

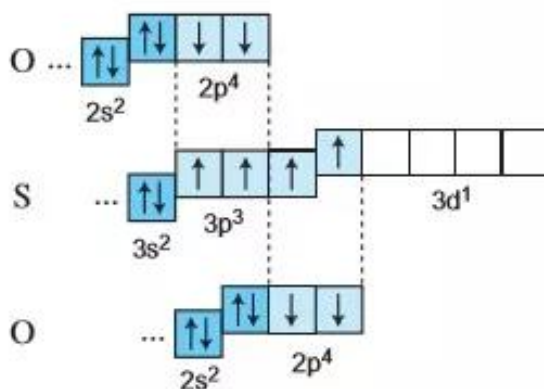
HỢP CHẤT CÓ OXI CỦA LƯU HUỖNH

- Lưu huỳnh đioxit (SO_2), lưu huỳnh trioxit (SO_3) có cấu tạo phân tử và tính chất hoá học nào ? Những phản ứng hoá học nào có thể chứng minh điều này ?
- Axit sunfuric loãng và đặc có những tính chất hoá học nào ? Dẫn ra những phản ứng và viết các phương trình hoá học.

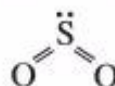
I - LƯU HUỖNH ĐIOXIT

1. Cấu tạo phân tử

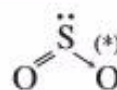
Nguyên tử lưu huỳnh ở trạng thái kích thích có 4 electron độc thân ở các phân lớp 3p và 3d : ... $3s^2 3p^3 3d^1$. Những electron độc thân này của nguyên tử S liên kết với 4 electron độc thân của hai nguyên tử O tạo thành bốn liên kết cộng hoá trị có cực :



- Công thức cấu tạo :



- Công thức cấu tạo của SO_2 còn có thể biểu diễn như sau :



- Trong hợp chất SO_2 , nguyên tố lưu huỳnh có số oxi hoá +4.

(*) Cách viết này phù hợp với quy tắc bát tử

2. Tính chất vật lí

Lưu huỳnh đioxit hay khí sunfuro là chất khí không màu, mùi hắc, nặng hơn hai lần không khí ($d = \frac{64}{29} \approx 2,2$), hoá lỏng ở -10°C .

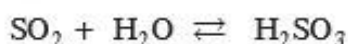
Lưu huỳnh đioxit tan nhiều trong nước (1 thể tích nước ở 20°C hoà tan được 40 thể tích khí SO_2).

Lưu huỳnh đioxit là khí độc, hít thở phải không khí có SO_2 sẽ gây viêm đường hô hấp.

3. Tính chất hoá học

a) Lưu huỳnh đioxit là oxit axit

SO_2 tan trong nước tạo thành dung dịch axit sunfuro (H_2SO_3) :



H_2SO_3 là axit yếu (mạnh hơn axit sunfuhidric) và không bền (ngay trong dung dịch, H_2SO_3 cũng bị phân huỷ thành SO_2 và H_2O).

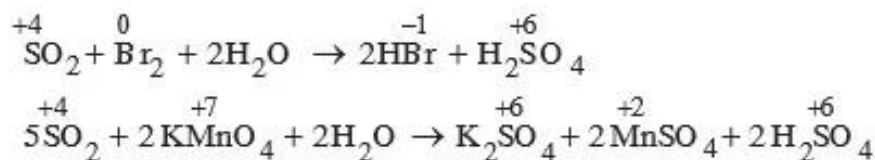
SO_2 tác dụng với dung dịch bazơ, tạo nên 2 loại muối : muối trung hoà, như Na_2SO_3 , chứa ion sunfit (SO_3^{2-}) và muối axit, như NaHSO_3 , chứa ion hidrosunfit (HSO_3^-).

b) Lưu huỳnh đioxit là chất khử và là chất oxi hoá

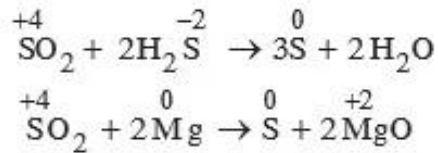
Trong hợp chất SO_2 , nguyên tố lưu huỳnh có số oxi hoá +4, là số oxi hoá trung gian giữa các số oxi hoá -2 và +6. Do vậy, khi tham gia phản ứng oxi hoá - khử, SO_2 có thể bị khử hoặc bị oxi hoá.

