

LỜI NÓI ĐẦU

*Giáo trình “**Nhiệt kỹ thuật**” được xây dựng và biên soạn trên cơ sở chương trình khung đào tạo nghề Công nghệ ô tô đã được Ban giám hiệu nhà trường phê duyệt, dựa vào năng lực thực hiện của người giáo viên kỹ thuật lành nghề.*

***Nhiệt kỹ thuật** là một môn học nghiên cứu những quy luật biến đổi năng lượng (chủ yếu là biến đổi giữa nhiệt năng và cơ năng) và quy luật truyền nhiệt năng trong các vật nói chung hoặc trong các thiết bị nhiệt nói riêng.*

*Cuốn giáo trình **Nhiệt kỹ thuật** này được biên soạn nhằm đáp ứng nhu cầu giảng dạy và học tập của sinh viên các trường Cao đẳng nghề và Trung cấp nghề, trên cơ sở chương trình khung của bộ và trên cơ sở đề cương chi tiết đã được nhà trường phê duyệt. Nội dung của môn học đã được cải tiến nhờ kinh nghiệm giảng dạy lâu năm của tác giả để phù hợp với thực tiễn đào tạo.*

Trong quá trình thực hiện biên soạn đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp thẳng thắn, khoa học và trách nhiệm của nhiều giảng viên chuyên ngành. Xong do điều kiện về thời gian và đây là lần đầu tiên biên soạn giáo trình dựa trên chương trình khung của Bộ đã ban hành, nên không thể tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Rất mong nhận được những ý kiến tham gia đóng góp để giáo trình được hoàn thiện hơn, đáp ứng được yêu cầu đào tạo kiến thức cơ bản cho học viên.

*Giáo trình **Nhiệt kỹ thuật** đào tạo cho cấp trình độ lành nghề khối cao đẳng và công nhân kỹ thuật đã được hội đồng thẩm định của trường nghiệm thu, nhất trí đưa vào sử dụng và được dùng làm giáo trình cho học viên trong các khóa đào tạo chính quy của nhà trường.*

NHÓM BIÊN SOẠN

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG I.....	8
KHÁI NIỆM VÀ CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN.....	8
Bài 1.....	8
CÁC KHÁI NIỆM VÀ THÔNG SỐ CƠ BẢN.....	8
1. Các khái niệm.....	8
1.1. Máy nhiệt	8
1.1.1. Phân loại.....	8
1.1.2. Động cơ nhiệt:.....	8
1.1.3. Máy lạnh:	8
1.1.4. Bơm nhiệt:.....	8
1.2. Môi chất:	8
1.3. Hệ thống nhiệt động (<i>hệ nhiệt động</i>).....	9
2. Các thông số cơ bản của môi chất.....	9
2.1. Nhiệt độ:.....	9
2.1.1. Nhiệt độ bách phân:.....	9
2.1.2. Nhiệt độ tuyệt đối: (<i>nhiệt độ kenvin</i>).....	9
2.1.3. Nhiệt độ Fahrenheit:	10
2.2. Áp suất:	10
2.3. Thể tích riêng:	10
2.4. Khối lượng riêng:	10
2.5. Nội năng:.....	10
2.6. Entropi:	11
2.7. Execgi:	11
2.8. Entanpi:	11
Bài 2.....	11
HỆ NHIỆT ĐỘNG VÀ CÁC THÔNG SỐ TRẠNG THÁI	11
1. Hệ nhiệt động	11
1.1. Khái niệm.....	11
1.2. Phân loại:	12
+ <i>Hệ kín</i> :	12
+ <i>Hệ hở</i> :	12
+ <i>Hệ cô lập</i> :	12
+ <i>Hệ đoạn nhiệt</i> :	12
2. Thông số trạng thái của một hệ nhiệt động	12
2.1. Nhiệt độ tuyệt đối:.....	12
2.2. Áp suất tuyệt đối:	13
2.3. Thể tích riêng và khối lượng riêng:.....	13
2.4. Nội năng:.....	13

