

CHƯƠNG 6

NGUYÊN LÝ THỨ NHẤT CỦA NHIỆT ĐỘNG HỌC

Nội dung giảng dạy

6.1. Nội năng của một hệ nhiệt động. Công và nhiệt.

6.2. Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động học.

6.3. Dùng nguyên lý thứ nhất để khảo sát các quá trình cân bằng của khí lý tưởng.

6.1. Một số khái niệm

6. 1. Trạng thái cân bằng và quá trình cân bằng

a. Trạng thái cân bằng

Một lượng khí chứa trong một bình kín, có nhiệt độ, áp suất ở mọi vị trí đều bằng nhau, và các thông số trạng thái này không thay đổi theo thời gian. Người ta nói rằng khối khí đang ở trạng thái cân bằng. Vậy *trạng thái của một hệ được gọi là trạng thái cân bằng khi các thông số trạng thái của hệ không thay đổi theo thời gian*. Trạng thái cân bằng của hệ có thể biểu diễn bởi một điểm trên đồ thị.

Một hệ không tương tác với môi trường xung quanh bao giờ cũng tự chuyển đến trạng thái cân bằng và trạng thái này tồn tại mãi. Có hai cách làm thay đổi trạng thái cân bằng của một hệ, đó là thực hiện công và trao đổi nhiệt giữa hệ và môi trường. Dĩ nhiên, có thể đồng thời thực hiện cả hai cách.

Trong thực tế, nếu sự biến đổi trạng thái của hệ diễn ra rất chậm thì tại một thời điểm trong quá trình biến đổi trạng thái, có thể xem như hệ đang ở trạng thái cân bằng.

b. Quá trình cân bằng

Khi một hệ biến đổi trạng thái rất chậm, mỗi trạng thái mà hệ trải qua có thể được coi là trạng thái cân bằng. Quá trình biến đổi trạng thái như thế được gọi là quá trình cân bằng. Vậy *quá trình cân bằng là quá trình biến đổi trạng thái bao gồm một chuỗi nối tiếp các trạng thái cân bằng*. Trên đồ thị, quá trình cân bằng được biểu thị bởi một đường cong liên tục. Mỗi điểm trên đường cong này biểu thị một trạng thái cân bằng.

6.1.2. Nội năng

Năng lượng của một hệ là đại lượng xác định mức độ vận động của vật chất trong hệ đó, gồm động năng E_d ứng với chuyển động có hướng (chuyển động cơ) của cả hệ, thế năng E_t của hệ trong trường lực, và phần năng lượng ứng với vận động bên trong hệ gọi là nội năng U .

Nội năng là một hàm trạng thái, tức là ở mỗi trạng thái, hệ có một giá trị nội năng xác định, và khi hệ thay đổi trạng thái, độ biến thiên nội năng không phụ thuộc vào quá trình biến đổi, mà chỉ phụ thuộc vào trạng thái đầu và trạng thái cuối của hệ.

Nội năng của một hệ có thể gồm:

- ✓ Động năng chuyển động hỗn loạn của các phân tử (tịnh tiến và quay).
- ✓ Thế năng gây bởi lực tương tác phân tử.
- ✓ Năng lượng tương tác bên trong phân tử.

Nội năng của khí lý tưởng chỉ là tổng động năng chuyển động nhiệt của các phân tử cấu tạo nên hệ.

$$U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT, \quad (6.1)$$

với i gọi là bậc tự do của phân tử khí. $i = 3$ với phân tử một nguyên tử, $i = 5$ với phân tử hai nguyên tử, $i = 6$ với phân tử ba nguyên tử.

Nội năng của một lượng khí lý tưởng xác định thay đổi khi nhiệt độ của khí thay đổi. Độ biến đổi nội năng là

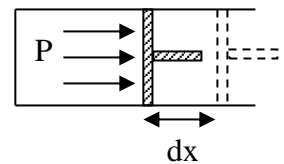
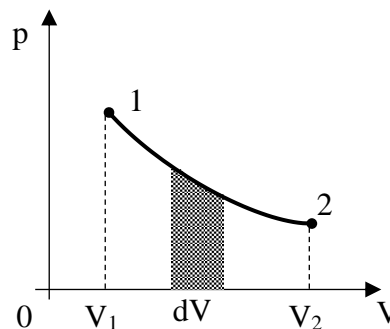
$$\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R \Delta T. \quad (6.2)$$

Người ta có thể làm thay đổi nhiệt độ của khí bằng cách:

- ✓ Thực hiện quá trình trao đổi nhiệt lượng giữa hệ với ngoại vật.
- ✓ Thực hiện công cơ học.

