

PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP HỖN HỢP SẮT VÀ OXIT SẮT

A. ĐẶT VẤN ĐỀ:

Bài tập hỗn hợp gồm sắt và oxit sắt là một trong những dạng bài tập mà học sinh hay gặp trong các kỳ thi mà đặc biệt là thi Đại Học. Thông thường những bài tập về sắt và các oxit thường khá phức tạp và xảy ra theo nhiều phương trình phản ứng khác nhau. Để giúp học sinh giải quyết tốt các bài toán về hỗn hợp sắt một cách nhanh chóng tôi thường giới thiệu phương pháp vận dụng các định luật bảo toàn. Đó là nội dung mà bài viết này tôi muốn đề cập.

B. NỘI DUNG

I. CÁC ĐỊNH LUẬT CẦN VẬN DỤNG

1. Định luật bảo toàn khối lượng:

Nội dung: Khối lượng các chất tham gia phản ứng bằng khối lượng các chất được tạo thành sau phản ứng.

Trong đó chúng ta cần vận dụng các hệ quả

Hệ quả 1: Gọi m_T là tổng khối lượng các chất trước phản ứng, m_S là khối lượng các chất sau phản ứng. Dù phản ứng xảy ra với hiệu suất bất kỳ ta đều có: $m_T = m_S$.

Hệ quả 2: Khi cation kim loại kết hợp với anion phi kim để tạo ra các hợp chất ta luôn có: Khối lượng chất = khối lượng của cation + khối lượng anion. Khối lượng của cation hoặc anion ta coi như bằng khối lượng của nguyên tử cấu tạo thành.

2. Định luật bảo toàn nguyên tố

Nội dung định luật: Tổng khối lượng một nguyên tố trước phản ứng bằng tổng khối lượng của nguyên tố đó sau phản ứng. Nội dung định luật có thể hiểu là tổng số mol của một nguyên tố được bảo toàn trong phản ứng.

3. Định luật bảo toàn electron

Trong phản ứng oxi hóa khử: Số mol electron mà chất khử cho đi bằng số mol electron mà chất oxi hóa nhận về.

Khi vận dụng định luật bảo toàn electron vào dạng toán này cần lưu ý:

- Trong phản ứng hoặc một hệ phản ứng chỉ cần quan tâm đến trạng thái đầu và trạng thái cuối mà không cần quan tâm đến trạng thái trung gian.
- Nếu có nhiều chất oxi hóa và chất khử thì số mol electron trao đổi là tổng số mol của tất cả chất nhường hoặc nhận electron.

II. TỔNG QUAN VỀ BÀI TẬP HỖN HỢP SẮT VÀ OXIT SẮT:

Bài tập Fe và hỗn hợp oxit sắt thường có dạng cho khối lượng và cho phản ứng với một chất oxi hóa như H_2SO_4 đặc nóng hoặc HNO_3 hoặc thậm chí là axit thường như HCl.

Giải quyết bài toán: Với giả thiết là cho m gam hỗn hợp gồm Fe và các oxit FeO, Fe_3O_4 , Fe_2O_3 tác dụng với HNO_3 thu được khí NO_2 : Ta coi như trong hỗn hợp có x mol Fe, y mol O như vậy ta xét trong phản ứng thì chỉ có chất nhường electron đó là Fe còn chất nhận electron là O và chất oxi hóa HNO_3 sản phẩm là V lít NO_2 (đktc) và Fe^{3+} ta sẽ có:

Theo định luật bảo toàn khối lượng: $56x + 16y = m$ (1)

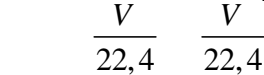
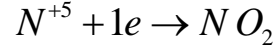
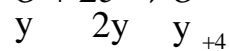
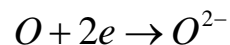
Theo định luật bảo toàn electron

Chất khử



Tổng electron nhường: 3x mol

Chất oxi hóa



Tổng electron nhận: $2y + \frac{V}{22,4}$

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có: $3x = 2y + \frac{V}{22,4}$ (2)

$$\text{Từ (1) và (2) ta có hệ } \begin{cases} 56x + 16y = m \\ 3x - 2y = \frac{V}{22,4} \end{cases}$$

Việc giải hệ này khi một khi biết được 2 trong số 4 yếu tố sẽ giải quyết được yêu cầu của bài toán.

Sau đây tôi xin gửi đến một số dạng toán hóa mà chúng ta hay gặp.

