**ENTROPI**

**1**. ***Bất đẳng thức Claudiut***

(Một cách phát biểu định lượng khác của nguyên lý II) (Ðịnh lượng cách 2)

Từ cách phát biểu nguyên lý II dưới dạng định lượng: ch2

1.Ðối với chu trình Cácnô thuận nghịch:

Ta có ⇒ 

Nếu quy ước nhiệt lượng mà nguồn nhiệt truyền cho tác nhân là dương (Q1>0) và nhiệt lượng mà tác nhân truyền cho nguồn nhiệt là âm (Q2<0), ta có:

 Các tỷ số  được gọi là nhiệt lượng rút gọn.

Vậy trong chu trình Cácnô thuận nghịch, tổng nhiệt lượng rút gọn bằng không. Với chu trình bất kỳ không thuận nghịch thì: ch2

Tổng quát: : chu trình thuận nghịch

:  chu trình không thuận nghịch

Nếu nhiệt độ nguồn nhiệt biến thiên liên tục, bất đẳng thức Clauziuýt được viết dưới dạng.

Công thức 

**2. *Khái niệm entropi*.**

Ðoạn này ta sẽ xét tổng nhiệt lượng rút gọn trong một quá trình. Ðiều này sẽ dẫn ta đến một khái niệm quan trọng là Entrôpi.

**a.Trường hợp quá trình thuận nghịch:**

Giả sử có một hệ biến đổi từ trạng thái A sang trạng thái B theo 2 quá trình thuận nghịch AC1B và AC3B. Ðể chuyển hệ từ B về A, giả sử ta thực hiện quá trình phụ thuận nghịch BC2A.

Gọi X1, X2 và Y lần lượt là tổng nhiệt lượng rút gọn ứng với các quá trình AC1B, AC3B vaì BC2A. Áp dụng bất đẳng thức Clauziuýt lần lượt cho các chu trình thuận nghịch AC1BC2A và AC3BC2A, ta suy ra:

         X1 + Y = 0

X2 + Y = 0 Suy ra ch2

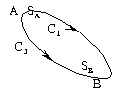
Tích phân ch2 biểu thị tổng nhiệt lượng rút gọn trong quá trình thuận nghịch đưa hệ từ trạng thái A đến trạng thái B. tích phân này không phụ thuộc đường đi mà chỉ phụ thuộc vào trạng thái đầu và trạng thái cuối (X1=X2).

Từ kết quả này ta suy ra rằng: có một đại lượng nào đó đặc trưng cho trạng thái của hệ ở trạng thái A có giá trị SA, ở trạng thái B có giá trị SB sao cho:

ch2

Ðại lượng S do Clauziuýt đưa ra gọi là entrôpi.

Kết luận: vậy, trong một quá trình thuận nghịch độ biến thiên entrôpi có giá trị bằng tổng nhiệt lượng rút gọn của quá trình đang xét.

*Chú ý:*

-S là một hàm số trạng thái.

 là một vi phân toàn phần

-Giá trị của entrôpi tại một trạng thái nhất định chỉ được xác định sai kém 1 hằng số cộng và như vậy ta chỉ xác định được hiệu số entrôpi.

Phát biểu cách 3: Tổng nhiệt lượng rút gọn đối với mọi quá trình luôn nhỏ hơn hoặc bằng độ biến thiên entrôpi.

**d.Cách phát biểu tổng quát nguyên lý II:**

(vừa có tính chất định tính lại vừa có tính chất định lượng).

Vận dụng kết quả vừa thu được vào trường hợp hệ cô lập (hệ không trao đổi công và nhiệt với bên ngoài: dQ=0). Ta có:

dS ≥ 0

dS>0: đối với quá trình không thuận nghịch.

dS=0: đối với quá trình thuận nghịch.

Ðây là một kết quả vô cùng quan trọng, được suy ra từ nguyên lý II, nên kết quả trên cũng được xem là cách phát biểu khác của nguyên lý II, một cách phát biểu tổng quát vừa có tính chất định tính vừa có tính chất định lượng, nó còn được gọi là nguyên lý tăng entrôpi.