6.1.3. Công trong quá trình cân bằng

Xét một lượng khí chứa trong một xi lanh đặt nằm ngang và được đóng kín bằng một pittông có thể dịch chuyển không ma sát trong xi lanh. Khí tác dụng lên pittông một áp suất p tức hay một áp lực $F = p.S$



Hình 6.1

với S là diện tích mặt pittông và cũng là tiết diện của xi lanh. Dưới tác dụng của áp lực này, pittông dịch chuyển chậm một khoảng nhỏ dx tức là thể tích khí biến thiên lượng $dV = S.dx$. Công khí đã thực hiện tương ứng với sự biến đổi nhỏ này là

$$\delta A_1 = F.dx = p.S.dx = p.dV. \quad (6.3)$$

Từ định luật III Newton, ta suy ra công bên ngoài thực hiện lên khí hay công mà khí nhận được tương ứng là

$$\delta A = -\delta A_1 = -p.dV. \quad (6.4)$$

Vậy công mà khí nhận được trong cả quá trình,

$$A = \int \delta A = -\int p.dV. \quad (6.5)$$

Có thể thấy rằng nếu khối khí giãn nở, thể tích của nó tăng lên, tức là khối khí sinh công, thì công A có giá trị âm. Ngược lại trong quá trình nén khí, tức là khối khí nhận công, thì công A có giá trị dương.

6.1.4. Nhiệt trong quá trình cân bằng

Từ định nghĩa, *nhiệt dung riêng c của một chất có giá trị bằng nhiệt lượng cần thiết cung cấp cho một đơn vị khối lượng của chất ấy tăng nhiệt độ lên một độ*. Nếu gọi m là khối lượng của hệ, δQ là nhiệt lượng hay gọi tắt là nhiệt mà hệ nhận được trong quá trình nhiệt độ biến thiên một lượng dT, thì

$$\delta Q = m.c.dT. \quad (6.6)$$

Nhiệt mà hệ nhận được trong cả một quá trình là

$$Q = \int \delta Q = \int m.c.dT = m.c.\Delta T. \quad (6.7)$$

Ngoài ra, từ định nghĩa *nhiệt dung phân tử C của một chất là nhiệt lượng cần thiết để một kilômol chất đó tăng nhiệt độ lên một độ*. Ta có

$$\delta Q = \frac{m}{\mu}.C.dT. \quad (6.8)$$

$$Q = \frac{m}{\mu}.C.\Delta T, \quad (6.9)$$

và mối liên hệ

$$C = \mu.c. \quad (6.10)$$

Chú ý: Công và nhiệt có những điểm giống và khác nhau. Công và nhiệt đều là các đại lượng đo mức độ trao đổi năng lượng giữa các hệ với nhau hoặc giữa hệ với ngoại vật. Tuy nhiên, nhiệt gắn với quá trình trao đổi năng lượng trực tiếp giữa các phân tử chuyển động hỗn loạn bên trong các hệ, từ đó làm thay đổi nội năng của các hệ. Chẳng hạn như khi cho vật lạnh tiếp xúc với vật nóng. Trái lại, công gắn với chuyển động có trật tự của vật vĩ mô. Ví dụ như khí giãn nở trong xi lanh, làm piston dịch chuyển.

Công có thể chuyển hóa thành nhiệt, như khi cọ sát hai vật thì chúng nóng lên. Ngược lại, nhiệt có thể chuyển hóa thành công, như khi đốt nóng vật thì vật nóng lên và giãn nở. Tuy vậy, công có thể chuyển hóa hoàn toàn thành nhiệt, nhưng nhiệt chỉ chuyển hóa một phần thành công.