III. MỘT SỐ DẠNG BÀI TẬP VẬN DỤNG**1. Dạng hỗn hợp sắt và các oxit phản ứng với chất oxi hóa mạnh:****Đề bài:**

Cho 11,36 gam hỗn hợp gồm Fe, FeO, Fe_2O_3 và Fe_3O_4 phản ứng hết với dung dịch HNO_3 loãng (dư), thu được 1,344 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc) và dung dịch X. Cô cạn dung dịch X thu được m gam muối khan.

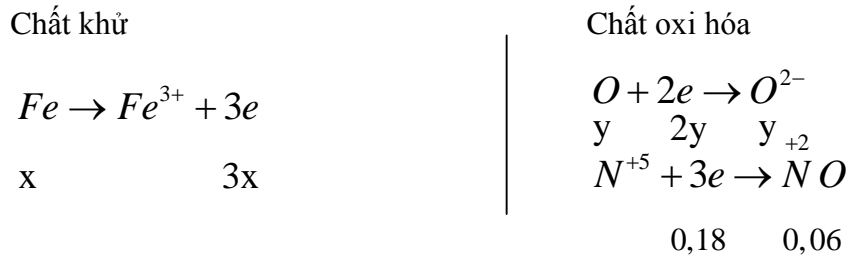
Tính m ?

Phân tích đề: Ta coi như trong hỗn hợp X ban đầu gồm Fe và O. Như vậy xét cả quá trình chất nhường e là Fe chất nhận e là O và NO_3^- . Nếu chúng ta biết được số tổng số mol Fe trong X thì sẽ biết được số mol muối $Fe(NO_3)_3$ trong dung dịch sau phản ứng. Do đó chúng ta sẽ giải bài toán này như sau:

Giải: Số mol NO = 0,06 mol.

Gọi số mol Fe và O tương ứng trong X là x và y ta có: $56x + 16y = 11,36$ (1).

Quá trình nhường và nhận e:



Tổng electron nhường: 3x (mol) Tổng electron nhận: 2y + 0,18 (mol)

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có: $3x = 2y + 0,18$ (2)

Từ (1) và (2) ta có hệ
$$\begin{cases} 56x + 16y = 11,36 \\ 3x - 2y = 0,18 \end{cases}$$

Giải hệ trên ta có x = 0,16 và y = 0,15

Như vậy $n_{Fe} = n_{Fe(NO_3)_3} = 0,16$ mol vậy m = 38,72 gam.

Với bài toán này ta cũng có thể quy về bài toán kinh điển: Đốt m gam sắt sau phản ứng sinh ra 11,36 gam hỗn hợp gồm Fe, FeO, Fe_2O_3 và Fe_3O_4 . Hỗn hợp này phản ứng hết với dung dịch HNO_3 loãng (dư), thu được 1,344 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc).

Chúng ta sẽ tính m rồi từ suy ra số mol Fe và từ đó tính số mol của sắt.

Phát triển bài toán:

Trường hợp 1: Cho nhiều sản phẩm sản phẩm khử như NO_2 , NO ta có vẫn đặt hệ bình thường tuy nhiên chất nhận e bây giờ là HNO_3 thì cho 2 sản phẩm.

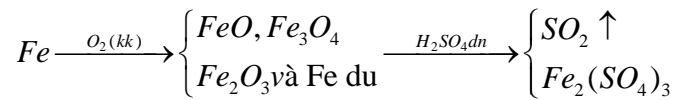
Trường hợp 2: Nếu đề ra yêu cầu tính thể tích hoặc khối lượng của HNO_3 thì ta tính số mol dựa vào bảo toàn nguyên tố N khi đó ta sẽ có:

$$n_{HNO_3} = n_{NO_3}^{mu\ddot{o}i} + n_{NO_3}^{Kh\ddot{i}} = 3n_{Fe} + n_{NO} (n_{NO_2})$$

2. Dạng đốt cháy Sắt trong không khí rồi cho sản phẩm phản ứng với chất oxi hóa

Đề bài 1: Nung nóng 12,6 gam Fe ngoài không khí sau một thời gian thu được m gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe₂O₃ và Fe₃O₄. Hỗn hợp này phản ứng hết với dung dịch H₂SO₄ đặc nóng (dư), thu được 4,2 lít khí SO₂ (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc). Tính m?

