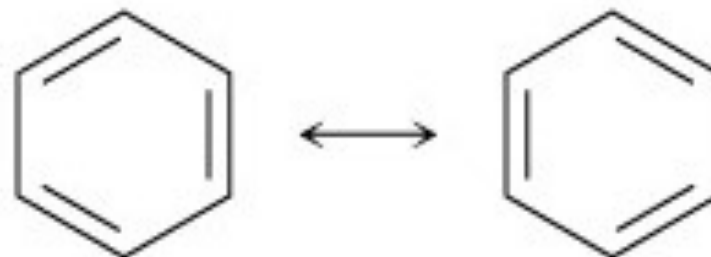
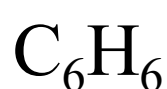


Benzene ed aromaticità

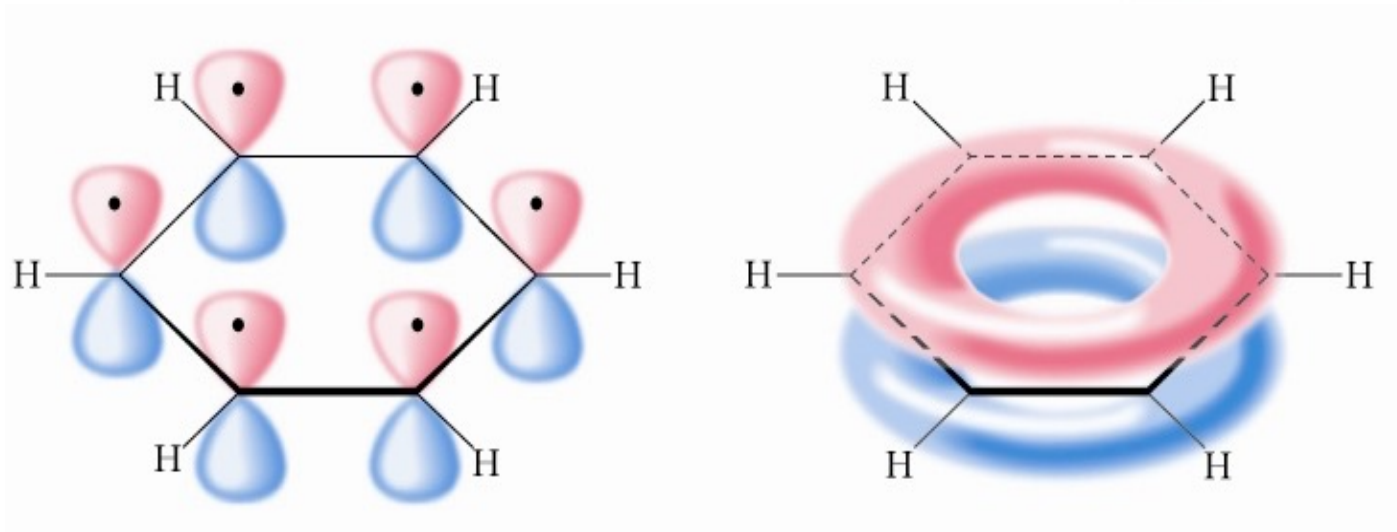
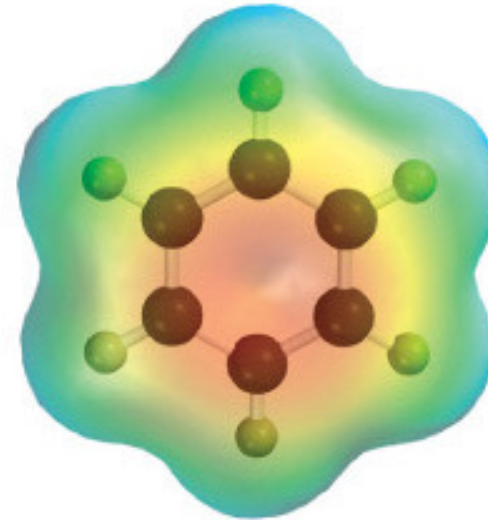
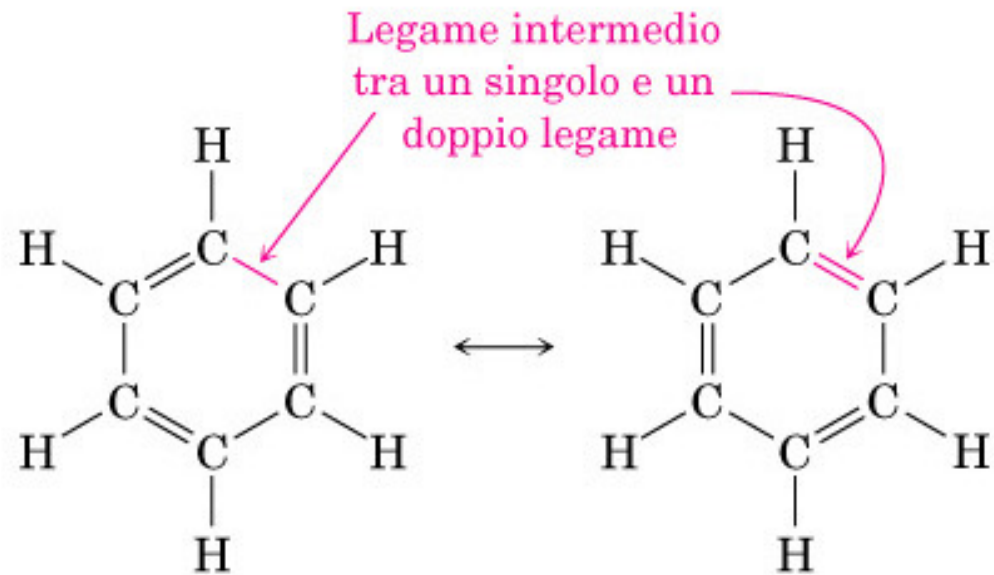
Breve storia del benzene

- Benzene isolato da Michael Faraday da residui oleosi degli impianti a gas (1825)
- Modello di August Kekule' (1872)



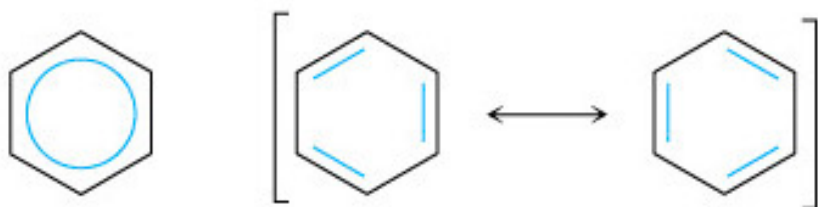
- Struttura risolta negli anni '30 grazie a teoria di ibridazione degli orbitali atomici e teoria di risonanza

Doppi legami coniugati nel benzene



Risonanza del benzene

Teoria della risonanza: «Quando una molecola o ione può essere rappresentata da 2 o più strutture, essa non può essere rappresentata adeguatamente da nessuna delle singole strutture.»



Rappresentazioni alternative del benzene.
La rappresentazione con il cerchio deve essere usata con attenzione dal momento che non indica in numero degli elettroni π nell'anello.

Aromaticità e la regola di Huckel

- Molecola ciclica
- Planare (o quasi planare)
- Orbitale $2p$ su ciascun atomo dell'anello
- Sistema coniugato continuo di elettroni contenete $4n+2$ (n numero intero positivo) elettroni π negli orbitali $2p$.

Idrocarburi policiclici aromatici

Aromaticità e la regola di Huckel

- Molecola ciclica
- Planare (o quasi planare)
- Orbitale $2p$ su ciascun atomo dell'anello
- Sistema coniugato continuo di elettroni contenete $4n+2$ (n numero intero positivo) elettroni π negli orbitali $2p$.

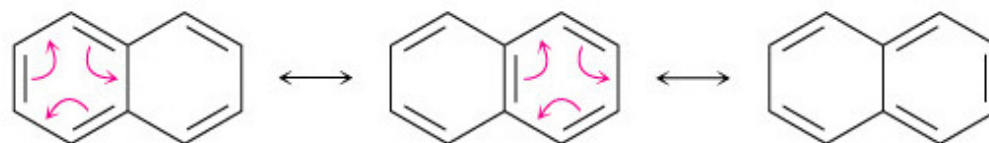
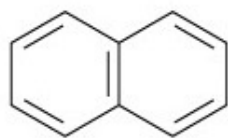
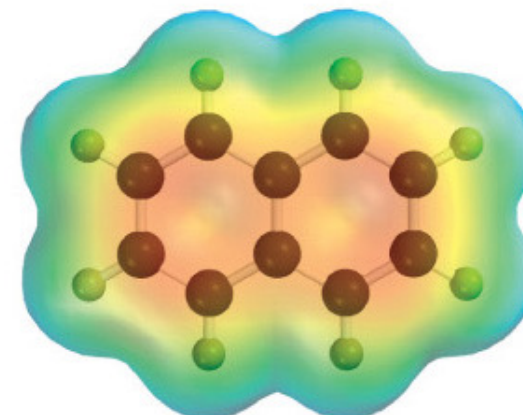
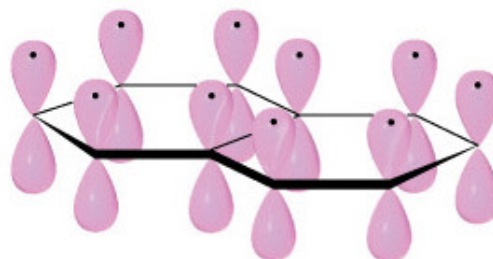


FIGURA 15.12 Il disegno degli orbitali e la mappa di potenziale elettrostatico del naftalene mostrano che i dieci elettroni π sono completamente delocalizzati su entrambi gli anelli.

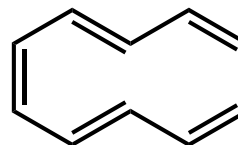
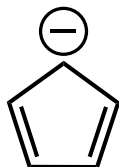
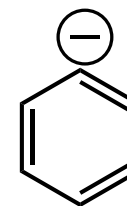
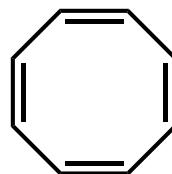
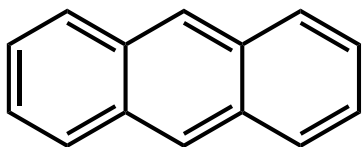


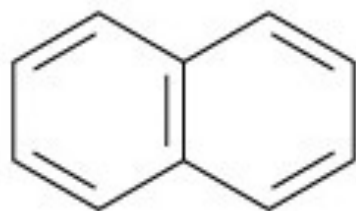
Naftalene



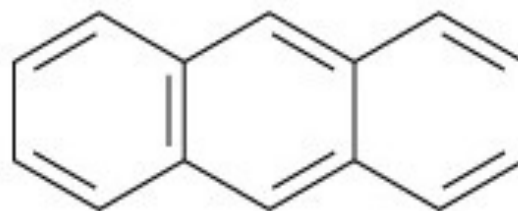
Esercizio

Applicando i criteri appena appresi, stabilisci se i seguenti composti sono aromatici o non aromatici.





Naftalene



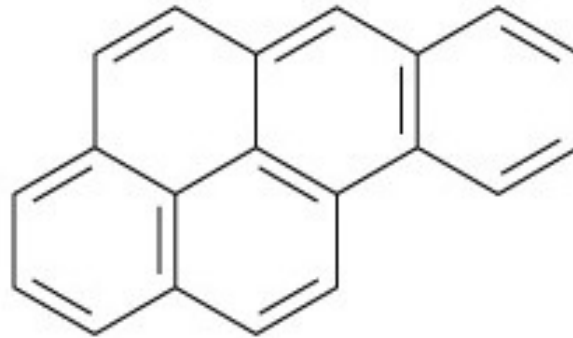
Antracene

Naftalene:

Ottenuto per distillazione del catrame o del carbone.

Antracene:

utilizzato nell'industria dei coloranti e come conservante nell'industria del legname, grazie alle sue proprietà insetticide. Non cancerogeno ma persistente, bioaccumulabile e tossico per gli organismi acquatici



Benzo[a]pirene

Benzopireni:

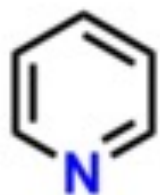
contenuti nel catrame, e negli scarti di combustione di molecole ad alto MW. Si formano nella cottura dei cibi alla griglia.

Contenuti nel fumo di sigaretta e negli scarichi dei motori Diesel.

Cancerogeni.

Alcuni eterocicli aromatici

Queste molecole sono aromatiche?



