

CÁC NGUYÊN LÝ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

ÁP DỤNG ĐỐI VỚI CHẤT KHÍ LÝ TƯỞNG - ĐỘNG CƠ NHIỆT

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Các nguyên lý của nhiệt động lực học

Nguyên lý I nhiệt động lực học:

Phát biểu: Độ biến thiên nội năng của vật bằng tổng nhiệt lượng và công mà vật nhận được.

Biểu thức: $\Delta U = A + Q$

$\Delta U > 0$: nội năng tăng.

$\Delta U < 0$: nội năng giảm.

Với quy ước về dấu thích hợp, biểu thức trên có thể dùng để diễn đạt các quá trình truyền và chuyển hoá năng lượng khác như vật truyền nhiệt, vật thực hiện công, vật thu nhiệt và thực hiện công ...

Có những cách quy ước về dấu của nhiệt lượng và công khác nhau. Sau đây là quy ước về dấu của nhiệt lượng và công:

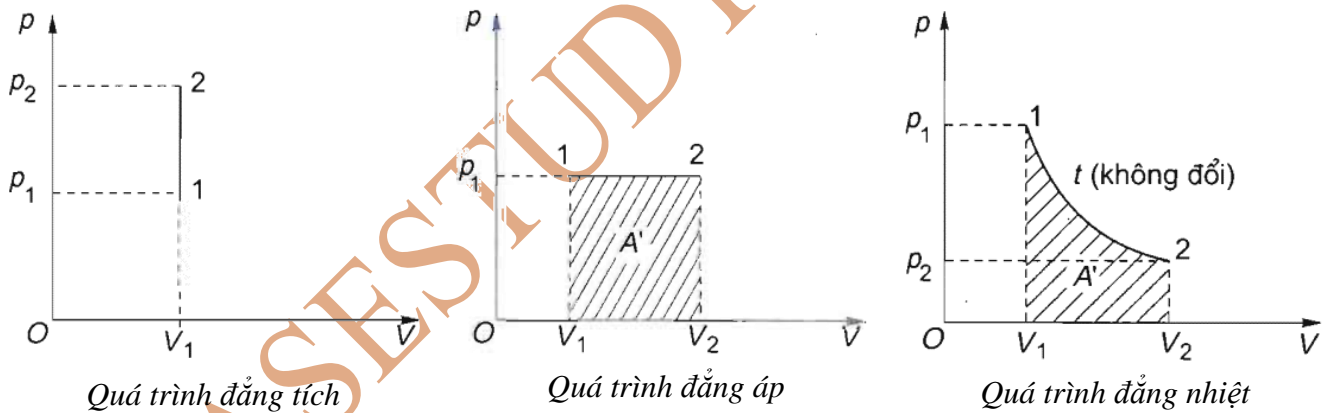
$Q > 0$: Hệ nhận nhiệt lượng;

$Q < 0$: Hệ truyền nhiệt lượng;

$A > 0$: Hệ nhận công;

$A < 0$: Hệ thực hiện công.

Áp dụng đối với quá trình biến đổi trạng thái của khí lý tưởng:



Quá trình đẳng tích : $\Delta V = 0 \rightarrow A = 0 \rightarrow \Delta U = Q$

Quá trình đẳng nhiệt : $\Delta U = 0 \rightarrow Q = -A$

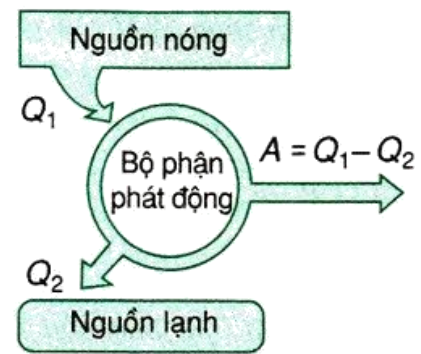
Quá trình đẳng áp : $Q = A + \Delta U$

Nguyên lý thứ II của nhiệt động lực học

- *Cách phát biểu của Clausius:* Nhiệt không tự truyền từ vật sang vật nóng hơn.
- *Cách phát biểu của Carno:* Động cơ nhiệt không thể chuyển hoá tất cả nhiệt lượng thành công cơ học.

2. Động cơ nhiệt

Động cơ nhiệt là những động cơ trong đó một phần năng lượng của nhiên liệu bị đốt cháy chuyển hóa thành cơ năng. Các động cơ nhiệt đầu tiên là máy hơi nước, chúng có đặc điểm chung là nhiên liệu được đốt cháy ở bên ngoài xi lanh của động cơ. Như vậy, Động cơ nhiệt là những động cơ trong đó nội năng được chuyển hoá một phần thành cơ năng.



