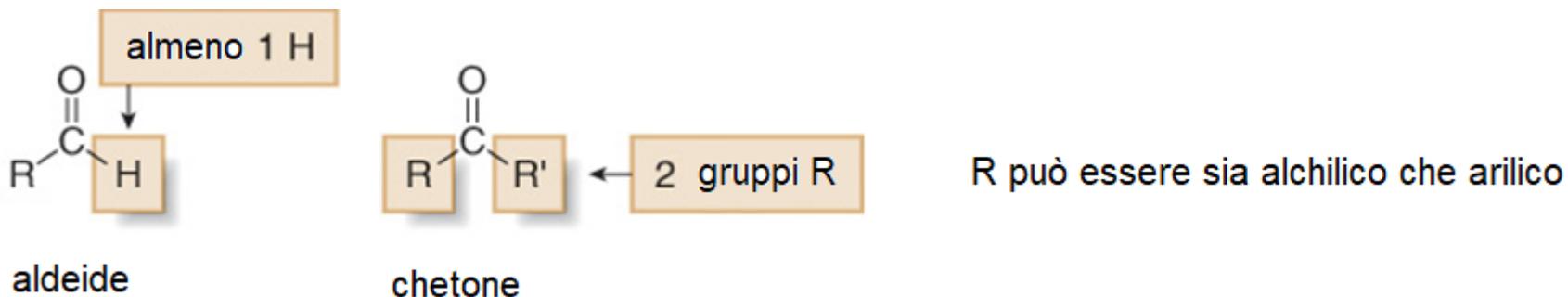


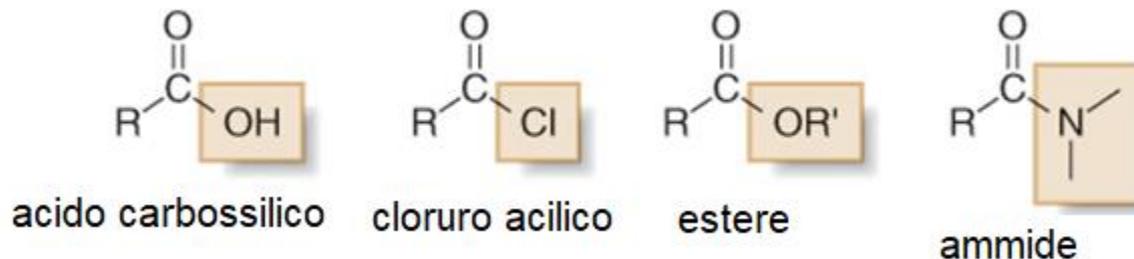
# Composti carbonilici: aldeidi e chetoni

I composti carbonilici contengono il gruppo funzionale **C=O**, chiamato **carbonile**. Ci sono due grandi classi di composti carbonilici:

[1] **Aldeidi e chetoni**: in cui il carbonio carbonilico è legato a altri carboni o a idrogeni.

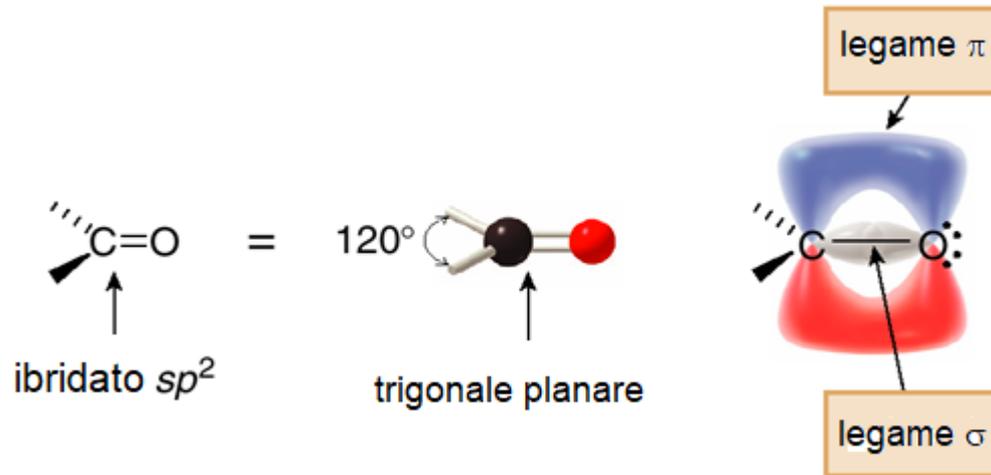


[2] **Acidi carbossilici e derivati**: in cui un eteroatomo (N, O, Cl) è legato al carbonio carbonilico.