Pyridina



Pirrolo

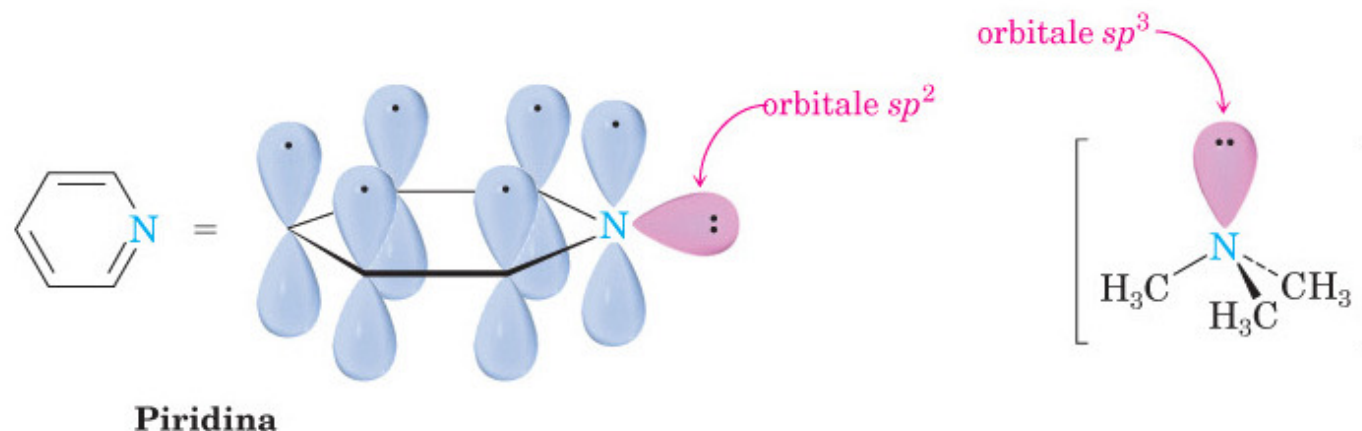


Furano



Tiofene

Piridina: eterociclo aromatici a sei termini

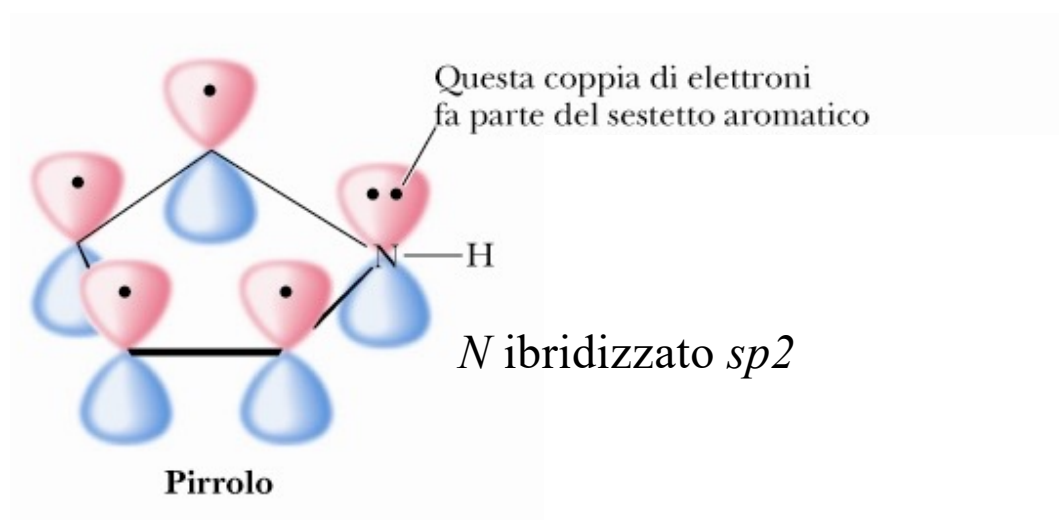


Aromaticità e la regola di Huckel

- Molecola ciclica
- Planare (o quasi planare)
- Orbitale $2p$ su ciascun atomo dell'anello
- Sistema coniugato continuo di elettroni contenete $4n+2$ (n numero intero positivo) elettroni π negli orbitali $2p$.

Il doppietto spaiato dell'azoto non partecipa all'aromaticità,
quindi ha reattività basica

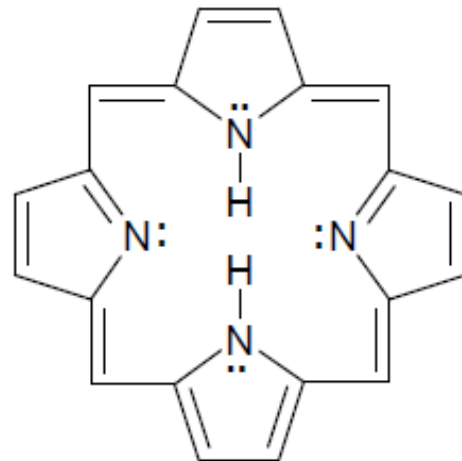
Aromaticità del pirrolo



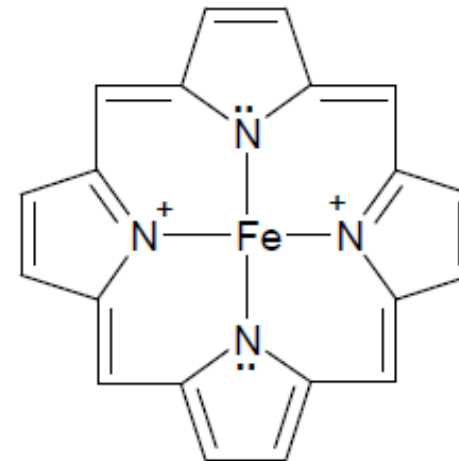
6 elettroni π

Il doppietto spaiato dell'azoto partecipa all'aromaticità: non ha reattività basica

Il pirrolo gioca un ruolo fondamentale nei sistemi biologici che sono in grado di «chelare» metalli quali le *porfirine*:



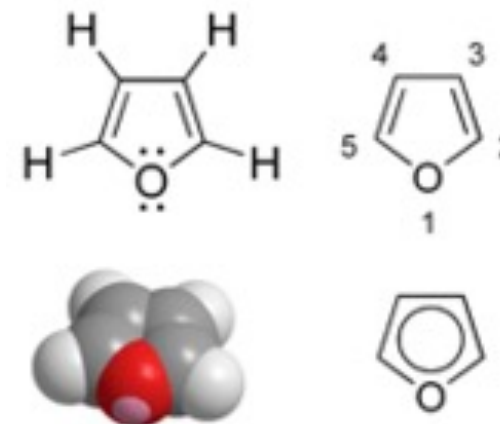
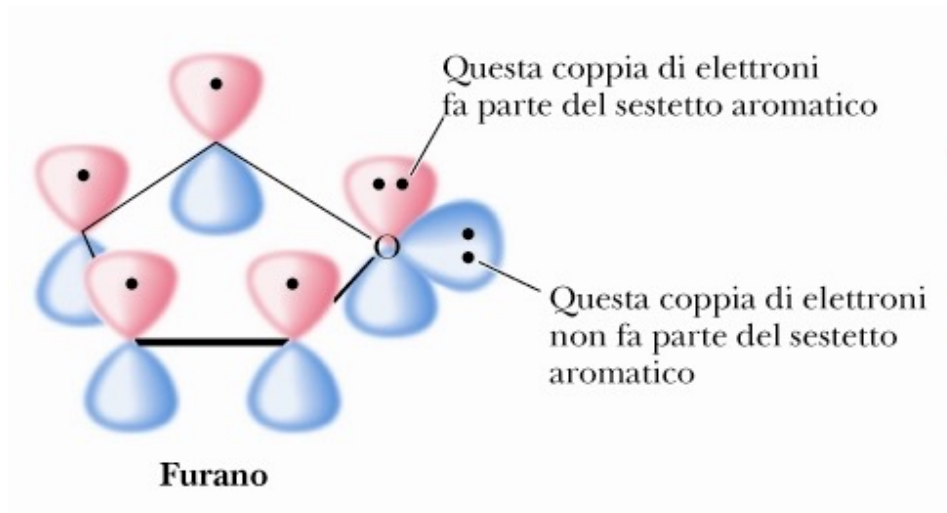
anello porfirinico



gruppo eme

Il sistema a base di queste strutture è la *porfina*, un sistema coniugato planare a 18 elettroni

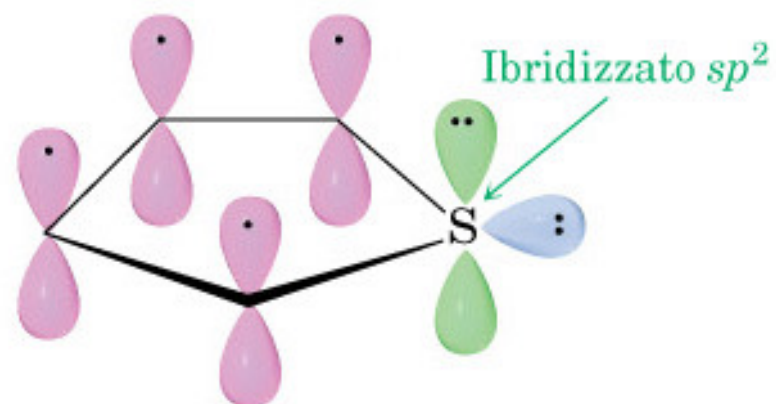
Aromaticità del furano



Aromaticità e la regola di Huckel

- Molecola ciclica
- Planare (o quasi planare)
- Orbitale $2p$ su ciascun atomo dell'anello
- Sistema coniugato continuo di elettroni contenete $4n+2$ (n numero intero positivo) elettroni π negli orbitali $2p$.

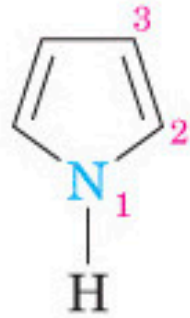
Aromaticità del tiofene



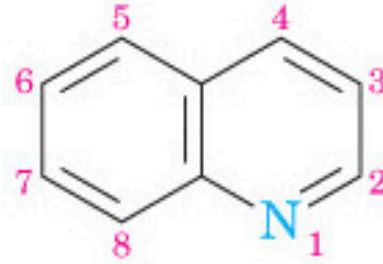
Eterocicli aromatici contenenti azoto



Piridina



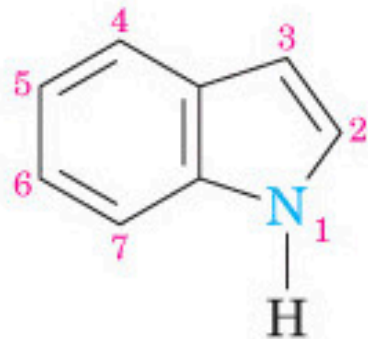
Pirrolo



Chinolina



Imidazolo

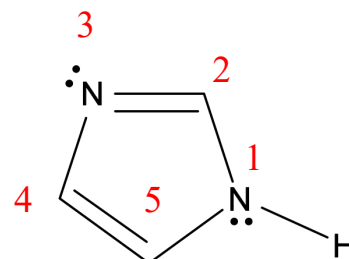


Indolo



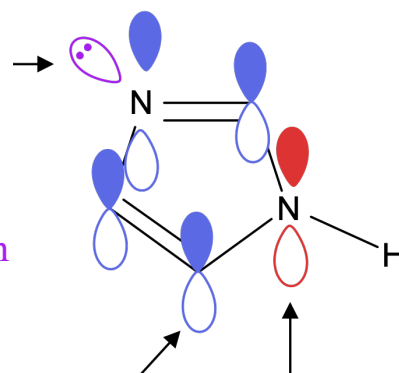
Pirimidina

L'imidazolo



Orbitale ibridizzato sp^2 e contenente un doppietto di e^- con proprietà acido-base

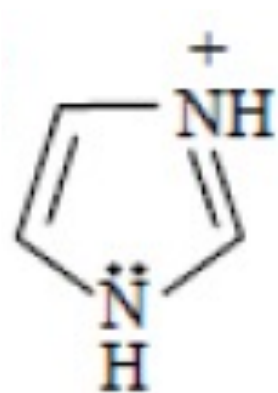
Questo orbitale è perpendicolare all'anello e non fa parte del sistema coniugato