Phân tích đề: Sơ đồ phản ứng

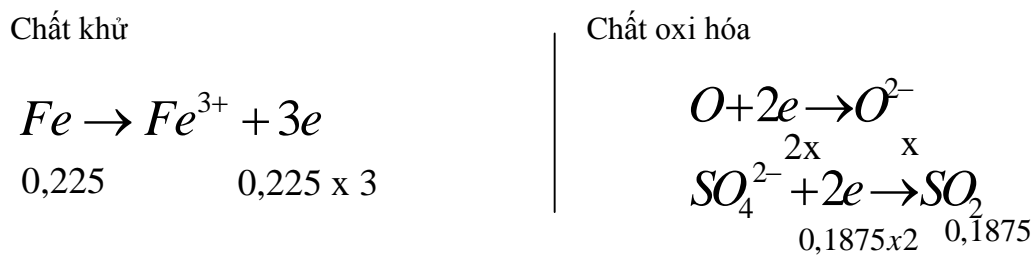


Fe phản ứng với Oxi cho 3 sản phẩm oxit và lượng sắt dư, sau đó hỗn hợp oxit này phản ứng với H₂SO₄ đặc nóng đưa lên sắt +3. Trong quá trình Oxi nhận e để đưa về O²⁻ có trong oxit và H₂SO₄(+6) nhận e để đưa về SO₂ (+4).

Như vậy: + Khối lượng oxit sẽ là tổng của khối lượng sắt và oxi.
+ Cả quá trình chất nhường e là Fe chất nhận e là O và H₂SO₄.

Giải: Ta có n_{SO₂} = 0,1875 mol, n_{Fe} = 0,225 mol

Gọi số mol oxi trong oxit là x ta có:



Tổng electron nhường: 0,675 mol Tổng electron nhận: 2x + 0,375 (mol)

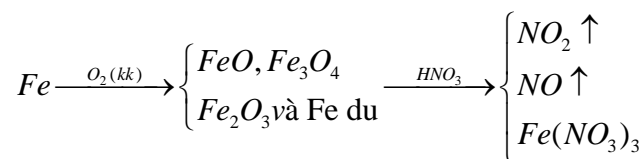
Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có: 0,675 = 2x + 0,375 → x = 0,15

Mặt khác ta có: m = m_{Fe} + m_{O²⁻} nên: m = 12,6 + 0,15x16 = 15 (gam).

ĐS: 15 gam.

Đề Bài 2: Nung nóng m gam bột sắt ngoài không khí, sau phản ứng thu được 20 gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe₂O₃ và Fe₃O₄. Hòa tan hết X trong dung dịch HNO₃ loãng thu được 5,6 lít hỗn hợp khí Y gồm NO và NO₂ có tỉ khối so với H₂ là 19. Tính m và thể tích HNO₃ 1M đã dùng?

Phân tích đề: sơ đồ phản ứng



+ Hỗn hợp X gồm Fe và O trong oxit.

+ Xét cả quá trình ta thấy chỉ có Fe nhường e, Chất nhận e là Oxi và HNO₃.

+ HNO₃ nhận e để cho NO và NO₂.

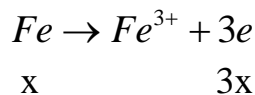
+ Số mol HNO₃ ban đầu bằng số mol HNO₃ trong muối và chuyển về các khí.

Giải: Theo đề ra ta có: $n_{NO} = n_{NO_2} = 0,125 \text{ mol}$

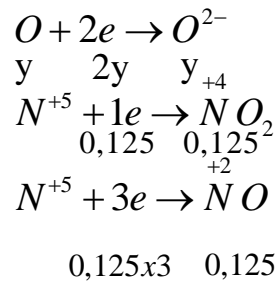
Gọi số mol Fe và O tương ứng trong X là x và y ta có: $56x + 16y = 20$ (1).

Quá trình nhường và nhận e:

Chất khử



Chất oxi hóa



Tổng electron nhường: 3x mol

Tổng electron nhận: $2y + 0,125 + 0,125x3$ (mol)

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có: $3x = 2y + 0,5$ (2)

$$\text{Từ (1) và (2) ta có hệ } \begin{cases} 56x + 16y = 20 \\ 3x - 2y = 0,5 \end{cases}$$

Giải hệ trên ta có $x = 0,3$ và $y = 0,2$

Như vậy $n_{Fe} = 0,3$ mol vậy $m = 16,8$ gam.

Theo định luật bảo toàn nguyên tố ta có:

$$n_{HNO_3} = n_{NO_3}^{mu\ddot{o}i} + n_{NO_3}^{Kh\ddot{i}} = 3n_{Fe} + n_{NO} + n_{NO_2}$$

nên $n_{HNO_3} = 0,3x3 + 0,125 + 0,125 = 1,15$ mol.