Theo nguyên lí II, mỗi động cơ nhiệt đều phải có ba bộ phận cơ bản là:

- Nguồn nóng để cung cấp nhiệt lượng (Q_1).
- Bộ phận phát động gồm vật trung gian nhận nhiệt sinh công (A) gọi là tác nhân và các thiết bị phát động.
- Nguồn lạnh để thu nhiệt lượng do tác nhân toả ra (Q_2).

Khi đó hiệu suất của động cơ nhiệt là:

$$H = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$H \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Trong đó:

Q_1 - nhiệt lượng tác nhân nhận từ nguồn nóng

T_1 - nhiệt độ của nguồn nóng

Q_2 - nhiệt lượng tác nhân nhận từ nguồn lạnh

T_2 - nhiệt độ của nguồn lạnh

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

B1: TRẮC NGHIỆM

Câu 1: Nguyên lí I nhiệt động lực học được diễn tả bởi công thức $\Delta U = A + Q$, với quy ước :

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| A. $Q > 0$: hệ truyền nhiệt. | C. $Q < 0$: hệ nhận nhiệt. |
| B. $A < 0$: hệ nhận công. | D. $A > 0$: hệ nhận công. |

Câu 2: Nhúng một thỏi sắt khối lượng 3kg ở 500°C vào 5kg nước ở 15°C . Biết nhiệt dung riêng của sắt và của nước lần lượt là: 460J/kg.K, 4200J/kg.K. Nhiệt độ khi cân bằng là:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| A. 44°C . | C. 45°C . |
| B. $44,9^\circ\text{C}$. | D. $45,9^\circ\text{C}$. |

Câu 3: Nội năng của hệ sẽ như thế nào nếu hệ tỏa nhiệt và sinh công ?

- | | |
|-----------------------------------|----------|
| A. Không đổi. | C. Giảm. |
| B. Chưa đủ điều kiện để kết luận. | D. Tăng. |

Câu 4: Nội năng của hệ sẽ như thế nào nếu hệ nhận nhiệt và thực hiện công ?

- | | |
|-----------------------------------|---------------|
| A. Tăng. | C. Không đổi. |
| B. Chưa đủ điều kiện để kết luận. | D. Giảm. |

Câu 5: Nội năng của khối khí tăng 10J khi truyền cho khối khí một nhiệt lượng 30J. Khi đó khối khí đã :

- A. sinh công là 40J. C. thực hiện công là 20J.
B. nhận công là 20J. D. nhận công là 40J.

Câu 6: Định luật, nguyên lý vật lý nào cho phép giải thích hiện tượng chất khí nóng lên khi bị nén nhanh (ví dụ không khí bị nén trong chiếc bơm xe đạp) ?

- A. Định luật bảo toàn cơ năng. C. Nguyên lý II nhiệt động lực học.
B. Nguyên lý I nhiệt động lực học. D. Định luật bảo toàn động lượng.

Câu 7: Thả một quả cầu nhôm khối lượng 0,3kg được đun nóng tới 100°C vào một cốc nước ở 20°C . Sau một thời gian, nhiệt độ của quả cầu và của nước đều bằng 25°C . Coi quả cầu và nước chỉ truyền nhiệt cho nhau. Biết nhiệt dung riêng của nhôm là 880J/kg.K . Khối lượng của nước là:

- A. 0,94g. C. 2kg.
B. 0,94kg. D. 2g.

Câu 8: Trong quá trình chất khí nhận nhiệt và sinh công thì A và Q trong biểu thức $\Delta U = A + Q$ phải có giá trị nào sau đây ?

- A. $Q < 0, A > 0$. C. $Q > 0, A > 0$.
B. $Q > 0, A < 0$. D. $Q < 0, A < 0$.

Câu 9: Trong các hệ thức sau, hệ thức nào biểu diễn cho quá trình nén đẳng nhiệt một lượng khí ?

- A. $\Delta U = 0$. C. $\Delta U = A + Q$.
B. $\Delta U = Q$. D. $\Delta U = A$.

Câu 10: Trong một chu trình của động cơ nhiệt lí tưởng, chất khí thực hiện một công bằng $2 \cdot 10^3 \text{ J}$ và truyền cho nguồn lạnh một nhiệt lượng bằng $6 \cdot 10^3 \text{ J}$. Hiệu suất của động cơ đó bằng:

- A. 33%. C. 65%.
B. 80%. D. 25%.

Câu 11: Chọn phát biểu đúng.

- A. Độ biến thiên nội năng của một vật là độ biến thiên nhiệt độ của vật đó.
B. Nội năng gọi là nhiệt lượng.
C. Nội năng là phần năng lượng vật nhận được hay mất bớt đi trong quá trình truyền nhiệt.
D. Có thể làm thay đổi nội năng của vật bằng cách thực hiện công.