Trong một hệ cô lập những quá trình phải xảy ra theo chiều mà entrôpi của hệ không giảm.

**e.So sánh một số tính chất của entrôpi và nội năng:**

a.Giống nhau:

+S và U đều là hàm trạng thái, nghĩa là không phụ thuộc quá trình đưa hệ từ trạng thái này sang trạng thái khác.

+Là đại lượng có thể cộng được. Entrôpi của một hệ phức tạp bằng tổng entrôpi của từng phần riêng biệt.

+Giá trị tại một trạng thái được xác định sai kém 1 hằng số cộng.

ch2

b.Khác nhau:

+Trong trường hợp hệ cô lập, U của hệ không đổi. S của hệ chỉ có thể tăng (nếu xảy ra quá trình không thuận nghịch) hoặc không đổi (nếu xảy ra quá trình thuận nghịch).

Căn cứ vào độ biến thiên entrôpi trong hệ cô lập ta có thể xác định được quá trình đó có thuận nghịch hay không. Nếu là quá trình không thuận nghịch, sự xét độ biến thiên Entrôpi cho phép ta tiên đoán một quá trình nào đó có xảy ra không hoặc xảy ra theo chiều nào.

+Ta có thể xác định bản chất vật lý của U một cách đơn giản, đó là tổng các dạng năng lượng có trong một hệ. Ðể xác định bản chất vật lý của entrôpi đòi hỏi một sự nghiên cứu sâu sắc hơn.

Một vài ý nghĩa vật lý của entrôpi:

-Ðộ biến thiên entrôpi bằng tổng nhiệt lượng rút gọn trong quá trình thuận nghịch.

-Entrôpi là thước đo mức độ hỗn loạn của phân tử trong hệ.

-Một hệ ở trạng thái cân bằng lúc entrôpi của nó cực đại (vì lúc đó quá trình không thuận nghịch kết thúc). Ðiều đó có liên quan đến xác suất nhiệt động, trong phần tiếp theo ta sẽ khảo sát mối liên hệ giữa entrôpi và xác suất nhiệt động lực học.

**II.3. Khảo sát và nghiên cứu các quá trình nhiệt động cơ bản của chất khí lý tưởng**

***II.3.1. Quá trình đẳng nhiệt***

Quá trình đẳng nhiệt là quá trình xảy ra trong một hệ nhiệt động khi nhiệt độ của hệ không thay đổi (*T* = const). Phương trình mô tả quá trình này là:

*PV* = const.

Phương trình này được suy ra từ phương trình trạng thái *PV* = *RT* khi *T* = const. Như vậy, khi hệ đi từ trạng thái (1) sang trạng thái thứ (2) thì các thông số trạng thái *P*1, *P*2, *V*1, *V*2 sẽ thay đổi theo hệ thức:

 hay .

Tức là áp suất sẽ tỉ lệ với thể tích của hệ. Khi đó công sinh ra do sự thay đổi thể tích sẽ là:

.

Sự biến thiên nội năng đối với khí lý tưởng trong trường hợp này bằng không nên từ phương trình của nguyên lý thứ I nhiệt động lực học ta có:



Nghĩa là: .

Dựa vào định nghĩa entropi có thể tính nhiệt lượng *Q* trong quá trình đẳng nhiệt như sau:

.

Độ biến thiên entropi trong quá trình đẳng nhiệt được tính là:



Từ phương trình trạng thái *PV* = *RT* suy ra:  cho nên: .

Tích phân 2 vế của phương trình ta được giá trị entropi biến thiên khi hệ đi từ trạng thái (1) sang trạng thái thứ (2) theo quá trình đẳng nhiệt.

.

Nhiệt dung riêng trong quá trình đẳng nhiệt được xác định:.

Như vậy, trong quá trình đẳng nhiệt ta không thể tính nhiệt lượng theo nhiệt dung riêng của một chất.

