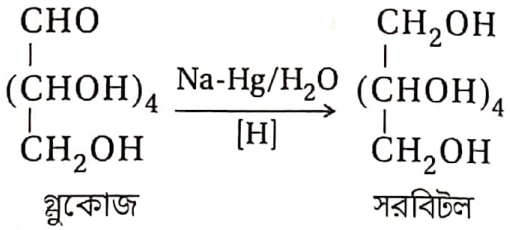
পরীক্ষামূলক পর্যবেক্ষণ দ্বারা গ্লুকোজের মুক্তশৃঙ্খল গঠন প্রতিষ্ঠা

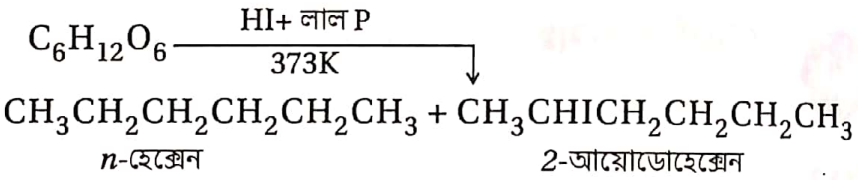
i] আণবিক সংকেত: উপাদান মৌলসমূহের বিশ্লেষণ ও আণবিক গুরুত্ব নির্ণয় দ্বারা জানা যায় যে, গ্লুকোজের আণবিক সংকেত $C_6H_{12}O_6$।

ii] সরল শৃঙ্খল: ❶ সোডিয়াম-অ্যামালগাম দ্বারা গ্লুকোজের বিজারণের ফলে সরবিটল নামে একটি হেক্সাহাইড্রিক অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



গ্লুকোজ — সরবিটল

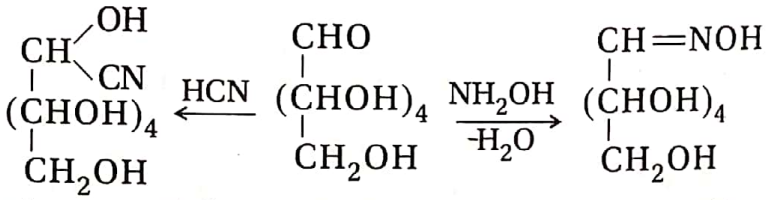
❷ গ্লুকোজকে 373K তাপমাত্রায় HI এবং লাল ফসফরাস দ্বারা বিজারিত করলে *n*-হেক্সেন এবং 2-আয়োডোহেক্সেন উৎপন্ন হয়।



n-হেক্সেন — 2-আয়োডোহেক্সেন

এই পর্যবেক্ষণগুলি প্রমাণ করে, গ্লুকোজের 6 টি কার্বন পরমাণু একটি সরল শৃঙ্খলে (C—C—C—C—C—C) পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত আছে।

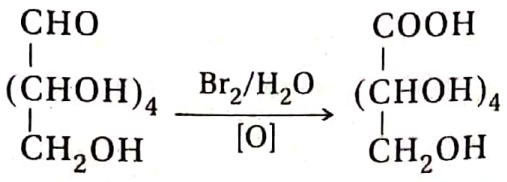
iii] একটি অ্যালডিহাইড গ্রুপের উপস্থিতি: ❶ গ্লুকোজ হাইড্রক্সিল-অ্যামিন (NH_2OH)-এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় মনোঅক্সিম এবং এক অণু হাইড্রোজেন সায়ানাইডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সায়ানোহাইড্রিন গঠন করে।



গ্লুকোজ সায়ানোহাইড্রিন — গ্লুকোজ — গ্লুকোজ অক্সিম

অর্থাৎ, গ্লুকোজের অণুতে **একটি কার্বনিল গ্রুপ** ($>C=O$) বর্তমান।

❷ মৃদু জারক পদার্থ **ব্রোমিন-জল** গ্লুকোজকে সমসংখ্যক কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট গ্লুকোনিক অ্যাসিডে জারিত করে। অর্থাৎ, গ্লুকোজ অণুর কার্বনিল গ্রুপটি একটি **অ্যালডিহাইডিক গ্রুপ**। যেহেতু —CHO গ্রুপটি একযোজী, তাই এটি সর্বদা কার্বন শৃঙ্খলের প্রান্তে অবস্থান করে।



গ্লুকোজ — গ্লুকোনিক অ্যাসিড

Scanned with CamScanner

iv] পাঁচটি হাইড্রক্সিল গ্রুপের উপস্থিতি: অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় গ্লুকোজ একটি পেন্টাঅ্যাসিটেট গঠন করে। সুতরাং, গ্লুকোজ অণুতে 5 টি হাইড্রক্সিল (—OH) গ্রুপ বর্তমান।

