

# Chimica Organica

## Relazione

### Titolo

Esperienza con gli zuccheri (glucosio, fruttosio e saccarosio)

### Obiettivo

- Analizzare gli zuccheri mediante saggi di riconoscimento (4 saggi)
- Analizzare il fenomeno della mutarotazione del glucosio con un polarimetro

### Prerequisiti

Struttura degli zuccheri, tipo di zuccheri (monosaccaridi, disaccaridi, polisaccaridi), chimica degli zuccheri.

### Reagenti, Materiali, Attrezzature

<b>Strumenti di misura:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Polarimetro con tubo polarimetrico da 2dm</li><li>• Bilancia tecnica (s=1mg)</li><li>• Varie pipette da 5ml con pipettatori</li></ul>
<b>Vetreteria:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Provette asciutte e pulite</li><li>• Becker da 250ml per bagnomaria con supporto provette</li><li>• Matraccio da 100ml</li></ul>
<b>Materiale di consumo:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• D-glucosio</li><li>• D-fruttosio</li><li>• Saccarosio</li><li>• Amilosio (amido solubile)</li><li>• <math>H_2SO_4</math> 96% m/m</li><li>• Reattivo Fehling<ul style="list-style-type: none"><li>○ A (<math>CuSO_4</math> 2,5~10%) e</li><li>○ B (<math>NaOH</math> 10~25%, Tartarato di sodio e di potassio ~20%)</li></ul></li><li>• <math>HCl</math> 37% m/m</li><li>• Soluzione <math>I_2 / I^-</math> ~0,01M</li><li>• Acqua distillata</li></ul>
<b>Altro:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agitatori in vetro</li><li>• Guanti e occhiali (DPI)</li><li>• Cartina indicatrice pH universale</li></ul>

### Procedimento

#### *Saggio 1 – Disidratazione dei carboidrati*

Si pone un cucchiaino di uno zucchero a scelta fra i 4 (si possono anche provare tutti) in un vetrino da orologio e si sgocciola, lentamente, sotto cappa e con molta attenzione 1 o 2 ml di acido solforico concentrato sullo zucchero nel vetrino. In poco tempo si noterà la formazione di un pigmento bruno.

### *Saggio 2 – Potere riducente degli zuccheri*

L'analisi viene effettuata preparando tre provette: in tutte e tre si mettono 5ml di acqua distillata e per ognuna si mette un diverso carboidrato (un aldoso, il glucosio; un chetoso, il fruttosio; e un disaccaride particolare, il saccarosio). Fatto questo si sgocciolano 3ml di reattivo di Fehling (50% A + 50% B) in ogni provetta e si riscalda sotto cappa lentamente su fuoco vivo o mediante bagnomaria. Nelle tre provette si notano reazioni diverse: quelle contenenti glucosio e fruttosio si coloreranno di un colore rosso mattone, mentre quella contenente saccarosio tenderà a non reagire come le precedenti.

### *Saggio 3 – Inversione dello zucchero*

L'inversione del saccarosio avviene portando una sua soluzione zuccherina in ambiente acido. Per questo si preparano due provette contenenti una punta di spatola di saccarosio e 5ml di acqua distillata ciascuna: una viene trattata con 2 gocce di acido cloridrico concentrato e l'altra viene tenuta come bianco. Dopo l'aggiunta di acido le provette vengono scaldate come nell'esperienza precedente quindi in ogni provetta si aggiungono 3ml di reattivo di Fehling (50% A + 50% B). Si riscalda ancora su fiamma viva o su bagnomaria. La provetta contenente lo zucchero invertito si colorerà di un color rosso mattone.

### *Saggio 4 – Idrolisi dell'amido*

L'amido viene idrolizzato portandolo (come il saccarosio) in ambiente acido mediante l'aggiunta di acido cloridrico concentrato. Un'altra prova che si effettua è l'idrolisi catalizzata dagli enzimi presenti nella saliva. Per questo si preparano tre provette contenenti una punta di spatola di amido solubile e 5ml di acqua distillata ciascuna: una viene trattata con 2 gocce di acido cloridrico concentrato, un'altra viene aggiunta di qualche millilitro di saliva (prelevata direttamente o dopo qualche risciacquo con acqua dalla bocca) e l'ultima viene tenuta come bianco. Dopo l'aggiunta dei reagenti le provette vengono scaldate come nell'esperienza precedente quindi in ogni provetta si aggiungono alcune gocce di soluzione di iodio 0,01M. La provetta di bianco si colorerà di blu/viola le altre non presenteranno cambiamento di colorazione.

