

Bài 5

GLUCOZO

- Biết cấu trúc dạng mạch hở, dạng mạch vòng của glucozơ.
- Hiểu tính chất các nhóm chức của glucozơ và vận dụng để giải thích tính chất hoá học của 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 nhưng không ngọt bằng đường mía. Glucozơ có trong hầu hết các bộ phận của cây như lá, hoa, rễ,... và nhất là trong quả chín. Đặc biệt, glucozơ có nhiều trong quả nho chín nên còn gọi là đường nho. Trong mật ong có nhiều glucozơ (khoảng 30%). Glucozơ cũng có trong cơ thể người và động vật. Trong máu người có một lượng nhỏ glucozơ, hầu như không đổi (nồng độ 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

a) Các dữ kiện thực nghiệm

- + Khử hoàn toàn glucozơ thì thu được hexan. Vậy 6 nguyên tử C của phân tử glucozơ tạo thành 1 mạch hở không phân nhánh.
- + Glucozơ có phản ứng tráng bạc, khi tác dụng với nước brom tạo thành axit gluconic, chứng tỏ trong phân tử có nhóm $CH=O$.
- + Glucozơ tác dụng với $Cu(OH)_2$ tạo thành dung dịch màu xanh lam, chứng tỏ phân tử glucozơ có nhiều nhóm OH kề nhau.
- + Glucozơ tạo este chứa 5 gốc CH_3COO , vậy trong phân tử có 5 nhóm OH.

b) Kết luận

Phân tử glucozơ có công thức cấu tạo thu gọn dạng mạch hở là :

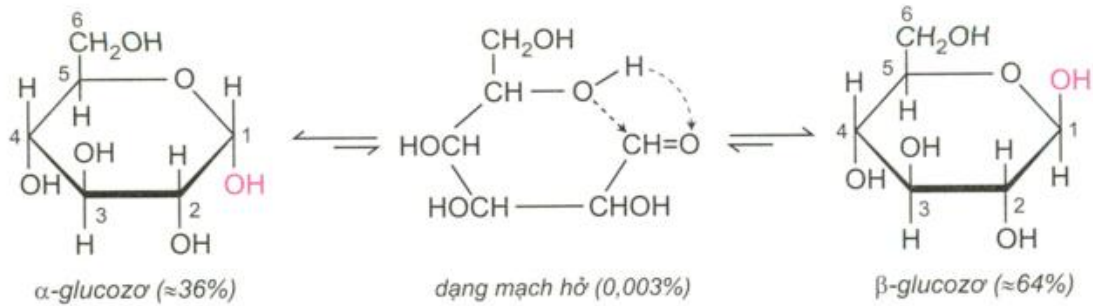


hoặc viết gọn là : $CH_2OH[CHOH]_4CHO$.

2. Dạng mạch vòng

Glucozơ kết tinh tạo ra hai dạng tinh thể có nhiệt độ nóng chảy khác nhau. Các dữ kiện thực nghiệm khác đều cho thấy hai dạng tinh thể đó ứng với hai dạng cấu trúc vòng khác nhau

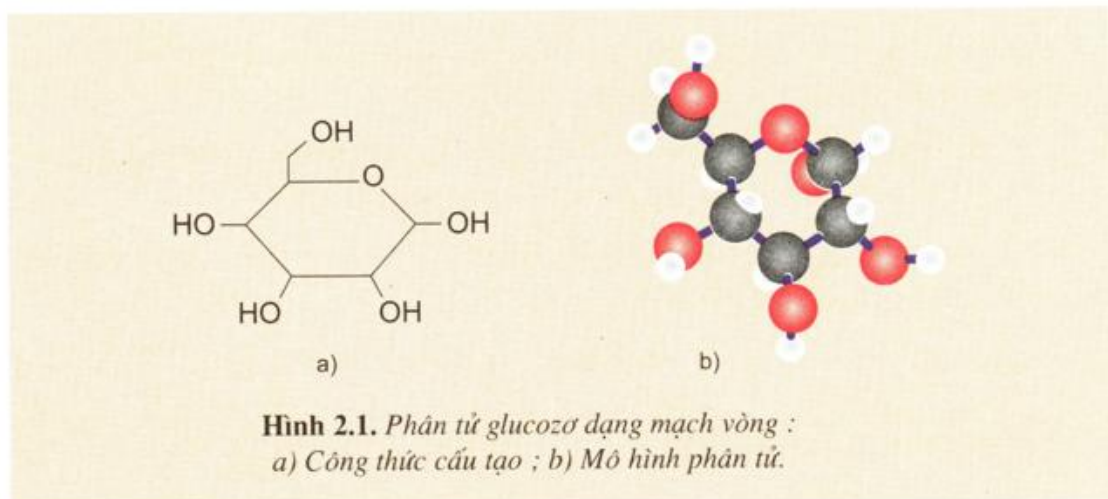
Nhóm OH ở C₅ cộng vào nhóm C = O tạo ra hai dạng vòng 6 cạnh α và β :