একই কার্বনে দুটি —OH গ্রুপবিশিষ্ট জৈব যৌগ অত্যন্ত অস্থিতিশীল এবং এটি দ্রুত 1 অণু জল অপসারণের মাধ্যমে কার্বনিল যৌগে পরিণত হয়। গ্লুকোজকে সামান্য উত্তপ্ত করলেও এর থেকে জল অণু অপসারিত হয় না, অর্থাৎ গ্লুকোজ স্থায়ী যৌগ। এই পর্যবেক্ষণ প্রমাণ করে, গ্লুকোজ অণুতে কোনো C-পরমাণুর সঙ্গে দুই বা ততোধিক হাইড্রক্সিল গ্রুপ যুক্ত নেই বা 5 টি হাইড্রক্সিল গ্রুপ 5 টি ভিন্ন C-পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত।

$$\underset{\text{D-গ্লুকোজ}}{\begin{matrix}CHO\\|\\(CHOH)_4\\|\\CH_2OH\end{matrix}} + 5\underset{\text{অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড}}{(CH_3CO)_2O} \xrightarrow[\Delta]{ZnCl_2} \underset{\text{গ্লুকোজ পেন্টাঅ্যাসিটেট}}{\begin{matrix}CHO\\|\\(CHOCOCH_3)_4\\|\\CH_2OCOCH_3\end{matrix}} + 5CH_3COOH$$

v] প্রাইমারি অ্যালকোহলিক গ্রুপের উপস্থিতি: গ্লুকোজ এবং গ্লুকোনিক অ্যাসিড উভয়েই নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত হয়ে স্যাকারিক অ্যাসিড বা গ্লুকারিক অ্যাসিড গঠন করে। এই পর্যবেক্ষণ প্রমাণ করে, গ্লুকোজে একটি প্রাইমারি অ্যালকোহলিক ($—CH_2OH$) গ্রুপ আছে। এই প্রাইমারি অ্যালকোহলিক গ্রুপটি শৃঙ্খলের প্রান্তে অবস্থান করে।

$$\underset{\text{গ্লুকোজ}}{\begin{matrix}CHO\\|\\(CHOH)_4\\|\\CH_2OH\end{matrix}} \xrightarrow[[O]]{HNO_3} \underset{\text{স্যাকারিক অ্যাসিড}}{\begin{matrix}COOH\\|\\(CHOH)_4\\|\\COOH\end{matrix}} \xleftarrow[[O]]{HNO_3} \underset{\text{গ্লুকোনিক অ্যাসিড}}{\begin{matrix}COOH\\|\\(CHOH)_4\\|\\CH_2OH\end{matrix}}$$

Scanned with CamScanner

[iv] α- এবং β-D-গ্লুকোজ উভয়েই মিউটারোটেশন প্রদর্শন করে। α-এবং β-D-গ্লুকোজের যে-কোনোটিকে জলে দ্রবীভূত করে রেখে দিলে α-D-গ্লুকোজের ক্ষেত্রে দ্রবণের আপেক্ষিক আবর্তনের মান $+112°$ থেকে হ্রাস পেয়ে এবং β-D-গ্লুকোজের ক্ষেত্রে দ্রবণের আপেক্ষিক আবর্তনের মান $+19°$ থেকে বৃদ্ধি পেয়ে $+52.7°$-তে স্থির হয়। এই ঘটনাকে মিউটারোটেশন (*mutarotation*) বলে।