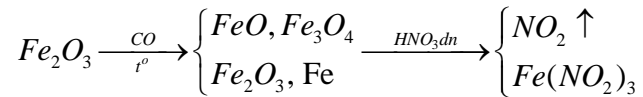
$$\text{Vậy } V_{HNO_3} = \frac{1,15}{1} = 1,15(\text{lít})$$

3. Dạng khử không hoàn toàn Fe₂O₃ sau cho sản phẩm phản ứng với chất oxi hóa mạnh là

HNO₃ hoặc H₂SO₄ đặc nóng:

Đề ra: Cho một luồng khí CO đi qua ống sứ đựng m gam Fe₂O₃ nung nóng. Sau một thời gian thu được 10,44 gam chất rắn X gồm Fe, FeO, Fe₂O₃ và Fe₃O₄. Hòa tan hết X trong dung dịch HNO₃ đặc, nóng thu được 4,368 lít NO₂ (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Tính m ?

Phân tích đề: Sơ đồ phản ứng



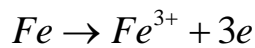
Trong trường hợp này xét quá trình đầu và cuối ta thấy chất nhường e là CO, chất nhận e là HNO₃. Nhưng nếu biết tổng số mol Fe trong oxit ta sẽ biết được số mol Fe₂O₃. Bởi vậy ta dùng chính dữ kiện bài toán hòa tan x trong HNO₃ để tính tổng số mol Fe.

Giải: Theo đề ra ta có: $n_{NO_2} = 0,195mol$

Gọi số mol Fe và O tương ứng trong X là x và y ta có: $56x + 16y = 10,44$ (1).

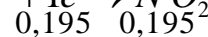
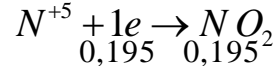
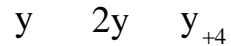
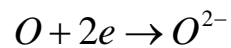
Quá trình nhường và nhận e:

Chất khử



x 3x

Chất oxi hóa



Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có: $3x = 2y + 0,195$ (2)

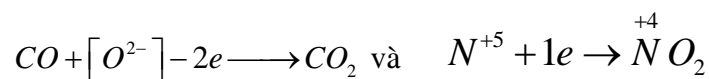
Từ (1) và (2) ta có hệ
$$\begin{cases} 56x + 16y = 10,44 \\ 3x - 2y = 0,195 \end{cases}$$

Giải hệ trên ta có $x = 0,15$ và $y = 0,1275$

Như vậy $n_{Fe} = 0,15$ mol nên $n_{Fe_2O_3} = 0,075mol \longrightarrow m = 12$ gam.

Nhận xét:

Dĩ nhiên trong bài toán trên ta cũng có thể giải theo cách tính số mol O bị CO lấy theo phương trình:



Sau đó dựa vào định luật bảo toàn khối lượng ta có: $m = 10,44 + m_O$

4. Dạng hỗn hợp oxit sắt phản ứng với axit thường: H⁺

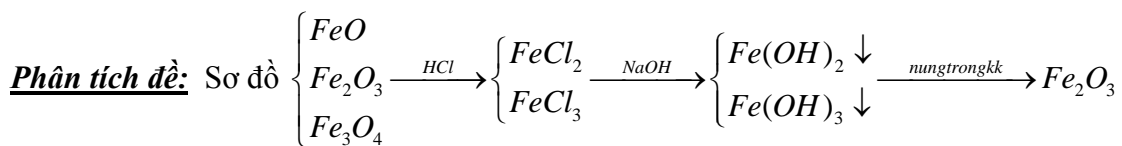
Tổng quan về dạng này:

Đây không phải là phản ứng oxi hóa khử mà chỉ là phản ứng trao đổi. Trong phản ứng này ta coi đó là phản ứng của: $2H^+ + [O^{2-}] \rightarrow H_2O$ và tạo ra các muối Fe²⁺ và Fe³⁺ trong dung dịch.

Như vậy nếu biết số mol H^+ ta có thể biết được khối lượng của oxi trong hỗn hợp oxit và từ đó có thể tính được tổng số mol sắt trong hỗn hợp ban đầu.

Đề ra:

Cho 7,68 gam hỗn hợp gồm FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃ tác dụng vừa hết với 260 ml HCl 1M thu được dung dịch X. Cho X phản ứng với dung dịch NaOH dư thu được kết tủa Y. Nung Y ngoài không khí đến khối lượng không đổi thu được đến khối lượng không đổi được m(g) chất rắn. Tính m



+ Ta coi H^+ của axit chỉ phản ứng với O^{2-} của oxit

+ Toàn bộ Fe trong oxit chuyển về Fe₂O₃

+ Từ số mol H^+ ta có thể tính được số mol O trong oxit từ đó có thể tính được lượng Fe có trong oxit.

