

CHƯƠNG 8: NGUYÊN LÝ THỨ NHẤT CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

DẠNG 1: ĐỊNH LUẬT THỨ NHẤT

1.1. Kiến thức cơ bản:

- Dạng này là dạng ứng dụng định luật thứ nhất nhiệt động lực học để giải các bài toán về nhiệt. Nhìn chung các bài toán này chủ yếu xoay quanh ba đại lượng là nhiệt, công và độ biến thiên nội năng. Do đó cần phải nắm vững các công thức tính của ba đại lượng này trong các trường hợp đặc biệt như đẳng áp, đẳng tích, đẳng nhiệt hay đoạn nhiệt.

- Bên cạnh đó thì phải nhớ công thức về phương trình trạng thái khí tưởng → công thức này được sử dụng cực kì nhiều trong quá trình biến đổi. Phương trình trạng thái khí lý tưởng có dạng như sau

$$pV = \frac{m}{\mu} RT = nRT$$

Để nhớ phương trình trên thì không khó vì cấp 3 học hóa chắc sử dụng không ít lần. Tuy nhiên quan trọng nhất là nhớ các biến thể của nó, và giá trị hằng số khí R:

- Giá trị R:
 - Hệ SI: $R = 8.314 \text{ J/mol.K} \rightarrow P (\text{Pa}), V (\text{m}^3)$ (**Tao Phải Về Mà** → Nếu R bắt đầu bằng 8 thì P là Pa, V là mét khối)
 - $R = 0.082 \text{ L.atm/mol.K} \rightarrow P (\text{atm}), V (\text{lít})$ (**Kậu Ác Về Lờ** → Nếu R bắt đầu bằng 0 thì P là atm, V thì đo theo lít)
 - Như vậy tùy theo giá trị của R mà phải nhớ đơn vị của P và V tương ứng kéo thay vào nhằm là vỡ mồm đó. Bấm kết quả lại ra khác đáp án. Tốt nhất để dễ nhớ thì dùng khẩu quyết trên. Hơi bực một chút nhưng dễ nhớ.

- Định luật thứ nhất nhiệt động lực học liên quan tới công và nhiệt → do đó phải hiểu được công và nhiệt, đừng có nhầm lẫn hai thằng này với nhau. Công và nhiệt đều là năng lượng, nhiệt không phải là nhiệt độ đâu đấy. Năng lượng này được truyền giữa hệ và môi trường. Như vậy khi nghiên cứu phần nhiệt mà cứ thấy có đại lượng công và nhiệt thì kiểu éo gì cũng phải có bộ đôi hệ và môi trường. Thiếu một trong hai thằng đấy là toi. Tuy nhiên giữa công và nhiệt có sự khác nhau. Quá trình truyền nhiệt giữa hệ và môi trường thì xuất hiện khi có **chênh lệch nhiệt độ**, còn nếu hệ và môi trường mà có cùng nhiệt độ thì ngồi cùng đến sang năm cũng chả có tí nhiệt nào truyền qua lại đâu. Về cơ bản quá trình truyền nhiệt tương tự như quá trình GATO.

Nếu tự dung thấy có đũa xấu zai hơn mình mà gấu nó lại ngon như hot girl thì lập tức quá trình GATO xuất hiện, để rồi tìm mọi cách nói xấu dìm hàng thẳng kia cho nó bằng mình ví dụ như kiểu thẳng này học dốt, hôi néc, thối chân. Nói tóm lại là tìm đủ mọi cách để cho nó như mềnh thì mới không còn GATO nữa ☺. Tiếp theo là anh công công, anh này thì thuộc dạng ăn tạp, nói chung là năng lượng truyền giữa hệ và môi trường xung quanh với tất cả các kiểu và tư thế truyền miễn là **éo liên quan tới sự chênh lệch nhiệt độ**. Nó có thể là công của lực điện, lực từ vùn vùn, tuy nhiên do chúng ta đang học về lờ 1 nên chỉ quan tâm tới công cơ học như công sinh ra trong quá trình giãn nở khí chẳng hạn, hoặc công mà khí nhận được khi bị nén.

a. Nhiệt

Nói đến nhiệt là nói đến sự chênh lệch nhiệt độ, để tính lượng nhiệt mà hệ (khí) nhận được hay mất đi thì chúng ta cần xác định hai thứ:

- Thứ nhất là nhiệt độ ở trạng thái đầu và nhiệt độ ở trạng thái cuối → xác độ chênh lệch nhiệt độ.
- Thứ hai là xác định nhiệt dung riêng c của chất khí trong hệ.
 - *Nhiệt dung riêng*:
 - Đ/n: là lượng nhiệt cần thiết để tăng nhiệt độ của 1kg chất tăng thêm 1 độ.
 - Đơn vị: $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ hoặc $\text{J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$
 - Công thức: $dQ_p = mc_p dT$ và $dQ_v = mc_v dT$
 - *Nhiệt dung riêng mol (có sách viết là nhiệt dung riêng phân tử)*:
 - Đ/n: là lượng nhiệt cần thiết để tăng 1 mol chất tăng thêm 1 độ.
 - Đơn vị: $\text{J.kmol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ hoặc $\text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
 - Công thức: $dQ_p = nC_p dT$ và $dQ_v = nC_v dT$
 - Mối liên hệ giữa c (chim nhỏ) và C (chim to):

$$mc = nC \rightarrow C = \frac{m}{n} c = \mu c$$

μ khối lượng một mol chất.

- Nhiệt dung riêng không phụ thuộc vào khối lượng mà phụ thuộc vào bản chất của chất khí. Tức là cùng một khối lượng nhưng khí khác nhau thì sẽ có nhiệt dung riêng khác nhau. Ví dụ như chúng ta có thể có cùng khối lượng nhưng tính cách riêng hay độ đẹp zai riêng cũng sẽ khác nhau vì những hệ số này phụ thuộc vào bản chất của chúng ta. Tuy nhiên, tùy theo điều kiện mà nhiệt dung riêng có thể khác nhau mặc dù cùng một chất khí. Giống kiểu đi với anh em thì cứ đến lúc thanh toán tiền thì xin

đi vệ sinh, đi với gấu thì sẵn sàng rút ví trả ngay không cần thối lại. Trong khi nghiên cứu chất khí thì cần quan tâm đến hai trường hợp: nhiệt dung riêng đẳng áp c_p và nhiệt dung riêng đẳng tích c_v . Hai giá trị này thường là không giống nhau.

- Giữa nhiệt dung riêng mol đẳng áp và nhiệt dung riêng mol đẳng tích (nhiệt dung riêng cũng tương tự) có mối liên hệ thông qua bậc tự do chất khí. Bài này thí nghiệm rồi đó, cái bài mà bóp mỗi cả tay đó. Tỷ số C_p/C_v chính là hệ số Poátxông.

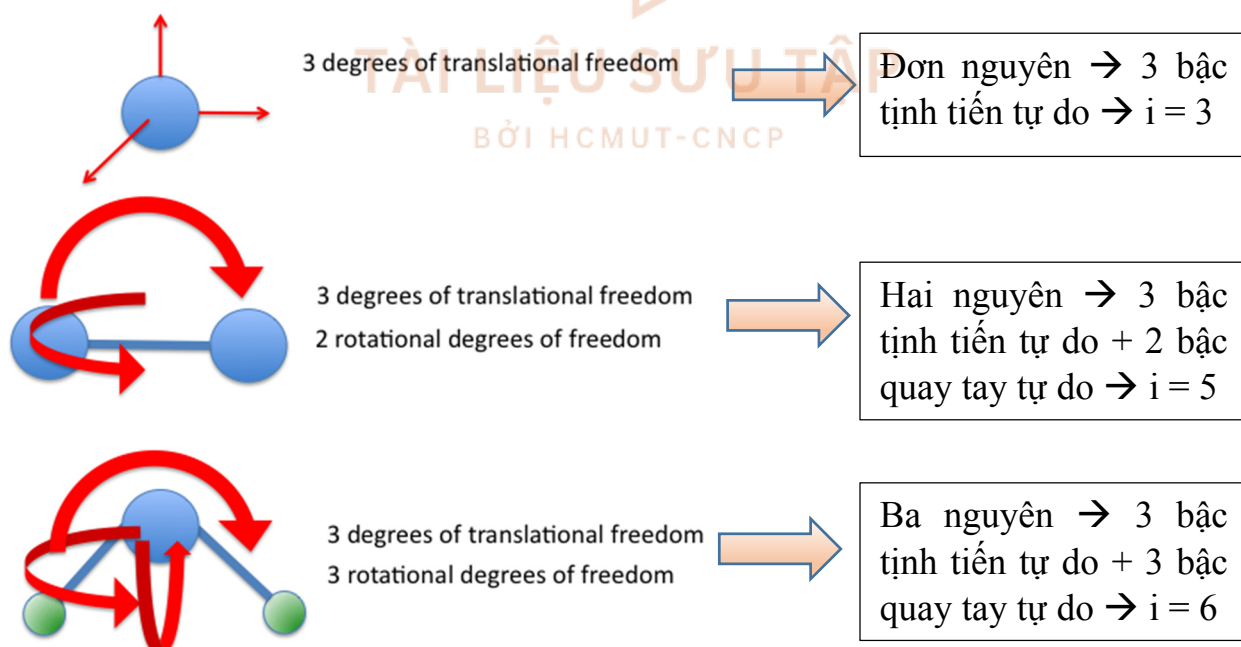
$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{c_p}{c_v} = \frac{i + 2}{i} = \gamma$$

Trong đó:

$$C_p = \frac{i + 2}{2} R$$

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

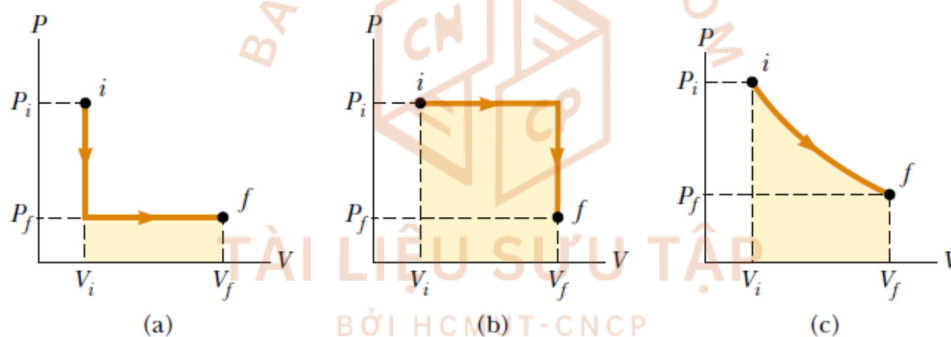
Ở đây i là bậc tự do, phụ thuộc vào từng loại khí (đơn nguyên, hai nguyên,...) → nhiều trym và sẵn cũng chả biết xác định được bậc tự do → nhìn hình dưới đây mà tự hiểu nhé, một phân tử có thể có 3 bậc tịnh tiến và 3 bậc quay tùy theo nó là đơn nguyên, hai nguyên, hay ba nguyên



b. Công

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

- Từ công thức trên ta thấy rõ một điều vô cùng quan trọng đó chính là công chính bằng diện tích giới hạn bởi hàm số $p(V)$ và trục hoành. Do đó khi nhìn vào đồ thị PV chúng ta có thể dễ dàng xác định được độ lớn của công thông qua diện tích giới hạn đó. Nhìn hình vẽ dưới đây, ta thấy mặc dù trạng thái đầu và cuối của hệ là như nhau. Nhưng quá trình thực hiện thì khác nhau nên công của nó cũng khác nhau, nhìn vào diện tích giới hạn ta có thể nói ngay công mà hệ sinh ra theo thứ tự giảm dần từ cao xuống thấp là: (b) \rightarrow (c) \rightarrow (a). Tóm lại, công là một hàm quá trình tức là nó phụ thuộc vào **trạng thái đầu, trạng thái cuối và quá trình biến đổi**.



- Đẳng tích: $V = \text{const} \rightarrow dV = 0 \rightarrow A = 0$
- Đẳng áp: $p = \text{const} \rightarrow A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$
- Đẳng nhiệt: $T = \text{const} \rightarrow$ thay vào mà tính tích phân thôi. Dễ ẹc:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln V \Big|_{V_1}^{V_2} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

c. Nội dung định luật 1:

Chém thì dài nhưng công thức mô tả định luật I thì dễ vcd luôn:

$$Q = \Delta U + A$$

Nhìn vào đây thì có thể bốc phét được như sau: nhiệt lượng mà hệ nhận được bằng tổng độ biến thiên nội năng và công mà hệ sinh ra. Có thể ví như thế này cho dễ nhớ nếu các bạn coi Q là năng lượng mà thức ăn các bạn ăn vào, thì ΔU chính là phần năng lượng mà cơ thể hấp thụ và được dự trữ trong cơ thể dưới dạng mỡ, công A chính là công sinh ra do quá trình hoạt động của cơ thể như hít thở, xếp hình lego, quay tay, chạy, nhảy, chém gió v.v. Và tất nhiên theo định luật bảo toàn năng lượng thì năng lượng ko tự nhiên sinh ra và mất đi nên ta mới có mối quan hệ trên. Nói chung định luật 1 về cơ bản chính là một dạng khác mang tính tổng quát hơn của định luật bảo toàn năng lượng thôi.

- **Nội năng:** Ngoài nhiệt và công thì cần để ý tính chất của nội năng, không giống như nhiệt và công là hàm quá trình thì nội năng chỉ là một hàm trạng thái. Tức là nó chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối, còn không quan tâm hệ làm những gì để đi từ điểm đầu đến điểm cuối. Nội năng của khí lí tưởng **chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ**. Nội năng của khí lí tưởng có i bậc tự do và N phân tử là:

$$U = \frac{i}{2} NkT = \frac{i}{2} nRT = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT$$

Chú ý định luật 1 trong mấy trường hợp đặc biệt:

- Đoạn nhiệt: Hệ không trao đổi nhiệt với bên ngoài nên:
$$\Delta U + A = 0$$
- Đẳng áp: $Q = \Delta U + A = \Delta U + p\Delta V$
- Đẳng tích: $Q = \Delta U$
- Đẳng nhiệt: $Q = A$

Cách giải:

B1: Tóm tắt các đại lượng đã cho, chú ý các chi tiết đặc biệt như đẳng tích, đẳng áp, đẳng nhiệt ...

B2: Lựa chọn phương trình có chứa các đại lượng đã cho, nếu có một đại lượng nào chưa cho thì tìm cách biến đổi về các đại lượng đã cho.

B3: Hỏi gì thì biến đổi và tìm đây thôi.

1.2. Bài tập ví dụ:

Bài 8.4: Một bình kín chứa 14g khí Nito ở áp suất 1at và nhiệt độ 27°C. Sau khi hơi nóng, áp suất trong bình lên tới 5 at. Hỏi:

a. Nhiệt độ của khí sau khi hơi nóng?

b. Thể tích của bình?

c. Độ tăng nội năng của khí?

*** Nhận xét:** Hai câu đầu quá ngon rồi, chỉ việc sử dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng là xong. Chú ý là khí được đặt trong bình kín nên ta có thể coi như là quá trình biến đổi trong điều kiện đẳng tích. Câu c thì liên quan tới độ tăng nội năng → chỉ cần xác định nội năng tại thời điểm đầu và thời điểm cuối là xong.

*** Giải:**

- Trong trường hợp đẳng tích ta có:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Đánh dấu các đại lượng đã cho là có thể nhìn ra được ngay cách tính nhiệt độ sau khi hơi nóng:

$$T_2 = \frac{p_2}{p_1} T_1 = \frac{5}{1} \times (27 + 273) = 1500K$$

- Tiếp theo bài toán yêu cầu tính thể tích, lúc này áp dụng pt trạng thái khí lí tưởng ta có:

$$p_1 V = \frac{m}{\mu} RT_1 \rightarrow V = \frac{m}{\mu} \frac{RT_1}{p_1} = \frac{14}{28} \times \frac{8.314 \times (27 + 273)}{1 \times 9.8 \times 10^4} = 0.0127 m^3 = 12.7l$$

- Để tính nội năng tại một thời điểm ta sử dụng công thức:

$$U = \frac{i}{2} nRT = nC_v T$$

Công thức $U = nC_v T$ cho thấy nội năng có liên hệ trực tiếp với nhiệt dung riêng mol đẳng tích → viết ra để biết thêm thôi chứ bài này không cần sử dụng đến. Chỉ cần sử dụng công thức tính U theo bậc tự do là xong. Đề ý khí trong bài là khí N_2 → khí lưỡng nguyên nên có bậc tự do $i = 5$.

- Từ đây ta có độ biến thiên của nội năng là:

$$\Delta U = \frac{i}{2} nRT_2 - \frac{i}{2} nRT_1 = \frac{i}{2} nR(T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \times \frac{14}{28} \times 8.314 \times (1500 - 300) = 12.5 kJ$$

Bài 8.5: Nén đẳng nhiệt 3l không khí ở áp suất 1at. Tìm nhiệt tỏa ra biết rằng thể tích cuối cùng bằng 1/10 thể tích ban đầu.

