẩm nang trong đào tạo. Ông tin rằng cách học tốt nhất không phải là nghe nói mà là thực hiện (learning by doing, not learning by telling). Ông đưa ra năm nguyên tắc học kỹ thuật mà ngày nay, nhiều công trình nghiên cứu về đào tạo vẫn dùng làm cơ sở để phân tích, phát triển các chương trình đào tạo.

Nguyên tắc Eaton 1: “ Ứng dụng tất cả các ngành khoa học ”. “Hãy để cho các sinh viên thực hành ứng dụng tất cả các kiến thức khoa học với sự hướng dẫn trực tiếp của các giáo viên, trước khi học bất cứ một lý thuyết căn bản nào. Chẳng hạn, hãy cho sinh viên đo sử dụng các thiết bị quang học trước khi học về quang học, cho sinh viên làm các thí nghiệm hóa học trước khi đọc bất kỳ cuốn sách nào về hóa học, ngoại trừ các tài liệu hướng dẫn tiến hành thí nghiệm... Đào tạo kỹ thuật nhất thiết phải là sự kết hợp hữu cơ giữa các kiến thức khoa học căn bản và các ứng dụng thực tế.”

Nguyên tắc Eaton 2: “ Sinh viên cần đóng vai trò người thầy trong các bài luyện tập.” Sinh viên cần chuẩn bị các “bài giảng” của riêng mình về các bài tập thực hành, đừng quá lệ thuộc chỉ vào một tài liệu; hãy giảng lại cho các bạn học và thầy giáo nghe. Dạy lại cho người khác là một chiến lược học tập rất giá trị. Một khi bạn giảng lại được cho người khác, bạn sẽ nắm vững hơn kiến thức mà bạn đã chuẩn bị.

Nguyên tắc Eaton 3: “ Tập trung quan tâm đến từng môn học trong mỗi khoảng thời gian.” Bạn nên mở rộng, sưu tập thêm các kiến thức hỗ trợ cho môn học từ các tài liệu khác, thông tin trên Internet, đi thực tế ... cho từng môn học được học.

Nguyên tắc Eaton 4: “Hãy hoạt động và cư xử như các nhà khoa học.”

Ngoài giờ học trên lớp, hãy sử dụng thời gian học tập, nghỉ ngơi, giải trí của bạn một cách khoa học. Hãy dành một phần thời gian quan tâm đến các vấn đề, mô hình, sản phẩm kỹ thuật xung quanh bạn trong cuộc sống hàng ngày; liên hệ với các kiến thức kỹ thuật bạn vừa học. Hãy chuẩn bị mỗi ngày một ít cho hành trang kỹ thuật của bạn.

Nguyên tắc Eaton 5: “Đóng vai trò nhà phê bình cho mỗi bài tập bạn đã làm”. Hãy phân tích, nhận xét lời giải của bạn; nhận xét về đề bài, tìm các lỗi trình bày, ngữ pháp, chính tả của bạn, của các bạn bè, của chính đề bài ra. Học rút kinh nghiệm từ các sai sót là một cách học rất bổ ích. Hãy tập trao đổi với thầy giáo về các ý kiến của bạn, qua đó rèn luyện các kỹ năng giao tiếp kỹ thuật cần thiết của người kỹ sư tương lai.

1.4. Tổng kết chương

Chương này đã trình bày các thông tin hết sức cơ bản về nghề nghiệp kỹ thuật và môi trường đào tạo kỹ thuật. Để học tập tốt và nhận tấm bằng tốt nghiệp ngành kỹ thuật, bạn cần có kiến thức căn bản và yêu thích toán và các môn khoa học tự nhiên, có trách nhiệm với bản thân và nghề nghiệp, có mong muốn đóng góp cho lợi ích xã hội, ý muốn giúp đỡ người khác.

Các kỹ sư sáng tạo ra các sản phẩm, quá trình thực tế. Công việc của các kỹ sư được đặc trưng hóa qua 6 yếu tố. Thứ nhất, các kỹ sư áp dụng toán và khoa học tự nhiên vào các ứng dụng hữu ích. Thứ hai, các kỹ sư giải quyết các bài toán sử dụng các công cụ tiêu chuẩn và sáng tạo. Thứ ba, các kỹ sư tối ưu hóa các lời giải cho các bài toán trong giới hạn của tự nhiên. Thứ tư, các kỹ sư đưa ra các quyết định chọn lựa một cách hợp lý. Thứ năm, các kỹ sư làm những công việc giúp đỡ mọi người. Nếu không có cộng đồng cần được phục vụ, kỹ thuật sẽ không còn tồn tại. Cuối cùng, kỹ sư là một nghề - đòi hỏi các kỹ sư phải đáp ứng các yêu cầu của người được trả lương.

Ôn tập chương 1

1. Hãy viết một bài viết trình bày các nhân tố (ví dụ thầy giáo phổ thông, gia đình, phương tiện thông tin...) đã ảnh hưởng đến việc bạn quyết định theo học kỹ thuật.
2. Hãy tìm hiểu 5 nghề không phải là kỹ thuật mà bạn quan tâm nhất. Viết một trang mô tả về hai trong số 5 nghề đó.
3. Bạn hãy tìm hiểu các thông tin về các thành tựu kỹ thuật vĩ đại nhất của thế kỷ 20. Chọn một vài thành tựu mà bạn thấy yêu thích nhất. Giải thích tại sao. Hãy bổ sung thêm thời gian, lịch sử phát minh và ứng dụng thực tế của các thành tựu đó.
4. Viết một trang về những tác động ảnh hưởng của một thành tựu kỹ thuật đã mang lại.
5. Tham khảo thông tin thư viện và Internet, hãy bổ sung danh sách các thành tựu kỹ thuật của thế kỷ 20.
6. Lập một danh sách các công ty, doanh nghiệp kỹ thuật mà bạn yêu thích nhất. Tìm hiểu và trình bày thông tin về 2 trong số đó.
7. Giải thích sự khác nhau giữa đóng góp cho xã hội của nhà khoa học với nhà kỹ thuật. Bạn thích dạng đóng góp nào.
8. Giải thích chi tiết sự khác nhau giữa tính khả thi kinh tế và tính khả thi tài chính. Lấy ví dụ một dự định kỹ thuật và phân tích các khía cạnh của tính khả thi?
9. Lấy ví dụ một đề xuất kỹ thuật khả thi về kinh tế nhưng không khả thi về tài chính.
10. Lấy ví dụ một đề xuất kỹ thuật khả thi về tài chính nhưng không khả thi về kinh tế?

11. Trình bày một ví dụ về các giới hạn cho một vấn đề kỹ thuật cụ thể. Các giải pháp kỹ thuật sẽ thay đổi như thế nào một khi một vài giới hạn nào đó thay đổi?
12. Hãy tìm một vài đề án kỹ thuật trong nước chưa hoặc không triển khai thực thi được do không có tính khả thi. Phân tích tính không khả thi đó.
13. Có hai trị trấn ở hai bên bờ một con sông có mong muốn trao đổi hàng hóa. Hãy liệt kê một số phương án giải quyết vấn đề đó. Hãy đưa ra một số ràng buộc/ giới hạn và cách giải quyết khả thi trong ràng buộc đó.
14. Trình bày một ví dụ về việc chọn một giải pháp tối ưu trong ràng buộc.
15. Hãy viết ra giấy kế hoạch của bạn về cơ hội trình bày cho người khác nghe về bài tập bạn đã giải.
16. Hãy trình bày cách bạn đang sử dụng thời gian ngoài giờ lên lớp và kế hoạch của bạn.
17. Tìm hiểu các kỹ sư tốt nghiệp ngành mà bạn chọn học đang làm những nghề gì.
18. Hãy truy cập vào trang web “Discover Engineering” theo địa chỉ: <http://www.discoverengineering.org> và trả lời các câu hỏi sau:
 - a. Ai là nhà tài trợ (Sponsor) cho trang web.
 - b. Kỹ thuật là gì?
 - c. Các ngành nghề kỹ thuật chính là gì?
 - d. Sao chép và lược dịch thông tin nói về nghề mà bạn đang chọn.
 - e. Truy cập mục “Video Activities” và tải về clip mà bạn yêu thích nhất. Viết lời bình cho clip này.
 - f. Truy cập mục “What’s new in Engineering” và viết một báo cáo về một thành tựu kỹ thuật mới.
19. Trình bày 6 chức năng đặc trưng của nghề nghiệp kỹ thuật. Xếp thứ tự theo mức độ mà bạn cho là quan trọng nhất. Theo bạn, kỹ thuật còn có thể có những chức năng gì khác nữa?

2

Nghề nghiệp

2.1 Các nghề nghiệp kỹ thuật

- 2.1.1 Tính sẵn có của nghề nghiệp
- 2.1.2 Giới thiệu các nghề kỹ thuật
- 2.1.3 Kỹ sư trong công nghiệp
- 2.1.4 Kỹ sư trong dịch vụ
- 2.1.5 Kỹ sư trong lãnh đạo
- 2.1.6 Các lĩnh vực hoạt động khác
- 2.1.7 Đào tạo kỹ thuật để học tiếp các ngành khác

2.2 Nghề nghiệp phù hợp trong kỹ thuật

- 2.2.1 Thế nào là “phù hợp” trong nghề nghiệp kỹ thuật
- 2.2.2 Lương trong nghề kỹ thuật

2.3 Tương lai của kỹ thuật

2.4 Tổng kết chương

Câu hỏi ôn tập

C hương này nhằm giới thiệu các loại nghề mà các ngành học kỹ thuật có thể cung cấp. Các khái niệm chung về các nghề kỹ thuật sẽ được trình bày trong chương này còn các đặc trưng riêng biệt của từng ngành kỹ thuật có thể tìm hiểu ở các tài liệu khác.

2.1. Các nghề nghiệp hiểu về kỹ thuật

2.1.1. Tính sẵn có của nghề nghiệp

Các sinh viên học các ngành kỹ thuật sẽ làm gì sau khi họ tốt nghiệp? Thật may mắn là họ sẽ có cơ hội làm việc đúng ngành nghề nếu họ muốn. Trong một nghiên cứu gần đây ở Mỹ, 109.200 sinh viên tốt nghiệp các ngành kỹ thuật trong thời gian từ năm 1999 đến năm 2000 đã trả lời phiếu điều tra về công việc họ đã làm trong năm 2001. Kết quả là 93% sinh viên tốt nghiệp đã tìm được việc làm, trong số đó 84% được làm việc trong các ngành khoa học và kỹ thuật (Hình 1). Phần lớn các kỹ sư (68%) tìm được việc làm phù hợp với ngành mà họ đã học. Và như vậy có thể nói rằng các kỹ sư đã được đào tạo ra để làm kỹ sư thực sự.

2.1.2. Giới thiệu các nghề kỹ thuật

Các kỹ sư làm việc ở đâu? Các công việc mà các kỹ sư làm thực sự là rất phong phú! Họ thiết kế tối ưu những vật đơn giản như chiếc bút chì và hoàn thiện những hệ thống phức tạp như tàu vũ trụ Con thoi. Có kỹ sư làm việc với các hệ thống nhỏ như các con chip điện tử với hàng triệu bóng bán dẫn và các điện trở trên một cm^2 . Có kỹ sư nghiên cứu phát triển các máy nano – các thiết bị cơ khí tương lai có cấu tạo siêu nhỏ - chỉ bằng kích thước của hàng ngàn phân tử. Một số khác lại làm việc với các hệ thống cực lớn như kính viễn vọng có kích thước 305 mét ở Arecibo, Puerto Rico.

Các kỹ sư làm các việc có ích như chế tạo các thiết bị trợ giúp người khuyết tật và các phương pháp mới để làm sạch bầu không khí bị ô nhiễm. Trên thực tế, các kỹ sư còn phải làm các việc đang còn gây tranh cãi như chế tạo vũ khí hạt nhân và vũ khí hóa học.

Bạn quan tâm như thế nào đối với các nghề kỹ thuật, khi mà có rất nhiều nghề như đã nêu ở trên? Hãy thử khảo sát sự phân bố các nghề kỹ thuật trong các ngành kinh tế khác nhau của Mỹ. Năm 2002, ở USA có khoảng 1.769.000 kỹ sư làm việc, trong đó có khoảng 611.000 kỹ sư lập trình máy tính. Khoảng một nửa trong số đó đã làm việc ở các ngành công nghiệp chế tạo. Gần một phần tư số chỗ làm việc được dành cho các ngành công nghiệp dịch vụ. Số các kỹ sư làm việc cho các cơ quan đại diện của chính phủ ở các cấp (liên bang, bang, và chính quyền địa phương) cũng không nhỏ. Năm 2000, số này chiếm 12% số lượng các kỹ sư.

1.1.3. Kỹ sư trong công nghiệp

Kỹ sư trong công nghiệp thường làm việc liên quan đến chế tạo các loại sản phẩm. Năm 2001 tại USA có khoảng 1600 kỹ sư chế tạo đồ chơi và các sản phẩm thể thao và 57.000 kỹ sư chế tạo các chi tiết và linh kiện điện tử. Tính toán thiết kế chế tạo chiếm khoảng một nửa các nghề kỹ thuật. Phần lớn các nghề này thuộc các lĩnh vực thiết bị ô tô và hàng không, thiết bị điện và điện tử và các thiết bị công nghiệp (kể cả thiết bị máy tính). Ngoài các lĩnh vực kể trên, các kỹ sư còn làm việc trong các ngành như xây dựng và khai khoáng.

2.1.4. Kỹ sư trong dịch vụ

Kỹ sư trong các dịch vụ làm việc với vai trò tư vấn. Họ có thể làm marketing, bán hàng hoặc làm công tác nghiên cứu. Các công việc trong dịch vụ chiếm khoảng 28% nghề kỹ thuật mà phần lớn chúng thuộc các lĩnh vực kỹ thuật và kiến trúc, các dịch vụ kinh doanh (tính toán, sử lý số liệu hoặc quản lý nhân sự), nghiên cứu và dịch vụ kiểm tra.

Trên thực tế, phần lớn các công ty kỹ thuật có quy mô nhỏ. Bằng chứng là năm 2001, 59% các công ty kỹ thuật tại Mỹ có số nhân viên ít hơn 5 người và 35% có số nhân viên từ 5 đến 50. Các công ty kỹ thuật mang tính chất “gia đình” cũng khá phổ biến.

Các kỹ sư tư vấn có thể làm kinh doanh cho chính họ. Năm 2000, ở Mỹ có khoảng 43.000 kỹ sư làm việc cho chính mình và phần lớn họ làm các công việc tư vấn.

2.1.5. Kỹ sư trong lãnh đạo

Kỹ sư lãnh đạo có thể làm việc cho các cơ quan, văn phòng trung ương hoặc địa phương. Trong quân đội cũng có kỹ sư lãnh đạo gồm cả kỹ sư dân sự và kỹ sư quân đội. Kỹ sư lãnh đạo làm việc ở rất nhiều loại cơ quan, từ các Bộ (như Bộ Giao thông Vận tải, Bộ Công nghiệp vv...), các Tổng cục, Sở đến các Tổng cục của quân đội vv...

2.1.6. Các lĩnh vực hoạt động khác

Dịch vụ công cộng và giao thông vận tải chiếm khoảng 5% nghề kỹ thuật. Phần lớn các nghề này có liên quan đến dịch vụ điện hoặc điện thoại. Các nghề kỹ thuật còn lại chủ yếu dịch vụ bán lẻ và xây dựng.

2.1.7. Đào tạo kỹ thuật để học tiếp các ngành

Đào tạo kỹ thuật nhằm cung cấp những kiến thức cơ bản về các kỹ năng và cách giải quyết các bài toán kỹ thuật. Những kiến thức này là rất quan trọng trong nhiều lĩnh vực. Do đó, đào tạo về kỹ thuật là cơ sở rất tốt để học tiếp các ngành phi kỹ thuật. Các kỹ sư học các ngành kỹ thuật rất thích hợp với việc học chuyển tiếp lên các ngành học khác như luật, y, quản trị kinh doanh và sư phạm. Ví dụ, đào tạo về luật môi trường đòi hỏi có rất nhiều kiến thức cơ bản về kỹ thuật. Các kỹ sư có thể theo học trường y để học các ngành cơ sinh học hay ngành phòng sinh học. Một số trường quản trị kinh doanh cũng động viên các sinh viên có năng lực theo học các chứng chỉ kỹ thuật. Có bằng cấp kỹ thuật cũng có thể trở thành giáo viên ở các trường trung học, cao đẳng hoặc đại học.

Các công cụ và kiến thức học được ở trường kỹ thuật cũng góp phần cho các kỹ sư thành đạt trong các lĩnh vực khác. Các cố tổng thống Mỹ Herbert Hoover (ngành mỏ) và Jimmy Carter (hạt nhân) là những người đã học ngành kỹ thuật. Cố tổng thống Nga Boris Yeltsin là kỹ sư xây dựng. Tổng Bí thư Đảng Cộng sản Việt nam Nông Đức Mạnh là kỹ sư lâm nghiệp. Phó thủ tướng kiêm Bộ trưởng ngoại giao Phạm Gia Khiêm là kỹ sư chế tạo máy vv... Còn rất nhiều các nghệ sĩ, nhà đạo diễn, nhà kinh doanh vv... rất thành đạt xuất thân từ các nghề kỹ thuật.

2.2. Nghề nghiệp phù hợp trong kỹ thuật

2.2.1. Thế nào là “phù hợp” trong nghề nghiệp kỹ thuật

Như đã nêu trong phần 2.1, các sinh viên học các ngành kỹ thuật sau khi tốt nghiệp sẽ làm nghề kỹ sư. Như vậy họ không chỉ có bằng cấp kỹ thuật mà họ còn hành nghề kỹ thuật. Một trong các thước đo để đánh giá bạn có thành công trong nghề hay không là tình yêu nghề nghiệp mà bạn đã lựa chọn.

Phần lớn mọi người đánh giá sự thỏa mãn về nghề nghiệp theo ba loại sau:

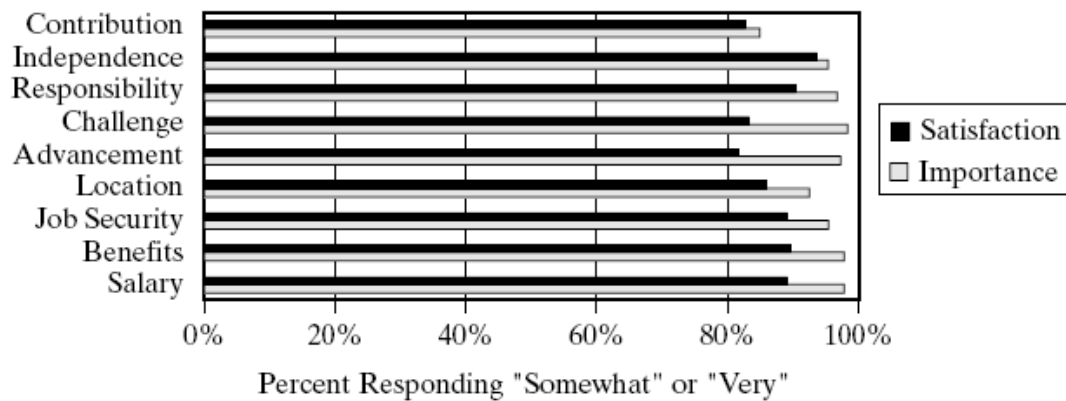
-Các công việc đã làm được: họ đã làm được những gì cho xã hội;

-Môi trường làm việc: tính độc lập, chịu trách nhiệm, mức độ khó của công việc và nơi làm việc.

-Tài chính: lương, các lợi ích và các cơ hội thăng tiến.

Một điều khá phổ biến là con người thường trông chờ rất lớn ở nghề nghiệp tương lai của họ, trong khi họ lại có những cái nhìn thực tế thiếu cận bởi. Năm 2001 Quỹ Khoa học Quốc gia của Mỹ đã tiến hành điều tra các sinh viên tốt nghiệp năm 1999 và 2000 về sự thỏa mãn nghề nghiệp. Các yếu tố điều tra bao gồm những đóng góp cho xã hội, mức độ về tính độc lập, khả năng chịu trách nhiệm, những thách thức về trí tuệ, các cơ hội thăng tiến, chỗ làm việc, an ninh nghề nghiệp, các lợi ích và lương. Kết quả điều tra được biểu

diễn bằng đồ thị trên hình 2.1. Từ kết quả điều tra có thể thấy rằng hầu hết các yếu tố điều tra đều rất quan trọng với các sinh viên mới tốt nghiệp.



Hình 2.1: Các yếu tố quan trọng khi lựa chọn nghề nghiệp và mức độ thỏa mãn nghề nghiệp của các sinh viên mới tốt nghiệp

Một điểm đáng mừng là mức độ thỏa mãn của các sinh viên mới tốt nghiệp với nghề nghiệp là rất cao. Tính trung bình mức độ thỏa mãn cho cả 9 yếu tố điều tra là 88% (kết quả điều tra tương tự với các nhà khoa học chỉ được 82%).

2.2.2. Lương trong nghề kỹ thuật

Các kỹ sư thường được trả lương khá cao so với các ngành khác. Lương của kỹ sư phụ thuộc vào sự cố gắng, bằng cấp và kinh nghiệm. Vậy lương của kỹ sư là bao nhiêu? Sẽ là không hợp lý nếu đưa ra các số liệu về lương. Các thông tin về lương có thể bị lỗi thời một cách nhanh chóng và thường phải đi kèm với các chú thích. Biết chính xác mức lương trung bình của một nhóm đông người như khối kỹ thuật là điều gần như là không thể. Các điều tra về lương trong xã hội cho thấy lương của các kỹ sư là khá cao so với các ngành khác và có thể thấy trước là nó sẽ được duy trì tốt trong tương lai.

Mức lương cao cho các kỹ sư là khá hấp dẫn nhưng cần tránh việc chọn nghề chỉ dựa đơn thuần vào tiêu chí lương. Mức độ thỏa mãn với nghề nghiệp của bạn sẽ thấp (và bạn sẽ không hạnh phúc) nếu bạn không đến với nó bằng niềm đam mê và tình yêu nghề nghiệp.

Điểm cần chú ý cuối cùng của vấn đề tài chính là việc trả lương cao cho các kỹ sư thường đi liền với các yêu cầu về công việc. Các nhà sử dụng lao động đòi hỏi ở bạn những gì khi họ trả cho bạn mức lương khởi điểm là 5.000.000 đồng/tháng? Họ sẽ hy vọng thu được từ bạn nhiều hơn 5.000.000 đồng/tháng. Để tạo ra được lợi nhuận, các công ty phải nhận được từ bạn nhiều hơn số tiền họ trả lương cho bạn. Khi bạn đi phỏng vấn để xin việc hãy nhớ rằng tiền lương gắn liền với nghĩa vụ phải làm việc một cách có trách nhiệm, cần cù và có đạo đức.

2.3. Tương lai của các nghề kỹ thuật

Tương lai của các nghề kỹ thuật là rất sáng sủa. Tại Mỹ, dự kiến từ 2002 đến 2012 cần khoảng 109.000 cán bộ kỹ thuật. Hầu hết các ngành kỹ thuật chính đều được dự báo là sẽ phát triển 5% trong khoảng thời gian này và có nhu cầu về nghề kỹ thuật tăng khoảng 7,3%. Theo dự đoán của các chuyên gia kinh tế, các kỹ sư được đào tạo ngày nay sẽ có nghề nghiệp tốt trong tương lai.

2.4. Tổng kết chương

Thực trạng và tương lai của các nghề kỹ thuật là rất tốt! Các bạn sinh viên nên tin tưởng rằng sẽ tìm được việc làm đúng ngành khi ra trường. Các nghề kỹ thuật có thể là sản xuất (ví dụ như chế tạo xe máy, ô tô, máy bay, các thiết bị điện, thiết bị máy tính vv...), dịch vụ (như kế toán, thị trường và bán hàng, nghiên cứu vv...), làm công tác quản lý, và các lĩnh vực khác (như giao thông, dịch vụ công cộng, thương mại, xây dựng vv...).

Các kỹ sư thường được trả lương cao, với mức lương tùy theo ngành và nó sẽ tăng theo trình độ được đào tạo và kinh nghiệm công tác. Mặc dù lương nghề kỹ thuật cao, đừng bao giờ quên rằng các nhà sử dụng lao động luôn đòi hỏi bạn phải tạo ra cho công ty của họ nhiều hơn những gì họ trả cho bạn. Trong tương lai, nhu cầu về nghề kỹ thuật và lương cho nghề này dự kiến sẽ tăng lên. Một điểm cuối cùng là học nghề kỹ thuật có thể làm việc trong các ngành phi kỹ thuật và có thể trở nên giàu có.

Ôn tập chương 2

1. Bạn đã hoặc sẽ chọn ngành học nào trong các ngành học của trường (Kỹ thuật cơ khí, Điện, Điện tử, Xây dựng, Quản trị doanh nghiệp vv...)? Lý do bạn chọn? Ngành đó có gì hấp dẫn bạn?
2. Hãy viết danh sách 5 nghề kỹ thuật mà bạn quan tâm nhất. Viết một bài (khoảng 400 đến 500 từ) mô tả về hai trong số 5 nghề đó.
3. Bạn muốn làm gì sau khi tốt nghiệp: làm kỹ sư trong công nghiệp, trong dịch vụ, làm công tác quản lý hay đi làm trong các lĩnh vực khác? Lý do?
4. Nếu bạn là người phỏng vấn các kỹ sư đi xin việc, hãy nêu 4 câu hỏi bạn muốn nêu ra? Tại sao bạn lại cho rằng những câu hỏi đó là quan trọng? Bạn có muốn trở thành một nhà tuyển dụng trong tương lai không? Tại sao có? Nếu không thì bạn muốn làm công việc gì sau khi tốt nghiệp?
5. Vì sao các ngành kỹ thuật ngày càng phát triển và càng cần nhiều kỹ sư?
6. Hãy tìm hiểu và lập danh sách các nhà lãnh đạo, các nghệ sĩ vv... và những người thành đạt trong các lĩnh vực phi kỹ thuật ở Việt nam mà bạn biết.
7. Hãy phỏng vấn ít nhất 2 kỹ sư đã ra trường và cho biết ý kiến của họ về sự giống và khác nhau giữa kiến thức đã học ở trường và công việc trong thực tế.

8. Tiêu chuẩn nào về sự thỏa mãn nghề nghiệp (xem phần 2.2.1) là quan trọng nhất đối với bạn.

Chương III. Các ngành kỹ thuật (Engineering disciplines)

*** Mục đích:**

- Các ngành kỹ thuật chính.
- Trình bày về các lĩnh vực kỹ thuật, ứng dụng và chương trình đào tạo của các ngành: Kỹ thuật Hóa chất; Kỹ thuật Điện toán; Kỹ thuật Công nghiệp; Kỹ thuật Cơ khí; Kỹ thuật Dân dụng.
- Các nét nổi bật của các ngành kỹ thuật mới.

*** Giới thiệu chương.**

Trước đây đã có một vài chỉ dẫn tìm hiểu về kỹ thuật hoặc nói về kỹ sư. Như vậy tìm hiểu thêm về đặc trưng của ngành kỹ thuật là nói tới người kỹ sư trong ngành này. Chỉ có hành nghề kỹ thuật mới hình thành kỹ năng và hiểu biết chuyên sâu trong lĩnh vực chuyên môn. Chỉ kỹ sư mới có thể triển khai, thực hiện, phát hiện vấn đề và giải quyết vấn đề trong lĩnh vực kỹ thuật.

Cuối cùng là công việc của kỹ sư mới cho ta rõ anh ta làm gì hàng ngày.

Chương này trình bày vắn tắt về các ngành kỹ thuật chính. Mục đích của chương là nêu rõ tính đặc thù của các ngành chuyên biệt. Ở đây cũng có ý đồ thúc đẩy việc tìm hiểu về kỹ thuật nhân đó kích thích tình yêu ngành nghề .

Có nhiều lĩnh vực kỹ thuật chuyên biệt, mỗi lĩnh vực có nhiều kiểu kỹ sư, ở đây cũng lí giải có bao nhiêu kiểu kỹ sư có thể sắp thành nhóm của các ngành chính và các lĩnh vực chuyên ngành chính.

