Giochi e Campionati Internazionali della Chimica 2025

Competizione individuale gara 1 – Finale nazionale

19 maggio 2025 ore 16:00

Quesiti Classe di Concorso C

(La risposta esatta, sottolineata, è qui indicata per comodità sempre come prima opzione)

1 – Indicare, fra quelle di seguito riportate, la reazione che forma un composto con una geometria molecolare trigonale planare:

a. <u>$2\ SO_2 + O_2 \rightarrow$</u>
b. $2\ CO + O_2 \rightarrow$
c. $PCl_3 + Cl_2 \rightarrow$
d. $N_2 + 3\ H_2 \rightarrow$

2 – La soluzione acquosa 12,0 mol/L di un acido contiene il 75% *m/m* dell'acido e ha una densità pari 1,57 g/mL. Ciò permette di individuare l'acido come:

a. <u>H_3PO_4 (MM = 98,0 g/mol)</u>
b. HCl (MM = 36,5 g/mol)
c. HBr (MM = 80,9 g/mol)
d. CH_3COOH (MM = 60,0 g/mol)

3 – La quantità di NO_2 (MM = 46 g/mol) in un campione di aria viene determinata dopo ossidazione a HNO_3 con H_2O_2. Scegliere, fra le opzioni sotto riportate, quella che identifica la concentrazione in µg/L di NO_2, sapendo che sono stati necessari 5,1 mL di una soluzione di NaOH 0,0105 mol/L per neutralizzare l'acido nitrico che si è formato da 50 L di aria.

a. <u>49,3 µg/L</u>
b. 41,8 µg/L
c. 68,7 µg/L
d. 104,2 µg/L

4 – Un eccesso di Cd metallico viene aggiunto a una sospensione acida contenente $AgCl_{(s)}$, $AgBr_{(s)}$ e $Ag_2S_{(s)}$. Considerando le seguenti semireazioni:

$Cd^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Cd_{(s)}$ $E^o = -0{,}403$ V
$AgCl_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + Cl^-_{(aq)}$ $E^o = +0{,}222$ V
$AgBr_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + Br^-_{(aq)}$ $E^o = +0{,}0713$ V
$Ag_2S_{(s)} + 2\ e^- \rightarrow 2Ag_{(s)} + S^{2-}_{(aq)}$ $E^o = -0{,}690$ V

selezionare, fra quelle sotto riportate, l'affermazione corretta:

a. <u>reagiscono $AgCl_{(s)}$ e $AgBr_{(s)}$</u>
b. reagiscono $AgBr_{(s)}$ e $Ag_2S_{(s)}$
c. reagisce solo $Ag_2S_{(s)}$
d. reagisce solo $AgCl_{(s)}$

5 – Il pH di una soluzione può essere determinato misurando la concentrazione della forma acida e della forma basica di un indicatore. Sapendo che il blu di bromotimolo ha un valore della K_a pari a $10^{-7,1}$, determinare il pH di una soluzione in cui il rapporto [forma acida]/[forma basica] è 1,5.

a. <u>6,90</u>
b. 7,90
c. 10,2
d. 5,80

6 – A 25,0 mL di una soluzione acquosa di $K_2Cr_2O_7$ 0,250 mol/L è stata aggiunta una soluzione di $AgNO_3$ in modo che tutto il dicromato di potassio si trasformasse in cromato d'argento, Ag_2CrO_4. Supponendo completamente insolubile questo sale d'argento (MM = 331,73 g/mol), calcolare la massa di precipitato che si forma.

a. 4,14 g
b. 2,07 g
c. 1,03 g
d. 3,21 g

7 – Calcolare la massa d'acqua che bisogna aggiungere a 1,0 kg di una soluzione acquosa di HNO_3 al 56,5% *m/m* per portarla al 20% *m/m*.

a. 1,83 kg
b. 2,83 kg
c. 1,36 kg
d. 2,51 kg

8 – In un sale di potassio di formula $K_2S_2O_x$ la percentuale in massa di O è il 36% *m/m*. L'anione dell'acido avrà formula (PA K = 39,1 u, PA S = 32,0 u, PA O = 16,0 u):

a. $S_2O_5^{2-}$
b. $S_2O_7^{2-}$
c. $S_2O_8^{2-}$
d. $S_2O_3^{2-}$

9 – Mettere in ordine di acidità crescente secondo la teoria acido/base di Lewis i seguenti ioni: Ca^{2+}, K^+, Fe^{3+}, Br^-, Fe^{2+}

a. Br^-, K^+, Ca^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}
b. Fe^{3+}, Fe^{2+}, Ca^{2+}, K^+, Br^-
c. Fe^{3+}, Fe^{2+}, K^+, Ca^{2+}, Br^-
d. Fe^{2+}, Fe^{3+}, Br^-, Ca^{2+}, K^+