Công và nhiệt chỉ xuất hiện trong quá trình hệ biến đổi trạng thái. Hơn nữa, chúng phụ thuộc vào quá trình biến đổi trạng thái, nên được gọi là hàm quá trình. Công và nhiệt không phải là một dạng năng lượng.

6.2. Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động học

6.2.1. Phát biểu nguyên lý

Nội dung nguyên lý: *độ biến thiên năng lượng toàn phần ΔW của hệ trong một quá trình biến đổi vĩ mô bằng tổng của công A và nhiệt lượng Q mà hệ nhận được trong quá trình đó.*

Biểu thức nguyên lý

$$\Delta W = A + Q. \quad (6.11)$$

Khi cơ năng của hệ không thay đổi, ta có

$$\Delta U = A + Q, \quad (6.12)$$

tức là độ biến thiên nội năng ΔU của hệ có giá trị bằng tổng của công và nhiệt mà hệ nhận được trong quá trình đó.

Quy ước về dấu: Hệ nhận công và nhiệt, nội năng tăng thì $A > 0$, $Q > 0$, $\Delta U > 0$.
Trái lại, hệ sinh công và nhiệt, nội năng giảm thì $A < 0$, $Q < 0$, $\Delta U < 0$.

Khi hệ thực hiện một quá trình rất nhỏ, ta viết $dU = \delta A + \delta Q$. Trong đó có ngụ ý rằng nội năng là hàm của trạng thái, còn công và nhiệt là hàm của quá trình.

6.2.2. Hệ quả

- ✓ Hệ cô lập thì $A = Q = 0 \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow U = \text{const}$, tức là *nội năng của một hệ cô lập được bảo toàn*. Đặc biệt, nếu hệ cô lập gồm hai vật trao đổi nhiệt với nhau thì nhiệt do vật này toả ra bằng nhiệt mà vật kia thu vào.
- ✓ Khi hệ thực hiện một quá trình khép kín, tức là trạng thái cuối của hệ trùng với trạng thái đầu tiên, thì $\Delta U = 0 \Rightarrow A = -Q$, tức là *hệ nhận bao nhiêu nhiệt thì sinh bấy nhiêu công và ngược lại*.

6.2.3. Ý nghĩa của nguyên lý thứ nhất

Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động học chính là định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng cho một hệ nhiệt động, vì thế *mọi quá trình vĩ mô xảy ra trong tự nhiên đều tuân theo nguyên lý thứ nhất*.

Về Khoa học và kỹ thuật: Nguyên lý thứ nhất khẳng định rằng *không thể nào chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại một*, đó là loại động cơ làm việc tuần hoàn, sinh công mà không nhận nhiệt, hoặc sinh công nhiều hơn năng lượng nhận vào.

6.3. Dùng nguyên lý thứ nhất để khảo sát các quá trình cân bằng của khí lý tưởng

6.3.1. Quá trình đẳng tích: $V = \text{const.}$

Thí dụ như quá trình hơi nóng hoặc làm lạnh một khối khí trong một bình kín mà sự giãn nở của bình là không đáng kể.

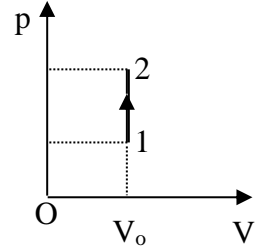
Công mà khí nhận được trong quá trình đẳng tích,

$$A = -\int p.dV = 0. \quad (6.13)$$

Nhiệt mà khí nhận được trong quá trình đẳng tích,

$$Q = \Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R \cdot \Delta T = \frac{m}{\mu} C_V \cdot \Delta T, \quad (6.14)$$

với $C_V = \frac{i}{2} R$ là nhiệt dung phân tử đẳng tích.



6.3.2. Quá trình đẳng áp: $p = \text{const.}$

Thí dụ như quá trình hơi nóng hoặc làm lạnh một khối khí trong một xi lanh với pittông có thể di chuyển tự do (đảm bảo áp suất của khối khí luôn luôn bằng áp suất của khí quyển bên ngoài).