+ Nung các kết tủa ngoài không khí đều thu được Fe₂O₃

Giải: Ta có $n_{H^+} = n_{HCl} = 0,26 \text{ mol}$

Theo phương trình: $2H^+ + [O^{2-}] \rightarrow H_2O$ trong O^{2-} là oxi trong hỗn hợp oxit

$$0,26 \quad 0,13$$

$n_{O^{2-}} = 0,13 \text{ mol}$ mà theo định luật bảo toàn khối lượng ta có: $m_{Fe} + m_O = 7,68$

Nên $m_{Fe} = 7,68 - 0,13 \times 16 = 5,6 \text{ (gam)} \rightarrow n_{Fe} = 0,1 \text{ mol}$

Ta lại có $2Fe \rightarrow Fe_2O_3$

$$0,1 \quad 0,05$$

Vậy $m = 0,05 \times 160 = 8 \text{ gam}$.

Nhận xét: Ngoài cách giải trên ta cũng có thể quy hỗn hợp về chỉ còn FeO và Fe₂O₃ vì Fe₃O₄ coi như là hỗn hợp của FeO.Fe₂O₃ với số mol như nhau.

IV. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Bài 1: Để m g sắt ngoài không khí một thời gian được hỗn hợp rắn gồm Fe, FeO, Fe₂O₃, và Fe₃O₄ có tổng khối lượng là 30g. Cho hh này tan trong HNO₃ dư được 5.6 lít NO duy nhất (đktc). Tính m?

Bài 2 Hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe₂O₃. Cho một luồng khí CO đi qua ống sứ đựng mg hh X đun nóng. Sau khi kết thúc thí nghiệm thu được 64g chất rắn và 11.2 lít khí B(đktc) có tỉ khối so với H₂ là 20.4. Tính m ?

Bài 3 Để khử hoàn toàn 3,04 gam hỗn hợp Y (gồm FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃) thì cần 0,05 mol H₂. Mặt khác hòa tan hoàn toàn 3,04 gam hỗn hợp Y trong dung dịch H₂SO₄ đặc thì thu được khí SO₂ (sản phẩm khử duy nhất) . Tính thể tích SO₂ (đktc)?

Bài 4 Đốt cháy m gam sắt ngoài không khí sau một thời gian thu được 5,04 gam hỗn hợp X gồm sắt và các oxit sắt. Hòa tan hỗn hợp X trong HNO₃ loãng dư thu được 0,784 lít khí(đktc) gồm NO và NO₂ có tỉ khối so với H₂ là 19. Tính m?

Bài 5 Đốt cháy 16,8 gam bột sắt ngoài không khí, sau một thời gian thu được hỗn hợp X gồm sắt và các oxit. Cho hòa tan hết X trong dung dịch H₂SO₄ đặc nóng thu được 5,6 lít khí SO₂ (sản phẩm khử duy nhất ở đktc)

1. Tính m

2. Nếu thay H₂SO₄ bằng HNO₃ đặc nóng thì thể tích NO₂ (đktc) sẽ là bao nhiêu?

Bài 6 Cho một luồng khí CO đi qua ống sứ đựng m gam Fe₂O₃ nung nóng. Sau một thời gian thu được hỗn hợp X nặng 44,64 gam gồm Fe, FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃. Hòa tan X bằng HNO₃ loãng dư thu được 3,136 lít khí NO (đktc). Tính m?

Bài 7 Cho một luồng khí CO đi qua ống sứ đựng 18,08 gam Fe₂O₃ nung nóng. Sau một thời gian thu được hỗn hợp X nặng 13,92 gam gồm Fe, FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃. Hòa tan X bằng HNO₃ đặc nóng thu được V lít khí NO₂ (đktc). Tính V?

C. KẾT LUẬN

Trong khi giảng dạy bồi dưỡng học sinh giỏi và ôn thi đại học tôi đã có rất nhiều trở ngại khi dạy phần hỗn hợp sắt và hợp chất của sắt. Tôi nhận thấy kể cả đề thi học sinh giỏi và đề thi đại học số lượng câu hỏi về sắt và hợp chất sắt luôn chiếm một tỉ lệ nhất định và đặc biệt là những bài toán kinh điển. Trên thực tế như vậy tôi đã mạnh dạn đưa các phương pháp giải bài tập này vào và qua giảng dạy tôi thấy học sinh nắm vấn đề tương đối nhẹ nhàng và có hiệu quả rõ rệt nhất là định hướng và thời gian giải bài tập. Đó cũng là động lực để tôi hoàn thành đề tài này, rất mong nhận được sự quan tâm góp ý của các bạn đồng nghiệp./.