

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ CẦN THƠ
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ CẦN THƠ



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: CƠ SỞ KỸ THUẬT NHIỆT - LẠNH
NGHỀ: VẬN HÀNH SỬA CHỮA THIẾT BỊ LẠNH
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-CDNCT ngày ...tháng ...năm 2021 của
hiệu trưởng trường cao đẳng nghề Cần Thơ.*

Cần Thơ, năm 2021

(lưu hành nội bộ)

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo. Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Với sự phát triển ngày càng cao của công nghệ và thiết bị mới, cơ sở kỹ thuật nhiệt động có liên quan chặt chẽ và góp phần quan trọng trong vấn đề chất lượng của thiết bị. Máy móc do nhiều nước chế tạo rất phong phú về kết cấu và đa dạng về chủng loại, nhưng nếu nắm vững kiến thức về kỹ thuật nhiệt động sẽ giúp chúng ta dễ dàng tìm hiểu nguyên lý sử dụng, bảo trì, sửa chữa và lựa chọn chủng loại phù hợp.

Bên cạnh đó giáo trình còn giúp sinh viên tính toán thiết kế kho lạnh, phương pháp làm lạnh chất lỏng, chất khí, tủ lạnh gia đình, máy lạnh thương nghiệp và buồng lạnh lắp ghép, máy sản xuất nước đá, đá khô, các ứng dụng của kỹ thuật lạnh trong công nghệ thực phẩm, kỹ thuật bơm nhiệt, điều hòa không khí, vận tải lạnh cũng như các ứng dụng khác trong các ngành y tế, thể thao, cơ khí, quang học, điện tử, hóa học, khí hóa lỏng, xây dựng, vật liệu, nông lâm ngư nghiệp....và cả kỹ thuật cryo.

Giáo trình môn học Cơ sở kỹ thuật nhiệt - lạnh và điều hòa không khí được biên soạn theo CTĐT 2021 theo thông tư Số: 03/2017/TT-BLĐTĐBXH qui định về xây dựng, thẩm định và ban hành chương trình; tổ chức biên soạn, lựa chọn, thẩm định giáo trình đào tạo trình độ cao đẳng nghề Vận hành sửa chữa thiết bị lạnh.

Giáo trình được biên soạn với thời lượng 45 giờ. Giáo trình được biên soạn dùng cho trình độ Cao đẳng nghề.

Cần Thơ, ngàytháng.....năm 2021

Giáo viên biên soạn

Nguyễn Lan Phương

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	1
BÀI MỞ ĐẦU	4
CHƯƠNG 1: CƠ SỞ KỸ THUẬT NHIỆT ĐỘNG VÀ TRUYỀN NHIỆT.....	5
1. Nhiệt động kỹ thuật	5
1.1. Chất môi giới và các thông số trạng thái của chất môi giới.....	5
1.2. Hơi và các thông số trạng thái của hơi	9
2. Truyền nhiệt.....	17
2.1. Dẫn nhiệt.....	17
2.2. Trao đổi nhiệt đối lưu.....	18
2.3. Trao đổi nhiệt bức xạ	21
2.4. Truyền nhiệt và thiết bị trao đổi nhiệt.....	22
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ KỸ THUẬT LẠNH	25
1. Khái niệm chung.....	25
1.1. Ý nghĩa của kỹ thuật lạnh trong đời sống và kỹ thuật.....	25
1.2. Các phương pháp làm lạnh nhân tạo.....	26
2. Môi chất lạnh và chất tải lạnh	27
2.1. Các môi chất lạnh thường dùng trong kỹ thuật lạnh	27
2.2. Chất tải lạnh	29
2.3. Bài tập về môi chất lạnh và chất tải lạnh	29
3. Các hệ thống lạnh thông dụng.....	30
3.1. Hệ thống lạnh với một cấp nén.....	30
3.2. Sơ đồ 2 cấp nén có làm mát trung gian	32
4. Bài tập.....	35
TÀI LIỆU THAM KHẢO	36

CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Cơ sở kỹ thuật nhiệt - lạnh

Mã môn học: MH10

I. Vị trí, tính chất của môn học:

- Vị trí:

+ Là môn học cơ sở kỹ thuật chuyên ngành, chuẩn bị các kiến thức cần thiết cho các phần học kỹ thuật chuyên môn tiếp theo;

- Tính chất:

+ Là môn học chuyên ngành.