Trong chương cũng đưa ra các lí giải về việc phân chia các ngành kỹ thuật. Các phạm vi chuyên môn được mô tả như là công cụ cốt lõi để xác định thế nào là ngành kỹ thuật hóa chất, ngành kỹ thuật điện –toán, ngành kỹ thuật dân dụng(ngành xây dựng), ngành kỹ thuật công nghiệp, ngành kỹ thuật cơ khí...

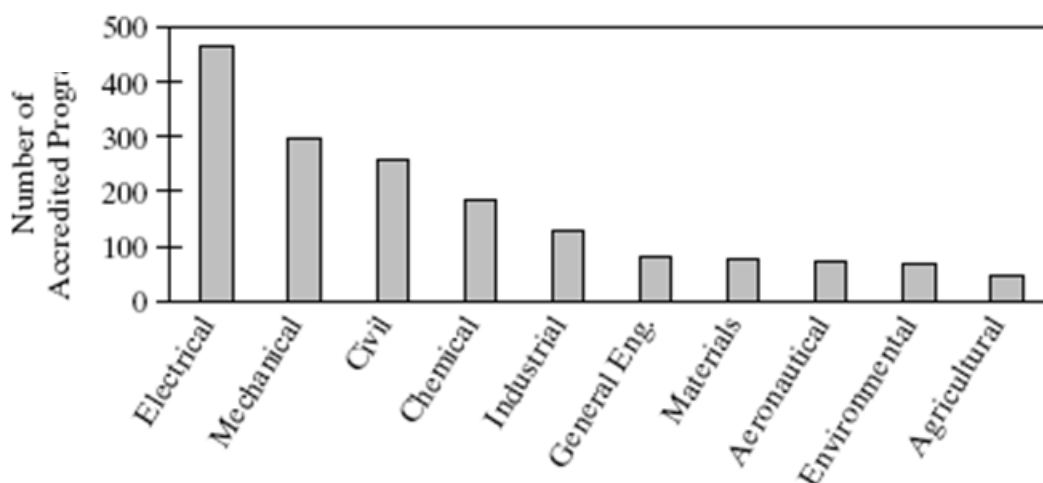
Các lĩnh vực chuyên môn tổ hợp thành các ứng dụng, các loại kỹ sư khác nhau của một lĩnh vực phản ánh tính đa dạng cho từng ngành kỹ thuật và cắt nghĩa cho việc giải thích về các ngành này.

Dưới đây là nội dung quan trọng giúp chúng ta có hiểu biết về tất cả các ngành kỹ thuật, về các kỹ sư làm gì và giải quyết được các vấn đề gì.

3.1. Giới thiệu các ngành kỹ thuật chính

Có rất nhiều ngành kỹ thuật, việc phân loại chúng mang tính lãnh thổ, tính khu vực và tính toàn cầu.

Một trong những cách phân loại ngành là dựa vào số chương trình kỹ thuật được kiểm định. Hình dưới là số chương trình theo ngành kỹ thuật được kiểm định ở Mỹ:



Có 5 ngành dẫn đầu về số chương trình được kiểm định là: **Kỹ thuật điện và máy tính; Kỹ thuật cơ khí; Kỹ thuật xây dựng; Kỹ thuật hóa chất ; Kỹ thuật công nghiệp**. Các ngành này được gọi là các ngành kỹ thuật chính (*principal engineering disciplines*).

Nghề kỹ thuật chỉ rõ kỹ sư có đủ tư cách đăng ký hành nghề hay không. Ở Mỹ FE Exam (*the Fundamentals of Engineering Examination*) đòi hỏi người đăng ký phải có chứng chỉ nghề kỹ sư. Theo khảo sát của FE Exam có 6 ngành chính: **Kỹ thuật điện – toán (electrical and computer) ;Kỹ thuật cơ khí (mechanical); Kỹ thuật xây dựng (civil); Kỹ thuật hóa chất (chemical); Kỹ thuật công nghiệp (industrial); Kỹ thuật môi trường (environmental)**.

Việc sử dụng đăng kí hành nghề để phân loại ngành theo phạm vi chuyên môn trong thực tế cho thấy có nhiều ngành hơn . Việc khảo sát nghề thực tế cho thấy có 17 ngành chính: **Kỹ thuật nông nghiệp (agricultural); Kỹ thuật kiến trúc (architecture); Kỹ thuật cơ khí (mechanical); Kỹ thuật xây dựng (civil); Kỹ thuật hóa chất (chemical) ; Kỹ thuật điện – toán (electrical and computer); Kỹ thuật công nghiệp (industrial); Kỹ thuật môi trường (environmental); Kỹ thuật điều khiển hệ thống (control systems); Kỹ thuật cứu hỏa (fire protection); Kỹ thuật luyện kim (metallurgical); Kỹ thuật**

khai thác mỏ (mining and mineral); Kỹ thuật công trình biển (naval architecture and marine); Kỹ thuật hạt nhân (nuclear); Kỹ thuật dầu khí (petroleum); Kỹ thuật kết cấu (structural) .

- **Các lĩnh vực kỹ thuật của các ngành chính**

- **Ngành hóa chất:** Sinh hóa; Y sinh; Gốm sứ; Hệ thống điều khiển; Dầu khí; Chất dẻo plastic; Tổng hợp polymer.
- **Ngành kỹ thuật xây dựng:** Kiến trúc; Xây dựng; Môi trường; Địa chất; Vệ sinh; Kết cấu; Giao thông.
- **Ngành điện toán:** Hệ thống điều khiển; Điện tử; Xử lý tín hiệu.
- **Ngành kỹ thuật công nghiệp:** Quản trị; Vận trù; Hệ thống sản xuất.
- **Ngành kỹ thuật cơ khí:** Hàng không; Vũ trụ; Ô tô; Cơ sinh; Nhiệt; Chế tạo; Vật liệu; Luyện kim; Robotics.
- **Các ngành khác:** Nông nghiệp; Cứu hỏa; quân sự; Khai thác; Hải quân; Hạt nhân; Hải dương; Trồng trọt; An toàn.

3.2. Kỹ thuật cơ khí

3.2.1. Phạm vi chuyên môn.

Kỹ thuật cơ khí đồng nghĩa với máy móc. Thực ra các từ “cơ khí (*Mechanical*)” và “máy (*Machine*)” đều có nguồn gốc từ tiếng Hy Lạp- “Mechos” nghĩa là thiết thực (vì hầu hết các thiết bị cơ khí hóa nhằm thực hiện công việc hiệu quả). Công việc các Kỹ sư cơ khí là phát triển, thiết kế và chế tạo máy.

Các phần chuyên môn then chốt trong kỹ thuật cơ khí là cơ học và nhiệt động lực học. Các lĩnh vực như cơ học vật rắn và cơ học chất lỏng ứng dụng cho máy móc. Từ sử dụng, vận hành hay truyền lực, các kỹ sư cơ khí quan tâm đến việc sử dụng năng lượng và tiêu hao năng lượng vì nhiệt. Như vậy lý thuyết nhiệt động lực học là công cụ chủ yếu của kỹ sư cơ khí.

3.2.2. Các ứng dụng

Các kỹ sư cơ khí nói chung có chuyên môn trong một hay các lĩnh vực sau: Cơ học ứng dụng, kỹ thuật sinh học(bioengineering), kỹ thuật chất lỏng, truyền nhiệt, ma sát học và hàng không. Sử dụng cơ học ứng dụng trong phân tích và thiết kế máy. Trong kỹ thuật sinh học người kỹ sư cơ khí vận dụng các nguyên lý cơ học để thực hiện các vấn đề về giải phẫu (chân, tay, xương giả, dụng cụ hỗ trợ...) và sinh lý học (Các thiết bị trợ tim, phổi...). Kỹ thuật chất lỏng chuyên về dòng chất lỏng (khí, mực, dầu...)

trong các hệ thống cơ khí. Các kỹ sư cơ khí chuyên về thủy khí có thể tính toán đầy đủ và dự báo về dòng chảy, thuật ngữ chuyên môn gọi là tính toán động lực học thủy khí. Truyền nhiệt nghiên cứu về dẫn nhiệt, đối lưu và bức xạ nhiệt. Ma sát học (từ tiếng Hy Lạp “tribein”- chà xát) liên quan tới ma sát, mòn và bôi trơn. Hàng không và vũ trụ là hai chuyên ngành hẹp của kỹ thuật cơ khí.

3.2.3. Chương trình giảng dạy (Curriculum)

Tương ứng với phạm vi kỹ thuật và các lĩnh vực ứng dụng chính các kỹ sư cơ khí thường được giảng dạy về Máy móc, cơ học thủy khí, nhiệt động lực học, thiết bị, vật liệu, các hệ thống kỹ thuật và thiết kế. Các môn tự chọn bao gồm toán ứng dụng, hàng không học(aeronautics) và cơ – sinh học(biomechanics) .

3.3. Kỹ thuật công nghiệp

3.3.1. Phạm vi chuyên môn

Các kỹ sư công nghiệp hướng vào phân tích, thiết kế, mô hình hóa và tối ưu hóa các hệ thống phức hợp. Vai trò truyền thống của các kỹ sư công nghiệp là ở công đoạn sản xuất. Tuy nhiên kỹ thuật công nghiệp còn có nhiều lĩnh vực ứng dụng khác như vận chuyển, dịch vụ công nghiệp (ví dụ bệnh viện, ngân hàng, cung ứng, phân phối hàng hóa...)

Các phần chuyên môn cốt lõi trong kỹ thuật công nghiệp là mô phỏng, thống kê và kinh tế kỹ thuật. Kỹ thuật mô phỏng là rất quan trọng đối với kỹ sư công nghiệp vì rất nhiều hoạt động trong sản xuất hoặc trong các hệ thống cần được mô phỏng (thường bằng mô hình hóa trên máy tính) trước khi được thừa nhận và thực hiện. Thống kê học cũng đóng vai trò to lớn vì tính ngẫu nhiên của các biến cố trong môi trường công việc. Khác với các ngành kỹ thuật khác, các kỹ sư công nghiệp đưa lại hiệu quả kinh tế trong công việc của họ bởi sản xuất và dịch vụ công nghiệp.

3.3.2. Các ứng dụng

Công cụ chính của kỹ thuật công nghiệp là tổ hợp và ứng dụng của ba lĩnh vực cơ bản: Kỹ thuật quản trị(Human factors), vận trù (operations research) và kỹ thuật hệ thống sản xuất. Kỹ thuật quản trị(hay lý thuyết nhân tố”ergonomics” theo nghĩa đen là quản lí công việc) liên quan tới mối quan hệ giữa nhân công với tư liệu sản xuất. Vận trù học điều vận tối ưu các hệ

thống phức hợp theo một hay nhiều mục tiêu (đa mục tiêu). Trong kỹ thuật hệ thống sản xuất, kỹ sư công nghiệp hướng vào tối ưu hóa đồng thời cả sản xuất và kế hoạch sản xuất.

3.3.3. Chương trình giảng dạy(Curriculum)

Các môn đặc trưng của chương trình đào tạo kỹ sư công nghiệp gồm lý thuyết xác suất và thống kê; kinh tế kỹ thuật; quản trị; các hệ thống sản xuất và kế hoạch sản xuất; vận trù học và mô phỏng. Các môn tự chọn gồm kinh tế, khoa học máy tính, tâm lý học. Trong kỹ thuật công nghiệp, kiến thức về sản xuất đóng vai trò trọng tâm vì vậy các chương trình đào tạo kỹ thuật công nghiệp kết hợp thực hành hay thực tập trong công nghiệp.

3.4. Kỹ thuật điện (electrical and computer engineering)

3.4.1. Phạm vi chuyên môn

Các kỹ sư điện tập trung vào truyền dẫn và sử dụng electronics và photons. Với trình bày đơn giản không đủ để đánh giá tính phong phú của kỹ thuật điện. Chúng ta dùng điện dưới nhiều dạng khác nhau cho truyền thông, máy tính, công nghiệp và thiết bị tiêu dùng. Kỹ thuật điện bao gồm cả lĩnh vực kỹ thuật máy tính (điện – toán). Hơn nữa năng lượng điện thường được biến đổi trước khi sử dụng, ví dụ biến đổi dòng xoay chiều – một chiều; biến đổi tương tự - số; biến đổi điện - từ...

Phần chuyên môn then chốt của kỹ thuật điện bao gồm mạch điện, vật lý điện tử, xử lý tín hiệu và kỹ thuật điện tử. Lý thuyết mạch tương tự và mạch số là công cụ cơ bản của kỹ sư điện. Kỹ thuật mạch điện gồm phân tích hệ thống mạch, mạch công suất, mạch chức năng (mạch xoay chiều, mạch vô tuyến, điều tần, mạch vi sóng...) và thiết kế mạch. Vật lý điện tử bao gồm các kiến thức về thiết bị bán dẫn ví dụ như transistors, diodes... Xử lý tín hiệu (kỹ thuật thông tin) diễn giải sự phụ thuộc vào thời gian của dòng điện và điện áp. Lý thuyết điện từ trường giải thích mối quan hệ phức tạp giữa điện trường và từ trường là cơ sở của kỹ thuật điện hiện đại.

3.4.2. Các ứng dụng

Để đánh giá ứng dụng rộng rãi của kỹ thuật điện bạn chỉ cần nhìn vào nhà, văn phòng, trường học của bạn, vòng quanh bạn là các thiết bị điện. Ứng dụng của kỹ thuật điện cũng rất đa dạng ví dụ hiệp hội kỹ sư điện - điện tử ở Mỹ (IEEE) có 38 tiểu ban khác nhau. Đại thể kỹ thuật điện có bốn

ứng dụng cơ bản : truyền thông; điện tử số; vi điện tử và quang dẫn; hệ thống điện.

Lĩnh vực truyền thông bao gồm các ứng dụng về biến đổi thông tin và truyền thông tin liên lạc, viễn thông (telecommunications), hệ thống thông tin quang. Các kỹ sư chuyên ngành điện tử chuyên về thiết kế mạch số và thiết bị số, hệ thống điều khiển, kỹ thuật xử lý ảnh và cấu trúc máy tính. Trong lĩnh vực vi điện tử và quang dẫn, các kỹ sư chuyên về phát triển cấu trúc bộ vi xử lý, lập trình bằng hợp ngữ, phát triển hệ thống quang dẫn nguồn lasers. Trong lĩnh vực hệ thống điện gồm các ứng dụng về phát điện, truyền tải điện và cung cấp điện.

3.4.3. Chương trình giảng dạy (Curriculum)

Trong chương trình đào tạo sinh viên khoa điện gồm các môn học về phân tích và thiết kế mạch tương tự và mạch số, kỹ thuật vi xử lý, xử lý tín hiệu, lý thuyết trường (electromagnetics) và kỹ thuật lập trình. Các môn học tự chọn về hệ thống điện và kỹ thuật truyền thông.

3.5. Kỹ thuật xây dựng

3.5.1. Phạm vi chuyên môn

Kỹ thuật xây dựng (civil engineering) có nguồn gốc từ tiếng latin “civis”
m

Nghĩa là dân dụng (citizen). Với phạm vi chuyên môn rộng lớn, trước đây ngành xây dựng chủ yếu phục vụ quân đội. Với các ứng dụng rộng rãi có thể chia ngành xây dựng ra làm hai lĩnh vực kỹ thuật: kỹ thuật xây dựng quân sự và kỹ thuật xây dựng dân sự. Cùng với các ngành chính khác, ngành xây dựng là một ngành lớn. Một cách ngắn gọn, kỹ thuật xây dựng nghĩa là phân tích, thiết kế và xây dựng các công trình công cộng.

Dù khác nhau nhưng ngành kỹ thuật xây dựng có phần chuyên môn cốt lõi là cơ kỹ thuật, gồm ba phần: cơ học vật rắn, cơ học chất lỏng và cơ học đất.

Cơ học vật rắn khảo sát vật ở trạng thái tĩnh và trạng thái động. Nó được xem như là công cụ chủ yếu để phân tích đầy đủ cấu trúc vĩ mô (tòa nhà, đường sá, cầu cống...) và vi mô (như bản mạch in). Cơ học chất lỏng dùng cho khảo sát nước, không khí trong tự nhiên (như sông, khí quyển) và cả trong kỹ thuật (trong ống dẫn, máy nén khí). Cơ học đất nghiên cứu trạng

thái ứng suất của đất, nó là công cụ quan trọng trong thiết kế nền móng và cấu trúc xây dựng bằng gạch.

3.5.2. Các ứng dụng

Các ứng dụng chính của ngành kỹ thuật xây dựng là xây dựng công trình, môi trường, địa chất, kết cấu và tài nguyên nước. Ở lĩnh vực xây dựng các kỹ sư vận dụng tối ưu hóa việc sử dụng vật liệu, kinh phí và nhân công trong các dự án xây dựng. Các kỹ sư môi trường phát triển và thiết kế quy trình xử lý ô nhiễm và chống ô nhiễm môi trường. Chuyên môn địa chất trong ngành kỹ thuật xây dựng liên quan đến việc thiết kế nền móng cho các công trình, nhà, nền đường, đê, đập vv... Kỹ thuật kết cấu có ứng dụng lớn trong ngành kỹ thuật xây dựng. các kỹ sư kết cấu chuyên vào việc thiết kế công trình, tòa nhà, cầu cống, đê, đập và các hệ thống khác. Các kỹ sư vận tải nghiên cứu cả phương thức vận chuyển lẫn phương tiện vật chất nhằm đảm bảo việc duy trì và nâng cao năng lực vận tải và các hệ thống cung ứng khác. Trong lĩnh vực tài nguyên nước các kỹ sư lập kế hoạch, quản lý và thiết kế các hệ thống trong việc sử dụng và quản lý các hồ, sông, nguồn nước ngầm, nước mưa... Ví dụ thiết kế phát triển hệ thống tưới, tiêu, đập chắn và hồ dự trữ nước.

3.5.3. Chương trình giảng dạy (Curriculum)

Chương trình giảng dạy ngành kỹ thuật xây dựng phản ánh đồng thời cả phần cốt lõi của cơ học và ứng dụng rộng rãi của nó. Các sinh viên xây dựng thường được dạy các môn kỹ thuật như: Tĩnh học, cơ học (thường phân ra ba phần; cơ học vật rắn, cơ học chất lỏng, cơ học đất), vật liệu học, kết cấu, vận tải và kỹ thuật môi trường. thường thì môn quản lý dự án và các môn kỹ thuật cơ sở là môn bắt buộc.

3.6. Các chuyên ngành kỹ thuật (Subdisciplines)

3.6.1. Kỹ thuật vật liệu

Kỹ thuật vật liệu là chuyên ngành tạo ra vật liệu kỹ thuật từ nguyên liệu (qua tinh chế hoặc tổng hợp) thông qua qui trình công nghệ, thiết kế, và sản xuất tới sử dụng, thường gọi là kỹ thuật và khoa học vật liệu, là khoa học về các tính chất của vật liệu.

Các chương trình về kỹ thuật vật liệu thường nằm trong khoa cơ khí, tuy vậy, đôi khi tên gọi phụ thuộc vào hướng vật liệu hay hợp kim trong khoa

giảng dạy (đôi lúc là kỹ thuật luyện kim). Polymers, ceramics, biomaterials là các vật liệu cho các kỹ sư ngành hóa. Các kỹ sư xây dựng tạo ra và dùng vật liệu composite, trong khi các kỹ sư điện nghiên cứu và sử dụng vật liệu bán dẫn.

3.6.2. Kỹ thuật môi trường

Như đã biết ở trên các kỹ sư môi trường vừa thiết kế qui trình xử lí ô nhiễm và mô hình hóa hiện trạng ô nhiễm môi trường. Kỹ thuật môi trường (trước đây gọi là kỹ thuật vệ sinh) theo truyền thống là một phần của kỹ thuật xây dựng (civil engineering). Tuy vậy một vài lĩnh vực chuyên môn lại gắn kết với các ngành chính khác (ví dụ như chống ô nhiễm môi trường với ngành hóa). Trong lĩnh vực xử lí nước các kỹ sư môi trường phát triển và thiết kế các thiết bị xử lí nước uống, nước thải, chất thải công nghiệp. Các kỹ sư môi trường cũng làm việc với các hệ thống chống ô nhiễm đất đai , không khí. Họ còn mô hình hóa hiện tượng ảm dần lên của khí quyển do các nguyên nhân gây hiệu ứng nhà kính như khí thải carbon dioxide, khí ga...

3.6.3. Kỹ thuật nông nghiệp

3.6.4. Kỹ thuật y sinh

3.7. Các ngành kỹ thuật mới

3.8. Tổng kết chương

14. Lịch trình giảng dạy:

Tuần	Nội dung	Tài liệu	Ghi chú
1 (5 tiết)	Chương I;	Chương 1,2 [1]; Chương 2 [2]	Giảng
	Chương II;	Chương 3 [1]	
	Chương III	Chương 4 [1]	

2 (5 tiết)	Chương IV	Chương 1, 3, 4, 5 [2]; Chương 1-10 [3];	Giảng
3	Thảo luận		Thảo luận
4 (5 tiết)	Chương V	Chương 5 [1]	Giảng
5 (5 tiết)	Chương VI; Chương VII	Chương 6 [1] Chương 7 [1]	Giảng
6	Thảo luận		Thảo luận
7 (4 tiết)	Chương VIII Chương IX	Chương 8 [1] Chương 9 [1]	Giảng
8 (4 tiết)	Chương X	Chương 10 [1] Các tài liệu về sử dụng máy tính	Giảng Đi sâu Excel
9	Thực hành khai thác máy tính		
10 (4 tiết)	Chương XI Chương XII	Chương 12 [1] Chương 13 [1]	Giảng
11 (4 tiết)	Chương XIII Chương XIV	Chương 14 [1] Chương 15 [1]	Giảng
12	Thảo luận		Thảo luận

15. Ngày phê duyệt:

16. Cấp phê duyệt:

4

Chìa khóa học tập thành công

“Success is getting what you want, Happiness is wanting what you get”

Thành công là nhận được những gì bạn mong muốn;

Hạnh phúc là vẫn mong muốn những gì đã nhận được.

DALE CARNEGIE

- 4.1 Khái niệm**
- 4.2 Chiến lược học tập thành công**
 - 4.2.1 Xác định mục tiêu
 - 4.2.2 Kế hoạch thực hiện
 - 4.2.3 Học từ thất bại
- 4.3 Chìa khóa thành công trong học tập**
 - 4.3.1 Nỗ lực học tập
 - 4.3.2 Làm việc hợp lý
 - 4.3.3 Quan điểm đúng đắn
- 4.4 Các mô hình đánh giá học tập**
 - 4.4.1 Mô hình thuộc tính
 - 4.4.2 Mô hình nghề nghiệp
 - 4.4.3 Mô hình tâm huyết học tập
- 4.5 Sắp xếp thời gian**
- 4.6 Tìm hiểu cách dạy và học đại học**
- 4.7 Học tập trên lớp**
- 4.8 Tự học**
- 4.9 Học nhóm**
- 4.10 Tổng kết chương**

CHƯƠNG này sẽ giới thiệu về các điểm quan trọng trong học tập kỹ thuật cũng như các lời khuyên giúp bạn học tập thành công.

Bạn đang tự hỏi: Làm thế nào để học và tốt nghiệp tốt nhất? “Chiến lược học tập” có gì khác so với khi bạn học phổ thông? May mắn là câu trả lời đã có được qua kinh nghiệm của rất nhiều sinh viên kỹ thuật đã thành công trong học tập. Trong chương này, bạn sẽ từng bước tìm hiểu về khái niệm “Thành công”; các “tiêu chí” cần thiết của người sinh viên kỹ thuật mà bạn cần đạt tới cũng như các lời khuyên từ kinh nghiệm giảng dạy và học tập của các thầy cô và các anh chị sinh viên kỹ thuật đi trước bạn.

4.1. Khái niệm

Bạn đã quyết định theo học ngành kỹ thuật. Bạn cần làm gì để học tập thành công để nhận tấm bằng tốt nghiệp; để có thể làm được các công việc của một người kỹ sư, đáp ứng yêu cầu của thực tế?

Từ điển tiếng Việt định nghĩa, thành công là “đạt được kết quả, mục đích như dự định”. Trong tiếng Anh, “Success” được từ điển giải thích là “đạt được những gì bạn đã mong muốn, lập kế hoạch và phấn đấu để có”. Nếu bạn không có dự định, không có ý muốn phấn đấu thì sẽ không có thành công.

Bạn có thể học tập thành công không? Điều này hoàn toàn tùy thuộc vào bạn. Hãy xem xét các phân tích dưới đây.

Trước hết, có hai cách nói về khả năng “thành công” trong học tập kỹ thuật. Một số giáo sư Hoa kỳ nói với sinh viên học môn này trong buổi đầu lên lớp như sau: “Hãy nhìn sang bên trái và bên phải bạn, hai trong số ba bạn sẽ không còn trong danh sách nhận bằng tốt nghiệp”. Còn cách nói thứ hai: “Bất kỳ ai trong số các bạn cũng có cơ hội tốt nghiệp và nhận bằng kỹ sư”. Tại sao vậy? Thực tế cho thấy, nhiều bạn là học sinh giỏi khi học phổ thông đã không học tốt ở đại học và trái lại, nhiều bạn rất vất vả khi học phổ thông đã hoàn thành chương trình đại học một cách xuất sắc.

Nhiều sinh viên học phổ thông giỏi đã rất vất vả khi học đại học. Một số bạn bị buộc thôi học, một số bạn phải bỏ học. Các bạn có năng khiếu tốt và rất dễ dàng đạt kết quả cao khi học phổ thông, khi đó các bạn chưa cần cố gắng học tập vất vả hay phải nghiên cứu áp dụng các chiến thuật học tập. Các bạn đã quá tự tin và cho rằng, học đại học cũng giống như quá trình bạn đã học phổ thông, khả năng sẵn có của bạn sẽ giúp bạn vượt qua các kỳ thi khi học đại học. Nhiều bạn đã thất bại vì suy nghĩ này.

Trái lại, nhiều sinh viên không xuất sắc khi học phổ thông đã có kết quả học tập rất tốt ở đại học. Điều gì làm nên sự khác biệt? Thành công là kết quả của cả một quá trình. Trong học tập, để có được thành công, bạn phải đạt được thành quả từng bước, trong từng giai đoạn nhỏ. Kiến thức của mỗi môn học luôn ở xung quanh bạn, từ các tài liệu, giáo trình trong thư viện đến các thông tin trên báo chí, internet, kiến thức qua thí nghiệm, thực tế các doanh nghiệp sản xuất... Nếu bạn quan tâm, để ý thu thập và tìm hiểu các thông tin

này thường xuyên, bạn sẽ phát triển được các kỹ năng cần thiết cho học tập và làm việc trong lĩnh vực kỹ thuật, như sẽ được trình bày trong các chương tiếp theo của tài liệu này.

Hầu hết sinh viên năm thứ nhất là các học sinh phổ thông chỉ vài tháng trước đây. Ngay cả các bạn đã có thời gian làm việc trước khi học chuyên nghiệp cũng chưa hề được làm quen với môi trường học kỹ thuật. Các bạn đang mang theo mình, nếu có, các quan điểm, cách thức tư duy và học tập đã từng rất hữu ích của thời phổ thông. Bạn đã là sinh viên đại học. Liệu chúng có còn hữu ích cho bạn trong môi trường đại học? Rất tiếc, câu trả lời gần như là “không”! Có một sự khác nhau khá lớn giữa học phổ thông và học đại học. Các nguyên nhân cơ bản dẫn đến sự khác nhau đó là:

1. Trong môi trường đại học, có nhiều áp lực mới, sự cạnh tranh và các tiêu chuẩn đánh giá khác hẳn với trong trường phổ thông. Bạn dễ dàng nhìn thấy xung quanh bạn có rất nhiều các bạn có năng lực tư duy, mức độ thông minh, nhạy bén... so với khi còn ở trường phổ thông. Bạn phải sống xa nhà, có thể phải tự lo cân đối tài chính, tự chăm sóc bản thân bạn; vậy nhưng, cha mẹ bạn vẫn mong muốn bạn vẫn là một trong những sinh viên xuất sắc trong lớp như khi còn ở phổ thông! Không dễ chút nào cả.
2. Bạn có thể gần như chưa có kỹ năng cần thiết để học tập thành công trong môi trường đại học. Bạn cần phải học và sử dụng hàng loạt các kỹ năng học tập mới mà bạn chưa bao giờ được dạy trong phổ thông – khi đó, bạn thực sự chưa cần sử dụng chúng. Chẳng hạn, bạn cần được trang bị:
 - a. Các kỹ năng và chiến thuật học tập
 - b. Các quan điểm, thái độ học tập
 - c. Các kỹ năng giao tiếp
 - d. Các kỹ năng làm việc nhóm
 - e. Các kỹ năng quản lý thời gian
3. Những gì các thầy cô cho rằng bạn có thể làm thường là những điều bạn chưa chắc bạn đã làm được. Bạn đã quên rất nhiều thứ. Rất nhiều kiến thức cơ bản có lẽ bạn đã quên sau giai đoạn xả hơi sau khi thi đại học.