2.5. Tính chất của thông số trạng thái:	13
Bài 3	14
PHƯƠNG TRÌNH NHIỆT ĐỘNG	14
1. Quá trình nhiệt động	14
2. Phương trình định luật nhiệt động	15
2.1. Định luật bảo toàn và biến hóa năng lượng	15
2.2. Động cơ vĩnh cửu	15
2.3. Định luật 1 nhiệt động học	15
2.3.1. Phương trình định luật nhiệt động viết cho hệ kín:	15
2.3.2. Phương trình định luật nhiệt động áp dụng cho dòng chảy:	16
2.4. Định luật 2 nhiệt động học	16
3.1. Nhiệt của quá trình (Q)	18
3.2. Công của quá trình (L)	19
Bài 4	20
NHẬN DẠNG PHÂN BIỆT CÁC THÔNG SỐ VÀ TRẠNG THÁI	20
1. Trạng thái:	20
2. Thông số trạng thái:	20
3. Trạng thái cân bằng của hệ đơn chất một pha	21
4. Nhận dạng các loại động cơ nhiệt	21
5. Nhận dạng dụng cụ đo và phương pháp đo các thông số trạng thái	22
5.1. Dụng cụ đo	22
5.2. Phương pháp đo áp suất:	23
5.3. Bảng số liệu đo áp suất P_c của một số loại động cơ:	23
Chương II	26
MÔI CHẤT VÀ SỰ TRUYỀN NHIỆT	26
Bài 1	26
KHÁI NIỆM PHÂN LOẠI KHÍ LÝ TƯỞNG VÀ KHÍ THỰC	26
1. Khái niệm, phân loại khí lý tưởng	26
1.1. Khái niệm:	26
1.2. Phương trình trạng thái khí lý tưởng	26
2. Khái niệm, phân loại khí thực:	27
2.1. Khái niệm:	27
2.2. Phương trình trạng thái khí thực	27
2.2.1. Áp suất:	27
2.2.2. Thể tích:	27
Bài 2	28
KHÁI NIỆM PHÂN LOẠI SỰ TRUYỀN NHIỆT	28
1. Khái niệm	28
2. Phân loại:	28
3. Dẫn nhiệt	28
3.1. Khái niệm	28

3.2. Phân loại dẫn nhiệt:	29
3.2.1. Dẫn nhiệt qua vách phẳng:.....	29
3.2.2. Dẫn nhiệt qua vách trụ.....	30
4. Trao đổi nhiệt đối lưu.....	32
4.1. Khái niệm:.....	32
4.2. Phân loại:	32
4.2.1. Trao đổi nhiệt đối lưu tự nhiên.....	32
4.2.2. Trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức:.....	32
4.2.3. Trao đổi nhiệt đối lưu khi có biến đổi pha:	33
5. Trao đổi nhiệt bức xạ.....	33
5.1. Khái niệm.....	33
5.2. Đặc điểm trao đổi nhiệt bức xạ:.....	33
Bài 3.....	35
KHÁI NIỆM VỀ SỰ CHUYỂN PHA CỦA CÁC ĐƠN CHẤT	35
1. Khái niệm:.....	35
2. Sự chuyển pha của các đơn chất.....	35
2.1. Đồ thị pha.....	35
2.2. Sự chuyển pha.....	36
2.2.1. Sự thăng hoa - ngưng kết.....	36
2.2.2. Sự nóng chảy – đông đặc:.....	36
2.2.3. Sự hóa hơi – ngưng tụ.....	36
Bài 4.....	37
NHẬN DẠNG VÀ PHÂN BIỆT SỰ CHUYỂN PHA SỰ TRUYỀN NHIỆT CỦA MÔI CHẤT.....	37
1. Nhận dạng và phân biệt sự chuyển pha của môi chất:.....	37
1.1. Trao đổi nhiệt đối lưu khi có biến đổi pha	37
1.2. Trao đổi nhiệt đối lưu khi sôi.....	37
1.3. Trao đổi nhiệt đối lưu khi ngưng tụ	38
2. Nhận dạng và phân biệt sự truyền nhiệt của môi chất.....	40
2.1. Truyền nhiệt qua vách phẳng.....	41
2.2 Truyền nhiệt qua vách trụ.....	42
2.3 Truyền nhiệt qua vách có cánh.....	44
2.4. Tăng cường truyền nhiệt.....	45
Chương III	48
CÁC QUÁ TRÌNH NHIỆT ĐỘNG CỦA MÔI CHẤT.....	48
Bài 1.....	48
CÁC QUÁ TRÌNH NHIỆT ĐỘNG CƠ BẢN – ĐOẠN NHIỆT - ĐẲNG NHIỆT - ĐẲNG ÁP - ĐẲNG TÍCH- QUÁ TRÌNH ĐA BIẾN	48
1. Các quá trình đẳng nhiệt cơ bản:	48
2. Quá trình đoạn nhiệt.....	48
2.1. Khái niệm:.....	48