II. Mục tiêu môn học:

- Về kiến thức:

-Hiểu được kiến thức cơ bản nhất về kỹ thuật Nhiệt - Lạnh cụ thể là: Các hiểu biết về chất môi giới trong hệ thống máy lạnh và ĐHKK, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy lạnh, cấu trúc cơ bản của hệ thống máy lạnh và ĐHKK;

- Về kỹ năng:

-Tra bảng được các thông số trạng thái của môi chất, sử dụng được đồ thị, biết chuyển đổi một số đơn vị đo và giải được một số bài tập đơn giản;

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- Rèn luyện khả năng tư duy logic của sinh viên; các ứng dụng trong thực tế vận dụng để tiếp thu các kiến thức chuyên ngành.

III. Nội dung môn học:

BÀI MỞ ĐẦU

1. Tầm quan trọng của những kiến thức, kỹ năng tra bảng trong chuyên ngành kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí

Để tính toán thiết kế kho lạnh, phương pháp làm lạnh chất lỏng, chất khí, tủ lạnh gia đình, máy lạnh thương nghiệp và buồng lạnh lắp ghép, máy sản xuất nước đá, đá khô, các ứng dụng của kỹ thuật lạnh trong công nghệ thực phẩm, kỹ thuật bơm nhiệt, điều hòa không khí, vận tải lạnh cũng như các ứng dụng khác trong các ngành y tế, thể thao, cơ khí, quang học, điện tử, hóa học, khí hóa lỏng, xây dựng, vật liệu, nông lâm ngư nghiệp....và cả kỹ thuật cryo thì sinh viên cần phải có những kiến thức và kỹ năng tra bảng, lấy những thông số của các chất trong chu trình lạnh từ đó mới có cơ sở để tính toán và thiết kế.

2. Các tài liệu phục vụ cho việc học tập môn học này

- Nguyễn Đức Lợi, “*Hướng dẫn thiết kế hệ thống lạnh*”, nhà xuất bản Bách Khoa Hà Nội, 2007
- PGS.TS. Đinh Văn Thuận, TS. Võ Chí Chính, “*Hệ thống máy và thiết bị lạnh*”, nhà xuất bản Khoa Học và Kỹ Thuật, 2005.
- Trần Thanh Kỳ, “*Máy lạnh*”, nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh, 2004.
- PGS.TS. Nguyễn Đức Lợi, PGS.TS. Phạm Văn Tùy, “*Kỹ thuật lạnh cơ sở*”, nhà xuất bản Khoa Học và Kỹ Thuật, 2004.
- Hoàng Đình Tín, Đỗ Hữu Hoàng, Hoàng Thị Nam Hương, “*Bài tập nhiệt động học kỹ thuật và truyền nhiệt*”, nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh, 2008.
- Trần Đức Ba, Nguyễn Tấn Dũng, Lê Văn Tán, Trần Ngọc Hào, Lê Phước Hùng, Trịnh Văn Chơn, Lê Thanh Minh, “*Các quá trình, thiết bị trong công nghệ hóa học và thực phẩm CÔNG NGHỆ LẠNH*”, nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh, 2007.
- Trần Đức Ba, Nguyễn Văn Tài, “*Công nghệ lạnh thủy sản*”, nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh, 2004.
- Và các bảng tra

CHƯƠNG 1: CƠ SỞ KỸ THUẬT NHIỆT ĐỘNG VÀ TRUYỀN NHIỆT

Mã Bài: MH10 - 01

Giới thiệu:

Bài học này rất quan trọng là nền tảng kiến thức để học sinh tính toán những bài tập nhiệt và thiết bị lạnh, cũng như là nền tảng cho những môn học thực hành

Mục tiêu:

- Hiểu được các kiến thức chung nhất về kỹ thuật Nhiệt-Lạnh;
- Phân tích được các quá trình, nguyên lý làm việc của máy lạnh và các quy luật truyền nhiệt nói chung;
- Rèn luyện tính tập trung, tỉ mỉ, tư duy logic, ứng dụng thực tiễn sản xuất áp dụng vào môn học cho HSSV.

Nội dung chính:

1. Nhiệt động kỹ thuật

1.1. Chất môi giới và các thông số trạng thái của chất môi giới

1.1.1. Các khái niệm và định nghĩa

a. Hệ nhiệt động

Tập hợp các vật thể có liên quan với nhau về cơ và nhiệt ta nghiên cứu bằng nhiệt động lực học được gọi là hệ nhiệt động. Tất cả các vật khác không nằm trong hệ nhiệt động được gọi là môi trường xung quanh.