Hầu hết các sinh viên năm thứ nhất chỉ bắt đầu nhận thấy ảnh hưởng của sự khác nhau giữa hai môi trường đại học và phổ thông vào cuối học kỳ thứ nhất, khi các điểm số nhận được rất thấp và không giống như dự đoán của bạn. Thay đổi tình trạng này không dễ dàng chút nào: rất khó khăn để thay đổi thói quen học tập và phong cách sống giữa năm học, khi một học kỳ mới với 5-7 môn học mới đang chờ phía trước! Bạn phải làm gì? Hãy tận dụng những kinh nghiệm đã được đúc kết từ các sinh viên đi trước, ngay từ khi bắt đầu cuộc đời sinh viên, hãy theo các lời khuyên sau đây:

1. Chấp nhận thay đổi và nhanh chóng thích nghi. Bạn cần chấp nhận thực tế là bạn cần học một loạt các kỹ năng học tập mới và nhanh chóng thay đổi thói quen thực hiện các công việc của bạn ngay từ những ngày đầu học kỳ.

2. Mạnh dạn đặt câu hỏi. Hãy tận dụng các cơ hội nói chuyện với các thầy cô giáo, giáo viên chủ nhiệm-cố vấn học tập, với các sinh viên năm thứ hai – những người đã có kết quả học tập tốt sau năm thứ nhất; qua đó tìm ra nhiều nhất những gì bạn có thể học và làm theo để khai thác tốt nhất khả năng của bạn cho học tập. Bạn sẽ tiết kiệm được rất nhiều thời gian và công sức nếu thực hiện tốt lời khuyên này.
3. Kết bạn với các sinh viên năm thứ nhất như bạn. Hãy chia sẻ các bản thảo, các vấn đề bạn quan tâm, các thông tin bạn có với các bạn khác. Điều này không chỉ giúp bạn nhanh chóng hòa mình trong môi trường đại học mà còn giúp bạn giảm bớt căng thẳng, phát triển các tình bạn sinh viên, và đặc biệt, giúp bạn có được các mối quan hệ nhóm – cơ sở cho các nhóm học tập sau này.
4. Sắp xếp và tự quản lý thời gian thật hiệu quả. Hãy sử dụng sổ ghi chép hay một cuốn lịch để ghi lại các lịch hẹn, lời hứa của bạn. Đừng cố nhớ tất cả mọi thứ. Lập danh sách các công việc cần làm cho vài ngày hay cho tuần lễ tới và gạch bỏ các việc đã hoàn thành. Thêm nữa, hãy học cách quản lý thời gian của bạn. Cố định kế hoạch thời gian cho học tập và cho các việc khác, đừng để chúng chen ngang vào lịch học.
5. Tìm hiểu trước môn học. Trước khi kỳ học bắt đầu, hãy xem lại kiến thức các môn học tiên quyết của từng môn mới. Nếu bạn củng cố được các kiến thức của môn học trước được sử dụng trong môn học mới, bạn sẽ có được sự cải thiện rõ rệt trong kết quả môn học này.

4.2. Chiến lược học tập thành công

Các nghiên cứu và kinh nghiệm đúc kết từ thành công của các sinh viên kỹ thuật cho thấy, chiến lược chung giúp bạn thành công trong học tập kỹ thuật gồm ba vấn đề:

- Xác định rõ mục tiêu học tập và quyết tâm hoàn thành mục tiêu đó;
- Xây dựng kế hoạch thực hiện mục tiêu học tập;
- Biết học và rút kinh nghiệm từ các thất bại.

4.2.1. Xác định mục tiêu

Mục tiêu chính của bạn là tốt nghiệp ngành kỹ thuật bạn đã chọn! Dù bạn chọn học ngành học vì lý do gì đi nữa, giờ đây, bạn đã là sinh viên của một trường kỹ thuật. Kỹ thuật là một lĩnh vực học tập có rất nhiều đòi hỏi sự cố gắng của người học. Nhiều sinh viên thông minh, có năng khiếu cũng có thể và đã bị thất bại nếu không quyết tâm thực hiện mục tiêu học tập.

Trước hết, bạn cần tự trả lời câu hỏi: bạn quyết tâm đạt được mục tiêu chính là tốt nghiệp hay bạn mong muốn đạt được mục tiêu đó?

Nếu bạn chỉ mong muốn đạt được mục tiêu, bạn cần thay đổi suy nghĩ của mình. Nếu chỉ đơn thuần mong muốn đạt mục tiêu, bạn sẽ có thể tự cho phép mình thất bại, bạn

có thể cho rằng, bạn luôn có một lựa chọn khác, ví dụ như bạn sẽ theo ngành kinh tế, khoa học tự nhiên hay thậm chí, đi làm việc trực tiếp... Thông điệp gửi đến não bạn có thể sẽ là “không sao cả” nếu bạn thi trượt một môn nào đó, bạn cho rằng bạn có thể thử sức với một hướng khác.

Để thành công, bạn chỉ có một lựa chọn: tự cam kết với mình, hãy phấn đấu để học tập thành công. Để duy trì quyết tâm, hãy luôn nhớ rằng:

- Bạn đã chọn học kỹ thuật vì những lý do chính đáng của chính bạn;
- Duy trì sự tập trung và nhắc nhở mình lý do và tính đúng đắn của sự lựa chọn đó;
- Hãy tin tưởng ở khả năng của mình; bạn sẽ thành công.

Một trong những khía cạnh quan trọng nhất của việc xác định mục tiêu là viết ra giấy:

- Hãy chia nhỏ thành các mục tiêu cụ thể, càng chi tiết càng tốt;
- Dán chúng ở nơi dễ nhìn thấy nhất;
- Xây dựng kế hoạch các việc cần làm để thực hiện từng mục tiêu một.

4.2.2. Kế hoạch thực hiện

Để thu được thành công cho cả một mục tiêu lớn, hãy xây dựng kế hoạch hành động cho từng giai đoạn ngắn, cho từng tuần, từng học kỳ hay cả năm học một cách cụ thể. Hãy nhớ lại khi bắt đầu học môn lượng giác chẳng hạn, chắc bạn cũng đã từng nghĩ, thật khó mà tiếp thu được các công thức phức tạp của nó. Nhưng, từng bước từng bước, bạn đã vượt qua các cấp độ từ thấp đến cao của môn học cũng như vượt qua cả kỳ thi đại học nữa. Làm thế nào bạn đã thực hiện được điều đó? Bằng cách bạn được dạy và học theo từng cấp độ nhỏ, cấp độ sau sử dụng các kiến thức bạn đã tích lũy được ở cấp độ trước đó.

Hãy tìm hiểu toàn bộ chương trình đào tạo của ngành bạn đang theo học; hãy lập kế hoạch để phấn đấu cho từng kỳ - môn nào bạn phấn đấu đạt điểm A? điểm B? dựa trên cơ sở nào? Ngắn hạn hơn nữa, tuần tới bạn phấn đấu hoàn thành những bài tập nào? Đọc thêm tài liệu cho môn nào? Hãy phân tích cẩn thận, và vạch ra kế hoạch chi tiết để thực hiện từng mục tiêu nhỏ.

4.2.3. Học từ thất bại

Khi bạn thử làm những công việc mới, việc thử nghiệm và sai sót là khó tránh khỏi. Vì vậy, trong quá trình phấn đấu cho mục đích tốt nghiệp khóa đào tạo, bạn sẽ có thể có những thất bại nhỏ, thất vọng hay chán nản. Thất bại là thuộc tính cố hữu, là một phần của quá trình học tập ngành kỹ thuật. Tuy nhiên, cách bạn xử sự với thất bại mới quyết định sự thành công hay không cho cả quá trình học tập của bạn.

Các nhà nghiên cứu giáo dục kỹ thuật đã tổng kết quá trình vượt qua vấn đề khó khăn bằng tiến trình ba giai đoạn sau:

- Giai đoạn 1: Cố gắng làm quen với vấn đề (bài toán) một cách chi tiết, xác định rõ mục đích, khẳng định quyết tâm rằng không gì có thể ngăn cản bạn đạt được mục đích.
- Giai đoạn 2: Thử một số giải pháp thông dụng. Tìm kỹ trong các bài giảng, giáo trình xem nếu có các vấn đề (bài toán) tương tự. Có thể may mắn giải quyết được vấn đề hoặc tiếp tục gặp thất bại trong việc tìm lời giải. Tuy nhiên, bạn sẽ hiểu vấn đề một cách tường tận hơn.
- Giai đoạn 3: Bạn đã hiểu rõ không những chi tiết của vấn đề mà còn cả những phương án giải không hiệu nghiệm nữa. Bạn đã thu nhỏ được phạm vi tìm kiếm lời giải và tập trung cao độ để tìm đến giải pháp cho vấn đề; lời giải được tìm thấy ở giai đoạn này.

Sự kiên nhẫn chính là điều bạn cần có để hoàn thành giai đoạn 3. Tính kiên nhẫn giúp bạn:

- Tính khéo léo tăng lên cùng khả năng kiên nhẫn. Khi bạn chuyển từ giai đoạn này sang giai đoạn kế tiếp của quá trình giải quyết vấn đề, bạn cố gắng một cách thông minh hơn, thử nghiệm các giải pháp có hàm lượng học thuật cao hơn; bạn đang thực sự mài sắc kỹ năng giải quyết vấn đề của bạn – một đức tính hết sức quan trọng của người cán bộ kỹ thuật; bạn đang học từ kinh nghiệm của chính mình.
- Tính kiên nhẫn hết sức cần thiết duy trì tư duy của bạn để từ đó, bạn có thể đạt đến thành công.
- Tính kiên nhẫn cho phép bạn đạt đến tầm tư duy hiệu quả.

Lou Holtz, một huấn luyện viên bóng đá Mỹ đã phân tích sự khác nhau giữa người thành công và người thất bại như sau: “Những người thành công là những người biết đứng lên sau khi vấp ngã; còn những người thất bại là những người sau khi vấp ngã, họ nằm im đó”.

Rất nhiều người công nhận ý kiến cho rằng “chúng ta học được từ thất bại nhiều hơn từ những thành công” – bạn có đồng ý như vậy không? Học cách vượt lên thất bại khi còn là sinh viên sẽ giúp ích cho bạn rất nhiều trong công tác sau này. Joseph J. Jacobs, người ... đã tổng kết “chín yêu cầu đối với nhà doanh nghiệp”, bốn trong số chín yêu cầu này là:

1. Bạn nhất thiết phải sẵn sàng đối diện với thất bại;
2. Bạn nhất thiết phải ghét (cay đắng) thất bại;
3. Tính kiên nhẫn là hết sức cần thiết, cũng như sẵn sàng chấp nhận thất bại và vượt lên.
4. Thước đo năng lực hướng tới thành công chính là cách bạn xử lý với thất bại.

Hãy tin tưởng vào bản thân, bạn sẽ thành công.

4.3. Chìa khóa học tập thành công

4.3.1. Nỗ lực (Work hard)

Nhiều học sinh phổ thông đã dễ dàng có được điểm học tập khá cao mà không cần học tập quá vất vả. Có nhiều người được sinh ra với mức độ thông minh cao hơn một số người khác. Các bạn học sinh có trí thông minh tốt có thể không cần đầu tư nhiều thời gian và công sức để học thuộc các công thức hay để giải các bài toán đố cấp phổ thông và do đó, có thể đạt điểm cao khá dễ dàng. Tuy nhiên, thực tế trong trường đại học cho thấy, có nhiều học sinh giỏi cấp phổ thông đã không đạt kết quả cao ở trường đại học. Vì sao vậy? Các bạn quá tự tin vào khả năng của mình mà không chuyên cần trong học tập. Kết quả thống kê cho thấy, ... sinh viên bị buộc thôi học hay cảnh báo kết quả học tập là những học sinh khá, giỏi thời phổ thông. Khi các bạn nhận ra mình cần học tập chuyên cần, chịu khó thì có thể đã quá muộn hoặc quá lãng phí. Hãy để ý đến điều này khi bạn ở năm đầu chương trình học đại học.

Năng khiếu/ trí thông minh hay đức tính cần cù làm nên thành công?

Thomas Alva Edison, nhà khoa học Mỹ, người đã phát minh ra bóng đèn điện sợi đốt, từng tuyên bố "thiên tài là do 1% thông minh và 99% cần cù". Thomas Edison với tất cả 1093 phát minh, phá vỡ các kỷ lục của những nhà phát minh đương thời, đã từng bị học đường phê bình là "khó dạy".

Nhà thiên tài về toán học Henri Poincare khi đi thi "Binet IQ test" đã bị điểm xấu đến nỗi bị xếp vào loại "người đần độn"!

Lúc còn nhỏ Albert Einstein cũng bị coi là người kém trí khôn một phần vì ông mang chứng bệnh dyslexia (khó học biết đọc và viết). Chị của ông là bà Maja Winteler Einstein đã thuật lại: "Có lúc tôi và những người xung quanh cũng nghĩ là hẳn không thể nói chuyện được, vì ngay những câu tầm thường mà đến bảy tuổi, hẳn còn phải nhầm đi nhầm lại nhiều lần mới thốt ra được." Ông đã từng bị đuổi ra khỏi trường trung học và thi rớt vào đại học. Cuối cùng, sau khi lấy được bằng cử nhân, vì không xin được lời giới thiệu của các giáo sư để đi làm tại học viện, ông phải chịu nhận một chức thư ký tầm thường tại văn phòng Thụy Sĩ làm giấy đăng ký chủ quyền phát minh. Nhưng đến khi 26 tuổi, Einstein đã làm sự không ai ngờ. Ông xuất bản bài "Thuyết Tương Đối" trong đó có công thức $E = mc^2$ vào mùa hè năm 1905. Mười sáu năm sau đó ông được tặng giải Nobel và nổi danh trên toàn thế giới.

Bạn có thể tìm đọc các sách, báo, thông tin trên Internet nói về các nhà khoa học đó để thấy họ đã làm việc miệt mài như thế nào để có được thành công.

Phân bố thời gian và sức lực

Tuy nhiên, cũng cần lưu ý rằng, không nên chỉ nỗ lực vào giai đoạn nước rút, còn lúc khác thì lãng phí thời gian quá nhiều vào các công việc phi học thuật khác như sinh nhật bạn bè, chat, games hay gặp gỡ người thân... Con đường để đi đến thành công trong kỹ thuật rất dài và gian nan. Bởi nếu nó dễ dàng, thì việc trở thành các nhà kỹ thuật lớn không

được kỳ vọng như bây giờ. Chỉ có một số ít những người yêu thích và dành tâm huyết phấn đấu đi trên con đường đó mới có thành công mà thôi. Cũng lưu ý rằng, quãng đường bạn đi được là tích số của cả thời gian lẫn vận tốc. Để giữ sức vượt qua con đường dài này, hãy phân bố thời gian và sức lực cho phù hợp. Hãy lập kế hoạch học tập chi tiết và hãy nhớ, đừng bao giờ để dành việc hôm nay cho ngày hôm sau.

Cuối cùng, cũng cần lưu ý rằng, làm việc nỗ lực không chưa đủ. Bạn cần phải biết cách làm việc thông minh (hợp lý) nữa. Work smart rather than work hard.

4.3.2. Làm việc thông minh (Work smart)

Cách làm việc “thông minh” (work smart) chính là hãy suy nghĩ trước khi làm việc. Người làm việc thông minh sẽ phân tích yêu cầu cụ thể của công việc trước khi tiến hành làm; chọn được cách làm nhanh và hiệu quả nhất.

Hãy xem xét ba ví dụ dưới đây.

Giả sử bạn làm bài tập về nhà, bạn ôm ngay sách ra đọc, cũng cẩn thận tô sáng các câu chữ quan trọng... Cho tới khi đọc xong hết cả bài, thậm chí cả chương, bạn không hiểu gì hết. Không trả lời được câu hỏi bài tập. Tại vì trước khi đọc sách để trả lời câu hỏi, bạn đã không chịu xem câu hỏi, phân tích câu hỏi xem câu hỏi thật sự hỏi gì. Bạn không rõ đề bài yêu cầu cụ thể gì để tìm kiếm câu hay cách trả lời. Kết quả là thời gian và công sức bạn bỏ ra rất nhiều, nhưng rất không hiệu quả.

Bạn đã từng làm bài trắc nghiệm tiếng Anh? Bạn đọc câu hỏi lướt qua rồi cắm đầu tìm trong bài đọc. Bạn không hiểu gì hết, trả lời không được tại vì không biết câu hỏi thật sự hỏi gì?

Bạn đã từng học lái xe (xe máy hay xe ô tô). Bạn lao vào tập lái. Giả sử bạn có thể lái xe một cách thành thạo, bạn biết vận hành hệ thống một cách trơn tru. Nhưng bạn có chắc sẽ vượt qua kỳ thi thực hành để lấy bằng lái xe? Bạn cần biết bài thi thực hành yêu cầu gì, lái đi theo dạng đường nào, vật cản loại gì. Nói chung, bạn cần học cách để đáp ứng đúng các yêu cầu của bài thi mới có thể qua vòng kiểm tra thực hành lái xe.

Trong học tập càng đòi hỏi bạn biết cách học một cách thông minh. Hãy quan tâm các lời khuyên sau đây:

1. Vào đầu kỳ học, hãy tìm hiểu về các môn học bạn đã đăng ký. Cần biết môn học yêu cầu các kiến thức cơ sở nào. Ôn tập lại các kiến thức này.
2. Đến lớp đầy đủ và tập trung nghe giảng. Các bài giảng của thầy cô chắc chắn sẽ có các điểm nhấn mạnh, lưu ý, các kiến thức quan trọng cho nghề nghiệp và cho kỳ thi. Giáo trình, sách tham khảo rất quan trọng, nhưng không thể thay thế nội dung thầy cô trình bày trên lớp.
3. Ghi lại những cách giải hiệu quả cho mọi bài tập đã làm. Đối với bất cứ bài tập về nhà, bài luyện tập trên lớp, bài thi... cách thức giải cũng quan trọng như

đáp án. Dành thời gian thích đáng xem lại các đề bài và các cách giải quyết để từ đó, rút ra các kinh nghiệm hữu ích.

4.3.3. Quan điểm học tập đúng đắn

Để thành công trong học tập, bạn cần có quan điểm, suy nghĩ tích cực về vấn đề này. Tránh những suy nghĩ tiêu cực, chẳng hạn như được liệt kê dưới đây:

- Không suy nghĩ quá bi quan nếu kết quả học tập chưa cao;
- Không nên quá lạc quan, tự tin quá mức khi thành công;
- Không thích nhận hay tìm kiếm sự trợ giúp – cho rằng nhận giúp đỡ tức là mình kém;
- Không muốn chia sẻ ý kiến với người khác;
- Không muốn thay đổi bản thân; luôn cho ý kiến của mình là đúng;

4.4. Các mô hình đánh giá chất lượng

Các điểm thi, điểm kiểm tra hàng tuần, hàng kỳ ... đánh giá kết quả học tập của bạn. Bạn sẽ ra trường nếu thi qua tất cả các môn. Đó chỉ là quan điểm nhìn nhận vấn đề một cách thụ động. Bên cạnh điểm thi, các tiêu chí khác cũng rất quan trọng đối với một kỹ sư. Các mô hình đánh giá sẽ giúp bạn trả lời các câu hỏi như:

- Mục đích của quá trình đào tạo này là gì?
- Thế nào là một sinh viên xuất sắc?
- Làm thế nào để nâng cao chất lượng học tập?
- Học tốt liệu đã đáp ứng tốt các yêu cầu của nhà tuyển dụng?

Dưới đây trình bày ba mô hình đánh giá chất lượng. Bạn có thể sử dụng chúng như các “thước đo” xem bạn đã trưởng thành đến đâu, cần bổ sung, rèn luyện thêm những gì để trở thành “sinh viên tốt”, tích lũy các đức tính, kỹ năng của một người “kỹ sư tốt”.

4.4.1. Mô hình thuộc tính

Ngày nay, các trường đại học ngày càng phải có trách nhiệm hơn với sản phẩm đào tạo của mình – các sinh viên tốt nghiệp ra trường. Mô hình thuộc tính sẽ giúp bạn hiểu được bạn cần có kiến thức, kỹ năng và những thuộc tính nào của người kỹ sư sau khi học xong chương trình đào tạo. Các thuộc tính dưới đây là các tiêu chuẩn theo mô hình đánh giá của ABET – chuẩn kiểm định chất lượng mà các trường đại học kỹ thuật của Việt nam đang phấn đấu đạt tới:

1. Khả năng áp dụng kiến thức toán, kiến thức khoa học tự nhiên và các kiến thức kỹ thuật;
2. Khả năng thiết kế và triển khai các thí nghiệm, phân tích và sử lý các dữ liệu;
3. Khả năng thiết kế các hệ thống, chi tiết hay quá trình đáp ứng yêu cầu;

4. Khả năng hoạt động trong các đội làm việc đa ngành;
5. Khả năng nhận biết, đúc kết và giải quyết các vấn đề kỹ thuật
6. Hiểu biết về trách nhiệm và đạo đức nghề nghiệp;
7. Khả năng giao tiếp hiệu quả;
8. Được giáo dục toàn diện để hiểu biết về tác động của các giải pháp kỹ thuật đến xã hội và các vấn đề toàn cầu;
9. Hiểu biết về sự cần thiết và có khả năng phấn đấu học tập suốt đời;
10. Cập nhật các kiến thức mới;
11. Khả năng sử dụng các kỹ thuật, kỹ năng và các công cụ kỹ thuật hiện đại trong thực hành kỹ thuật.

Hãy tham chiếu các tiêu chuẩn cần có của người cán bộ kỹ thuật tương lai xem bạn đã dần tích lũy chúng trong quá trình học tập như thế nào. Hiểu rõ đích đến của quá trình học tập sẽ giúp bạn định hướng và có cách học cần thiết để tích lũy các kỹ năng, kiến thức cần thiết.

4.4.2. Mô hình nghề nghiệp

Một trong các lý do khiến bạn chọn học kỹ thuật chính là khả năng xin việc sau khi tốt nghiệp. Các nhà tuyển dụng đã đúc kết sáu yếu tố quan trọng nhất để đánh giá một ứng viên như sau:

1. Tư cách cá nhân bao gồm tính chân thực, sáng tạo, niềm say mê, tác phong, sự thể hiện, hoàn hảo, mềm dẻo, hài hòa với mọi người; (Personal qualifications including maturity, initiative, enthusiasm, poise, appearance, integrity, flexibility, and the ability to work with people)
2. Chất lượng đào tạo thông qua các điểm đánh giá từng môn học; (Scholastic qualification as shown by grades in all subjects or in a major field)
3. Các môn học liên quan đến lĩnh vực tuyển dụng; (Specialized courses relating to a particular field of work)
4. Khả năng giao tiếp hiệu quả cả về văn nói và văn viết; (Ability to communicate effectively, both orally and in writing)
5. Loại hình và số lượng công việc đã làm thêm khi còn đang học; (Kind and amount of employment while in college)
6. Thành tích tham gia các hoạt động tập thể, đặc biệt là sự tham gia hay lãnh đạo các hoạt động ngoại khóa; (Experience in campus activities, especially participation and leadership in extracurricular life)

4.4.3. Mô hình tâm huyết học tập

Bằng cách nào bạn biết rằng mình là một sinh viên tâm huyết học tập? Các tiêu chí đánh giá một sinh viên “tốt”, được Alexander W. Astin, Giám đốc trung tâm đào tạo đại học UCLA đưa ra và được nhiều nhà giáo dục chấp nhận, bao gồm:

1. Thời gian và mức độ chuyên tâm dành cho học tập;
2. Thời gian bạn ở trong trường;
3. Mức độ tham gia vào các tổ chức, hoạt động của sinh viên;
4. Làm việc với các thầy cô giáo;
5. Làm việc với các bạn sinh viên khác.

4.5. Sắp xếp thời gian học tập

Có lẽ sự khác biệt lớn nhất giữa môi trường học tập phổ thông và đại học là ở “sự tự do”. Ở trong trường đại học, bạn đã là người lớn, cho nên:

- Không ai nói với bạn nên làm gì;
- Không ai bắt buộc bạn phải làm gì;
- Không ai nhắc nhở bạn phải làm gì.

Bạn có quyền và chịu trách nhiệm về việc quản lý hành động của bạn; về việc bạn sử dụng thời gian “của bạn” để làm gì.

Thời gian có lẽ là thứ quý nhất và đặc biệt nhất của chúng ta. Chúng ta không tạo ra được thêm thời gian, cũng như không cắt nó để dành khi cần lấy ra dùng được. Không may là ít ai trong chúng ta được dạy nên quản lý thời gian như thế nào. Tuy nhiên, cũng rất may mắn là các kinh nghiệm của các thầy cô, các sinh viên đã học kỹ thuật có thể giúp bạn quản lý thời gian khi bạn học kỹ thuật. Các lời khuyên về quản lý thời gian được trình bày như dưới đây.

1. Hãy coi thời gian như tiền bạc. Chúng ta thường chỉ có một số tiền nhất định (chẳng hạn mỗi tháng bạn được trợ cấp bao nhiêu); vì vậy cần lập kế hoạch chi tiêu, kiểm kê và đánh giá định kỳ xem chúng ta đã tiêu pha như thế nào. “Chiến lược” tương tự giúp bạn quản lý thời gian khi học kỹ thuật như sau:
 - a. Ưu tiên số 1: Kế hoạch đã định. Tất cả các việc như đến lớp nghe giảng, thảo luận, học nhóm, đi thư viện, đi ăn, đi dự sinh nhật, thăm người thân... cần được hoạch định và tuân thủ chặt chẽ.
 - b. Ưu tiên số 2: Thời gian tự học. Quỹ thời gian còn lại mà bạn cần dành nhiều nhất chính là thời gian tự học: các công việc như hoàn thành bài luận, bài tập về nhà, ghi chép lại, bổ sung hoàn chỉnh, mở rộng các ghi chép bài giảng, bổ sung kiến thức tham khảo bằng cách làm lại các ví dụ, tìm kiếm thông tin trên thư viện hay internet... Quỹ thời gian này rất lớn

và nằm trong tay bạn. Nếu muốn học tập đạt kết quả cao, hãy quản lý quỹ thời gian này thật chi tiết.

- c. Ưu tiên 3: Nghỉ ngơi, giải trí. Bạn cần dành thời gian cho các việc này; nếu còn dư thời gian, nên dành cho nó như ở mức độ ưu tiên “chi tiêu” cuối cùng.

2. Lập lịch sinh hoạt (Schedule).

Việc quản lý thời gian hiệu quả bắt đầu bằng việc chi tiết hóa lịch sinh hoạt. Hãy lập kế hoạch chi tiết đến từng ngày cho bản thân bạn cho từng tuần, từng háng hay định kỳ cả học kỳ. Điều này mang lại cho bạn những ích lợi như:

- Bạn nhìn thấy toàn cảnh công việc để qua đó, bạn biết những gì sắp đến và nhắc nhở bạn chuẩn bị để thực hiện một cách phù hợp.
- Bạn có thể nhận thấy việc sử dụng thời gian của mình có hiệu quả hay không, qua đó có thể điều chỉnh lại các công việc cho hợp lý hơn.
- Bạn gần như sẽ không quên các buổi hẹn và sự kiện quan trọng; đồng thời có thể tạm “quên” những sự kiện còn xa.
- Bạn có thể có các ký hiệu nhắc nhở bản thân các sự kiện quan trọng sắp diễn ra, chẳng hạn “Một tuần nữa sẽ có môn thi!”.