Câu 12: Trong các hệ thức sau, hệ thức nào biểu diễn cho quá trình nung nóng khí trong bình kín khi bỏ qua sự nở vì nhiệt của bình ?

- A. $\Delta U = 0$. C. $\Delta U = Q$.
B. $\Delta U = A + Q$. D. $\Delta U = A$.

Câu 13: Thả một miếng thép 2 kg đang ở nhiệt độ 345°C vào một bình đựng 3 lít nước. Sau khi cân bằng nhiệt độ cuối cùng là 30°C . Bỏ qua sự tỏa nhiệt ra môi trường. Biết nhiệt dung riêng của thép, nước lần lượt là 460J/kg.K , 4200J/kg.K . Nhiệt độ ban đầu của nước là:

- A. 7°C . C. 27°C .
B. 17°C . D. 37°C .

Câu 14: Hệ thức $\Delta U = A + Q$ với $A > 0, Q < 0$ diễn tả cho quá trình nào của chất khí ?

- A. Nhận công và tỏa nhiệt. B. Nhận nhiệt và sinh công.

C. Tỏa nhiệt và nội năng giảm.

D. Nhận công và nội năng giảm.

Câu 15: Trường hợp nào dưới đây ứng với quá trình đẳng tích khí nhiệt độ tăng ?

A. $\Delta U = Q$; $Q > 0$.

C. $\Delta U = A$; $A > 0$.

B. $\Delta U = A + Q$; $A > 0, Q > 0$.

D. $\Delta U = A - Q$; $A < 0, Q > 0$.

B2: TỰ LUẬN

Dạng 1. Quá trình biến đổi của khí lý tưởng

Bài 1: Một hệ chất khí chịu tác dụng của bên ngoài thực hiện hai quá trình khác nhau:

a) Ngoại lực tác dụng công 150J lên hệ, truyền nhiệt lượng 50J cho hệ.

b) Hệ thực hiện công 100J và nhận nhiệt lượng 60J. Tính độ biến thiên nội năng của hệ trong từng quá trình?

Bài 2: Một khối khí có áp suất $p = 100\text{N/m}^2$ thể tích $V_1 = 2\text{m}^3$ nhiệt độ $t_1 = 27^\circ\text{C}$ được nung nóng đẳng áp đến nhiệt độ $t_2 = 87^\circ\text{C}$. Tính công của khí thực hiện được?

Bài 3: Trong một xy lanh kín có giam 16g khí oxi. Cung cấp cho khối khí trong xy lanh một nhiệt lượng 29 J thì nó giãn nở đẳng áp, nhiệt độ tăng từ 300K đến 320K. Độ biến thiên nội năng của khối khí bằng bao nhiêu ?

Bài 4: Trong một xy lanh kín có giam một lượng khí lý tưởng đang ở áp suất 1atm, thể tích 5 lít. Cung cấp cho khối khí trong xy lanh một nhiệt lượng 240 J thì nó giãn nở đẳng áp, thể tích tăng đến 7 lít. Độ biến thiên nội năng của khối khí bằng bao nhiêu ?

Bài 5: Nén đẳng áp một khối khí ở áp suất 500kPa làm cho thể tích của nó thay đổi 4 lít. Khối khí truyền ra bên ngoài một nhiệt lượng 1200 J. Độ biến thiên nội năng của khối khí bằng bao nhiêu?

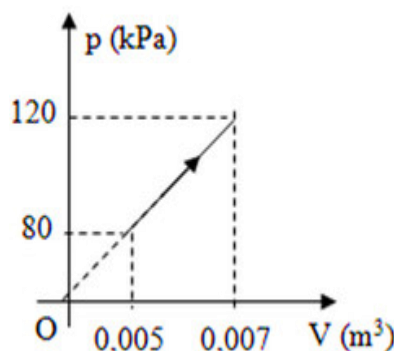
Bài 6: Một lượng khí ở áp suất $2 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ có thể tích 6 lít. Được đun nóng đẳng áp khí nở ra và có thể tích 8 lít.

a) Công do khí thực hiện là bao nhiêu?

b) Hãy tính độ biến thiên nội năng của khí. Biết khi đun nóng khí nhận được nhiệt lượng 100 J

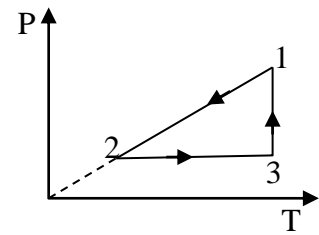
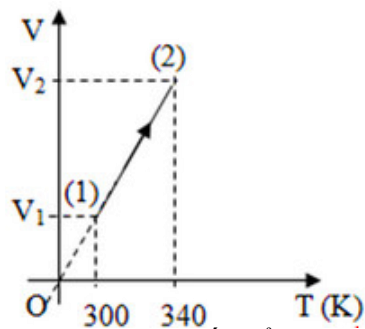
Bài 7: Một khối khí có thể tích 10 lít ở áp suất $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ được nung nóng đẳng áp từ 30°C đến 150°C . Tính công do khí thực hiện trong quá trình trên.