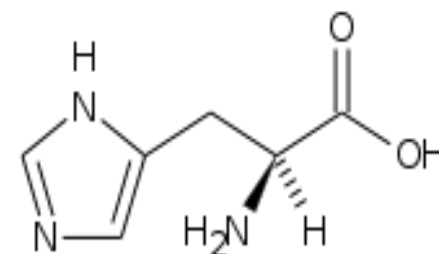
Orbitali p

Orbitale p con un doppietto di elettroni

Sistema coniugato

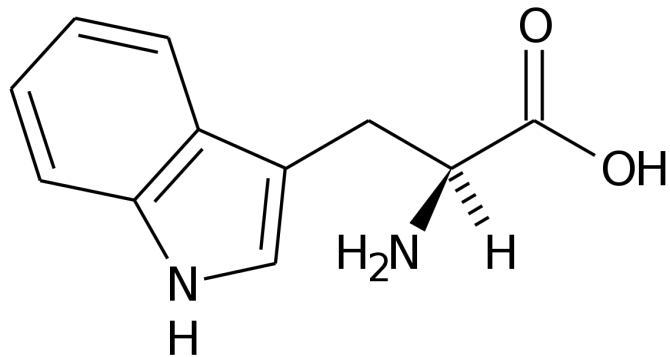
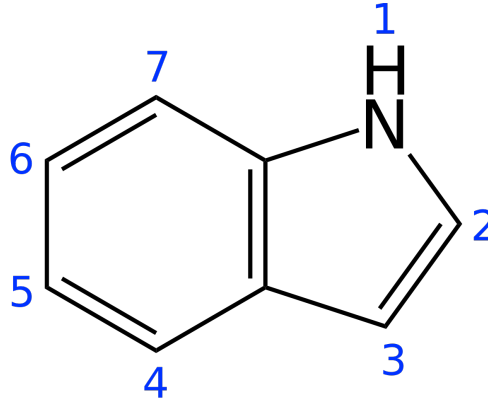


Acido coniugato:
 $pK_a = 7$

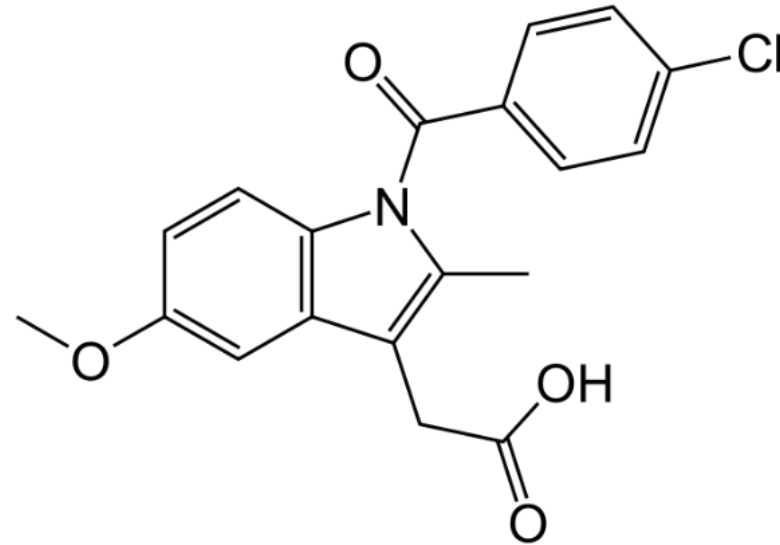


Istidina:
un amminoacido

L'indolo



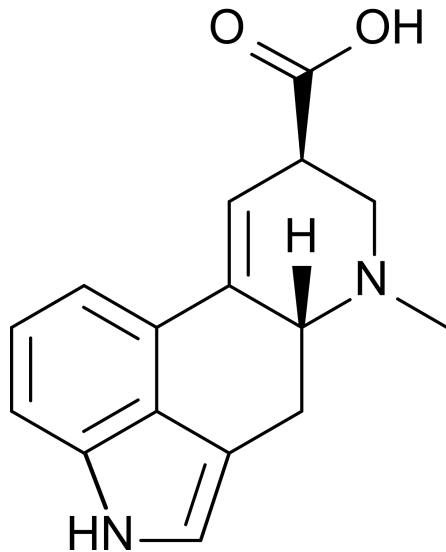
Triptofano (amminoacido)



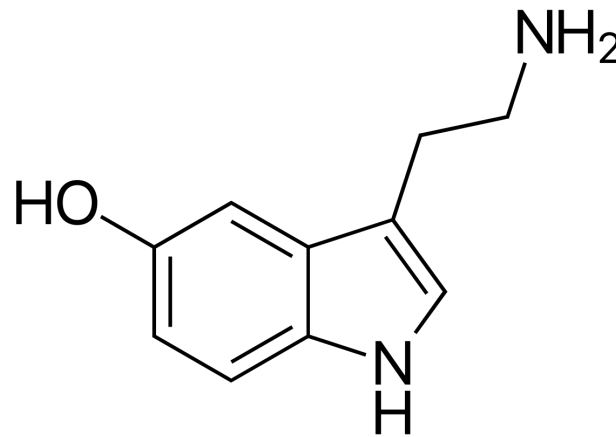
Indometacina
(antinfiammatorio non steroideo)¹⁷



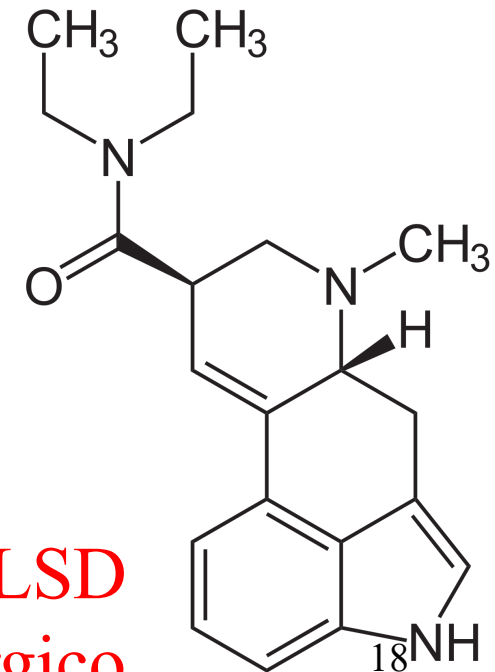
Claviceps purpurea è un ascomicete parassita delle graminacee il cui nome comune è **ergot**. Genera nelle piante infette degli sclerozi a forma di corna o speroni. Questi sono i corpi fruttiferi del fungo in cui sono contenuti diversi alcaloidi tra cui l'acido lisergico. Questi hanno vari tipi di effetti su persone e animali che li assumono. Sono vasocostrittori e interagiscono con il sistema nervoso centrale in particolare con i recettori della serotonina.



Acido lisergico



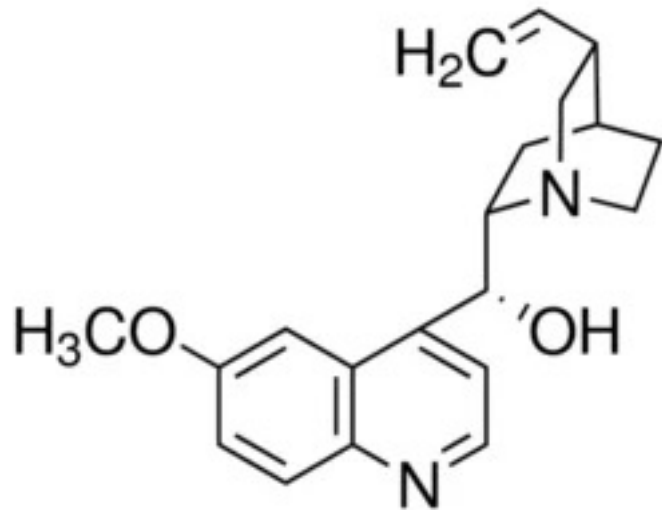
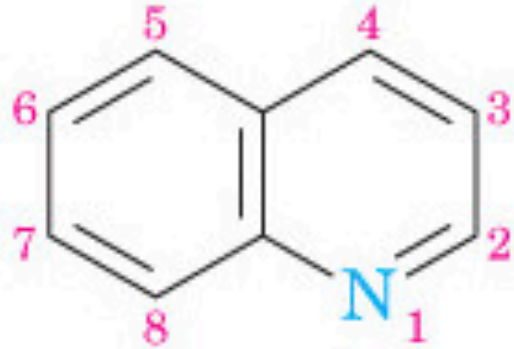
Serotonina



LSD

dietilamide dell'acido lisergico

La chinolina

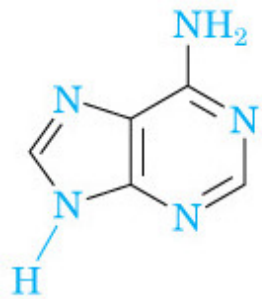


Chinino: alcaloide antimalarico

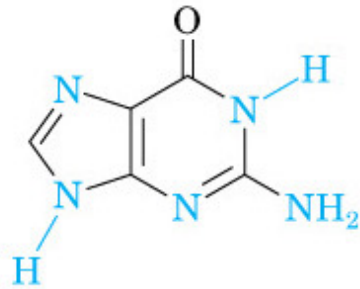
Basi azotate degli acidi nucleici

Esercizio:

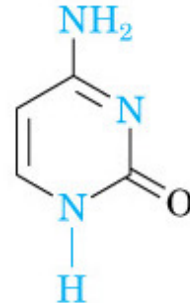
- 1) Le basi azotate che compongono il DNA sono aromatiche? Perché?
- 2) Quali azoti sono aromatici e quali hanno proprietà acido base e perché?



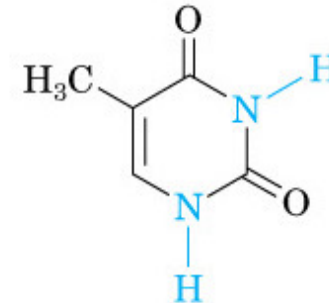
Adenina (A)
DNA
RNA



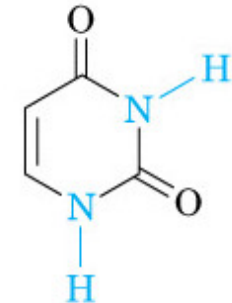
Guanina (G)
DNA
RNA



Citosina (C)
DNA
RNA



Timina (T)
DNA

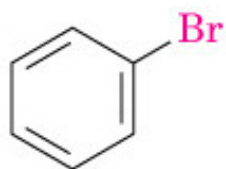


Uracile (U)
RNA

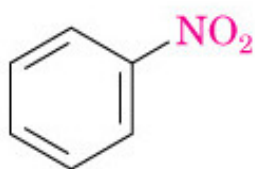
Nomenclatura dei derivati del benzene

Benzeni sostituiti

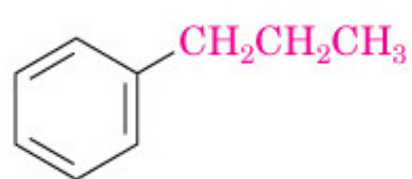
La nomenclatura IUPAC prevede l'utilizzo del nome del sostituente seguito da «benzene».



Bromobenzene



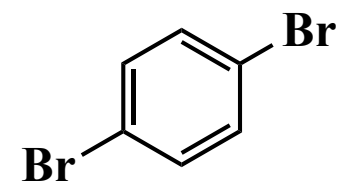
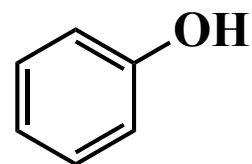
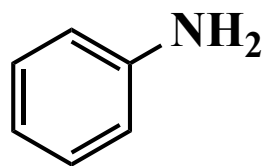
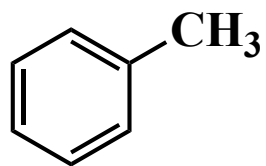
Nitrobenzene



Propilbenzene

Esercizio

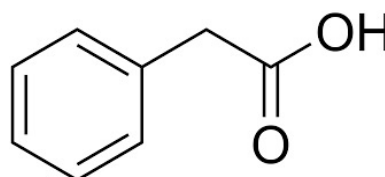
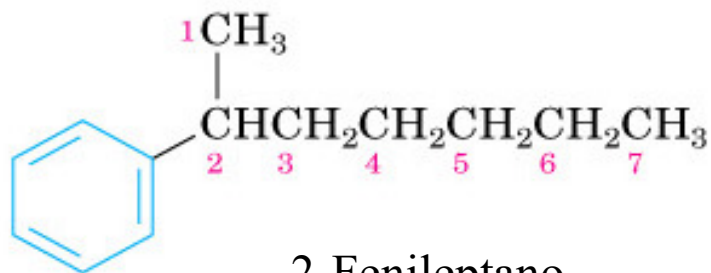
Assegna il nome alle seguenti strutture molecolari.