Thực hành: Hãy lập kế hoạch cho bạn, bắt đầu bằng cách lập kế hoạch “dài hạn”. Hãy lập lịch cho các mốc quan trọng của kỳ học này. Chẳng hạn, ngày bắt đầu và kết thúc học kỳ; ngày sinh nhật của một vài bạn rất thân; hãy ghi chú nổi bật những sự kiện rất quan trọng sắp tới – chẳng hạn, hai tuần trước khi thi, bạn có thể ghi “Tìm và luyện tập theo ngân hàng câu hỏi ôn tập”.

Kế hoạch “ngắn hạn” có thể được thiết lập cho từng tuần, mỗi tuần sắp tới là kế hoạch chi tiết cho từng ngày. Lập kế hoạch cho cả tuần giúp bạn không quên làm bất cứ việc gì cần thiết. Hãy lập kế hoạch chi tiết cho từng ngày dựa trên thời khóa biểu của bạn:

- Các thời gian lên lớp, đi thí nghiệm, thực hành;
- Thời gian ăn sáng, trưa, tối, nghỉ ngơi;
- Thời gian cho các sự kiện “dài hạn” đã ấn định;

Ấn định các thời gian dành cho tự học; nên tận dụng hết những khoảng thời gian bạn có. Chẳng hạn, nếu kết thúc một môn học lúc 13h50 và môn tiếp theo là lúc 14h50, bạn gần như có một giờ đồng hồ để tự học. Bạn sẽ thấy ngạc nhiên với chính mình vì hiệu quả thu được cho giờ tự học này. Hãy theo các lời khuyên dưới đây:

- Ấn định và ghi vào kế hoạch nơi bạn sẽ tự học. Hãy lựa chọn và quyết định trước chỗ học tốt nhất và đừng mất thời gian để tìm kiếm nó sau giờ học trước. Có thể chọn chỗ ngồi học gần giảng đường của môn học trước hay giảng đường của môn học sau, tính toán thời gian cần và đủ cho bạn vào học môn sau một cách phù hợp.

- Ăn định và ghi vào kế hoạch nội dung bạn sẽ tự học. Đừng lãng phí thời gian để cân nhắc sẽ học gì khi bạn chỉ có khoảng một giờ đồng hồ!

Xác lập kế hoạch như trên sẽ cải thiện rõ rệt hiệu quả làm việc của bạn. Bạn sẽ thực sự ngạc nhiên về kết quả bạn đạt được thay vì lãng phí thời gian như trước đây.

Lưu ý khi lập kế hoạch, hãy dành thời gian để vui chơi, thể thao giải trí. Hiệu năng làm việc của bạn cũng còn tùy thuộc trạng thái thoải mái, vui vẻ của bạn.

Có thể bạn sẽ thấy rất khó khăn khi lập và cố gắng thực hiện kế hoạch như trên. Tuy nhiên, nó thực sự hữu ích và đặc biệt giúp bạn rèn luyện đức tính làm việc khoa học, có kế hoạch sau này.

4.6. Tìm hiểu cách dạy và học ở đại học

Cách học tập được xác định bởi cách thức bạn tiếp nhận, phản hồi và xử lý các dạng khác nhau của thông tin bên ngoài. Các nhà nghiên cứu đưa ra các nhóm người học như:

- Nhóm người học trực quan: Những người này học rất hiệu quả thông qua các bài giảng minh họa bằng ảnh, hình vẽ, đồ thị và các thao tác biểu diễn mẫu.
- Nhóm người học từ ngữ (Verbal): Người học phản ứng tích cực với ngôn ngữ nói và viết. Họ thích học tài liệu hoặc nghe các chuyên gia giải thích.
- Nhóm người học trực quan (sensing): Những người này luôn có hứng thú và tập trung vào các vấn đề, hiện tượng mà họ có thể nhìn thấy, nghe thấy hoặc cảm, nắm vào được. Họ quan tâm đến các số liệu, các sự việc có thực và xác đáng. Với họ, các câu trả lời có sức thu hút hơn là các giải pháp.
- Nhóm người học trực giác (Intuitive): Gồm những người thích các ý tưởng, các khả năng, các lý thuyết và sự trừu tượng. Họ tìm kiếm các ý nghĩa, các sự biến đổi và không thích các ý nghĩa, các sự biến đổi và không thích lặp lại các vấn đề - Họ thường bỏ qua các chi tiết, mắc các lỗi do không cẩn thận và thường không kiểm tra các công việc đã làm.
- Nhóm người học tích cực (Active): Những người này có xu hướng xử lý ngay các thông tin trong quá trình học. Do vậy, họ thường nói ra các suy nghĩ, thử nghiệm các ý tưởng, thích trao đổi trong nhóm, thích học tập bằng cách thực hành các vấn đề.
- Những người học tư duy/ trầm ngâm (Reflective): Những người này thích suy nghĩ một mình, thích làm việc một mình, muốn tìm hiểu hoặc suy nghĩ về các vấn đề cẩn thận trước khi tiến hành làm bất cứ việc gì.

Không ai trong số chúng ta học tập chính xác theo một nhóm nào nói trên.

Trong môi trường đào tạo kỹ thuật, hầu hết các thầy cô thường có xu hướng giảng dạy theo:

- + Học từ ngữ: sử dụng các bài giảng, máy chiếu, phân, bảng và các giáo trình.

- + Học trực giác: sử dụng các từ ngữ mô tả, toán, lý thuyết.
- + Học thụ động: sinh viên không tham gia vào tiến trình bài giảng.

Tuy nhiên, nhiều sinh viên có xu hướng học theo các dạng:

- + Học từ ngữ: Học từ các hình minh họa, hình vẽ, biểu đồ ...
- + Học trực giác: thông qua các bài tập, các ví dụ, các dữ liệu, không thích lý luận.
- + Học tích cực: thảo luận, trao đổi, thí nghiệm.

Khi cách dạy của một thầy nào đó không hợp với dạng học tập mà một sinh viên ưa thích, có thể dẫn đến tình trạng sinh viên này chán nản, mất tập trung và có thể dẫn đến kết quả kém trong các bài kiểm tra, bài thực hành và thi kết thúc môn học. Vậy bạn nên làm gì nếu cách học của bạn không hợp với cách dạy của thầy? Sau đây là một số lời khuyên từ kinh nghiệm của các nhà nghiên cứu tâm lý giáo dục:

1. Đừng gán "nhãn" cho thầy, cô có cách dạy không hợp với bạn là "giáo viên tồi" rồi đổ lỗi cho thầy cô về kết quả học tập của bạn. Thực tế, phàn nàn không giúp ích được gì cho bạn. Nên nhớ, chính bạn chứ không phải thầy cô phải chịu trách nhiệm về kết quả học tập của bạn.
2. Hãy tìm kiếm các tài nguyên học tập cho môn học mà bạn thấy cách dạy khác nhiều so với cách học mà bạn yêu thích. Chẳng hạn, nếu bạn muốn có thêm các hình vẽ minh họa, các ví dụ mẫu, các lý lẽ giải thích ... hãy tự tìm và bổ sung vào tài liệu học tập của bạn.
3. Trao đổi với thầy cô giảng dạy và đề xuất xem liệu thầy cô có thể đưa thêm các dạng học liệu mà bạn yêu thích vào bài giảng. Hãy nhớ mục đích của bạn không phải là thuyết phục thầy cô thay đổi cách dạy mà là cố gắng đề nghị thầy cô cung cấp thêm các thông tin hợp với cách học của bạn.
4. Trao đổi và thảo luận các vấn đề khó hiểu với các bạn học, các thầy cô trợ giảng. Nhiều khi cách giải thích khác có thể giúp vấn đề trở nên dễ hiểu hơn với bạn.
5. Tìm kiếm các thông tin tham khảo khác: các giáo trình, bài giảng, bài báo, video, internet ...

Các cách thức đơn giản như trên không những giúp bạn học tập theo nhiều cách giảng khác nhau khi học đại học, mà còn hữu ích cho bạn trong quá trình học tập sau này.

4.7. Học tập trên lớp

Thông thường, trong các trường Đại học và Cao đẳng kỹ thuật có các dạng lớp học sau đây:

- Lớp lý thuyết
- Lớp thảo luận

- Thực hành, thí nghiệm ...

Phần này trình bày các lời khuyên giúp bạn thu được hiệu quả cao nhất từ các buổi học lý thuyết. Học lý thuyết chiếm tỉ trọng lớn nhất, cung cấp các kiến thức mới của môn học và là hình thức dạy - học phổ biến nhất.

Trong các buổi học lý thuyết, thầy cô giáo dành hầu hết thời gian trình bày các thông tin bài giảng, nhấn mạnh các vấn đề quan trọng, các ví dụ minh họa ... sinh viên nghe giảng và ghi chép. Không có nhiều thời gian dành cho các hoạt động chủ động của sinh viên. Chính vì vậy, nhiều người cảm thấy không thích đến lớp nghe giảng. Chẳng hạn, nhiều ý kiến sinh viên năm thứ nhất thường phàn nàn là:

- "Thầy cô giảng quá nhanh. Trong lúc tôi đang nghĩ về vấn đề này, bài giảng đã chuyển sang phần tiếp sau"

- "Tôi đến lớp chỉ toàn ghi chép. Tôi không thấy học được điều gì cả".

- "Lớp học quá lớn. Nhiều người mất trật tự và tôi không tập trung được".

Thực tế, những phàn nàn như trên là có cơ sở và không sai. Tuy nhiên, mô hình lớp học lý thuyết là như vậy và nó cứ diễn ra trong tất cả các trường Đại học, Cao đẳng. Bạn cần làm gì để thu được hiệu quả cao nhất từ các giờ lên lớp lý thuyết?

Câu trả lời là bạn cần hiểu rõ mục đích của giờ học lý thuyết và vai trò của bạn trong lớp học lý thuyết này.

4.7.1. Mục đích của giờ học lý thuyết

Giờ học lý thuyết là thời gian thầy, cô trình bày bài giảng đã được chuẩn bị để giúp bạn nắm được các chủ điểm, vấn đề quan trọng của bài. Khi chuẩn bị bài giảng, hầu hết các thầy cô đều thực hiện các việc sau:

- Tham khảo các nguồn thông tin, tài liệu khác nhau, trích dẫn các thông tin có liên quan nhất đến nội dung của môn học, nhằm trình bày các thông tin này một cách rõ ràng, chính xác và dễ hiểu nhất có thể được.

- Cung cấp các kiến thức, kỹ năng quan trọng nhất giúp bạn giải đáp được các câu hỏi, bài tập, đề án cũng như trong các kỳ thi của môn học.

- Giải thích các vấn đề lý thuyết khó và trình bày các ví dụ minh họa cho các phương pháp và kỹ thuật giải quyết vấn đề mới.

- Đề xuất, gợi ý các tài nguyên học liệu cần thiết cho thực hành.

- Cung cấp các thông tin liên quan trực tiếp đến nội dung đánh giá kiến thức môn học.

Như vậy, các nội dung truyền đạt trên lớp đóng vai trò là nguồn thông tin liên quan chủ yếu cho các chủ điểm của môn học. Bạn đừng kỳ vọng là sẽ học tất cả các kiến thức của môn học ở trên lớp (điều này có thể đúng ở cấp học phổ thông). Hãy coi các thông tin thu được trên lớp như những thông tin thô cần được xử lý bởi chính bạn trong thời gian và kế hoạch tự học của chính bạn sau giờ lên lớp.

4.7.2. Vai trò của bạn trong lớp học lý thuyết

Nhiệm vụ quan trọng, chính yếu của bạn khi dự lớp là thu thập nhiều nhất có thể được các thông tin của môn học đừng hy vọng học được gì nhiều khi đến lớp. Lý do là thông tin được cung cấp thường rất nhiều, với tốc độ rất nhanh. Bạn sẽ có rất ít thời gian để "thường ngoạn", suy ngẫm về chúng. Thay vì thế, hãy chú trọng làm sao ghi chép (note taking) cho thật hiệu quả. Để buổi học thực sự có ích cho bạn, hãy đảm bảo theo các hướng dẫn sau đây:

1. Đọc trước bài trước khi đến lớp. Khác với dạy học phổ thông, trong giờ học lý thuyết ở đại học, các thầy cô chỉ cung cấp một phần chính yếu các thông tin, kiến thức mà bạn cần thôi. Trách nhiệm của bạn là tìm, đọc và hoàn chỉnh các thông tin cần thiết của môn học. Các tài liệu khác ngoài bài giảng bao gồm giáo trình, tài liệu tham khảo, sách báo chuyên ngành, internet ...
2. Dự lớp tích cực. Hãy chọn chỗ ngồi càng gần bảng càng tốt. Nên ngồi ở vị trí sao cho thầy cô có thể dễ dàng nhìn thấy bài chuẩn bị và sự ghi chép của bạn. Tránh ngồi cạnh những sinh viên hay làm việc riêng hơn là theo dõi bài giảng. Một số sinh viên năm đầu thường có quan niệm sai lầm như sự có mặt trên lớp là bắt buộc và chỉ cần có mặt là đủ. Hãy hiểu rằng, giờ học trên lớp là nhằm phục vụ bạn chứ không phải cho thầy, cô giáo.
3. Hãy đặt câu hỏi khi thích hợp. Nếu bạn có thắc mắc về nội dung bài giảng hãy sắp xếp để hỏi thầy, cô một cách thích hợp. Thông thường, khoảng thời gian cuối giờ học không phải là tốt cho việc giải đáp câu hỏi. Tốt nhất là được thầy cô sắp xếp một khoảng thời gian xác định hàng tuần để giải đáp câu hỏi cho các bạn. Bạn nên tập hợp các câu hỏi để hỏi thầy cô hàng tuần, sau khi xem lại vở ghi chép của mình.
4. Tập trung nghe giảng và ghi chép theo các kỹ thuật hữu ích. Đừng phân tán vì những việc khác. Nếu hỏi, hãy thay đổi tư thế, co giãn chân, tay hay bất cứ cách nào bạn thấy thoải mái nhưng đừng gây mất trật tự trong lớp.

4.7.4. Ghi chép trên lớp

Trước hết, cần phải khẳng định rằng, việc bạn lên lớp mà không ghi chép là tuyệt đối vô ích. Nhiều sinh viên cho rằng, họ có thể hiểu bài, nhớ bài giảng ... ngay trên lớp. Tuy nhiên, thực tế cho thấy những người này có thể quên ngay sau vài giờ, khi học môn khác. Lưu ý rằng bạn cần đến thông tin của bài giảng trên lớp của thầy cô rất lâu sau đó, khi ôn và thi hết môn. Cũng cần nhấn mạnh rằng, nhiều thông tin hữu ích và quan trọng không có trong bài giảng in hay giáo trình môn học. Bạn cần rèn luyện kỹ năng ghi chép hiệu quả.

Thông thường, các buổi học trên lớp có thể diễn ra dưới một trong ba hình thức sau:

1. Giáo viên viết mọi thứ lên bảng hay qua máy chiếu. Các bài giảng dạng này thường được sử dụng trong các môn học kỹ thuật, toán, trong đó các phương pháp, lý luận, ví dụ được biểu diễn tường minh qua câu chữ, công thức ...
2. Giáo viên gần như không viết bảng mà chỉ sử dụng lời nói kết hợp với các hình ảnh, biểu đồ qua máy chiếu.
3. Kết hợp 2 hình thức trên.

Hãy theo các lời khuyên dưới đây để ghi chép hiệu quả:

1. Kỹ thuật chung:

- Đọc lướt toàn bộ bài giảng, giáo trình trước khi đến lớp
- Không nói chuyện trong giờ học
- Sử dụng vở ghi là các tờ rời (đóng gáy đục lỗ hoặc kẹp giấy). Nên để lề trang lớn phục vụ các ghi chú của bạn điều này mang lại các lợi ích sau đây:
 - + Cho phép bạn thêm, bớt các trang khi cần thiết;
 - + Bạn không cần mang theo toàn bộ phần ghi chép của cả học kỳ đến lớp hàng ngày;
 - + Bạn có thể chọn, lấy sra các trang nhất định của một vài phần để ôn luyện khi cần.
- Đánh số trang, ghi ngày tháng lên góc trên bên phải khi bắt đầu mỗi trang mới. Điều này giúp bạn dễ dàng tìm kiếm và sắp xếp thông tin.
- Hãy để dành khoảng trống đầu tất cả các trang để ghi chú các thông tin quan trọng (ví dụ ngày, nội dung kiểm tra giữa kỳ, bài tập, tiểu luận ...)
- Sử dụng giấy A4 chuẩn và chỉ ghi trên 1 mặt thôi. Mặc dù không tiết kiệm lắm nhưng nó sẽ giúp bạn bổ sung, hiệu chỉnh ghi chép sau này.
- Đừng cố gắng tiết kiệm giấy – dù rằng tốt về mặt bảo vệ môi trường nhưng sẽ làm giảm hiệu quả ghi chép của bạn đi rất nhiều.
- Để trống các thông tin bạn chưa kịp ghi hoặc các phần bạn thấy cần giải thích thêm – Hãy hỏi các bạn hoặc gặp thầy cô sau giờ học để điền lại phần đó.
- Cấu trúc nội dung ghi một cách rõ ràng. Hãy sử dụng các ký hiệu đánh số phần, chương, mục, các ký hiệu dấu sao, thăng, viết hoa, gạch chân ... để chỉ đầu mục các nội dung khác nhau.
- Đừng cố gắng ghi đầy đủ câu chữ. Nên sử dụng tối đa các ký hiệu viết tắt, bản vẽ phác hay các biểu đồ đơn giản. Điều này giúp bạn dành thời gian cho tiếp nhận thông tin hơn là nắn nót ghi chép.
- Tập trung vào bài giảng và nhìn theo thầy, cô. Đừng vẽ viết linh tinh hay nghịch ngợm với cây bút của bạn.

2. Với dạng bài giảng nhóm 1:

- Cố gắng ngồi gần bảng nhất có thể được
- Sao chép bất cứ thứ gì thầy cô viết trên bảng, bất luận bạn nghĩ nó hữu ích hay không. Đừng mất thời gian cân nhắc xem thông tin viết trên bảng có hay không hồ bài học. Hãy chấp nhận rằng thông tin thầy cô đã viết lên bảng là có liên quan đến môn học. Bạn sẽ xem và chỉnh sửa lại ghi chép sau.
- Ghi lại những gì thầy cô nói nhưng không viết lên bảng vào mục “Thông tin thêm”.
- Ghi lại những thông tin về tài liệu tham khảo, địa chỉ website ... mà thầy cô nói tới.
- Sau buổi học, hãy xem lại và hoàn chỉnh ghi chép của bạn. Tìm đọc những ghi chú về nguồn tham khảo; hãy bổ sung địa chỉ các ví dụ tương tự với nội dung bạn ghi được trên lớp.

3. Với dạng bài giảng nhóm 2:

- Đừng cố ghi tất cả những gì thầy cô đang “diễn thuyết”. Thay vào đó, hãy tập trung nghe và tóm tắt lấy các ý chính.
- Đừng để các định kiến hay ý kiến chủ quan của bạn ảnh hưởng đến việc nghe và ghi chép. Hãy ghi chú ý kiến cá nhân của bạn bên lề để phân tích lại khi có thời gian.
- Lắng nghe và định danh được các điểm quan trọng của các ý kiến của thầy cô - chẳng hạn sự nhấn mạnh về câu chữ, sự lặp lại của một cụm từ hay thay đổi giọng của thầy cô giáo.
- Lắng nghe và ghi nhanh các ý quan trọng thông qua nhận biết các từ thầy cô dùng, chẳng hạn như “cuối cùng”, “tóm lại”, “vì vậy”, “điều quan trọng là”.

4.8. Tự học

Như đã trình bày ở trên, hãy dành thời gian tối đa cho việc tự học của chính bạn. Bài giảng in, giáo trình, sách tham khảo và thông tin internet là nguồn thông tin quan trọng giúp bạn hiểu và nắm vững các kiến thức cần thiết.

4.8.1. Sử dụng bài giảng, giáo trình, sách tham khảo

Hãy tưởng tượng bạn bắt đầu một môn học mới. Thầy giáo nói với các bạn “Các bạn không cần lên lớp. Hãy đọc 5 chương đầu của cuốn sách A để thi giữa kỳ và 12 chương đầu của cuốn đó để thi hết môn”. Bạn nghĩ sao?

- Năm chương đầu của cuốn sách chứa đựng nhiều thông tin hữu ích, nhưng có thể bạn sẽ không có khả năng tự đọc và học được toàn bộ các vấn đề viết trong

đó. Bạn có thể quyết định bỏ qua vài phần và chắc chắn chúng sẽ không xuất hiện trong đề thi?

- Có rất nhiều bài tập, câu hỏi cần giải đáp. Những vấn đề nào là quan trọng nhất? Những vấn đề nào ít liên quan đến mục tiêu đào tạo của ngành?

Các cuốn sách giáo trình, tham khảo chứa đựng rất nhiều thông tin quan trọng nhưng bạn cần có tài liệu hướng dẫn để đọc, sử dụng chúng. Vở ghi chép trên lớp chính là tài liệu hướng dẫn đó.

- Sử dụng các tóm tắt, ghi chú trên lớp của thầy để tìm đọc các phần quan trọng trong các tài liệu.
- Cố gắng tìm các bài tập, câu hỏi trong sách liên quan mật thiết với nội dung bài giảng.
- Nếu các nội dung lý thuyết quá khó hiểu, hãy tìm đọc các ví dụ ứng dụng – hay các mục câu hỏi – trả lời trong sách – điều này giúp bạn tiếp cận vấn đề dễ hơn.

4.8.2. Làm bài tập, câu hỏi thảo luận

Luyện tập giải các bài tập về nhà, trả lời câu hỏi thảo luận đóng vai trò rất quan trọng. Trước hết, chúng chiếm 5-20% tỉ trọng điểm tổng kết môn của bạn. Thứ hai, các kỹ năng, kiến thức bạn có được sau các bài tập, thảo luận đóng góp lớn vào thành tích thi cuối kỳ của bạn. Thống kê cho thấy các bạn hoàn thành tốt 100% các bài tập, câu hỏi về nhà có thể đạt 7/10 cho điểm thi cuối kỳ, còn các bạn chỉ làm hết 50% bài tập chỉ đạt bình quân 4/10 điểm thi cuối kỳ.

Hãy cố gắng hoàn thành hết các bài tập, câu hỏi thảo luận. Chúng sẽ giúp bạn đạt 3 mục tiêu lớn:

1. Rèn luyện kỹ năng giải quyết vấn đề
2. Tích lũy 5-20% điểm tổng kết môn
3. Giúp bạn ôn thi hết môn tốt hơn.

4.9. Học nhóm

Học và làm việc theo nhóm còn ít được coi trọng ở Việt Nam. Học và làm việc theo nhóm là xu hướng rất phổ biến và gần như một thói quen học tập của sinh viên các nước trên thế giới.

Học nhóm là một trong những hoạt động nâng cao hiệu quả hoạt động học tập lên rất đáng kể. Có 3 nguyên nhân để bạn nên tham khảo học nhóm.

- Học nhóm cung cấp cho bạn cơ hội cùng học tập
- Học nhóm kích thích bạn năng động
- Học nhóm giúp bạn rèn luyện kỹ năng làm việc nhóm - hầu hết các công việc kỹ thuật trong tương lai đều được thực hiện bởi các nhóm làm việc.

4.9.1. Cơ hội cùng học tập

Nếu bạn học tập hay làm việc một mình, bạn có thể chán nản và bỏ cuộc nếu gặp phải vấn đề khó. Nhưng nếu làm việc nay học trong nhóm, một vài bạn khác có thể có những ý kiến hay để vượt qua khó khăn. Làm việc trong nhóm, bạn cũng học được cách thức lựa chọn phương án hay trong một số phương án giải quyết vấn đề. Bạn cũng có thể giảng giải lại một vấn đề nào đó cho các bạn khác - đây thực sự là cách học hữu ích nhất.

Để học nhóm một cách hiệu quả, hãy tham khảo một số lời khuyên sau:

- Tổ chức các nhóm học gồm 3 hay 4 bạn. Nếu chỉ có 2 người trong 1 nhóm, sẽ có đủ các phương án khác biệt cũng như cơ chế giải quyết khi 2 ý kiến trái ngược nhau. Trái lại, nếu nhóm gồm 5 hay nhiều hơn, 1 số thành viên sẽ không có cơ hội tham gia tích cực vào hoạt động nhóm và dễ gây chán nản.
- Từng cá nhân phải tự nêu cách giải quyết vấn đề của mình. Thông thường, phần khó nhất để giải quyết một vấn đề, 1 bài toán là cách thức bắt đầu. Nếu vấn đề được đưa ra để giải quyết tập thể, ai đó thường có ý tưởng giải quyết vấn đề sớm hơn. Các bạn khác sẽ có thể nghĩ rằng, mình cũng sẽ đề ra được cách giải cho các vấn đề tương tự trong tương lai - trong kỳ thi chẳng hạn. Nhưng thực tế sẽ không như vậy, các bạn sẽ không có cơ hội rèn luyện kỹ năng đề xuất cách giải quyết vấn đề. Mỗi cá nhân hãy tự vạch các ý chính để giải bài toán - sau đó cả nhóm sẽ thống nhất và tiến hành giải chi tiết.
- Cần chắc chắn từng thành viên của nhóm hiểu cặn kẽ cách giải quyết vấn đề đã được nhóm thực hiện. Nếu bạn chưa hiểu, hãy đề nghị các bạn giải lại. Nếu bạn là người được đề nghị giải thích, hãy nhiệt tình trình bày sao cho dễ hiểu nhất. Đó chính là cách giúp bạn học bài tốt nhất.

4.9.2. Học nhóm kích thích bạn năng động

Có nhiều kiến thức bạn cần dành thời gian đọc, tư duy một mình. Nhưng nếu bạn luôn ngồi một mình, cố đọc các tài liệu và mày mò phải các bài tập, bạn sẽ nhanh chóng buồn chán và mất hứng thú, đặc biệt với các kiến thức bạn không ưu thích lắm. Nhóm học tập sẽ cung cấp cho bạn nhiều ý tưởng tươi mới, cách tiếp cận, giải thích vấn đề lạ và hứng thú cho bạn và thêm nữa, giúp bạn năng động hơn. Con người luôn là nguồn kích thích sự năng động cho những ý: khác - đặc biệt là tuổi trẻ. Có lẽ bạn tự mình không thích một môn thể thao nào đó, nhưng rồi nhóm bạn bè của bạn đã lôi kéo và sau đó, bạn trở nên chơi tốt và yêu thích môn thể thao đó?

4.9.3. Chuẩn bị kỹ năng làm việc nhóm trong tương lai

Học tập hay sinh hoạt theo nhóm có khá nhiều điểm giống như làm việc nhóm - cả 2 hình thức này đều đòi hỏi mọi thành viên trong nhóm hiểu công việc chung, có tinh thần đồng đội, ... việc nhóm. Khi làm việc nhóm, mỗi thành viên phải hoàn thành một công việc nhất định - chất lượng công việc của mỗi người có ảnh hưởng lớn đến thành

công của cả nhóm. Để làm việc trong nhóm, bạn cần có kỹ năng giao tiếp tốt, biết diễn đạt và giải thích ý kiến của bạn cho người khác, bạn biết lắng nghe và trân trọng kết quả của người hoàn thành công đoạn phía trước bạn ... Những kỹ năng này sẽ có được nếu bạn rèn luyện chúng khi học nhóm.

Tóm tắt chương

Trong chương này, bạn đã được cung cấp các thông tin về thành công trong học tập, các chiến lược chính để đạt được thành công bao gồm: xác định rõ ràng mục tiêu phần đầu, vạch kế hoạch phần đầu và vươn lên từ thất bại. Để đạt được thành công, bạn không những cần học tập chăm chỉ, nỗ lực mà còn cần có cách học tập hợp lý nữa. Bên cạnh đó, quan điểm học tập đúng đắn cũng đóng vai trò rất quan trọng.

Ba mô hình đánh giá kết quả học tập, rèn luyện của bạn từ ba góc độ khác nhau: tiêu chuẩn đào tạo, cách đánh giá của nhà tuyển dụng và các nhà giáo dục. Bạn có thể sử dụng các mô hình này như những thước đo, những chuẩn để tự đánh giá bản thân bạn.