Công mà khí nhận được trong quá trình đẳng áp,

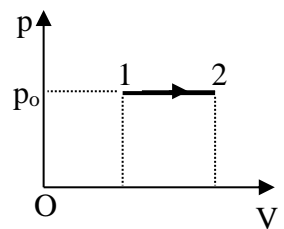
$$A = p(V_1 - V_2). \quad (6.15)$$

Nhiệt mà khí nhận được trong quá trình đẳng áp,

$$Q = \Delta U - A = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R \cdot \Delta T + p \cdot \Delta V = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R \cdot \Delta T + \frac{m}{\mu} R \cdot \Delta T = \frac{m}{\mu} \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R \cdot \Delta T$$

$$Q = \frac{m}{\mu} C_p \cdot \Delta T, \quad (6.16)$$

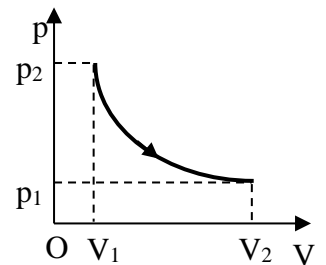
với $C_p = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R = C_V + R$ là nhiệt dung phân tử đẳng áp.



6.3.3. Quá trình đẳng nhiệt: $T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0.$

Thí dụ như quá trình nén hoặc giãn một khối khí tiếp xúc với một môi trường có nhiệt độ không đổi hay bình điều nhiệt.

Nhiệt và công mà khí nhận được trong quá trình đẳng nhiệt,



$$Q = -A = \int_1^2 p.dV \text{ mà } pV = nRT \text{ nên } Q = -A = nRT \int_1^2 \frac{dV}{V}.$$

Suy ra

$$Q = -A = -nRT \cdot \ln \frac{V_1}{V_2}. \quad (6.17)$$

6.3.4. Quá trình đoạn nhiệt

Quá trình đoạn nhiệt là quá trình hệ không trao đổi nhiệt với môi trường bên ngoài. Thí dụ như quá trình nén hoặc giãn một khối khí trong một môi trường có vỏ cách nhiệt lý tưởng.

Để thu được phương trình của quá trình đoạn nhiệt, ta áp dụng nguyên lý thứ nhất nhiệt động học cho một quá trình đoạn nhiệt vô cùng nh, $\delta A = dU$. Mặt khác

$$\delta A = -pdV = -\frac{mRT}{\mu V} dV \quad \text{và} \quad dU = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R dT$$

$$\Rightarrow C_v dT = -\frac{RT}{V} dV \quad \text{hay} \quad \frac{dT}{T} = -\frac{R}{C_v} \frac{dV}{V} = -\frac{C_p - C_v}{C_v} \frac{dV}{V} = -(\gamma - 1) \frac{dV}{V},$$

với $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i}$ là chỉ số đoạn nhiệt hay hệ số Poisson. Tích phân hai vế ta được,

$$\ln T = -\ln V^{\gamma-1} \quad \text{hay} \quad \ln(TV^{\gamma-1}) = \text{const}.$$

Vậy, ta thu được phương trình của quá trình đoạn nhiệt,

$$TV^{\gamma-1} = \text{const}. \quad (6.18)$$

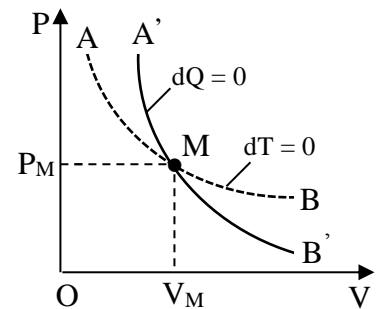
Dựa vào phương trình trạng thái, ta có thể thu được các phương trình tương đương

$$pV^\gamma = \text{const}. \quad (6.19)$$

$$T \cdot p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const}. \quad (6.20)$$

Nhiệt lượng mà khí nhận được trong quá trình đẳng nhiệt, $Q = 0$.

