

Tổng hợp kiến thức Thủy phân Carbohydrate

Phản ứng thủy phân là một trong những tính chất hóa học quan trọng nhất của disaccharide và polysaccharide. Việc nắm vững cơ chế, phương trình và các dạng bài tập liên quan sẽ giúp học sinh tự tin chinh phục các câu hỏi về carbohydrate trong kỳ thi THPT Quốc gia.

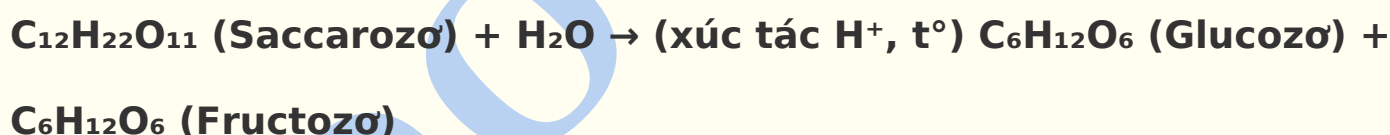
Phần I: Lý thuyết trọng tâm

1. Phản ứng thủy phân của Disaccharide

Disaccharide là những carbohydrate khi thủy phân đến cùng cho ra 2 phân tử monosaccharide.

a. Thủy phân Saccarozơ ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

- **Phương trình phản ứng:**



- **Giải thích:** Trong môi trường axit và đun nóng (hoặc có xúc tác enzyme invertaza), một phân tử saccarozơ bị thủy phân tạo thành một phân tử glucosơ và một phân tử fructosơ. Dung dịch sau thủy phân có khả năng tham gia phản ứng tráng bạc vì cả glucosơ và fructosơ đều có phản ứng này.
- **Ví dụ 1:** Thủy phân hoàn toàn 34,2 gam saccarozơ trong môi trường axit, thu được dung dịch X. Tính khối lượng glucosơ thu được.

Giải: $n_{\text{saccarozơ}} = 34,2 / 342 = 0,1 \text{ mol.}$

Theo phương trình, $n_{\text{glucozơ}} = n_{\text{saccarozơ}} = 0,1 \text{ mol}$.

Vậy $m_{\text{glucozơ}} = 0,1 * 180 = 18 \text{ gam}$.

- **Ví dụ 2:** Thủy phân m gam saccarozơ với hiệu suất 80%, thu được 27 gam glucozơ. Tìm m .

Giải: $n_{\text{glucozơ (thực tế)}} = 27 / 180 = 0,15 \text{ mol}$.

Theo phương trình, $n_{\text{saccarozơ (phản ứng)}} = n_{\text{glucozơ}} = 0,15 \text{ mol}$.

Vì $H = 80\%$, $n_{\text{saccarozơ (ban đầu)}} = n_{\text{saccarozơ (phản ứng)}} / 80\% = 0,15 / 0,8 = 0,1875 \text{ mol}$.

Vậy $m = 0,1875 * 342 = 64,125 \text{ gam}$.

b. Thủy phân Mantozơ ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)

- **Phương trình phản ứng:**



- **Giải thích:** Trong môi trường axit và đun nóng (hoặc có xúc tác enzyme mantaza), một phân tử mantozơ bị thủy phân tạo thành hai phân tử glucozơ.
- **Ví dụ:** Thủy phân hoàn toàn 6,84 gam mantozơ rồi cho toàn bộ sản phẩm tham gia phản ứng tráng bạc. Tính khối lượng Ag thu được.

Giải: $n_{\text{mantozơ}} = 6,84 / 342 = 0,02 \text{ mol}$.



$0,02 \text{ mol} \rightarrow 0,04 \text{ mol}$

Mỗi phân tử glucozơ tráng bạc cho 2 Ag.

$n_{\text{Ag}} = 2 * n_{\text{glucozơ}} = 2 * 0,04 = 0,08 \text{ mol}$.

$m_{\text{Ag}} = 0,08 * 108 = 8,64 \text{ gam}$.

2. Phản ứng thủy phân của Polysaccharide

Polysaccharide là những carbohydrate phức tạp, khi thủy phân đến cùng cho ra nhiều phân tử monosaccharide.

a. Thủy phân Tinh bột $((C_6H_{10}O_5)_n)$

- **Phương trình phản ứng:**



- **Giải thích:** Tinh bột bị thủy phân trong môi trường axit nóng hoặc nhờ enzyme amylaza (có trong nước bọt, mầm lúa). Phản ứng xảy ra qua nhiều giai đoạn trung gian tạo thành dextrin, mantozơ và cuối cùng là glucose.

- **Ví dụ 1:** Thủy phân 16,2 gam tinh bột với hiệu suất phản ứng là 75%. Tính khối lượng glucose thu được.