Thí dụ :

Lưu huỳnh đioxit là chất khử khi tác dụng với những chất oxi hoá mạnh, như halogen, kali pemanganat, ... :



Lưu huỳnh đioxit là chất oxi hoá khi tác dụng với chất khử mạnh hơn, như H_2S , Mg , ... :



4. Lưu huỳnh đioxit – chất gây ô nhiễm

Lưu huỳnh đioxit là một trong các chất chủ yếu gây ô nhiễm môi trường. Nó được sinh ra do sự đốt cháy các nhiên liệu hoá thạch (than, dầu, khí đốt), thoát vào bầu khí quyển và là một trong những nguyên nhân chính gây ra *mưa axit*. Mưa axit tàn phá nhiều rừng cây, công trình kiến trúc bằng đá và kim loại, biến đất đai trồng trọt thành những vùng hoang mạc. Không khí có SO_2 gây hại cho sức khoẻ con người (gây viêm phổi, mắt, da).

5. Ứng dụng và điều chế lưu huỳnh đioxit

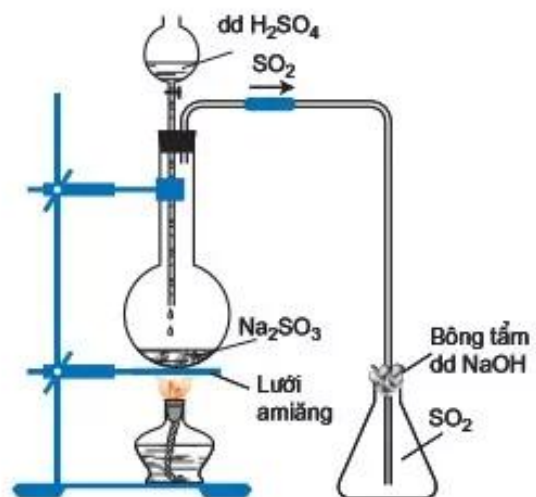
a) Ứng dụng

Lưu huỳnh đioxit được dùng để :

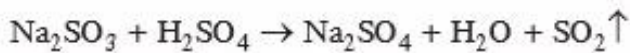
- Sản xuất axit sunfuric.
- Tẩy trắng giấy, bột giấy.
- Chống nấm mốc cho lương thực, thực phẩm,...

b) Điều chế

- Trong phòng thí nghiệm, SO_2 được điều chế bằng cách đun nóng dung dịch axit H_2SO_4 với muối Na_2SO_3 (hình 6.12).

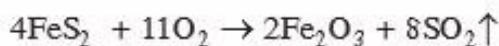


Hình 6.12. Điều chế SO_2 trong phòng thí nghiệm



Thu SO_2 vào bình bằng cách đẩy không khí.

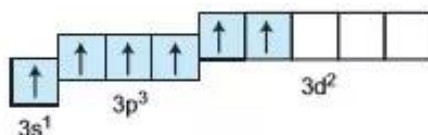
- Trong công nghiệp, SO_2 được điều chế bằng cách :
 - Đốt cháy lưu huỳnh.
 - Đốt quặng sunfua kim loại, như pirit sắt (FeS_2) :



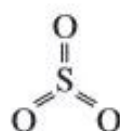
II - LƯU HUỖNH TRIOXIT

1. Cấu tạo phân tử

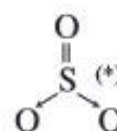
Nguyên tử lưu huỳnh ở trạng thái kích thích có thể có cấu hình electron lớp ngoài cùng là : $3s^1 3p^3 3d^2$



Ở trạng thái này, nguyên tử S có 6 electron độc thân, do vậy nguyên tử S có thể liên kết với 6 electron độc thân của ba nguyên tử O tạo ra sáu liên kết cộng hoá trị. Mỗi nguyên tử O liên kết với nguyên tử S bằng một liên kết đôi :



Công thức cấu tạo của SO_3
còn có thể biểu diễn như sau :



Trong hợp chất SO_3 , nguyên tố S có số oxi hoá cực đại là +6.

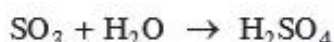
2. Tính chất, ứng dụng và điều chế

a) Tính chất vật lí

Ở điều kiện thường, SO_3 là chất lỏng không màu (nóng chảy ở $17^\circ C$, sôi ở $45^\circ C$). SO_3 tan vô hạn trong nước và trong axit sunfuric.

b) Tính chất hoá học

Lưu huỳnh trioxit là *oxit axit*, tác dụng rất mạnh với nước tạo thành axit sunfuric và toả nhiều nhiệt :

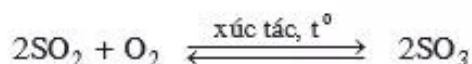


Ngoài ra, SO_3 tác dụng với oxit bazơ, bazơ tạo thành muối sunfat.

c) Ứng dụng và điều chế

SO_3 ít có ứng dụng thực tiễn, tuy nhiên nó là sản phẩm trung gian để sản xuất axit có tầm quan trọng bậc nhất trong công nghiệp là axit sunfuric.