*** Nhận xét:** Khi gặp bài toán nhiệt động lực học thì cần phải tía ngay xem tình trạng của hệ có đặc biệt không (đẳng tích, đẳng áp, đẳng nhiệt, đoạn nhiệt) để sử dụng công thức cho chuẩn. Tiếp theo là phải phân tích dấu má cho chuẩn, cái này dễ nhầm lẫn. Bài toán hỏi nhiệt tỏa ra, tức là hỏi Q. Tỏa nhiệt thì có nghĩa là $Q < 0$. Nhìn vào đề bài ta thấy đây là quá trình nén đẳng tích → hệ không tự sinh công mà lại thắng khác hấp → chắc chắn dấu $A < 0$.

*** Giải:**

- Chẳng cần phải nói nhiều, cứ có công và nhiệt là mới anh định luật 1 lên ngay:

$$Q = \Delta U + A$$

- Tiếp theo đề ý đến quá trình trong bài là quá trình đẳng nhiệt nên quá ngon roài, định luật 1 sẽ được viết lại dưới dạng:

$$Q = A$$

- Giờ chỉ tìm nốt thằng A là xác định ngay nhiệt lượng thôi. Tất nhiên là nếu nhớ đc công thức tính A cho trường hợp đẳng nhiệt thì ngon. Nếu quên thì chịu khó xây dựng lại công thức vì nó cũng ko quá phức cmn tạp đâu.

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

- Nhìn vào công thức trên ta thấy rõ ràng $\frac{V_2}{V_1}$ đã biết, nhưng n và T thì pó tay thật rồi. Đề bài éo cho hai đại lượng này, mà lại cho áp suất và thể tích tại thời điểm ban đầu. Như vậy chắc chắn là n và T phải có quan hệ mờ ám với áp suất và thể tích rồi. Thường mối quan hệ này hai được diễn ra công khai thông qua pt trạng thái khí lí tưởng:

$$pV = nRT$$

- Giờ thay vào là xong:

$$A = p_1 V_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

- Tất cả đã biết giờ thì việc thay số và chú ý là $Q = A$, đổi hết ra đơn vị SI: P (Pa), V(m³)

$$Q = p_1 V_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = 1 \times 9.81 \times 10^5 \times 3 \times 0.001 \times \ln \left(\frac{1}{10} \right) \approx -678 \text{ J}$$

Bài 8.6: Một bình kín thể tích 2l, đựng 12g khí nitơ ở nhiệt độ 10°C. Sau khi hơi nóng, áp suất trung bình lên tới 10⁴ mmHg. Tìm nhiệt lượng mà khối khí đã nhận được, biết bình giãn nở kém.

* **Nhận xét:** nhìn qua xem quá trình có gì đặc biệt ko. Bình giãn nở kém → tức là đẳng tích chứ còn cái quái gì nữa → sẽ phải sử dụng định luật 1 trong trường hợp đẳng tích:

* **Giải:**

- Theo định luật 1 ta có:

$$Q = \Delta U + A$$

- Quá trình đẳng tích nên công bằng không. Tóm lại bao nhiêu nhiệt chuyển hết thành biến thiên nội năng rồi.

$$Q = \Delta U$$

- Giờ tính biến thiên nội năng thôi. Chú ý từ công thức tính nội năng, và lựa chọn công thức phù hợp tùy theo dữ kiện của đề bài cho

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R T_2 - \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R T_1$$

Nhìn công thức trên có mỗi T_2 là chưa biết nên tốt nhất là biến đổi về biến đã biết nào đó. Đề bài cho áp suất ở trạng thái cuối tức là $p_2 \rightarrow$ gợi ý cho chúng ta hướng biến đổi từ T_2 về p_2 .

$$p_2 V_2 = \frac{m}{\mu} R T_2$$

Thay lên trên ta có:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} p_2 V_2 - \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R T_1$$

Đề ý là đẳng tích nên coi như $V_2 = V_1$. Thay số và nhớ đổi đơn vị về SI là xong, chú ý nito là khí lưỡng nguyên nên bậc tự do bằng 5.

$$\Delta U = \frac{5}{2} \times (10^4 \times 133.3) \times (2 \times 0.001) - \frac{5}{2} \times \frac{12}{28} \times 8.314 \times (10 + 273)$$

$$\Delta U = 4.1 \text{ kJ}$$

Như vậy nhiệt lượng mà khối khí nhận được chính bằng biến thiên nội năng và bằng **4.1 kJ**

Bài 8.7: Hơ nóng 16 gam khí Ôxy trong một bình khí giãn nở kém ở nhiệt độ 37°C , từ áp suất 10^5 N/m^2 lên tới $3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Tìm:

- Nhiệt độ của khối khí sau khi hơ nóng.
- Nhiệt lượng đã cung cấp cho khối khí.

*** Nhận xét:** đề bài cho khối lượng Oxi tức là cho ta biết số mol rồi, ngoài ra một đại lượng có thể thu được chính là bậc tự do bằng 5 do oxi là khí lưỡng nguyên. Giãn nở kém thì đẳng tích cmnr. Nhiệt độ ban đầu T_1 đã biết, áp suất của hệ ở trạng thái đầu và trạng thái sau đã biết.

*** Giải:**

- Câu a yêu cầu xác định nhiệt độ khối khí sau khi hơ nóng \rightarrow quá dễ roài \rightarrow từ phương trình trạng thái khí lý tưởng + đẳng tích ta có:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{p_2}{p_1} T_1 = \frac{3 \times 10^5}{10^5} \times (37 + 273) = 930 \text{ K}$$

Chú ý: nhiệt độ kiểu gì thì cũng phải đổi ra đơn vị độ K, nếu để đơn vị độ C thì rất dễ sai, không như thể tích hay áp suất. Lý do chính là quá trình qui đổi, đối với áp suất và thể tích thì để qui đổi sang đơn vị khác ta thường nhân với một số qui đổi. Nhưng đối với nhiệt độ thì để qui đổi giữa các đơn vị thì ta phải cộng hoặc

trừ đi một số qui đổi. Chính vì thế giá trị sẽ sai lệch rất nhiều. Chẳng hạn như ở trên nếu ta để đơn vị độ C khi tính thì T_2 sẽ có giá trị

$$T_2 = \frac{p_2}{p_1} T_1 = \frac{3 \times 10^5}{10^5} \times 37 = 111 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow T_2 = 384 \text{ K} \rightarrow \text{sai luôn}$$

Câu b liên quan với nhiệt lượng tức là sẽ phải sử dụng định luật 1, chú ý là quá trình trong bài này là quá trình đẳng tích nên công của hệ sinh ra là bằng 0.

$$Q = \Delta U$$

Liên quan tới biến thiên nội năng \rightarrow sử dụng công thức tính nội năng, chú ý là đề bài cho biết khối lượng m của ôxi nên tốt nhất là sử dụng công thức:

$$U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_2 - \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_1 = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$$

May mà mấy đại lượng đều đã biết nên ta chỉ việc thay số thôi:

$$\Delta U = \frac{5}{2} \times \frac{16}{32} \times 8.314 \times (930 - 310) = 6.4 \text{ kJ}$$

Nhiệt lượng đã được cung cấp cho khối khí là:

$$\Delta Q = \Delta U = 6.4 \text{ kJ}$$

Bài 8.8: Sau khi nhận được nhiệt lượng $Q = 150 \text{ cal}$, nhiệt độ của $m = 40,3 \text{ g}$ khí ôxi tăng từ $t_1 = 16^\circ\text{C}$ tới $t_2 = 40^\circ\text{C}$. Hỏi quá trình hơ nóng đó được tiến hành trong điều kiện nào?

*** Nhận xét:** Bài toán hỏi xem quá trình hơ nóng trong điều kiện nào \rightarrow tất nhiên đã hơ nóng thì không thể đẳng nhiệt hay đoạn nhiệt được \rightarrow chỉ có thể là đẳng tích và đẳng áp. Hướng ở đây là tính nhiệt dung riêng mol ra, sau đó so sánh với nhiệt dung riêng mol đẳng áp và nhiệt dung riêng mol đẳng tích. Nếu bằng cái nào thì suy ngay ra điều kiện tương ứng thôi.

*** Giải:**

- Để xác định nhiệt dung riêng mol ta sử dụng công thức:

$$Q = nC\Delta T = \frac{m}{\mu} C\Delta T \rightarrow C = \frac{\mu Q}{m\Delta T} = \frac{32 \times 150 \times 4.18}{40.3 \times 24} = 20.7 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$$

- Giờ tính thử nhiệt dung riêng mol đẳng tích rồi so sánh xem sao:

$$C_V = \frac{i}{2} R = \frac{5}{2} \times 8.314 = 20.7 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$$

Như vậy quá trình đẳng tích cmnr.

Bài 8.9: 6,5g hydro ở nhiệt độ 27°C, nhận nhiệt lượng giãn nở gấp đôi, trong điều kiện áp suất không đổi. Tính

- Công mà khí sinh ra.
- Độ biến thiên nội năng của khối khí.
- Nhiệt lượng đã cung cấp cho khối khí.

*** Nhận xét:** Bài toán cho khí hidro → khí lưỡng nguyên → bậc tự do $i = 5$. Chúng ta cũng biết sự thay đổi về thể tích và quá trình giãn nở diễn ra trong điều kiện đẳng áp → chú ý các công thức liên quan trong điều kiện đẳng áp.

*** Giải:**

- Theo định luật 1 ta có:

$$Q = \Delta U + A$$

- Câu a yêu cầu tính công sinh ra, trong điều kiện đẳng áp thì ta có:

$$A = p\Delta V = p(V_2 - V_1) = p(2V_1 - V_1) = pV_1$$

Đề bài cho cho pV_1 nên phải tìm công thức để qui về các đại lượng đã biết là nhiệt độ, khối lượng → thường cứ dựa vào phương trình trạng thái khí là ta có thể có mối quan hệ này ngay:

$$pV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1$$

Như vậy ta có:

$$A = pV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1 = \frac{6.5}{2} \times 8.314 \times (27 + 273) = 8.1 \text{ kJ}$$

- Để ý công thức tính nội năng của khí:

$$U = \frac{i}{2} NkT = \frac{i}{2} nRT = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT$$

→ đề bài cho T, m nên tốt nhất sử dụng công thức

$$U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT$$

Độ biến thiên nội năng sẽ là:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_2 - \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_1$$

Lại dính đến T_2 chưa biết nên lại biến đổi về đại lượng đã biết ☺. Chú ý đk đẳng áp nên ta có:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{2V_1}{V_1} T_1 = 2T_1$$

$$\Delta U = 2 \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_1 - \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_1 = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_1$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_1 = \frac{5}{2} \times \frac{6.5}{2} \times 8.314 \times (27 + 273) = 20.3 \text{ J}$$

- Tính nhiệt lượng thì quá đơn giản rồi, từ định luật 1 là xong:

$$Q = \Delta U + A = 28.4 \text{ J}$$

Bài 8.12: 2 kmol khí cacbonic được hơ nóng đẳng áp cho đến khi nhiệt độ tăng thêm 50°C. Tìm

- Độ biến thiên nội năng của khối khí
- Công do khí giãn nở sinh ra
- Nhiệt lượng truyền cho khí

* **Nhận xét:** Khí CO₂ → khí ba nguyên nên bậc tự do sẽ là 6. Ở đây ta cũng biết được độ biến thiên nhiệt độ của khối khí. Quá trình hơ nóng được diễn ra trong điều kiện đẳng áp.

* **Giải:**

- Độ biến thiên nội năng được tính theo công thức tương tự như bài trên

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_2 - \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT_1 = \frac{i}{2} nR\Delta T$$

Thay số ta có:

$$\Delta U = \frac{6}{2} \times 2000 \times 8.314 \times 50 = 2.5 \times 10^6 \text{ J}$$

- Công do khí giãn nở trong điều kiện đẳng áp là:

$$A = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$$

Công liên quan tới sự thay đổi thể tích, nhưng do thể tích trước và sau đề bài đều không có nên ta phải chuyển đổi thể tích về nhiệt độ. Dễ thấy

$$pV = nRT$$

Vậy công của khí sinh ra sẽ là:

$$A = nRT_2 - nRT_1 = nR\Delta T = 2000 \times 8.314 \times 50 = 831 \text{ kJ}$$

Biết công biết nội năng thì tính nhiệt lượng chỉ là bài toán cấp 1:

$$Q = \Delta U + A = 3331 \text{ kJ}$$

Bài 8.14: 10 g khí oxy ở áp suất 3at và nhiệt độ 10°C được hơ nóng đẳng áp và giãn nở tới thể tích 10 l. Tìm:

- Nhiệt lượng cung cấp cho khối khí.
- Độ biến thiên nội năng của khối khí.
- Công do khí sinh ra khi giãn nở.

*** Nhận xét:** Bài toán yêu cầu tính nhiệt lượng trước, nên ta phải để ý công thức tính nhiệt lượng. Chú ý là hơ nóng đẳng áp \rightarrow liên quan tới nhiệt dung riêng mol C_p .

*** Giải:**

- Nhiệt lượng cung cấp cho khối khí là:

$$Q = nC_p(T_2 - T_1)$$

Với khí lí tưởng thì ta có công thức tính nhiệt dung riêng mol là:

$$C_p = \frac{i+2}{2}R$$

Thay vào ta có:

$$Q = n \frac{i+2}{2} R(T_2 - T_1)$$

Đề bài không cho biết nhiệt độ T_2 nên lại phải tìm cách lươn lẹo biến đổi nó về những đại lượng đã cho như thể tích V_2

$$Q = n \frac{i+2}{2} R T_2 - n \frac{i+2}{2} R T_1 = \frac{i+2}{2} p_2 V_2 - n \frac{i+2}{2} R T_1$$

$$Q = \frac{i+2}{2} (p_2 V_2 - nRT_1)$$

Để ý đẳng áp nên $p_2 = p_1$ ta có:

$$Q = \frac{5+2}{2} \times \left[3 \times 9.81 \times 10^4 \times 10 \times 0.001 - \frac{10}{32} \times 8.314 \times (10 + 273) \right]$$

$$\rightarrow Q = 7.7 \text{ kJ}$$

- Độ biến thiên nội năng được tính theo công thức:

$$\Delta U = \frac{i}{2} n R \Delta T = \frac{i}{2} n R T_2 - \frac{i}{2} n R T_1$$

Tương tự như trên T_2 ta chưa biết nên lại quy đổi về áp suất và thể tích:

$$\Delta U = \frac{i}{2} p_2 V_2 - \frac{i}{2} n R T_1 = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - n R T_1)$$

Thay số ta có:

$$\Delta U = \frac{5}{2} \left[3 \times 9.81 \times 10^4 \times 10 \times 0.001 - \frac{10}{32} \times 8.314 \times (10 + 273) \right] = 5.5 \text{ kJ}$$

Công do khí sinh ra sẽ là:

$$A = Q - \Delta U = 2.2 \text{ kJ}$$

Bài 8.15: Một chất khí đựng trong một xilanh đặt thẳng đứng có pittông khối lượng không đáng kể di động được. Hỏi cần phải thực hiện một công bằng bao nhiêu để nâng pittông lên cao thêm một khoảng $h_1 = 10 \text{ cm}$ nếu chiều cao ban đầu của cột không khí là $h_0 = 15 \text{ cm}$, áp suất khí quyển là $p_0 = 1 \text{ at}$, diện tích mặt pittông $S = 10 \text{ cm}^2$. Nhiệt độ của khí coi là không đổi trong suốt quá trình.

*** Nhận xét:** Để ý công mà khí nhận được phải bằng công mà khí sinh ra khi thay đổi thể tích từ V_1 thành V_2 . Tất nhiên là công mà khí nhận được sẽ mang dấu âm, còn công mà khí sinh ra là mang dấu dương. Đề bài cho nhiệt độ không đổi trong quá trình biến đổi \rightarrow quá trình đẳng nhiệt. Đề bài cũng cho áp suất khí quyển, khi nâng pittông thì áp suất khí quyển sẽ gây một công lên pittông. Muốn di chuyển pittông lên thì công thực hiện phải thắng được công của áp suất khí quyển. Như vậy công của chúng ta phải gồm hai thành phần: công thắng công khí quyển và công truyền cho hệ.

