

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

- Cacbohidrat (gluxit, saccarit) là những hợp chất hữu cơ tạp chức, thường có công thức chung là $C_n(H_2O)_m$
- Cacbohidrat được phân thành ba nhóm chính sau đây:
 - Monosaccarit: là nhóm cacbohidrat đơn giản nhất, không thể thủy phân được. Ví dụ: glucozơ, fructozơ ($C_6H_{12}O_6$)
 - Disaccarit: là nhóm cacbohidrat mà khi thủy phân sinh ra 2 phân tử monosaccarit. Ví dụ: saccarozơ, mantozơ ($C_{12}H_{22}O_{11}$)
 - Polisaccarit: là nhóm cacbohidrat phức tạp mà khi thủy phân đến cùng sinh ra nhiều phân tử monosaccarit. Ví dụ: tinh bột, xenlulozơ ($C_6H_{10}O_5$)_n

GLUCOZƠ

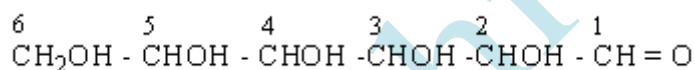
I – TÍNH CHẤT VẬT LÝ VÀ TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

- Glucozơ là chất kết tinh, không màu, nóng chảy ở 146°C (dạng α) và 150°C (dạng β), dễ tan trong nước
- Có vị ngọt, có trong hầu hết các bộ phận của cây (lá, hoa, rễ...) đặc biệt là quả chín (còn gọi là đường nho)
- Trong máu người có một lượng nhỏ glucozơ, hầu như không đổi (khoảng 0,1 %)

II – CẤU TRÚC PHÂN TỬ

Glucozơ có công thức phân tử là $C_6H_{12}O_6$, tồn tại ở dạng mạch hở và dạng mạch vòng

1. Dạng mạch hở

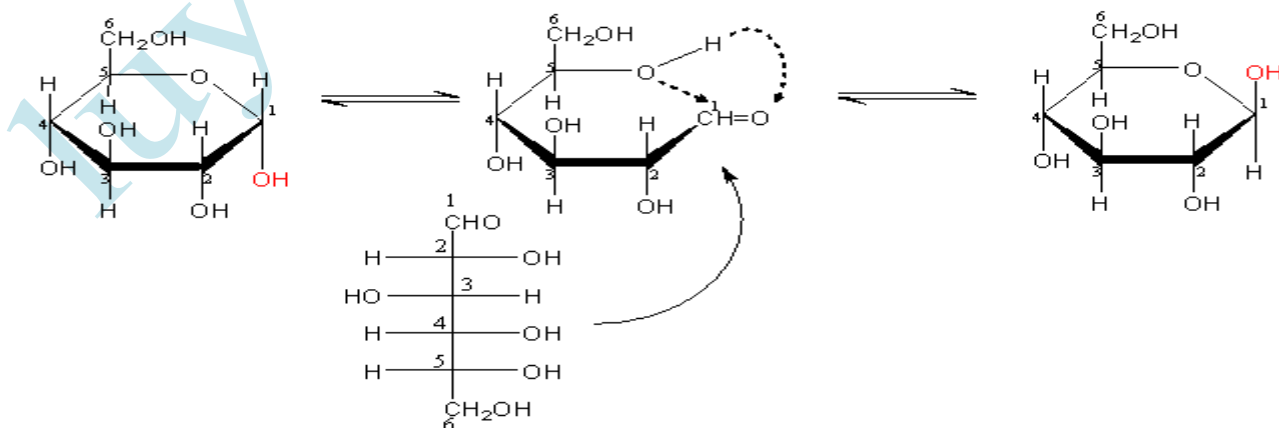


Hoặc viết gọn là: $CH_2OH[CHOH]_4CHO$



2. Dạng mạch vòng

- Nhóm –OH ở C5 cộng vào nhóm C = O tạo ra hai dạng vòng 6 cạnh α và β



α – glucozơ ($\approx 36\%$)

dạng mạch hở (0,003 %)

β – glucozơ ($\approx 64\%$)

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

- Nếu nhóm – OH đính với C1 nằm dưới mặt phẳng của vòng 6 cạnh là α -, ngược lại nằm trên mặt phẳng của vòng 6 cạnh là β -