10 – Scrivere la formula di Lewis di $COCl_2$, un gas altamente tossico usato nella preparazione di materiali plastici poliuretanici, e indicare nell'ordine: il n° di coppie di elettroni totali di valenza, il n° di coppie di legame, il n° di coppie totali di non legame

a. 12 4 8
b. 24 3 9
c. 12 3 9
d. 24 4 8

11 – Sulla base della teoria degli orbitali molecolari indicare, nell'ordine, il numero di elettroni spaiati e l'ordine di legame per lo ione superossido (O_2^-).

a. 1 1,5
b. 1 0,5
c. 2 1
d. 2 2

12 – Un campione polveroso (1,599 g) contiene ossido di magnesio (MM = 40,3 g/mol) e carbonato di magnesio (MM = 84,3 g/mol). Per determinare la composizione del campione, un chimico lo scalda fino a completo svolgimento di CO_2 (MM = 44,0 g/mol) da parte del carbonato e determina il peso del residuo costituito da MgO puro (1,294 g). Le percentuali *m/m* dell'ossido e del carbonato nel campione sono:

a. MgO = 63,5%; $MgCO_3$ = 36,5%
b. MgO = 46,5%; $MgCO_3$ = 56,5%
c. MgO = 26,5%; $MgCO_3$ = 73,5%

d. $MgO = 36,5\%$; $MgCO_3 = 63,5\%$

13 – In Texas è stato rinvenuto un meteorite di forma approssimativamente sferica, di raggio 0,300 m e densità 4500 kg/m^3. Esso è costituito da ferro e nichel. Il ferro è presente al 35% *m/m*. Calcolare la quantità in moli di nichel presente nel campione (PA Ni = 58,69 u, PA Fe = 55,85 u).

a. $\underline{5,63 \cdot 10^3 \text{ mol}}$
b. 5,63 mol
c. 3,03 mol
d. $3,03 \cdot 10^3$ mol

14 – La nitroglicerina $C_3H_5(ONO_2)_3$ si decompone secondo la reazione (da bilanciare)
$C_3H_5(ONO_2)_{3(l)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + N_{2(g)} + O_{2(g)}$
Quante moli di N_2 si ottengono decomponendo 4 moli di nitroglicerina?

a. 6 mol
b. 4 mol
c. 8 mol
d. 12 mol

15 – L'emoglobina (Hb) nel sangue trasporta ossigeno molecolare grazie alla seguente reazione:
$Hb_{(aq)} + 4\ O_{2(g)} \rightarrow Hb(O_2)_{4(aq)}$
Se la concentrazione di Hb nel sangue è 150 g/L, quante moli di ossigeno molecolare sono trasportate da 6 litri di sangue? La massa molare di Hb è 64500 g mol^{-1}.

a. 0,056 mol
b. 0,096 mol
c. 0,023 mol
d. 0,041 mol

16 – In un recipiente chiuso del volume di 5 L a 25 °C e 1 atm, in cui si trovano Ag (80 g) e H_2S gassoso, avviene la seguente reazione: $2\ Ag_{(s)} + H_2S_{(g)} \leftrightarrows Ag_2S_{(s)} + H_{2(g)}$. La K_p (costante d'equilibrio) alla stessa temperatura vale 25,8. All'equilibrio risultano presenti:

a. 48,8 g di Ag_2S
b. 1,0 g di H_2S
c. 42 g di Ag
d. 0,20 mol di H_2

17 – Nella titolazione del Fe^{2+} con MnO_4^- in ambiente acido (pH = 2,3) il potenziale al punto di equivalenza è ($E°_{Fe3+/Fe2+} = +0,771$ V; $E°_{MnO4-/Mn2+} = +1,51$ V):

a. 1,21 V
b. 1,39 V
c. 1,37 V
d. 1,14 V

18 – Mediante un processo adiabatico in cui non avvengono reazioni chimiche, un sistema chiuso viene portato da uno stato iniziale 1 ad uno stato finale 2. Il lavoro scambiato:

a. non dipende dell'effettivo percorso seguito
b. è necessariamente nullo
c. dipende dell'effettivo percorso seguito
d. nessuna delle risposte precedenti è corretta