2.2. Phương trình của quá trình đoạn nhiệt:	48
2.3. Đường biểu diễn của quá trình đoạn nhiệt:	49
3. Quá trình đẳng nhiệt:	49
3.1. Khái niệm:	49
3.2. Phương trình của quá trình đẳng nhiệt:	50
3.3. Đường biểu diễn của quá trình đẳng nhiệt:	50
4. Quá trình đẳng áp:	50
4.1. Khái niệm:	50
4.2. Phương trình của quá trình đẳng áp:	50
4.3. Đường biểu diễn của quá trình đẳng áp:	51
5. Quá trình đẳng tích:	51
5.1. Khái niệm:	51
5.2. Phương trình của quá trình đẳng tích:	52
5.3. Đường biểu diễn của quá trình đẳng tích:	52
Bài 2.....	56
CÁC QUÁ TRÌNH NHIỆT ĐỘNG CỦA KHÍ THỰC	56
1. Xác định biến đổi entanpi, nội năng và entrôpi.....	56
2. Quá trình đẳng tích.....	57
3. Quá trình đẳng áp.....	57
4. Quá trình đẳng nhiệt.....	58
5. Quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch.....	58
Bài 3.....	59
QUÁ TRÌNH HỖN HỢP CỦA KHÍ VÀ HƠI.....	59
1. Hỗn hợp khí lý tưởng.....	59
1.1. Những tính chất của hỗn hợp khí lý tưởng.....	59
1.2. Các thành phần của hỗn hợp.....	60
1.2.1. Thành phần khối lượng.....	60
1.2.2. Thành phần thể tích.....	60
1.2.3. Thành phần kilômol.....	61
2. Xác định các đại lượng của hỗn hợp.....	61
2.1. Kilômol của hỗn hợp.....	61
2.2. Hằng số chất khí của hỗn hợp.....	61
2.3. Nhiệt dung riêng của hỗn hợp khí.....	62
2.4. Xác định phân áp suất của khí thành phần.....	62
3. Quá trình hỗn hợp của chất khí.....	62
3.1. Hỗn hợp trong thể tích đã cho.....	63
3.2. Hỗn hợp theo dòng.....	64
3.3. Hỗn hợp khi nạp vào thể tích cố định.....	65
Chương IV	66
CHU TRÌNH NHIỆT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ NHIỆT.....	66
Bài 1.....	66

KHÁI NIỆM – YÊU CẦU – PHÂN LOẠI CHU TRÌNH NHIỆT ĐỘNG.....	66
1. Khái quát chung	66
2. Khái niệm cơ bản.	66
3. Phân loại:	69
3.1. Chu trình thuận chiều:	69
3.1.1. Chu trình động cơ đốt trong.....	69
3.1.2. Chu trình cấp nhiệt hỗn hợp:	71
3.1.3. Chu trình cấp nhiệt đẳng tích:	73
3.1.4. Chu trình cấp nhiệt đẳng áp:	74
3.1.5. Chu trình tuabin khí:.....	75
3.1.6. Chu trình động cơ phản lực:	77
3.2. Chu trình ngược chiều (máy lạnh).	79
3.2.1. Chu trình máy lạnh và bơm nhiệt không khí:	80
3.2.2. Chu trình máy lạnh và bơm nhiệt dùng hơi.....	81
4. Định nghĩa chu trình nhiệt động	84
4.1. Công của chu trình.	85
4.2. Hiệu suất nhiệt, hệ số làm lạnh và hệ số bơm nhiệt.....	85
4.3. Hiệu suất execgi	86
4.4. Hiệu suất nhiệt của chu trình carnot.....	87
Bài 2.....	88
SƠ ĐỒ CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ NHIỆT ..	88
1. Khái niệm và phân loại.....	88
1.1. Khái niệm:.....	88
1.2. Phân loại:	88
2. Cấu tạo và hoạt động của động cơ bốn kỳ.	89
2.1. Cấu tạo chung:.....	89
2.2. Nguyên lý làm việc của động cơ xăng bốn kỳ:	90
2.2.1. Quá trình nạp:.....	90
2.2.2. Quá trình nén:.....	90
2.2.3. Quá trình cháy – giãn nở - sinh công:	91
2.2.4. Quá trình thải.....	93
3. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của động cơ hai kỳ,	94
3.1. Sơ đồ cấu tạo của động cơ hai kỳ:	94
3.2. Nguyên lý làm việc của động cơ hai kỳ.	95
3.2.1. Kỳ 1: <i>Hút, nén (hình 4.27. a)</i> :.....	95
3.2.2. Kỳ 2 : <i>Sinh công và thay khí (hình 4.27: b)</i>	95
3.3. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điêzen hai kỳ	96
3.3.1. Sơ đồ cấu tạo :	96
3.3.2. Nguyên lý làm việc :.....	96
4. So sánh ưu nhược điểm giữa động cơ bốn kỳ và động cơ hai kỳ :.....	97
4.1. Ưu điểm :	97