Quá trình đẳng nhiệt được biểu diễn trên giản đồ *PV* và *TS* như sau:

|  |
| --- |
| ***P***  ***P*1**  **0**  ***V***  ***P*2**  ***V*2**  ***V*1**  **1**  **2**  ***A***  ***T***  ***T***  **0**  ***S***  ***S*2**  ***S*1**  **1**  **2**  ***Q***  *Hình 3.* Giản đồ *PV* và *TS* của quá trình đẳng nhiệt. |

***II.3.2. Quá trình đẳng tích***

Đây là quá trình xảy ra trong điều kiện thể tích của hệ không thay đổi   
(*V* = const). Ví dụ như quá trình xảy ra khi đốt nóng hoặc làm lạnh một khối khí trong buồng kín có thể tích không đổi.

Từ phương trình trạng thái *PV* = *RT*, có thể viết được mối quan hệ giữa các đại lượng *P* và *T* khi hệ biến đổi từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) như sau:

*P*1*V* = *RT*1

*P*2*V* = *RT*2

Do đó: .

Do quá trình đẳng nhiệt được tiến hành trong điều kiện thể tích không thay đổi (V = const hay *dV* = 0) nên công sinh ra trong quá trình này là: .

Theo nguyên lý thứ I, nhiệt lượng tham gia vào quá trình này được xác định bằng đại lượng nhiệt dung đẳng tích: .

Độ biến thiên entropi của quá trình đẳng tích là: .

.

Quá trình đẳng tích được biểu diễn trên giản đồ *PV* và *TS* như sau:

|  |
| --- |
| ***P***  ***P*1**  **0**  ***V***  ***P*2**  ***V*1 = *V*2**  **1**  **2**  ***T***  ***T*2**  **0**  ***S***  ***T*1**  ***S*1**  **1**  **2**  ***S*2**  ***Q* = Δ*U***  *Hình 4.* Giản đồ *PV* và *TS* trong quá trình đẳng tích. |

***II.3.3. Quá trình đẳng áp***

Đó là quá trình nhiệt động xảy ra trong điều kiện áp suất không đổi   
(*P* = const). Từ phương trình trạng thái *PV* = *RT* có thể biểu diễn mối quan hệ giữa các đại lượng *V* và *T* khi hệ biến đổi từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) theo quá trình đẳng áp:

*PV*1 = *RT*1 ; *PV*2 = *RT*2

Do đó: .

Công sinh ra trong quá trình đẳng áp: .

Nhiệt lượng tham gia vào quá trình đẳng áp được xác định từ nguyên lý thứ I: *Q* = Δ*U* + *A*1-2.

mà Δ*U* = *m CP*(*T*2 − *T*1)

nên *Q* = *m CP*(*T*2 − *T*1) + *P* (*V*2 − *V*1).

Độ biến thiên entropi trong quá trình đẳng áp là: .

Do *dP* = 0 nên: 

Vậy: .

Quá trình đẳng áp được biểu diễn trên giản đồ *PV* và *TS* như sau:

|  |
| --- |
| ***P***  ***P***  **0**  ***V***  ***V*2**  ***V*1**  **1**  **2**  ***A*12**  ***T***  ***T*2**  **0**  ***S***  ***T*1**  ***S*1**  **2**  **1**  ***S*2**  ***Q***  **2’**  *V* = const  *P* = const  *Hình 5.* Giản đồ *PV* và *TS* của quá trình đẳng áp |

Trên giản đồ *TS* vẽ thêm quá trình đẳng tích để tiện so sánh và tìm hiểu thêm ý nghĩa về độ dốc các đường cong của 2 quá trình. Xuất phát từ các biểu thức *dS* của các quá trình đẳng tích và đẳng áp:

 và 

Từ các phương trình trên suy ra:  .

Vì *CP* > *CV* nên .

Nghĩa là độ dốc của đường cong đẳng tích lớn hơn độ dốc của đường cong đẳng áp.

***II.3.4. Quá trình đoạn nhiệt***

Đó là quá trình nhiệt động xảy ra khi không có sự trao đổi nhiệt giữa hệ và môi trường (*Q* = 0).