19 – Indicare, tra le seguenti, le specie che in acqua si possono comportare da basi: I: HCN, II: CO_3^{2-}, III: Na^+, IV: NH_3, V: CH_3COO^-

a. II, IV, V
b. I, III, V

c. I, II, III
d. I, III, IV

20 – 25,0 mL di una soluzione acquosa di un acido debole HA 0,0500 mol/L (HA, $K_a = 1{,}8 \times 10^{-4}$) sono titolati con una soluzione acquosa di KOH 0,0200 mol/L. Calcolare il pH al punto di equivalenza.

a. <u>7,95</u>
b. 6,32
c. 10,21
d. 9,73

21 – Determinare quale tra i seguenti sali presenta una maggior solubilità in acqua a T = 25 °C espressa in mol/L: $AlAsO_4$ $K_{ps} = 1{,}6 \times 10^{-16}$ $(mol/L)^2$, $FeAsO_4$ $K_{ps} = 6{,}2 \times 10^{-21}$ $(mol/L)^2$, $Zn_3(AsO_4)_2$ $K_{ps} = 1{,}1 \times 10^{-27}$ $(mol/L)^5$, HgO $K_{ps} = 1{,}0 \times 10^{-25}$ $(mol/L)^2$

a. <u>$Zn_3(AsO_4)_2$</u>
b. $AlAsO_4$
c. $FeAsO_4$
d. HgO

22 – Calcolare il volume in mL di una soluzione acquosa di NH_3 0,5 mol/L che bisogna aggiungere a 50 mL di una soluzione acquosa di HCl 0,15 mol/L per preparare una soluzione a pH = 9,2, sapendo che $K_b(NH_3) = 1{,}8 \times 10^{-5}$ a T = 25 °C.

a. <u>28 mL</u>
b. 14 mL
c. 36 mL
d. 42 mL

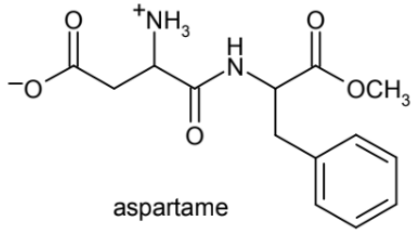
23 – Calcolare la massa di acqua che bisogna aggiungere a 750 g di una soluzione acquosa al 25% *m/m* di alcol etilico CH_3CH_2OH (MM 46,07 g/mol) per preparare una soluzione al 10% *m/m*.

a. <u>1125 g</u>
b. 562,5 g
c. 2250 g
d. 1500 g

24 – La basicità delle alchilammine aumenta, in fase gassosa, passando dalle ammine primarie alle terziarie, $NH_2R < NHR_2 < NR_3$, a causa dell'effetto elettron donatore dei gruppi alchilici. In soluzione acquosa, invece, le ammine terziarie risultano essere meno basiche delle ammine primarie. Indicare la spiegazione più corretta:

a. <u>in soluzione i tre gruppi alchilici legati all'atomo di azoto interferiscono con la solvatazione del catione trialchilammonio che, quindi, è meno stabilizzato</u>
b. in soluzione si verifica un'inversione dell'effetto induttivo dei gruppi alchilici, che diventano elettron-attrattori
c. in soluzione si osserva una modifica di ibridazione dell'atomo di azoto da sp^3 a sp^2
d. in soluzione le ammine terziarie sono facilmente ossidabili, generando specie poco basiche

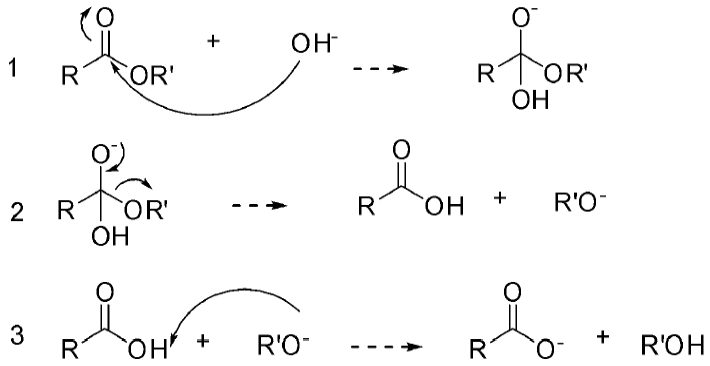
25 – Il dolcificante sintetico aspartame è 160 volte più dolce del saccarosio. Quali prodotti si otterrebbero se l'aspartame fosse idrolizzato completamente in una soluzione acquosa di HCl a caldo?



aspartame

a. <u>acido aspartico, fenilalanina e metanolo</u>
b. un dipeptide e metanolo
c. acido aspartico ed estere metilico della fenilalanina
d. l'aspartame non è idrolizzabile in ambiente acido