- Nhóm – OH ở vị trí C số 1 được gọi là OH – hemiacetal

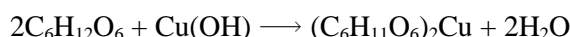
III – TÍNH CHẤT HÓA HỌC

Glucozơ có các tính chất của andehit (do có nhóm chức andehit – CHO) và ancol đa chức (do có 5 nhóm OH ở vị trí liền kề)

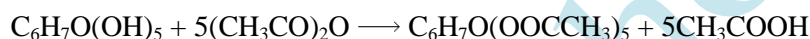
1. Tính chất của ancol đa chức (poliancol hay polioli)

a) Tác dụng với $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ở nhiệt độ thường:

Dung dịch glucozơ hòa tan $\text{Cu}(\text{OH})_2$ cho dung dịch phức đồng – glucozơ có màu xanh lam



b) Phản ứng tạo este:



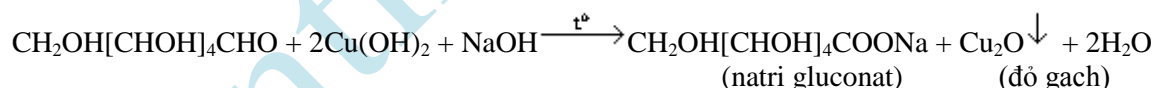
2. Tính chất của andehit

a) Oxi hóa glucozơ:

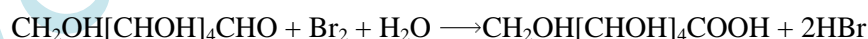
- Với dung dịch AgNO_3 trong NH_3 , đun nóng (thuốc thử Tollens) cho phản ứng tráng bạc



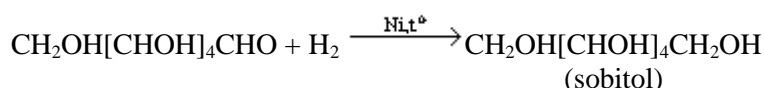
- Với dung dịch $\text{Cu}(\text{OH})_2$ trong NaOH , đun nóng (thuốc thử Fehling)



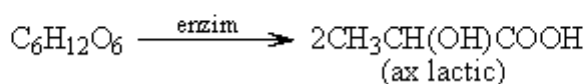
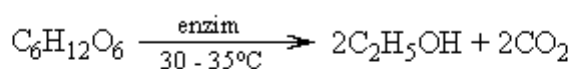
- Với dung dịch nước brom:



b) Khử glucozơ:



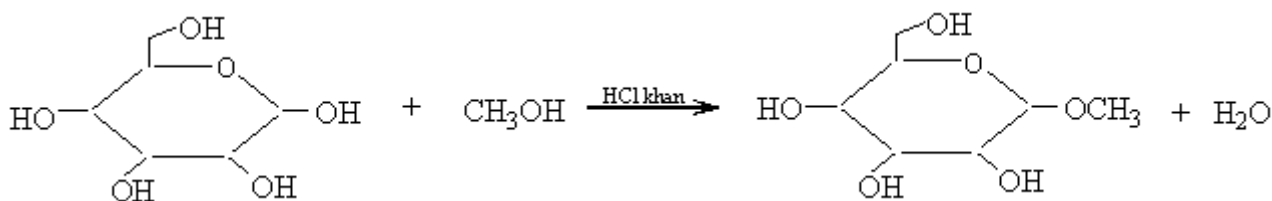
3. Phản ứng lên men



4. Tính chất riêng của dạng mạch vòng

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

- Riêng nhóm OH ở C₁ (OH – hemiaxetal) của dạng vòng tác dụng với metanol có HCl xúc tác, tạo ra metyl glicozit.

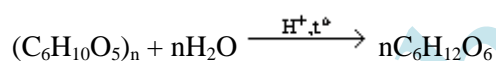


- Khi nhóm OH ở C₁ đã chuyển thành nhóm OCH₃, dạng vòng không thể chuyển sang dạng mạch hở được nữa.