*** Giải:**

- Công gây bởi khí quyển:

$$A_{kq} = p_0 \Delta V = p_0 S h_1$$

(thể tích bằng diện tích nhân với chiều cao thôi \rightarrow giành cho thanh niên chậm tiến không biết vì sao $\Delta V = S h_1$)

- Công cấp cho hệ, nhớ thêm dấu “-” vì đây là công hệ ăn xin ở bên ngoài chứ ko tự sinh ra.

$$A = - \int_{V_0}^{V_1} p dV = - \int_{V_0}^{V_1} \frac{nRT}{V} dV = -nRT \ln \frac{V_1}{V_0} = -nRT \ln \left[\frac{(h_1 + h_0)S}{h_0 S} \right]$$

$$A = -nRT \ln \left(\frac{h_1 + h_0}{h_0} \right)$$

Để ý là T thì đề bài không cho \rightarrow phải biến đổi rồi \rightarrow chú ý đẳng nhiệt nên ta có:

$$p_0 V_0 = p_1 V_1 = nRT$$

Tất nhiên ở đây chả ai dại gì thay $p_1 V_1$ vào vì p_1 chưa biết. Thay $p_0 V_0$ ta có:

$$A = -p_0 V_0 \ln \left(\frac{h_1 + h_0}{h_0} \right) = -p_0 S h_0 \ln \left(\frac{h_1 + h_0}{h_0} \right)$$

Công thực hiện lúc này sẽ là tổng độ lớn của công khí quyển và công truyền cho khí để thay đổi thể tích (lúc này sẽ phải lấy trị tuyệt đối của công A vì ta quan tâm tới độ lớn chứ ko quan tâm đến hệ sinh hay nhận công lúc này)

$$A_{th} = A_k + A = p_0 S h_1 - p_0 S h_0 \ln \left(\frac{h_1 + h_0}{h_0} \right)$$

Thay số vào ta có:

$$A_{th} = 1 \times 9.81 \times 10^4 \times 10 \times 10^{-4} \times 0.1 - 1 \times 9.81 \times 10^4 \times 10 \times 10^{-4} \times 0.15 \times \ln \left(\frac{10 + 15}{15} \right) = 2.3 J$$

TÀI LIỆU SƯU TẬP
BỞI HCMUT-CNCP

DẠNG 2: ĐOẠN NHIỆT

2.1. Kiến thức cần biết:

- Dạng này thì nội dung liên quan tới quá trình đoạn nhiệt, đề bài có thể yêu cầu tính áp suất, thể tích, nhiệt độ, hay công trong trường hợp hệ biến đổi đoạn nhiệt. Công thức cần nhớ là:

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$$

- Tất nhiên là còn công thức theo nhiệt độ nữa, nhưng chỉ cần nhớ 1 cái là ta dễ dàng suy ra được theo nhiệt độ. Giả sử ở đây từ pt trạng thái khí lý tưởng ta có:

$$pV = nRT \rightarrow p = \frac{nRT}{V}$$

Nếu ta thay p_1 và p_2 bằng nhiệt độ và thể tích tương ứng thì ta dễ dàng thu được:

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

- Một câu hỏi thường gặp nữa là bất tính công \rightarrow do đó tốt nhất là nên ôn lại một chút về công. Chú ý về dấu của công: hệ sinh công \rightarrow dương, hệ nhận công \rightarrow âm.

- Công thức tổng quát công sinh bởi hệ là:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

Tùy theo từng trường hợp mà công trên có thể viết dưới dạng khác nhau:

- Đẳng áp $\rightarrow p = \text{const} \rightarrow$ tích phân quá ngon:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = p \int_{V_1}^{V_2} dV = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$$

- Đẳng tích $\rightarrow V = \text{const} \rightarrow dV = 0 \rightarrow$ không cần tính cũng biết $A = 0$
- Đẳng nhiệt $\rightarrow T = \text{const} \rightarrow p$ sẽ phụ thuộc vào V theo phương trình trạng thái.

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

- Đoạn nhiệt: trong trường hợp đoạn nhiệt ta có $pV^\gamma = \text{const} = K$. Ta kí hiệu hằng số bằng K cho nó đơn giản $\rightarrow p = \frac{K}{V^\gamma} = KV^{-\gamma}$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = K \int_{V_1}^{V_2} V^{-\gamma} dV = K \left. \frac{V^{-\gamma+1}}{-\gamma+1} \right|_{V_1}^{V_2} = \frac{KV_2^{-\gamma+1} - KV_1^{-\gamma+1}}{-\gamma+1}$$

Tất nhiên đến đây chả ai đại gì để nguyên hằng số K. Vì $pV^\gamma = \text{const} = K$ có nghĩa là $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma = K \rightarrow K$ có thể thay bằng $p_1 V_1^\gamma$ hoặc $p_2 V_2^\gamma$. Như vậy thay vào ta có:

$$A = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{-\gamma + 1} = \frac{\Delta(pV)}{-\gamma + 1} = \frac{\Delta(nRT)}{-\gamma + 1} = \frac{nR\Delta T}{-\gamma + 1}$$

2.2. Bài tập ví dụ:

Bài 8.17: Một khối khí N_2 ở áp suất $p_1 = 1 \text{at}$ có thể tích $V_1 = 10 \text{ l}$ được giãn nở tới thể tích gấp đôi. Tìm áp suất cuối cùng và công do khí sinh ra nếu giãn nở đó là:

- Đẳng áp.
- Đẳng nhiệt
- Đoạn nhiệt

* **Nhận xét:** Bài này đúng chuẩn tính công cmnr. Nếu đã đọc kĩ phần kiến thức cần biết cho dạng này thì nói thật bài này không khác gì bài toán lớp 1. Chỉ cần con bò biết cộng trừ nhân chia là làm được ngon.

* **Giải:**

Trường hợp a: Đẳng áp

- Áp suất: Đẳng áp $\rightarrow p_2 = p_1 = 1 \text{at}$
- Công:

$$A = p\Delta V = p_1(V_2 - V_1) = 1 \times 9.81 \times 10^4 \times (20 - 10) \times 0.001 = 981 \text{ J}$$

Trường hợp b: Đẳng nhiệt

- Áp suất: Đẳng nhiệt $\rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2 \rightarrow p_2 = \frac{V_1}{V_2} p_1 = \frac{10}{20} \times 1 = 0.5 \text{at}$
- Công:

$$A = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = p_1 V_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 1 \times 9.81 \times 10^4 \times 10 \times 0.001 \times \ln 2 = 680 \text{ J}$$

Trường hợp c: Đoạn nhiệt

- Áp suất: Đoạn nhiệt $\rightarrow p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \rightarrow p_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma p_1$

Như vậy vướng mắc nằm ở hệ số Poát-xông thôi. Đề ý đề bài cho khí N₂ tức là khí lưỡng nguyên nên bậc tự do bằng 5. Mà hệ số Poát-xông thì được tính theo bậc tự do theo công thức:

$$\gamma = \frac{i + 2}{i} = \frac{5 + 2}{5} = 1.4$$

Thay số vào dễ dàng tìm được p_2 ngay.

$$p_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma p_1 = \left(\frac{10}{20}\right)^{1.4} \times 1 = 0.38 \text{ atm}$$

- Công: Đoạn nhiệt \rightarrow như trên đã chém ta có:

$$\begin{aligned} A &= \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{-\gamma + 1} \\ &= \frac{0.38 \times 9.81 \times 10^4 \times 20 \times 0.001 - 1 \times 9.81 \times 10^4 \times 10 \times 0.001}{-1.4 + 1} \\ &= 589 \text{ J} \end{aligned}$$

Bài 8.18: Nén 10 g khí oxy từ điều kiện tiêu chuẩn tới thể tích 4l. Tìm:

- Áp suất và nhiệt độ của khối khí sau mỗi quá trình nén đẳng nhiệt và đoạn nhiệt
- Công cần thiết để nén khí trong mỗi trường hợp. Từ đó, suy ra nên nén theo cách nào thì lợi hơn.

* **Nhận xét:** câu a thì quá đơn giản rồi, chủ yếu là câu b. Đề bài yêu cầu xem nên theo cách nào thì lợi hơn. Tức là công thực hiện trong trường hợp nào bé hơn thì là lợi hơn. Do đó chỉ cần đi tìm công cần thiết để nén khí trong mỗi trường hợp là xong. Chú ý đề bài cho điều kiện tiêu chuẩn tức là 0°C, áp suất 1 atm (atm chứ không phải at đâu nhé, hai cái này khác nhau đó), thể tích 1 mol khí sẽ là 22.4 l. Như vậy biết khối lượng khí oxi ban đầu ta hoàn toàn có thể tính được thể tích của nó.

* **Giải:**

- Thể tích khí ôxi ở đktc là:

$$V_1 = \frac{m}{\mu} \times 22.4 = \frac{10}{32} \times 22.4 = 7 \text{ l}$$

- Từ mỗi quan hệ trong từng trường hợp mà ta có thể dễ dàng xác định được áp suất và nhiệt độ.

- Trường hợp đẳng nhiệt.
 - Nhiệt độ: $T_1 = T_2 = 273 \text{ K}$
 - Áp suất: $p_1 V_1 = p_2 V_2 \rightarrow p_2 = \frac{V_1}{V_2} p_1 = \frac{7}{4} \times 1 \times 10^5 = 1.75 \times 10^5 \text{ Pa}$

(Chú ý: $1\text{atm} = 101325\text{ Pa} \approx 10^5\text{ Pa}$)

- Công: trong trường hợp đẳng nhiệt công nén ngược dấu với công mà khí sinh ra:

$$A_1 = -A = -nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -\frac{10}{32} \times 8.314 \times 273 \times \ln \left(\frac{4}{7} \right) = 397\text{ J}$$

- Trường hợp đoạn nhiệt:

- Áp suất: $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \rightarrow p_2 = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma p_1$

Trong trường hợp đoạn nhiệt thông thường ta phải đi xác định hệ số Poát-xông \rightarrow để ý xem khí đã cho là gì để còn tìm bậc tự do tương ứng. Đề bài cho khí ôxi \rightarrow lưỡng nguyên \rightarrow bậc tự do bằng 5.

$$\gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{5+2}{5} = 1.4$$

Thay vào ta có:

$$p_2 = \left(\frac{7}{4} \right)^{1.4} \times 1 \times 10^5 = 2.2 \times 10^5\text{ Pa}$$

- Nhiệt độ: chú ý mối liên hệ: $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ (chứng minh thì đơn giản thôi, từ pt trạng thái khí thay p_1 theo T_1, V_1 và p_2 theo $T_2, V_2 \rightarrow$ rút gọn là ra)

$$T_2 = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} T_1 = \left(\frac{7}{4} \right)^{1.4-1} \times 273 = 341\text{ K}$$

- Công: Trong trường hợp đoạn nhiệt thì công mà khí sinh ra là:

$$A = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{-\gamma + 1} = \frac{\Delta(pV)}{-\gamma + 1} = \frac{nR\Delta T}{-\gamma + 1} = \frac{\frac{10}{32} \times 8.314 \times (341 - 273)}{-1.4 + 1} = -442\text{ J}$$

\rightarrow công nén khí sẽ ngược dấu với công mà khí sinh ra:

$$A_2 = -A = 442\text{ J}$$

So sánh công nén trong hai trường hợp thì dễ thấy nén đẳng nhiệt thì ngon hơn hẳn vì nó tốn ít công hơn.

Bài 8.20: Giãn đoạn nhiệt một khối không khí sao cho thể tích của nó tăng gấp đôi. Hãy tính nhiệt độ khối không khí đó ở cuối quá trình, biết rằng lúc đó nó có nhiệt độ 0°C .

*** Nhận xét:** Bài toán liên quan tới tính toán các đại lượng vĩ mô đặc trưng cho chất khí trong quá trình đoạn nhiệt. Do đó tùy theo dữ kiện đề bài đã cho thì lựa chọn pt cho hợp lý nhất. Giả sử bài này cho thể tích và nhiệt độ đầu \rightarrow chọn pt liên quan với thể tích và nhiệt độ. Liên quan tới đoạn nhiệt thì cần phải đi tìm hệ số Poát-xông nữa

→ chú ý đến khí trong đề bài → không khí → phần lớn là các khí lưỡng nguyên như oxi, nito nên bậc tự do bằng 5 → hệ số Poát-xông cỡ 1.4.

*** Giải:**

- Trong trường hợp đoạn nhiệt ta có:

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \rightarrow T_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} T_1$$

- Thay số ta có:

$$T_2 = \left(\frac{V_1}{2V_1}\right)^{\gamma-1} T_1 = \left(\frac{1}{2}\right)^{1.4-1} \times 273 = 207K$$

Bài 8.22: 1kg không khí ở nhiệt độ 30°C và áp suất 1,5at được giãn đoạn nhiệt đến áp suất 1at. Hỏi:

a. Thể tích không khí tăng lên bao nhiêu lần?

b. Nhiệt độ không khí sau khi giãn?

c. Công do không khí sinh ra khi giãn nở?

*** Nhận xét:** Chưa biết nhận xét gì vì đề bài cho lù lù quá trình đoạn nhiệt → yêu cầu xác định các đại lượng khá cơ bản → áp dụng công thức cho quá trình đoạn nhiệt là xong cmnl.

*** Giải:**

- Câu a → tính thể tích tăng bao nhiêu lần → đề ý đề bài cho p1 và p2 roài nên áp dụng công thức sau thôi. (không khí nên $\gamma = 1.4$ nhé → tính ở trên roài)

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma = \frac{p_1}{p_2} \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = \left(\frac{1.5}{1}\right)^{\frac{1}{1.4}} \approx 1.34 \text{ LOL}$$

- Câu b → liên quan tới nhiệt độ + biết độ tăng thể tích → quá ngon roài, thật thoải.

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \rightarrow T_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} T_1 = \left(\frac{1}{1.34}\right)^{1.4-1} \times (30 + 273) \approx 270K$$

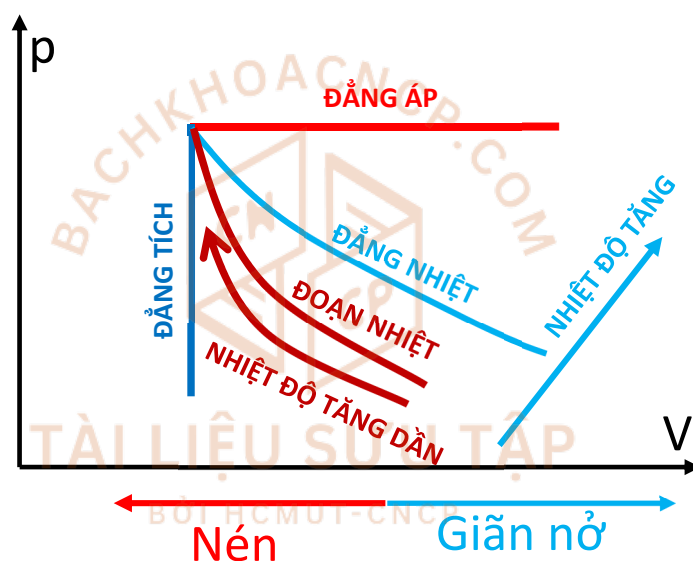
- Công do khí sinh ra: sử dụng công thức tính công cho trường hợp đoạn nhiệt (tham khảo bài ở trên), chú ý là khối lượng 1 mol không khí là 29 g

$$A = \frac{nR\Delta T}{-\gamma + 1} = \frac{\frac{1000}{29} \times 8.314 \times (270 - 303)}{-1.4 + 1} \approx 2.4 \times 10^4 J$$

DẠNG 3. ĐỒ THỊ TRẠNG THÁI P-V

3.1. Kiến thức cần biết:

- Dạng này thường cho dưới dạng phân tích các đường trạng thái và tính toán các đại lượng cơ bản như thể tích, áp suất, nhiệt độ, công ...
- Tất nhiên để làm được dạng này thì phải biết phân tích đường trạng thái để biết được các quá trình biến đổi diễn ra trong điều kiện nào: đẳng áp, đẳng tích, đẳng nhiệt, đoạn nhiệt.
- Sau đây là đường trạng thái đặc trưng cho 4 trường hợp quan trọng nhất: đẳng áp và đẳng tích thì rất dễ vẽ nhưng đẳng nhiệt và đoạn nhiệt thì cần phân biệt rõ. Đẳng nhiệt và đoạn nhiệt đều là đường cong, nhưng độ dốc của đường đoạn nhiệt bao giờ cũng lớn hơn đường đẳng nhiệt



- Có những trường hợp mà bài toán yêu cầu vẽ đồ thị minh họa quá trình. Đối với dạng này thì cứ bắt đầu từ điểm đầu rồi quét từng quá trình một. Điểm cuối của một quá trình này sẽ là điểm đầu của một quá trình khác.
- Các bước giải cơ bản:
 - Phân tích từng quá trình → xác định mối liên quan giữa các đại lượng P, V, T cho từng quá trình.
 - Đánh dấu các đại lượng đã biết.
 - Biến đổi, rút gọn để tìm ra các đại lượng cần tìm.

3.2. Bài tập ví dụ

Bài 8.27: Một chất khí lưỡng nguyên tử có thể tích $V_1 = 0,5 \text{ l}$, áp suất $p_1 = 0,5 \text{ atm}$ bị nén đoạn nhiệt tới thể tích V_2 và áp suất p_2 . Sau đó người ta giữ nguyên thể tích V_2 và làm lạnh nó tới nhiệt độ ban đầu. Khi đó áp suất của khí là $p_0 = 1 \text{ atm}$.

a. Vẽ đồ thị của quá trình đó.