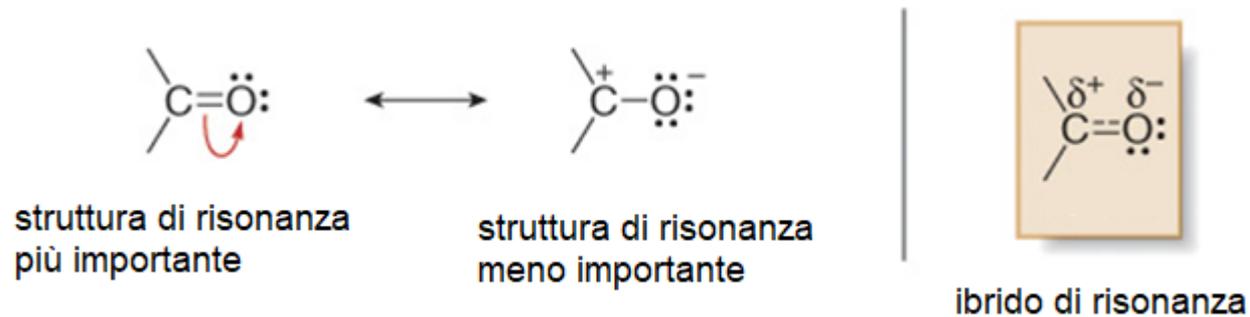


# Aldeidi e chetoni

- Il gruppo carbonilico è ibridato  $sp^2$ , con geometria trigonale planare e angoli di legame di circa  $120^\circ$ .

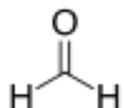


- L'ossigeno polarizza il doppio legame rendendo il carbonio parzialmente carico positivamente (elettrofilo). Questo si può anche vedere dalle due forme di risonanza in cui una carica positiva viene posizionata sul C.



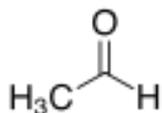
# Nomenclatura delle aldeidi

- Bisogna trovare la catena più lunga che contiene il gruppo CHO, e cambiare la -e finale dell'alcano corrispondente con il suffisso **-ale**. Se il gruppo CHO è legato ad un anello, si dà il nome all'anello e si aggiunge il suffisso **-carbaldeide**.
- Il nome comune di un'aldeide si forma prendendo il nome comune del corrispondente acido carbossilico e aggiungendo il suffisso **-aldeide**.
- Il gruppo funzionale aldeide ha priorità sugli altri gruppi visti fino ad ora (alcoli, alogenuri e idrocarburi)



metanale

(formaldeide)



etanale

(acetaldeide)



propanale

(propionaldeide)



butanale

(butirraldeide)



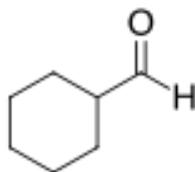
pentanale

(valeraldeide)

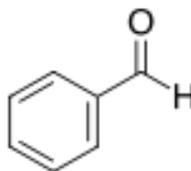


esanale

(capronaldeide)

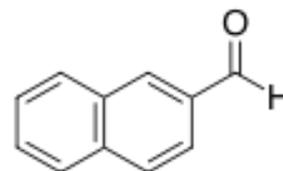


cicloesancarbaldeide

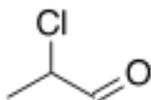


benzenecarbaldeide

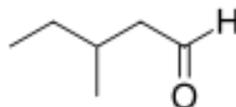
(benzaldeide)



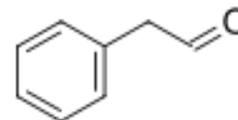
2-naftalenecarbaldeide



2-cloropropanale



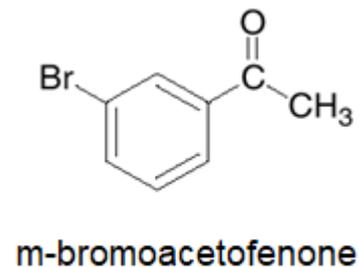
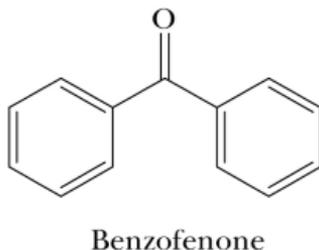
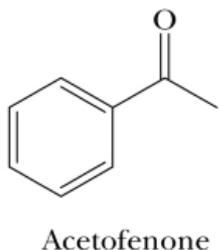
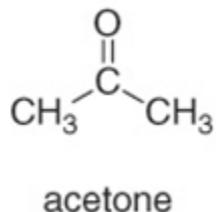
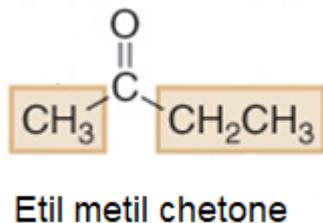
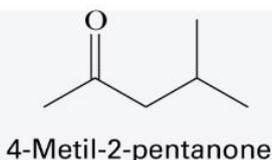
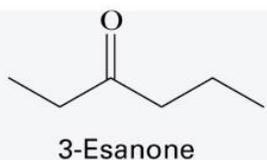
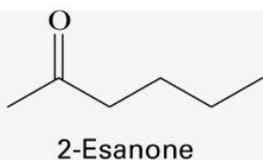
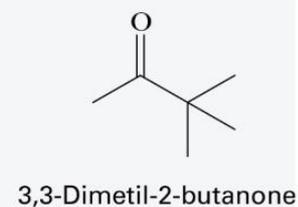
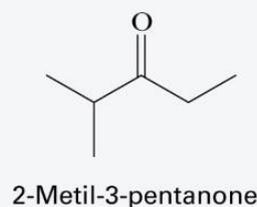
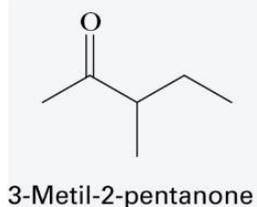
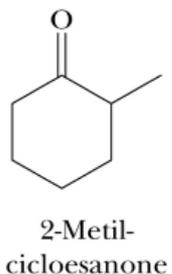
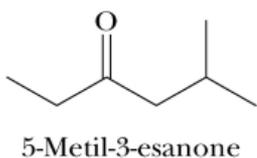
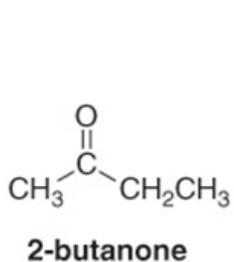
3-metillesanale