IV – ĐIỀU CHẾ VÀ ỨNG DỤNG

1. Điều chế (trong công nghiệp)

- Thủy phân tinh bột với xúc tác là HCl loãng hoặc enzym
- Thủy phân xenlulozơ với xúc tác HCl đặc



2. Ứng dụng

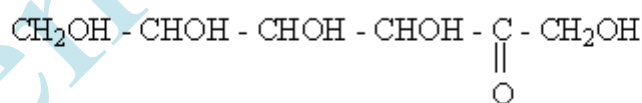
- Trong y học: dùng làm thuốc tăng lực cho người bệnh (dễ hấp thu và cung cấp nhiều năng lượng)
- Trong công nghiệp: dùng để tráng gương, tráng ruột phích (thay cho andehit vì andehit độc)

V – ĐỒNG PHÂN CỦA GLUCOZƠ : FRUCTOZO

1. Cấu tạo

a) Dạng mạch hở:

Fructozơ (C₆H₁₂O₆) ở dạng mạch hở là một polihidroxi xeton, có công thức cấu tạo thu gọn là:



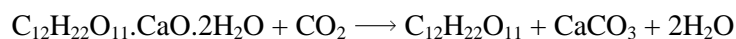
Hoặc viết gọn là: CH₂OH[CHOH]₃COCH₂OH

b) Dạng mạch vòng:

- Tồn tại cả ở dạng mạch vòng 5 cạnh và 6 cạnh
- Dạng mạch vòng 5 cạnh có 2 dạng là α – fructozơ và β – fructozơ
 - + Trong dung dịch, fructozơ tồn tại chủ yếu ở dạng β vòng 5 cạnh
 - + Ở trạng thái tinh thể, fructozơ ở dạng β, vòng 5 cạnh α – fructozơ β – fructozơ

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT
 $C_{12}H_{22}O_{11} + Ca(OH)_2 + H_2O \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11}.CaO.2H_2O$

(3) Sục CO_2 vào dung dịch và lọc bỏ kết tủa $CaCO_3$ thu được dung dịch saccarozơ có màu vàng



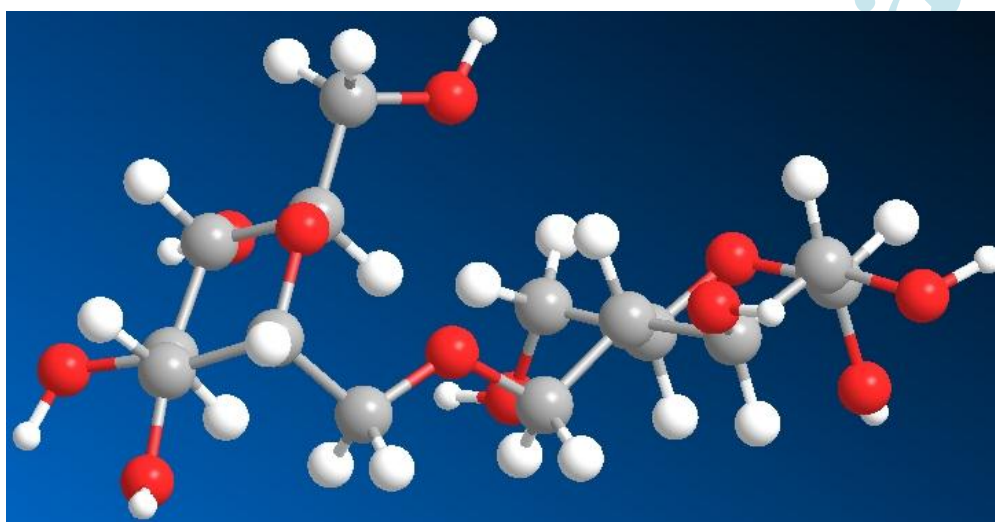
(4) Tẩy màu nước đường bằng khí SO_2

(5) Cô đặc dung dịch nước đường (không màu và trong suốt) dưới áp suất thấp. Làm lạnh và dùng máy li tâm tách đường kết tinh.