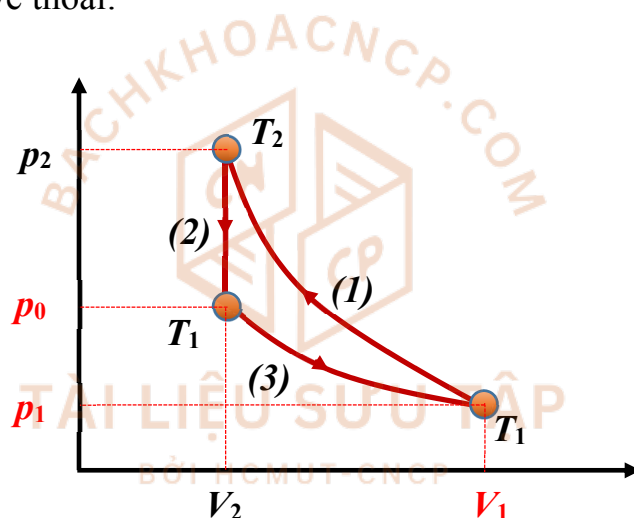
b. Tìm thể tích V_2 và áp suất p_2

* **Nhận xét:** Bài toán liên quan tới vẽ đồ thị minh họa quá trình rồi \rightarrow tốt nhất là ngồi phân tích các quá trình ra:

- Thời điểm đầu tiên của quá trình 1: (p_1, V_1, T_1)
- Quá trình 1: nén đoạn nhiệt \rightarrow nhìn đường cong đoạn nhiệt thì thấy xu thế nhiệt độ tăng dần cho đến thời điểm cuối $T_2 \rightarrow$ dễ dàng thấy là $T_2 > T_1$
- Thời điểm cuối của quá trình 1: (p_2, V_2, T_2)
- Quá trình 2: làm lạnh đẳng tích đến nhiệt độ ban đầu (tức là nhiệt độ T_1), tức là áp suất phải giảm, chứ tăng nó chạy ngược lên trên thì sẽ khiến nhiệt độ tăng chứ không thể giảm về T_1 được
- Thời điểm cuối của quá trình 2: (p_0, V_2, T_1)

* **Giải:**

Sau khi phân tích thì vẽ thoi:



Đề ý nếu quá trình 3 có xảy ra thì nó sẽ là quá trình đẳng nhiệt vì trạng thái đầu và cuối có cùng nhiệt độ.

- Câu b yêu cầu tính áp suất p_2 và thể tích V_2 , hai đại lượng này đều dính dáng đến ba quá trình (1): đoạn nhiệt và quá trình (2): nén đẳng tích, quá trình (3): giãn nở đẳng nhiệt \rightarrow có thể dự đoán là sẽ phải tính toán dựa theo ba quá trình này. Giờ xét từng quá trình một, chú ý trên đồ thị ta đánh dấu những đại lượng đã biết cho dễ hình dung.

- Quá trình (1) đoạn nhiệt: dễ thấy từ quá trình đoạn nhiệt ta sẽ tìm được mối quan hệ giữa áp suất p_1 , thể tích V_1 và áp suất p_2 , thể tích V_2 .

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$$

Khí lưỡng nguyên nên bậc tự do $i = 5 \rightarrow$ hệ số Poát-xông là:

$$\gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{5+2}{5} = 1.4$$

- Quá trình (2): nén đẳng tích \rightarrow có ngay phương trình liên hệ giữa nhiệt độ và áp suất:

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_0}{T_1}$$

- Quá trình (3): giãn nở đẳng nhiệt \rightarrow tương tự ta có:

$$p_0 V_2 = p_1 V_1$$

- Nhìn vào đây ta thấy từ quá trình (3) là xác định được V_2 ngay \rightarrow từ quá trình (1) xác định p_2 . Quá trình (2) thì chỉ sử dụng \rightarrow ta thiết lập thừa \rightarrow nhưng mà thôi thừa còn hơn thiếu :v

- Tóm lại:

- Thể tích V_2 là:

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_0} = \frac{0.5 \times 0.5}{1} = 0.25 \text{ l}$$

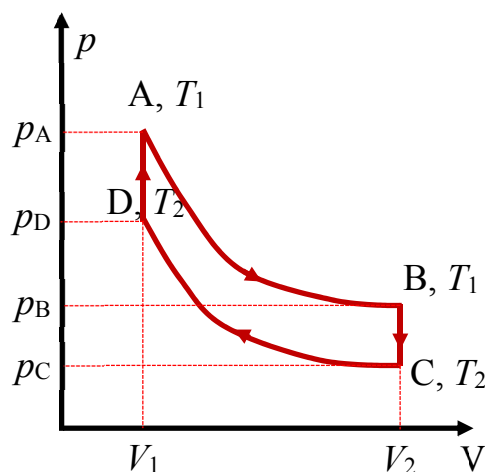
- Áp suất p_2 là:

$$p_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} p_1 = \left(\frac{0.5}{0.25}\right)^{1.4} \times 0.5 = 1.32 \text{ atm}$$

Bài 8.30: Một kmol khí (khối lượng mol μ) thực hiện một chu trình ABCD như hình dưới, trong đó AB, CD là hai quá trình đẳng nhiệt, ứng với nhiệt độ T_1 và T_2 , BC và DA là hai quá trình đẳng tích ứng với hai thể tích V_2 và V_1 .

a. Chứng minh rằng: $\frac{p_A}{p_B} = \frac{p_D}{p_C}$

b. Tính công và nhiệt trong cả chu trình



*** Nhận xét:** Bài toán đã cho đồ thị quá trình \rightarrow tốt nhất là nên phân tích từng quá trình và thiết lập phương trình trạng thái cho từng quá trình:

- Quá trình AB: giãn nở đẳng nhiệt $\rightarrow T = \text{const} \rightarrow$ trạng thái $A(p_A, V_1, T_1)$, trạng thái $B(p_B, V_2, T_1)$.

$$p_A V_1 = p_B V_2$$

- Quá trình BC: làm lạnh đẳng tích $\rightarrow V = \text{const} \rightarrow$ trạng thái $B(p_B, V_1, T_1)$, trạng thái $C(p_C, V_2, T_2)$.

$$\frac{p_B}{T_1} = \frac{p_C}{T_2}$$

- Quá trình CD: nén đẳng nhiệt $\rightarrow T = \text{const} \rightarrow$ trạng thái $C(p_C, V_2, T_2)$, trạng thái $D(p_D, V_1, T_2)$.

$$p_C V_2 = p_D V_1$$

- Quá trình DA: đốt nóng đẳng tích $\rightarrow V = \text{const} \rightarrow$ trạng thái $D(p_D, V_1, T_2)$, trạng thái $A(p_A, V_1, T_1)$.

$$\frac{p_D}{T_2} = \frac{p_A}{T_1}$$

*** Giải:**

- Sau khi phân tích bài toán ta thấy, câu a quá ngon, chỉ cần từ quá trình AB và CD là chứng minh được ngay:

$$\frac{p_A}{p_B} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_D}{p_C}$$

- Để tính công của chu trình ta để ý, công trong các quá trình đẳng tích là bằng 0, nên công thực tế ở đây sẽ là công sinh ra trong quá trình đẳng nhiệt AB và CD.

$$A = A_{AB} + A_{CD} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + nRT_2 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) = nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) (T_1 - T_2)$$

- Tiếp theo tính nhiệt trong cả chu trình. Sau khi thực hiện một chu trình hệ quay lại trạng thái ban đầu \rightarrow do nội năng là một hàm trạng thái nên nếu nó quay lại trạng thái đầu thì có nghĩa là biến thiên nội năng bằng không. Theo định luật 1 ta có:

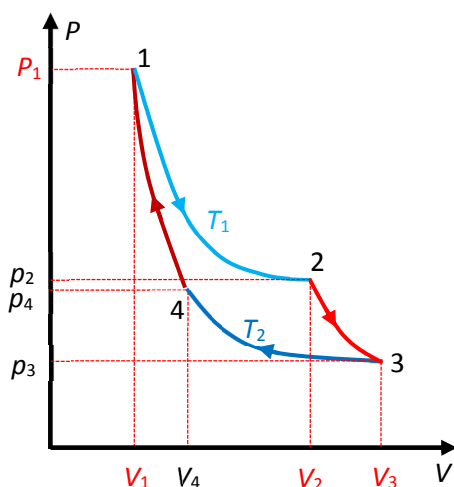
$$Q = \Delta U + A = nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) (T_1 - T_2)$$

Bài 8.31: Một khối khí thực hiện một chu trình như hình vẽ dưới, trong đó 1-2 và 3-4 là hai quá trình đẳng nhiệt ứng với các nhiệt độ T_1 và T_2 , 2-3 và 3-4 là các quá trình đoạn nhiệt. Cho $V_1 = 2\text{ l}, V_2 = 5\text{ l}, V_3 = 8\text{ l}, p_1 = 7\text{ at}, T_1 = 400\text{ K}$. Tìm:

a. p_2, p_3, p_4, V_4, T_2

b. Công khí thực hiện trong từng quá trình và trong toàn chu trình.

c. Nhiệt mà khối khí nhận được hay tỏa ra trong từng quá trình đẳng nhiệt.



*** Nhận xét:** Lại tiếp tục bước phân tích quá trình thôi:

- Quá trình 1-2: đẳng nhiệt $\rightarrow T = \text{const} \rightarrow$ trạng thái đầu 1 (p_1, V_1, T_1) và trạng thái sau 2 (p_2, V_2, T_1)

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

- Quá trình 2-3: đoạn nhiệt \rightarrow trạng thái đầu 2 (p_2, V_2, T_1) và trạng thái sau 3 (p_3, V_3, T_2)

$$p_2 V_2^\gamma = p_3 V_3^\gamma$$

$$T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1}$$

- Quá trình 3-4: đẳng nhiệt $\rightarrow T = \text{const} \rightarrow$ trạng thái đầu 3 (p_3, V_3, T_2) và trạng thái sau 4 (p_4, V_4, T_2)

$$p_3 V_3 = p_4 V_4$$

- Quá trình 4-1: đoạn nhiệt \rightarrow trạng thái đầu 4 (p_4, V_4, T_2) và trạng thái sau 1 (p_1, V_1, T_1)

$$p_4 V_4^\gamma = p_1 V_1^\gamma$$

$$T_2 V_4^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1}$$

*** Giải:**

Câu a:

- Từ quá trình phân tích ta thấy tính toán mấy đại lượng áp suất khá là đơn giản. Trước khi tính ta cần xác định hệ số Poát-xông cái đã. Bài này đề chuỗi vcd, cho khối khí rất chung chung nên đành giả sử nó là không khí \rightarrow lưỡng nguyên tử \rightarrow bậc tự do bằng 5 \rightarrow hệ số Poát-xông là:

$$\gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{5+2}{5} = 1.4$$

- Xác định áp suất:

- Áp suất p_2 : từ qt 1-2 ta có:

$$p_2 = \frac{V_1}{V_2} p_1 = \frac{2}{5} \times 7 = 2.8 \text{ at}$$

- Áp suất p_3 : từ qt 2-3 ta có:

$$p_3 = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^\gamma p_2 = \left(\frac{5}{8}\right)^{1.4} \times 2.8 = 1.45 \text{ at}$$

- Áp suất p_4 : từ quá trình 3-4, 4-1 ta có:

$$\circ p_3 V_3 = p_4 V_4 \rightarrow V_4 = \frac{p_3 V_3}{p_4}$$

$$\circ p_4 V_4^\gamma = p_1 V_1^\gamma$$

- p_3 đã được xác định ở trên \rightarrow muốn tìm p_4 thì chỉ việc khử V_4 là xong.
Ta có:

$$p_4 \left(\frac{p_3 V_3}{p_4}\right)^\gamma = p_1 V_1^\gamma \rightarrow p_4^{1-\gamma} = \frac{p_1 V_1^\gamma}{p_3^\gamma V_3^\gamma}$$

$$\rightarrow p_4 = \left[\left(\frac{V_1}{V_3}\right)^\gamma \frac{p_1}{p_3^\gamma}\right]^{\frac{1}{1-\gamma}} = \left[\left(\frac{2}{8}\right)^{1.4} \frac{7}{1.45^{1.4}}\right]^{\frac{1}{1-1.4}} = 3.6 \text{ at}$$

Công nhận quả p_4 tính kinh thật.

- Thể tích V_4 : biết p_4 rồi thì thể tích quá đơn giản. Từ qt 3-4 ta có:

$$V_4 = \frac{p_3 V_3}{p_4} = \frac{1.45 \times 8}{3.6} = 3.2 \text{ l}$$

- Nhiệt độ T_2 : từ quá trình 2-3 ta có:

$$T_2 = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\gamma-1} T_1 = \left(\frac{5}{8}\right)^{1.4-1} \times 400 = 331 \text{ K}$$

Câu b: Công thực hiện trên từng quá trình:

- Quá trình 1-2: đẳng nhiệt

$$A_{12} = nRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = p_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = 7 \times 9.8 \times 10^4 \times 2 \times 0.001 \times \ln \frac{5}{2}$$

$$= 1257 \text{ J}$$

- Quá trình 2-3: đoạn nhiệt

$$A_{23} = \frac{\Delta(PV)}{-\gamma + 1} = \frac{p_3 V_3 - p_2 V_2}{-\gamma + 1}$$

$$= \frac{1.45 \times 9.8 \times 10^4 \times 8 \times 0.001 - 2.8 \times 9.8 \times 10^4 \times 5 \times 0.001}{-1.4 + 1} = 588 \text{ J}$$

- Quá trình 3-4: đẳng nhiệt

$$A_{34} = nRT_2 \ln \frac{V_4}{V_3} = p_3 V_3 \ln \frac{V_4}{V_3} = 1.45 \times 9.8 \times 10^4 \times 8 \times 0.001 \times \ln \frac{3.2}{8} \\ = -1042J$$

- Quá trình 4-1: đoạn nhiệt

$$A_{41} = \frac{\Delta(PV)}{-\gamma + 1} = \frac{p_1 V_1 - p_4 V_4}{-\gamma + 1} \\ = \frac{7 \times 9.8 \times 10^4 \times 2 \times 0.001 - 3.6 \times 9.8 \times 10^4 \times 3.2 \times 0.001}{-1.4 + 1} = -608J$$

Công mà khí thực hiện trong cả chu trình sẽ là:

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = 1257 + 588 - 1042 - 608 = 195J$$

Câu c: Yêu cầu xác định nhiệt mà khí nhận được trong quá trình đẳng nhiệt → biến thiên nội năng bằng 0. Nhiệt chính bằng công thôi:

- Nhiệt mà khí nhận được trong quá trình 1-2 bằng công mà khí sinh ra:

$$Q_{12} = A_{12} = 1257J > 0 \rightarrow \text{khí nhận nhiệt}$$

- Nhiệt mà khí nhận được trong quá trình 3-4 bằng công mà khí sinh ra:

$$Q_{34} = A_{34} = -1042J < 0 \rightarrow \text{khí tỏa nhiệt}$$

TÀI LIỆU SƯU TẬP
BỞI HCMUT-CNCP

CHƯƠNG 9: NGUYÊN LÝ THỨ HAI NHIỆT ĐỘNG HỌC

DẠNG 1: MÁY NHIỆT

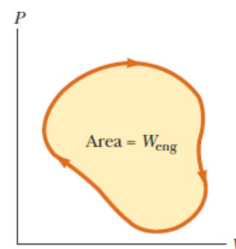
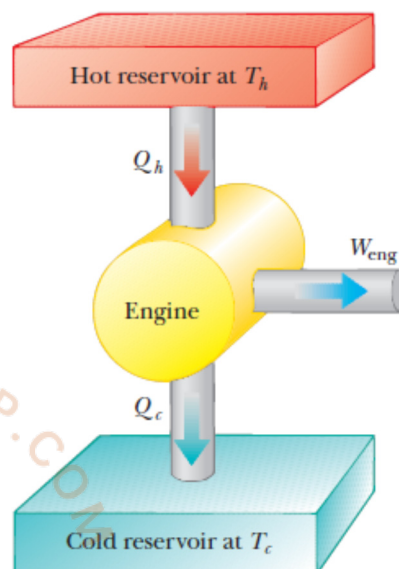
1.1. Kiến thức cơ bản:

a. Máy nhiệt

- Máy nhiệt là thiết bị nhận nhiệt từ nguồn nóng, sau đó quay tay một chu trình rồi chuyển hóa một phần nhiệt nhận được từ nguồn nóng thành công, còn phần còn lại thì thải ra toilet, tức là nguồn lạnh.
- Thông thường máy nhiệt sẽ chứa chất sinh công (không khác gì cò mồi), chất này sẽ nhận nhiệt rồi chuyển hóa một phần nhiệt thành công, phần còn lại truyền nốt cho nguồn lạnh. Chúng ta có thể thấy trong động cơ hơi nước thì hơi nước đóng vai trò là chất sinh công. Nó nhận nhiệt từ nguồn nóng và bốc hơi, hơi này sẽ làm quay động cơ, khi gặp nguồn lạnh nó truyền nốt phần nhiệt còn thừa rồi trở lại trạng thái nước rồi rơi tòm vào tay thẳng nguồn nóng. Nói chung số phận hẩm hiu hết qua tay anh nguồn nóng rồi qua tay anh nguồn lạnh → tàn một đời hoa.
- Một đặc điểm cần chú ý chính là máy nhiệt thì hoạt động theo chu trình nên cứ sau một chu trình thì nó lại quay về trạng thái ban đầu → độ biến thiên nội năng bằng 0 → nhiệt mà hệ nhận được đã chuyển hoàn toàn thành công.
- Như vậy công mà máy nhiệt sinh ra thì bằng tổng năng lượng bị hấp thụ bởi máy nhiệt nên ta có:

$$A = |Q_h| - |Q_c|$$

- Nếu chất sinh công là khí thì sau một chu trình kín, thì phần diện tích bao bọc bởi đường chu trình đó chính là công sinh ra bởi máy nhiệt. Cái này nghe thì khó hiểu vcd, nhưng thực sự là chúng ta đều đã biết từ hồi học cấp 3 chỉ có điều là ko biết ứng dụng. Đó chính là phần ứng dụng tích phân để tính giới hạn bởi hai đồ thị hàm số. Ở đây hàm thứ nhất ứng với công lượt đi, hàm thứ hai ứng với công lượt về. Lấy công lượt đi cộng đi công lượt về là ra công thức tính diện tích thôi.



$$A = A_d + A_v = \int_{V_1}^{V_2} p_1 dV + \int_{V_2}^{V_1} p_2 dV = \int_{V_1}^{V_2} (p_1 - p_2) dV$$

→ đúng dạng tính diện tích giới hạn bởi hai đồ thị hàm số $p_1(V)$ và $p_2(V)$ chưa?