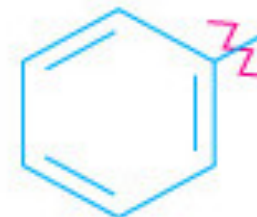
Benzene come sostituyente

Il gruppo sostituyente fenilico

- Gruppo funzionale di formula C_6H_5-
- Viene abbreviato come Ph



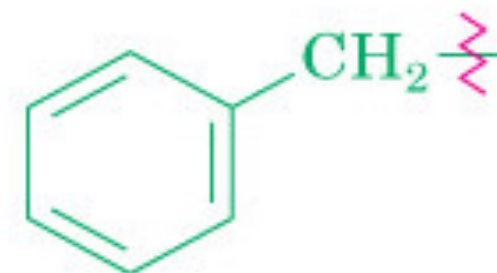
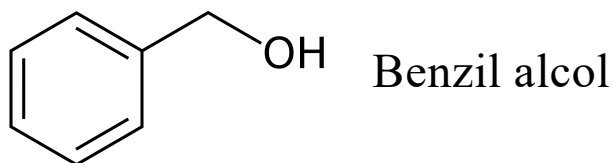
Acido fenilacetico



Gruppo fenilico

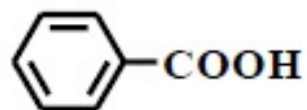
Il gruppo sostituyente benzilico

- Gruppo funzionale di formula $C_6H_5-CH_2-$
- Viene abbreviato come Ph- CH_2- o Bn-

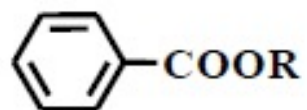


Gruppo benzilico

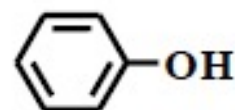
Priorità	Composto base	Nome base	Priorità	Composto base	Nome base
----------	---------------	-----------	----------	---------------	-----------



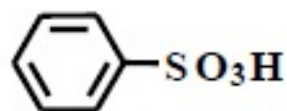
acido benzoico



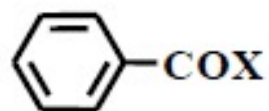
alchil benzoato



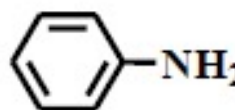
fenolo



acido benzen
solfonico

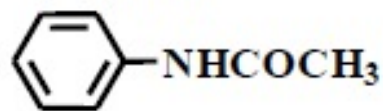


benzoil
alogenuro

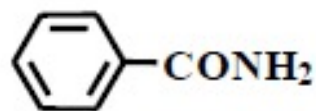


anilina

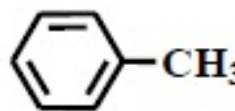
X = Cl, Br



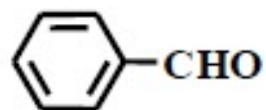
acetanilide



benzammide



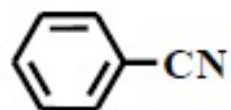
toluene



benzaldeide

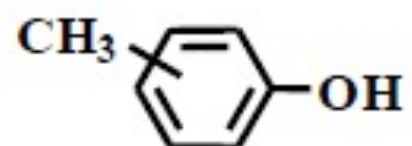


benzene

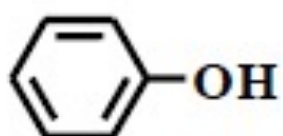


benzonitrile

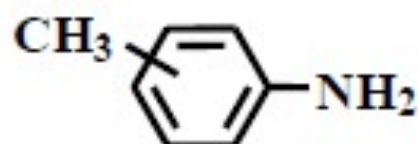
Composto base	Nome base
---------------	-----------



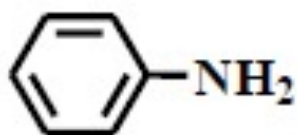
cresolo*



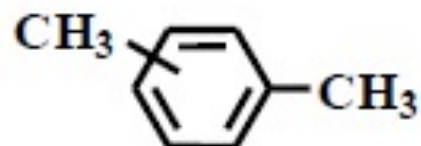
fenolo



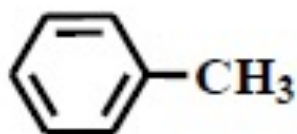
toluidina*



anilina

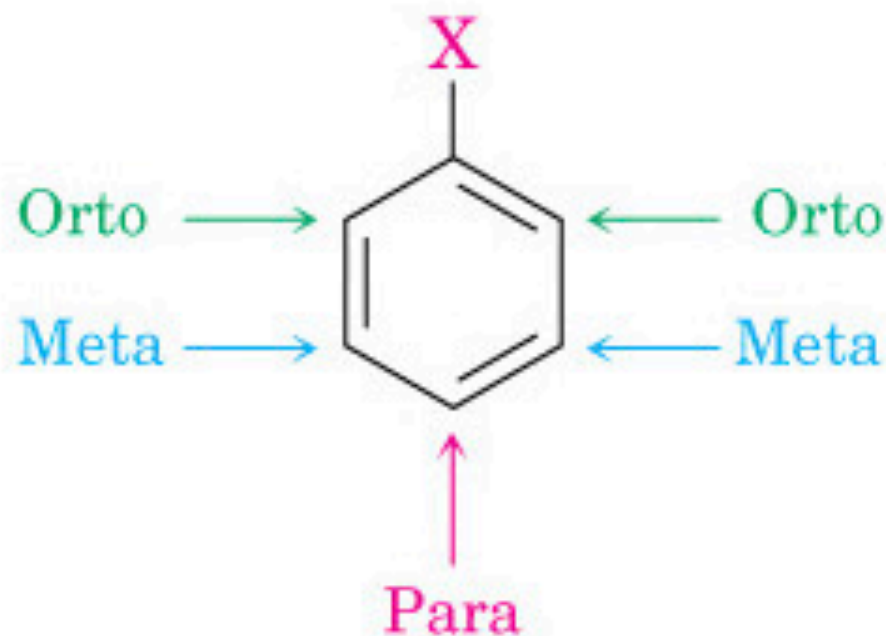


xilene*

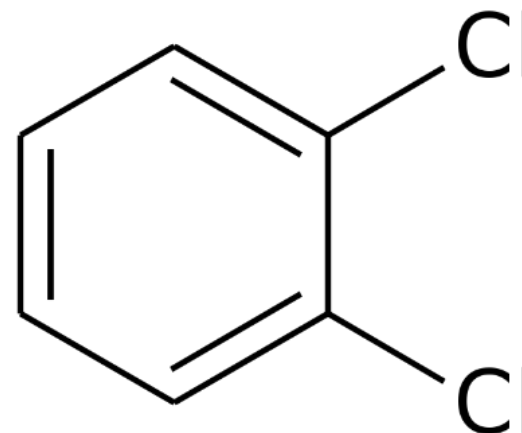


toluene

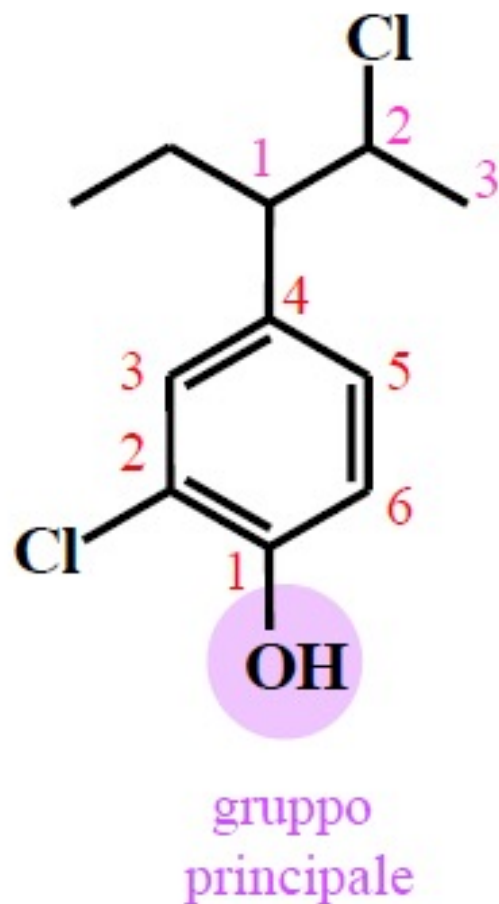
Benzeni disostituiti



1,2-diclorobenzene
oppure
o-diclorobenzene



Esempio



Numerare gli altri carboni nella direzione che permetta il più basso set di numeri

A parità di numeri, vince il sostituito con iniziale più bassa nell'ordine alfabetico

1. Gruppo principale: **OH**

Fenolo

2. Numerazione anello:

3. Sostituito complesso:

(2-cloro-1-etilpropil)

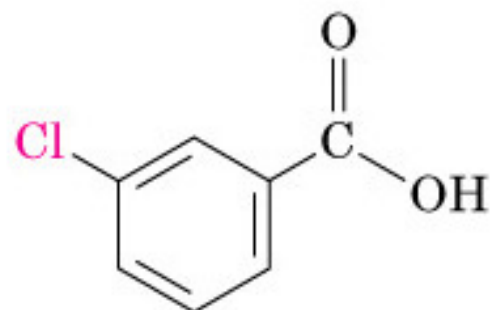
4. Assemblaggio:

2-cloro-4-(2-cloro-1-etilpropil)fenolo

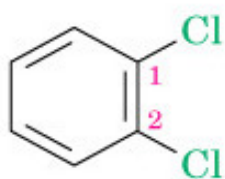
Esempi di nomenclatura dei derivati del benzene



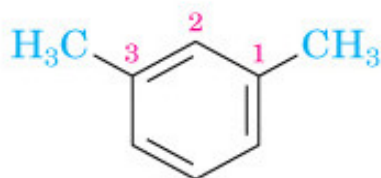
2,6-Dibromofenolo



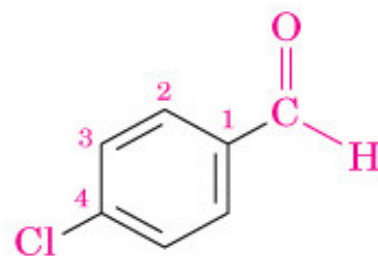
Acido *m*-clorobenzoico



***orto*-Diclorobenzene
1,2 disostituito**

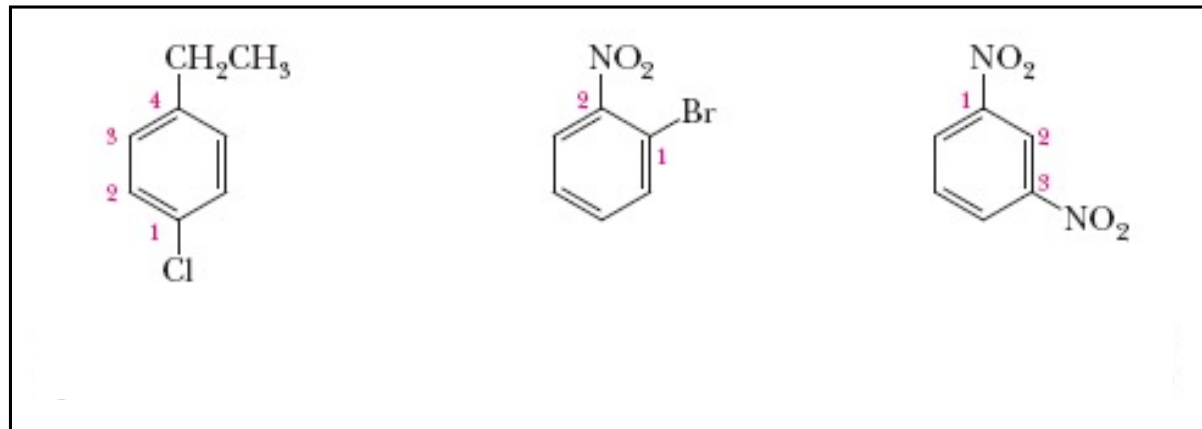
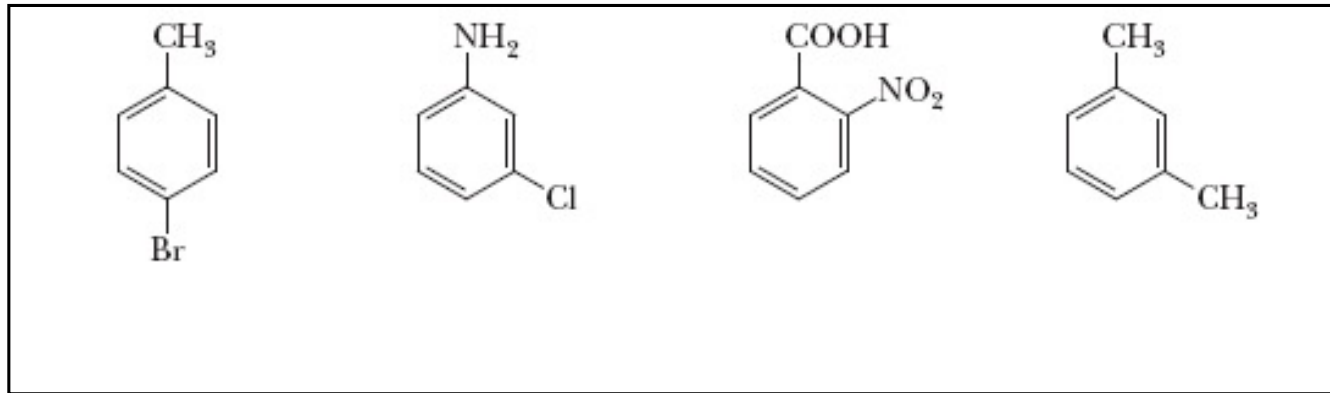
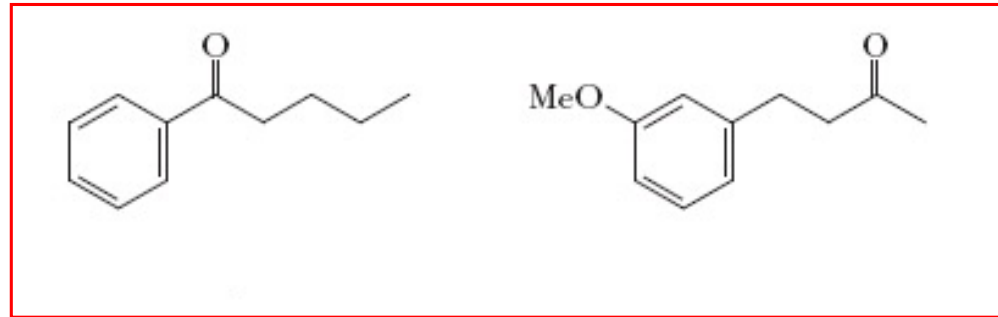