V – ĐỒNG PHẦN CỦA SACCAROZƠ : MANTOZO

Mantozơ còn được gọi là đường mạch nha. Công thức phân tử $C_{12}H_{22}O_{11}$

1. Cấu trúc

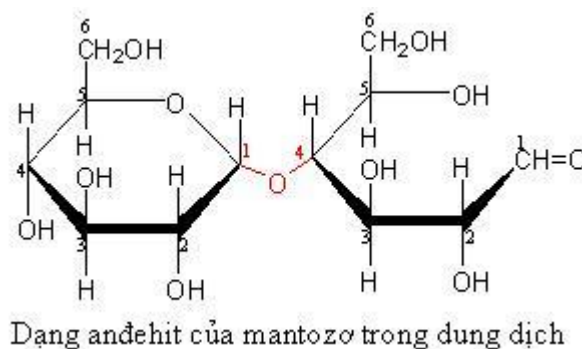
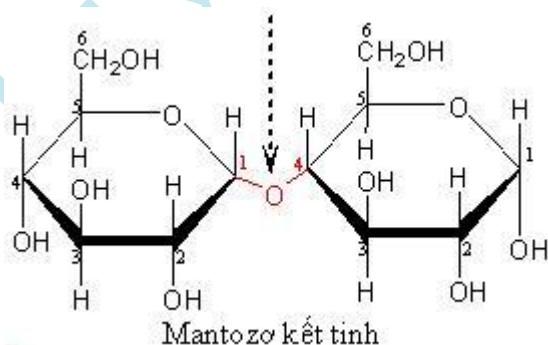


- Ở trạng thái tinh thể, phân tử mantozơ gồm 2 gốc glucozơ liên kết với nhau ở C_1 của gốc α – glucozơ này với C_4 của gốc α – glucozơ kia qua một nguyên tử oxi

- Liên kết $\alpha - C_1 - O - C_4$ được gọi là liên kết $\alpha - 1,4 -$ glicozit

- Trong dung dịch, gốc glucozơ thứ 2 có thể mở vòng tạo ra nhóm $-CHO$

Liên kết $\alpha - 1,4 -$ glicozit



2. Tính chất hóa học

a) Tính chất của ancol đa chức: giống như saccarozơ

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

b) Phản ứng của disaccarit (thủy phân):

Mantozơ bị thủy phân thành 2 phân tử glucozơ khi:

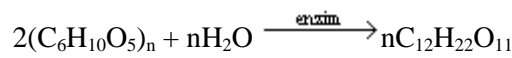
- Đun nóng với dung dịch axit
- Hoặc có xúc tác enzym mantaza Glucozơ

c) Tính khử của andehit:

Mantozơ có 1 nhóm andehit nên cho phản ứng tráng bạc, phản ứng khử $\text{Cu}(\text{OH})_2$ và phản ứng với dung dịch nước brom

3. Điều chế

Thủy phân tinh bột nhờ xúc tác enzym amilaza (có trong mầm lúa)



Tinh bột

Mantozơ

TINH BỘT

I – TÍNH CHẤT VẬT LÝ VÀ TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

- Tinh bột là chất rắn vô định hình, màu trắng, không tan trong nước nguội
- Trong nước nóng từ 65°C trở lên, tinh bột chuyển thành dung dịch keo (hồ tinh bột)
- Tinh bột có nhiều trong các loại ngũ cốc, củ (khoai, sắn), quả (táo, chuối)...

II – CẤU TRÚC PHÂN TỬ

1. Cấu trúc

Tinh bột là hỗn hợp của hai loại polisaccarit : amilozơ và amilopectin, trong đó amilozơ chiếm 20 – 30 % khối lượng tinh bột

	Amilozơ	Amilopectin
Công thức phân tử	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$
Phân tử khối	150.000 – 600.000	300.000 – 3.000.000
Giá trị của n	1000 – 4000	2000 – 200.000
Mạch phân tử	Không phân nhánh	Có phân nhánh
Tan trong nước nóng	Có	Không

a) Phân tử amilozơ

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

- Các gốc α – glucozơ liên kết với nhau bằng liên kết α – 1,4 – glicozit tạo thành mạch không phân nhánh
- Phân tử amilozơ không duỗi thẳng mà xoắn lại thành hình lò xo. Mỗi vòng xoắn gồm 6 gốc glucozơ

b) Phân tử amilopectin

- Các gốc α – glucozơ liên kết với nhau bằng 2 loại liên kết:
 - + Liên kết α – 1,4 – glicozit để tạo thành một chuỗi dài (20 – 30 mắt xích α – glucozơ)
 - + Liên kết α – 1,6 – glicozit để tạo nhánh

2. Đặc điểm

a) Phân tử khối của tinh bột không xác định do n biến thiên trong khoảng rộng

b) Tinh bột thuộc loại polime nên không có hai tính chất sau: hòa tan $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (dù có nhiều nhóm $-\text{OH}$ liên kề) và tính khử của anđehit (dù tận cùng phân tử vẫn có nhóm OH –hemiaxetal). Các nhóm $-\text{OH}$ trong tinh bột có khả năng tạo este như glucozơ.