Công mà khí nhận được trong quá trình đẳng nhiệt,



$$A = \Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R \Delta T = \frac{1}{\gamma-1} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{m}{\mu} \frac{RT_1}{\gamma-1} \left[\left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} - 1 \right]. \quad (6.21)$$

* Đồ thị quá trình đoạn nhiệt trong hệ trục (p,V)

Từ các phương trình đẳng nhiệt và đoạn nhiệt: $pV = \text{const}$, $pV^\gamma = \text{const}$. Về mặt

toán học, do $\gamma = \frac{i+2}{i} > 1$ nên đường đoạn nhiệt dốc hơn đường đẳng nhiệt. Về mặt vật lí, với cùng một biến thiên thể tích, nếu nén đẳng nhiệt, áp suất của khí tăng lên là do mật độ phân tử tăng, còn nếu nén đoạn nhiệt, áp suất tăng là do mật độ phân tử tăng và nhiệt độ tăng. Vì vậy, trong quá trình nén đoạn nhiệt, áp suất tăng nhiều hơn so với trong quá trình nén đẳng nhiệt. Tương tự trong quá trình giãn đoạn nhiệt, áp suất giảm nhiều hơn so với trong quá trình giãn đẳng nhiệt. Vì thế *đường cong biểu diễn quá trình đoạn nhiệt dốc hơn đường cong biểu diễn quá trình đẳng nhiệt*.

* Lý thuyết cổ điển về nhiệt dung

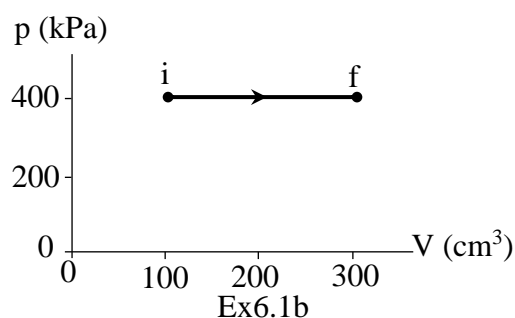
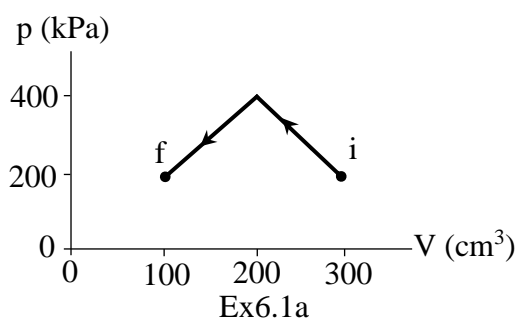
Lý thuyết về nhiệt dung được trình bày ở trên gọi là lý thuyết cổ điển. Như đã chỉ ra ở trên, theo lý thuyết này thì *nhiệt dung phân tử của một chất khí lý tưởng chỉ phụ thuộc vào số bậc tự do i của phân tử khí đó chứ không phụ thuộc vào nhiệt độ của khối khí*. Tức là các chất khí có cấu tạo phân tử giống nhau đều có cùng một giá trị nhiệt dung phân tử. *Thực nghiệm đã chỉ ra rằng lý thuyết cổ điển về nhiệt dung khá đúng đối với những chất khí có cấu tạo phân tử một nguyên tử và hai nguyên tử ở nhiệt độ bình thường*. Tuy nhiên, đối với những chất khí có cấu tạo phân tử ba nguyên tử hoặc nhiều nguyên tử, kết quả lý thuyết cổ điển về nhiệt dung không phù hợp với thực nghiệm. Hơn nữa, thực nghiệm còn cho thấy, nhiệt dung phân tử phụ thuộc vào nhiệt độ. Trong phạm vi nhiệt độ thường và nhiệt độ cao nó thì nhiệt dung phân tử là một hằng số, nhưng ở các nhiệt độ thấp nó giảm theo nhiệt độ. Điều này được giải thích nhờ lý thuyết lượng tử về nhiệt dung.