***meta*-Xilene
1,3 disostituito**



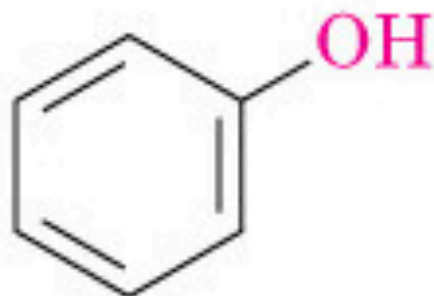
***para*-Clorobenzaldeide
1,4 disostituito**

Esercizio



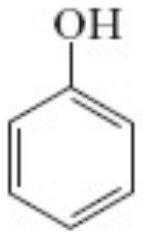
**Come l'aromaticità del benzene
influisce sulla reattività dei gruppi
funzionali legati all'anello:
il fenolo e l'anilina**

Il fenolo

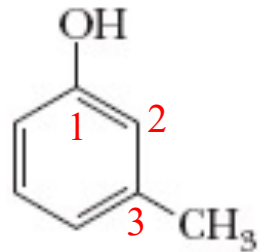


Fenolo: p.e. = 181.7°C

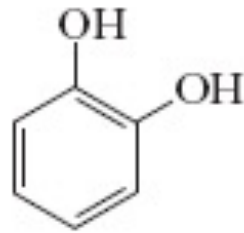
Derivati del Fenolo



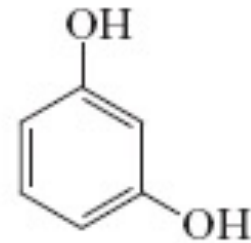
Fenolo



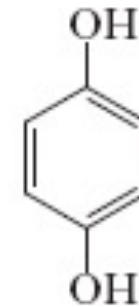
3-Metilfenolo
(*m*-Cresolo)



1,2-Benzendiolo
(Catecolo)



1,3-Benzendiolo
(Resorcinolo)

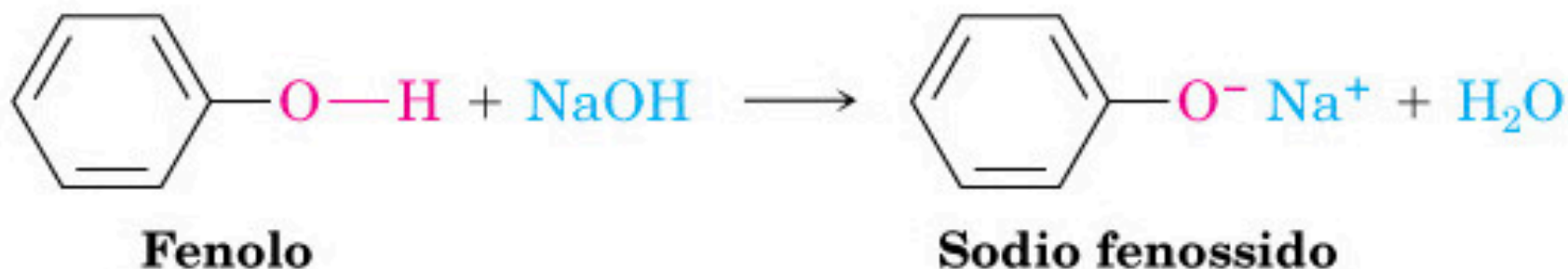


1,4-Benzendiolo
(Idrochinone)

Il fenolo è un acido più forte degli alcol

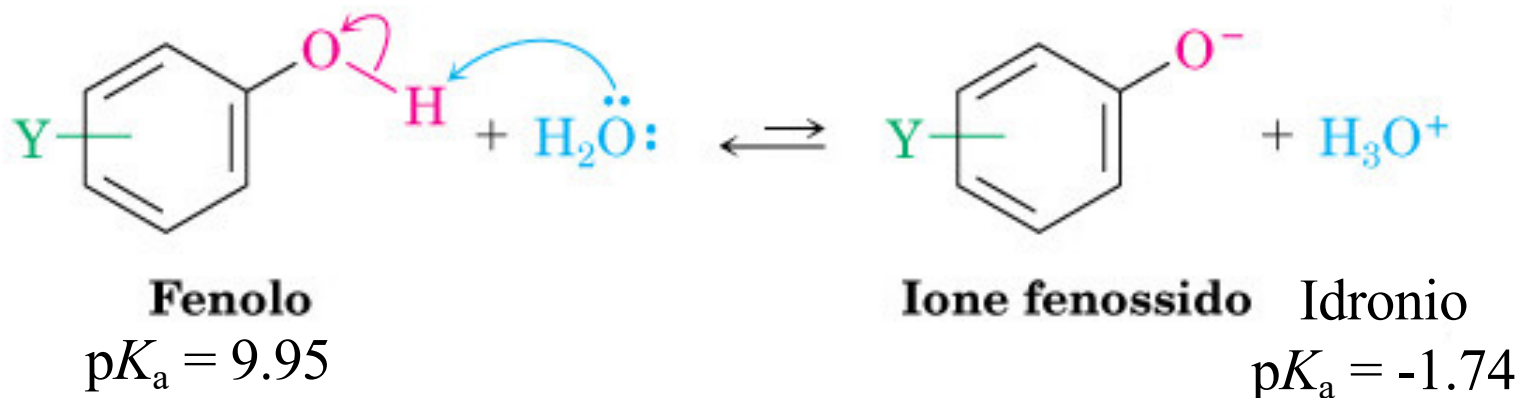
Etanolo: $pK_a = 15.9$

Fenolo: $pK_a = 9.95$



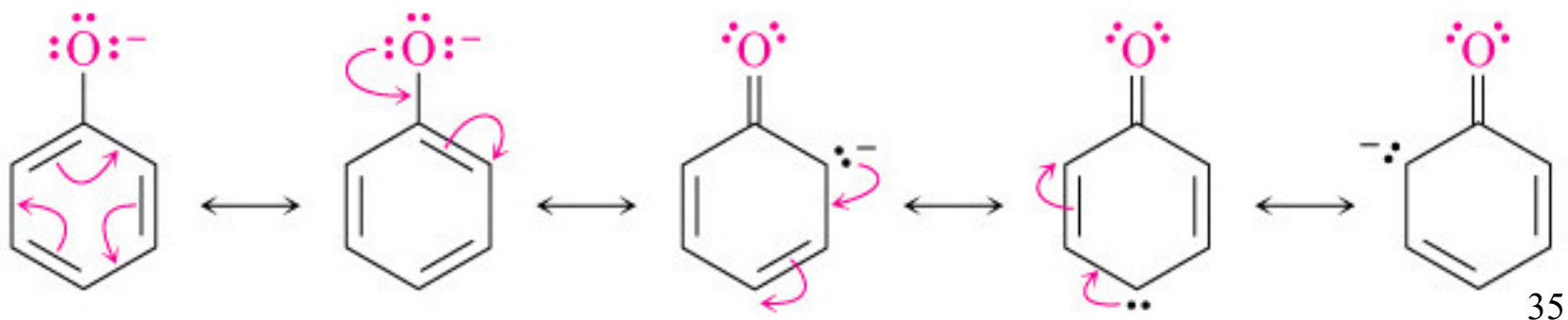
Il fenolo è un acido sufficientemente forte da poter formare sali se trattato con NaOH

Il fenolo è un acido più forte degli alcol

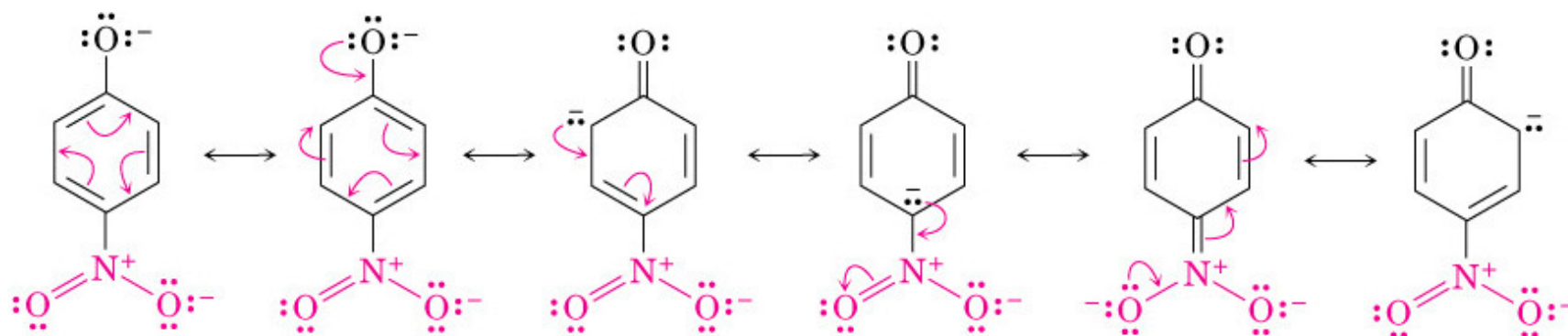


L'equilibrio favorisce sempre il lato con l'acido più debole

Base coniugata stabile per *risonanza*



Gruppi elettron-attrattori stabilizzano la base coniugata e aumentano l'acidità del fenolo

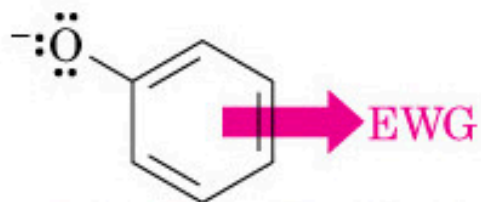


La forma dissociata viene stabilizzata!