4.2. Nhược điểm :	97
5. Sơ đồ cấu tạo và hoạt động của động cơ tuốc bin khí	98
5.1. Sơ đồ cấu tạo:.....	98
5.2. Nguyên tắc hoạt động:.....	98
6. Sơ đồ cấu tạo và hoạt động của động cơ máy bay có máy nén.....	98
6.1. Sơ đồ cấu tạo.	98
6.2. Nguyên tắc hoạt động:.....	99
7. Sơ đồ cấu tạo và hoạt động của động cơ tên lửa:	99
7.1. Sơ đồ cấu tạo:.....	99
7.2. Nguyên tắc hoạt động:.....	99
BÀI TẬP	100

CHƯƠNG I

KHÁI NIỆM VÀ CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN

Bài 1

CÁC KHÁI NIỆM VÀ THÔNG SỐ CƠ BẢN

1. Các khái niệm

1.1. Máy nhiệt

Là một loại thiết bị dùng để chuyển hóa giữa nhiệt năng và cơ năng của hai nguồn nhiệt: Nguồn nóng và nguồn lạnh.

1.1.1. Phân loại.

Máy nhiệt gồm hai loại:

- + Động cơ nhiệt
- + Máy lạnh

1.1.2. Động cơ nhiệt:

Động cơ nhiệt dùng để biến đổi nhiệt năng do đốt cháy nhiên liệu thành cơ năng. Tức là môi chất nhận nhiệt từ nguồn nóng (nhiên liệu cháy) giãn nở một phần biến thành công, sau đó nhả nhiệt còn lại cho nguồn lạnh (ra nước làm mát hoặc không khí như: Động cơ đốt trong; động cơ phản lực và các tuốc bin khí...)

1.1.3. Máy lạnh:

Máy lạnh có tác dụng ngược lại với động cơ nhiệt. Tức là môi chất nhận công hoặc nhiệt năng từ nguồn lạnh (nhiệt của vật hoặc buồng cần làm lạnh truyền cho nguồn nóng).

1.1.4. Bơm nhiệt:

Bơm nhiệt là máy tiêu hao năng lượng, tức là môi chất nhận công hoặc nhiệt năng từ nguồn nóng truyền cho nguồn lạnh để sưởi ấm hay sấy các vật.

1.2. Môi chất:

Môi chất là chất trung gian để biến đổi và truyền tải năng lượng giữa nhiệt năng và công trong các máy nhiệt.

Môi chất có 3 thể: Thể khí, thể lỏng, thể rắn.

Trong máy nhiệt dùng môi chất là thể khí. Vì chất khí có khả năng thay đổi thể tích rất lớn nên có khả năng trao đổi công rất lớn.

Thể khí:

Thể khí gồm 2 loại: Khí thực và khí lý tưởng.

*Khí thực:

Khí thực là mọi chất khí trong tự nhiên. Khí thực tạo nên từ các phân tử và nguyên tử. Chúng có kích thước và giữa chúng có lực tác dụng tương hỗ.

* Khí lý tưởng:

Khí lý tưởng là khí không có kích thước và giữa chúng không có lực tác dụng tương hỗ như: Không khí hydro, ô xy... ở điều kiện áp suất thấp và nhiệt độ thường.

1.3. Hệ thống nhiệt động (hệ nhiệt động).

Là tập hợp các phần tử để nghiên cứu các hiện tượng về nhiệt. Hệ nhiệt động được đặt trong môi trường và được ngăn cách với môi trường bằng mặt bao.

Thường gặp hệ nhiệt động là môi chất, nguồn nóng, nguồn lạnh hoặc tổ hợp môi chất nguồn nóng và nguồn lạnh, máy nhiệt...

1.4. Thông số trạng thái

Thông số trạng thái là những đại lượng vật lý có giá trị xác định ở một trạng thái nhất định nào đó. Thông số trạng thái là hàm chỉ phụ thuộc vào trạng thái mà không phụ thuộc vào quá trình. Nếu môi chất biến đổi rồi lại trở về trạng thái ban đầu, giá trị các thông số trạng thái sẽ không đổi.