2-feniletanale

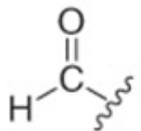
# Nomenclatura dei chetoni

- Bisogna trovare la catena più lunga che contiene il gruppo C=O, e cambiare la -e finale dell'alcano corrispondente con il suffisso **-one**. La catena è numerata in modo da assegnare il numero più basso al carbonio carbonilico.
- Il nome comune di un chetone si ottiene elencando i gruppi alchilici e aggiungendo il nome **chetone**.
- Il gruppo funzionale chetone ha priorità sugli altri gruppi visti fino ad ora (alcoli, alogenuri e idrocarburi) ma più bassa dell'aldeide.

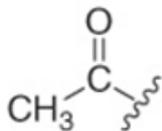


# Nomenclatura delle aldeidi e dei chetoni

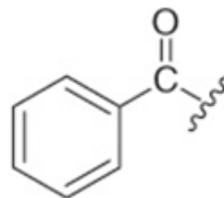
- Formile, acetile e benzoile vengono usati per indicare aldeidi e chetoni semplici come sostituenti.
- Quando è presente un gruppo a priorità più elevata il gruppo carbonilico è chiamato **OSSO**.



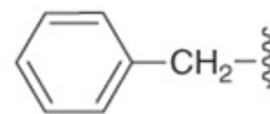
gruppo formile



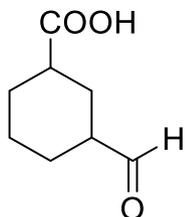
gruppo acetile



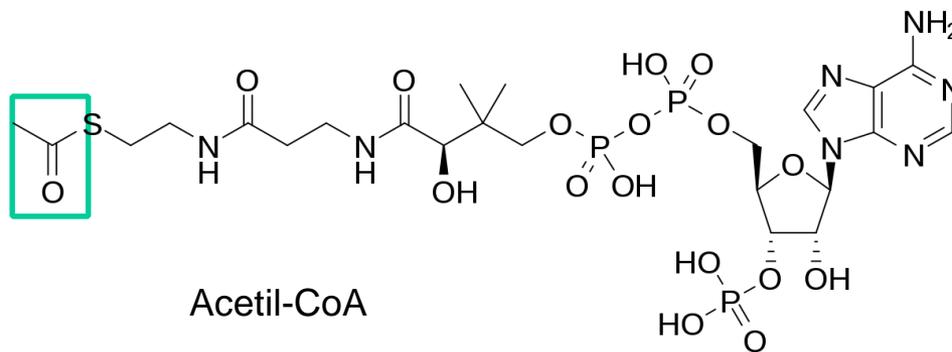
gruppo benzoile



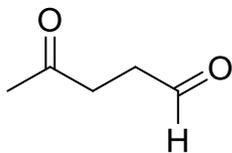
gruppo benzile



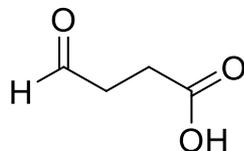
acido 3-formilcicloesancarbossilico



Acetil-CoA



4-ossopentanal



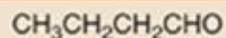
acido 4-ossobutanoico

# Proprietà fisiche

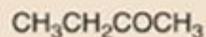
- Il gruppo carbonilico è polarizzato e quindi aldeidi e chetoni danno interazioni dipolo-dipolo e l'ossigeno può fungere da accettore di legami ad idrogeno.
- Aldeidi e chetoni con meno di 5 atomi di carbonio sono solubili in acqua. Sono tutti solubili in solventi organici.
- Hanno punti di ebollizione e fusione simili a quelli degli eteri.