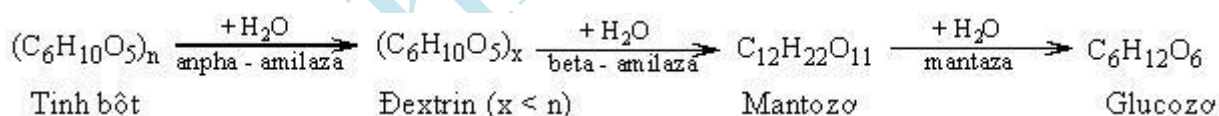
III – TÍNH CHẤT HÓA HỌC

1. Phản ứng của polisaccarit (thủy phân)

a) Thủy phân nhờ xúc tác axit vô cơ: dung dịch thu được sau phản ứng có khả năng tráng bạc



b) Thủy phân nhờ enzym:



- Quá trình làm bánh mì là quá trình đextrin hóa bằng men và bằng nhiệt. Com cháy là hiện tượng đextrin hóa bằng nhiệt

- Ăn bánh mì, com cháy dễ tiêu và có vị hơi ngọt vì phân tử tinh bột đã được phân cắt nhỏ thành các disaccarit và monosaccarit

2. Phản ứng màu với dung dịch iot (đặc trưng)

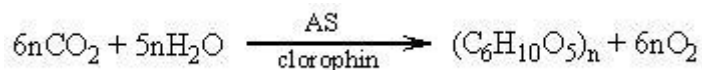
- Hồ tinh bột + dung dịch I_2 \longrightarrow hợp chất màu xanh tím
- Đun nóng thì thấy mất màu, để nguội thì màu xanh tím lại xuất hiện

Giải thích: Mạch phân tử của amilozơ không phân nhánh và xoắn thành dạng hình trụ. Các phân tử iot đã len vào, nằm phía trong ống trụ và tạo thành hợp chất bọc có màu xanh tím. Liên kết giữa iot và amilozơ trong hợp chất bọc là liên kết yếu. Ngoài ra, amilopectin còn có khả năng hấp thụ iot trên bề mặt các mạch nhánh. Hợp chất bọc không bền ở nhiệt độ cao, khi đun nóng màu xanh tím bị mất và khi để nguội màu xanh tím xuất hiện trở lại.

IV – SỰ CHUYỂN HÓA TINH BỘT TRONG CƠ THỂ (SGK hóa học nâng cao lớp 12 trang 43)

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

V – SỰ TẠO THÀNH TINH BỘT TRONG CÂY XANH (PHẢN ỨNG QUANG HỢP)



XENLULOZO

I – TÍNH CHẤT VẬT LÝ VÀ TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

- Xenlulozơ là chất rắn hình sợi, màu trắng, không mùi, không vị, không tan trong nước và trong dung môi hữu cơ thông thường như benzen, etc

- Xenlulozơ là thành phần chính tạo ra lớp màng tế bào thực vật, bộ khung của cây cối

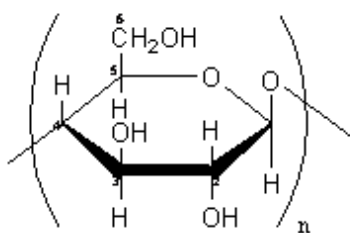
- Xenlulozơ có nhiều trong cây bông (95 – 98 %), đay, gai, tre, nứa (50 – 80 %), gỗ (40 – 50 %)

II – CẤU TRÚC PHÂN TỬ

1. Cấu trúc

- Công thức phân tử: $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$

- Xenlulozơ là một polime hợp thành từ các mắt xích β – glucozơ bởi các liên kết β – 1,4 – glicozit



2. Đặc điểm

- Mạch phân tử không nhánh, không xoắn, có độ bền hóa học và cơ học cao

- Có khối lượng phân tử rất lớn (khoảng 1.000.000 – 2.400.000)

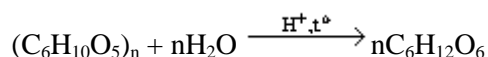
- Xenlulozơ thuộc loại polime nên **không** có hai tính chất sau: hòa tan $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (dù có nhiều nhóm $-\text{OH}$ liền kề) và tính khử của andehit (dù tận cùng phân tử vẫn có nhóm OH –hemiacetal).