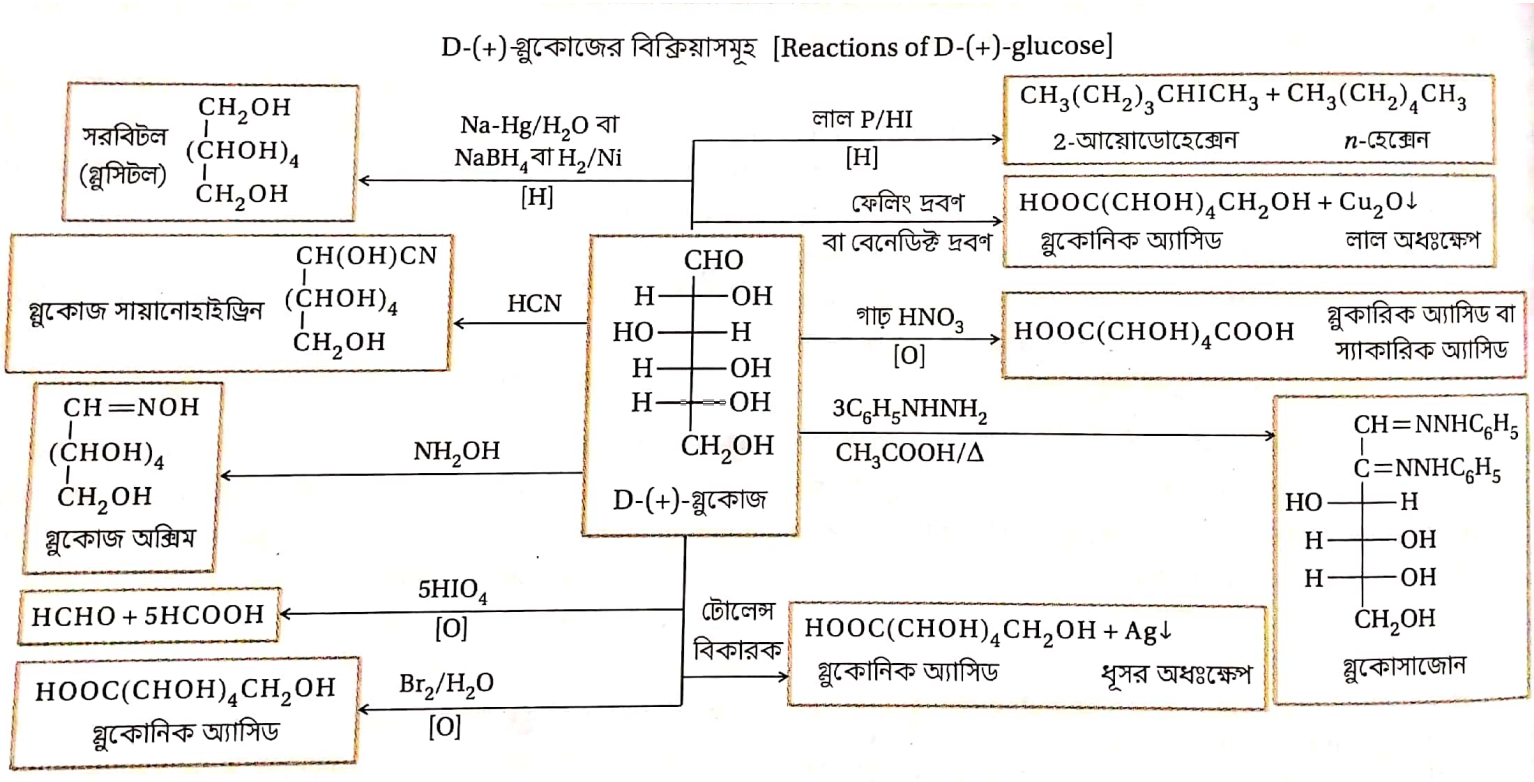
'মিউটারোটেশন'-এর অর্থ আবর্তন মানের পরিবর্তন। α-বা β-D-গ্লুকোজ জলে দ্রবীভূত করলে একটি গতিশীল সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হয়। সাধারণ উষ্ণতায় সাম্য-মিশ্রণে 36% α-D-গ্লুকোজ ও 64% β-D-গ্লুকোজ থাকে। তাই α-D-গ্লুকোজের ক্ষেত্রে আপেক্ষিক আবর্তন হ্রাস পায়, কিন্তু β-D-গ্লুকোজের ক্ষেত্রে আপেক্ষিক আবর্তন বৃদ্ধি পায়।

$$\underset{[\alpha]_D = +112°}{\alpha\text{-D-(+)-গ্লুকোজ}} \rightleftharpoons \underset{[\alpha]_D = +52.7°}{\text{সাম্য মিশ্রণ}} \rightleftharpoons \underset{[\alpha]_D = +19°}{\beta\text{-D-(+)-গ্লুকোজ}}$$

মিউটারোটেশন-এর সংজ্ঞা: কোনো আলোক-সক্রিয় যৌগকে উপযুক্ত দ্রাবকে দ্রবীভূত করলে যদি সময়ের সঙ্গে সঙ্গে দ্রবণের আপেক্ষিক আবর্তনের মানের পরিবর্তন ঘটে এবং শেষ পর্যন্ত তা একটি নির্দিষ্ট মানে স্থির হয় তাহলে ওই ঘটনাকে মিউটারোটেশন বলে।