Người ta có thể phân loại các hệ nhiệt động như sau:

Hệ thống kín và hệ thống hở: Hệ kín là hệ không trao đổi vật chất với môi trường xung quanh. Còn hệ hở là hệ có khả năng trao đổi vật chất với môi trường xung quanh.

Hệ thống cô lập và không cô lập: Hệ cô lập là hệ không trao đổi năng lượng với môi trường xung quanh dưới dạng nhiệt và cơ năng. Nếu hệ và môi trường chỉ không trao đổi nhiệt với nhau thì gọi là hệ đoạn nhiệt. Nếu hệ và môi trường không trao đổi cơ năng thì được gọi là hệ cô lập về phương diện cơ học. Hệ không cô lập là hệ có khả năng trao đổi năng lượng với môi trường xung quanh dưới dạng cơ và nhiệt năng.

b. Khí lý tưởng và khí thực

Khí lý tưởng là khí không có lực tác dụng tương hỗ giữa các phân tử và không có thể tích của bản thân các phân tử. Ngược lại khí thực là khí mà giữa các phân tử của nó có lực tác dụng tương hỗ và có thể tích của bản thân các phân tử.

Như vậy trong thực tế không có khí lý tưởng. Nếu khí thực có áp suất rất thấp và nhiệt độ rất cao thì lúc đó trong tính toán có thể xem nó là khí lý tưởng, vì khi đó lực tác dụng tương hỗ giữa các phân tử rất nhỏ so với năng lượng chuyển động của chúng, đồng thời kích thước của bản thân các phân tử rất nhỏ so với khoảng cách trung bình của các phân tử (hay so với toàn bộ thể tích mà khối khí chiếm chỗ).

1.1.2. Chất môi giới và các thông số trạng thái của chất môi giới

a. Chất môi giới

Là chất trung gian để thực hiện quá trình biến hóa giữa nhiệt và công.

Trên nguyên tắc mọi chất đều có thể là chất môi giới, nhưng người ta thường sử dụng khí và hơi vì chúng thay đổi thể tích rất lớn khi có sự biến thiên nhiệt độ.

b. các thông số trạng thái của chất môi giới

+ Thể tích riêng

Là thể tích của một đơn vị khối lượng

$$v = \frac{V}{G} \quad [\text{m}^3/\text{kg}]$$

Nghịch đảo của thể tích riêng là khối lượng riêng (khối lượng của một đơn vị thể tích).

$$\rho = \frac{G}{V} = \frac{1}{v} \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

Đôi khi người ta còn dùng thông số trọng lượng riêng, là trọng lượng của một đơn vị thể tích.

$$\gamma = \rho \cdot g = \frac{g}{v} \quad [\text{N}/\text{m}^3]$$

g: gia tốc trọng trường $[\text{m}/\text{s}^2]$

+ Nhiệt độ

Là một đại lượng biểu thị trạng thái nhiệt của vật chất. Theo thuyết động lực học phân tử thì nhiệt độ biểu thị tốc độ chuyển động của các phân tử và nguyên tử trong nội bộ vật chất.

Hiện nay người ta thường sử dụng hai thang đo nhiệt độ:

- Nhiệt độ bách phân còn gọi là nhiệt độ Celsius, ký hiệu t, đơn vị $^{\circ}\text{C}$.

- Nhiệt độ tuyệt đối còn gọi là nhiệt độ Kenvin, ký hiệu T, đơn vị độ $^{\circ}\text{K}$

Mối quan hệ giữa hai thang nhiệt độ này được biểu diễn bằng công thức

$$T (^{\circ}\text{K}) = t (^{\circ}\text{C}) + 273,15$$

Giá trị tại mỗi độ chia trong hai thang đo này bằng nhau, do đó $dt = dT$.

Ngoài ra ở các nước Anh, Mỹ còn dùng thang đo nhiệt độ Fahrenheit, $^{\circ}\text{F}$.

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9} [t(^{\circ}\text{F}) - 32]$$

Lưu ý chỉ có nhiệt độ tuyệt đối T ($^{\circ}\text{K}$) mới là thông số trạng thái.

+ Áp suất

Là lực tác dụng lên một đơn vị diện tích theo phương vuông góc với phương của lực.

$$p = \frac{P}{F} \quad [\text{N}/\text{m}^2]$$

p : áp suất

P : lực tác dụng

F : diện tích bình quân

Áp suất do không khí ngoài trời gây ra gọi là áp suất khí quyển, ký hiệu p_k đo bằng barometer.