Giải: Ta có sơ đồ: $(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow nC_6H_{12}O_6$. Để tính toán, ta có thể bỏ qua hệ số n: $C_6H_{10}O_5 \rightarrow C_6H_{12}O_6$.

$$n_{\text{tinh bột}} = 16,2 / 162 = 0,1 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{glucose (lý thuyết)}} = n_{\text{tinh bột}} = 0,1 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{glucose (thực tế)}} = 0,1 * 75\% = 0,075 \text{ mol.}$$

$$m_{\text{glucose}} = 0,075 * 180 = 13,5 \text{ gam.}$$

b. Thủy phân Xenlulozơ $((C_6H_{10}O_5)_n)$

- **Phương trình phản ứng:**



- **Giải thích:** Xenlulozơ bị thủy phân trong điều kiện khắc nghiệt hơn tinh bột (xúc tác axit sunfuric đặc, nhiệt độ cao). Phản ứng này là cơ sở của việc sản

xuất ethanol sinh học từ nguyên liệu chứa xenlulozơ như gỗ, rơm rạ.

- **Ví dụ:** Từ 1 tấn mùn cưa chứa 50% xenlulozơ có thể điều chế được bao nhiêu kg glucozơ, biết hiệu suất quá trình là 60%?

Giải: $m_{\text{xenlulozơ}} = 1000 \text{ kg} * 50\% = 500 \text{ kg}.$

Sơ đồ: $(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow nC_6H_{12}O_6$

Khối lượng mol: $162n \rightarrow 180n$

Khối lượng glucozơ (lý thuyết) = $500 * (180n / 162n) = 555,56 \text{ kg}.$

Khối lượng glucozơ (thực tế) = $555,56 * 60\% = 333,33 \text{ kg}.$

Phần II: Phân loại và phương pháp giải nhanh

3. Các dạng bài tập thường gặp

Dạng 1: Bài toán thuận (Tính sản phẩm khi biết chất ban đầu)

- **Phương pháp:** Áp dụng công thức tính toán theo phương trình hóa học. Nếu có hiệu suất, nhân lượng sản phẩm lý thuyết với hiệu suất.
- **Ví dụ:** Thủy phân 171 gam saccarozơ với hiệu suất 90%. Khối lượng hỗn hợp sản phẩm thu được là bao nhiêu?

Giải: $n_{\text{saccarozơ (pu)}} = (171 / 342) * 90\% = 0,45 \text{ mol}.$

$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$

$0,45 \text{ mol} \rightarrow 0,45 \text{ mol} \rightarrow 0,45 \text{ mol}$

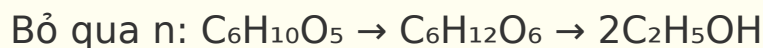
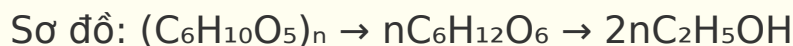
$m_{\text{sản phẩm}} = m_{\text{glucozơ}} + m_{\text{fructozơ}} = 0,45 * 180 + 0,45 * 180 = 162 \text{ gam}.$

Dạng 2: Bài toán nghịch (Tính chất ban đầu khi biết sản phẩm)

- **Phương pháp:** Tính lượng chất ban đầu theo lý thuyết từ sản phẩm, sau đó chia cho hiệu suất.

- **Ví dụ:** Lên men glucozơ thu được 9,2 gam etanol. Biết hiệu suất quá trình lên men là 80%. Tính khối lượng tinh bột cần dùng để thủy phân ra lượng glucozơ trên, biết hiệu suất thủy phân là 75%.

Giải: $n_{\text{etanol}} = 9,2 / 46 = 0,2 \text{ mol.}$



$n_{\text{tinh bột (lý thuyết)}} = n_{\text{etanol}} / 2 = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ mol.}$

Do hiệu suất 2 giai đoạn, $n_{\text{tinh bột (thực tế)}} = 0,1 / (80\% * 75\%) = 0,1 / 0,6 = 1/6 \text{ mol.}$

$m_{\text{tinh bột}} = (1/6) * 162 = 27 \text{ gam.}$

Dạng 3: Bài toán hỗn hợp

- **Phương pháp:** Viết các phương trình phản ứng. Dựa vào dữ kiện đề bài (khối lượng, sản phẩm tráng bạc,...) để lập hệ phương trình và giải.
- **Ví dụ:** Hỗn hợp X gồm glucozơ và saccarozơ. Thủy phân hoàn toàn 7,02 gam X trong môi trường axit, thu được dung dịch Y. Trung hòa axit trong Y rồi cho tác dụng với lượng dư dung dịch AgNO_3 trong NH_3 , thu được 8,64 gam Ag. Tính % khối lượng saccarozơ trong X.

Giải: Gọi $n_{\text{glucozơ}} = a \text{ mol}$, $n_{\text{saccarozơ}} = b \text{ mol.}$

$m_X = 180a + 342b = 7,02 \text{ (1)}$

Sau thủy phân: $n_{\text{glucozơ tổng}} = a + b$; $n_{\text{fructozơ}} = b.$

Cả hai đều tráng bạc cho 2 Ag.