Trong dung dịch, glucozơ tồn tại chủ yếu ở dạng vòng 6 cạnh (α và β). Hai dạng vòng này luôn chuyển hoá lẫn nhau theo một cân bằng qua dạng mạch hở^(*).

Nhóm OH ở vị trí số 1 được gọi là OH hemiaxetal.

Để đơn giản, công thức cấu tạo của glucozơ có thể được viết như ở hình 2.1a. Mô hình rỗng của glucozơ được trình bày ở hình 2.1b.



(*) Trong công thức của α và β -glucozơ, ta coi các nguyên tử C và O trong vòng của phân tử đều nằm trên một mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng tờ giấy và các nét đậm biểu diễn những liên kết C – C ở phía gần người quan sát.

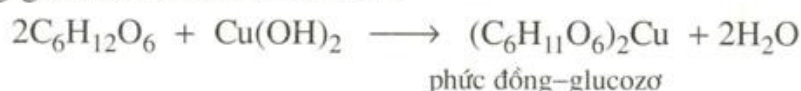
III – TÍNH CHẤT HOÁ HỌC

Glucozơ có các tính chất của anđehit và ancol đa chức.

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

a) Tác dụng với $\text{Cu}(\text{OH})_2$

Trong dung dịch, ở nhiệt độ thường glucozơ hoà tan $\text{Cu}(\text{OH})_2$ cho dung dịch phức đồng-glucozơ có màu xanh lam :



b) Phản ứng tạo este

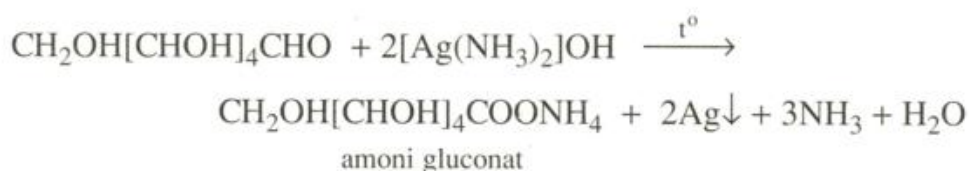
Khi tác dụng với anhidrit axetic, glucozơ có thể tạo este chứa 5 gốc axetat trong phân tử $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}(\text{OCOCH}_3)_5$.

2. Tính chất của anđehit

a) Oxi hoá glucozơ

Phản ứng tráng bạc : Cho vào ống nghiệm sạch 1 ml dung dịch AgNO_3 1%, sau đó nhỏ từng giọt dung dịch NH_3 5% và lắc đều đến khi kết tủa vừa tan hết. Thêm tiếp 1 ml dung dịch glucozơ. Đun nóng nhẹ ống nghiệm. Trên thành ống nghiệm thấy xuất hiện một lớp bạc sáng như gương.

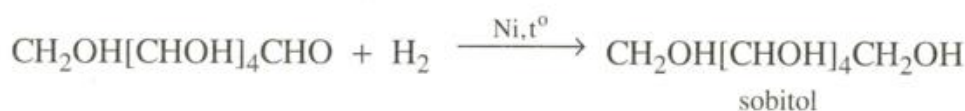
Giải thích : Phức bạc amoniac đã oxi hoá glucozơ thành amoni gluconat tan vào dung dịch và giải phóng bạc kim loại bám vào thành ống nghiệm.



Glucozơ có thể khử $\text{Cu}(\text{II})$ trong $\text{Cu}(\text{OH})_2$ thành $\text{Cu}(\text{I})$ dưới dạng Cu_2O kết tủa màu đỏ gạch. Glucozơ làm mất màu dung dịch brom.