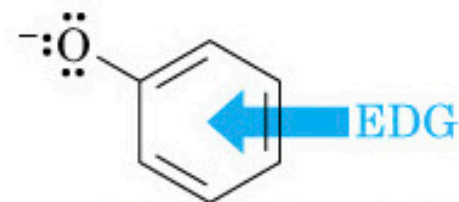
Il gruppo nitro stabilizza la base coniugata del *p*-nitrofenolo

Perciò il *p*-nitrofenolo ($pK_a = 7.15$) è un acido più forte del fenolo ($pK_a = 9.95$)

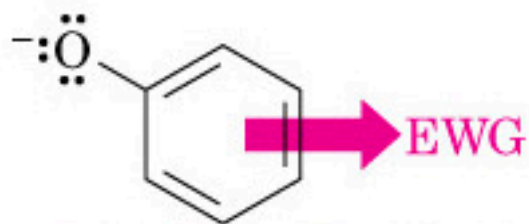
- **Gruppi elettrone-attrattori stabilizzano la base coniugata e aumentano l'acidità dei fenoli**
- **Gruppi elettrone-donatori destabilizzano la base coniugata e diminuiscono l'acidità dei fenoli**



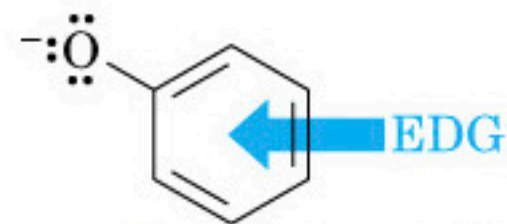
I gruppi elettrone-attrattori (EWG)
stabilizzano lo ione fenossido,
determinando così un aumento
dell'acidità del fenolo



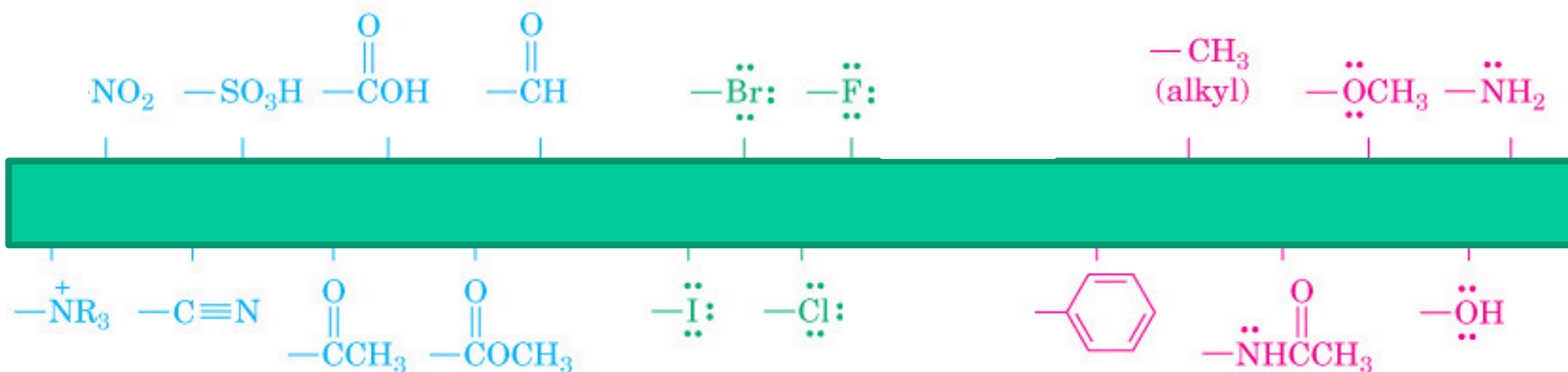
I gruppi elettrone-donatori (EDG)
destabilizzano lo ione fenossido,
determinando così una diminuzione
dell'acidità del fenolo



I gruppi elettron-attrattori (EWG)



I gruppi elettron-donatori (EDG)

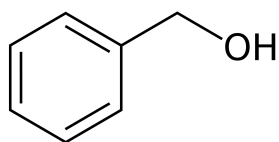


Elettron-attrattori

Elettron-donatori

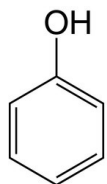
pK_a

- **Alcol benzilico**



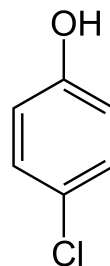
16-18

- Fenolo



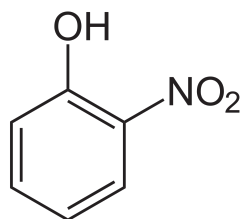
9.95

- 4-clorofenolo



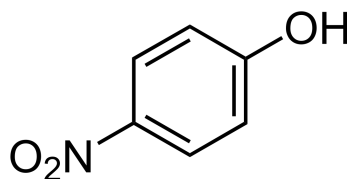
9.18

- 2-nitrofenolo



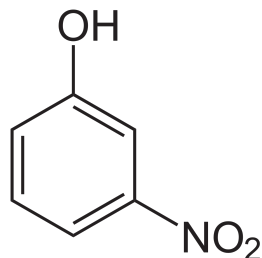
7.17

- 4-nitrofenolo



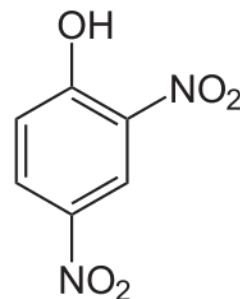
7.15

- 3-nitrofenolo



8.4

- 2,4-dinitrofenolo



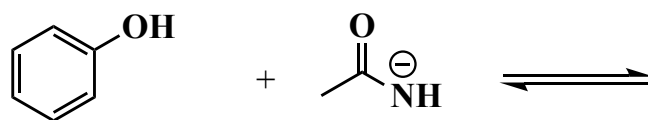
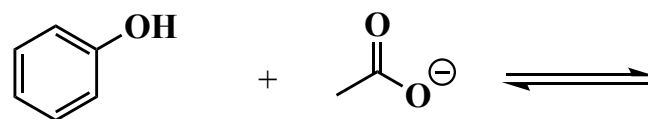
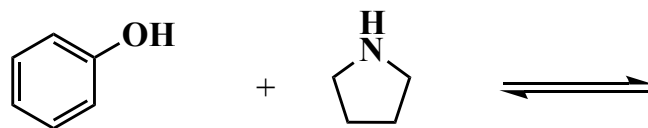
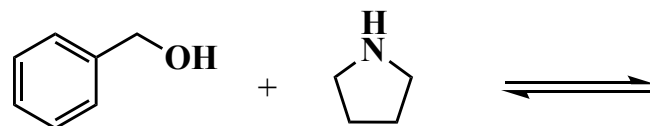
3.96

Esercizio

Perché il *p*-Nitrofenolo ($pK_a = 7.2$) è più acido del *m*-Nitrofenolo ($pK_a = 8.4$)?

Esercizio

- 1) Scrivete i prodotti dei seguenti equilibri acido-base.
- 2) Basandovi sui valori di pK_a delle differenti specie acide, predite da che parte e' spostato ciascun equilibrio.



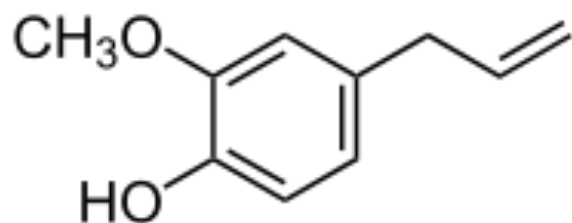
pKa Values of Common Species in Organic Chemistry

Inorganic Acids	Carb. Acids	Amines & Amides	Protonated Species
HO-H 15.7	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$ 3.7	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 36	$\text{Ph}-\overset{\oplus}{\text{O}}-\text{H}$ -7.8
$\text{H}-\overset{\oplus}{\text{O}}-\text{H}$ -1.7	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$ 4.8	$\text{H}-\text{N}(\text{H})-\text{H}$ 38	$\text{R}-\overset{\oplus}{\text{O}}-\text{H}$ -7.2
HS-H 7.0	$\text{Ph}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$ 4.2	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}-\text{H}$ 15	$\text{Ph}-\overset{\oplus}{\text{O}}-\text{H}$ -6.2
H-I -9.0	$\text{Cl}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$ 0.65		$\text{R}-\overset{\oplus}{\text{O}}-\text{H}$ -4.6
H-Br -9.0	$\text{F}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$ -0.25	Carbonyls	$\text{R}-\overset{\oplus}{\text{O}}-\text{H}$ -3.8
H-Cl -8.0		$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ 19-20	$\text{R}-\overset{\oplus}{\text{O}}-\text{H}$ -2.1
H-F 3.2	Alcohols & Thiols	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{H}$ 22-25	$\text{R}-\overset{\oplus}{\text{O}}-\text{H}$ -2.2
H-CN 9.2	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{H}$ 15.5	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ 9.0	$\text{R}-\overset{\oplus}{\text{N}}-\text{H}$ 11.3
H-N ₃ 4.7	$\text{C}(\text{CH}_3)_3-\text{O}-\text{H}$ 17.0	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}$ 11	$\text{R}-\overset{\oplus}{\text{O}}-\text{H}$ -2.2
$\left\{ \begin{array}{l} \text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{O}-\text{H} \\ \text{H}-\text{O}-\overset{\oplus}{\text{S}}-\text{O}-\text{H} \end{array} \right\}$ -3.0 2.0	$\text{Ph}-\text{O}-\text{H}$ 10.0	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}$ 13	$\text{R}-\overset{\oplus}{\text{N}}-\text{H}$ 8.5
$\left\{ \begin{array}{l} \text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}-\text{O}-\text{H} \\ \text{H}-\text{O}-\overset{\oplus}{\text{P}}-\text{O}-\text{H} \end{array} \right\}$ 2.1 7.2 12.3	$\text{Ph}-\text{S}-\text{H}$ 7.0		$\text{Pyridine}-\overset{\oplus}{\text{N}}-\text{H}$ 5.2
$\text{H}-\text{O}-\overset{\oplus}{\text{N}}-\text{O}-\text{H}$ -1.3	Hydrocarbons	Other	$\text{R}-\overset{\oplus}{\text{N}}-\text{H}$ 10.5
$\left\{ \begin{array}{l} \text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{Cr}}-\text{O}-\text{H} \\ \text{H}-\text{O}-\overset{\oplus}{\text{Cr}}-\text{O}-\text{H} \end{array} \right\}$ -0.2 6.5	$\text{R}-\overset{\text{H}}{\text{C}}-\text{H}$ 45-60	$\text{H}-\text{H}$ 35	$\text{Ph}-\overset{\oplus}{\text{N}}-\text{H}$ 4.6
$\text{MsO}-\text{H}$ -2.6	$\text{C}=\overset{\text{H}}{\text{C}}$ 40-50	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{CH}_3$ 35	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}-\text{H}$ -12
$\text{TsO}-\text{H}$ -2.8	$-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ 23-26	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$ 8.2	
$\text{TfO}-\text{H}$ -14.0	$\text{Cyclopentadiene}-\text{H}$ 15		
$\text{H}-\overset{\oplus}{\text{N}}-\text{H}$ 9.2	$\text{Cl}_3\text{C}-\text{H}$ 25		
$\text{HOO}-\text{H}$ 11.7	$\text{N}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{H}$ 25		
$\left\{ \begin{array}{l} \text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H} \\ \text{H}-\text{O}-\overset{\oplus}{\text{C}}-\text{O}-\text{H} \end{array} \right\}$ 6.4 10.3	$\text{O}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{H}$ 11		
		<u>How to find the K of a RXN</u>	
		$\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^\ominus + \text{HB}^\oplus$	
		$K = 10^{\text{pKa}(\text{HB}^\oplus) - \text{pKa}(\text{HA})}$	

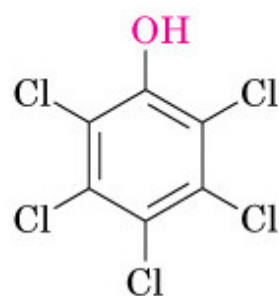
The acidic hydrogens are highlighted.

OrganicChemistryTutor.com

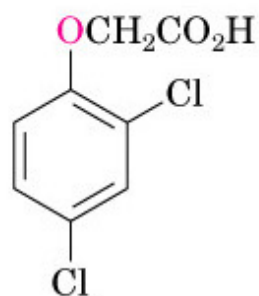
Derivati del fenolo nelle sostanze naturali



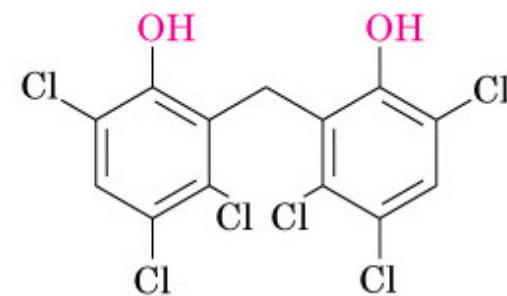
Eugenolo (componente principale olio aromatico chiodi di garofano, noce moscata, cannella)



Pentaclorofenolo
(conservante del legno)