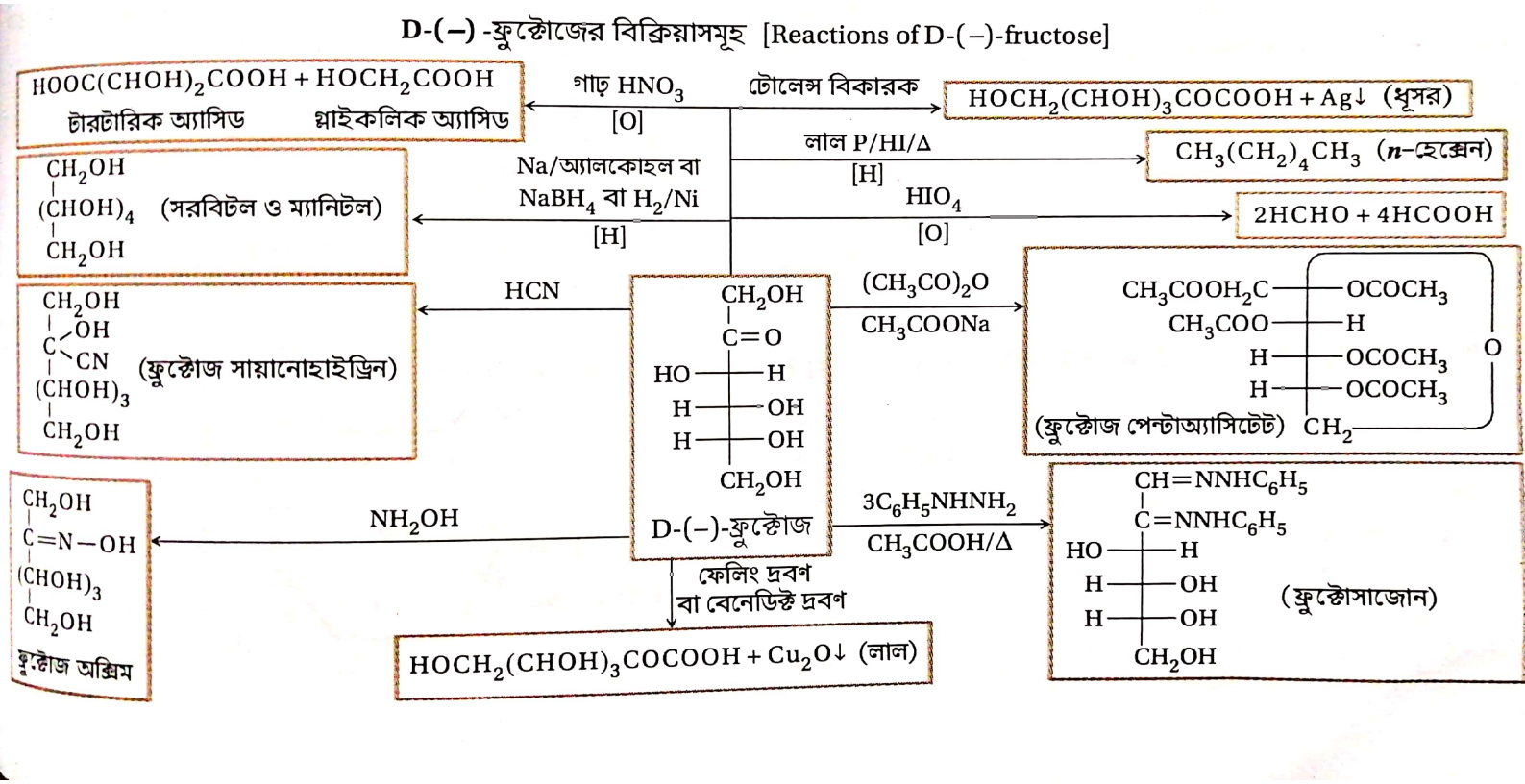
Scanned with CamScanner

D-(+)-গ্লুকোজের বিক্রিয়াসমূহ [Reactions of D-(+)-glucose]



Scanned with CamScanner

D-(−) -ফ্রুক্টোজের বিক্রিয়াসমূহ [Reactions of D-(−)-fructose]



Scanned with CamScanner

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{বা ইনভারটেজ}]{HCl} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