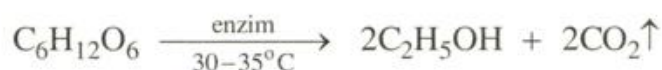
b) Khử glucozơ

Khi dẫn khí hidro vào dung dịch glucozơ đun nóng (xúc tác Ni), thu được một poliancol có tên là sobitol :



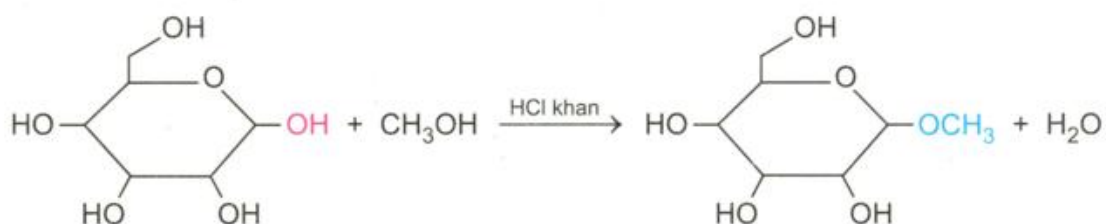
3. Phản ứng lên men

Khi có enzym xúc tác, glucozơ bị lên men cho ancol etylic và khí cacbonic :



4. Tính chất riêng của dạng mạch vòng

Riêng nhóm OH ở C₁ (OH hemiaxetal) của dạng vòng tác dụng với metanol có HCl xúc tác, tạo ra nhóm methyl glicozit :

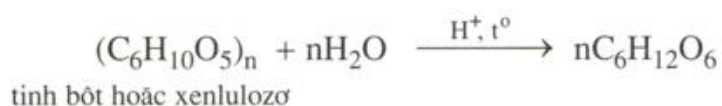


Khi nhóm OH ở C₁ đã chuyển thành nhóm OCH₃, dạng vòng không thể chuyển sang dạng mạch hở được nữa.

IV – ĐIỀU CHẾ VÀ ỨNG DỤNG

1. Điều chế

Trong công nghiệp, glucozơ được điều chế bằng cách thủy phân tinh bột nhờ xúc tác axit clohidric loãng hoặc enzym. Người ta cũng thủy phân xenlulozơ (có trong vỏ bào, mùn cưa) nhờ xúc tác axit clohidric đặc thành glucozơ để làm nguyên liệu sản xuất ancol etylic. Hai phương pháp đó đều được tóm tắt bằng phương trình phản ứng như sau :



2. Ứng dụng

Glucozơ là chất dinh dưỡng có giá trị của con người, nhất là đối với trẻ em, người già. Trong y học, glucozơ được dùng làm thuốc tăng lực. Trong công nghiệp, glucozơ được dùng để tráng gương, tráng ruột phích và là sản phẩm trung gian trong sản xuất ancol etylic từ các nguyên liệu có chứa tinh bột và xenlulozơ.



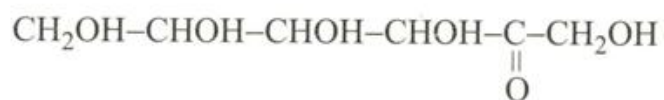
Hình 2.2.
Dung dịch glucozơ 5% dùng để truyền cho bệnh nhân



Hình 2.3.
Trái cây chín rất giàu glucozơ

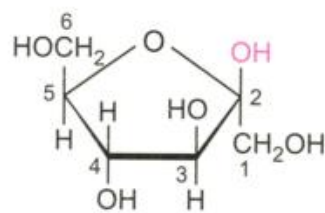
V – ĐỒNG PHẦN CỦA GLUCOZO : FRUCTOZO

Fructozơ ($C_6H_{12}O_6$) ở dạng mạch hở là một polihidroxi xeton, có công thức cấu tạo thu gọn là :



Hoặc viết gọn là : $CH_2OH[CHOH]_3COCH_2OH$

Trong dung dịch, fructozơ tồn tại chủ yếu ở dạng β , vòng 5 cạnh hoặc 6 cạnh. Ở trạng thái tinh thể, fructozơ ở dạng β , vòng 5 cạnh :

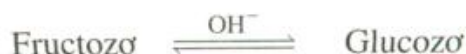


dạng β - fructozơ

Fructozơ là chất kết tinh, dễ tan trong nước, có vị ngọt hơn đường mía, có nhiều trong quả ngọt và đặc biệt trong mật ong (tới 40%) làm cho mật ong có vị ngọt đậm.

Tương tự như glucozơ, fructozơ tác dụng với $\text{Cu}(\text{OH})_2$ cho dung dịch phức màu xanh lam (tính chất của ancol đa chức), tác dụng với hiđro cho poliancol (tính chất của nhóm cacbonyl).