- Tiếp đến bàn về vấn đề hiệu suất, tất nhiên ai cũng biết là chẳng có cái máy nào hiệu suất 100%. Như cơ thể con người khi nhận năng lượng dưới dạng thức ăn thì chỉ một phần hấp thụ và chuyển thành công, phần còn lại không hấp thụ hết thì chuyển thành shit và H_2O → tất nhiên phần này vẫn mang năng lượng và có thể tái sử dụng trong trường hợp đói quá. Chứ bình thường thì chỉ để bón và tưới rau thôi.

Máy móc cũng vậy, con người thường ảo tưởng là có thể tạo được máy hiệu suất 100% → tất nhiên là thời xa xưa thôi, còn hiện giờ chỉ có đầu óc có vấn đề mới đi tìm cách tạo ra máy có hiệu suất 100%. Chúng ta chỉ có thể nghiên cứu để nâng cao hiệu suất tối đa có thể thôi.

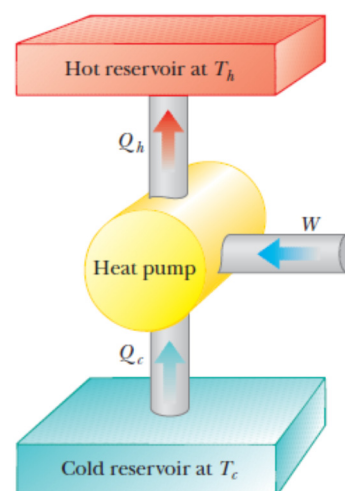
- Hiệu suất của máy nhiệt được tính theo công thức:

$$\eta = \frac{A}{|Q_h|} = \frac{|Q_h| - |Q_c|}{|Q_h|} = 1 - \frac{|Q_c|}{|Q_h|}$$

- Đến đây ta có thể phát biểu định luật thứ 2 nhiệt động lực học: Không thể tạo được máy nhiệt hấp thụ hoàn toàn nhiệt từ nguồn nóng và chuyển hóa hết thành công. Tóm lại phát biểu ngắn gọn là **không có máy nhiệt nào có hiệu suất 100%**.

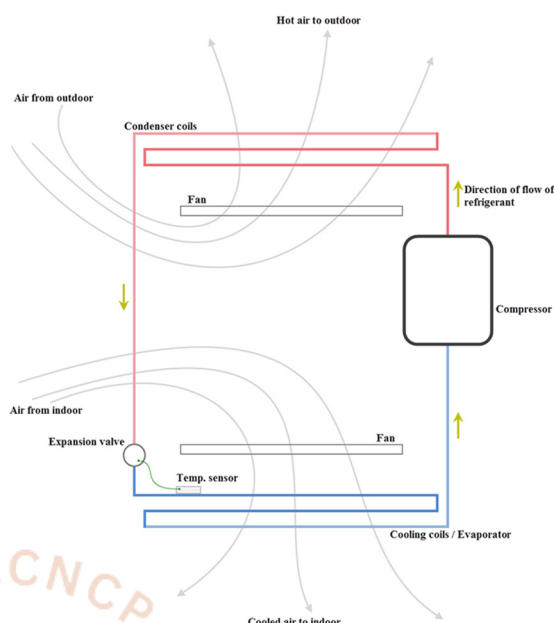
b. Máy lạnh

- Trong máy nhiệt, quá trình truyền năng lượng theo hướng từ nguồn nóng sang nguồn lạnh → đó là một quá trình tự nhiên. Giống kiểu già thì phải toi thôi. Tuy nhiên, chúng ta vẫn có thể cưỡng lại ý trời bằng cách thực hiện chu trình đảo ngược, tức là làm cho nhiệt truyền từ nguồn lạnh ngược về nguồn nóng. Và tất nhiên để làm được điều này, thì chúng ta phải truyền năng lượng vào hệ. Giờ muốn sống lâu thì phải tăng cường thuốc bổ thận tráng dương như rocket 1h chẳng hạn → tức là nhận năng lượng để chống lại quá trình lão hóa tự nhiên. Thiết bị nhận năng lượng để truyền



nhệt từ nguồn lạnh sang nguồn nóng được gọi là bơm nhiệt hay còn gọi máy lạnh.

- Giờ nghiên cứu tí hoạt động của máy điều hòa. Ai cũng dùng mà cuối cùng chả biết nguyên lí làm việc thế nào. Do đó, là sinh viên nhất là sinh viên bk thì phải biết và hiểu nó để còn bốc phét chém gió với gấu. Cứ tưởng tượng qua nhà gấu thấy điều hòa trục trặc, rồi kt và phân vài ba câu chuyên môn thì phụ huynh thần tượng luôn đẩy chửi → cái lợi của học về lờ đó. Giờ để ý vào hình vẽ bên. Đối với máy điều hòa thì phải có chất làm lạnh (dạng khí hoặc lỏng tùy theo từng thời điểm → chất này đóng vai trò như cầu nối để chuyển nhiệt từ nguồn lạnh sang nguồn nóng. Bất cứ một máy điều hòa nào cũng có một bộ phận rất quan trọng có tên là bộ nén khí (compressor) dùng để nén và bơm khí làm lạnh. Quá trình nén khí sẽ làm tăng nhiệt của nó và lượng nhiệt này sẽ được xử lý bằng cách cho khí này đi qua bộ phận ngưng tụ → bộ phận này có tác dụng hấp thụ lượng nhiệt dư thừa. Thực ra nghe tên thì oai như cóc chứ cấu tạo thì đơn giản chỉ là một giàn ống dẫn khí, bên ngoài có gắn quạt để thổi không khí qua giàn ống này. Không khí sẽ lấy nhiệt dư thừa của dàn ống và mang ra đi. Kết quả là khí sau khi bị mất nhiệt thì nó sẽ bị ngưng tụ và chuyển thành thể lỏng rồi đưa đến tập trung xếp hàng ở trước cửa nhà anh van giãn nở (ko biết dịch thể này đúng chuẩn chưa, tiếng anh là expansion valve). Thực ra cái van này giống đóng vai trò giống van điều tiết áp suất. Một bên van là chất làm lạnh ở trạng thái lỏng có áp suất cao, bên kia là chất làm lạnh ở trạng thái hơi. Van này được kết nối với một cảm biến nhiệt độ của phòng để đóng mở. Khi nhiệt độ phòng cao hơn nhiệt độ setup thì van này sẽ mở và xả một lượng chất làm lạnh ở trạng thái lỏng qua. Quá trình xả dẫn đến thể tích của chất làm lạnh tăng đột ngột, áp suất giảm mạnh kéo theo nhiệt độ của chất làm lạnh giảm dần. Chất làm lạnh lúc này ở dạng hơi sẽ được đưa qua hệ thống bốc hơi. Bằng cách lấy không khí trong phòng thổi qua hệ thống này, không khí sẽ bị mất nhiệt trước khi thổi lại vào phòng và khiến phòng chúng ta mát đi. Kết thúc của quá trình này, chất làm lạnh sẽ lại được đưa vào bộ nén để bắt đầu một chu trình mới.



c. Chu trình Carno

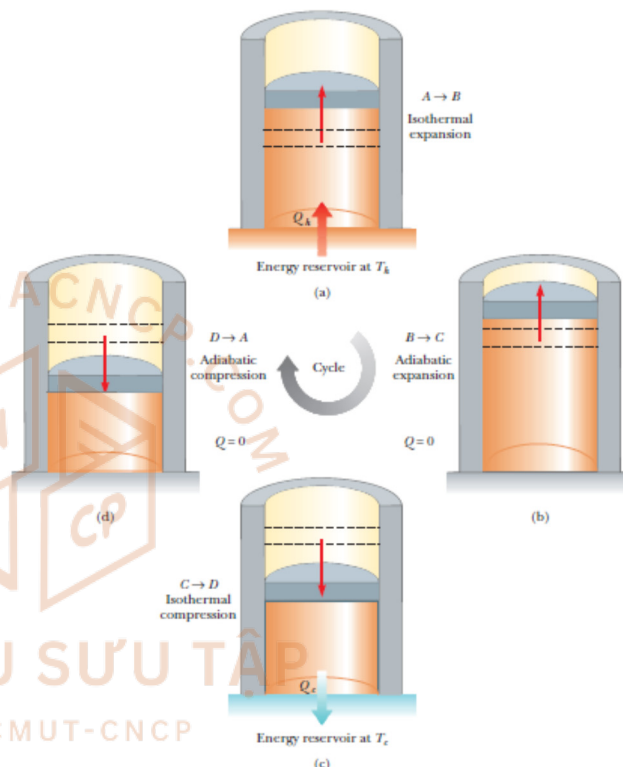
- Năm 1824, Carno đưa ra một máy lý thuyết (tức là chỉ có trên lý thuyết) gọi là máy Carno. Mặc dù chỉ là lý thuyết nhưng nó lại có vai trò vô cùng quan trọng vì nó cho biết được hiệu suất tối đa của máy (hay còn gọi là động cơ) trong thực tế có thể đạt được. Carno đã đưa ra một cái chu trình làm việc cho hiệu suất cao nhất, chu trình này có thể tóm tắt bằng 4 chữ: **đẳng – đoạn – đẳng – đoạn**. Tức là một chu trình gồm có 4 quá trình trong đó đẳng nhiệt và đoạn nhiệt xen kẽ nhau. Giờ nghiên cứu kỹ cái chu trình này để còn biết đường mà bốc phét chém gió khi bài thi gặp phải

- Quá trình A→B: quá trình giãn nở đẳng nhiệt bằng cách cho khí trong xi lanh tiếp xúc trực tiếp với nguồn nóng.

- Quá trình B→C: quá trình giãn nở đoạn nhiệt bằng cách vớt cụ cái thẳng nguồn nóng đi và thay ngay bằng đế chắn không dẫn nhiệt. Kết thúc quá trình này thì nhiệt độ sẽ giảm xuống T_C .

- Quá trình C→D: quá trình nén đẳng nhiệt, lúc này thay cái đế ko dẫn nhiệt bằng nguồn lạnh có nhiệt độ T_C

- Quá trình D→A: quá trình nén đoạn nhiệt → vớt tiếp thẳng nguồn lạnh đi và thay bằng đế chắn không dẫn nhiệt

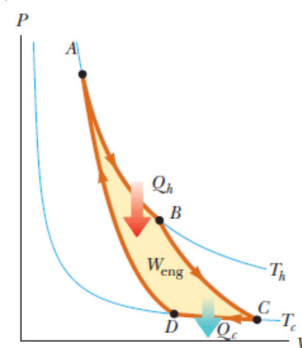


- Cuối cùng ta có chu trình Carno như hình vẽ bên. Với công sinh ra là lớn nhất nên hiệu suất cũng lớn nhất. Trong chu trình Carno ta có mối liên hệ giữa nhiệt nhận được từ nguồn nóng và nhiệt nhả cho nguồn lạnh:

$$\frac{|Q_c|}{|Q_h|} = \frac{T_c}{T_h}$$

- Hiệu suất của chu trình Carno là:

$$\eta = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$



- Đối với máy lạnh làm việc theo chu trình Carno thì ta không dùng hiệu suất mà dùng hệ số làm lạnh → chính là tỷ số giữa nhiệt mà tác nhân lấy từ nguồn lạnh và công tiêu tốn.

$$\varepsilon = \frac{|Q_c|}{A} = \frac{|Q_c|}{|Q_h| - |Q_c|} = \frac{T_c}{T_h - T_c}$$

1.1. Bài tập ví dụ:

Bài 9.1: Một máy hơi nước có công suất 14,7kW, tiêu thụ 8,1kg than trong một giờ. Năng suất tỏa nhiệt của than là 7800 kcal/kg. Nhiệt độ của nguồn nóng 200°C, nhiệt độ của nguồn lạnh là 58°C. Tìm hiệu suất thực tế của máy. So sánh hiệu suất đó với hiệu suất lý tưởng của máy nhiệt làm việc theo chu trình Carno với những nguồn nhiệt kể trên.

*** Nhận xét:** Khi làm các bài toán trong dạng này thì quan trọng nhất là đi xác định các đại lượng cơ bản như công sinh ra, nhiệt nhận từ nguồn nóng, nhiệt nhả cho nguồn lạnh hay nhiệt độ nguồn nóng, nguồn lạnh. Xác định xong thì tính quá đơn giản

*** Giải:**

- Đề bài cho công suất của máy hơi nước mà như ta biết là công suất thì liên hệ với công theo công thức:

$$P = \frac{A}{t} \rightarrow A = P \cdot t$$

- Thời gian đã biết, thay vào xác định được ngay công sinh ra bởi máy:

$$A = 14.7 \times 10^3 \times 1 \times 3600 = 52920 \text{ kJ}$$

- Nhiệt lượng mà máy hơi nước nhận được chính bằng lượng nhiệt tỏa ra do than cung cấp nên ta có:

$$Q_h = 7800 \times 4.18 \times 1000 \times 8.1 = 264092 \text{ kJ}$$

- Hiệu suất của máy hơi nước sẽ là:

$$\eta = \frac{A}{Q_h} = \frac{52920}{264092} = 20\%$$

- Nếu máy làm việc theo chu trình Carno thì hiệu suất khi đó sẽ là:

$$\eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{58 + 273}{200 + 273} = 30\%$$

- Như vậy:

$$\frac{\eta}{\eta_c} = \frac{2}{3}$$

Bài 9.4: Một động cơ nhiệt làm việc theo chu trình Cánhô, sau mỗi chu trình sinh một công $A=7,35.10^4\text{J}$. Nhiệt độ của nguồn nóng là 100 °C, nhiệt độ của nguồn lạnh là 0°C. Tìm:

- a. Hiệu suất động cơ.
 b. Nhiệt lượng nhận được của nguồn nóng sau một chu trình.
 c. Nhiệt lượng nhả cho nguồn lạnh sau một chu trình.

*** Nhận xét:** Bài toán cơ bản liên quan tới chu trình Carno, nói chung là dễ vì pt đơn giản dễ nhớ. Cứ liệt kê mấy pt liên quan tới chu trình Carno của động cơ nhiệt là xong.

*** Giải:**

- Hiệu suất của động cơ làm việc theo chu trình Carno là:

$$\eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{0 + 273}{100 + 273} = 26.8 \%$$

- Bài toán cho biết công rồi thì từ công thức tính hiệu suất là ta có thể xác định ngay được nhiệt lượng mà nguồn nóng cung cấp:

$$\eta_c = \frac{A}{Q_h} \rightarrow Q_h = \frac{A}{\eta_c} = \frac{7.35 \times 10^4}{26.8\%} = 27.42 \times 10^4 J$$

- Nhiệt lượng nhả cho nguồn lạnh thì quá đơn giản, sử dụng bảo toàn năng lượng là xong.

$$Q_c + A = Q_h \rightarrow Q_c = Q_h - A = 27.42 \times 10^4 - 7.35 \times 10^4 = 20.07 \times 10^4 J$$

Bài 9.5: Nhiệt độ của hơi nước từ lò hơi vào máy hơi nước là $t_1=227^\circ\text{C}$, nhiệt độ của bình ngưng là $t_2=27^\circ\text{C}$. Hơi khi tốn một nhiệt lượng $Q = 1\text{kcal}$ thì thu được một công cực đại theo lý thuyết bằng bao nhiêu?