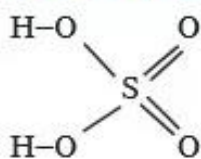
Trong công nghiệp, SO_3 được điều chế bằng cách oxi hoá SO_2 ở nhiệt độ cao ($450^\circ - 500^\circ C$) có chất xúc tác (V_2O_5).



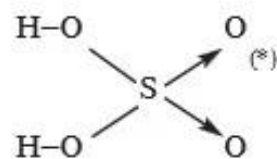
(*) Cách viết này phù hợp với quy tắc bát tử

III - AXIT SUNFURIC

1. Cấu tạo phân tử



Công thức cấu tạo của H_2SO_4 còn có thể biểu diễn như sau :

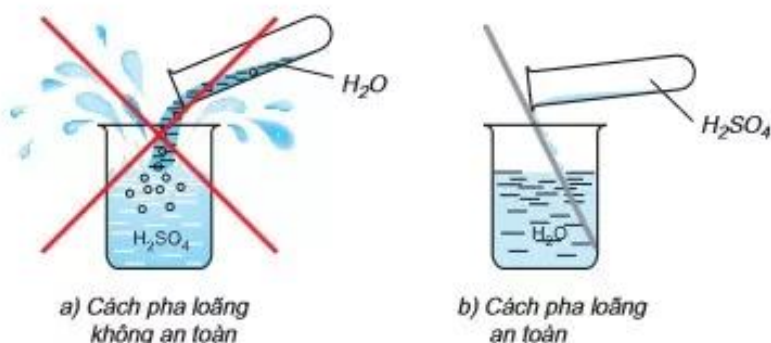


Trong hợp chất H_2SO_4 , nguyên tố S có số oxi hoá cực đại là +6.

2. Tính chất vật lí

Axit sunfuric là chất lỏng sánh như dầu, không màu, không bay hơi, nặng gấp gấp hai lần nước (H_2SO_4 98% có $D = 1,84 \text{ g/cm}^3$). H_2SO_4 đặc rất dễ hút ẩm, tính chất này được dùng làm khô khí ẩm.

Axit sunfuric đặc tan trong nước, tạo thành những hidrat $H_2SO_4.nH_2O$ và toả một lượng nhiệt lớn. Nếu rót nước vào axit H_2SO_4 đặc, nước sôi đột ngột kéo theo những giọt axit bắn ra xung quanh gây nguy hiểm (hình 6.13). Vì vậy muốn pha loãng axit sunfuric đặc, người ta phải *rót từ từ axit vào nước* và khuấy nhẹ bằng đũa thuỷ tinh, tuyệt đối không làm ngược lại.



Hình 6.13. Cách pha loãng H_2SO_4 đặc

3. Tính chất hoá học

a) Tính chất của dung dịch axit sunfuric loãng

Dung dịch axit sunfuric loãng có những tính chất chung của axit :

- Đổi màu quỳ tím thành đỏ.
- Tác dụng với kim loại hoạt động, giải phóng khí hidro.

(*) Cách viết này phù hợp với quy tắc bát tử

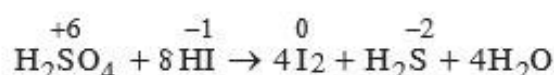
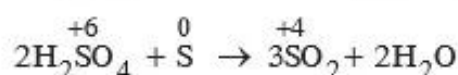
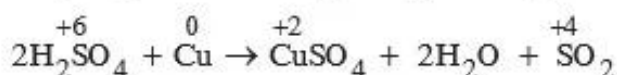
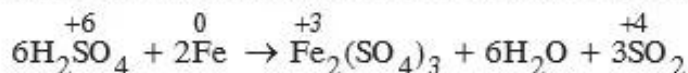
- Tác dụng với muối của những axit yếu.
- Tác dụng với oxit bazơ và bazơ.

b) Tính chất của axit sunfuric đặc

Axit sunfuric đặc có một số tính chất hoá học đặc trưng sau :

Tính oxi hoá mạnh :

- Axit sunfuric đặc và nóng có *tính oxi hoá rất mạnh*, nó oxi hoá được hầu hết các kim loại (trừ Au, Pt), nhiều phi kim như C, S, P, ... và nhiều hợp chất :

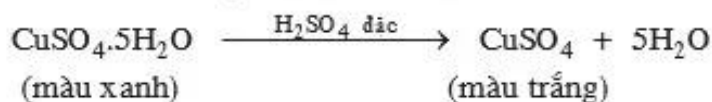


- Axit sunfuric đặc, nguội làm một số kim loại như Fe, Al, Cr, ... bị thụ động hoá.