Fructozơ không có nhóm $\text{CH}=\text{O}$ nhưng vẫn có phản ứng tráng bạc và phản ứng khử $\text{Cu}(\text{OH})_2$ thành Cu_2O là do khi đun nóng trong môi trường kiềm nó chuyển thành glucozơ theo cân bằng sau :



BÀI TẬP

1. Phát biểu nào sau đây **không** đúng ?
 - A. Glucozơ và fructozơ là đồng phân cấu tạo của nhau ;
 - B. Có thể phân biệt glucozơ và fructozơ bằng phản ứng tráng bạc ;
 - C. Trong dung dịch, glucozơ tồn tại ở dạng mạch vòng ưu tiên hơn dạng mạch hở ;
 - D. Metyl α - glucozit không thể chuyển sang dạng mạch hở.
2. Cho các dung dịch : glucozơ, glixerol, axit axetic, etanol. Thuốc thử nào sau đây có thể dùng để phân biệt các dung dịch đó ?
 - A. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ trong môi trường kiềm ;
 - B. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$;
 - C. Na kim loại ;
 - D. Nước brom.
3. a) Cacbohidrat là gì ? Có mấy loại cacbohidrat quan trọng ?
b) Nêu định nghĩa từng loại cacbohidrat và lấy thí dụ minh họa.
4. a) Hãy viết công thức dạng mạch hở của glucozơ và nhận xét về các nhóm chức của nó (tên nhóm chức, số lượng, bậc nếu có). Những thí nghiệm nào chứng minh được cấu tạo dạng mạch hở của glucozơ ?
b) Hãy viết công thức dạng mạch vòng của glucozơ và nhận xét về các nhóm chức của nó (tên, số lượng, bậc và vị trí tương đối trong không gian). Những thí nghiệm nào chứng minh được glucozơ tồn tại ở dạng mạch vòng ?
c) Trong dung dịch, glucozơ tồn tại ở những dạng nào (viết công thức và gọi tên) ?

5. Hãy viết phương trình hoá học của các phản ứng sau (nếu có) :
- Glucozơ tác dụng với nước brom
 - Fructozơ + $H_2 \xrightarrow{Ni, t^\circ}$
 - Fructozơ + $[Ag(NH_3)_2]OH \longrightarrow$
 - Glucozơ + $[Ag(NH_3)_2]OH \longrightarrow$
6. Cho 200 ml dung dịch glucozơ phản ứng hoàn toàn với dung dịch $AgNO_3$ trong NH_3 thu được 10,8 gam Ag. Tính nồng độ mol của dung dịch glucozơ đã dùng.
7. Đun nóng dung dịch chứa 18 gam glucozơ với một lượng vừa đủ $AgNO_3$ trong NH_3 thấy Ag tách ra. Tính lượng Ag thu được và khối lượng $AgNO_3$ cần dùng, biết rằng các phản ứng xảy ra hoàn toàn.
8. Cho lên men 1 m³ nước rỉ đường, sau đó chưng cất thu được 60 lít cồn 96°. Tính khối lượng glucozơ có trong 1 m³ nước rỉ đường glucozơ trên, biết rằng khối lượng riêng của ancol etylic bằng 0,789 g/ml ở 20°C và hiệu suất của quá trình lên men đạt 80%.



BỆNH ĐƯỜNG HUYẾT

Trong máu người luôn luôn có nồng độ *glucozơ không đổi khoảng 0,1%*. Nếu lượng glucozơ trong máu giảm đi thì người bị mắc bệnh suy nhược. Ngược lại, nếu lượng glucozơ trong máu tăng lên thì sẽ bị thải ra ngoài theo đường tiểu tiện. Người bị “thừa” glucozơ là người bị bệnh tiểu đường hay bệnh đường huyết. Bệnh đường huyết là bệnh rối loạn chuyển hoá glucozơ. Chất adrenalin của tuyến thượng thận là hormon biểu hiện nhu cầu tiêu hoá glucozơ của máu. Hai quá trình “cung” và “tiêu” này làm cho lượng glucozơ được điều hoà, nếu thiếu adrenalin, người ta sẽ mắc bệnh suy nhược. Insulin được tạo ra ở tụy, là một hormon làm giảm lượng glucozơ trong máu. Nếu thiếu insulin, người ta sẽ mắc bệnh đường huyết.