*** Nhận xét:** Bài toán đã cho biết nhiệt lượng cung cấp từ nguồn nóng và hỏi công cực đại \rightarrow công cực đại chỉ xuất hiện khi máy thực hiện theo chu trình Carno. Đề bài cũng đã cho nhiệt độ nguồn nóng và lạnh rồi \rightarrow dễ vồn ☺.

*** Giải:**

- Hiệu suất theo chu trình Carno là:

$$\eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{t_2}{t_1} = 1 - \frac{27+273}{227+273} = 40\% \rightarrow \text{hơi còi}$$

- Mặt khác hiệu suất còn được tính theo công nên ta có:

$$\eta_c = \frac{A_{\max}}{Q_h} \rightarrow A_{\max} = \eta_c \times Q_h = 40\% \times 1 \times 1000 \times 4.18 = 1672 J$$

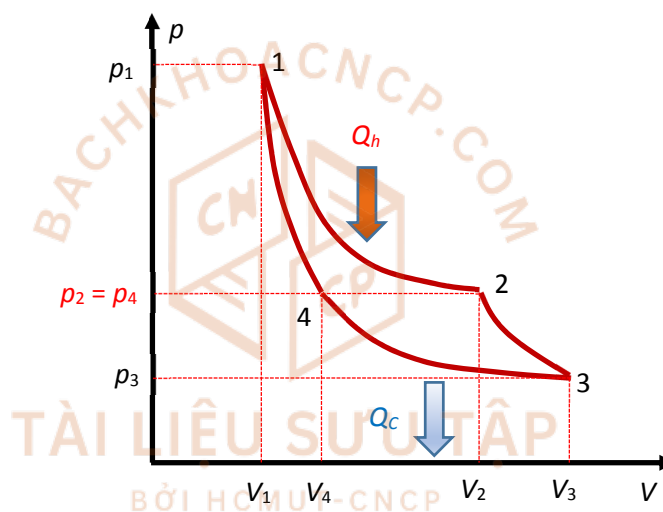
Bài 9.6: Một chu trình Cárnot thực hiện giữa hai máy điều nhiệt nhiệt độ $t_1=400^\circ\text{C}$, $t_2=20^\circ\text{C}$. Thời gian để thực hiện chu trình đó là $t = 1\text{s}$. Tìm công suất (sinh công) làm việc của động cơ theo chu trình ấy, biết tác nhân là 2kg không khí, áp suất cuối quá trình giãn đẳng nhiệt bằng áp suất ở đầu quá trình nén đoạn nhiệt. Cho không khí có $\mu = 29\text{kg/kmol}$.

*** Nhận xét:** Bài toán yêu cầu tìm công suất, thực ra công suất thì cũng tương tự như đi tìm công. Chỉ có điều khác nhau ở chỗ sau khi tìm công xong rồi thì chia cho thời gian thực hiện công đấy là ra công suất. Tiếp theo bài toán đã cho chu trình Carno rồi thì bước đầu cứ tính hiệu suất Carno đã. Vấn đề tiếp theo là tìm nhiệt cung cấp từ nguồn nóng → đề bài mới chỉ cho ít dữ kiện liên quan tới khối lượng không khí và áp suất → chắc sẽ phải dùng cái này để tính rồi. Phân tích chu trình Carno thì thấy nhiệt mà nguồn nóng cung cấp chính là quá trình 1-2 (quá trình giãn nở đẳng nhiệt)

*** Giải:**

- Hiệu suất của chu trình Carno là:

$$\eta_C = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{t_2}{t_1} = 1 - \frac{20 + 273}{400 + 273} = 56.46\%$$



- Nói chung bảo đến đây thì tôi cũng chả nhìn ra hướng, chỉ biết ngồi phân tích từng quá trình ra rồi link nó với nhau thôi.

- Quá trình 1-2: quá trình giãn nở đẳng nhiệt → nhiệt độ không đổi → biến thiên nội năng bằng 0 → nhiệt nhận được đã được chuyển hóa thành công (chú ý công mà khí sinh ra trong quá trình đẳng nhiệt)

$$Q_h = A_{12} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = nRT_1 \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$$

Sở dĩ ta phải biến đổi về áp suất vì đề bài không cho dữ kiện nào liên quan tới thể tích, do đó nên đổi về áp suất cho tiện.

- Quá trình 4-1: nhiều bạn sẽ hỏi tại sao không xét 2-3, 3-4 mà lại xét 4-1. Thực ra chỉ có đỡ hơi mới lao đầu đi xét hai quá trình trên. Tất nhiên xét thì cũng chả sao chỉ tội hơi dài. Phân tích đề bài thấy nó cho biết $p_2 = p_4$ → chắc chắn sẽ phải chọn quá trình nào có điểm 4 ở đó rồi. Tiếp theo quá trình 1-2 thì cho

biết nhiệt lượng là một hàm theo $p_1 \rightarrow$ nên phân tích quá trình dính tới điểm 1. Từ những phân tích trên mà ta nên chọn quá trình 4-1 để xét thôi. Quá trình 4-1 là quá trình đoạn nhiệt như vậy ta có:

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$$

Tất nhiên đề bài chả cho thể tích thì đừng có đại mà giữ nguyên \rightarrow biến đổi về nhiệt độ và áp suất cho tiện:

$$p_1^{1-\gamma} T_1^\gamma = p_2^{1-\gamma} T_2^\gamma \rightarrow \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{1-\gamma} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^\gamma \rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$$

- Đến đây thì quá ok rồi, nhiệt độ đều đã biết. Thay phát vào pt trên là có thể xác định được nhiệt lượng nhận trong quá trình đẳng nhiệt. Chú ý không khí thì bậc tự do $i = 5$, và $\gamma = 1.4$ nhé

$$\begin{aligned} Q_h = A_{12} &= nRT_1 \ln \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \\ &= \frac{2000}{29} \times 8.314 \times (400 + 273) \times \ln \left(\frac{20 + 273}{400 + 273}\right)^{\frac{1.4}{1-1.4}} \\ &= 1.12 \times 10^6 J \end{aligned}$$

- Đến đây tính công sinh ra trong 1 chu trình quá đơn giản rồi.

$$\eta_c = \frac{A}{Q_h} \rightarrow A = \eta_c Q_h = XXX = 634 \text{ kJ}$$

- Suy ra công suất sinh ra trong một chu kì sẽ là:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{634}{1} = 634 \text{ kW}$$

Bài 9.7: Một máy làm lạnh làm việc theo chu trình Carno nghịch, tiêu thụ công suất 36800W. Nhiệt độ của nguồn lạnh là -10°C , nhiệt độ nguồn nóng là 17°C . Tính:

- Hệ số làm lạnh của máy.
- Nhiệt lượng lấy được của nguồn lạnh trong 1s.
- Nhiệt lượng nhả cho nguồn nóng trong 1 giây.

*** Nhận xét:** Bài toán liên quan tới máy lạnh làm việc theo chu trình Carno nghịch, đối với máy làm lạnh thì chúng ta có thể tính hệ số khi biết nhiệt độ nguồn nóng và nguồn lạnh.

*** Giải:**

- Hệ số làm lạnh của máy là:

$$\varepsilon = \frac{Q_C}{A} = \frac{Q_C}{Q_h - Q_C} = \frac{T_C}{T_h - T_C} = \frac{-10 + 273}{(17 + 273) - (-10 + 273)} = 9.74$$

- Công suất tiêu thụ chính là công tiêu tốn trong 1s ($A = P$) \rightarrow nhiệt lượng lấy từ nguồn lạnh trong 1s sẽ là:

$$Q_c = \varepsilon \cdot A = 9.74 \times 36800 = 358 \text{ kJ}$$

- Nhiệt lượng nhả cho nguồn nóng trong 1s sẽ là:

$$Q_h = A + Q_c = 36.8 + 358 = 394.8 \text{ kJ}$$



DẠNG 2: ĐỒ THỊ QUÁ TRÌNH P-V

2.1. Kiến thức cơ bản

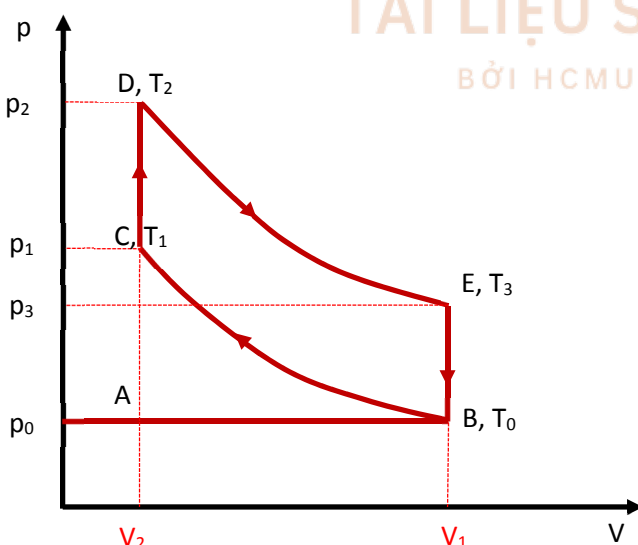
- Cũng tương tự như chương 8, dạng này sẽ chủ yếu dựa trên kỹ năng phân tích đồ thị quá trình để xây dựng các pt và tìm các đại lượng đã biết.
- Chương này liên quan tới định luật thứ 2 nên chủ yếu xoay quay mấy quá trình đẳng nhiệt đẳng áp \rightarrow cần nắm rõ tính chất của từng quá trình để xây dựng công thức cho chuẩn.

2.1. Bài tập ví dụ

Bài 9.14: Hình vẽ trình bày giản đồ lý thuyết của động cơ đốt trong bốn kỳ.

- Trong quá trình đầu tiên, hỗn hợp cháy được nạp vào xilanh, khi đó $p_0 = \text{const}$ và thể tích tăng từ V_2 tới V_1 . (nhánh AB);
- Trong quá trình thứ hai (nhánh BC), hỗn hợp cháy được nén oạn nhiệt từ thể tích V_1 tới V_2 . Khi đó nhiệt độ tăng từ T_0 đến T_1 và áp suất từ p_0 đến p_1 ;
- Tiếp theo là quá trình đốt cháy nhanh hỗn hợp cháy bằng tia lửa điện; khi đó áp suất tăng từ p_1 tới p_2 , thể tích không đổi và bằng V_2 (nhánh CD), nhiệt độ tăng tới T_2 ;
- Tiếp theo là quá trình giãn đoạn nhiệt từ thể tích V_2 tới V_1 (nhánh DE), nhiệt độ giảm xuống T_3 ;
- Ở cuối cùng của pittông (điểm E), van mở, khí thoát ra ngoài, áp suất giảm nhanh tới p_0 , thể tích không đổi và bằng V_1 . (nhánh EB).
- Cuối cùng là quá trình nén đẳng áp ở áp suất p_0 (nhánh BA).

Hãy tính hiệu suất của chu trình nếu hệ số nén $\varepsilon = V_1/V_2 = 5$ và hệ số đoạn nhiệt là $\gamma = 1,33$.



*** Nhận xét:** Nói chung đọc đề xong là chả muốn làm rồi, vừa dài vừa khó hiểu. Tốt nhất là đi phân tích từng bước. Đề bài yêu cầu tính hiệu suất \rightarrow tính được 2 trong ba đại lượng: nhiệt nguồn nóng cung cấp, nhiệt truyền cho nguồn lạnh và công sinh ra là xong. Giờ check lại chu trình để tìm xem trong giai đoạn nào ông tướng nhận nhiệt và giai đoạn nào là truyền nhiệt. Dễ thấy quá trình CD chính là quá trình hệ nhận nhiệt và quá trình EB là hệ truyền nhiệt ra ngoài thông qua việc xả khí.

*** Giải:**

- Xét quá trình CD \rightarrow quá trình đẳng áp nên công sinh ra là bằng 0, nhiệt nhận được chuyển hết thành nội năng:

$$Q_{CD} = \Delta U_{CD} = \frac{i}{2} nR \Delta T_{CD} = \frac{i}{2} nR(T_D - T_C)$$

- Xét quá trình ED \rightarrow quá trình đẳng áp \rightarrow công sinh ra bằng 0.

$$Q_{EB} = \Delta U_{EB} = \frac{i}{2} nR \Delta T_{ED} = \frac{i}{2} nR(T_B - T_E) < 0 \rightarrow \text{hệ sinh nhiệt}$$

- Như vậy nếu tìm được Q_{CD} và Q_{EB} chúng ta hoàn toàn có thể xác định được hiệu suất theo công thức:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_C|}{|Q_h|} = 1 + \frac{Q_{EB}}{Q_{CD}} = 1 + \frac{\frac{i}{2} nR(T_B - T_E)}{\frac{i}{2} nR(T_D - T_C)}$$

- Đến đây nhiều bạn sẽ thắc mắc sao ko rút bét luôn cái thằng i, n, R đi. Thực ra để đó tiện hơn vì đề bài có cho nhiệt độ đâu, nên để đó thì có thể biến đổi về áp suất và thể tích tiện hơn. Biến đổi về áp suất và thể tích ta có: \rightarrow **thay cẩn thận kẻo nhầm đó**

$$\eta = 1 + \frac{\frac{i}{2} (p_0 V_1 - p_3 V_1)}{\frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_2)} = 1 + \frac{(p_0 - p_3) V_1}{(p_2 - p_1) V_2}$$

Như vậy nếu giải quyết được mấy chú áp suất kia là xong \rightarrow biến đổi về thể tích thôi \rightarrow chú ý là còn 2 quá trình đoạn nhiệt nữa đó.

- Xét quá trình đoạn nhiệt BC ta có: $p_0 V_1^\gamma = p_1 V_2^\gamma$

- Xét quá trình đoạn nhiệt DE ta có: $p_2 V_2^\gamma = p_3 V_1^\gamma$

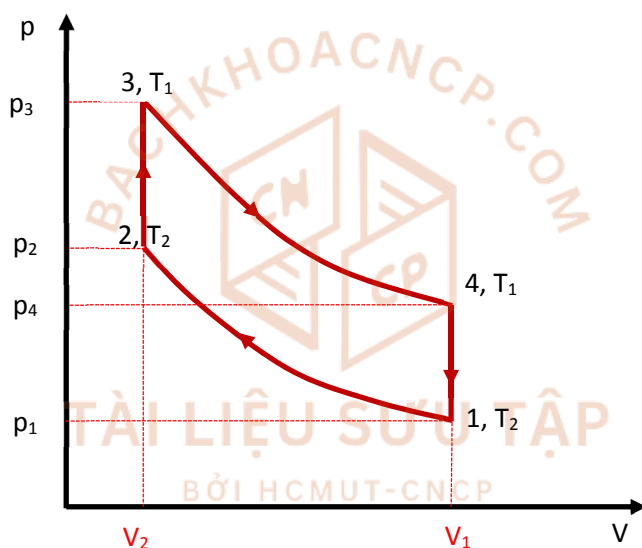
\rightarrow giờ ngẫm nghĩ xem làm thế nào để có $p_0 - p_3$ và $p_2 - p_1$ là xong \rightarrow nhìn là phát hiện ra rồi. Trừ vế với vế là xong:

$$(p_0 - p_3)V_1^\gamma = -(p_2 - p_1)V_2^\gamma \rightarrow \frac{(p_0 - p_3)}{(p_2 - p_1)} = -\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma$$

- Phù đã xong \rightarrow thay lên trên là chốt hạ được rồi.

$$\eta = 1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma \frac{V_1}{V_2} = 1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = 1 - \left(\frac{1}{5}\right)^{1.33-1} = 41.2\%$$

Bài 9.17: Một máy hơi nước chạy theo chu trình stilin gồm hai quá trình đẳng nhiệt và hai quá trình đẳng tích như hình vẽ. Tính hiệu suất của chu trình đó. So sánh hiệu suất đó với hiệu suất chu trình Carno có cùng nhiệt độ của nguồn nóng và nguồn lạnh.