Các thông số nhiệt độ, áp suất, thể tích riêng được gọi là các thông số trạng thái cơ bản vì chúng có thể đo được trực tiếp. Các thông số trạng thái còn lại gọi là hàm trạng thái, vì chúng không đo được trực tiếp mà phải thông qua các thông số trạng thái cơ bản.

1.5. Công

Công là tích của vết chiều của lực trên đường đi nhân với quãng đường đi. Công là số đo sự truyền chuyển động, tức là sự truyền năng lượng từ vật này sang vật khác.

2. Các thông số cơ bản của môi chất.

Thông số trạng thái là những đại lượng vật lý có giá trị xác định ở một trạng thái xác định nào đó. Thông số trạng thái là hàm chỉ phụ thuộc vào trạng thái mà không phụ thuộc vào quá trình.

Các thông số trạng thái cơ bản đó là: Nhiệt độ, áp suất và thể tích riêng.

2.1. Nhiệt độ:

Là mức đo trạng thái nhiệt (nóng, lạnh) của vật.

2.1.1. Nhiệt độ bách phân:

Dùng thang nhiệt bách phân (100 vạch, mỗi vạch ứng với 1°) và ký hiệu là $^{\circ}\text{C}$. 0°C ứng với nhiệt độ nước đá đang tan và 100°C ứng với nước đang sôi ở áp suất $P = 760 \text{ mmHg}$.

2.1.2. Nhiệt độ tuyệt đối: (nhiệt độ kenvin)

Ký hiệu là T , đơn vị đo là $^{\circ}\text{K}$, 0°K tương ứng với nhiệt độ thấp nhất của trạng thái vật chất mà trong đó các phân tử ngừng chuyển động. 0°K tương ứng với $(-273,15^{\circ}\text{C})$.

2.1.3. Nhiệt độ Farenheit:

Đơn vị: $^{\circ}\text{F}$, $32^{\circ}\text{F} = 0^{\circ}\text{C}$; $212^{\circ}\text{F} = 100^{\circ}\text{C}$

2.2. Áp suất:

Là lực tác dụng của các phân tử theo phương pháp truyền lên đơn vị diện tích thành bình chứa khí hoặc chất lỏng.

Áp suất được ký hiệu là P và được xác định bằng biểu thức:

$$P = \frac{F}{S} \quad \text{N/m}^2$$

F : Lực tác dụng của các phân tử khí hoặc chất lỏng (N).

S : Diện tích thành bình (m^2).

Đơn vị đo áp suất: $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$ (pascal)

$1\text{KPa} = 10^3\text{Pa}$; $1\text{MPa} = 10^6\text{Pa}$.

Các đơn vị đo áp suất:

$1\text{bar} = 0,1 \text{ MPa} = 1\text{kG/cm}^2$

$1\text{at} = 0,98 \text{ bar} = 735,5\text{mmHg} = 10\text{mmH}_2\text{O}$ (ở 0°C)

$1\text{psi} = 0,07\text{at} = 6895\text{Pa}$.

$1\text{N/m}^2 = 1\text{Pa} = 10^{-5}\text{kG/cm}^2$

$1\text{kN/m}^2 = 1\text{kPa} = 10^{-2}\text{kG/cm}^2$

$1\text{MN/m}^2 = 1\text{MPa} = 10\text{kG/cm}^2$

Áp suất nhỏ hơn áp suất khí quyển gọi là độ chân không, ký hiệu là: P_{ck} .

2.3. Thể tích riêng:

Là thể tích của một đơn vị khối lượng. Được ký hiệu là V và được xác định bằng biểu thức:

$$V = \frac{V}{G} \quad (\text{m}^3/\text{kg})$$

V : Thể tích của vật (m^3)

G : Khối lượng của vật (kg)

2.4. Khối lượng riêng:

Là khối lượng của một đơn vị thể tích của hệ, là đại lượng nghịch đảo của thể tích riêng.

$$P = \frac{1}{V} = \frac{m}{V} \quad (\text{kg/m}^3)$$

2.5. Nội năng:

Là toàn bộ các dạng năng lượng bên trong của vật.

Nội năng bao gồm: Nội nhiệt năng (do chuyển động của các phân tử và nguyên tử) và các dạng năng lượng khác (hóa năng, năng lượng nguyên tử...).

Nội năng là hàm của nhiệt độ: $u = u(T)$

Đơn vị: U (J); u (J/kg)