Tính háo nước :

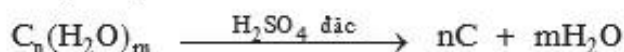
Axit sunfuric đặc chiếm nước kết tinh của nhiều muối hidrat (muối ngậm nước) hoặc chiếm các nguyên tố H và O (thành phần của nước) trong nhiều hợp chất :

- Muối $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ màu xanh tác dụng với H_2SO_4 đặc sẽ biến thành CuSO_4 khan màu trắng :



Hình 6.14. H_2SO_4 đặc tác dụng với đường

Hợp chất gluxit (cacbohidrat) tác dụng với H_2SO_4 đặc bị biến thành carbon (than) :



Một phần sản phẩm C bị H_2SO_4 đặc oxi hoá thành khí CO_2 , cùng với khí SO_2 gây hiện tượng sủi bọt đầy carbon trào ra ngoài cốc (hình 6.14) :



Da thịt tiếp xúc với H_2SO_4 đặc sẽ bị bỏng rất nặng, vì vậy khi sử dụng axit sunfuric phải hết sức thận trọng.

4. Ứng dụng

Hằng năm, thế giới sản xuất khoảng 160 triệu tấn H_2SO_4 . Axit sunfuric là hoá chất hàng đầu trong nhiều ngành sản xuất (hình 6.15).



Hình 6.15. Sơ đồ ứng dụng của H_2SO_4 trong đời sống và sản xuất

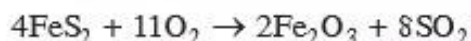
5. Sản xuất axit sunfuric

Axit sunfuric được sản xuất trong công nghiệp bằng phương pháp tiếp xúc. Phương pháp này gồm ba công đoạn chính.

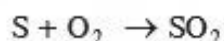
a) Sản xuất SO_2

Tùy thuộc vào nguồn nguyên liệu có sẵn mà phương pháp sản xuất SO_2 có khác nhau.

– Thiêu quặng pirit sắt (FeS_2) :

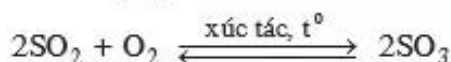


– Đốt cháy lưu huỳnh :



b) Sản xuất SO_3

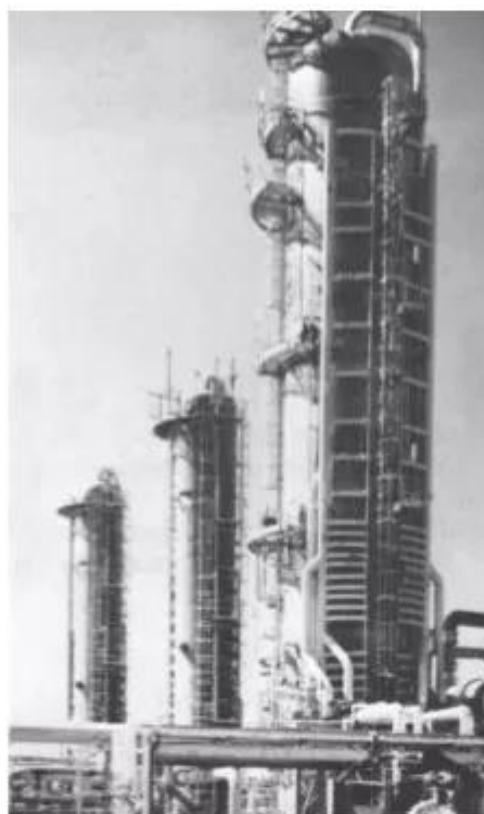
Oxi hoá SO_2 bằng khí oxi hoặc lượng dư không khí ở nhiệt độ $450 - 500^\circ C$, chất xúc tác là V_2O_5 :



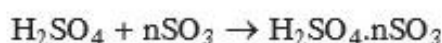
c) Sản xuất H_2SO_4

Khí SO_3 đi từ dưới lên đỉnh tháp, H_2SO_4 đặc chảy từ đỉnh tháp xuống dưới.