Phần cuối chương là tập hợp các lời khuyên giúp bạn trong từng hoạt động cụ thể, từ việc sắp xếp thời gian, làm quen với môi trường học tập, cách học trên lớp, tự học, học nhóm ... chắc chắn những lời khuyên này sẽ hữu ích cho bạn nếu bạn thực sự mong muốn và quyết tâm học tập thành công.

Câu hỏi ôn tập:

1. Hãy tìm hiểu các thông tin và viết một bài luận ngắn về "thành công" và "hạnh phúc". Theo bạn, thành công có mang lại hạnh phúc không? Liệu con người có hạnh phúc nếu không có thành công?
2. Hãy liệt kê 20 mục đích mà bạn mong muốn đạt được trong cuộc đời bạn?
3. Bạn có tin rằng "bạn học được nhiều từ thất bại hơn là từ thành công"? Bạn đã bao giờ gặp thất bại đáng kể? Bạn đã học được từ nó như thế nào?
4. Hãy liệt kê số giờ tự học bạn nên dành cho một giờ lên lớp từng môn học của học kỳ này. Giải thích nếu số giờ cho mỗi tiết học từng môn là khác nhau.
5. Hãy liệt kê 5 việc cần làm để học tập một cách thông minh.
6. Chọn 2 việc quan trọng nhất trong số 5 việc bạn đã kê trong câu hỏi trên. Hãy chuẩn bị 1 bài mới trước lớp thuyết trình về việc tại sao bạn chọn 2 vấn đề đó và cách để thực hiện chúng.
7. Hãy viết 1 bài trình bày năm điều mà bạn mong muốn thu được từ 1 giờ lên lớp. Với mỗi điều đó, hãy nêu rõ vai trò của bạn, bạn cần làm gì để đạt được mong muốn đó.
8. Hãy lập biểu thời gian cho bạn theo mẫu dưới đây:

	Thứ hai	Thứ ba	Thứ bảy	Chủ nhật
7h00					
8h00					
9h00					

...					
23h00					

9. Xem lại kết quả thực hiện của bạn theo thời gian biểu của ngày hôm trước. Hãy phân tích xem bạn đã lập kế hoạch phù hợp chưa? có thể cải thiện tình hình sử dụng quỹ thời gian của bạn hay không? Lập biểu mới cho những ngày tới.
10. Hãy kiểm tra xem trong thời gian biểu đã lập, bạn có ấn định nơi thực hiện công việc đó chưa. Nếu chưa, hãy tra xem bạn đã mất bao nhiêu lâu để giải quyết nơi học và nội dung học?
11. Hãy liệt kê 5 môn học/ kỹ năng cần chuẩn bị cho mỗi môn học của học kỳ này.
12. Hãy viết 1 bài luận với nhan đề "tại sao tôi phải đến lớp học".
13. Hãy xem lại vở ghi của một môn học bạn đã thực hiện ở buổi học trước. Hãy mô tả bằng 1 hoặc 2 câu mục đích bài giảng đó của thầy cô. Hãy đưa cho thầy cô xem thầy/cô có đồng ý với ý kiến của bạn không?
14. Hãy liệt kê 3 nguồn tài liệu, thông tin tham khảo mà bạn tìm thấy cho bài học tuần trước của mỗi môn học. Nộp cho thầy/cô giảng dạy môn "Đại cương về kỹ thuật".
15. Hãy trình bày nội dung liên quan đến bài học của một môn trong tuần trước mà bạn tìm thấy không giống như trong sách giáo trình, bài giảng của thầy. Nếu là thông tin trên Internet, hãy ghi cả địa chỉ, ngày giờ bạn truy cập được?
16. Hãy liệt kê 5 lợi ích mà học hay làm việc nhóm có thể mang lại cho bạn.
17. Hãy liệt kê 5 khả năng bạn có thể có cải thiện cách thức hay hiệu quả làm việc nếu bạn tham gia trong một nhóm.
18. Hãy liệt kê 2 hay 3 bạn mà theo bạn có thể học nhóm với bạn. Liệt kê các lý do giải thích tại sao bạn chọn.
19. Hãy viết một bài luận về lợi ích của học nhóm. Đặt tên cho bài viết là "Lợi ích của việc học nhóm".
20. Hãy thử làm việc trong nhóm theo cách đã hướng dẫn, giải bài toán sau: Bạn có 2 thùng, 1 thùng có thể tích 9 lít và 1 thùng có thể tích 4 lít. Bạn có đủ số nước cần thiết nhưng không có dụng cụ gì khác nữa. Hãy vẽ sơ đồ các bước để có được 6 lít nước trong thùng 9 lít.
21. Hãy lấy ví dụ một bài tập toán hoặc vật lý. So sánh 5 điểm khác nhau nếu bạn chỉ đọc lời giải đã có với việc bạn tự giải bài tập đó.
22. Hãy xếp theo thứ tự ưu tiên các kỹ năng và chiến thuật để học tập thành công cho dưới đây:
 - Cộng tác và học nhóm
 - Phân bố thời gian
 - Chăm chỉ lên lớp
 - Ghi chép đủ và hợp lý
 - Xác định rõ mục tiêu ngắn, trong hạn từng môn học

- Giữ cho mình niềm vui học tập
 - Sử dụng các tài nguyên học liệu
 - Chuẩn bị, xem bài trước khi lên lớp
 - Sử dụng sách giáo trình, hợp lý
23. Đọc thêm chương "Làm thế nào để thi tốt" - viết một bản tóm tắt 3 trong các kiến thức, lời khuyên mà bạn học được.

5

KHÁI NIỆM PHƯƠNG PHÁP GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

- 5.1 Giới thiệu phương pháp giải quyết vấn đề**
 - 5.1.1 Các vấn đề kỹ thuật
 - 5.1.2 Nghệ thuật & khoa học giải quyết vấn đề kỹ thuật
 - 5.1.3 Các phương pháp giải quyết vấn đề kỹ thuật
- 5.2 Cách tiếp cận mục tiêu giải quyết vấn đề kỹ thuật**
 - 5.2.1 Phương pháp khoa học
 - 5.2.2 Phương pháp phân tích kỹ thuật
 - 5.3.3 Phương pháp thiết kế kỹ thuật
- 5.3 Giới thiệu phương pháp khoa học**
 - 5.3.1 Giới thiệu
 - 5.3.2 Tiến trình giải quyết vấn đề khoa học
- 5.4 Định nghĩa vấn đề**
 - 5.4.1 Giới thiệu
 - 5.4.2 Các định nghĩa bao gồm và loại trừ
 - 5.4.3 Nhược điểm của các định nghĩa không khoa học
- 5.5 Xây dựng giả thiết**
 - 5.5.1 Giới thiệu
 - 5.5.2 Giả thiết có khả năng kiểm định
- 5.6 Kiểm định giả thiết**
 - 5.6.1 Giới thiệu
 - 5.6.2 Giả thiết có khả năng kiểm định
- 5.7 Kết luận từ kiểm định giả thiết**
 - 5.7.1 Loại bỏ một giả thiết
 - 5.7.2 Chấp nhận có điều kiện một giả thiết

5.1. Giới thiệu phương pháp giải quyết vấn đề

5.1.1. Các vấn đề kỹ thuật

Kỹ sư chính là những người giải quyết vấn đề. Tuy nhiên câu hỏi đặt ra là người kỹ sư giải quyết các vấn đề đó bằng cách nào? Ta biết rằng có nhiều phương pháp để giải quyết vấn đề, chính bạn cũng từng giải các bài tập được giao trong những năm bạn học phổ thông. Có lẽ bạn đã tiếp cận những bài toán đó bằng một vài giả thiết. Thứ nhất, bạn có thể giả thiết rằng bài toán này có thể giải được và gần như sẽ có một câu trả lời đúng. Thứ hai, bạn có thể giả thiết rằng bạn được cung cấp tất cả những thông tin mà bạn cần để có thể giải được bài toán. Thứ ba là bạn có thể bắt đầu giải quyết bài toán bằng một cách thức tương tự đã được thầy cô giới thiệu trên lớp. Giải quyết các vấn đề của bài toán kỹ thuật có một vài điểm khác, đó là ít nhất một trong các giả thiết trên thường không hoàn toàn đúng. Trong một số trường hợp, người kỹ sư thường không chắc chắn lời giải tìm được có giải quyết được vấn đề đang tồn tại hay không. Trong một số trường hợp khác, lại có rất nhiều lời giải có thể sử dụng được. Nếu đa số các phương pháp đều khả thi thì công việc của bạn - một người kỹ sư là phải đánh giá các phương pháp và chọn ra một phương pháp phù hợp nhất.

Trong thực tế, người kỹ sư thường hiếm khi bắt gặp những bài toán, những vấn đề có đầy đủ mọi dữ liệu cần thiết cho lời giải. Một công việc quan trọng và chính yếu trong việc giải các bài toán kỹ thuật là thu thập dữ liệu có thể hỗ trợ cho việc tìm lời giải.

Cuối cùng, người kỹ sư có thể phải giải quyết vấn đề chưa từng được giải trước đó. Bạn phải làm gì nếu như phải đối diện với bài toán học búa? Bạn có thể phải dựa vào những cách giải đã có cho những bài toán tương tự. Tuy nhiên, những bài toán kỹ thuật thường cá biệt đến mức bạn không thể sử dụng những cách tiếp cận thông thường đã được tìm ra trước đó để mà bắt chước.

5.1.2. Nghệ thuật và khoa học giải quyết vấn đề

Kỹ năng giải quyết tốt các vấn đề chính là đặc tính quan trọng của những người kỹ sư thành đạt. Từ rất sớm, khi bạn được đào tạo trong một trường đại học kỹ thuật, bạn đã nhất thiết phải rèn luyện và phát triển các khả năng để giải và trình bày lời giải cho các bài toán, vấn đề từ đơn giản đến phức tạp, theo một trình tự có logic và có hệ thống. Giải quyết vấn đề kỹ thuật là một sự kết hợp của cả hai mặt: khoa học và nghệ thuật. Khía cạnh khoa học của giải quyết vấn đề là ở chỗ sử dụng các kiến thức về toán, vật lý và kỹ

thuật thường được cung cấp trong suốt hai hay ba năm đầu của một chương trình đại học kỹ thuật. Các kiến thức nguyên tắc này chính là một trong các công cụ cho nghề nghiệp chuyên môn của bạn sau này.

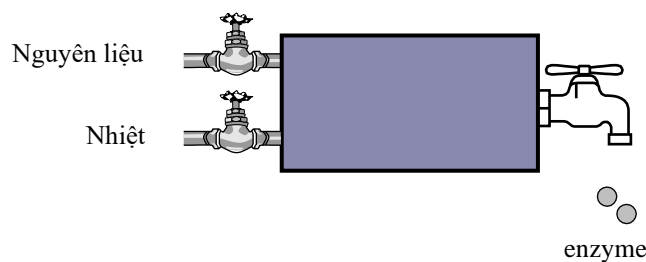
Tuy vậy, chỉ khoa học thôi chưa đủ. Giải quyết vấn đề kỹ thuật đồng thời là một nghệ thuật. Tính nghệ thuật nằm ở sự sáng tạo, đánh giá thực nghiệm và các giác quan sử dụng các công cụ khoa học để giải quyết các vấn đề một cách hiệu quả. Người cán bộ kỹ thuật phải biết chuyển bài toán thực tế thành dạng thức bài toán có thể sử dụng các công cụ khoa học để giải quyết. Nghệ thuật giải quyết vấn đề tùy thuộc vào kinh nghiệm cũng như trực quan của người cán bộ.

5.1.3. Các phương pháp giải quyết vấn đề kỹ thuật

Không có một chiến lược nào giải quyết được mọi vấn đề kỹ thuật. Các kỹ sư phải sử dụng nhiều phương pháp giải quyết vấn đề khác nhau. Để đáp ứng với những yêu cầu đa dạng trong kỹ thuật, 3 phương pháp giải quyết vấn đề thường được sử dụng là: phương pháp khoa học, phương pháp phân tích kỹ thuật và phương pháp thiết kế kỹ thuật. Dù rằng chức năng có khác nhau, cả 3 phương pháp này đều có điểm chung là giải quyết vấn đề từng-bước-một. Trong chương này, sự khác nhau giữa 3 phương pháp sẽ được trình bày, phương pháp khoa học sẽ được phân tích một cách chi tiết.

5.2. Cách tiếp cận mục tiêu giải quyết vấn đề kỹ thuật

Để minh họa cho sự khác nhau giữa các phương pháp giải quyết các vấn đề kỹ thuật, ta hãy xem xét ví dụ sau: Giả sử bạn là một kỹ sư hoá học ở một công ty lớn chuyên về hoá chất. Giám đốc muốn nâng cao năng suất quá trình sản xuất của một chất enzyme - được sử dụng để tổng hợp một chất hoá học chống lại bệnh ung thư.



Hình 5.1. Sơ đồ sản xuất enzyme

Bạn được giao nhiệm vụ tìm đáp án cho ba câu hỏi sau:

- Liệu tăng áp lực làm việc có làm tăng năng suất lao động một cách đáng kể?
- Những gì là điều kiện làm việc tối ưu cho dây chuyền sản xuất enzyme?

- Liệu có một quá trình sản xuất ưu việt hơn thay thế quá trình sản xuất hiện thời hay không?

Hãy xem xét vấn đề này: Bạn có thể sử dụng cùng một cách tiếp cận để trả lời một trong ba câu hỏi trên không?

Một kỹ sư thực hành, nói chung sẽ sử dụng các cách thức khác nhau để giải đáp các câu hỏi trên. Từng câu hỏi sẽ được trình bày cụ thể trong phần này.

5.2.2. Phương pháp khoa học.

Câu hỏi thứ nhất (có thể tăng áp lực làm việc để tăng năng suất hay không) có thể được chuyển thành một giả thuyết (Hypothesis). Một giả thuyết (được trình bày cụ thể hơn ở phần 3) là một giả định về khả năng ứng xử của một hệ thống. Giả thuyết có thể được thử nghiệm. Cốt lõi của phương pháp khoa học chính là đưa ra một giả thuyết, tiến hành thử nghiệm, từ kết quả thử nghiệm sẽ có thể công nhận hoặc loại bỏ giả thuyết đã đặt ra.

Áp dụng phương pháp khoa học vào câu hỏi thứ nhất: ta có thể tiến hành thử nghiệm giả thuyết “tăng áp lực làm việc có thể nâng cao năng suất quá trình sản xuất enzym đáng kể không”? Có nhiều cách tiếp cận vấn đề này. Việc thử nghiệm đơn giản nhất có thể là tăng áp lực làm việc và đánh giá mức độ sản xuất. Nhưng cách tiếp cận này có thể gặp khó khăn trong việc thực hiện thực tế như là các thiết bị có thể không chịu được áp suất làm việc cao hoặc công ty có khả năng không chấp nhận việc dừng sản xuất để tiến hành thí nghiệm.

Một phương án khác là ta có thể lập một mô hình toán học, căn cứ vào những kiến thức về hoá học của hệ thống. Bằng cách xét ảnh hưởng của áp lực đến phản ứng hoá học, có thể kiểm nghiệm giả thiết đã đặt ra thông qua các thí nghiệm mô phỏng trên máy tính (thường được gọi là các thí nghiệm số). Cuối cùng, ta cũng có thể xây dựng một mô hình thu nhỏ (thường được gọi là mô hình vật lý) của những phản ứng hoá học và kiểm chứng một cách độc lập để làm sáng tỏ ảnh hưởng của áp lực làm việc đến năng suất. Cách sử dụng các mô hình để kiểm nghiệm các giả thuyết sẽ được trình bày ở những chương sau.

5.2.3. Phương pháp phân tích kỹ thuật

Để tìm đáp án cho câu hỏi: xác định chế độ làm việc tốt nhất của dây chuyền sản xuất enzym, thực ra đây là vấn đề rất phức tạp, ta cần phải nghiên cứu mọi khía cạnh của dây chuyền sản xuất (ví dụ như áp lực, nhiệt độ, mức độ cung cấp chất hoá học, mức độ tiêu thụ năng lượng, hiệu suất truyền nhiệt). Với dạng câu hỏi này cần phải sử dụng phương pháp phân tích. Với phương pháp này, trước hết vấn đề được xác định rõ ràng, tiếp đó, dữ liệu cần thiết sẽ phải được thu thập, các công cụ phân tích phải được chọn lọc và lời giải được tính toán bằng máy tính. Trong ví dụ này, bạn phải sử dụng kết hợp các mô hình toán học với các mô hình vật lý để điều tra tác động của chế độ làm việc đến hiệu

quả sản xuất. Trước khi bắt đầu phân tích, bạn phải dự đoán được mức độ thành công của mỗi cách giải quyết. Bạn sẽ cố gắng sản xuất thật nhiều enzym mà không cần quan tâm đến chi phí sản xuất, hay là bạn sẽ cố gắng sản xuất enzym với chi phí thấp nhất trên từng kilogram sản phẩm? Bạn đồng ý với việc sản xuất một lượng enzym không đổi hay là đồng ý với dây chuyền sản xuất mới hoạt động gián đoạn (ví dụ như làm 2 kíp một ngày)? Câu hỏi này cần được chuyển thành một dạng của mô hình toán học được gọi là hàm mục tiêu. Bạn có thể dựa vào những mô hình toán học này để tính toán áp suất, nhiệt độ và những chế độ làm việc khác sao cho phù hợp với các hàm mục tiêu đó.

5.2.4. Phương pháp thiết kế kỹ thuật.

Có thể sử dụng một cách tiếp cận khác để phát triển và đánh giá một phương án thiết kế các dây chuyền sản xuất mới (câu hỏi thứ 3 đã được đặt ra ở trên). Đây chính là vấn đề thiết kế, đòi hỏi một kết quả là ít nhất đề ra được một ý tưởng. Trong phương pháp thiết kế kỹ thuật, bạn phải xác định vấn đề một cách cẩn thận, phải thu thập dữ liệu, đưa ra các phương án khác nhau, phân tích và lựa chọn phương án, tiến hành thực thi và đánh giá giải pháp được chọn. Yếu tố quan trọng nhất của giải pháp cho các vấn đề thiết kế là phải xác định được vấn đề. Ta có quyền để đánh giá bất cứ phương án dây chuyền sản xuất nào không? Các hoá chất có luôn sẵn có hay bị hạn chế, những thiết bị cần thiết đã sẵn có chưa, điều kiện các phản ứng có đảm bảo không? Sau khi thu thập những dữ liệu phù hợp, bạn cần đưa ra những ý tưởng về một phương án dây chuyền sản xuất mới. Những người kỹ sư có thể sáng tạo ra một ý tưởng mới bằng cách nào? Thông thường, chúng được thực hiện bởi các nhóm chuyên gia và trao đổi trong các nhóm làm việc. Sau khi đưa ra được các phương án về các dây chuyền sản xuất, bạn có thể lặp lại các bước phân tích như phần 5.2.2 cho mỗi phương án. Điều này sẽ cung cấp những cơ sở để bạn lựa chọn một phương án khả thi nhất. Thậm chí nếu như lời giải được đề xuất mà tưởng rằng đã chấp nhận được thì công việc của bạn chưa hẳn đã kết thúc. Bạn phải triển khai thực thi phương án mới, tức là phải xây dựng và vận hành dây chuyền sản xuất mới. Một trong những bước thú vị nhất của kỹ thuật chính là được nhìn thấy sản phẩm của chính ý tưởng của mình hoạt động thật sự. Sau khi dây chuyền mới được xây dựng, bạn cần phải đánh giá chất lượng hoạt động của nó để đảm bảo rằng lợi nhuận tính toán đã được thực tế hóa.

5.2.5. Sự cần thiết của sáng tạo

Trong nhiều trường hợp, những phương pháp thiết kế và phân tích truyền thống sẽ không đúng khi đưa ra thị trường. Các phương pháp thiết kế sáng tạo luôn đòi hỏi quá trình sản xuất, chào hàng và bán sản phẩm phải được quan tâm thích đáng khi thiết kế. Hơn nữa, khi người kỹ sư bị lúng túng bởi sử dụng các phương pháp phân tích và thiết kế truyền thống không còn phù hợp với hoàn cảnh hiện tại luôn thay đổi, đó là lúc cần có những phương pháp mới, cần có sự sáng tạo.

5.3. Giới thiệu phương pháp khoa học

5.3.1. Giới thiệu

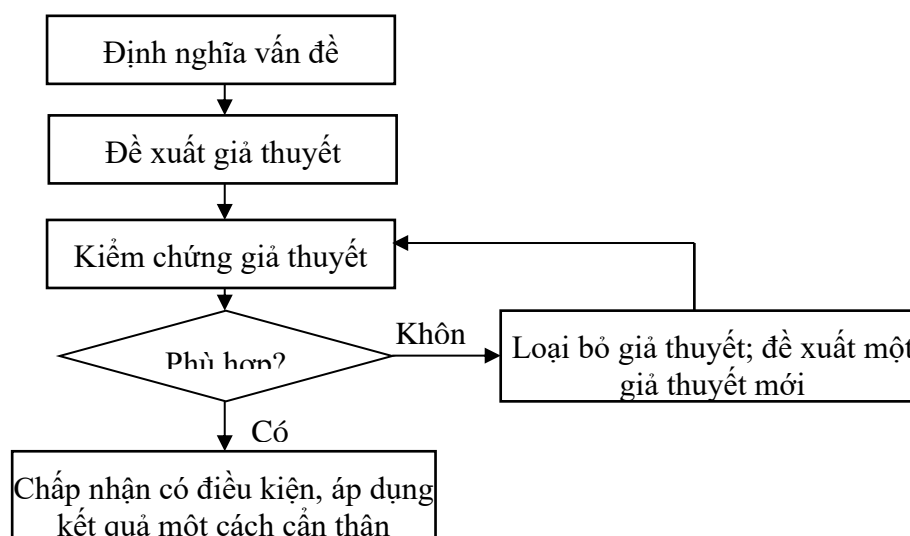
Phương pháp khoa học là một trong những phương pháp thường được các kỹ sư sử dụng nhất, đây cũng là một phương pháp mà bạn đã từng được làm quen trong những năm học phổ thông. Phương pháp này được dùng để đánh giá những giải thích hoặc những thử nghiệm về những hiện tượng quan sát được từ thí nghiệm. Các cách giải thích giả định thường được gọi là những giả thuyết. Những kỹ sư thường sử dụng phương pháp khoa học trong một số tình huống khác nhau. Các kỹ sư nghiên cứu sử dụng phương pháp khoa học nhằm mở rộng hơn những kiến thức về những hệ thống kỹ thuật. Ví dụ, họ có thể sử dụng phương pháp khoa học để kiểm nghiệm một ý tưởng sử dụng chất bán dẫn mới thay thế cho vật liệu đang sử dụng. Người kỹ sư thực hành (kỹ sư thực nghiệm) sử dụng phương pháp khoa học để khẳng định những nguyên nhân cơ bản của những hiện tượng được quan sát. Chẳng hạn, một kỹ sư hóa có thể tiến hành các thí nghiệm ở các nhiệt độ khác nhau để kiểm chứng ý tưởng thay đổi nhiệt độ chưng cất sản phẩm để cải thiện việc tách chất hữu ích từ các tạp chất...

5.3.2 Tiến trình giải quyết các vấn đề khoa học

Bốn bước sau đây có thể được sử dụng để áp dụng phương pháp khoa học

1. Định nghĩa vấn đề
2. Đề xuất ra (đưa ra) một giả thuyết
3. Kiểm nghiệm giả thuyết
4. Loại bỏ hoặc chấp nhận giả thuyết một cách có điều kiện

Cách thức sử dụng phương pháp khoa học theo dạng lặp được trình bày trong hình 5.2.



Hình 5.2. Sơ đồ tiến trình phương pháp khoa học

Nếu giả thuyết bị loại bỏ thì sau đó, một giả thuyết mới sẽ được đề ra để thay thế.

Mỗi bước trong phương pháp khoa học giải quyết các vấn đề khoa học sẽ được trình bày cụ thể dưới đây.

5.4. Định nghĩa vấn đề

5.4.1. Giới thiệu

Xác định vấn đề là bước đầu tiên của tất cả các phương pháp giải quyết vấn đề. Xác định vấn đề, thường có dạng là một câu hỏi, chính là bước quan trọng nhất trong phương pháp khoa học. Tuy nhiên, thường có xu hướng chung cho rằng bước xác định vấn đề là đơn giản và không quan trọng. Nhưng nếu một vấn đề không được xác định rõ ràng ngay từ đầu thì trong quá trình tìm lời giải, ta sẽ phải tốn công sức để loại bỏ những yếu tố không liên quan và rất khó tập trung vào nội dung chính của vấn đề. Nếu như một vấn đề không được xác định tốt thì bạn sẽ phải tốn khá nhiều thời gian và nỗ lực để giải quyết những tiêu mục không cần thiết hoặc thậm chí có thể đi sai hướng. Xác định vấn đề phải là xác định những nét đặc trưng riêng. Một vấn đề được xác định đúng đắn phải bao gồm tất cả những lời giải liên quan và không chứa đựng những phương án giải quyết không liên quan.

5.4.2. Các định nghĩa bao hàm và loại trừ

Như ở phần 5.4.1 đã trình bày, một vấn đề cần được xác định sao cho có tính bao hàm (bao gồm tất cả những giả thuyết và lời giải xác đáng), đồng thời phải có tính loại trừ (không chứa những giả thuyết và lời giải không liên quan).

Hãy xem xét một vấn đề là bạn tiến hành một nghiên cứu về các tai nạn nghiêm trọng của xe tải kéo rơ-mooc gây nên do kích thước cồng kềnh của nó.

Đánh giá cách đặt vấn đề như sau: “Có phải xe tải là nguyên nhân chính của rất nhiều những vụ tai nạn trên đường cao tốc không?”

Vấn đề này được xác định như vậy là chưa đủ tính bao hàm, vì rằng tất cả những vụ tai nạn giao thông (không chỉ là trên đường cao tốc) đều đáng được quan tâm. Hơn nữa, tính loại trừ của định nghĩa vấn đề cũng chưa đạt yêu cầu, vì rằng vấn đề nghiên cứu chỉ tập trung xem xét về mỗi chiếc xe tải kéo rơmooc mà không bao gồm tất cả các loại xe tải. Một cách đặt vấn đề tốt hơn có thể là “Có phải những chiếc xe tải kéo rơmooc là nguyên nhân chính của hầu hết các vụ tai nạn giao thông hay không?”

Việc xác định vấn đề nên bao bao gồm những giới hạn ràng buộc của nó. Ví dụ, vấn đề tai nạn do xe tải nên được giới hạn bởi đồng thời cả tính thời gian (time) và tính không gian (địa hình – geographic). Như vậy, một cách xác định vấn đề tốt hơn có thể là: “Phải chăng nguyên nhân chính của hầu hết các vụ tai nạn giao thông trên tuyến đường 34 ở tỉnh Thayer County trong khoảng thời gian từ tháng 1 năm 2002 đến 31/12/2004 là do những xe tải kéo rơmooc?”.

5.4.3. Nhược điểm của các định nghĩa không khoa học

Nếu như vấn đề được xác định trong phạm vi quá rộng thì sau đó việc tìm các câu trả lời có thể sẽ bị sai. Lấy một ví dụ, giả sử bạn muốn nâng cao hiệu suất cháy của động cơ đốt trong của một chiếc xe ô tô. Nếu bạn xác định vấn đề trong một phạm vi quá rộng thì sau đó, đáp án có thể bị sai khi phải tính toán với nhiều dạng động cơ khác nhau. Ví dụ, động cơ tiêu chuẩn thì đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu-khí qua bugi đánh lửa, trong khi động cơ diesel đốt cháy nhiên liệu bằng nhiệt độ và áp suất cao của hỗn hợp khí-nhiên liệu. Hơn nữa, dạng xilanh cũng khác nhau (tiết diện hình chữ nhật đối với động cơ tiêu chuẩn, hình vòm cho thiết kế HEMI, và hình oval cho động cơ pittông quay). Qua ví dụ này cho thấy, lời giải của bài toán có sự phụ thuộc nhất định vào giới hạn của vấn đề. Việc xác định giới hạn của vấn đề quá rộng cũng có thể trở thành sai lầm. Một lỗi thông thường hay gặp của việc xác định vấn đề sai là sự lẫn lộn giữa các yêu cầu với các lời giải khả dĩ. Các yêu cầu (needs) có thể và nên được xác định một cách rộng rãi, thoải mái. Nếu các yêu cầu được trình bày dưới dạng các lời giải, vấn đề được xác định có thể sẽ hạn chế lời giải.