VDW  
MW = 72  
bp 36 °C



VDW, DD MW = 72  
bp 76 °C



VDW, DD MW = 72  
bp 80 °C



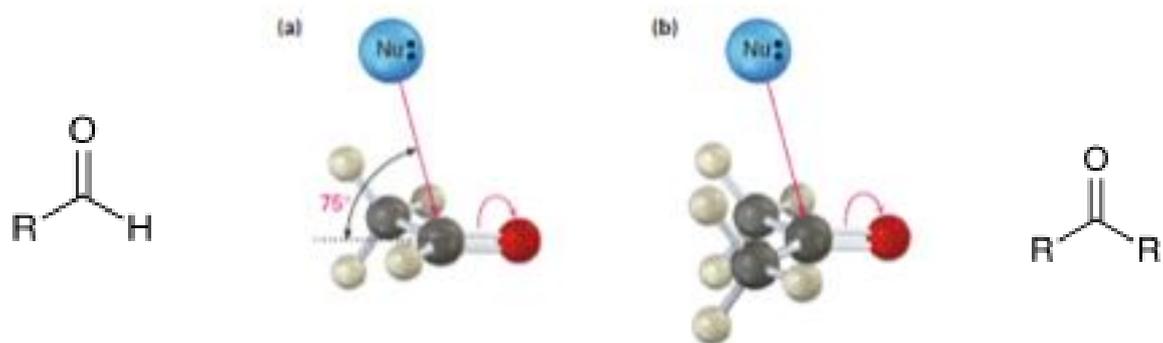
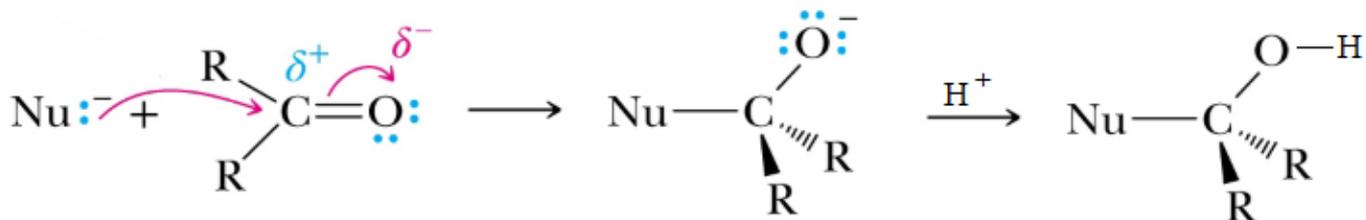
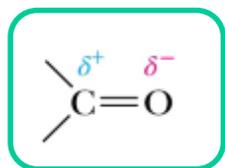
VDW, DD, HB  
MW = 74  
bp 118 °C

**TABELLA 11.3** Proprietà fisiche di alcune aldeidi e alcuni chetoni

Nome IUPAC	Nome comune	Formola di struttura	Punto di ebollizione (°C)	Solubilità (g/100 di acqua)
Metanale	Formaldeide	HCHO	-21	Infinita
Etanale	Acetaldeide	CH <sub>3</sub> CHO	20	Infinita
Propanale	Propionaldeide	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHO	49	16
Butanale	Butirraldeide	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CHO	76	7
Esanale	Capraldeide	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CHO	129	Modesta
Propanone	Acetone	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	56	Infinita
2-Butanone	Metil etil chetone	CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	80	26
3-Pentanone	Diethyl chetone	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	101	5

# Reattività di aldeidi e chetoni: addizione nucleofila

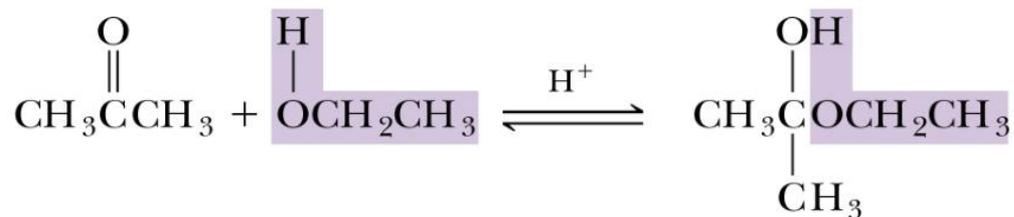
- Il carbonio carbonilico è elettrofilo e reagisce con nucleofili per dare un intermedio tetraedrico che può essere protonato a dare un alcol a cui si è legato il nucleofilo.
- In generale le aldeidi sono più reattive dei chetoni perché sono meno ingombrate.



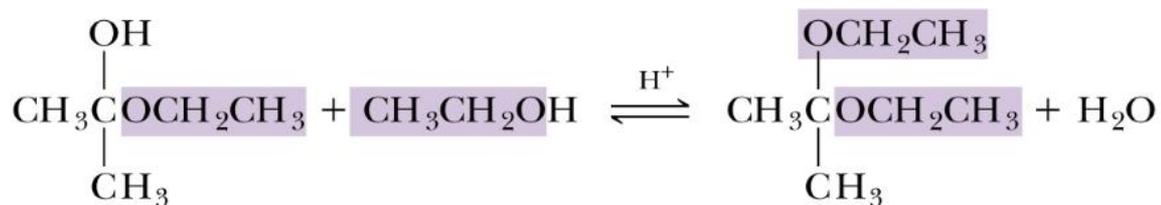
- I nucleofili che possono addizionarsi al gruppo carbonilico sono molti. Noi ci limitiamo alla addizione di alcoli.

# Addizione di alcoli

- L'addizione di alcoli al gruppo carbonilico porta prima a emiacetali e poi ad acetali.