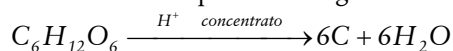
### *Esperienza polarimetro – Mutarotazione del glucosio*

La molecola di glucosio in acqua tende a stabilire un equilibrio fra la sua forma aperta e le due forme piranosiche  $\alpha$  e  $\beta$ . Lo scopo di questa esperienza è quello di analizzare come cambia l'angolo di rotazione del fascio di luce polarizzata al variare delle concentrazioni delle due forme col passare del tempo. Il fenomeno della mutarotazione è infatti lento nel tempo. Per analizzare il fenomeno si prepara una soluzione al 10% di glucosio (10g di zucchero da portare a volume in un matraccio da 100ml). E' importante far partire il cronometro dal momento che mettiamo lo zucchero in acqua perché è proprio da quel momento che la reazione di equilibrio inizia. La soluzione preparata viene immessa in un tubo polarimetrico da 2dm e inserita nello strumento precedentemente tarato. Si eseguono misurazioni nel tempo e i dati vengono raccolti in una tabella.

## Elaborazione Dati

### *Saggio 1 – Disidratazione dei carboidrati*

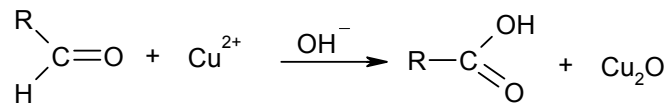
Il pigmento bruno che si nota non è altro che carbonio allo stato grafite. L'acido solforico concentrato infatti, tendendo a ionizzarsi essendo un acido molto forte, strappa molecole di acqua allo zucchero disidratandolo e trasformandolo allo stato di grafite. La reazione che avviene è simile ad una combustione, ma in questo caso è caratteristica per questa classe di composti. Per il glucosio la reazione è la seguente:



### *Saggio 2 – Potere riducente degli zuccheri*

Essendo i carboidrati costituiti da polioidrossialdeidi o polioidrossichetoni, essi seguiranno la chimica di questa classe di composti. In particolare ricordiamo che le sostanze che contengono un gruppo carbonile, ma

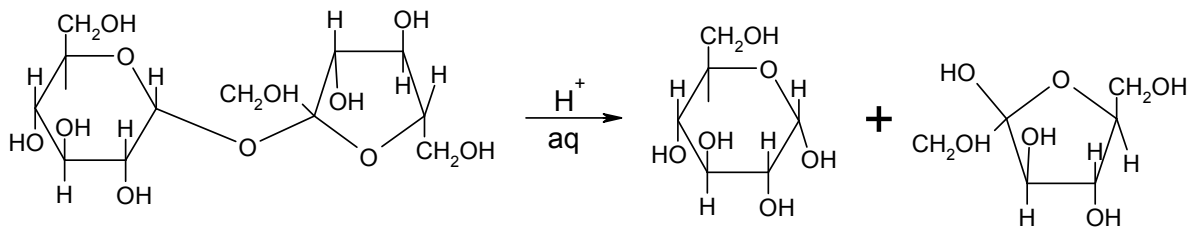
soprattutto le aldeidi, hanno potere riducente. Fra loro le più riducenti sono le aldeidi, seguite dai chetoni. I chetoni reagiscono poco riducendosi perché non potendo espellere un gruppo R facilmente hanno bisogno di condizioni di reazione più drastiche. Per questo saggio si sfrutta una reazione del gruppo carbonile che riduce lo ione  $Cu^{2+}$  a  $Cu^+$  ossidandosi ad acido carbossilico, secondo la reazione:



Normalmente reagiscono molto velocemente gli zuccheri aldosi, dando una vigorosa colorazione rosso mattone data dal precipitato di  $Cu_2O$ ; i chetosi tendono a non reagire o a reagire molto lentamente dando una colorazione meno intensa. Il saccarosio invece avendo i carboni anomerici bloccati non reagisce.

### Saggio 3 – Inversione dello zucchero

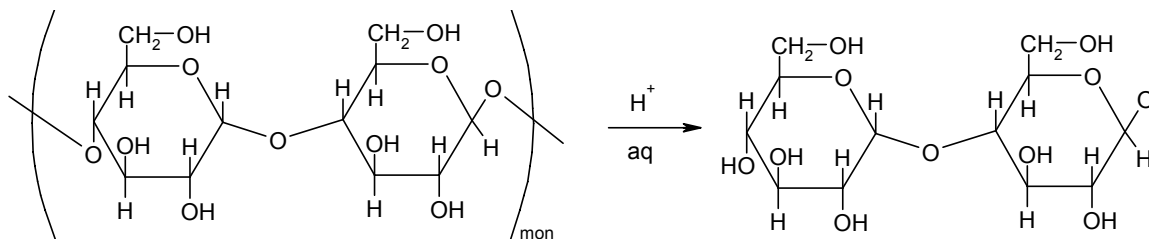
Il saccarosio è un disaccaride formato da una molecola di glucosio e una di fruttosio legate mediante la disidratazione degli ossidrili presenti sui due carboni anomerici. Questo tipo di reazione è reversibile, in particolare portando una soluzione zuccherina di saccarosio in ambiente acido lo zucchero si scinde idratandosi formando una molecola di glucosio e una di fruttosio.



La formazione dei due zuccheri viene dimostrata mediante il saggio con il reattivo di Fehling.