- Trong mỗi mắt xích $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ có 3 nhóm $-\text{OH}$ tự do, công thức của xenlulozơ có thể được viết là $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n$

III – TÍNH CHẤT HÓA HỌC

1. Phản ứng của polisaccarit (thủy phân)

- Xảy ra khi đun nóng xenlulozơ với dung dịch axit vô cơ

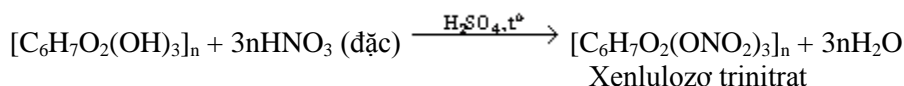
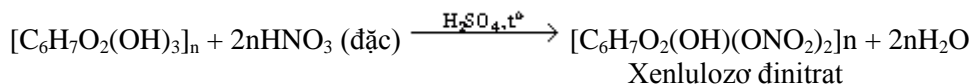
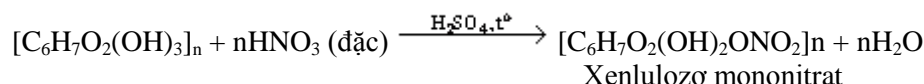


- Phản ứng cũng xảy ra nhờ enzym xenlulaza (trong dạ dày trâu, bò...). Cơ thể con người không đồng hóa được xenlulozơ

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

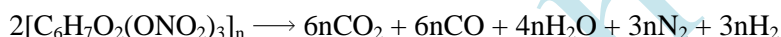
2. Phản ứng của ancol đa chức

a) Với $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ đặc (phản ứng este hóa):

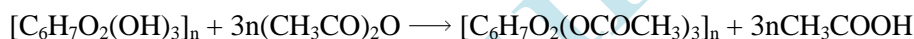


- Hỗn hợp xenlulozơ mononitrat, xenlulozơ đinitrat được gọi là coloxilin. Coloxilin dùng để chế tạo chất dẻo xenluloit dùng để làm bóng bàn, đồ chơi...

- Hỗn hợp chứa chủ yếu xenlulozơ trinitrat được gọi là piroxilin (làm chất nổ), dùng để chế tạo thuốc súng không khói. Phản ứng nổ xảy ra như sau:

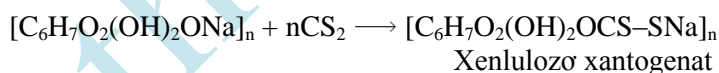
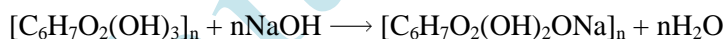


b) Với anhidrit axetic (có H_2SO_4 đặc)



Xenlulozơ triaxetat là một loại chất dẻo, dễ kéo thành tơ sợi

c) Với CS_2 và NaOH



Xenlulozơ xantogenat dùng để điều chế tơ visco

d) Xenlulozơ không phản ứng với $\text{Cu}(\text{OH})_2$, nhưng tan được trong dung dịch $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ (nước Svayde) tạo chất lỏng nhớt dùng để tạo tơ đồng - amoniac.

IV - ỨNG DỤNG

Xenlulozơ có nhiều ứng dụng quan trọng trong sản xuất và đời sống như sản xuất giấy, tơ, sợi, ancol etylic...