Un emiacetale

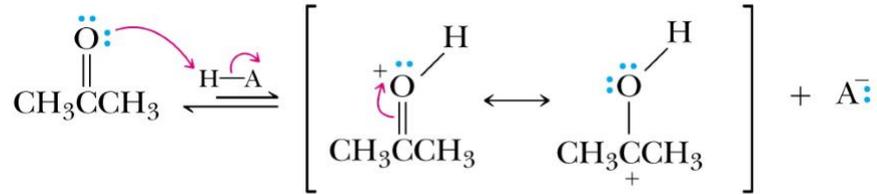


Un emiacetale

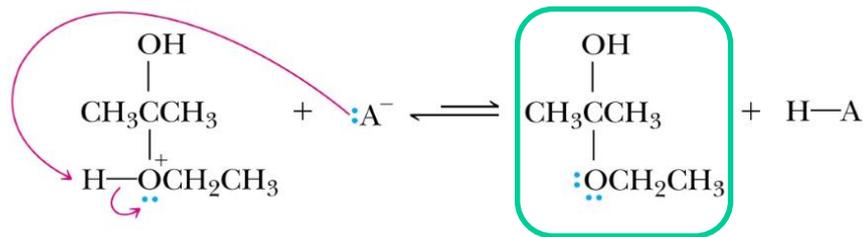
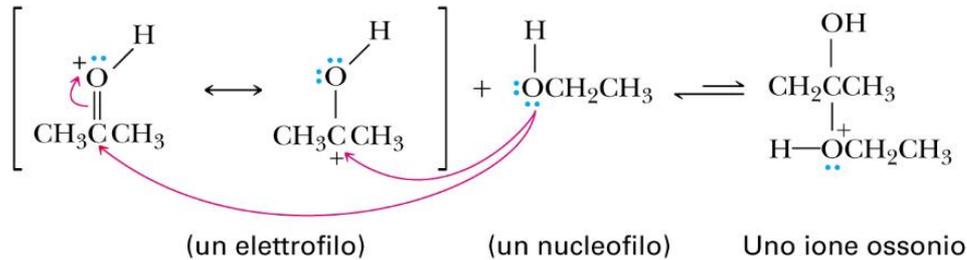
Un acetale

# Addizione di alcoli

- E' una reazione acido catalizzata perché l'alcol è un nucleofilo debole

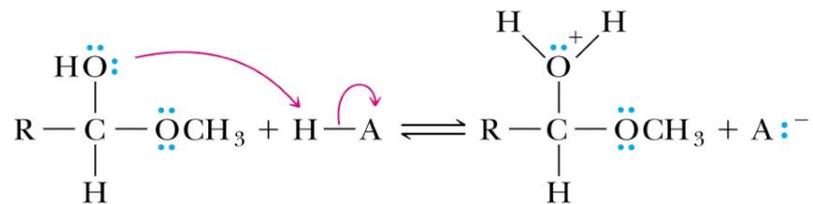


Un catione stabilizzato per risonanza

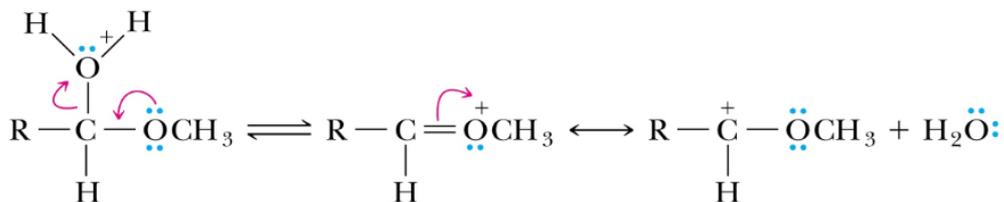


emiacetale

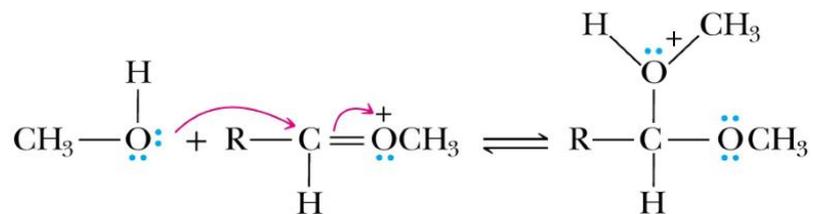
# Addizione di alcoli



Uno ione ossonio



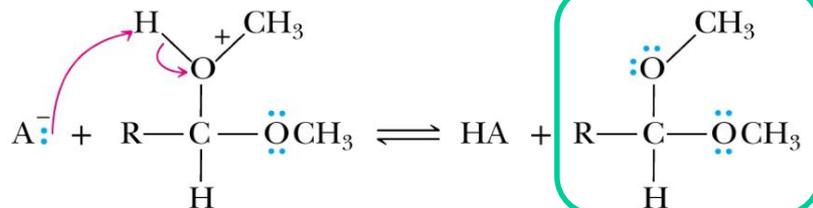
Un catione stabilizzato per risonanza



(un nucleofilo)

(un elettrofilo)