* Bảng tóm tắt về công và nhiệt trong các quá trình

Quá trình	Phương trình	A	Q	$\Delta U = A + Q$
Đẳng tích	$\frac{p}{T} = \text{const}$	0	$\frac{m}{\mu} C_v \Delta T$	$\frac{m}{\mu} C_v \Delta T$
Đẳng áp	$\frac{V}{T} = \text{const}$	$p(V_1 - V_2)$	$\frac{m}{\mu} C_p \Delta T$	$\frac{m}{\mu} C_v \Delta T$
Đẳng nhiệt	$pV = \text{const}$	$\frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_1}{V_2}$ $\frac{m}{\mu} RT \ln \frac{p_2}{p_1}$	$\frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ $\frac{m}{\mu} RT \ln \frac{p_1}{p_2}$	0
Đoạn nhiệt	$pV^\gamma = \text{const}$ $TV^{\gamma-1} = \text{const}$ $Tp^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const}$	$\frac{m}{\mu} C_v \Delta T$	0	$\frac{m}{\mu} C_v \Delta T$

BÀI TẬP CHƯƠNG 6

1. Tính công mà khí nhận được trong các quá trình mô tả trong hình Ex6.1?



Đáp án: a. 60 J. b. -80 J.

2. 0,1 mol khí heli ở 300°C ban đầu có thể tích 2000 cm³. Phải thực hiện bao nhiêu công để nén khí đến thể tích 1000 cm³ ở (a) áp suất không đổi và (b) nhiệt độ không đổi?

Đáp án: a. 240 J b. 330 J.

3. Một chất khí được nén từ 600 cm³ xuống 200 cm³ ở áp suất không đổi 400 kPa. Đồng thời, 100 J nhiệt năng được chuyển ra khỏi chất khí. Tính sự thay đổi nội năng của chất khí?

Đáp án: 60 J

4. 500 J là công thực hiện lên một hệ trong một quá trình mà nội năng của hệ giảm 200 J. Nhiệt lượng trao đổi là bao nhiêu?

Đáp án: -700 J.

5. 30 g đồng ở dạng viên nhỏ được lấy ra khỏi lò 300°C và ngay lập tức thả vào 100 ml nước ở 20°C trong cốc cách nhiệt. Nhiệt độ nước lúc cuối sẽ là bao nhiêu?

Đáp án: 28°C

6. Một bình chứa 1 g khí argon có khối lượng nguyên tử là 40 g/mol.

a. Để nhiệt độ tăng thêm 100°C ở thể tích không đổi thì cần một nhiệt lượng bằng bao nhiêu?

b. Nếu vẫn truyền cho khí lượng nhiệt lượng này nhưng ở điều kiện áp suất không đổi thì nhiệt độ khí sẽ tăng thêm bao nhiêu?

Đáp án: a. 31,25 J b. 60°C

7. Bể nước đường kính 5 m, sâu 30 cm. Năng lượng mặt trời chiếu xuống mặt nước với tốc độ trung bình 400 W/m². Nếu nước hấp thụ tất cả năng lượng mặt trời và không trao đổi năng lượng với môi trường xung quanh, nó sẽ mất bao nhiêu giờ để tăng nhiệt độ tăng từ 15°C lên đến 25°C?

Đáp án: 8,7 h

8. Một ngày mùa đông, bạn thực hiện hít thở sâu, hít vào 3 lít không khí ở nhiệt độ 0°C và áp suất 1 atm. Biết nito chiếm tỷ trọng lớn nhất trong không khí (78%) và xem như áp suất không đổi.

a. Cơ thể bạn phải cung cấp bao nhiêu nhiệt để sưởi ấm không khí đến nhiệt độ bên trong cơ thể là 37°C ?

b. Thể tích của không khí tăng thêm bao nhiêu khi nó nóng lên?

Đáp án: a. 140 J b. 0,4 lít

9. Phải thực hiện công 500 J để nén một lượng khí tới thể tích bằng một nửa ban đầu ở nhiệt độ không đổi. Để nén khí này tới thể tích bằng $1/10$ thể tích ban đầu thì phải thực hiện bao nhiêu công?

Đáp án: 16,6 kJ.

10. Có 10 g khí oxi ở áp suất $3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ và nhiệt độ 10°C . Sau khi đun nóng ở áp suất không đổi, khí có thể tích 10 lít. Tính:

a. Nhiệt lượng mà khí đã nhận được.

b. Công mà khí thực hiện khi giãn nở.

c. Độ biến thiên nội năng của khí.