MỘT SỐ DẠNG BÀI TẬP VỀ CACBOHIDRAT

Bài 1: Lên men a gam glucozơ với hiệu suất 90 %, lượng CO_2 sinh ra cho hấp thụ hết vào dung dịch nước vôi trong thu được 10,0 gam kết tủa và khối lượng dung dịch giảm 3,40 gam. Vậy giá trị của a là:

A. 20,0 gam

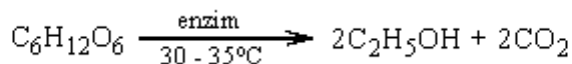
B. 15,0 gam

C. 30,0 gam

D. 13,5 gam

Gợi ý:

CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

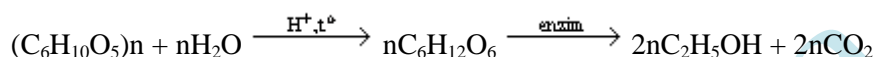


$$mCO_2 = m \text{ kết tủa} - m \text{ dung dịch giảm} = 10 - 3,4 = 6,6 \text{ gam} \rightarrow nCO_2 = 0,15 \rightarrow a = \frac{0,15 \cdot 180 \cdot 100}{2,90} = 15 \text{ gam}$$

Bài 2: Lên men một tấn tinh bột chứa 5 % tạp chất trở thành ancol etylic, hiệu suất mỗi quá trình lên men là 85 %. Nếu đem pha loãng ancol đó thành rượu 40° (khối lượng riêng của ancol etylic nguyên chất là 0,8 g/cm³) thì thể tích dung dịch rượu thu được là:

- A. 1218,1 lít B. 1812,1 lít C. 1225,1 lít D. 1852,1 lít

Gợi ý:



$$m(C_2H_5OH) = \frac{10^6 \cdot 95 \cdot n \cdot 85 \cdot 2 \cdot 46 \cdot 85}{162n \cdot 10^6} = 389793,21 \text{ gam} \rightarrow V(C_2H_5OH \text{ nc}) = \frac{389793,21}{0,8} = 487241,51 \text{ ml} \rightarrow V(\text{dung dịch rượu}) = \frac{487241,51 \cdot 100}{40 \cdot 1000} = 1218,1 \text{ lít}$$

Bài 3: Hòa tan m gam hỗn hợp saccarozơ và mantozơ vào nước thu được dung dịch X. Chia X thành hai phần bằng nhau:

- *Phần 1:* Cho tác dụng với lượng dư dung dịch AgNO₃ trong NH₃ thu được 10,8 gam kết tủa
- *Phần 2:* Thủy phân hoàn toàn được dung dịch Y. Cho Y phản ứng vừa hết với 40 gam Br₂ trong dung dịch. Giả thiết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Giá trị của m là:

- A. 273,6 gam B. 102,6 gam C. 136,8 gam D. 205,2 gam

Gợi ý: nAg = 0,1 mol ; nBr₂ = 0,25 mol

Phần 1: chỉ có mantozơ phản ứng với AgNO₃ trong NH₃ theo tỉ lệ 1 : 2 → n mantozơ = 0,1 : 2 = 0,05 (mol)

Phần 2: - thủy phân thì saccarozơ cho glucozơ và fructozơ còn mantozơ cho glucozơ. Tác dụng với dung dịch brom chỉ có glucozơ tác dụng

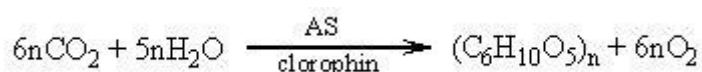
- n(mantozơ) = 0,05 mol thủy phân cho 0,1 mol glucozơ mà Σ nBr₂ dư = 0,25 → n(glucozơ do saccarozơ) .
Thủy phân = 0,25 - 0,1 = 0,15 mol → n(saccarozơ) = 0,15 mol

Vậy giá trị m = 2.(0,05 + 0,15).342 = 136,8 gam

Bài 4: Khí cacbonic chiếm tỉ lệ 0,03 % thể tích không khí. Cần bao nhiêu lít không khí (ở đktc) để cung cấp CO₂ cho phản ứng quang hợp tạo ra 50 gam tinh bột:

- A. 112554,3 lít B. 136628,7 lít C. 125541,3 lít D. 138266,7 lít

Gợi ý:



CHUYÊN ĐỀ 8 LÝ THUYẾT CACBOHIDRAT

$$\rightarrow \% (\text{khối lượng xenlulozo điaxetat}) = \frac{246 \cdot n \cdot 100}{11,1} = 22,2 \%$$