Un acetale protonato



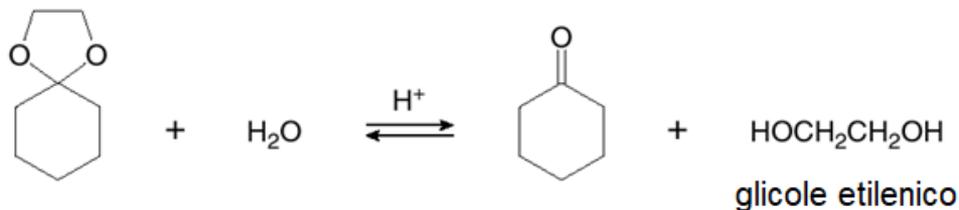
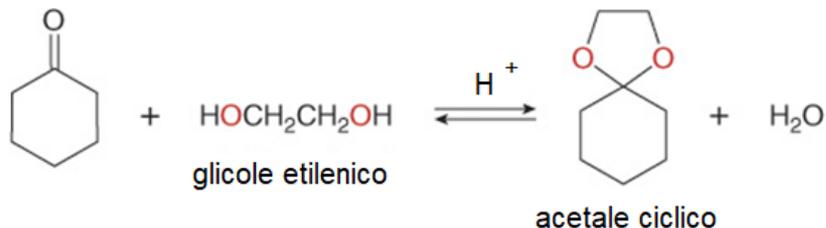
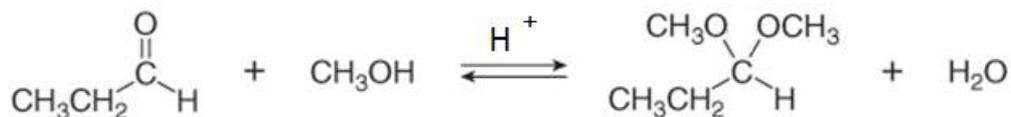
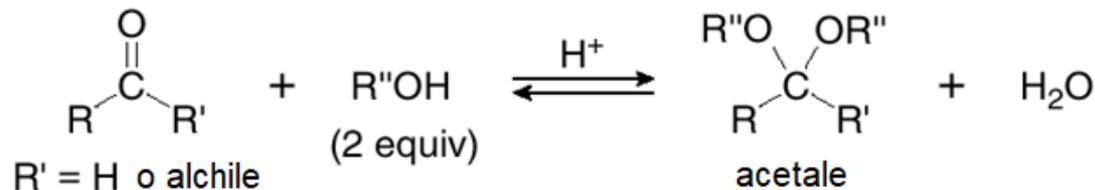
Un acetale protonato

Un acetale

# Addizione di alcoli

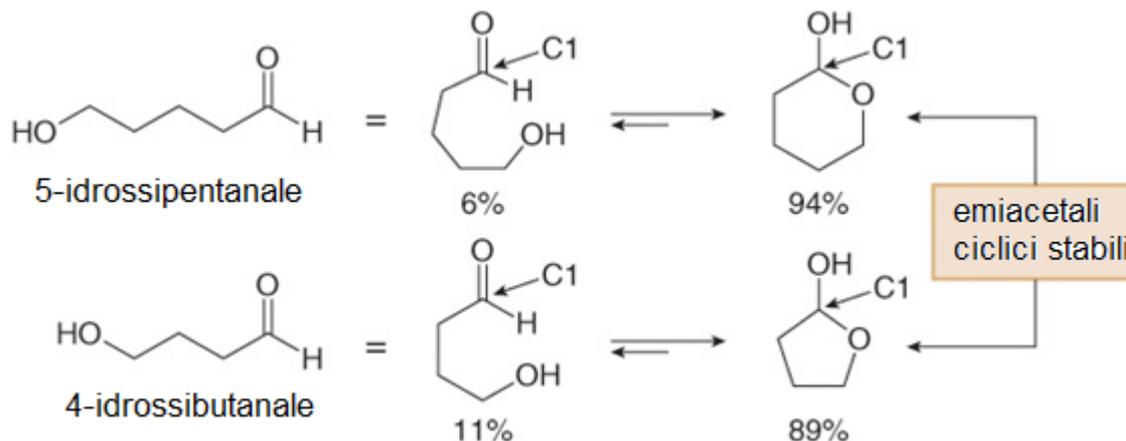
- La reazione di formazione di acetali è un equilibrio acido catalizzato che si sposta a destra in presenza di eccesso di alcol e a sinistra in eccesso di acqua.
- **In condizioni neutre o basiche gli acetali sono stabili**

Formazione di acetali

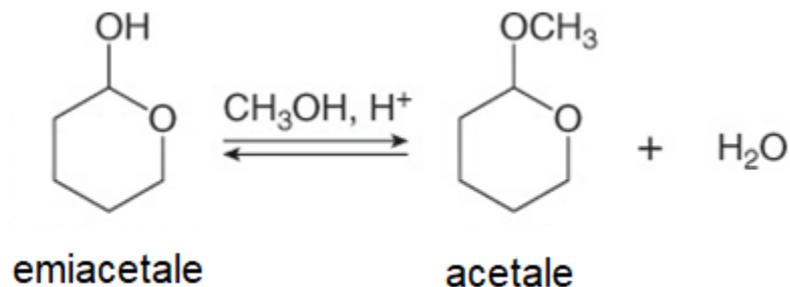


# Acetali ed emiacetali ciclici

Gli emiacetali ciclici si formano per reazione intramolecolare di idrossialdeidi. Sono particolarmente stabili gli emiacetali ciclici con cicli a 5 e 6 atomi.