Đáp án: a. 7,92 kJ b. -2,26 kJ c. 5,66 kJ

11. Khí nito chiếm thể tích $V_1 = 10$ lít và áp suất $P_1 = 1$ at được giãn nở ra gấp đôi. Tính áp suất cuối cùng và công thực hiện bởi khí trong các trường hợp sau:

a. Quá trình đẳng áp.

b. Quá trình đẳng nhiệt.

c. Quá trình đoạn nhiệt.

Đáp án: a. 1 at; -10 at.lít b. 0,5 at; -7 at.lít c. 0,38 at; -6 at.lít

12. Một chất khí lưỡng nguyên tử có thể tích $V_1 = 0,5$ lít, ở áp suất $p_1 = 0,5$ at. Nó 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 đến nhiệt độ ban đầu. Khi đó áp suất của khí là 1 at.

a. Vẽ đồ thị của quá trình này trong hệ trục (p, V) .

b. Tìm thể tích V_2 và áp suất p_2 .

Đáp án: b. 0,25 lít; 1,32 at.

13. Cho 2 mol khí ở 30°C và áp suất 1,5 atm. Phải thực hiện một công là bao nhiêu để nén khí đến thể tích bằng một phần ba thể tích ban đầu ở (a) nhiệt độ không đổi và (b) áp suất không đổi? (c) Vẽ đồ thị của cả hai quá trình trên một hệ trục (p, V) .

Đáp án: a. 5,5 kJ b. 3,4 kJ

14. 5 g khí nitơ ở 20°C và áp suất ban đầu là 3 atm trải qua một sự giãn nở đẳng áp cho đến khi thể tích tăng gấp ba lần.

a. Thể tích và nhiệt độ khối khí sau khi nở ra là bao nhiêu?

b. Tính nhiệt lượng đã truyền cho chất khí.

Sau đó, giảm áp suất khí ở thể tích không đổi cho đến khi đạt được nhiệt độ ban đầu.

c. Áp suất khí lúc cuối là bao nhiêu?

d. Tính nhiệt lượng mà chất khí trao đổi với môi trường ngoài trong quá trình này.

e. Biểu diễn các quá trình trên bằng đồ thị với hệ trục (p,V).

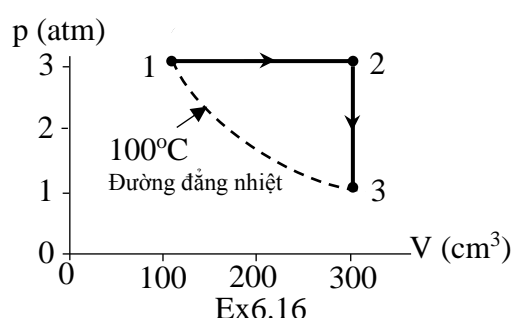
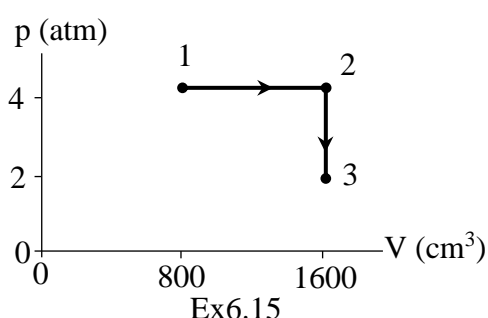
Đáp án: a. 4300 cm^3 ; 610°C b. 3000 J c. 1 atm d. -2200 J

15. Cho 0,1 mol khí đơn nguyên tử thực hiện quá trình biến đổi trạng thái như hình Ex6.15.

a. Bao nhiêu nhiệt được trao đổi trong quá trình $1 \rightarrow 2$?

b. Bao nhiêu nhiệt được trao đổi trong quá trình $2 \rightarrow 3$?

c. Tổng thay đổi nội năng của khí là bao nhiêu?



Đáp án: a. 812 J b. -488 J c. 0 J

16. Một khí đơn nguyên tử thực hiện quá trình biến đổi trạng thái $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ như hình Ex7.16. Tính nhiệt lượng cần thiết cho (a) quá trình $1 \rightarrow 2$ và (b) quá trình $2 \rightarrow 3$.