Nếu áp suất tuyệt đối p của chất khí trong bình nào đó lớn hơn áp suất khí quyển p_k ($p > p_k$) thì hiệu số của chúng ($p - p_k$) được gọi là áp suất dư (thừa), ký hiệu p_d đo bằng manometer.

$$P_d = p - p_k$$

Nếu áp suất tuyệt đối trong bình nhỏ hơn áp suất khí quyển ($p < p_k$) thì hiệu số ($p_k - p$) được gọi là độ chân không, ký hiệu p_{ck} đo bằng chân không kế vacummeter.

$$P_{ck} = p_k - p$$

Lưu ý chỉ có áp suất tuyệt đối p mới là thông số trạng thái.

Đơn vị áp suất thường dùng trong nhiệt động lực học là Pascal, ký hiệu Pa, bội số của nó là bar

$$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$$

$$1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$$

Nhiệt dung riêng và tính nhiệt lượng theo nhiệt dung riêng

Nhiệt lượng

Khi hai vật tiếp xúc nhau thì nội năng của vật nóng sẽ tự phát truyền sang vật lạnh hơn.

Quá trình chuyển nội năng từ vật này sang vật khác được gọi là quá trình truyền nhiệt. Số lượng nội năng truyền đi được trong quá trình này gọi là nhiệt lượng, ký hiệu Q (kJ). Nếu tính cho 1 kg chất môi giới ta gọi là nhiệt lượng riêng, ký hiệu q (kJ/kg).

1.1.3. Nhiệt dung riêng

Định nghĩa nhiệt dung và nhiệt dung riêng

Nhiệt dung riêng

Nhiệt dung riêng của một chất là nhiệt lượng cần thiết để nâng nhiệt độ của một đơn vị đo lường của chất đó tăng thêm 1 độ trong một quá trình nào đó.

Khảo sát một quá trình nguyên tố. Nếu cung cấp cho vật một nhiệt lượng vô cùng nhỏ dQ thì nhiệt độ thay đổi một lượng dt . Tỉ số dQ/dt (kJ/độ) được gọi là nhiệt dung của vật.

Đối với chất khí nhiệt dung phụ thuộc vào quá trình mà chất khí nhận nhiệt, vì đối với các quá trình khác nhau nhiệt lượng trao đổi dQ cũng khác nhau.

Nếu quá trình đẳng áp ta có nhiệt dung đẳng áp, ký hiệu C_p

Nếu quá trình đẳng tích ta có nhiệt dung đẳng tích, ký hiệu C_v

Nếu quá trình đa biến ta có nhiệt dung đa biến, ký hiệu C_n

Tỉ số giữa nhiệt dung của vật với khối lượng của nó được gọi là nhiệt dung riêng khối lượng

$$c = \frac{C}{G} = \frac{dQ}{Gdt} = \frac{dq}{dt} \quad (\text{kJ/kg.độ})$$

Như vậy nhiệt dung riêng khối lượng là nhiệt dung riêng cấp cho 1kg chất môi giới tăng lên 1 độ trong quá trình nào đó.

Nhiệt dung riêng thể tích: là nhiệt lượng cung cấp cho 1m³ chất môi giới qui về điều kiện tiêu chuẩn tăng lên 1 độ trong quá trình nào đó.

$$c' = \frac{C}{V_{tc}} \quad (\text{kJ/ m}^3.\text{độ})$$

Nhiệt dung riêng kmol: là nhiệt lượng cung cấp cho 1kmol chất môi giới tăng lên 1 độ trong quá trình nào đó.

$$\mu c = \frac{C}{M} \quad (\text{kJ/kmol.độ})$$

Giữa 3 loại nhiệt dung riêng này có mối quan hệ sau

$$c = c' \cdot V_{tc} = \frac{\mu c}{\mu}$$

$$c' = \frac{c}{V_{tc}} = \frac{\mu c}{22,4}$$

Cũng giống như nhiệt dung riêng chất khí, tùy thuộc vào quá trình xảy ra mà ta có nhiệt dung riêng đẳng áp, nhiệt dung riêng đẳng tích, nhiệt dung riêng đa biến.

Đối với khí lý tưởng, tùy thuộc vào quá trình xảy ra mà ta có nhiệt dung riêng đẳng áp và đẳng tích xác định bằng công thức Mayer

$$c_p - c_v = R$$

Tỉ số giữa nhiệt dung riêng đẳng áp và đẳng tích được gọi là số mũ đoạn nhiệt.

$$k = \frac{c_p}{c_v}$$

Suy ra $c_p - c_v = R$

$\Rightarrow k c_v - c_v = R$

$\Rightarrow c_v = \frac{R}{k-1}$

$$c_p = \frac{k}{k-1} R$$