সুক্রোজ — D-(+)-গ্লুকোজ — D-(−)-ফ্রুক্টোজ

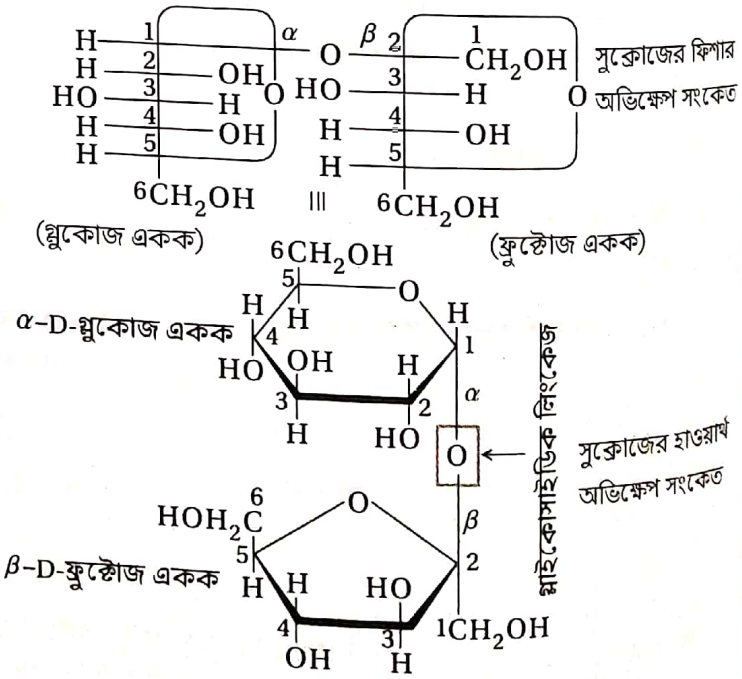
$[\alpha]_D = +66.5°$ — $[\alpha]_D = +52.5°$ — $[\alpha]_D = -92.4°$

সুক্রোজ বা ইক্ষু-শর্করার অপবর্তন (Inversion of canesugar)

জলীয় দ্রবণে সুক্রোজের আপেক্ষিক আবর্তনের মান $+66.5°$ (দক্ষিণাবর্তী)। কিন্তু এর আর্দ্রবিশ্লেষণে যে সমমোলার পরিমাণে D-গ্লুকোজ এবং D-ফ্রুক্টোজ উৎপন্ন হয় তাদের আপেক্ষিক আবর্তনের মান যথাক্রমে $+52.5°$ এবং $-92.4°$। যেহেতু ফ্রুক্টোজের বামাবর্তী আবর্তনের মান গ্লুকোজের দক্ষিণাবর্তী আবর্তনের মানের থেকে বেশি, তাই আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে প্রাপ্ত দ্রবণের আপেক্ষিক আবর্তন হয় বামাবর্তী এবং এর মান হয় $\frac{1}{2}(+52.5° - 92.4°) = -19.95°$। আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে সুক্রোজের আপেক্ষিক আবর্তনের অভিমুখ পরিবর্তনের $(+66.5° \rightarrow -19.95°)$ এই ঘটনাকে **সুক্রোজের অপবর্তন বা ইনভারশন** (*inversion of cane sugar*) বলে। উৎপন্ন মিশ্রণকে **অপবৃত্ত শর্করা** (*invert sugar*) বলে। মধু একটি অতি সাধারণ ইনভার্ট সুগার বা অপবৃত্ত শর্করা। ইনভার্ট সুগার (130)-এর মিষ্টত্ব সুক্রোজ (100), গ্লুকোজ (70), গ্যালাকটোজ (32) এবং ল্যাকটোজ (10) অপেক্ষা বেশি কিন্তু ফ্রুক্টোজ (170) অপেক্ষা কম।

সুক্রোজের গঠন-সংকেত (Structural formula of sucrose)

সুক্রোজ একটি অ-বিজারক সুগার, তাই এতে উপস্থিত দুটি মনোস্যাকারাইড, অর্থাৎ গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ তাদের বিজারক কেন্দ্রের তথা কার্বনিল গ্রুপের মাধ্যমে পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত থাকে। বলয়ের আকৃতি নির্ণয় করে দেখা গেছে যে গ্লুকোজ এতে পাইরানোজরূপে এবং ফ্রুক্টোজ এতে ফিউরানোজরূপে অবস্থান করে। আবার যেহেতু এনজাইম মলটেজ (যা α-D-গ্লুকোসাইড-কে আর্দ্রবিশ্লেষিত করে) এবং এনজাইম ইনভারটেজ (যা β-D-ফ্রুক্টোসাইডকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করে) সুক্রোজকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করে, তাই সুক্রোজ অণুতে গ্লুকোজ এককটি α-গ্লুকোসাইড হিসেবে এবং ফ্রুক্টোজ এককটি β-ফ্রুক্টোসাইড হিসেবে উপস্থিত থাকে। অর্থাৎ, α-D- গ্লুকোজের C-1 β-D-ফ্রুক্টোজের C-2-এর সঙ্গে যুক্ত থাকে। সুতরাং, সুক্রোজের গঠন-সংকেত হল নিম্নরূপ এবং এর দ্বারা সুক্রোজের সব ধর্ম ব্যাখ্যা করা যায়।



Scanned with CamScanner