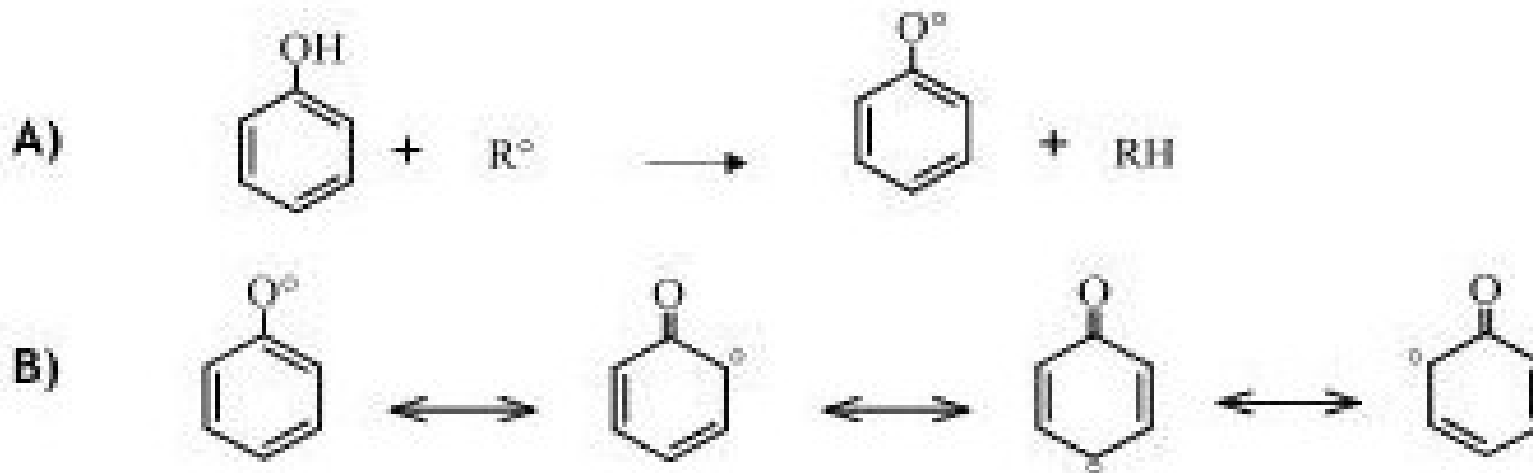
Acido 2,4-diclorofenossiacetico,
2,4-D (erbicida)



Esaclorofene
(antisettico)

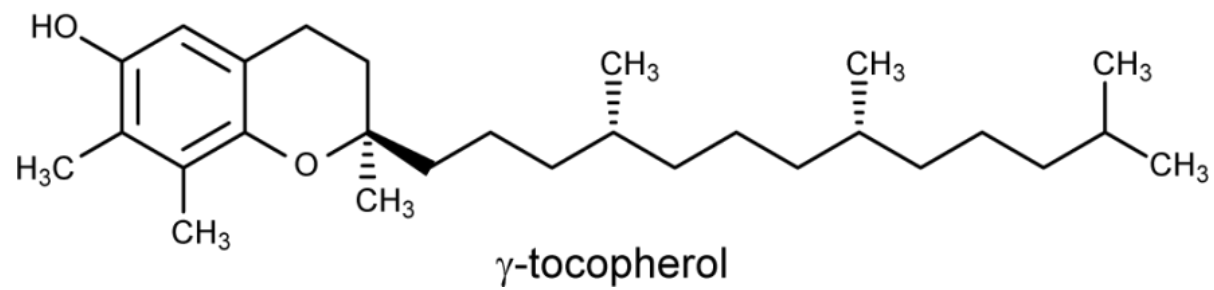
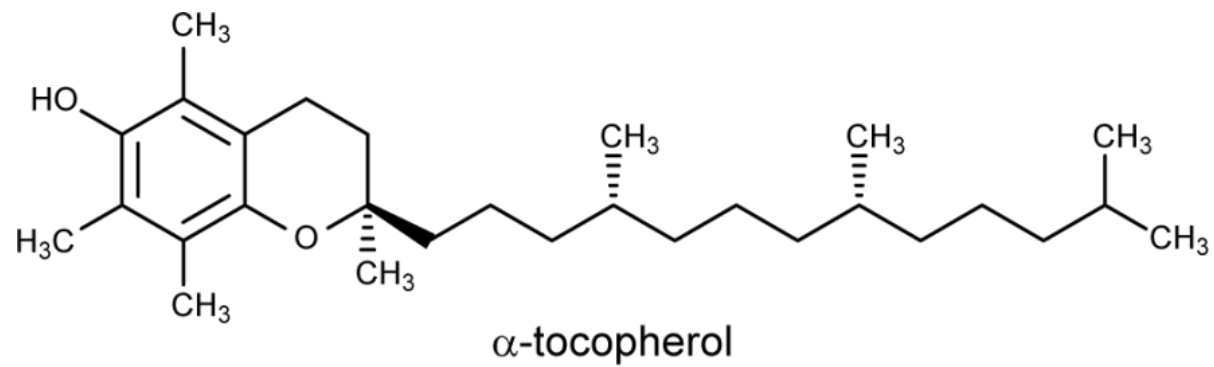
Derivati fenolici come antiossidanti

MECCANISMO ANTIOSSIDANTE



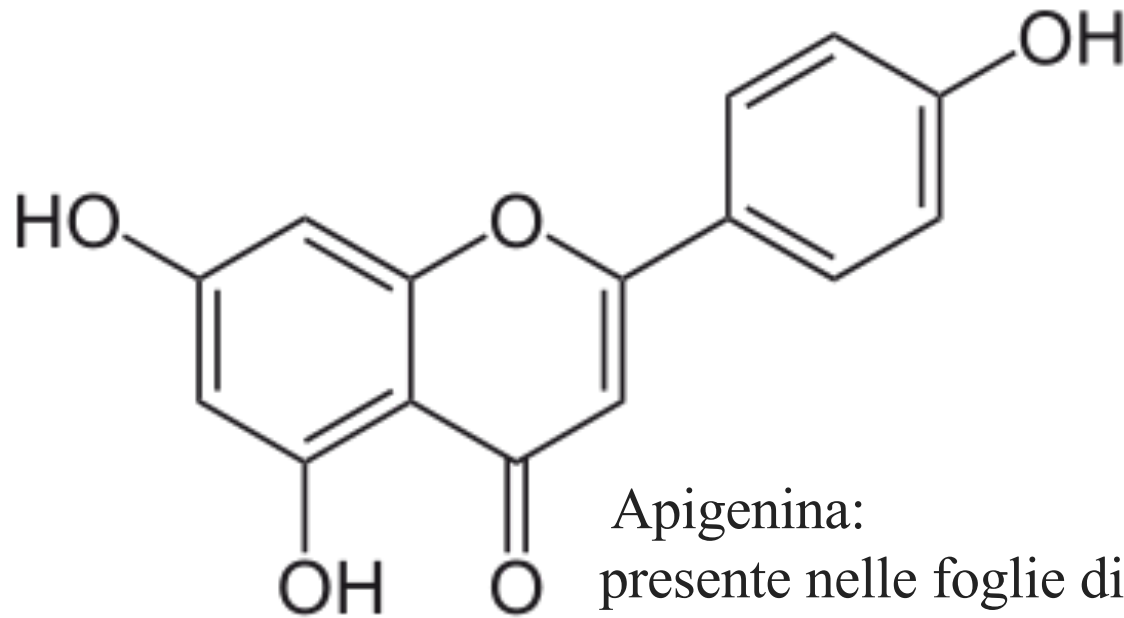
- Attraverso la rottura omolitica del legame, il gruppo fenolico cede l'atomo di idrogeno con l'elettrone spaiato al radicale, inattivandolo.
- L'elettrone spaiato del fenossiradicale formato si delocalizza sull'anello aromatico, stabilizzando la molecola e rendendola meno reattiva.

Tocoferolo (Vitamina E)



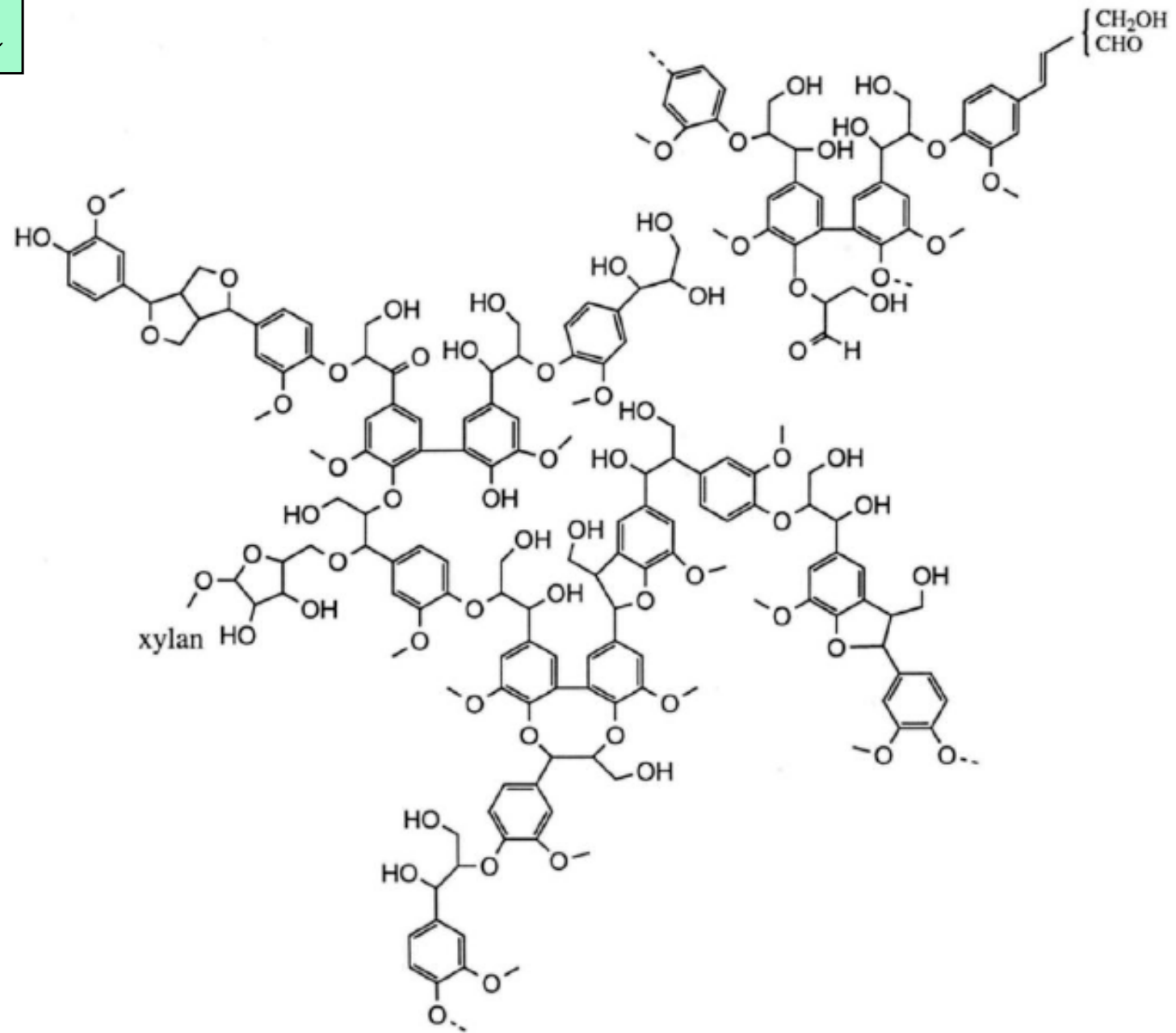
Polifenoli negli alimenti: flavonoidi, acidi fenolici, lignine

FLAVONOIDI (metaboliti secondari delle piante)



Apigenina:
presente nelle foglie di sedano, prezzemolo, camomilla.
Proprietà spasmolitiche.

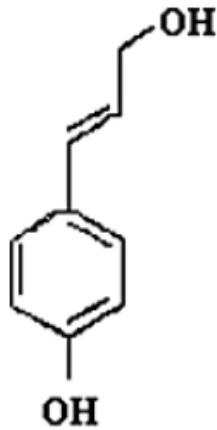
Lignina



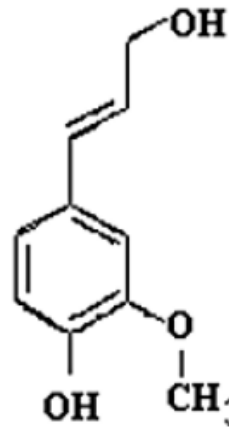
4. A structural model of softwood lignin according to Brunow *et al.*, 1998.