Có thể thiết lập phương trình đoạn nhiệt từ các phương trình sau đây: theo định nghĩa thì phương trình đoạn nhiệt có *dQ* = 0, xuất phát từ biểu thức của nguyên lý thứ I nhiệt động lực học ta có:

*dQ* = *CV m dT* + *P dV* = 0 ; *dQ* = *CP m dT* − *V dP* = 0.

Hay: *CP m dT* = *V dP ; CV m dT = -P dV*.

chia hai phương trình cho nhau ta được: 

Đặt , gọi là chỉ số đoạn nhiệt thì: hay 

Biểu thức trên đây có thể viết dưới dạng: 

Lấy tích phân 2 vế của phương trình ta được: .

Đây là phương trình mô tả quá trình đoạn nhiệt của chất khí lý tưởng.

Phương trình này có thể biểu diễn dưới dạng khác khi sử dụng mối quan hệ giữa các thông số *P*, *V* và *T*.

Xét trường hợp khối khí lý tưởng biến đổi từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) với các thông số *P*1, *V*1, *T*1 và *P*2, *V*2, *T*2. Từ phương trình trạng thái:

 và  có thể suy ra: .



Từ phương trình đoạn nhiệt có thể viết: 

hay  và .

Cuối cùng ta có: 

hay .

Công do thay đổi thể tích trong quá trình đoạn nhiệt được tính từ nguyên lý I của nhiệt động lực học như sau: 

do *Q* = 0, *R* = *CP* − *CV* và  nên: 

Có thể biến đổi biểu thức trên bằng cách nhân và chia cho *T*1 và thay biểu thức T2/T1 vào phương trình ta có: 

Cũng có thể biến đổi biểu thức tính công bằng cách rút *R* từ phương trình

. Ta có:

; .

Độ biến thiên entropy trong quá trình đoạn nhiệt là: ; Hoặc: *S* = const.

Nhiệt dung riêng của quá trình đoạn nhiệt: .

Đường cong đoạn nhiệt biểu diễn trên giản đồ *PV* là đường cong hyperbol và trên giản đồ *TS* là đường thẳng đứng.

***T***

***T*1**

**0**

***S***

***T*2**

***S*1 = *S*2**

**1**

**2**

***P***

***P*1**

**0**

***V***

***P*2**

***V*2**

***V*1**

**1**

**2**

***A*1-2**

|  |
| --- |
| *Hình 6.* Giản đồ *PV* và *TS* của quá trình đoạn nhiệt. |

Có thể so sánh và tìm hiểu độ dốc các đường cong của quá trình đoạn nhiệt và quá trình đẳng nhiệt bằng phương trình và bằng giản đồ *PV* như sau:

Phương trình mô tả quá trình đẳng nhiệt *PV* = const.

Phương trình mô tả quá trình đoạn nhiệt . 

Vì vậy, đường cong của quá trình đoạn nhiệt luôn dốc hơn đường cong của quá trình đẳng nhiệt trên giản đồ *PV*.

***P***

***P*1**

**0**

***V***

***P*2**

***V*2**

***V*1**

**1**

**2**

**2’**

***V*2’**

*T* = const

®¼ng nhiÖt

*Q* = 0

®o¹n nhiÖt

***P***

***P*2**

**0**

***V***

***P*1**

***V*1 = *V*2**

**1**

**2**

**2’**

*T = const*

*®¼ng nhiÖt*

*Q* = 0

®o¹n nhiÖt

|  |
| --- |
| *Hình 7.* Giản đồ *PV* của quá trình đẳng nhiệt và đoạn nhiệt |

***II.3.5. Quá trình đa biến***

Các quá trình nhiệt động cơ bản trên đây có đặc tính chung là:

- Có một thông số trạng thái cơ bản không thay đổi (như *P*, *V* hoặc *T*). Đối với mỗi quá trình riêng thì đặc trưng của chúng là: hệ không trao đổi nhiệt với môi trường (*Q* = 0) và nhiệt dung của các quá trình trên là: *CV* = const; *CP* = const; *CT* = ∞ và *CQ=*0 = 0.