Lấy ví dụ, một vấn đề thường gặp trong việc quản lý khách sạn là sự giới hạn về việc vận chuyển khách lên tầng trên. Trước đây, vấn đề này được xác định là cần bổ sung một thang máy quay và thang máy đứng.

Vậy, vấn đề của khách sạn có thể tinh chỉnh lại bằng việc bổ sung một phương án giải quyết khác như thế nào?

Khi việc tinh chỉnh lại vấn đề được coi như một yêu cầu để bổ sung thêm dung lượng vận chuyển, thì yêu cầu đặt ra là một phương án vận chuyển ưu việt hơn, thông dụng hơn có thể thay thế cách vận chuyển bằng thang máy. Trước đây, yêu cầu (dung lượng vận chuyển) bị lẫn lộn với phương án giải quyết (vận chuyển bằng thang máy quay và thang máy nâng), như vậy đã làm hạn chế lời giải là chỉ nằm trong các thiết bị vận chuyển bên trong tòa nhà.

Ngoài ra, việc xác định vấn đề cũng rất nên định lượng các mục tiêu. Trong ví dụ dung lượng vận chuyển đang xét, rõ ràng là rất khó có lời giải toàn vẹn cho đề xuất “tìm cách lưu lượng vận chuyển cho khách trọ”. Ví dụ, không thể nói phương án giải quyết là chấp nhận được nếu nó chỉ cho phép vận chuyển thêm 01 hành khách lên tầng trên trong một tuần lễ. Như vậy, một cách xác định vấn đề rõ ràng hơn nên có dạng: “Cần vận chuyển thêm ít nhất 200 khách mỗi ngày từ tiền sảnh lên tầng 5 (tầng cao nhất) bằng một dự án

sao cho nó phải được hoàn thành trong vòng 18 tháng với ngân sách là một triệu đô-la”. Một ví dụ khác về cách xác định một vấn đề được trình bày ở ví dụ 1.

Ví dụ 1: Định nghĩa vấn đề

Bạn được giao nhiệm vụ thiết kế một dạng xe ô tô gia đình mới. Chiếc xe mới này nên kết hợp khả năng chứa hành khách của một chiếc xe tải nhỏ với dáng thể thao của một chiếc xe thể thao tiện ích (sport utility vehicle - SUV). Hãy đánh giá về hai cách xác định bài toán / vấn đề thiết kế được khởi thảo như dưới đây:

1. Thiết kế một chiếc xe với chiều dài nằm ở khoảng giữa chiều dài xe tải nhỏ và chiều dài xe SUV.
2. Thiết kế lại chiếc xe tải nhỏ với nhiều trang trí hấp dẫn ở mặt trước.

Lời giải:

Cách xác định thứ nhất quá ràng buộc. Cũng có thể giả sử rằng chiều dài của chiếc xe mới là trung bình cộng của chiều dài chiếc xe tải nhỏ và chiếc xe SUV. Cách xác định thứ hai thì mơ hồ giữa xác định vấn đề với phương án giải quyết. Nó cũng có thể được giả sử rằng mặt trước được giới hạn là tạo dáng thể thao cho xe tải nhỏ (minivan). Một cách xác định vấn đề tốt hơn có thể là: “thiết kế một xe ô tô gia đình mới với khả năng chứa hành khách của chiếc xe tải nhỏ và có dáng thể thao của chiếc xe SUV”.

5.5. Xây dựng giả thiết

5.5.1. Giới thiệu

Một giả thuyết (Hypothesis xuất phát từ tiếng Hy Lạp từ hai từ Hypo và Tithenai = đưa vào bên dưới, giả định), là một giả định học thuật về nguyên nhân của các hiện tượng được quan sát. Trong khi để xác định vấn đề thường sử dụng những câu hỏi thì giả thuyết lại thường sử dụng những mệnh đề. Như vậy, xác định vấn đề có thể là: “Tại sao tàu vũ trụ con thoi Discovery lại bị tan rã khi trở về khí quyển trái đất vào hôm 01 tháng 2 năm 2003?” Một giả thuyết liên quan đến đề tài này có thể là một mệnh đề được giả định dựa trên một phán đoán học thuật là: “Tàu vũ trụ con thoi Discovery bị phá hủy khi bay về khí quyển trái đất có thể bởi vì nó bị rơi vào vùng bọt nên bị va chạm ở gờ trước của cánh quạt và bị hỏng lớp chịu vỏ nhiệt” Các giả thiết thường dựa trên những cơ sở khoa học nằm sau vấn đề kỹ thuật. Nói cách khác, khoa học còn cho bạn biết hệ thống sẽ vận hành thế nào nếu như bạn có thể chỉ ra được tất cả những đặc điểm tương ứng của hệ thống.

5.5.2. Tính kiểm nghiệm được của giả thuyết

Đặc tính quan trọng nhất của một giả thuyết là tính chất có thể kiểm nghiệm được. Ví dụ, giả thuyết “Tháo bỏ chương trình điều khiển sẽ dẫn đến kết quả làm cháy lõi từ của nhà máy năng lượng hạt nhân” không thể kiểm nghiệm dưới bất kỳ một hệ thống hợp lý nào (trừ khi thông qua các mô hình toán học). Giả thuyết “Trục cam bị lệch tâm sẽ gây ra dao động như một xe tải chạy với tốc độ trên 50 dặm (31,07 km)/giờ” là một giả thuyết có thể kiểm nghiệm được.

Tóm lại, một mệnh đề nếu không thể kiểm nghiệm được thì mệnh đề đó không phải là một giả thiết.

5.6. Kiểm nghiệm một giả thuyết

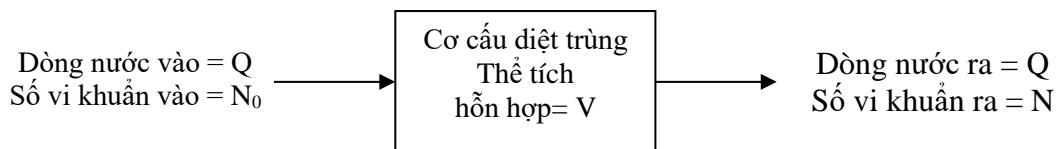
5.6.1. Kiểm nghiệm một giả thuyết bằng thí nghiệm

Kiểm nghiệm giả thuyết là một bước quan trọng trong phương pháp khoa học. Bước kiểm nghiệm này có thể được thực hiện bằng nhiều cách. Cách thông dụng nhất, giả thuyết được kiểm nghiệm bằng việc tiến hành các thí nghiệm. Một thí nghiệm ở đây có thể là sự thăm dò, lấy mẫu thử của một hệ thống đã được thiết kế. Ví dụ, để kiểm nghiệm xem một hệ thống kiểm tra mới có cải thiện năng suất hay không, ta có thể tách riêng một dây chuyền sản xuất và cho chạy thử hệ thống mới. Các thí nghiệm thường được thực thi trên một mô hình thu nhỏ của một hệ thống hoặc là sử dụng các mô hình toán học.

5.6.2. Kiểm nghiệm giả thiết bằng phép phân tích.

Trong một số trường hợp khác, một giả thiết có thể được kiểm nghiệm bằng việc sử dụng kỹ thuật phân tích (giải tích) của phương pháp phân tích kỹ thuật. Giả sử bạn muốn thiết kế một cơ cấu diệt khuẩn cho việc xử lý nước sau thiên tai (như là sóng thần hoặc động đất). Dòng nước sẽ được chảy liên tục qua một thiết bị và được pha trộn với chất diệt trùng và vi khuẩn bị chết thuốc diệt khuẩn. Bạn có thể đưa ra giả thiết rằng số vi khuẩn sống sót còn lại tỷ lệ với thời gian chúng bị giam giữ trong thiết bị đó. (Thời gian giam giữ được tính là thời gian trung bình mà các vi khuẩn bị lưu trong cơ cấu). Nói cách khác, nếu bạn gấp đôi thời gian lưu giữ trong thiết bị, thì số con vi khuẩn còn sống sót sẽ giảm đi một nửa. Tất nhiên, ta có thể kiểm nghiệm giả thuyết này bằng thí nghiệm. Ta cũng có thể kiểm tra giả thuyết này bằng phép phân tích. Lập phương trình cân bằng giữa tổng số vi khuẩn với tổng số bị giết chết và số còn sống sót, ta có:

Tỷ lệ số vi khuẩn đi vào cơ cấu = tỷ lệ số vi khuẩn còn sót lại trong cơ cấu
+ tỷ lệ số vi khuẩn bị chết



Tốc độ vi khuẩn đi vào thiết bị (số con/ giây) bằng lưu lượng của dòng nước vào (lít/ giây) nhân với mật độ vi khuẩn (số con / lít nước) trong dòng nước đi vào. Tương tự, tốc độ vi khuẩn còn sống đi ra (số con/ giây) bằng lưu lượng dòng ra nhân với mật độ vi khuẩn còn sống trong dòng ra, N; tức là QN . Nếu gọi k là hằng số tốc độ tẩy uế thì tốc độ số vi khuẩn bị chết/ giây sẽ là kNV , trong đó V là thể tích bình chứa. Như vậy, điều kiện cân bằng số vi khuẩn sẽ là:

$$QN_0 = QN - kNV$$

Từ đó, tỷ lệ số vi khuẩn còn sống sót so với tổng số vi khuẩn sẽ là:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{1+k\theta}$$

trong đó, $\theta = V/Q$ là thời gian lưu lại trong thiết bị của vi khuẩn.

Qua kết quả phân tích, dễ thấy giả thuyết ban đầu là không đúng. Giả thuyết này cho là nếu tăng thời gian lưu lại trong bình của vi khuẩn lên 2 lần thì số vi khuẩn còn sống giảm đi 2 lần. Tuy nhiên công thức tính toán cho thấy, nếu tăng thời gian lưu vi khuẩn trong bình lên 2 lần, số vi khuẩn chỉ có thể giảm đi ít hơn 2 lần:

$$\frac{1+2k\theta}{1+k\theta} = 1 + \frac{k\theta}{1+k\theta} < 2$$

Chẳng hạn, nếu hằng số tốc độ tẩy uế là $k=0.2$ thì nếu tăng thời gian lưu giữ vi khuẩn lên 2 lần, số vi khuẩn sẽ giảm đi $(1+2.0,1.2)/(1+0,1.2) = 1,16$ lần.

Như vậy, phép phân tích có thể được sử dụng để kiểm nghiệm tính đúng đắn của giả thuyết.

5.7. Kết luận từ kiểm định giả thiết

5.7.1. Loại bỏ một giả thuyết

Căn cứ vào những kết quả kiểm nghiệm, một giả thuyết có thể bị loại bỏ hoặc là được chấp nhận một cách có điều kiện. Nếu như các dữ liệu thu được từ thí nghiệm không minh chứng được cho giả thiết thì giả thiết sẽ bị loại bỏ.

Lấy ví dụ, giả sử bạn tìm cách cải thiện tính năng của động cơ bằng việc nâng cao khả năng làm mát động cơ. Giả thuyết của bạn đưa ra là sẽ sử dụng một chất chống kết băng sẽ nâng cao khả năng làm mát của động cơ. Nhưng sau khi thực hiện một loạt thí nghiệm, kết quả cho thấy chất chống kết băng mới lại làm giảm quãng đường đi được đến 10-25%. Bạn loại bỏ giả thuyết cho rằng chất chống kết băng mới cải thiện hiệu năng của chất đốt.

5.7.2. Chấp nhận giả thuyết một cách có điều kiện

Trong vấn đề vừa nêu trên, nếu thí nghiệm được thực hiện dưới ít nhất 2 điều kiện thí nghiệm chứng tỏ được rằng chất chống kết băng mới tăng được hiệu năng của chất đốt thì bạn có thể không loại bỏ giả thiết. Bạn có thể kết luận rằng chất chống kết băng mới chứng tỏ có khả năng và cần đánh giá về tính năng đó một cách kỹ lưỡng hơn nữa. Hãy lưu ý rằng chỉ nên chấp nhận một giả thuyết trong các điều kiện đã được kiểm nghiệm. Thông thường, chúng ta phát biểu rằng “chấp nhận giả thuyết một cách có điều kiện”, có nghĩa là chúng ta chấp nhận giả thiết dưới những điều kiện được kiểm nghiệm cho đến khi có thêm các dữ liệu được thu thập. Một ví dụ cổ điển về chấp nhận có điều kiện một giả thiết được cung cấp bởi nhà triết lý của nước Anh - Karl Popper (1902–1994). Ông hỏi độc giả của mình là hãy xem xét giả thiết sau: “Mọi con thiên nga đều màu trắng”. Có bao nhiêu con thiên nga màu trắng mà bạn có thể nhìn thấy để công nhận giả thuyết này? 10, 100 hay 1000 con? Câu trả lời của bạn phụ thuộc vào sự kiên nhẫn của bạn để để ý và đếm những con thiên nga nhìn thấy. Không quan trọng là có bao nhiêu con thiên nga màu trắng mà bạn đã nhìn thấy, nhưng bạn chỉ có thể chấp nhận giả thuyết một cách có điều kiện mà thôi: chỉ cần nhìn thấy một con thiên nga màu đen thì giả thuyết “mọi con thiên nga đều màu trắng” sẽ bị bác bỏ ngay lập tức. Thực tế là các nhà khoa học châu Âu đã tin vào giả thuyết “mọi con thiên nga đều màu trắng”, cho đến tận năm 1967, khi con thiên nga đen đầu tiên được phát hiện ở Australia. Thiên nga đen sống ở Australia, New Zealand và Tasmania.

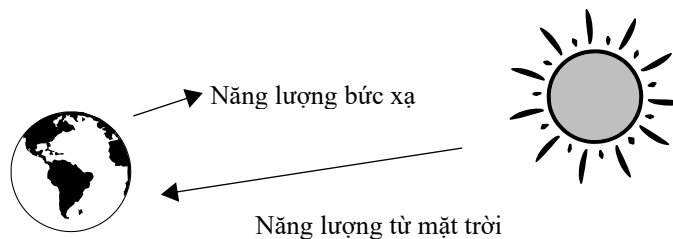
Tương tự, trong ngành kỹ thuật, bạn có thể tìm thấy những giả thuyết được chấp nhận có điều kiện cho đến khi chúng được chứng minh là sai. Ví dụ, bạn có thể kết luận rằng nhiệt độ không ảnh hưởng đến việc lắp ráp các truyền động bánh răng trong máy dọn tuyết. Cho đến một ngày khi đang làm thí nghiệm, nhiệt độ giảm xuống đến một giá trị xác định và làm biến đổi cơ tính của kim loại và gây ra kẹt các bánh răng. Lúc này bạn loại bỏ giả thuyết mà bạn chấp nhận một cách có điều kiện trước đó.

5.8. Những ví dụ sử dụng phương pháp khoa học

Hai ví dụ sẽ minh họa cho việc sử dụng phương pháp khoa học.

Ví dụ 1

Giả sử rằng bạn muốn khảo sát xem các hoạt động của con người có ảnh hưởng đến việc trái đất nóng lên hay không. Phạm vi các kiến thức liên quan đến hiện tượng trái đất nóng lên (Global warming) rất rộng, ở đây vấn đề này chỉ tập trung vào một câu hỏi hẹp có cơ sở khoa học. Giả sử bạn đưa ra cách xác định vấn đề như sau: “Nhiệt độ của trái đất có phụ thuộc vào thành phần khí quyển hay không?”. Một giả thuyết tương ứng sẽ là: “Nhiệt độ trung bình của trái đất có phụ thuộc vào thành phần của khí quyển”. Giả thuyết này có thể được kiểm nghiệm bằng phép phân tích. Cơ sở khoa học quan trọng để kiểm nghiệm giả thuyết này chính là định luật cân bằng năng lượng: Năng lượng từ mặt trời chiếu vào trái đất phải cân bằng với năng lượng được phát ra từ trái đất (được gọi là back-radiation: sự bức xạ ngược).



Hình 5.3. Sơ đồ bức xạ năng lượng mặt trời

Năng lượng vào trái đất từ mặt trời (năng lượng đầu vào) sẽ là:

$$W_1 = (\pi R^2)S(1 - A) \quad (2)$$

với R là bán kính trái đất

S là mật độ năng lượng phát ra của mặt trời (còn gọi là hằng số mặt trời – solar constant), bằng $1,367 \text{ W/m}^2$

A là hệ số bức xạ (còn gọi là suất phản chiếu albedo) của trái đất, bằng $0,31$.

Năng lượng bức xạ từ trái đất sẽ là :

$$W_2 = \sigma(4\pi R^2).e.(T^4) \quad (3)$$

với σ là hằng số Stefan – Boltzman, bằng $5,5597 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{-K}^4$

e là tỷ lệ bức xạ ngược thoát vào khí quyển trái đất (còn được gọi là độ bức xạ)

T là nhiệt độ của trái đất tính bằng độ K (với $^\circ\text{K} = ^\circ\text{C} + 273,16$).

Công thức (3) được gọi là công thức Stefan – Boltzman . Sử dụng định luật cân bằng năng lượng, từ công thức (2) và công thức (3) ta có:

$$W_1 = W_2$$

$$(\pi R^2)S(1-A) = \sigma(4\pi R^2).e.(T^4)$$

Từ đó rút ra công thức tính nhiệt độ là

$$T = \left[\frac{S(1-A)}{4e\sigma} \right]^{1/4}$$

Thay các giá trị A, S và σ , và giả sử rằng $e = 1$, tức là tất cả năng lượng đều bức xạ vào khí quyển khi đó $T = 255^\circ\text{K}$ hay $T = -18^\circ\text{C}$. Rõ ràng là, nhiệt độ trung bình của trái đất không phải là -18°C vì nếu như vậy thì thời tiết sẽ rất lạnh và mọi nguồn nước tự nhiên đều đóng băng.

Trong thực tế khí quyển giữ lại một phần năng lượng được bức xạ ngược lại. Quá trình này được gọi là hiệu ứng nhà kính (Greenhouse effect), xảy ra chủ yếu do các thành phần hơi nước và cacbon điôxit trong khí quyển. Trên cơ sở các mức độ tự nhiên của hơi nước và CO_2 trong khí quyển (tức là trước khi có những hoạt động tác động của con người), giá trị của e vào khoảng 0.615 (tức là có khoảng 38.5% năng lượng được giữ lại và 61.5% năng lượng được bức xạ vào khí quyển). Tính lại với $e = 0,615$ ta có $T = 288^\circ\text{K}$ hoặc $+15^\circ\text{C}$.

Mô hình này cho ra dự báo nhiệt độ trung bình hàng năm trong khoảng thời gian dài khá chuẩn xác - là $+13,9^\circ\text{C}$. Nhiệt độ trung bình của năm 2003 chỉ cao hơn $0,56^\circ\text{C}$ so với nhiệt độ trung bình $13,9^\circ\text{C}$, tức là e giảm đi so với mô hình dự đoán là 1%. Điều này cho thấy có sự giảm phụ thuộc của nhiệt độ trung bình trái đất vào hệ số e , còn e lại phụ thuộc vào thành phần khí quyển. Như vậy, qua phân tích ta thấy, có thể chấp nhận một cách có điều kiện giả thuyết «Nhiệt độ trung bình của trái đất phụ thuộc vào thành phần khí quyển».

Ví dụ 2

Sử dụng phương pháp khoa học, hãy phân tích nguyên nhân tại sao trong một vài bức ảnh có “đôi mắt màu đỏ” (con người của đối tượng màu đỏ).

Lời giải:

Đầu tiên phải xác định câu hỏi. Trong trường hợp này, câu hỏi được thể hiện rõ ràng trong câu đặt vấn đề: Tại sao trong một vài bức ảnh, hình ảnh đôi mắt có lại màu đỏ.

Bước thứ hai là đưa ra một giả thuyết. Bạn có thể đưa ra một giả thuyết của mình tập trung vào điểm này: một giả thuyết cho rằng đôi mắt đỏ là do màu đỏ trong ánh đèn flash của máy ảnh.

Bước thứ ba là tiến hành kiểm nghiệm giả thuyết. Giả thuyết có thể được kiểm nghiệm bằng việc sử dụng những bộ lọc khác nhau cho đèn flash và quan sát màu đỏ của mắt có liên quan đến chiều dài bước sóng ánh sáng chiếu vào đối tượng hay không.

Chú ý: Thí nghiệm cho thấy rằng giả thuyết đưa ra là sai và được loại bỏ. Một giả thuyết thay thế sẽ được trình bày ở bài toán 2.

5.9. Tổng kết chương

Những người kỹ sư là người giải quyết các vấn đề kỹ thuật. Những vấn đề kỹ thuật được giải bằng hệ thống khoa học (những kiến thức của những định luật, quy tắc toán học, hoá học, vật lý, cơ học và những đối tượng kỹ thuật khác (lĩnh vực kỹ thuật khác)) và nghệ thuật (sự sáng tạo, óc phán đoán, kinh nghiệm và nhiều yếu tố khác). Vấn đề kỹ thuật đòi hỏi phải kiểm nghiệm giả thuyết bằng các phương pháp khoa học. Trong phương pháp khoa học, bạn phải xác định vấn đề, đề xuất một giả thuyết, kiểm nghiệm giả thuyết, và loại bỏ hoặc chấp nhận một cách có điều kiện giả thiết đó. Một bước quan trọng trong tất cả những phương pháp giải quyết vấn đề chính là bước xác định vấn đề. Vấn đề được xác định phải là những đặc trưng, nên bao hàm cả những giới hạn của vấn đề, và có thể lượng hoá đối tượng. Hơn nữa, vấn đề phải được xác định sao cho không hạn chế các lời giải. Nói cách khác, vấn đề không được hạn chế quá mức các phương án giải quyết. Khi vấn đề được xác định, thì giả thuyết có thể được đưa ra. Giả thiết phải được kiểm nghiệm, thường được kiểm nghiệm bằng các thí nghiệm hoặc bằng phép phân tích. Từ kết quả của bước kiểm nghiệm giả thuyết, cần lưu ý chỉ có thể chấp nhận giả thuyết trong phạm vi các điều kiện giống như các điều kiện tiên hành thí nghiệm.

TÓM LƯỢC NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

- Các vấn đề kỹ thuật có thể có một, nhiều hoặc không có lời giải và thường yêu cầu phải thu thập dữ liệu để cung cấp những thông tin cần thiết cho việc giải quyết bài toán.
- Các vấn đề kỹ thuật được giải bằng hệ thống khoa học (những kiến thức của những định luật, quy tắc toán học, hoá học, vật lý, cơ học và những đối tượng kỹ thuật khác (lĩnh vực kỹ thuật khác)) và nghệ thuật (sự sáng tạo, óc phán đoán, kinh nghiệm và nhiều yếu tố khác).
- Các kỹ sư sử dụng phương pháp khoa học, phương pháp phân tích kỹ thuật, phương pháp thiết kế kỹ thuật để giải toán.
- Phương pháp khoa học bao gồm bước hình thành một giả thuyết và kiểm nghiệm giả thuyết đó.
- Các vấn đề thiết kế đòi hỏi phải đưa ra được nhiều phương án để chọn lựa.
- Phương pháp khoa học được sử dụng để đánh giá những dữ liệu của những hiện tượng quan sát được.

- Giải quyết vấn đề bằng phương pháp khoa học gồm các bước: xác định vấn đề, đề xuất một giả thuyết, kiểm nghiệm giả thuyết đó, loại bỏ hoặc chấp nhận có điều kiện giả thiết.
- Vấn đề được xác định phải có tính đặc trưng.
- Xác định vấn đề nên bao gồm cả những giới hạn của vấn đề
- Xác định vấn đề không được làm hạn chế các phương án giải quyết.
- Xác định vấn đề nên lượng hoá các mục đích.
- Giả thuyết phải có khả năng tiến hành kiểm nghiệm được.
- Giả thuyết có thể được kiểm nghiệm bởi các thí nghiệm hoặc bằng phép phân tích
- Chấp nhận giả thiết chỉ trong các điều kiện giống như khi tiến hành thí nghiệm.

Câu hỏi ôn tập

1. Xác định xem liệu có thể sử dụng phương pháp khoa học, phương pháp phân tích kỹ thuật hoặc phương pháp thiết kế kỹ thuật để giải quyết những vấn đề kỹ thuật dưới đây. Giải thích lý do lựa chọn của bạn cho mỗi trường hợp.
 - a) Tìm cách sắp xếp xilanh tốt nhất để công suất sinh ra của động cơ xe đua đạt giá trị lớn nhất.
 - b) Nhiệt độ có ảnh hưởng đến việc sử dụng nam châm điện hay không?
 - c) Xác định ứng xử của một ngôi nhà dưới ảnh hưởng của động đất
2. Một phương án giả thiết giải thích cho hiện tượng đôi mắt màu đỏ (hình vẽ) cho rằng đôi mắt màu đỏ là do sự phản chiếu của ánh sáng từ đèn flash vào tia máu ở đáy võng mạc. Nếu như đèn flash lóe sáng rất nhanh thì con người vẫn duy trì sự giãn nở và diện tích bề mặt phản chiếu rộng hơn một cách tương đối. Nếu như góc chiếu từ đèn flash đến mắt và ống kính camera (xem hình vẽ) rất nhỏ thì ánh sáng sẽ được phản chiếu ngược lại camera. Hãy phát biểu lại thông tin nói trên dưới dạng một giả thuyết và trình bày phương pháp có thể kiểm nghiệm giả thuyết đó. Tìm hiểu các kỹ thuật giảm thiểu hiện tượng mắt đỏ (red eye) có trên Internet để kiểm tra lại ý tưởng về giả thuyết và cách kiểm nghiệm của bạn.

3. Một tín hiệu đèn giao thông được thiết kế để chuyển sang màu đỏ báo hiệu cho ô tô đang lưu thông mỗi khi nút “Đi bộ” được nhấn. Các kỹ sư giao thông quan tâm đến việc thay đổi cách hoạt động của đèn tín hiệu. Trong hệ thống mới, tín hiệu đèn giao thông chuyển sang màu đỏ cho làn xe ô tô sau mỗi phút. Bạn hãy xác định vấn đề và đề xuất giả thuyết về ảnh hưởng của sự vận hành đèn giao thông đến thời gian đợi trung bình của một ô tô.
4. Xác định vấn đề và đề ra một giả thuyết về ảnh hưởng của cường độ dòng điện đến công suất đầu ra của một lò nung bằng điện trở. Giả sử rằng lò nung đó có điện trở không đổi. Kiểm nghiệm giả thuyết sử dụng công thức sau:

$$\begin{aligned} \text{công suất} &= \text{cường độ dòng điện} \times \text{hiệu điện thế} \\ \text{hiệu điện thế} &= \text{cường độ dòng điện} \times \text{điện trở.} \end{aligned}$$

5. Liệt kê những đặc trưng của một cách xác định vấn đề đúng đắn. Minh họa bằng cách so sánh hai cách xác định vấn đề đúng đắn và không đúng đắn.
6. Liệu rằng vỗ nhẹ vào thành một hộp soda có cản trở việc tạo bọt khi bạn mở hộp hay không? Phát biểu bài toán, đề ra một giả thuyết và phương pháp luận kiểm nghiệm. Kiểm nghiệm giả thuyết của bạn và giải thích lý do tại sao bạn lại loại bỏ hoặc chấp nhận một cách có điều kiện giả thuyết đó.
7. Vấn đề được nêu ra ở câu 6 đã được đánh giá tại trang Web <http://www.snopes.com/science/sodacan.htm>. Đánh giá cách đặt vấn đề, giả thuyết và phương pháp luận kiểm nghiệm của các tác giả. Theo bạn, họ có đủ minh chứng để chấp nhận có điều kiện hay loại bỏ giả thuyết của họ hay không?
8. Liệu rằng nước trong bồn vệ sinh khi thoát đi sẽ xoáy theo chiều kim đồng hồ ở phía Bắc bán cầu và ngược chiều kim đồng hồ ở Nam bán cầu hay không? Hãy đặt vấn đề, giả thuyết và nêu phương pháp luận kiểm chứng? Hãy tự kiểm nghiệm giả thuyết của bạn và giải thích tại sao bạn chấp nhận có điều kiện hay loại bỏ giả thuyết của bạn? Bạn có thể kiểm tra lại tính đúng đắn của kết luận của bạn bằng cách xem thông tin về tác động của lực Coriolis sinh ra do trái đất quay trên website <http://www.snopes.com/science/coriolis.asp>.

