

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** \rightarrow 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 $\rightarrow \delta Q = nC_p dT = n \frac{i+2}{2} R dT$

- 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 \rightarrow 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 (°C)	Latent Heat of Fusion (J/kg)	Boiling Point (°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:

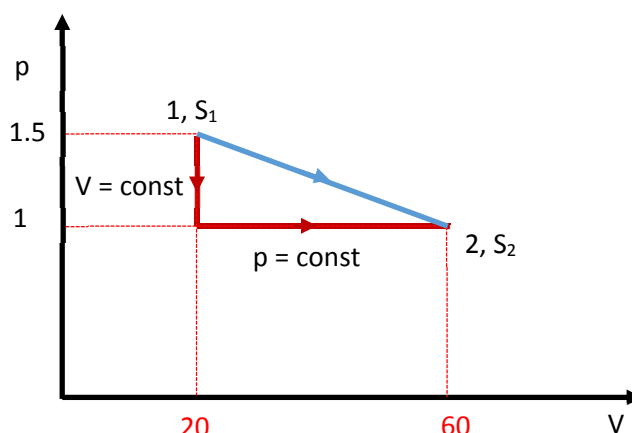
$$dS_p = \frac{\delta Q_p}{T} = \frac{nC_p dT}{T}$$

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

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

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

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. Đề ý là bài toán cũng liên quan tới chu trình Carno và cho biết chênh lệch nhiệt độ \rightarrow 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 \rightarrow đoạn này chính là đoạn đẳng nhiệt chứ còn đoạn éo nào nữa \rightarrow 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:

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

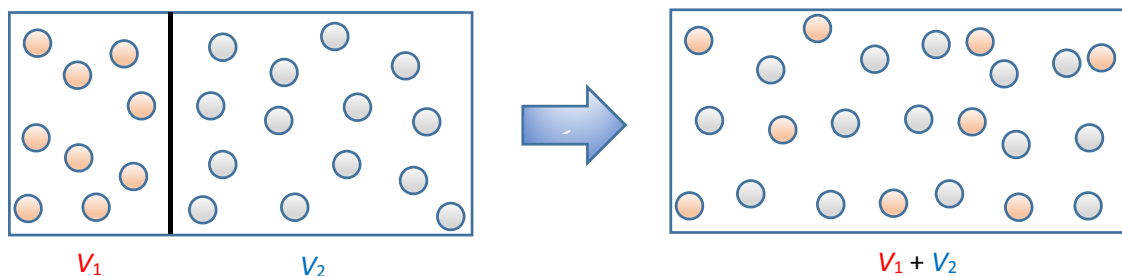
Vì $dS > 0$ nên $\delta Q_{anh} \frac{T_{chị} - T_{anh}}{T_{anh} T_{chị}} > 0$

- 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 khí 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:

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

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:

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

- 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:

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

- 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.