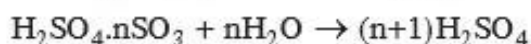
Dùng H_2SO_4 98% hấp thụ SO_3 được oleum $H_2SO_4.nSO_3$ (hình 6.16).



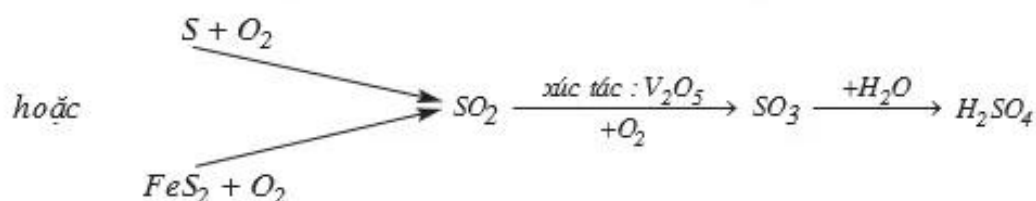
Hình 6.16. Tháp hấp thụ SO_3 trong sản xuất axit sunfuric



Sau đó dùng lượng nước thích hợp pha loãng oleum, được H_2SO_4 đặc :



Tóm lại, sơ đồ các phản ứng hoá học sản xuất H_2SO_4 được biểu diễn như sau :



6. Muối sunfat và nhận biết ion sunfat

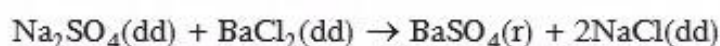
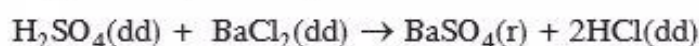
a) Muối sunfat

Muối sunfat là muối của axit sunfuric. Có 2 loại muối sunfat :

- Muối trung hoà (muối sunfat) chứa ion sunfat (SO_4^{2-}). Phần lớn muối sunfat đều tan, trừ BaSO_4 , PbSO_4 , ... không tan.
- Muối axit (muối hidrosunfat) chứa ion hidrosunfat (HSO_4^-).

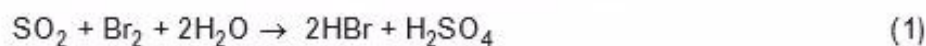
b) Nhận biết ion sunfat

Dùng dung dịch muối bari hoặc dung dịch bari hidroxit để nhận biết ion SO_4^{2-} trong dung dịch H_2SO_4 hoặc trong dung dịch muối sunfat. Phản ứng sinh ra kết tủa trắng không tan trong axit hoặc kiềm.



BÀI TẬP

1. Lưu huỳnh đioxit có thể tham gia những phản ứng sau :



Câu nào sau đây diễn tả không đúng tính chất của các chất trong những phản ứng trên ?

- A. Phản ứng (1) : SO_2 là chất khử, Br_2 là chất oxi hoá.
- B. Phản ứng (2) : SO_2 là chất oxi hoá, H_2S là chất khử.

- b) Axit sunfuric đặc có thể biến nhiều hợp chất hữu cơ thành than, được gọi là sự hoá than. Lấy thí dụ về sự hoá than của glucozơ và saccarozơ. Viết sơ đồ phản ứng.
- c) Sự làm khô và sự hoá than nói trên khác nhau như thế nào ?
- 8***. Có những chất, trong phản ứng hoá học này chúng là chất khử, nhưng trong phản ứng khác chúng là chất oxi hoá. Hãy viết phương trình hoá học minh hoạ nhận định trên cho những trường hợp sau :
- a) Axit ; b) Oxit bazơ ; c) Oxit axit ; d) Muối ; e) Đơn chất.
- 9**. Có 100 ml H_2SO_4 98%, khối lượng riêng là 1,84 g/ml. Người ta muốn pha loãng thể tích H_2SO_4 trên thành dung dịch H_2SO_4 20%.
- a) Tính thể tích nước cần dùng để pha loãng.
- b) Cách pha loãng phải tiến hành như thế nào ?
- 10**. Hỗn hợp rắn X gồm có Na_2SO_3 , $NaHSO_3$ và Na_2SO_4 . Cho 28,56 g X tác dụng với dung dịch H_2SO_4 loãng, dư. Khí SO_2 sinh ra làm mất màu hoàn toàn 675 cm^3 dung dịch brom 0,2M. Mặt khác 7,14 g X tác dụng vừa đủ với 21,6 cm^3 dung dịch KOH 0,125M.
- a) Viết phương trình hoá học.
- b) Tính thành phần phần trăm về khối lượng các chất trong hỗn hợp X.