### Saggio 4 – Idrolisi dell'amido

L'amido idrolizza in ambiente acido formando un disaccaride, il maltosio, costituito da due molecole di glucosio legate in posizione 1-4 (carbonio anomerico della prima molecola di glucosio e carbonio opposto al carbonio anomerico nella seconda).



L'aggiunta di iodio alla provetta contenente l'amido provoca una colorazione blu/viola data dall'adsorbimento dello iodio sulla struttura polimerica dell'amido. Nella provetta contenente l'amido idrolizzato in maltosio lo iodio non si adsorbe quindi non c'è colorazione particolare. La stessa identica reazione avviene catalizzata da alcuni enzimi presenti nella saliva che iniziano la digestione demolendo grossolanamente alcuni carboidrati (tra cui l'amido) prima di immetterli nel sistema dell'apparato digerente.

**Esperienza polarimetro – Mutarotazione del glucosio**

Dai dati ottenuti mediante l'analisi al polarimetro riferiti alla variazione dell'angolo di rotazione della luce polarizzata, sapendo gli angoli di rotazione specifica di ogni forma ciclica di glucosio possiamo calcolare le percentuali delle due forme in ogni momento dell'esperienza.

La tabella ottenuta con in foglio elettronico prima applica la formula

$$[\alpha]_D^{20^\circ C} = \frac{\alpha}{l \cdot c}$$

$\alpha$  = angolo di rotazione della luce polarizzata

$l$  = lunghezza tubo polarimetrico (in dm)

$c$  = concentrazione della soluzione in g/ml

Dai dati ottenuti, quindi, si applica il seguente sistema:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{x \cdot 112^\circ + (100 - x) \cdot 19^\circ}{100} = [\alpha]_D^{20} \\ \% \alpha = x \\ \% \beta = 100 - x \end{array} \right\} \text{calcoli} \left\{ \begin{array}{l} x = \frac{100 \cdot [\alpha]_D^{20} - 1900}{93} \\ \% \alpha = x \\ \% \beta = 100 - x \end{array} \right.$$

I dati vengono raggruppati in tabella:

<b>h</b> <b>(ore)</b>	<b>m</b> <b>(min)</b>	<b>s</b> <b>(sec)</b>	<b>Tempo</b> <b>(secondi)</b>	<b><math>\alpha</math></b> <b>(deg)</b>	<b><math>[\alpha]_D^{20}</math></b> <b>(deg)</b>	<b>% <math>\alpha</math></b>	<b>% <math>\beta</math></b>		
0	:	6	:	3	363	19.25	96.25	83.0645	16.9355
0	:	7	:	35	455	19.45	97.25	84.1398	15.8602
0	:	8	:	30	510	19.45	97.25	84.1398	15.8602
0	:	9	:	54	594	19.50	97.50	84.4086	15.5914
0	:	12	:	16	736	19.10	95.50	82.2581	17.7419
0	:	20	:	55	1255	17.85	89.25	75.5376	24.4624
0	:	22	:	50	1370	17.70	88.50	74.7312	25.2688
0	:	24	:	43	1483	17.35	86.75	72.8495	27.1505
0	:	26	:	40	1600	17.10	85.50	71.5054	28.4946
0	:	28	:	52	1732	16.70	83.50	69.3548	30.6452
0	:	30	:	50	1850	16.55	82.75	68.5484	31.4516
0	:	32	:	35	1955	16.25	81.25	66.9355	33.0645
0	:	34	:	30	2070	16.05	80.25	65.8602	34.1398
0	:	37	:	0	2220	15.70	78.50	63.9785	36.0215
0	:	39	:	20	2360	15.30	76.50	61.8280	38.1720
0	:	41	:	0	2460	15.00	75.00	60.2151	39.7849
0	:	44	:	30	2670	14.80	74.00	59.1398	40.8602
0	:	47	:	0	2820	14.50	72.50	57.5269	42.4731
0	:	49	:	0	2940	14.20	71.00	55.9140	44.0860
0	:	51	:	0	3060	14.00	70.00	54.8387	45.1613
0	:	52	:	0	3120	13.85	69.25	54.0323	45.9677
0	:	54	:	20	3260	13.50	67.50	52.1505	47.8495
0	:	57	:	0	3420	13.25	66.25	50.8065	49.1935
1	:	0	:	0	3600	13.15	65.75	50.2688	49.7312
1	:	2	:	0	3720	13.00	65.00	49.4624	50.5376
1	:	5	:	0	3900	12.65	63.25	47.5806	52.4194
1	:	7	:	0	4020	12.50	62.50	46.7742	53.2258
1	:	10	:	0	4200	12.40	62.00	46.2366	53.7634
1	:	13	:	0	4380	12.25	61.25	45.4301	54.5699
1	:	15	:	0	4500	12.15	60.75	44.8925	55.1075
1	:	20	:	0	4800	12.00	60.00	44.0860	55.9140
1	:	21	:	0	4860	11.90	59.50	43.5484	56.4516
1	:	22	:	30	4950	11.75	58.75	42.7419	57.2581
1	:	24	:	0	5040	11.65	58.25	42.2043	57.7957