*** Nhận xét:** Tự dung lò đầu ra anh Stilin ảo vồn, tuy nhiên chúng ta cũng đừng care đến tên của chu trình mà chỉ cần quan tâm đến các quá trình trong chu trình đây. Chu trình này gồm hai quá trình đẳng nhiệt và hai quá trình đẳng tích. Nói chung đẳng nhiệt làm dễ chịu và đơn giản hơn đoạn nhiệt nên chắc chu trình này cũng không quá khó xơi. Bài toán yêu cầu tính hiệu suất \rightarrow tìm xem nhiệt nhận được trong quá trình nào và xả ra trong quá trình nào, hoặc tìm công sinh ra trong 1 chu trình rồi

*** Giải:**

- Dễ thấy quá trình 1-2 chính là quá trình nén đẳng nhiệt \rightarrow hệ nhận công âm

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = A_{12} = nRT_2 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) < 0 \rightarrow \text{mất nhiệt}$$

- Quá trình 2-3 là quá trình đẳng tích, lúc này hệ nhận nhiệt và chuyển hết thành nội năng \rightarrow đó là lý do mà ta thấy nhiệt độ tăng từ T_2 lên $T_1 \rightarrow$ đây chính là quá trình hệ nhận nhiệt rồi.

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \Delta U_{23} = \frac{i}{2} nR(T_1 - T_2) > 0 \rightarrow \text{nhận nhiệt}$$

- Quá trình 3-4 cũng là giãn nở đẳng nhiệt \rightarrow quá trình này hệ cũng phải nhận nhiệt để sinh công giãn nở

$$Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34} = A_{34} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) > 0 \rightarrow \text{nhận nhiệt}$$

- Quá trình 4-1 là quá trình đẳng tích, hệ mất nhiệt và giảm nhiệt độ \rightarrow quá trình này hệ truyền nhiệt ra ngoài

$$Q_{41} = \Delta U_{41} + A_{41} = \Delta U_{41} = \frac{i}{2} nR(T_2 - T_1) < 0 \rightarrow \text{mất nhiệt}$$

- Tổng lượng nhiệt hệ nhận vào từ nguồn nóng sẽ là:

$$Q_h = Q_{23} + Q_{34} = \frac{i}{2} nR(T_1 - T_2) + nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

- Công mà hệ sinh ra trong 1 chu trình sẽ là:

$$A = A_{12} + A_{34} = nRT_2 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) + nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = nR(T_1 - T_2) \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

- Hiệu suất động cơ sẽ là:

$$\eta = \frac{A}{Q_h} = \frac{nR(T_1 - T_2) \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)}{\frac{i}{2} nR(T_1 - T_2) + nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)} = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{i}{2} \frac{(T_1 - T_2)}{\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)} + T_1}$$

- Hiệu suất động cơ làm việc theo chu trình Carno là:

$$\eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Dễ thấy tử số là như nhau rồi nhưng mẫu số trong trường hợp Stilin thì lại lớn hơn \rightarrow hiệu suất nó nhỏ hơn so với Carno \rightarrow tóm lại Carno là độc cô cầu bại rồi, ko chú nào bá hơn ông ý đâu :v

DẠNG 3: ENTROPY

3.1. Kiến thức cần biết:

- Entropy là một khái niệm mới khá là mơ hồ, nó là một biến trạng thái đặc trưng cho mức độ hỗn loạn của một hệ. Do nó là một biến trạng thái nên nó sẽ không phụ thuộc vào quá trình biến đổi mà chỉ phụ thuộc duy nhất vào trạng thái đầu và trạng thái cuối.

- Tóm lại entropy là cái éo gì nhỉ? Khó hiểu kinh. Giờ tôi lấy một ví dụ để cho thấy tầm quan trọng của entropy, nó sẽ giúp ta thấy được xu thế sẽ xảy ra. Giả sử lớp chúng ta có tổng số là 30 mem, và 30 mem đó đều là trym, cuộc sống học hành diễn ra rất êm đềm. Anh em sống chan hòa với nhau, chia sẻ từng chai dầu ăn một. Cho đến một ngày 1 trym chuyển lớp và một sản mới được bổ sung vào lớp. Lúc này, con thèm sản âm i trong 29 trym còn lại bắt đầu được thổi lên. Anh em bắt đầu quay sang GATO, tia đều, nói xấu lẫn nhau để có cơ hội ăn sản → như thế nội bộ lục đục → dưới góc nhìn vật lý thì ta có thể nói entropy của lớp đã tăng. Hình dưới đây cũng là một ví dụ minh họa thế nào là hệ có entropy nhỏ và hệ có entropy lớn:



Entropy nhỏ



Entropy lớn

- Mọi quá trình tự nhiên đều dẫn đến việc entropy tăng → điều này nghe có vẻ vô lý nhưng thực ra là sự thực, tất nhiên là với hiểu biết hiện nay thì nó là đúng. Còn sau này nếu có một ai đưa ra một lý thuyết mới chuẩn hơn thì entropy sẽ bị vứt vào sọt rác ngay. Có thể nói entropy của toàn vũ trụ luôn luôn tăng chả bao giờ giảm. Entropy của một hệ đã cho có thể giảm nhưng cùng lúc đó entropy của một hệ khác có liên hệ với nó sẽ tăng, thậm chí còn tăng lớn hơn. Khi chúng ta dẫn gấu đi vào bk chẳng hạn, bản thân chúng ta sẽ cảm thấy sướng và yên bình khi có gấu ở bên → entropy giảm. Cùng lúc đó, hàng trăm đứa đang GATO, a kay chim cú chỉ muốn lao

vào phá → entropy của hệ xung quanh tăng, thậm chí còn gấp hàng trăm lần độ giảm entropy của chúng ta. Kết quả là entropy của trường bách khoa tăng. Do entropy luôn tăng nên các nhà khoa học đã dự đoán khi nó tăng đến giá trị tới hạn khi đó mà nhiệt độ mọi vật chất là như nhau → mọi thứ sẽ bị phá hủy, vũ trụ sẽ die. Nhiều bạn sẽ nghĩ là lý thuyết này hoang đường vãi, hư cấu vô lờ. Tuy nhiên hãy thử tưởng tượng nếu nhiệt độ mọi thứ là như nhau, sẽ không có bất kì quá trình trao đổi nhiệt diễn ra, mọi động cơ sẽ ngừng hoạt động vì ko còn nguồn nóng và nguồn lạnh, con người không còn cảm giác nóng lạnh, ôm con bò cũng có cảm giác như ôm con gấu. Tóm lại, sự thực rất phũ phàng là mọi xã hội chỉ tồn tại khi có sự bất bình đẳng, con người cố gắng duy trì một xã hội bình đẳng nhưng nó sẽ đánh đổi bằng sự bất bình đẳng của những thứ xung quanh xã hội đó → entropy trông thể mà giải thích được nhiều hiện tượng phết → khoa học hay xã hội đều giải thích được hết.

- Ở trong vật lý, đặc biệt trong nhiệt động lực học, entropy đóng vai trò rất quan trọng, nó được sử dụng để mô tả định luật hai nhiệt động lực học. Theo định luật hai nhiệt động lực học thì khi vật nóng tiếp xúc với vật lạnh thì nhiệt sẽ được truyền từ vật nóng sang vật lạnh. Khi vật được đốt nóng thì entropy của nó sẽ tăng do các phân tử chuyển động nhanh hơn và hỗn loạn hơn. Quá trình truyền nhiệt tự nhiên từ vật nóng sang vật lạnh là do quá trình làm nóng vật lạnh sẽ làm tăng entropy của hệ. Entropy sẽ đạt giá trị cao nhất khi năng lượng được phân phối đều cho các phân tử của vật nóng và lạnh → tức là khi hai vật có cùng nhiệt độ.

- Công thức tính entropy trong nhiệt động lực học:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_{S_1}^{S_2} \frac{dQ}{T}$$

Chú ý là công thức này thì chỉ áp dụng cho quá trình thuận nghịch chứ nếu không thuận nghịch thì pó tay luôn. Nhưng cũng may mà entropy là một hàm trạng thái nó không phụ thuộc vào quá trình nên ta cứ dùng thoải mái do chúng ta được quyền giả sử quá trình giữa hai trạng thái 1 và 2 là trạng thái thuận nghịch.

- Nói chung là công thức trên cũng khá đơn giản, đối với bài toán này thì cứ tìm nhiệt lượng và tìm nhiệt độ của từng quá trình là ra.

- Chú ý một số đặc điểm quan trọng sau:

- Quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch → do nhiệt lượng trao đổi bằng 0 nên độ biến thiên entropy bằng 0.

- Entropy thay đổi trong quá trình chuyển pha, tăng nhiệt, giãn nở
- Các bước khi làm bài toán về xác định entropy:
 - Viết công thức vi phân entropy trước: $dS = \frac{\delta Q}{T}$
 - Xem bài toán cho điều kiện là gì để biến đổi δQ cho phù hợp, thường là sẽ tìm cách đưa về dT .
 - Sử dụng tích phân rồi tính

3.1. Bài tập ví dụ

Bài 9.18: Tính độ biến thiên entropy khi hơi nóng đẳng áp 6,5g hiđrô, thể tích khí tăng gấp đôi.

* **Nhận xét:** Bài toán tính entropy của quá trình hơi nóng **đẳng áp** → cái đẳng áp này là cái mấu chốt của vấn đề nên chú ý vào.

* **Giải:**

- Độ biến thiên của entropy là:

$$dS = \frac{\delta Q}{T}$$

- Quá trình đẳng áp nhé → $\delta Q = nC_p dT = n \frac{i+2}{2} R dT$

- Thay vào và lấy tích phân từ trạng thái 1 ứng với T_1 đến trạng thái 2 ứng với T_2

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} n \frac{i+2}{2} R \frac{dT}{T} = \frac{i+2}{2} n R \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$$

Chú ý là vì nhiệt độ ta chả biết trong khi biết mỗi sự thay đổi thể tích → vấn đề này thì quá đơn giản nếu chúng ta chú ý đến điều kiện đẳng áp

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

Như vậy ta có: (H_2 khí hai nguyên nên $i = 5$)

$$\Delta S = \frac{i+2}{2} n R \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = \frac{5+2}{2} \times \frac{6.5}{2} \times 8.314 \times \ln 2 = 65.55 \text{ J/K}$$

Bài 9.19: Tính độ tăng entropy khi biến đổi 1g nước ở 0°C thành hơi ở 100°C .

*** Nhận xét:** Đề ý bài toán gồm hai quá trình là quá trình tăng nhiệt và quá trình chuyển pha từ nước sang hơi. Mỗi quá trình tính nhiệt lượng đều khác nhau nên phải chia thành hai giai đoạn, sau đó tính biến thiên entropy trong từng giai đoạn. Chú ý quá trình hóa hơi ta phải biết nhiệt ẩn của nước. Chênh bảng dưới đây để biết. Đáng ra đề bài nên cho vì mấy ai nhớ được mấy giá trị này.

TABLE 17.2 Latent Heats of Fusion and Vaporization

Substance	Melting Point ($^{\circ}\text{C}$)	Latent Heat of Fusion (J/kg)	Boiling Point ($^{\circ}\text{C}$)	Latent Heat of Vaporization (J/kg)
Helium	-269.65	5.23×10^3	-268.93	2.09×10^4
Nitrogen	-209.97	2.55×10^4	-195.81	2.01×10^5
Oxygen	-218.79	1.38×10^4	-182.97	2.13×10^5
Ethyl alcohol	-114	1.04×10^5	78	8.54×10^5
Water	0.00	3.33×10^5	100.00	2.26×10^6
Sulfur	119	3.81×10^4	444.60	3.26×10^5
Lead	327.3	2.45×10^4	1750	8.70×10^5
Aluminum	660	3.97×10^5	2450	1.14×10^7
Silver	960.80	8.82×10^4	2193	2.33×10^6
Gold	1063.00	6.44×10^4	2660	1.58×10^6
Copper	1083	1.34×10^5	1187	5.06×10^6

*** Giải:**

- Xét quá trình tăng nhiệt độ của nước:

- Độ biến thiên entropy là:

$$dS_1 = \frac{\delta Q_1}{T} = \frac{mc dT}{T} \rightarrow \Delta S_1 = \int_{T_1}^{T_2} mc \frac{dT}{T} = mc \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$$

Thay số vào ta có, chú ý nhiệt dung riêng của nước là $c = 4180 \text{ J/kg.K}$

$$\rightarrow \Delta S_1 = mc \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) = 0.001 \times 4180 \times \ln \left(\frac{100 + 273}{0 + 273} \right) = 1.3 \text{ J/K}$$

- Xét quá trình chuyển pha:

- Độ biến thiên entropy là: chú ý ở đây không thể dùng nhiệt độ làm cận được vì trạng thái 1 đến trạng thái 2 nhiệt độ không đổi, nên ta kí hiệu cận là 1 và 2 ứng với trạng thái 1 và trạng thái 2 \rightarrow ko phải số 1 hoặc 2 đâu đấy

$$dS_2 = \frac{\delta Q_2}{T_2} \rightarrow \Delta S_2 = \int_1^2 \frac{\delta Q_2}{T_2} = \frac{1}{T_2} \int_1^2 \delta Q_2 = \frac{1}{T_2} \Delta Q = \frac{Q_2}{T_2} = \frac{mL}{T_2}$$

$$\rightarrow \Delta S_2 = \frac{0.001 \times 2.26 \times 10^6}{373} = 6.1 \text{ J/K}$$

- Độ biến thiên entropy trong cả quá trình là:

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 1.3 + 6.1 = 7.4 \text{ J/K}$$

Bài 9.21: 10g ôxy được đun nóng từ $t_1=50^\circ\text{C}$ tới $t_2=150^\circ\text{C}$. Tính độ biến thiên entropy nếu quá trình đun nóng là:

a. Đẳng tích; b. đẳng áp.

*** Nhận xét:** Bài toán liên quan tới thay đổi entropy khi thay đổi nhiệt độ. Điều kiện đẳng áp và đẳng tích. Cú form chuẩn mà táng thôi.

*** Giải:**

Trường hợp a: Đẳng tích

- Biến thiên entropy là:

$$dS_v = \frac{\delta Q_v}{T} = \frac{nC_v dT}{T} \rightarrow \Delta S_v = \int_{T_1}^{T_2} \frac{nC_v dT}{T} = nC_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = n \frac{i}{2} R \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

- Thay số ta có: khí oxi là khí hai nguyên nên bậc tự do $i = 5$.

$$\Delta S_v = \frac{10}{32} \times \frac{5}{2} \times 8.314 \times \ln\left(\frac{150 + 273}{50 + 273}\right) = 1.75 \text{ J/K}$$

Trường hợp b: Đẳng áp

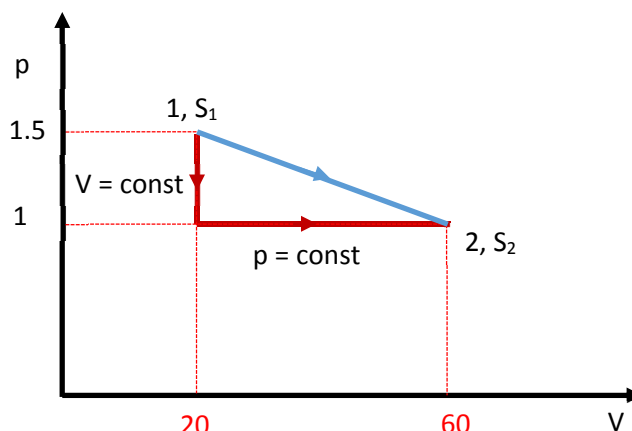
- Biến thiên entropy là:

$$dS_p = \frac{\delta Q_p}{T} = \frac{nC_p dT}{T} \rightarrow \Delta S_p = \int_{T_1}^{T_2} \frac{nC_p dT}{T} = nC_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = n \frac{i+2}{2} R \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

- Thay số ta có: khí oxi là khí hai nguyên nên bậc tự do $i = 5$.

$$\Delta S_p = \frac{10}{32} \times \frac{5+2}{2} \times 8.314 \times \ln\left(\frac{150 + 273}{50 + 273}\right) = 2.45 \text{ J/K}$$

Bài 9.22: Tính độ biến thiên entropy khi biến đổi 6g khí hydro từ thể tích 20lít, áp suất 1,5at đến thể tích 60lít, áp suất 1at.