6 Phương pháp phân tích kỹ thuật

- 6.1 Giới thiệu**
 - 6.1.1 Giới thiệu về phân tích kỹ thuật
 - 6.2.2 Giải các bài toán phân tích
- 6.2 Thu thập số liệu**
 - 6.2.1 Giới thiệu
 - 6.2.2 Thu thập số liệu
- 6.3 Lựa chọn phương pháp phân tích**
 - 6.3.1 Giới thiệu
 - 6.3.2 Lựa chọn các định luật vật lý
 - 6.3.3 Chuyển đổi thành các biểu thức toán học
- 6.4 Dự đoán lời giải**
 - 6.4.1 Giới thiệu
 - 6.4.2 Ví dụ
- 6.5 Giải quyết vấn đề**
 - 6.5.1 Giải các biểu thức toán học bằng tách biến
 - 6.5.2 “Quy tắc vàng” cho việc xử lý các biểu thức
 - 6.5.3 Thao tác chất lượng
 - 6.5.4 Các lời khuyên cho xử lý các biểu thức
- 6.6 Kiểm tra kết quả**
 - 6.6.1 Giới thiệu
 - 6.6.2 Sử dụng logic để tránh các trả lời vật lý
 - 6.6.3 Sử dụng logic để kiểm tra việc xử lý các biểu thức
 - 6.6.4 Sử dụng phỏng đoán để kiểm tra lời giải
 - 6.6.5 Sử dụng thứ nguyên để kiểm tra lời giải
- 6.7 Thứ nguyên**
 - 6.7.1 Giới thiệu
 - 6.7.2 Phân tích thứ nguyên
 - 6.7.3 Chuyển đổi thứ nguyên
- 6.8 Ví dụ về phương pháp phân tích kỹ thuật**
- 6.9 Tổng kết chương**
 - Câu hỏi ôn tập

6.1. Giới thiệu

6.1.1. Giới thiệu về phân tích kỹ thuật

Phân tích là ứng dụng của các nguyên lý của toán học và khoa học để giải quyết các bài toán kỹ thuật. Từ phân tích tiếng Anh (analysis) bắt nguồn từ các chữ Hy Lạp *ana-* + *lyein*, có nghĩa là chia nhỏ ra từng phần. Chúng ta phân tích các vấn đề bằng cách chia chúng ra thành nhiều phần.

Trong một bài toán phân tích, hệ thống đã được xác định và ta cần xác định các đặc trưng của hệ thống. Một ví dụ đơn giản, các bài tập về nhà của sinh viên cũng là các bài toán phân tích. Một bài toán phân tích điển hình có dạng: “Cho a , b và c , hãy xác định x , y và z ”.

Các bài toán phân tích có hai đặc trưng quan trọng. Thứ nhất là hệ thống và tình huống của bài toán thường được xác định rõ ràng. Thứ hai là các bài toán phân tích thường chỉ có một cách giải. Hãy liên tưởng đến các bài tập vật lý ở trường trung học phổ thông. Cho các vật chuyển động có gia tốc và cần phải xác định vị trí của chúng tại các thời điểm xác định. Hệ thống đã được xác định (ví dụ, chúng ta đã biết cần phải tính toán những gì) và chỉ có một lời giải (trong trường hợp này vị trí của vật đã được xác định bởi $x = a \cdot t^2 / 2$ với a là gia tốc và t là thời gian. Với mỗi giá trị của t chỉ có một giá trị tương ứng của x). Các bài toán như xác định ứng suất trong khung của các cây cầu, xác định lực đẩy cần thiết để phóng vệ tinh vào quỹ đạo, hoặc tính toán độ tin cậy của mạng máy tính là các ví dụ về các bài toán phân tích kỹ thuật.

Như trên đã nói các bài toán phân tích thường chỉ có một cách giải tốt. Tại sao lại như vậy? Trong thực tế, có rất nhiều bài toán kỹ thuật (gọi là bài toán thiết kế) có nhiều cách giải. Hãy chú ý hai bài toán sau: (1) Xác định lực tác dụng lên 1 puly, và (2) điều khiển một chiếc xe lăn cho người bị liệt cả chân và tay. Rõ ràng là bài toán lực tác dụng lên puly chỉ có một đáp án (một lực) nhưng bài toán điều khiển xe lăn có thể có nhiều phương án điều khiển (xem Hình 6.1). Các bài toán thiết kế được đưa ra bởi phương pháp thiết kế kỹ thuật.



Hình 6.1: Minh họa về bài toán thiết kế và phân tích

6.1.2. Giải các bài toán phân tích

Quá trình dùng để giải các bài toán phân tích được gọi là phương pháp phân tích kỹ thuật. Phương pháp phân tích kỹ thuật dùng để xác định các quy luật khoa học và toán học. Phương pháp phân tích mang tính khoa học cao hơn nghệ thuật. Để giải các bài toán phân tích nên sử dụng quá trình gồm sáu bước sau:

1. Xác định bài toán
2. Thu thập số liệu và kiểm tra tính chính xác của số liệu
3. Lựa chọn các phương pháp phân tích
4. Dự đoán giải pháp
5. Giải bài toán
6. Kiểm tra kết quả

Năm bước cuối trong phương pháp phân tích kỹ thuật sẽ được mô tả cụ thể trong các phần tiếp theo.

6.2. Thu thập số liệu

6.2.1. Giới thiệu

Trước khi tiếp tục quá trình giải, cần thu thập số liệu và chứng minh rằng chúng thích hợp với bài toán đã cho. Các số liệu có thể bao gồm số liệu vật lý (ví dụ các kích thước, điện áp, dòng điện, nhiệt độ, hay vận tốc) hoặc số liệu thu được từ các quá trình phỏng vấn. Một số bài toán đòi hỏi việc mô tả bài toán và các bước thu thập số liệu phải được thực hiện một cách riêng lẻ. Trong một số bài toán khác, việc xác định bài toán có thể đưa ra một số hay tất cả số liệu.

6.2.2. Thu thập số liệu

Các số liệu có thể thu thập bằng hai cách. Cách thứ nhất là tiến hành với mô hình thí nghiệm dùng để thay thế hệ thống thực. Các biến của hệ thống có thể thay đổi và các giá trị đầu ra được ghi lại. Các thí nghiệm tiến hành với mô hình nhỏ hơn hệ thống thực sẽ mô tả các đại lượng vật lý của tất cả hay một phần của hệ thống thực.

Cách thứ hai là tiến hành các phép đo trên thực tế. Các giá trị đo có thể là ứng suất phát sinh trong các dầm hay mô men xoắn trên trục của một động cơ điện.

Trong tất cả các trường hợp, một điểm quan trọng là phải kiểm tra tính hợp lý của các số liệu. Với các số liệu đo, cần xem xét chúng và tiến hành đo lại nếu cảm thấy còn nghi ngờ. Với các số liệu lấy từ các nguồn khác cần kiểm tra kỹ các nguồn số liệu. Ví dụ các

số liệu sẵn có trên internet nhiều khi chưa được kiểm định một cách độc lập. Tương tự, khi tiến hành phỏng vấn mọi người về một vấn đề nào đó cần chú ý các phát biểu của mọi người có dựa trên các số liệu hay họ đưa ra các giả thuyết về các điều kiện trên internet.

6.3. Lựa chọn các phương pháp phân tích

6.3.1. Giới thiệu

Quá trình lựa chọn các phương pháp phân tích gồm hai bước. Bước một, lựa chọn các định luật hay nguyên lý cơ bản sẽ áp dụng cho hệ. Các định luật hay nguyên lý thường là định luật hay nguyên lý toán học và khoa học. Ví dụ, định luật hai Newton về chuyển động (lực = khối lượng \times gia tốc $F = m \cdot a$) có thể kết hợp với điều kiện cân bằng lực để giải nhiều bài toán tĩnh học. Các phương trình được xây dựng từ các định luật cơ bản được sử dụng để giải các bài toán.

Bước hai là chuyển các quy luật vật lý thành các biểu thức toán học (còn gọi là công thức toán học). Kỹ thuật là một lĩnh vực định lượng. Là một kỹ sư, cần phải xây dựng các công thức toán học của thế giới vật lý. Có thể cần phải hiểu rõ sự phụ thuộc của điện áp vào dòng điện, hoặc quan hệ giữa nhiệt lượng và nhiệt độ vv... Nếu chỉ biết một cách đơn giản rằng một biến này phụ thuộc vào một biến khác là chưa đủ. Để phân tích các hệ tương tác với thế giới vật lý, cần thiết phải xác định quan hệ giữa các biến với nhau một cách định lượng. Là một kỹ sư, cần phát triển và sử dụng các công thức toán học cho mối quan hệ giữa các biến.

6.3.2. Lựa chọn các định luật vật lý

Trong kỹ thuật và khoa học, các định luật là các mệnh đề về tự nhiên mà chúng được coi là đúng. Một câu hỏi đặt ra là : *làm thế nào để biết các định luật là đúng?* Trên thực tế, bạn không biết định luật là đúng. Các định luật là không thể chứng minh vì chúng gắn liền với thực tế, với các thuộc tính vật lý. Do có sai số, cho dù bạn có đo các thuộc tính vật lý cẩn thận đến bao nhiêu, bạn cũng không thể chứng minh được rằng các giá trị là đúng như trong định luật đã nêu. Có vẻ như hơi lạ là rất nhiều công việc kỹ thuật dựa trên các giả thiết chưa được chứng minh, nhưng những giả thiết này đã tồn tại cùng với thời gian.

Một số lượng rất lớn các tính toán kỹ thuật bắt đầu từ một số lượng nhỏ các định luật vật lý. Có ba loại định luật vật lý rất quan trọng trong kỹ thuật: các định luật bảo toàn, các định luật chuyển động, và các định luật cơ bản. Các định luật này sẽ được trình bày trong các học kỳ tới. Trong chương này, các định luật sẽ được giới thiệu qua nhằm minh họa các định luật vật lý được sử dụng trong phương pháp phân tích kỹ thuật như thế nào.

Các định luật về bảo toàn là các định luật quan trọng bậc nhất. Trong các hệ kỹ thuật, thường giả thiết rằng một vài tham số vật lý cơ bản là không đổi. Người ta thấy rằng khối lượng, mô men động lượng (khối lượng \times vận tốc), mô men quay, năng lượng (của cả hệ) là không thay đổi. Định luật về sự bảo toàn năng lượng còn được gọi là Định luật thứ nhất về Nhiệt động học. Các thuộc tính bảo toàn sẽ cân bằng (tức là sẽ không thay đổi với các trạng thái khác nhau của hệ).

Các định luật bảo toàn là cơ sở cho nhiều tính toán kỹ thuật. Kỹ sư hóa có thể sử dụng sự cân bằng năng lượng để thiết kế hệ thống làm lạnh. Kỹ sư cơ khí dùng điều kiện cân bằng mô men để tính dòng chảy mực trong máy in vv...

Nội dung các định luật bảo toàn được tóm tắt trong bảng 6.1.

Bảng 6.1 : Các định luật bảo toàn phổ biến

Thuộc tính bảo toàn	Ví dụ	Các định luật bảo toàn khác
Khối lượng (m)	Xác định lượng hóa chất cần thiết cho các quá trình công nghiệp	Phương trình liên tục cho dòng chảy cho chất lỏng mật độ không đổi, tổng của dòng chảy tới và đi của một nút bằng không.
Mô men động lượng (mv)	Xác định vận tốc ban đầu của một quả bóng chày sau khi bị đánh bởi gậy.	
Mô men quay (mvr)	Xác định vận tốc góc của một cánh quạt	Định luật Kepler 2 : Một đoạn thẳng nối mặt trời và một hành tinh bất kỳ quét những diện tích bằng nhau trong những khoảng thời gian như nhau.
Năng lượng (E) (định luật thứ nhất về nhiệt động học)	Xác định sức nâng của một cánh máy bay	Phương trình Bernoulli : quan hệ giữa áp suất, vận tốc và độ cao của chất lỏng.
Sự tích điện (z)	Xác định độ pH của mưa axit	Định luật Kirchhoff : Tổng dòng điện đến và đi khỏi một nút bằng không.

Các định luật phổ biến khác được dùng làm xuất phát điểm cho các tính toán kỹ thuật là các định luật về chuyển động. Isaac Newton (1643-1727) đã đưa ra ba định luật về chuyển động. Định luật thứ nhất về chuyển động (còn gọi là định luật quán tính) phát biểu rằng một vật sẽ giữ nguyên trạng thái đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều nếu lực tác dụng lên nó cân bằng.

Định luật thứ hai của Newton về chuyển động nêu lên lực (F) tác dụng lên một vật bằng tích của khối lượng của vật (m) với gia tốc của nó (a), hay $F = m \cdot a$. Định luật thứ ba của Newton về chuyển động (còn gọi định luật tác dụng và phản tác dụng) cho biết khi một vật bị kéo hay đẩy, nó sẽ tạo một lực tương đương nhưng hướng ngược lại.

Các kỹ sư điện có thể sử dụng định luật thứ nhất của Newton để mô tả chuyển động của các điện tử trong từ trường. Các kỹ sư hàng không thiết kế hệ thống đẩy mới dựa trên định luật Newton thứ hai. Các kỹ sư cơ khí dùng định luật Newton thứ ba để giải bài toán xác định các lực tác dụng trong các khớp động.

Loại định luật thứ ba là các định luật cơ bản mà chúng mô tả các quan hệ giữa các thuộc tính có thể đo được của hệ. Các định luật cơ bản là các định luật thực nghiệm vì chúng dựa trên các quan sát nhiều hơn là dựa trên lý thuyết. Có ba định luật cơ bản quan trọng là :

1. Định luật Hooke (tìm ra bởi Robert Hooke, 1635-1703): lực đàn hồi của lò xo (F) tỉ lệ với độ biến dạng của nó (x), hay $F = k \cdot x$, với k là độ cứng của lò xo hay hệ số đàn hồi.

2. Định luật Ohm (tìm ra bởi Georg Simon Ohm, 1789-1854) : điện áp (U) bằng tích số cường độ dòng điện (I) với điện trở (R) : $U = I \cdot R$.

3. Định luật chất khí lý tưởng (còn gọi là phương trình trạng thái khí lý tưởng): áp suất (p) \times thể tích (V) = số mol (n) \times hằng số khí (R) \times nhiệt độ (T), hay $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Các kỹ sư xây dựng có thể sử dụng định luật Hooke để xác định quan hệ giữa ứng suất sinh ra trong một dầm (ứng suất = lực/diện tích) với biến dạng tỉ đối (biến dạng/chiều dài) của nó. Các kỹ sư điện có thể dùng định luật Ohm để xác định điện áp rơi trên các mạch điện. Các kỹ sư cơ khí có thể tính toán chiều dày cần thiết của bình chứa ô xy nhờ áp dụng định luật chất khí lý tưởng.

Nên lựa chọn các định luật vật lý như thế nào? Nguyên lý chung là tìm mối quan hệ giữa các phần tử đã biết của hệ với các phần tử chưa biết. Ví dụ, muốn tính vận tốc của một viên đạn sau khi nó xuyên qua một bức tường, có thể sử dụng sự bảo toàn mô men động lượng. Ta sẽ có quan hệ giữa các yếu tố đã biết (khối lượng và vận tốc ban đầu) và các yếu tố cần xác định (vận tốc của viên đạn sau khi xuyên tường).

6.3.3. Chuyển đổi thành các biểu thức toán học

Các định luật vật lý không thể sử dụng để tính toán được trừ khi chúng được chuyển thành các biểu thức toán học chứa các tham số cần xác định. Do vậy, bước thứ hai của việc thực hiện tính toán kỹ thuật là chuyển quy luật vật lý thành biểu thức toán học. Ví dụ, giả sử cần phân tích một mạch điện tại một nút mà nó chia thành hai nhánh rẽ. Nếu ta biết cường

độ dòng điện trên dây chính trước khi rẽ nhánh và cường độ dòng điện trên một nhánh rẽ, làm thế nào để tính cường độ dòng điện ở nhánh còn lại. Khi này cần có mối quan hệ giữa các dòng điện của mạch. Định luật Kirchoff về dòng điện (bảng 6.1) sẽ mô tả quan hệ đó. Theo định luật, tổng dòng điện đến và đi khỏi một nút bằng không. Khi này ta có:

$$\text{Cường độ dòng trên dây chính} = \text{cường độ dòng nhánh 1} + \text{cường độ dòng nhánh 2}$$

Biểu thức toán học biểu diễn mối quan hệ giữa các đại lượng đã biết với các đại lượng chưa xác định. Từ biểu thức toán học ta có thể xác định các đại lượng cần tìm. Ví dụ sau mô tả việc chuyển từ các định luật vật lý thành các biểu thức toán học.

Ví dụ : Xác định vận tốc của một tên lửa với giả thiết rằng tên lửa sẽ dừng lại khi nó ở rất xa trái đất.

Giải : Lúc tên lửa bắt đầu bắt đầu bay, năng lượng của tên lửa là hiệu số giữa động năng của nó và năng lượng của lực hấp dẫn của trái đất. Khi tên lửa dừng ở nơi rất xa trái đất, tổng năng lượng của nó sẽ bằng không. Khi này phương trình cân bằng năng lượng sẽ là :

$$\text{Năng lượng lúc bắt đầu bay} = \text{năng lượng lúc ở rất xa trái đất} - \text{năng lượng của lực hấp dẫn} = 0$$

Hay

$$\text{động năng} = \text{năng lượng của lực hấp dẫn}$$

Động năng lúc tên lửa bắt bay là $\frac{m \cdot v^2}{2}$ với m là khối lượng và v là vận tốc của tên lửa.

Năng lượng của lực hấp dẫn bằng $\frac{m \cdot G \cdot M}{R}$ với G là hằng số hấp dẫn vũ trụ,

$G = 6,672 \times 10^{-11}$ ($m^3 kg^{-1} s^{-2}$), M là khối lượng của trái đất, $M = 5,98 \times 10^{24}$ (kg), và R là bán kính trái đất, $R = 6,37 \times 10^6$ (m). Khi này ta có :

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{m \cdot G \cdot M}{R}$$

Hay

$$v = (2 \cdot G \cdot M / R)^{1/2}$$

Thay các giá trị ở trên vào biểu thức tính v ta có :

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot (6,67 \times 10^{-11} m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}) \cdot (6,98 \times 10^{24} kg)}{6,37 \times 10^6 m}} = 11,2 \text{ (m/s)}$$

6.4. Dự đoán lời giải

6.4.1. Giới thiệu

Một bước rất quan trọng nhưng thường lại hay bị bỏ qua khi phân tích và giải quyết một vấn đề kỹ thuật là dự đoán lời giải. Trong một số trường hợp, dự đoán trình tự giải có thể dẫn đến các lỗi khi phân tích. Dự đoán dùng để kiểm tra tính toán và cũng góp phần cho việc phát triển khả năng trực giác kỹ thuật. Trên thực tế, đôi khi kết quả tính toán có thể làm ta rất ngạc nhiên vì nó có thể khác xa với kết quả dự đoán. Tuy vậy, dự đoán vẫn là phương pháp kiểm tra tính toán kỹ thuật tốt.

Một ví dụ của dự đoán là thước tính logarit. Cho dù thời đại ngày nay là thời đại của máy tính cá nhân tốc độ cao, một số kỹ sư vẫn còn sử dụng thước tính logarit. Thước tính logarit là công cụ tính ra đời từ khá lâu, nhưng nó có một đặc điểm khá thú vị : nó không chỉ phần thập phân ở kết quả trả lời. Nếu ta nhân 71,2 với 46,3 bằng thước logarit sẽ được 330. Nó là 3,30 ? 33,0 ? 333 ? hay 3300 ? Như vậy, với thước logarit, ta phải dự đoán vị trí của phần thập phân.

6.4.2. Ví dụ

Giả sử bạn lập kế hoạch học nhảy dù lượn lần đầu và bạn muốn biết bạn sẽ rơi nhanh như thế nào. Bạn nhớ rằng người hướng dẫn đã nói với bạn về đạt vận tốc giới hạn.

Dự đoán vận tốc giới hạn khi rơi trong không gian. Nó sẽ là 1 km/h ? 10 km/h ? 100 km/h ? 1000 km/h ?

Trực giác của bạn có thể sẽ mách bạn rằng vận tốc giới hạn sẽ lớn hơn 10 km/h nhưng sẽ nhỏ hơn 1000 km/h. Bạn sẽ dự đoán nó bằng bao nhiêu ? Giá trị trong khoảng 50 đến 150 km/h có vẻ là sẽ đúng.

Bạn có thể tính toán vận tốc giới hạn chính xác hơn. Nhắc lại rằng vận tốc tới hạn là một giá trị không đổi. Có nghĩa là gia tốc bằng không ở thời điểm có vận tốc tới hạn.

Với vận tốc giới hạn gia tốc bằng không, lực tổng hợp tác dụng lên cơ thể bạn là bao nhiêu ? Vì sao ?

Nếu gia tốc của bạn bằng không thì lực tổng hợp tác dụng lên bạn cũng bằng không (vì theo định luật 2 Newton, lực = khối lượng \times gia tốc : $F = m \cdot a$). Hai lực tác dụng lên bạn gồm lực hút của trái đất ($F_g = m \cdot g$) và lực cản ($F_d = C_d \cdot A \cdot \rho \cdot v_t^2 / 2$). Lực cản phụ thuộc vào hệ số cản C_d (bằng khoảng 0,22 với ví dụ này), tiết diện cắt ngang của cơ thể bạn khi rơi A ($\approx 0,8 \text{ m}^2$ nếu bạn co tròn như quả bóng), mật độ không khí ρ , và vận tốc giới hạn v_t .

Nếu lực tổng hợp bằng không ta có :

$$0 = F_g - F_d = m \cdot g - C_d \cdot A \cdot \rho \cdot v_t^2$$

Giải bài toán vận tốc giới hạn ta có :

$$v_t = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{C_d \cdot A \cdot \rho}}$$

Nếu khối lượng của bạn là 60 kg thì vận tốc tới hạn của bạn sẽ là :

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 60 \cdot 9,8}{0,22 \cdot 0,8 \cdot 1000}} = 2,58 \text{ (m/s)} = 9,3 \text{ (km/h)}.$$

Đáp số 2,58 m/s (hay 9,3 km/h) có nằm trong dự đoán của bạn không ? Không, kết quả này quá nhỏ ! Bạn có tìm ra lỗi trong biểu thức tính vận tốc hay không ? Khối lượng riêng của nước ($1\text{kg/l} = 1000 \text{ kg/m}^3$) đã vô tình được sử dụng thay vì khối lượng riêng của không khí ($1,225 \text{ kg/m}^3$ tại 15°C). Nếu thay giá trị đó và tính lại ta sẽ được vận tốc tới hạn là 74 m/s (hay 266,4 km/h). Kết quả này có lẽ sát với dự đoán ban đầu của bạn hơn.

6.5. Giải quyết vấn đề

6.5.1. Giải các biểu thức toán học bằng tách biến

Nếu từ các bước trước đã có một biểu thức toán học thì có thể giải biểu thức này bằng việc sử dụng các lý thuyết toán học. Chia khóa để giải các biểu thức toán học là tách các biến về một phía của biểu thức. Phải luôn luôn chú ý đến biến cần tìm để tính toán.

Thông thường, thường tách tham số hay biến cần tìm về phía trái của biểu thức. Khái niệm *biểu thức* chỉ mối quan hệ giữa các biến. Một biểu thức có thể là bất phương trình (ví dụ $y \geq x^2$) hoặc là phương trình ($y = m \cdot x + b$). Các phần tới sẽ trình bày một số quy tắc dùng để xử lý các biểu thức.

6.5.2. “Quy tắc vàng” cho việc xử lý các biểu thức

Quy tắc vàng cho việc xử lý các biểu thức được phát biểu như sau : thực hiện cùng phép tính cho cả hai vế của biểu thức. Ví dụ áp dụng quy tắc này như sau : Giả sử cần xác định sự thay đổi của lượng axeton trong một nguyên liệu dùng cho một quá trình công nghiệp. Giả thiết rằng đã có công thức toán học cho mối quan hệ giữa lượng axeton C và thời gian t như sau :

$$C = C_0 \cdot e^{-kt} \tag{6.1}$$

Trong đó C_0 là lượng axeton ở thời điểm ban đầu và k hằng số (C_0 và k luôn luôn dương). Giả sử cần xác định thời gian mà tại đó lượng axeton bằng một nửa lượng axeton ban đầu C_0 , hay tìm $t_{1/2}$ khi $C = C_0 / 2$. Chia cả 2 vế của phương trình (6.1) cho C_0 và chú ý rằng $C = C_0 / 2$ ta có :

$$C/C_0 = 1/2 = e^{-kt}$$

Sử dụng “quy tắc vàng” và logarit tự nhiên cả hai vế của biểu thức trên được :

$$\ln(1/2) = \ln(e^{-kt}) = -kt$$

Chia cả hai vế cho k suy ra :

$$t_{1/2} = -\ln(1/2)/k \quad (6.2)$$

6.5.3. Xử lý các bất đẳng thức

Quy tắc thứ hai cho xử lý các biểu thức là dấu của bất đẳng thức đảo chiều khi nhân hay chia cả hai vế với một số âm. Giả sử cần quan tâm đến thời gian lớn hơn $t_{1/2}$. Giá trị C lớn hơn hay nhỏ hơn $C_0/2$ khi $t > t_{1/2}$? Từ (6.2) ta có :

$$t > t_{1/2} = -\ln(1/2)/k$$

$$t > -\ln(1/2)/k$$

Nhân cả 2 vế của bất đẳng thức trên với $-k$ (số âm) được :

$$-k \cdot t < \ln(1/2)$$

Chú ý rằng dấu “lớn hơn” đổi thành dấu “bé hơn” khi nhân cả hai vế của bất đẳng thức với giá trị âm $-k$. Mũ hóa cả hai vế của bất đẳng thức ta được $e^{-kt} < 1/2$. Từ phương trình (6.1) $e^{-kt} = C/C_0$ nên $e^{-kt} < 1/2$ tương đương với $C/C_0 < 1/2$. Nhân cả 2 vế của biểu thức này với C_0 (số dương) ta có :

$$C < C_0/2$$

Như vậy, nếu $t > t_{1/2}$ thì $C < C_0/2$. Hay khi thời gian lớn hơn thời gian nửa ($t_{1/2}$) thì lượng axeton trong nguyên liệu nhỏ hơn một nửa lượng axeton ban đầu.

6.5.4. Các lời khuyên cho xử lý các biểu thức

Một sai lầm khá phổ biến khi xử lý các phương trình là thường thay số trong quá trình giải quá sớm. Cần nhớ rằng *chỉ thay số ở bước cuối cùng của quá trình tính toán*.

Ví dụ cần xác định dòng điện (tính bằng A) yêu cầu cho một bếp điện 1000 W nếu điện trở là 10 ôhm (Ω). Quan hệ giữa công suất (P), dòng điện (I) và điện trở (R) là :

$$P = I^2 R$$

Sẽ là sai lầm nếu thay các giá trị đã biết vào trước để tính giá trị chưa biết:

$$(1000W) = I^2(10\Omega)$$

Hay

$$I^2 = (1000W)/(10\Omega)$$

Và có

$$I = (1000W/10\Omega)^{1/2} = 10A$$

Bước giải trên sai ở điểm nào? Nếu muốn tính dòng điện ứng với các điện trở khác (ví dụ 20Ω) thì khi này cần phải tính lại bước tính trên.

Việc xác định đại lượng chưa biết bằng biểu thức chữ và sau đó thay số ở bước cuối cùng của quá trình tính toán sẽ hiệu quả hơn rất nhiều. Và như vậy, từ $P = I^2R$ ta có

$$I = \sqrt{P/R}$$

Phương trình trên có thể dùng để xác định dòng điện cho bất kỳ công suất và điện trở nào.

6.6. Kiểm tra kết quả

6.6.1. Giới thiệu

Việc kiểm tra kết quả sau khi tính toán là hết sức cần thiết. Tuy nhiên việc xác định một giải pháp và xác định một giải pháp đúng đắn là hai vấn đề rất khó: tìm được một giải pháp không có nghĩa đó là giải pháp đúng hay giải pháp thực tế.