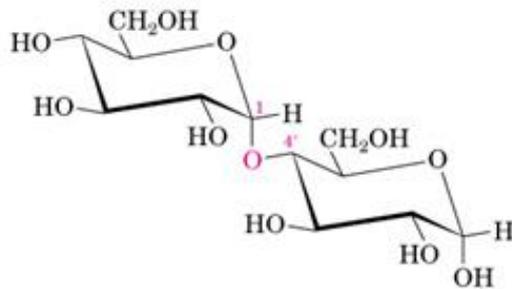
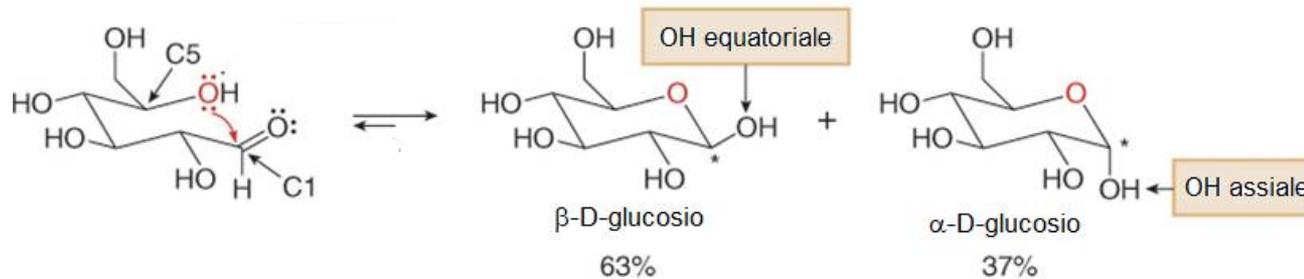


Gli emiacetali ciclici vengono trasformati in acetali ciclici per trattamento con un alcol in ambiente acido

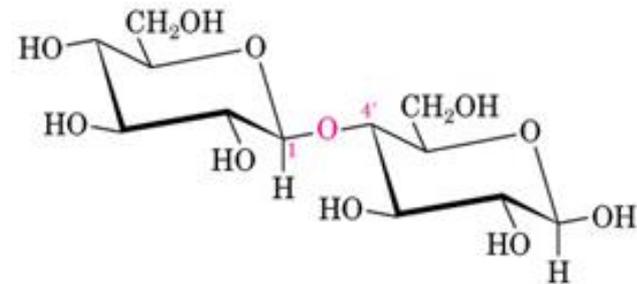


# Carboidrati (Zuccheri)

- I **carboidrati**, comunemente chiamati zuccheri, sono poliidrossi aldeidi e chetoni
- Molti carboidrati contengono acetalici ciclici o emiacetali. Esempi sono il glucosio, il maltosio e il cellobiosio.



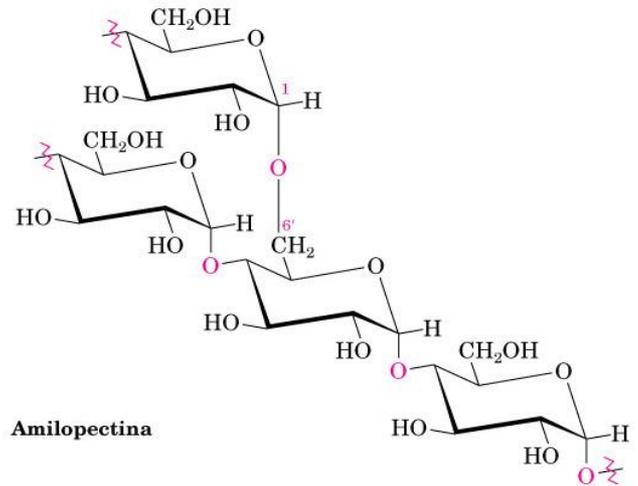
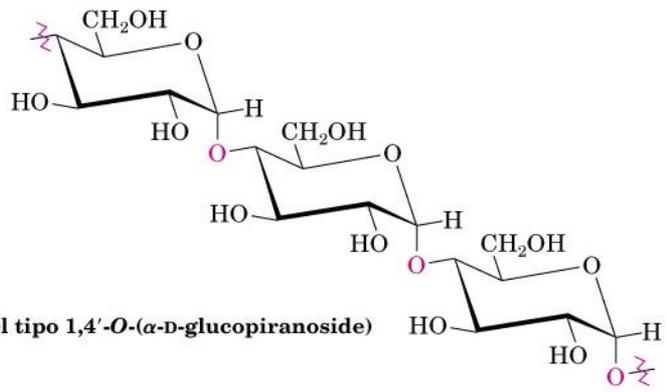
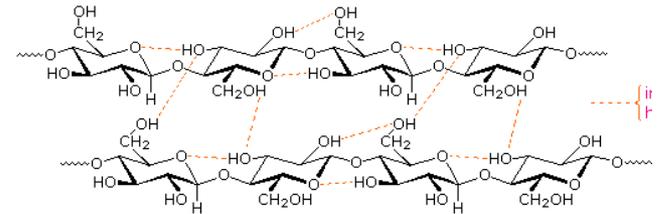
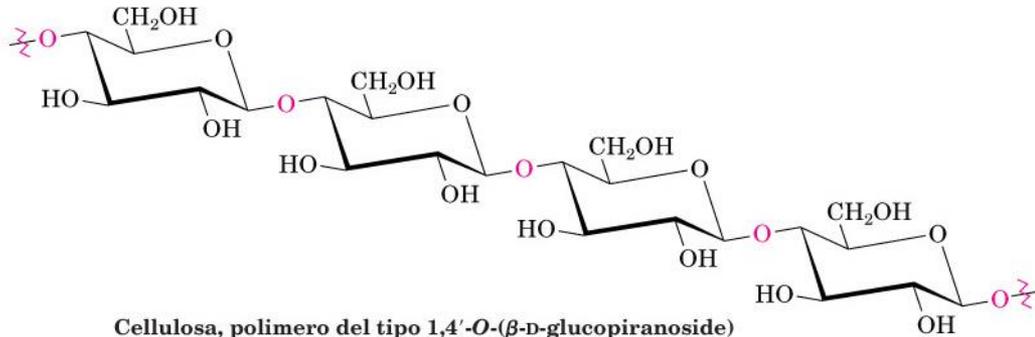
Maltosio, un 1,4'- $\alpha$ -glicoside  
[4-O-( $\alpha$ -D-glucopiranosil)- $\alpha$ -D-glucopiranosio]