* **Nhận xét:** Đề bài yêu cầu tính độ biến thiên entropy từ trạng thái 1 đến trạng thái 2. Vấn đề là nó quá chung chung vì không cho ta biết quá trình đi từ 1 đến 2 là như thế nào. Nhưng cũng may mà độ biến thiên entropy lại chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối nên ta có thể hoàn toàn chủ động trong một chu trình thích hợp và dễ tính nhất. Giả sử để đi từ 1 đến 2 ta cho khí biến đổi đẳng tích đến áp suất 1 at sau đó cho khí giãn nở đẳng áp đến thể tích 60 lít → Chỉ cần tính độ biến thiên cho từng quá trình rồi cộng lại là xong

* **Giải:**

- Xét quá trình đẳng tích:

- Độ biến thiên entropy là:

$$dS_v = \frac{\delta Q_v}{T} = \frac{nC_v dT}{T} \rightarrow \Delta S_v = \int_{T_1}^{T_2} \frac{nC_v dT}{T} = nC_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = n \frac{i}{2} R \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

- Đề bài ko cho T + đẳng tích → biến về áp suất:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} \rightarrow \Delta S_v = n \frac{i}{2} R \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$$

- Xét quá trình biến đổi đẳng áp:

- Độ biến thiên entropy là:

$$S_p = \frac{\delta Q_p}{T} = \frac{nC_p dT}{T}$$

$$\rightarrow \Delta S_p = \int_{T_1}^{T_2} \frac{nC_p dT}{T} = nC_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = n \frac{i+2}{2} R \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

- Đề bài ko cho T nên đổi + đẳng áp → biến về thể tích → tương tự trên ta có

$$\Delta S_p = n \frac{i+2}{2} R \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

- Biến thiên entropy của hai quá trình là:

$$\Delta S = \Delta S_v + \Delta S_p = n \frac{i}{2} R \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) + n \frac{i+2}{2} R \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

$$\rightarrow \Delta S = nR \left[\frac{i}{2} \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) + \frac{i+2}{2} \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \right]$$

Thay số ta có:

$$\Delta S = \frac{6}{2} \times 8.314 \times \left(\frac{5}{2} \ln \frac{1}{1.5} + \frac{7}{2} \ln \frac{60}{20} \right) = 70.62 \text{ J/K}$$

Bài 9.25: Độ biến thiên entropi trên đoạn giữa hai quá trình đoạn nhiệt trong chu trình Carno bằng 1kcal/độ. Hiệu nhiệt độ giữa hai đường đẳng nhiệt là 100°C. Hỏi nhiệt lượng đã chuyển hóa thành công trong chu trình này

*** Nhận xét:** Bài toán liên quan tới entropy nhưng mà là bài toán ngược, tức là đã cho biết entropy và yêu cầu đi tính đại lượng khác, ở trong bài này là đi tính nhiệt lượng đã chuyển hóa thành công. Để ý là bài toán cũng liên quan tới chu trình Carno và cho biết chênh lệch nhiệt độ → chắc sẽ liên quan tới hiệu suất Carno.

*** Giải:**

- Bắt đầu với dữ kiện độ biến thiên entropy trên đoạn giữa hai quá trình đoạn nhiệt → đoạn này chính là đoạn đẳng nhiệt chứ còn đoạn éo nào nữa → quá ngon cho đội trym non roài.

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \frac{1}{T} \int \delta Q = \frac{Q_h}{T_1} = \frac{Q_c}{T_2}$$

Thực ra chỉ cần nhớ trong chu trình Carno thì:

$$\frac{Q_h}{T_1} + \frac{Q_c}{T_2} = 0 \rightarrow \text{độ biến thiên entropy trong một chu trình Carno là bằng 0}$$

- Tiếp theo sử dụng dữ kiện liên quan tới hiệu suất:

$$\eta = \frac{A}{Q_h} = \frac{Q_h + Q_c}{Q_h} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \rightarrow \frac{Q_h + Q_c}{T_2 - T_1} = \frac{A}{T_2 - T_1} = \frac{Q_h}{T_1}$$

- Mấy cái bôi đỏ đã biết rồi nhé. Thay vào tính A thôi:

$$A = \frac{Q_h}{T_1} \times (T_2 - T_1) = 1 \times 100 = 100 \text{ kcal} = 418 \text{ kJ}$$

Bài 9.26: Bỏ 100g nước đá ở 0°C vào 400g nước ở 30°C trong một bình có vỏ cách nhiệt lý tưởng. Tính độ biến thiên entropy của hệ trong quá trình trao đổi nhiệt. Từ đó suy ra rằng nhiệt chỉ truyền từ vật nóng sang vật lạnh. Cho biết nhiệt nóng chảy riêng của nước đá ở 0°C là 80kcal/kg; nhiệt dung riêng của nước là 1kcal/kgđộ.

*** Nhận xét:** Bài toán liên quan tới sự biến thiên entropy qua quá trình trao đổi nhiệt giữa hai vật có nhiệt độ khác nhau. Vật 1 là nước đá như vậy trong quá trình trao đổi nhiệt đầu tiên nước đá sẽ chuyển thành pha lỏng, sau đó tăng nhiệt độ đến một giá trị nào đó. Trong khi vật 2 là nước truyền nhiệt cho nước đá và giảm đến một nhiệt độ nào đó. Khi nhiệt độ hai bên bằng nhau thì quá trình trao đổi nhiệt chấm dứt.

*** Giải:**

- Nhiệt lượng mà vật 1 nhận được sẽ phải bằng nhiệt lượng mà vật 2 mất đi vì quá trình trao đổi nhiệt diễn ra trong bình cách nhiệt nên không thể có thất thoát nhiệt ra ngoài, từ đây ta có thể xác định được nhiệt độ cân bằng:

$$\lambda m_1 + m_1 c(T - T_1) = m_2 c(T_2 - T) \rightarrow T = \frac{c(m_2 T_2 + m_1 T_1) - \lambda m_1}{c(m_1 + m_2)}$$

- Thay số ta có: chú ý không cần đổi đơn vị khối lượng, nhiệt dung riêng và nhiệt nóng chảy vì nó tự triệt tiêu nhau rồi.

$$T = \frac{1 \times (400 \times (30 + 273) + 100 \times 273) - 80 \times 100}{1 \times (100 + 400)} = 281 \text{ K}$$

- Giờ xét độ biến thiên entropy của nước đá trước:

- Giai đoạn nóng chảy: $\Delta S_{nc} = \int \frac{\delta Q_{nc}}{T_1} = \frac{\lambda m_1}{T_1}$
- Giai đoạn tăng nhiệt độ: $\Delta S_{1T} = \int \frac{\delta Q_{1T}}{T} = \int_{T_1}^T \frac{m_1 c dT}{T} = m_1 c \ln\left(\frac{T}{T_1}\right)$
- Tổng hai giai đoạn là:

$$\Delta S_1 = \Delta S_{1T} + \Delta S_{nc} = \frac{\lambda m_1}{T_1} + m_1 c \ln\left(\frac{T}{T_1}\right)$$

- Xét độ biến thiên entropy của 400g nước:

$$\Delta S_2 = \int \frac{\delta Q_2}{T} = \int_{T_2}^T \frac{m_2 c dT}{T} = m_2 c \ln\left(\frac{T}{T_2}\right)$$

- Độ biến thiên entropy tổng cộng là:

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \frac{\lambda m_1}{T_1} + m_1 c \ln\left(\frac{T}{T_1}\right) + m_2 c \ln\left(\frac{T}{T_2}\right)$$

- Thay số ta có:

$$\Delta S = \frac{80 \times 0.1}{0 + 273} + 0.1 \times 1 \times \ln \frac{281}{0 + 273} + 0.4 \times 1 \times \ln \frac{281}{30 + 273} = 0.002 \text{ kcal/K}$$

Như vậy sau khi trao đổi nhiệt thì entropy của hệ tăng ($\Delta S > 0$) \rightarrow điều này chứng tỏ nhiệt chỉ có thể truyền từ vật nóng sang vật lạnh.

*** Chứng minh nhiệt chỉ truyền từ vật nóng sang vật lạnh:**

Xét một hệ gồm mỗi anh và chị, anh chị này bị cô lập và chỉ có thể truyền nhiệt cho nhau. Anh thì bị sốt rét chị thì bình thường kết quả là cả hai phải tèn tén ten để trao

đổi nhiệt cho nhau. Nếu chỉ xét quá trình truyền nhiệt giữa hai anh chị tất nhiên là ko tính nhiệt truyền ra ngoài môi trường xung quanh thì độ biến thiên nhiệt lượng của anh và chị phải bằng nhau về độ lớn và tất nhiên khác nhau về dấu. Cứ nhớ qui ước dấu là nhiệt vào thì dương nhiệt ra thì âm. Vậy ta có:

$$\delta Q_{anh} = -\delta Q_{chị}$$

Độ biến thiên entropy của cặp đôi này sẽ là:

$$\begin{aligned} dS &= dS_1 + dS_2 = \frac{\delta Q_{anh}}{T_{anh}} + \frac{\delta Q_{chị}}{T_{chị}} = \delta Q_{anh} \left(\frac{1}{T_{anh}} - \frac{1}{T_{chị}} \right) \\ &= \delta Q_{anh} \frac{T_{chị} - T_{anh}}{T_{anh} T_{chị}} \end{aligned}$$

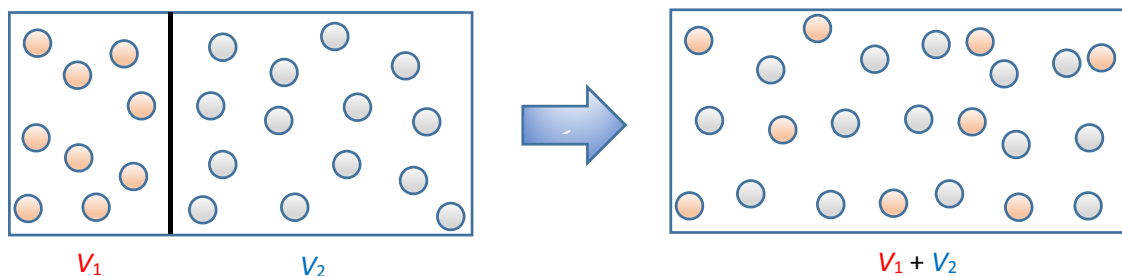
Vì $dS > 0$ nên $\delta Q_{anh} \frac{T_{chị} - T_{anh}}{T_{anh} T_{chị}} > 0$

- Nếu $T_{chị} > T_{anh} \rightarrow \delta Q_{anh} > 0 \rightarrow$ anh sẽ nhận nhiệt
- Nếu $T_{chị} < T_{anh} \rightarrow \delta Q_{anh} < 0 \rightarrow$ anh sẽ sinh nhiệt

\rightarrow như vậy nhiệt chỉ có thể truyền từ vật nóng sang vật lạnh \rightarrow hết cmn chuyện roài, sang bài tiếp.

Bài 9.28: Có hai bình khí, bình thứ nhất có thể tích $V_1=2\text{ l}$ chứa khí Nitơ ở áp suất $p_1=1\text{ at}$, bình thứ hai có thể tích $V_2=3\text{ l}$ chứa khí CO ở áp suất $p_2=5\text{ at}$. Cho hai bình thông với nhau và đặt chúng trong một vỏ cách nhiệt lý tưởng. Tính độ biến thiên entropy của hệ khi hai khí trộn lẫn vào nhau, biết nhiệt độ ban đầu trong hai bình bằng nhau và bằng 27°C .

*** Nhận xét:** Bài toán liên quan tới quá trình biến đổi entropy khi hai hỗn hợp trộn lẫn nhau. Giả sử khí ban đầu được nhốt ở hai bình và ngăn với nhau bởi vách ngăn. Sau khi bỏ vách ngăn hai khí này sẽ trộn lẫn với nhau và khi đạt tới trạng thái cân bằng thì thể tích mỗi khí chính bằng thể tích của hai bình thông nhau như hình vẽ. Như vậy ta đã biết được thể tích cuối cùng của mỗi khí \rightarrow sự thay đổi thể tích sẽ kéo theo sự thay đổi về entropy \rightarrow tính độ biến entropy của từng khí rồi cộng với nhau ta sẽ ra độ biến thiên entropy của hệ. Chú ý là quá trình trộn vào nhau diễn ra ở điều kiện đẳng nhiệt vì nhiệt độ ban đầu của hai khí là như nhau.



*** Giải:**

- Xét khí ở bình thứ nhất:

- Độ biến thiên entropy là:

$$dS_1 = \frac{\delta Q_1}{T} \rightarrow \Delta S_1 = \int \frac{\delta Q_1}{T} = \frac{1}{T} \int \delta Q_1 = \frac{Q_1}{T}$$

- Đẳng nhiệt nên biến thiên nội năng bằng không \rightarrow

$$Q_1 = A_1 = n_1 RT \ln \left(\frac{V_1 + V_2}{V_1} \right) = p_1 V_1 \ln \left(\frac{V_1 + V_2}{V_1} \right)$$

- Như vậy, ta có:

$$\Delta S_1 = \frac{Q_1}{T} = \frac{p_1 V_1}{T} \ln \left(\frac{V_1 + V_2}{V_1} \right)$$

- Xét khí ở bình thứ hai: Lập luận tương tự ta có:

$$\Delta S_2 = \frac{Q_2}{T} = \frac{p_2 V_2}{T} \ln \left(\frac{V_1 + V_2}{V_2} \right)$$

- Độ biến thiên entropy của hệ là:

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \frac{p_1 V_1}{T} \ln \left(\frac{V_1 + V_2}{V_1} \right) + \frac{p_2 V_2}{T} \ln \left(\frac{V_1 + V_2}{V_2} \right)$$

- Đến đây thì công việc còn lại chỉ là thay số bấm máy là ra:

$$\Delta S = \frac{1 \times 9.8 \times 10^4 \times 2 \times 0.001}{27 + 273} \ln \left(\frac{2 + 3}{2} \right) + \frac{5 \times 9.8 \times 10^4 \times 3 \times 0.001}{27 + 273} \ln \left(\frac{2 + 3}{3} \right) \approx 3.1 \text{ J/K}$$

BỒI HCMUT-CNCP

Bài 9.29: 200 g sắt ở 100°C được bỏ vào một nhiệt lượng kế chứa 300 g nước ở 12°C. Entropy của hệ này thay đổi như thế nào khi cân bằng nhiệt?

*** Nhận xét:** Bài toán liên quan tới sự thay đổi entropy khi hai chất có nhiệt độ khác nhau trao đổi nhiệt với nhau. Thông thường bước đầu là đi tìm nhiệt độ ở trạng thái cân bằng nhiệt \rightarrow cái này thì dễ ợt \rightarrow sử dụng phương trình cân bằng nhiệt. Sau khi có nhiệt độ ở trạng thái cân bằng rồi thì việc tính nhiệt lượng thay đổi cho mỗi vật để đạt đến trạng thái cân bằng thì quá đơn giản rồi. Chú ý bài này phải check thêm thông số nhiệt dung riêng của sắt (đáng ra đề phải cho, toàn chơi đánh đố nhau). Thi mà đề ko cho là vỡ mặt, ai mà nhớ được. Giờ là thời đại google nên mấy cái bảng thông số ko nhất thiết phải nhớ vì search mấy giây là ra. Nói chung là tôi phản đối kiểu ra đề mà ko cho giá trị hằng số và mấy công thức qui đổi đơn vị \rightarrow vì nó phản khoa học quá, chỉ nên nhớ ngay sinh của gấu, của bố mẹ thôi :v

*** Giải:**

- Từ phương trình cân bằng nhiệt ta có:

$$m_{Fe}c_{Fe}(T_{oFe} - T) = m_{H_2O}c_{H_2O}(T - T_{oH_2O}) \rightarrow T = \frac{m_{Fe}c_{Fe}T_{oFe} + m_{H_2O}c_{H_2O}T_{oH_2O}}{m_{Fe}c_{Fe} + m_{H_2O}c_{H_2O}}$$

- Thay số vào ta có:

$$T = \frac{0.2 \times 460 \times (100 + 273) + 0.3 \times 4180 \times (12 + 273)}{0.2 \times 460 + 0.3 \times 4180} = 291 \text{ K}$$

- Độ biến thiên entropy của miếng sắt là:

$$dS_{Fe} = \frac{\delta Q_{Fe}}{T} \rightarrow \Delta S_{Fe} = \int_{T_{oFe}}^T \frac{\delta Q_{Fe}}{T} = \int_{T_{oFe}}^T \frac{m_{Fe}c_{Fe}dT}{T} = m_{Fe}c_{Fe} \ln \frac{T}{T_{oFe}}$$

- Độ biến thiên entropy của nước là:

$$dS_{H_2O} = \frac{\delta Q_{H_2O}}{T} \rightarrow \Delta S_{H_2O} = \int_{T_{oH_2O}}^T \frac{\delta Q_{H_2O}}{T} = \int_{T_{oH_2O}}^T \frac{m_{H_2O}c_{H_2O}dT}{T} = m_{H_2O}c_{H_2O} \ln \frac{T}{T_{oH_2O}}$$

- Độ biến thiên entropy của hệ là:

$$\Delta S = \Delta S_{Fe} + \Delta S_{H_2O} = m_{Fe}c_{Fe} \ln \frac{T}{T_{oFe}} + m_{H_2O}c_{H_2O} \ln \frac{T}{T_{oH_2O}}$$

- Thay số ta có:

$$\Delta S = 0.2 \times 460 \times \ln \frac{291}{100 + 273} + 0.3 \times 4180 \times \ln \frac{291}{12 + 273} \approx 3.3 \text{ J/K}$$

- Như vậy thấy rõ là một vật có thể giảm entropy nhưng nó sẽ kéo theo entropy của hệ khác tăng và tăng thậm chí nhiều hơn cả lượng entropy bị giảm. Đây chính là lý do entropy của vũ trụ luôn luôn tăng chứ ko bao giờ giảm :v. Phù cuối cũng đã xong bài cuối. Kết thúc seri về lờ 1 ở đây.