Trong hầu hết các tính toán kỹ thuật, các kết quả là các lượng vật lý. Chúng ta tính toán để xác định một đại lượng nào đó và cần đảm bảo sự hợp lý của tính toán. Điều đó đặt ra các ràng buộc cho các lời giải mà ta nhận được với vai trò của người kỹ sư: các lời giải phải thể hiện những lượng hiển nhiên của thế giới thực tại. Trong các tính toán kỹ thuật, các con số luôn luôn mang các ý nghĩa vật lý. Vì thế cho nên, tính logic, phép dự đoán và kiểm tra thứ nguyên là các công cụ có thể dùng để kiểm tra các tính toán kỹ thuật.

6.6.2. Sử dụng logic để tránh các trả lời không có tính vật lý

Vì các kết quả trong tính toán kỹ thuật đưa ra các lượng vật lý nên tính logic được dùng để hạn chế các kết quả không có ý nghĩa. Các kết quả này còn gọi là kết quả không có tính vật lý vì chúng không thể xảy ra một cách vật lý. Một trong các cách tốt nhất để tránh lỗi là tự đặt ra câu hỏi: kết quả có ý nghĩa gì hay không? Đừng bao giờ tính toán kỹ thuật mà không nghĩ xem kết quả có hợp lý hay không. Trong nhiều cách, đây là bước quan trọng nhất trong quá trình tính toán kỹ thuật.

Ví dụ sau minh họa việc sử dụng logic để tránh các câu trả lời không có tính hợp lý. Giả sử cần nghiên cứu bài toán nhảy cảm giác mạnh từ trên nóc một tòa nhà có độ cao $h=15$ m. Khi này cần phải tính toán sao cho khi người nhảy không bị va chạm với mặt đất. Khi này cần so sánh quãng đường người nhảy sẽ rơi và chiều cao của tòa nhà. Quãng đường người nhảy sẽ rơi bằng chiều dài sợi dây buộc vào chân người nhảy ($L=9$ m) và chiều dài

sợi dây sẽ giãn ra (L'). Vì ta biết chiều dài của sợi dây $L=9$ m, do vậy ta chỉ cần kiểm tra điều kiện độ giãn dài của dây $L' < h-L$ hay $L' < 15-9=6$ (m). Như vậy câu trả lời của bài toán là để người nhảy không va chạm với mặt đất thì độ giãn dài của dây khi nhảy phải nhỏ hơn 6 m.

Một câu hỏi đặt ra là : Không tiến hành thí nghiệm thì làm thế nào để xác định người nhảy có va chạm với mặt đất hay không ?

Định luật bảo toàn năng lượng cho phép suy ra rằng thế năng tại vị trí cuối cùng khi nhảy phải bằng năng lượng dự trữ trong sợi dây. Sự giảm thế năng của người nhảy $m \cdot g \cdot (L+L')$, với m là khối lượng người nhảy, g là gia tốc trọng trường ($g=9,8$ m/s²), và $(L+L')$ là quãng đường người nhảy rơi. Sợi dây có thể coi như một chiếc lò xo, và năng lượng dự trữ trong sợi dây là $k \cdot L'^2/2$, với k là độ cứng của lò xo ($k=150$ N/m= 150 kg/s²). Như vậy ta có

Sự giảm thế năng = Năng lượng dự trữ trong sợi dây

$$m \cdot g \cdot (L+L') = k \cdot L'^2/2$$

Hay ta có

$$k \cdot L'^2/2 - m \cdot g \cdot L' - m \cdot g \cdot L = 0 \quad (6.3)$$

Để nhận thấy rằng phương trình (6.3) có thể dễ dàng giải được bằng việc sử dụng cách giải một phương trình bậc hai. Giải ra ta được

$$L' = \frac{m \cdot g \pm \sqrt{m^2 \cdot g^2 - 2 \cdot k \cdot m \cdot g \cdot L}}{k} \quad (6.4)$$

Quãng đường tổng cộng người nhảy sẽ rơi là

$$L+L' = L + \frac{m \cdot g \pm \sqrt{m^2 \cdot g^2 - 2 \cdot k \cdot m \cdot g \cdot L}}{k} \quad (6.5)$$

Thay các giá trị của L , m , g vào (6.5) ta được:

$$L+L' = 9m + 4,6m \pm 10,2m = 3,4m \text{ hoặc } 23,7 \text{ m.}$$

Như vậy bài toán có hai đáp số. Nếu người nhảy rơi 3,4 m thì sẽ an toàn. Nếu rơi với quãng đường 23,7 m thì chắc chắn sẽ là một thảm họa với người nhảy.

Đáp số đúng của bài toán là gì ? Cần phải nhớ là: *Câu trả lời phải có tính vật lý.* Từ phương trình (6.4) ta có:

$$L' = 4,6m \pm 10,2m = -5,6m \text{ và } 14,7 \text{ m.}$$

Rõ ràng là L' phải bằng 14,7 vì việc rơi ngược lên trời 5,6 m là điều rất vô lý. Như vậy, L' bằng 14,7 m và $L+L'$ bằng 23,7 m. Và bài học rút ra từ bài toán này là : *sử dụng logic để loại trừ các câu trả lời không có tính vật lý.*

6.6.3. Sử dụng logic để kiểm tra việc xử lý các biểu thức

Có thể sử dụng tính logic để kiểm tra việc xử lý các biểu thức toán học. Có một cách để làm điều đó là kiểm tra một biến có thay đổi như mong muốn khi các biến khác thay đổi hay không. Nói cách khác, ta có thể kiểm tra dạng dự đoán của biểu thức toán học. Ví dụ, khi nghiên cứu một thuộc tính cơ bản của vật chất : tỉ số giữa diện tích bề mặt của một vật với thể tích của nó (gọi là tỉ số diện tích – thể tích hay S/V). Tỉ số S/V là một thông số rất quan trọng trong kỹ thuật. Nó điều khiển chức năng của các vật từ ổ bi trong công nghiệp đến lá phổi trong cơ thể con người. Với các vật hình dạng đơn giản, S/V được tính rất đơn giản. Trường hợp vật hình cầu bán kính r, ta có :

$$V = 4 \cdot \pi \cdot r^3 / 3 \text{ và } S = 4 \cdot \pi \cdot r^2$$

Khi này

$$S/V = 3/r \tag{6.6}$$

Phương trình trên có ý nghĩa gì ? Một cách để biết được phương trình đó có ý nghĩa gì hay là xét dạng của S/V phụ thuộc vào biến r.

Tỉ số diện tích bề mặt với thể tích thay đổi như thế nào khi kích thước thành phần thay đổi?

Để biết tỉ số S/V thay đổi như thế nào khi kích thước thành phần thay đổi hãy so sánh một khối lập phương 3 nhân 3 nhân 3 cm³ với khối 1 nhân 1 nhân 1 cm³.

Khối lập phương to có thể tích bằng tổng thể tích của các khối con (27 khối). Tuy nhiên, diện tích bề mặt của khối to (1 khối × 6 mặt × 3 cm × 3 cm = 54 cm²) lại nhỏ hơn 3 lần tổng diện tích bề mặt các khối nhỏ (27 khối × 6 mặt × 1 cm × 1 cm = 162 cm²). Tỉ số S/V của khối to là 2 cm⁻¹ còn của khối nhỏ là 6 cm⁻¹. Như vậy, có thể hình dung là tỉ số diện tích bề mặt với thể tích tăng khi kích thước thành phần giảm. Phương trình (6.6) nhất quán với nhận định sau : khi bán kính r giảm, tỉ số S/V tăng. Việc sử dụng logic không chứng minh được việc xử lý các biểu thức là đúng hay không. Tuy nhiên, nó lại rất hiệu quả khi dùng để kiểm tra các sai sót của việc xử lý.

Một cách khác của sử dụng logic để kiểm tra các biểu thức toán học là kiểm tra biến phía bên trái của biểu thức có đúng như dự đoán khi các biến ở phía bên phải của biểu thức có các giá trị giới hạn. Ví dụ, xét chuyển động của một chiếc nút chai sâm banh khi mở. Nếu chai sâm banh đặt nghiêng một góc θ với sàn và chiếc nút có vận tốc ban đầu v_0 khi bay khỏi chai thì sau đó chiếc nút sẽ bay được một quãng đường là (bỏ qua sức cản không khí) :

$$\text{Quãng đường bay được} = (2 \cdot v_0^2 / g) \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta \tag{6.7}$$

Quãng đường bay được của chiếc nút chai có phụ thuộc vào góc nghiêng của chai khi mở nút hay không ? Hãy xét các giá trị giới hạn của góc nghiêng. Với $\theta = 0$ (khi chai nằm trên sàn), chiếc nút chai sẽ va vào nền ngay lập tức và quãng đường bay được sẽ bằng 0.

Với góc $\theta = 90^\circ$ (khi chai đặt thẳng đứng), chiếc nút chai sẽ bay lên và rơi xuống theo phương thẳng đứng và quãng đường theo phương ngang cũng sẽ bằng 0.

Phương trình (6.7) dự đoán rằng quãng đường bay được bằng 0 khi góc nghiêng của chai bằng 0° và bằng 90° . Như vậy, phương trình (6.7) phù hợp với dự đoán về quãng đường bay được tại các vị trí giới hạn của góc nghiêng.

6.6.4. Sử dụng dự đoán để kiểm tra lời giải

Các dự đoán có thể dùng để kiểm tra lời giải. Các dự đoán cũng có thể dùng để phát hiện các lỗi trong công thức toán học. Ví dụ, xét trường hợp nuôi vi khuẩn để tổng hợp nên một loại thuốc chữa bệnh mới. Giả sử lượng vi khuẩn sẽ tăng gấp đôi sau 20 phút. Nếu ta bắt đầu nuôi 1 con vi khuẩn thì khối lượng vi khuẩn sẽ là bao nhiêu sau ba ngày nuôi ?

Ta cần xác định số lần mà vi khuẩn tăng gấp đôi. Số lần vi khuẩn tăng gấp đôi sẽ bằng tổng thời gian nuôi chia cho thời gian cần thiết để vi khuẩn nhân đôi. Khi này, 3 ngày bằng 4320 phút ($3 \text{ ngày} \times 24 \text{ giờ} \times 60 \text{ phút}$) và số lần nhân đôi vi khuẩn là $4320 \text{ phút} / 20 \text{ phút} = 216$ lần nhân đôi. Số vi khuẩn sau n lần nhân đôi là 2^n . Do vậy, sau 3 ngày số vi khuẩn tạo ra là $2^{216} = 1,05 \times 10^{65}$.

Khối lượng của các vi khuẩn tạo ra là :

$$\text{Tổng khối lượng} = (\text{số lượng vi khuẩn}) \times (\text{khối lượng một vi khuẩn})$$

Khối lượng của một vi khuẩn được xác định bằng tích giữa thể tích và khối lượng riêng của nó. Gần đúng có thể coi vi khuẩn là hình cầu có bán kính là $5 \mu\text{m} = 5 \times 10^{-6} \text{ m}$, do đó thể tích của nó là:

$$(4/3) \cdot \pi \cdot r^3 = (4/3) \cdot \pi \cdot (2,5 \times 10^{-6} \text{ m})^3 = 6,54 \times 10^{-17} \text{ m}^3$$

Gần đúng có thể lấy khối lượng riêng của vi khuẩn bằng khối lượng riêng của nước (1000 kg/m^3). Như vậy, tổng khối lượng của vi khuẩn sau 3 ngày sẽ là :

$$1,05 \times 10^{65} \cdot 6,54 \times 10^{-17} \cdot 1000 = 6,9 \times 10^{51} \text{ (kg)}$$

Giá trị $6,9 \times 10^{51} \text{ kg}$ có lẽ lớn hơn nhiều so với dự đoán ban đầu trước khi tính. Trong thực tế, khối lượng này gấp 10^{27} lần khối lượng của quả đất. Như vậy chắc chắn sẽ có sai sót trong quá trình tính và cần thiết kiểm tra lại quá trình tính toán nhằm phát hiện ra lỗi sai đó. Trong trường hợp trên, công thức toán học đã sử dụng là không đúng: trong cùng một khoảng thời gian, các vi khuẩn không thể nhân đôi với tỉ lệ sinh lớn nhất của chúng với một số lượng vi khuẩn lớn như vậy. Trong thực tế, các vi khuẩn có thể bị chết do thiếu nguồn sống (ví dụ thực phẩm, nước hoặc không gian) hoặc bị giết do các sản phẩm bị loại bỏ và do quá trình phân hủy tự nhiên. Trong tính toán này, cần thiết phải có một sự ‘kiểm tra thực tế’ bằng cách dự đoán các lỗi và những điểm chưa đề cập đến của công thức.

6.6.5. Sử dụng thứ nguyên để kiểm tra lời giải

Kiểm tra thứ nguyên là công cụ rất quan trọng trong đánh giá lời giải của các biểu thức toán học. Các thứ nguyên sẽ được trình bày trong phần 6.7.

6.7. Thứ nguyên

6.7.1. Giới thiệu

Hầu hết các số sử dụng trong kỹ thuật đều có thứ nguyên. Một số đo của vôn kế không đọc là 6,2 mà là 6,2 milivôn. Tần số của dòng điện xoay chiều không phải là 50 mà là 50 Hz. Một kết quả tính toán kỹ thuật tốt không chỉ có giá trị đúng mà còn phải có thứ nguyên đúng cho giá trị đó.

Các thứ nguyên hay các đơn vị cho các đại lượng vật lý được tiêu chuẩn hóa. Hệ thống tiêu chuẩn các đơn vị được gọi là hệ thống tiêu chuẩn đơn vị quốc tế (International System of Units -SI). Bảng 6.2 liệt kê một loạt các đơn vị của SI.

6.7.2. Phân tích thứ nguyên

Phân tích thứ nguyên là một công cụ dùng để kiểm tra thứ nguyên của một biểu thức. Phân tích thứ nguyên chỉ việc xử lý các thứ nguyên không kèm theo xử lý các số. Kỹ thuật này có thể dùng để xác định các thứ nguyên của một tính toán kỹ thuật. Trong ví dụ

nhảy dù lượn ở phần 6.4.2, vận tốc điểm cuối được tính bởi $v_t = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{C_d \cdot A \cdot \rho}}$. Để kiểm tra

tính đúng đắn của công thức này có thể dùng phép phân tích thứ nguyên. Thay các thứ nguyên của từng thông số vào rồi kiểm tra xem vận tốc cuối cùng có thứ nguyên của vận tốc hay không (ví dụ, m/s). Ký hiệu thứ nguyên của X bằng $\{X\}$ ta có

$$\{v_t\} = \sqrt{\frac{\{2\}\{m\}\{g\}}{\{C_d\}\{A\}\{\rho\}}} = \sqrt{\frac{(\quad)(kg)(m/s^2)}{(\quad)(m^2)(kg/m^3)}} = \sqrt{\frac{m^2}{s^2}} = \frac{m}{s}$$

(Chú ý rằng số 2 và hệ số C_D không có thứ nguyên). Theo phương trình trên, đơn vị của vận tốc cuối cùng là m/s – là đơn vị của vận tốc.

Bảng 6.2 Các đơn vị của hệ SI

Đại lượng	Đơn vị	Ký hiệu/công thức
Các đơn vị cơ sở		

Chiều dài	mét	m
Khối lượng	kilôgam	kg
Thời gian	giây	s
Cường độ dòng điện	am-pe	A
Nhiệt độ	độ Ken-vin	K
Số hạt	mol	mol
Cường độ chiếu sáng	candela	cd
Các đơn vị đo góc		
Góc phẳng	radian	rad
Góc khối	steradian	sr
Các đơn vị dẫn xuất với tên đặc biệt		
Tần số	héc	hz
Lực	newton	N.m/s ²
Áp suất hay ứng suất	pascal	Pa (N/m ²)
Công	jun	J (J/s=kgm ² s ⁻³)
Công suất	watt	W (J/s)
Điện áp	vôn	V (W/A)
Tĩnh điện	Cu-lông	C (A.s)
Điện trở	ôm	Ω (V/A)
Điện dung	farad	F (C/V= Ω^{-1} .s)
Độ dẫn điện	siemens	s (A/V)
Từ thông	weber	Wb (V.s)
Cường độ tự cảm	tesla	T (Wb/m ²)
Thông lượng chiếu sáng (quang thông)	lumen	lm (cd)
Độ rọi	lux	lx (lm/m ²)
Các đơn vị dẫn xuất không có tên đặc biệt		
Diện tích	m ²	
Thể tích	m ³	

Vận tốc	m/s
Gia tốc	m/s ²
Khối lượng riêng	kg/m ³
Thể tích riêng	m ³ /kg
Mô men uốn	N.m
Nhiệt dung riêng	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹

Cần chú ý rằng phép phân tích thứ nguyên cũng có hạn chế. Nguyên nhân vì nó chỉ kiểm tra về thứ nguyên chứ không kiểm tra phương trình là đúng hay không. Các thứ nguyên thích hợp là điều kiện cần nhưng chưa đủ cho một phương trình đúng. Ví dụ, kiểm tra thứ

nguyên cho $v_t = \pi \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{C_D \cdot A \cdot \rho}}$ là thỏa mãn nhưng phương trình này là không đúng.

Phân tích thứ nguyên cũng có thể dùng để xác định đơn vị cho các biến chưa xác định. Giả sử ta quên thứ nguyên của lực thì từ biểu thức $F=m \cdot a$ ta có :

$$\{F\} = \{m\} \{a\} = (kg)(m/s^2) = kg \cdot m/s^2$$

(Cần nhớ rằng 1 kg.m/s² gọi là 1 newton = 1 N).

6.7.3. Thứ nguyên và hàm số

Phân tích thứ nguyên dẫn tới bốn quy tắc khi thực hiện xử lý một con số. Thứ nhất, ta có thể thêm vào hay bớt đi các số chỉ khi chúng có cùng đơn vị. Có thể sử dụng điều này để kiểm tra các phương trình : các số hạng phải có cùng đơn vị.

Thứ hai, khi tiến hành nhân, chia hay lũy thừa phải thực hiện phép tính giống nhau cho các đơn vị của số.

Thứ ba, một số biểu thức toán học chỉ có thể xử lý các tham số không có thứ nguyên. Ví dụ như các hàm mũ, hàm logarit và các hàm lượng giác phải là không có thứ nguyên. Với các hàm e^{ax} , $\log(y/b)$ và $\cos(2\pi\omega)$ các số hạng ax , y/b và $2\pi\omega$ phải là không có thứ nguyên.

Thứ tư (một hệ quả của quy tắc thứ ba), các hàm mũ, hàm logarit và hàm lượng giác sẽ tạo nên các kết quả không có thứ nguyên. Nói cách khác, các giá trị tạo bởi các hàm e^{ax} , $\log(y/b)$ và $\cos(2\pi\omega)$ là không có thứ nguyên.

Như đã nói trước đây, phân tích thứ nguyên có thể dùng để kiểm tra thứ nguyên hoặc xác định thứ nguyên. Ví dụ, trong phản ứng hóa học bậc một, sự cô giảm theo thời gian biểu diễn bằng $e^{-k_1 t}$, với k_1 là hằng số tăng bậc một và t là thời gian.

Số mũ $-k_1 t$ phải là không có thứ nguyên. Nếu thứ nguyên của thời gian là giây thì hệ số tăng bậc một phải có đơn vị là nghịch đảo của giây (ký hiệu $1/s$ hoặc s^{-1}). Nói cách khác, các hệ số tăng bậc một luôn luôn có thứ nguyên là $1/\text{thời gian}$.

6.7.4. Chuyển đổi thứ nguyên

Trên thế giới có nhiều hệ đo lường trong đó hệ đo lường quốc tế (hệ SI) và hệ đo lường Anh là phổ biến hơn cả. Hệ đo lường quốc tế (hệ SI) là hệ đo lường được sử dụng rộng rãi nhất. Còn hệ đo lường Anh được dùng khá phổ biến ở Anh và Mỹ.

Các giá trị có thể chuyển đổi từ hệ đo lường này sang hệ đo lường khác bằng hệ số chuyển đổi. Ví dụ, để đổi chiều dài từ inches sang cm cần nhân chiều dài bằng inches với số cm trên mỗi inch :

$$\text{Chiều dài tính theo cm} = (\text{chiều dài tính theo inch}) \times (2,54 \text{ cm/inch})$$

Chú ý rằng hệ số chuyển đổi ở đây có đơn vị là cm/inch.

6.8. Ví dụ về phương pháp phân tích kỹ thuật

Các bước của phương pháp phân tích kỹ thuật sẽ được sử dụng trong bài toán sau đây. Giả sử có một cái giường cũ thiếu chân. Cần phải làm bốn chân giường mới từ một thanh gỗ thông tròn. Lực nén lên chân giường là bao nhiêu nếu khối lượng của giường và người là 100 kg?

Để giải bài toán sử dụng các bước sau trong quá trình phân tích :

1. Xác định bài toán.

Bài toán đã xác định rõ ràng.

2. Thu thập dữ liệu và kiểm tra tính chính xác của số liệu.

Cần phải xác định kích thước của các chân giường. Giả sử thanh gỗ thông có chiều dài 1,2 m và có đường kính 2,5 cm (như vậy mỗi chân sẽ có chiều dài $1,2/4 = 0,3$ m).

3. Lựa chọn phương pháp phân tích.

Cần xác định quan hệ giữa số liệu (khối lượng của giường và chân) và kết quả cần xác định (biến dạng nén). Quan hệ gần đúng được đưa ra bởi quan hệ giữa ứng suất và biến dạng tỉ đối (một định luật cơ bản tương tự như định luật Hooke). Mối quan hệ ứng suất (lực trên đơn vị diện tích) và biến dạng phổ biến là ứng suất tỉ lệ với biến dạng tỉ đối (bằng tỉ số giữa biến dạng nén và chiều dài chân giường). Hệ số tỉ lệ được gọi là *mô đun đàn hồi*. Hay ta có :

$$\begin{aligned}\text{ứng suất} &= \text{lực} / \text{diện tích} \\ &= F/A \\ &= E\end{aligned}$$

Trong đó, E là mô đun đàn hồi. Gọi biến dạng nén là δ , chiều dài chân giường là L ta có mối quan hệ sau :

$$\delta = \frac{L \cdot F}{E \cdot A} \quad (6.8)$$

Việc lựa chọn phương pháp phân tích đòi hỏi phải thu thập thêm dữ liệu: cần có mô đun đàn hồi E của thanh gỗ và lực tác dụng. Giá trị mô đun đàn hồi của gỗ có thể dùng được là 12.200 Mpa (1 Mpa = 10^6 Pa). Lực tổng hợp được xác định bằng trọng lượng của giường và người.

4. Dự đoán kết quả.

Biến dạng của chân giường phải rất bé.

5. Giải bài toán.

Lực tổng hợp là $F = m \cdot g = (100\text{kg}) \cdot (9,8\text{m/s}^2) = 980\text{N}$. Lực tác dụng trên diện tích mỗi chân là $(980\text{N}) / (4 \cdot \pi \cdot r^2)$, với r là bán kính của chân giường ($r = 0,0125\text{m}$). Như vậy ứng suất trên chân giường là $5,0 \times 10^5 \text{N/m}^2$ hay 0,5 Mpa.

Từ phương trình (6.8) :

$$\begin{aligned}\delta &= (L/E) \cdot (F/A) \\ &= [(0,3\text{m}) / (12.200\text{MPa})] \cdot (0,5\text{MPa}) \\ &= 1,2 \times 10^{-5} \text{m}\end{aligned}$$

6. Kiểm tra kết quả.

Phân tích này là đơn giản và không có sai sót.

Vì thế, biến dạng nén của mỗi chân khoảng $1,2 \times 10^{-5} \text{m}$ hay 0,012 m. Biến dạng này là rất nhỏ như đã dự đoán ban đầu.

6.9. Tổng kết chương

Phương pháp phân tích là rất hiệu quả khi hệ được xác định rõ ràng và các đặc trưng của hệ có thể được xác định bằng việc ứng dụng các định luật khoa học và toán học. Các bài toán phân tích thường có một lời giải. Chúng được giải bằng việc thiết lập bài toán, thu thập và kiểm tra dữ liệu, lựa chọn phương pháp phân tích, dự đoán lời giải, giải các biểu thức toán học và kiểm tra kết quả.

Các dữ liệu kỹ thuật có thể thu thập từ nhiều nguồn, bao gồm dữ liệu đo, phỏng vấn, và từ internet. Luôn luôn nhớ rằng cần phải kiểm tra lại tính hợp lý của dữ liệu.

Lựa chọn một phương pháp phân tích thường là lựa chọn các định luật vật lý mà nó mô tả hệ cần xét. Có ba loại định luật vật lý quan trọng trong kỹ thuật: các định luật bảo toàn, các định luật về chuyển động và các định luật cơ bản.

Một điểm cũng rất quan trọng là dự đoán lời giải. Có thể loại bỏ nhiều sai sót bằng cách dự đoán kể cả dự đoán sơ bộ lời giải. Dự đoán có thể giúp cho việc kiểm tra việc tính toán và phương pháp phân tích.

Chương này đã giới thiệu về cách giải các biểu thức toán học. Nhắc lại rằng có thể xử lý các biểu thức để giải tìm các biến chưa xác định. Cố gắng tách đại lượng cần tìm bằng xử lý các ký hiệu chứ không phải bằng các con số (có nghĩa là chỉ thay số ở bước cuối cùng). Các con số trong tính toán kỹ thuật có ý nghĩa vật lý. Có thể sử dụng logic và dự đoán để tránh các lời giải không hợp lý hoặc không có ý nghĩa vật lý. Cần chú ý là hầu hết các số đều có thứ nguyên. Do đó cần sử dụng phân tích thứ nguyên để kiểm tra lại các phương trình và xác định thứ nguyên của các đại lượng chưa biết. Thêm vào đó, cần nhớ rằng nhiều hàm số xử lý và tạo ra các giá trị không có thứ nguyên.

Đừng bao giờ tính toán kỹ thuật mà không kiểm tra lại các kết quả. Các kết quả có thể kiểm tra bằng tính logic, dự đoán, và kiểm tra thứ nguyên. Sử dụng logic để tránh các kết quả không có tính vật lý. Ngoài ra, nó còn để kiểm tra các kết quả có ý nghĩa hay không. Thêm vào đó, nó dùng để kiểm tra sự thay đổi của của các biến khi các biến khác thay đổi có như dự kiến hay không. Dự đoán được sử dụng để loại trừ các lỗi trong các công thức toán học. Cần nhớ rằng các kết quả phải có thứ nguyên đúng.

Ôn tập chương 6

20. Sử dụng các bước của quá trình phân tích kỹ thuật để phân tích các bài toán sau :
 - a. Xác định số giờ học tối ưu mà bạn nên thực hiện cho học kỳ này ? (Lời khuyên : tổng số giờ làm việc trong một tuần không quá 60 h ; 1 h học trên lớp cần có 2 giờ tự học ở nhà).
 - b. Bạn cần bao nhiêu tiền cho giải trí ? (Lời khuyên : tính toán lượng tiền cần chi trong một năm).
21. Nêu tên bốn cách để phát hiện lỗi trong tính toán kỹ thuật.
22. Logic được sử dụng như thế nào để phát hiện các lỗi ?
23. Không sử dụng bất kỳ số liệu nào hãy dự đoán tốc độ của vận động viên chạy cấp thế giới : 1,5 km/h ? 15 km/h ? 150 km/h ? Cao hơn ?

24. Chứng minh rằng động năng ($m \cdot v^2 / 2$) có cùng thứ nguyên với thế năng ($m \cdot g \cdot h$). Trong bài toán này, m=khối lượng, v=vận tốc, g=gia tốc trọng trường và h=độ cao.
25. Hãy đoán xem bạn có thể cao được bao nhiêu : 0,1 m ? 1m ? 10m ?
26. Mức tiêu hao xăng của ô tô ở Mỹ được tính bằng số dặm đi được trên một gallon xăng (mpg). Đơn vị tương đương của hệ SI là gì ?
27. Đễ vi khuẩn trong thí dụ ở phần 6.6.4 lớn được tới 1 gram cần bao lâu ? Hãy dự đoán kết quả trước khi giải bài toán.