$n_{\text{Ag}} = 2 * n_{\text{glucozơ tổng}} + 2 * n_{\text{fructozơ}} = 2(a + b) + 2b = 2a + 4b.$

$n_{\text{Ag}} = 8,64 / 108 = 0,08 \text{ mol.}$

$$\text{Vậy } 2a + 4b = 0,08 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) giải hệ ta được $a = 0,02$; $b = 0,01$.

$$\%m_{\text{saccharozơ}} = (0,01 * 342 / 7,02) * 100\% = 48,72\%.$$

4. Phương pháp giải nhanh

a. Bảo toàn khối lượng

- **Nội dung:** $m_{\text{Carbohydrate}} + m_{\text{H}_2\text{O phản ứng}} = m_{\text{sản phẩm hữu cơ}}$
- **Ví dụ:** Thủy phân hoàn toàn m gam saccharozơ thu được dung dịch X. Toàn bộ dung dịch X tác dụng với $\text{AgNO}_3/\text{NH}_3$ dư thu được 43,2 gam Ag. Tính m .

Giải: Saccharozơ $\rightarrow$ Glucozơ + Fructozơ. (1 Glu + 1 Fru cho 4 Ag)

$$n_{\text{Ag}} = 43,2 / 108 = 0,4 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{saccharozơ}} = n_{\text{Ag}} / 4 = 0,4 / 4 = 0,1 \text{ mol.}$$

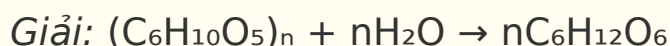
$m = 0,1 * 342 = 34,2$ gam. (Bài này dùng sơ đồ nhanh hơn, nhưng nếu hỏi khối lượng nước thì dùng BTKL)

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{saccharozơ}} * 18 = 0,1 * 18 = 1,8 \text{ gam.}$$

$$m_{\text{sản phẩm}} = m_{\text{saccharozơ}} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 34,2 + 1,8 = 36 \text{ gam.}$$

b. Tăng giảm khối lượng

- **Nội dung:** Độ tăng khối lượng của dung dịch sau phản ứng thủy phân chính là khối lượng nước đã tham gia phản ứng. $\Delta m = m_{\text{H}_2\text{O}}$.
- **Ví dụ:** Thủy phân hoàn toàn 1 mol tinh bột, khối lượng dung dịch tăng lên bao nhiêu gam?

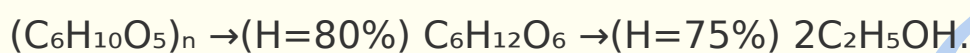


Với 1 mol $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, cần n mol H_2O .

$\Delta m = m_{\text{H}_2\text{O}} = n * 18 \text{ gam}$. Bài toán này thường áp dụng cho dạng không có hệ số n , ví dụ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Khối lượng tăng 18 gam cho mỗi mol $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ phản ứng.

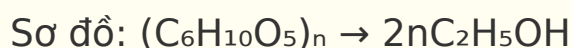
c. Phương pháp sơ đồ đường chéo và quy đổi

- **Nội dung:** Sử dụng sơ đồ phản ứng để rút gọn các bước trung gian, đặc biệt trong các chuỗi phản ứng dài.
- **Ví dụ:** Từ tinh bột, người ta sản xuất ethanol theo sơ đồ sau (hiệu suất mỗi giai đoạn được ghi trên mũi tên):



Tính khối lượng ethanol thu được từ 1 tấn khoai chứa 20% tinh bột.

Giải: $m_{\text{tinh bột}} = 1000 \text{ kg} * 20\% = 200 \text{ kg}.$



Khối lượng mol: $162n \rightarrow 2n * 46 = 92n$

Hiệu suất chung: $H = 80\% * 75\% = 60\% = 0,6.$

$$m_{\text{ethanol}} = 200 \text{ kg} * (92n / 162n) * H = 200 * (92/162) * 0,6 \approx 68,15 \text{ kg}.$$

Bảng tổng kết phản ứng thủy phân

Carbohydrate	Công thức	Sản phẩm thủy phân	Đặc điểm
Saccarozơ	$C_{12}H_{22}O_{11}$	1 Glucozơ + 1 Fructozơ	Xúc tác axit hoặc enzyme. Sản phẩm trắng bạc tỉ lệ 1:4.
Mantozơ	$C_{12}H_{22}O_{11}$	2 Glucozơ	Xúc tác axit hoặc enzyme. Sản phẩm trắng bạc tỉ lệ 1:4.
Tinh bột	$(C_6H_{10}O_5)_n$	n Glucozơ	Xúc tác axit hoặc enzyme. Điều kiện dễ hơn xenlulozơ.
Xenlulozơ	$(C_6H_{10}O_5)_n$	n Glucozơ	Chỉ thủy phân trong H_2SO_4 đặc, nóng. Điều kiện khắc nghiệt.