- Quá trình tổng quát hơn đó là quá trình đa biến. Quá trình này là quá trình xảy ra với điều kiện nhiệt dung của quá trình là không đổi : *Cn*= const.

Như vậy trong quá trình đa biến tất cả các thông số trạng thái đều có thể thay đổi và hệ cũng có thể trao đổi nhiệt với môi trường.

Xuất phát từ các dạng phương trình của nguyên lý I ta có thể tìm được phương trình mô tả quá trình đa biến và nhiệt dung riêng của quá trình này. Theo phương trình: **.** Kết hợp với các biểu thức của Δ*U* và *A* ta có:

**.**

**.**

Các phương trình này mô tả cho một đơn vị khối lượng.

Có thể viết dưới dạng sau:

 ; ; 

Đặt: . Ta có:

hay: 

tích phân hai vế của phương trình ta được: ln *Vn* + ln *P* = const

Vậy phương trình mô tả quá trình đa biến có dạng: .

Nhận thấy, phương trình đa biến có dạng giống với phương trình đoạn nhiệt cho nên có thể suy ra các biểu thức có liên quan đến các thông số *P*, *V* và *T* cho phương trình đa biến như sau:

; ; .

Công thay đổi thể tích trong quá trình đa biến có thể tính giống như quá trình đoạn nhiệt. Ta tìm được các kết quả sau: 

hoặc: .

Nhiệt dung riêng của quá trình đa biến là: 

Nhiệt lượng trao đổi với môi trường trong qú trình đa biến: *dQ* = *Cn**dT*; *Q* = *Cn* (*T*2 *– T*1).

Hoặc theo nguyên lý I nhiệt động lực học:*Q* = Δ*U* + *A*.

Độ biến thiên entropy trong quá trình đa biến:



***Nhận xét chung:*** từ phương trình đa biến *PVn* = const và phương trình nhiệt dung  cho thấy các phương trình đẳng nhiệt, đẳng tích, đẳng áp và đoạn nhiệt chỉ là những trường hợp riêng của phương trình đa biến.

***Có thể thấy rằng:***

* Nếu *n* = 0 thì phương trình đa biến *PVn* có dạng *P* = const và . Đây chính là phương trình đẳng áp.
* Nếu *n* = 1 thì phương trình đa biến *PVn* có dạng *PV*  = const và   
  *Cn* = ∞ = *CT*. Đây chính là phương trình đẳng nhiệt.
* Nếu *n* = *γ* thì phương trình đa biến *PVn* có dạng *PVγ* = const và   
  *Cn* = 0 = *CQ* = 0 . Đây chính là phương trình đoạn nhiệt.
* Nếu *n* = ± ∞ thì phương trình đa biến *PVn* có thể viết như sau:

. Khi *n →*  ± ∞, . Khi đó ta được phương trình *V* = const và biểu thức nhiệt dung sẽ là:

. Đây chính là quá trình đẳng tích.



|  |
| --- |
| *Hình.* Giản đồ *PV* và *TS* của quá trình đa biến. |

***Chú ý:*** Quá trình đa biến bất kỳ với *n* ∈ (- ∞; + ∞) có thể biểu diễn trên giản đồ *PV* và *TS* bằng các đường đi từ điểm D ra mọi phía. Giản đồ sau đây mô tả quá trình đa biến với các trường hợp đặc biệt của nó đã được xem xét ở trên.

Khảo sát sự biến đổi công thay đổi thể tích, nhiệt lượng và sự biến đổi nội năng của quá trình đa biến bất kỳ trên giản đồ *PV* bằng cách xem xét dấu của chúng:

* Lấy đường đẳng tích làm mốc (*n* = ± ∞; *A* = 0), mọi quá trình đa biến đi từ điểm D hướng về bên phải đường đẳng tích *A* > 0 vì Δ*V* > 0. Ngược lại, mọi quá trình đa biến xuất phát từ điểm D hướng về phía trái đường đẳng tích có *A* < 0 vì Δ*V* < 0.
* Lấy đường đoạn nhiệt làm mốc (*n* = γ; *Q* = 0), mọi quá trình đa biến đi từ điểm D về phía phải đường đoạn nhiệt đều có *Q* > 0 (hệ nhận nhiệt). Ngược lại, về phía trái đường đoạn nhiệt đều có *Q* < 0 (hệ toả nhiệt).
* Nếu lấy đường đẳng nhiệt làm mốc (*n* = 1; Δ*U* = 0) thì mọi quá trình đa biến từ điểm D đi về phía phải đường đẳng nhiệt (trên giản đồ *PV*) và đi về phía trên đường đẳng nhiệt (trên giản đồ *TS*) sẽ có Δ*U* > 0 vì Δ*T* > 0. Mọi quá trình đa biến có chiều ngược lại sẽ có Δ*U* < 0 vìΔT<0.

**I.7. Phương trình trạng thái của khí thực:**

Khí thực khác với khí lý tưởng là chúng có tương tác với nhau và tổng thể tích riêng của chúng chiếm một phần nào đó của bình chứa, cho nên khi thiết lập một phương trình trạng thái của khí thực, người ta đưa vào các số hạng hiệu chỉnh về thể tích và áp suất so với khí lý tưởng. Đó là các đại lượng cộng tích (*b*) và áp suất phân tử (hay nội áp) () . Như vậy, phương trình trạng thái của khí thực là:



Phương trình này được gọi là phương trình Van der Waals. Các hệ số *a* và *b* phụ thuộc vào từng loại khí và bản chất của nó. Người ta đã chứng minh rằng:

 và .

Với *T*K và *P*K là nhiệt độ và áp suất tới hạn của chất khí.

Từ phương trình Van der Waals, người ta có thể tìm được trạng thái tới hạn của một chất khí nào đó ứng với các thông số *P*K, *V*K, *T*K đó là điểm uốn K trên đường đẳng nhiệt *T*K trong giản đồ *P*-*V*. Các thông số tới hạn tính theo các thông số *a*, *b*, *R* từ phương trình () sẽ là:

; ; .

***Bài tập ví dụ***

*Bµi 1.*  T×m ®é biÕn thiªn entropi khi chuyÓn 6g Hi®r« tõ thÓ tÝch 20lÝt d­íi ¸p suÊt 1,5.105N/m2 ®Õn thÓ tÝch 60l d­íi ¸p suÊt 105N/m‑2

*Gi¶i .*

NhiÖt ®é cña Hi®r« ë tr¹ng th¸i 1: 

theo nguyªn lý I ta cã: δQ=δA+dU.

δA= pdV ; dU= mcVdT/μ -> δQ= pdV + mcVdT/μ.

§é biÕn thiªn entropi:



*Bµi 2*. Trong mét nhiÖt l­îng kÕ mµ nhiÖt dung cã thÓ bá qua cã 250g n­íc ë 230C, bá vµo ®ã 27g n­íc ®¸ ë 00C. TÝnh ®é biÕn thiªn entropi cña hÖ cho tíi khi c©n b»ng nhiÖt ®é.

*Gi¶i.*

Gäi T3 lµ nhiÖt ®é t¹i ®ã ®¹t tr¹ng th¸i c©n b»ng .

ta cã nhiÖt l­îng mµ n­íc to¶ ra : Q1= m1c1(T1-T3).

NhiÖt l­îng mµ ®¸ thu vµo: Q­2 = m2c1(T3-T2).

NhiÖt l­îng cÇn cung c¸p ®Ó ®¸ ho¸ láng: Q3 = m2.λ

Khi c©n b»ng nhiÖt x¶y ra: Q1=Q2+Q3



§é biÕn thiªn entropi cñae n­íc khi chuyÓn tõ tr¹ng th¸i 1sang tr¹ng th¸i 3 :



T­¬ng tù khi lµm nãng ch¶y ®¸ thµnh n­íc ë nhiÖt ®é T2:



vµ lµm nãng n­íc ®¸ tõ T2sang T3:



VËy ta cã: 