Lignina: precursori

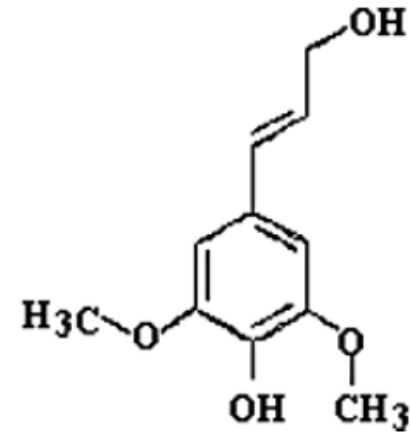
Nella lignina
formano
legami eterei
tramite
reazioni
radicaliche
catalizzate da
enzimi



p-cumaril
alcohol



Coniferil
alcohol

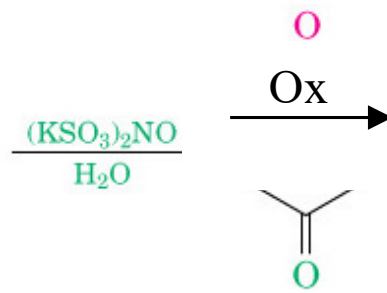
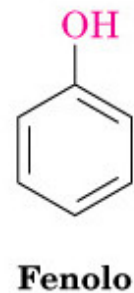


Sinapil
alcohol

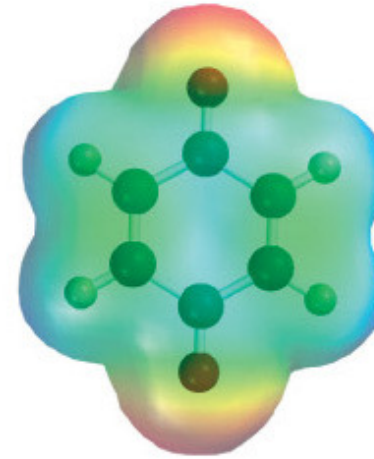
**Nei sistemi biologici i fenoli possono
essere facilmente ossidati a
benzochinoni che funzionano da
«scambiatori di elettroni»**

Benzochinoni: scavengers elettronici

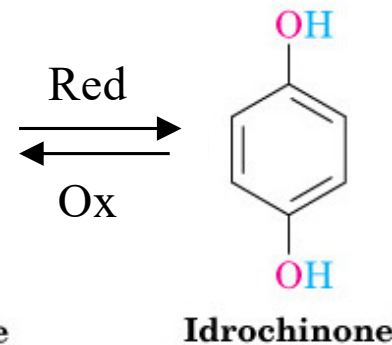
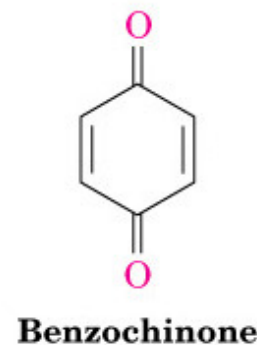
I fenoli possono
essere ossidati a
benzochinoni



Benzochinone (79%)

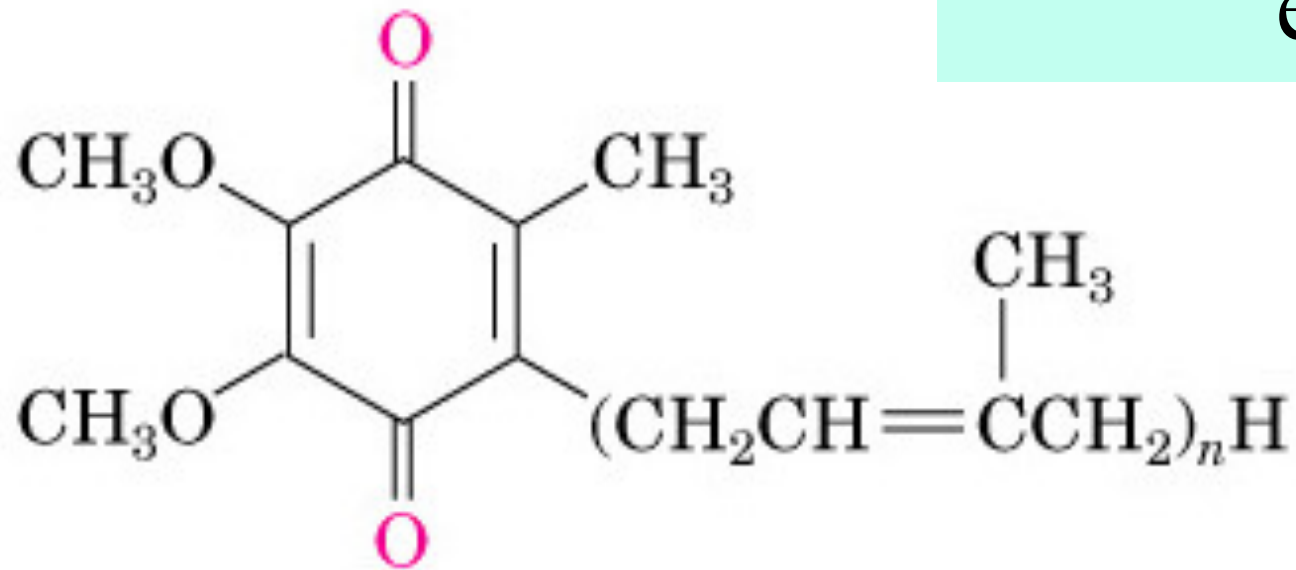


Un prodotto di
(parziale)
riduzione dei
benzochinoni
sono gli
idrochinoni



Ubichinoni: scavengers elettronici

Le forme ossidate e ridotte vengono sfruttate nei sistemi biologici per trasferire elettroni



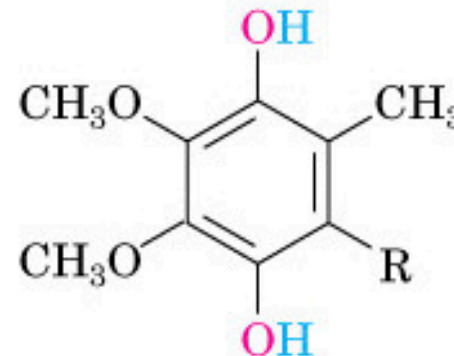
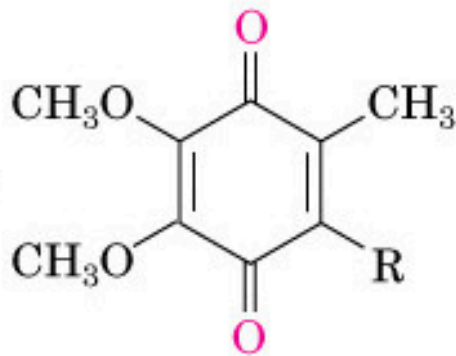
Ubichinoni ($n = 1-10$)

Ubichinoni: scavengers elettronici

Stadio 1



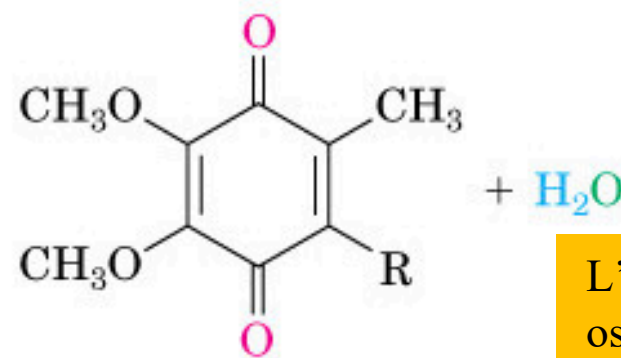
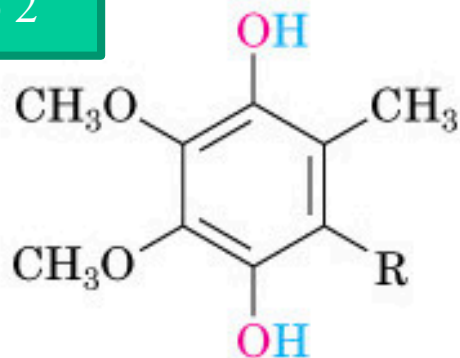
Forma
ridotta



Forma
ossidata

Trasferimento di
elettroni dal NADH al
benzoquinone che si
trasforma in
idrochinone

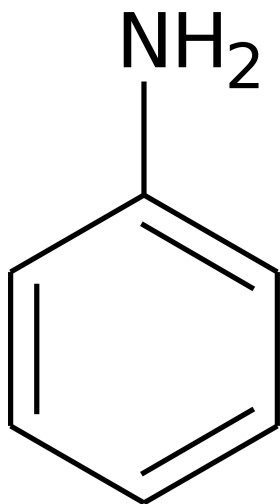
Stadio 2



L'idrochinone viene
ossidato dall'ossigeno
e trasferisce e- con
formazione di acqua

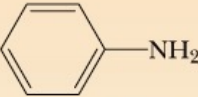
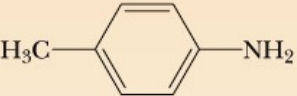
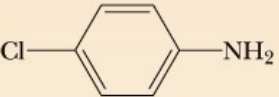

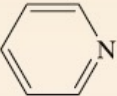
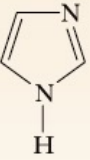


L'anilina



- Base organica
- Odora da pesce marcio
- Altamente volatile ed infiammabile (ATTENZIONE!)
- Molto importante perché è un precursore di poliuretani, coloranti e farmaci

Questa è la base coniugata!!!

Ammina	Struttura	pK _a
Ammoniaca	NH ₃	9.26
Ammine primarie		
metilammina	CH ₃ NH ₂	10.64
etilammina	CH ₃ CH ₂ NH ₂	10.81
cicloesilammina	C ₆ H ₁₁ NH ₂	10.66
Ammine secondarie		
dimetilammina	(CH ₃) ₂ NH	10.73
dietilammina	(CH ₃ CH ₂) ₂ NH	10.98
Ammine terziarie		
trimetilammina	(CH ₃) ₃ N	9.81
trietilammina	(CH ₃ CH ₂) ₃ N	10.75
Ammine aromatiche		
anilina		4.63
4-metilanilina		5.08
4-cloroanilina		4.15
4-nitroanilina		1.0
Ammine eterocicliche aromatiche		
piridina		5.25
imidazolo		6.95

* Per ciascuna ammina, pK_a + pK_b = 14.00.

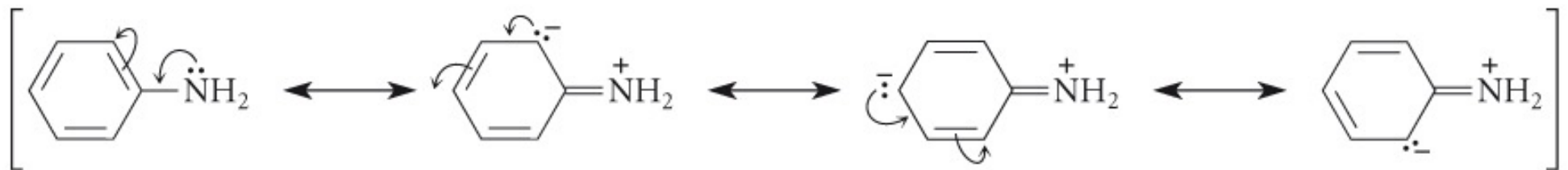
Questa è la pK_a dell'acido coniugato
Cioè: NH₄⁺ + H₂O ⇌ NH₃ + H₃O⁺

Osservazioni interessanti:

- 1) Le ammine aromatiche sono basi più deboli rispetto alle ammine alifatiche (pK_a più bassa)
- 2) La 4-metilanilina è una base più forte dell'anilina (pK_a più alta)
- 3) 4-nitroanilina ha una pK_a bassissima!

Strutture di risonanza dei composti aromatici

Base coniugata stabilizzata per *risonanza*



Il doppietto elettronico viene delocalizzato principalmente in *orto* e *para*.

Il gruppo nitro è elettron-attrattore e attira il doppietto dell'azoto dell'anilina.

L'effetto del gruppo nitro (elettron-attrattore) in *para* è massimo: Massima stabilizzazione del doppietto elettronico, scarsa reattività basica

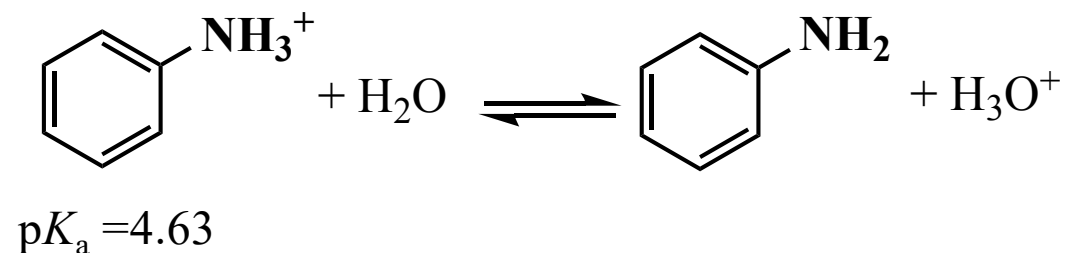


Esercizio

Perché la *p*-Nitroanilina ($pK_a = 1.0$) è più acida della *m*-Nitroanilina ($pK_a = 2,47$)?

Esercizio

La pK_a dell'acido coniugato dell'anilina è 4.63.



- Calcola il rapporto tra l'anilina ed il suo acido coniugato in soluzione acquosa a pH 7.0.
- A quale pH le concentrazioni di Morfolina e ione Morfolinio sono uguali?

Esercizio

Predici il prodotto della seguente reazione acido-base.