Bài 8: Một mol khí lý tưởng thực hiện quá trình như trên đồ thị. Công mà khối khí trao đổi với môi trường là bao nhiêu ?



Bài 9: Một khối khí có áp suất $p = 100\text{N/m}^2$ thể tích $V_1 = 4\text{m}^3$, nhiệt độ $t_1 = 27^\circ\text{C}$ được nung nóng đẳng áp đến nhiệt độ $t_2 = 87^\circ\text{C}$. Tính công do khí thực hiện.

Bài 10: Một khối khí lí tưởng chứa 1,4 mol khí thực hiện quá trình như hình vẽ. Biết nhiệt lượng mà khối khí nhận được trong quá trình là 1154.J. Độ biến thiên nội năng của khối khí bằng bao nhiêu ?



Bài 11: Một lượng khí lí tưởng biến đổi theo 3 quá trình biểu diễn ở hình bên. Điền những con số vào chỗ trống trong bảng sau đây:

	Q	A	ΔU
(1) → (2)	-45J		
(2) → (3)	-180J	-230J	
(3) → (1)		150J	

Dạng 2. Quá trình biến đổi của động cơ nhiệt

Bài 1: Một động cơ nhiệt lí tưởng hoạt động giữa hai nguồn nhiệt 100°C và $25,4^{\circ}\text{C}$, thực hiện công 2kJ.

- Tính hiệu suất của động cơ, nhiệt lượng mà động cơ nhận từ nguồn nóng và nhiệt lượng mà nó truyền cho nguồn lạnh ?
- Phải tăng nhiệt độ của nguồn nóng lên bao nhiêu để hiệu suất động cơ đạt 25%?

Bài 2: Động cơ nhiệt lí tưởng làm việc giữa hai nguồn nhiệt 27°C và 127°C . Nhiệt lượng tác nhân nhận của nguồn nóng trong một chu trình là 2400 J. Tính:

- Hiệu suất của động cơ.
- Công thực hiện trong một chu trình
- Nhiệt lượng truyền cho nguồn lạnh trong một chu trình

Bài 3: Động cơ nhiệt lí tưởng mỗi chu trình truyền 80% nhiệt lượng nhận được cho nguồn lạnh. Biết nhiệt độ của nguồn lạnh là 30°C . Tìm nhiệt độ của nguồn nóng.

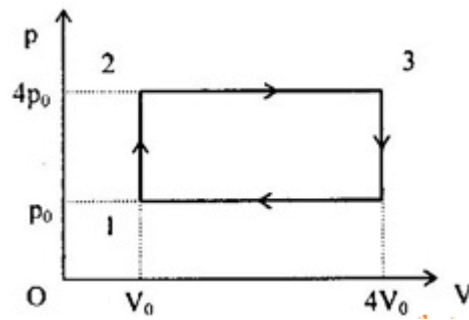
Bài 4: Máy hơi nước công suất 10kW tiêu thụ 10kg than đá trong 1 giờ. Biết hơi nước vào và ra xilanh có nhiệt độ 227°C và 100°C , năng suất tỏa nhiệt của than đá là $3,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$. Tính hiệu suất thực của máy và của một động cơ nhiệt lí tưởng làm việc giữa hai nhiệt độ nói trên.

Bài 5: Trong xilanh có tiết diện 200 cm^2 , pittông cách đáy 30cm, có khí ở 27°C và 100 N/m^2 . Khi nhận nhiệt lượng do 5g xăng bị cháy cung cấp, khí giãn nở đẳng áp, nhiệt độ tăng thêm 15°C .

- Tính công do khí thực hiện.
- Tính hiệu suất của quá trình.

Biết khi cháy 10% nhiệt lượng của xăng cung cấp cho khí. Năng suất tỏa nhiệt của xăng là $4,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$.

Bài 6: Chu trình hoạt động của một động cơ nhiệt như hình vẽ. Biết tác nhân là một khối khí lí tưởng đơn nguyên tử. Tính hiệu suất của động cơ nhiệt ?



Bài 7: Hình bên biểu diễn hai chu trình ABCA và ACDA cả hai chu trình đều thực hiện với một khối khí li tưởng đơn nguyên tử:

- Hỏi trong những đoạn nào của chu trình thì khí thu nhiệt, tỏa nhiệt ?
- Hiệu suất phản ứng của chu trình nào cao hơn và cao hơn bao nhiêu lần ?