*Bµi 3*. Hai b×nh cã dung tÝch V1 = 2l vµ V2 = 3l ®­îc nèi víi nhau bëi mét c¸i èng. B×nh thø nhÊt chøa ®Çy khÝ Nit¬ ë ¸p suÊt p1 = 1at. B×nh thø hai chøa ®Çy khÝ CO ë ¸p suÊt p2 = 5at. TÝnh ®é biÕn thiªn entropi cña hÖ khi hai khÝ ®ã trén lÉn vµo nhau, gi¶ sö toµn bä hÖ thèng ®­îc ®Æt trong mét líp vá c¸ch nhiÖt. NhiÖt ®é ban ®Çu ë trong c¶ hai b×nh lµ nh­ nhau vµ b»ng 270C.

p1, V1

p2,V2

*Gi¶i*.

Trong b×nh x¶y ra qu¸ tr×nh gi·n ®¼ng nhiÖt T = const

§é biÕn thiªn entropi 

dQ = δA-dU mµ dU = 



§é biÕn thiÖn entropi ®èi víi nit¬ ë b×nh 1.



§é biÕn thiÖn entropi ®èi víi CO ë b×nh 2.



Bài 4. Thả một cục nước đá khối lượng *m* = 235 g ở 0°C vào bể nước (môi trường) cũng ở 0°C. Nhiệt độ được giữ nguyên không đổi khi đá tan.

a) Tính biến thiên Entropy của cục nước đá khi nó tan hết.

b) Tính biến thiên Entropy của môi trường trong trường hợp này.

c) Nếu bể nước ở 4°C và khi đá tan hết nhiệt độ là 4°C thì biến thiên Entropy của cả hệ là bao nhiêu ?

***Lời giải:***

Quá trình truyền nhiệt là quá trình không thuận nghịch (từ trạng thái A sang trạng thái B). Muốn tính biến thiên Entropy *S* của hệ ta phải nghĩ ra các quá trình thuận nghịch để nối hai trạng thái A và B rồi sau đó ta tính

 = *dS*

Thông thường các quá trình thuận nghịch được chọn là:

+ Quá trình đẳng nhiệt (*T* = const), hoặc

+ Quá trình cân bằng là quá trình mà có thể tính Δ*Q* hay Δ*A* theo trạng thái đầu và trạng thái cuối:

Δ*A* = 

(Khi ta cho *P* = *P*(*V*) và *T* = const thì quá trình được coi là thuận nghịch)

Trở lại với trường hợp cụ thể của bài này ta có hai trạng thái

A = [( đá + nước ) ở 0°C] B = [nước ở 0°C]

1) Theo đầu bài cho, trong suốt quá trình từ A đến B nhiệt độ không đổi, do vậy ta không cần phải tính tích phân, ta có:

Δ*S* = 

với *L* = 80 cal/g = 80 × 4,19 J/g ( nhiệt nóng chảy của nước đá), Δ*m* = 235 g (lượng nước đá chảy), *T* = 273 K. (Lượng nhiệt Δ*Q* = *L*⋅Δ*m* mà đá nhận để chảy thành nước ở 0°C là lấy từ môi trường (bể nước)).

Thay vào ta có:

Δ*S* =  = 68,86 cal/K > 0

tức là Entropy của cục nước đá khi tan thì tăng lên.

2) Lượng nhiệt của môi trường nhận được (mang dấu âm vì thực chất là bị lấy đo) chính là: -Δ*Q* = *L*⋅Δ*m*

do vậy:

Δ*S*mt =  = - 68,86 cal/K < 0

tức là Entropy của môi trường (bể nước) là giảm.

Biến thiên Entropy của hệ là:

Δ*S* = Δ*S*nđ + Δ*S*mt = 68,86 cal/K + (- 68,86 cal/K) = 0

Vậy tổng hệ môi trường (bể nước) + (nước + đá) có Entropy là không đổi.

3) Trong trường hợp nhiệt độ của môi trường (bể nước)là 4°C = 277 K và nước đá ban đầu ở nhiệt độ 0°C = 273 K, ta có thể mô tả quá trình này theo sơ đồ sau:

( Nước + đá) ở 0°C Nước ở 4°C

A B

Khi tan hết ở °C M

Đốt nóng lên 4°C

Trong quá trình AM, ta có: *dQ* = *L*⋅*dm* và *dS* = ,

do đó: Δ*S* = 

Trong quá trình MB, ta có: *dQ* = *C*⋅*dT* = *m*⋅*c*⋅*dT* và *dS* = ,

do đó: Δ*S* = .