Cellobiosio, un 1,4'- $\beta$ -glicoside  
[4-O-( $\beta$ -D-glucopiranosil)- $\beta$ -D-glucopiranosio]

# Carboidrati (Zuccheri)

- I **carboidrati**, sono anche la cellulosa e l'amido anche loro formati da unità di glucosio legate attraverso un legame acetalico (glicosidico).



# Riduzione dei composti carbonilici

- Aldeidi e chetoni possono essere ridotte con  $H_2/Pd/C$  o con  $NaBH_4$  e  $LiAlH_4$  che sono selettivi per doppi legami polarizzati.
- La selettività del  $NaBH_4$  e  $LiAlH_4$  deriva dal fatto che l'idrogeno è trasferito come  $H^-$  che è nucleofilo e deve reagire con un carbonio elettrofilo. Il  $LiAlH_4$  è più reattivo del  $NaBH_4$ .



Alcoli secondari

$H_2/Pd$

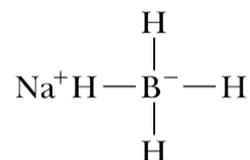
riduce anche il  $C=C$

$NaBH_4, LiAlH_4$

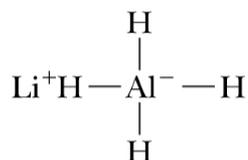
selettivi per  $C=O$



Alcoli primari



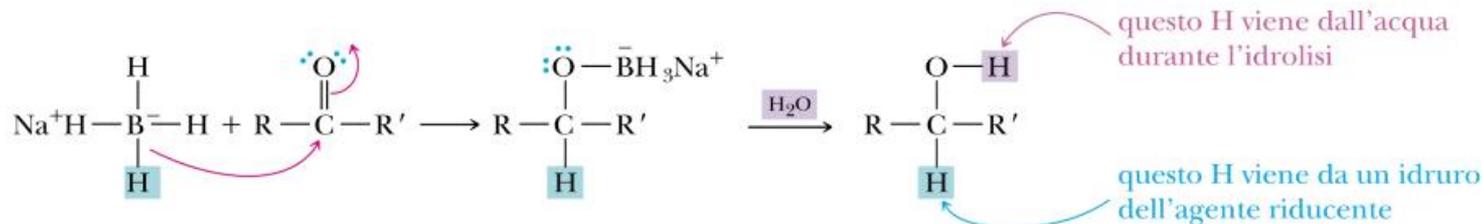
Sodio boroidruro



Litio alluminio idruro

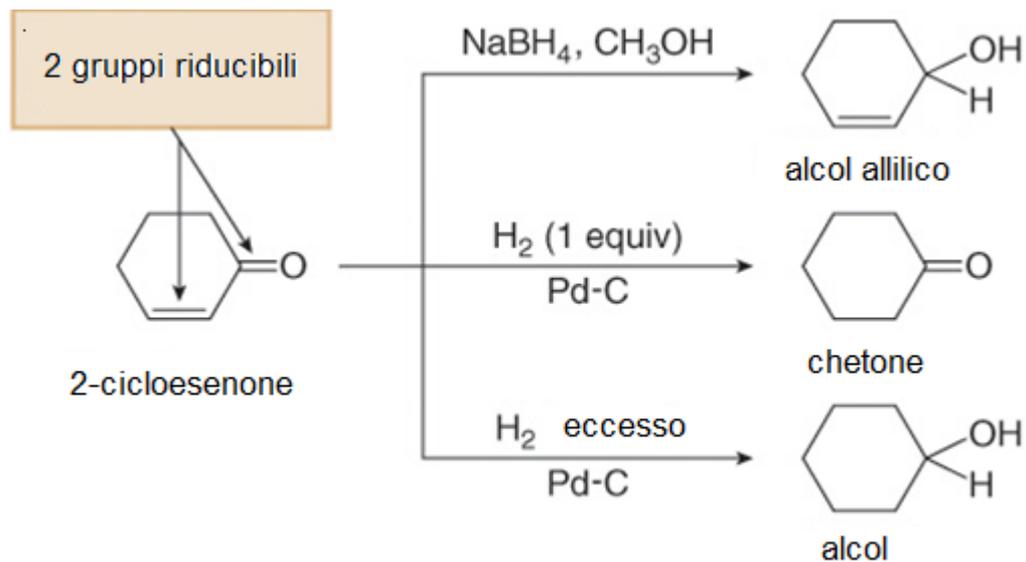


Ione idruro



**H è trasferito come  $H^-$**

# Riduzione dei composti carbonilici



# Ossidazione di composti carbonilici