Đáp án: a. 150 J b. -91 J

17. Hình Ex7.17 cho thấy một quá trình nhiệt động học của 0,015 mol hydro. Bao nhiêu nhiệt được truyền vào khí?

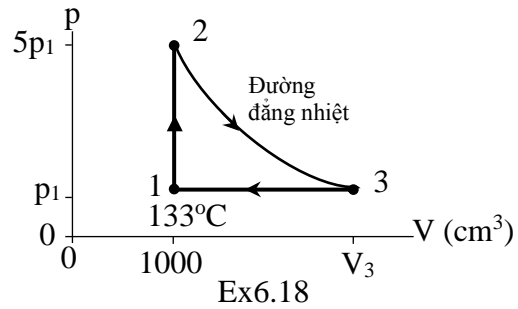
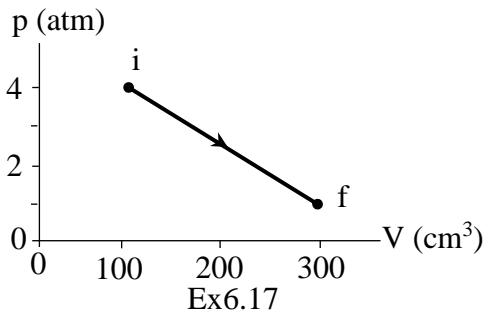
Đáp án: 36 J

18. Hình Ex7.18 cho thấy một chu trình nhiệt động học của 120 mg heli.

a. Xác định áp suất (tính bằng atm), nhiệt độ (tính bằng $^{\circ}\text{C}$) và thể tích (tính bằng cm^3) của khí tại các điểm 1, 2 và 3.

b. Công của chất khí trong từng quá trình là bao nhiêu?

c. Bao nhiêu nhiệt lượng được truyền trong mỗi quá trình?



Đáp án: a. (1;133;1000); (5;1757;1000); (1;1757;5000)

b. 0; -815 J; 405 J

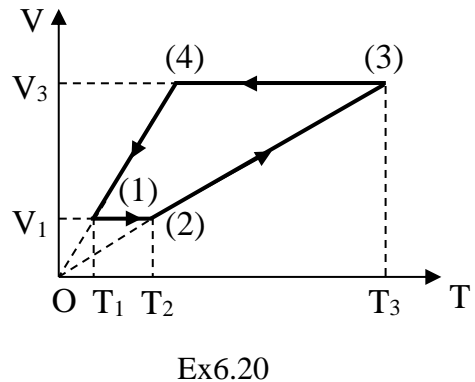
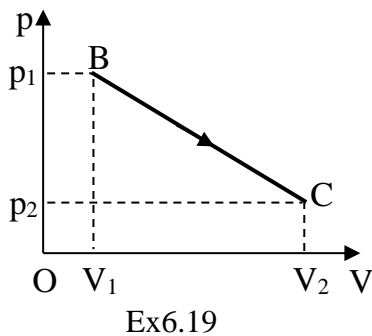
c. 609 J; 815 J; -1010 J.

19. Trên hệ trục (p,V), đoạn BC trong hình Ex6.19 biểu diễn quá trình giãn nở của một khối khí lý tưởng có $\gamma = 1,7$. Biết $P_1 = 3$ at, $V_1 = 2$ lít, $P_2 = 1$ at, $V_2 = 5$ lít. Tính:

a. Công mà khí đã thực hiện.

b. Độ biến thiên nội năng của khí.

c. Nhiệt lượng trao đổi giữa khí với ngoại vật.



Đáp án: a. -588,6 J

b. -147,15 J

c. 441,45 J

20. Một lượng khí thực hiện chu trình biến đổi như đồ thị trong hình Ex6.20. Cho biết $t_1 = 27^\circ\text{C}$; $V_1 = 5$ lít; $t_3 = 127^\circ\text{C}$; $V_3 = 6$ lít. Ở điều kiện tiêu chuẩn, khí có thể tích $V_0 = 8,19$ lít. Tính công do khí thực hiện sau một chu trình biến đổi.

Đáp án: -20,2 (J)