Như vậy biến thiên Entropy của cả hệ sẽ là:

Δ*S* =  + .

Thay số vào, sử dụng *T*2 = 4°C = 277 K, *T*1 = 0°C = 273 K, ta có:

Δ*S* =  + 

Δ*S* = 72,28 cal/K.

Như vậy entropy của cả hệ (môi trường và nước + đá) tăng lên 72,28 cal/K

Sách Lim

Bài 5. 1045

Một vật có nhiệt dung Cp không đổi và nhiệt độ Ti đặt tiếp xúc với nguồn nhiệt có nhiệt độ Tf. Sự cân bằng giữa vật và nguồn được thiết lập ở điều kiện áp suất không đổi. Hãy xác định độ biến thiên entropi toàn phần và chứng minh rằng nó dương với cả hai dấu của (Tf - Ti)/Tf;

coi

Bài 6. 1049

Cho n = 0,081 Kmol khí Heli lúc đầu ở 270C và áp suất 2.105N/m thực hiện biến thiên theo các quá trình A →B →C. Giả thiết khí He là lý tưởng(CV =1,5R và Cp = 2,5R)

p(N/m2)

V(m3)

2.105

105

1 1,5 2

a. Tính công mà khí thực hiện trong quá trình giãn nở ở áp suất không đổi từ A→B?

b. Tính độ biến thiên nội năng, nhiệt lượng của khí Heli khi biến thiên từ A→B?

c.Nếu B→C là quá trình đoạn nhiệt thì độ biến thiên entropi và áp suất cuối cùng là bao nhiêu?

Bài 7. 1055

Một hỗn hợp gồm 0,1mol khí Heli(γ= 5/3)và 0,2mol khí Nito(γ2= 7/5), được khảo sát như một hốn hợp khí lý tưởng của hai khí lý tưởng, ban đầu ở 300K và chiếm thể tích 4 lit. Hãy chứng minh rằng độ biến thiên nhiệt độ và áp suất xảy ra khi chất khí bị nén chậm đoạn nhiệt có thể được biểu diễn theo một giá trị trung gian nào đó của γ. Tính độ lớn của sự biến thiên này khi thể tích giảm đi 1%.

Bài 8. 1065

Cho hai nguồn nhiệt lớn ở nhiệt độ 900K(lý hiệu là H) và 300K(C)

a. Lấy 100 Cal từ nguồn H truyền cho nguồn C. Độ biến thiên entropi của toàn hệ là bao nhiêu?

b. Một động cơ nhiệt làm việc giữa H và C. Hỏi đối với mỗi 100 cal lấy từ nguồn H thì sinh được bao nhiêu công và truyền cho nguồn C bao nhiêu nhiệt lượng?

c. Độ biến thiên entropi toàn hệ trong quá trình nói ở phần B là bao nhiêu?

d. Một động cơ nhiệt thực hoạt động như một bơm nhiệt lấy nhiệt từ nguồn C và truyền cho nguồn H. Ta có thể nói gì về độ biến thiên entropi trong toàn hệ gây bởi máy bơm này?

Bài 9. 1067

T

400

300

0 500 1000 S

a. Hiệu suất của một động cơ nhiệt thuận nghịch làm việc theo chu trình như hình vẽ là bao nhiêu? ở đây T là nhiệt độ đo bằng K, S là entropi đo bằng J/K

b. Một khối lượng M chất lỏng ở nhiệt độ T1 trộn lẫn với một khối lượng tương đương của cùng chất lỏng ấy ở nhiệt độ T2. Hệ được cách nhiệt. Gọi cp là nhiệt dung riêng của chất lỏng ấy, Hãy tìm độ biến thiên entropi toàn phần. Chứng minh rằng kết quả này luôn dương.