26 – La saponificazione degli esteri è una reazione di idrolisi promossa dalle basi che va a completezza. Il meccanismo della reazione è descritto in tre stadi. Quale/i di questi stadi sposta la reazione a destra rendendola irreversibile?



a. <u>lo stadio 3</u>
b. i primi due stadi
c. gli stadi 2 e 3
d. lo stadio 2

27 – Predire quali sono gli stereoisomeri che si ottengono dalla reazione di addizione elettrofila di bromo al trans-3-esene.
a. <u>la forma meso del 3,4-dibromoesano</u>
b. una miscela racemica degli enantiomeri treo del 3,4-dibromoesano
c. una coppia di diastereoisomeri
d. tutti i possibili stereoisomeri

28 – Disporre fenolo, p-nitrofenolo, m-nitrofenolo e cicloesanolo in ordine di acidità crescente:
a. <u>cicloesanolo; fenolo; m-nitrofenolo; p-nitrofenolo</u>
b. p-nitrofenolo; m-nitrofenolo; fenolo; cicloesanolo
c. fenolo; cicloesanolo; p-nitrofenolo; m-nitrofenolo
d. cicloesanolo; m-nitrofenolo; p-nitrofenolo; fenolo

29 – Quale prodotto si ottiene tentando di ossidare il 2-butanone con bicromato di potassio, a temperatura ambiente?
a. <u>2-butanone</u>
b. 2-butanolo
c. acido butirrico
d. 2,2-diidrossibutano

30 – Quale prodotto ottengo se sottopongo il benzene a una reazione di nitrazione e successivamente a una reazione di alchilazione di Friedel-Crafts con 1-cloropropano?
a. <u>nitrobenzene</u>
b. 3-propil-nitrobenzene
c. 3-isopropil-nitrobenzene
d. 4-isopropil-nitrobenzene

31 – La reazione $NO_{2(g)} \rightarrow NO_{(g)} + 1/2\ O_{2(g)}$ è del secondo ordine rispetto a NO_2 e ha una costante specifica di velocità a 300 °C pari 0,543 $(mol/L)^{-1}\ s^{-1}$. Stabilire, fra le opzioni sotto riportate, quella che identifica il tempo di dimezzamento della reazione (alla stessa temperatura) se la concentrazione iniziale di NO_2 è 0,450 mol/L.

a. 4,09 s
b. 126 s
c. 87 s
d. 280 s

32 – Si conoscono i seguenti potenziali standard: $E°(NO_3^-/NO) = 0{,}96$ V; $E°(Cu^{2+}/Cu) = 0{,}34$ V; $E°(Ag^+/Ag) = 0{,}80$ V. Considerare le seguenti osservazioni sperimentali: *i)* il metallo M è ossidato da HNO_3, *ii)* il metallo non è ossidato dall'acido cloridrico, *iii)* il metallo M è ossidato da Ag^+ ma non da Cu^{2+}. In base alle osservazioni prima riportate stabile l'intervallo di $E°$ per la coppia M^{2+}/M.
Scegli un'alternativa:

a. 0,80 V > E° > 0,34 V
b. E° > 0,80 V
c. E° < 0,34 V
d. E° > 0,34 V

33 – La costante cinetica di una reazione raddoppia all'aumentare della temperatura da 290 K a 300 K. Quanto vale l'energia di attivazione della reazione?

a. 50136 J mol^{-1}
b. 501365 J mol^{-1}
c. 494 J mol^{-1}
d. 49400 J mol^{-1}

34 – Data la pila Zn | $ZnSO_4$ (1 mol/L) ‖ $CuSO_4$ (1 mol/L) | Cu, quale delle seguenti affermazioni è errata:

a. il rame si ossida
b. lo zinco rappresenta il polo negativo
c. il rame rappresenta il polo positivo
d. gli ioni Cu^{2+} si riducono al polo positivo

35 – Quale condizione è necessaria affinché una cella d'elettrolisi possa funzionare?

a. è necessario fornire energia elettrica dall'esterno
b. gli elettrodi devono essere identici
c. la reazione redox deve essere spontanea
d. il flusso di elettroni va dal catodo all'anodo

36 – L'equazione utilizzata per il calcolo del numero dei piatti teorici N di una colonna cromatografica è la seguente: $N = 16\ (t_a\ /\ w_a)^2$, dove t_a è il tempo di ritenzione dell'analita e w_a è l'ampiezza alla base del picco dell'analita. Per triplicare il valore di N, quale valore deve assumere il nuovo tempo di ritenzione (assumendo w_a costante)?

a. 1,7 volte t_a iniziale
b. 3,4 volte t_a iniziale
c. 1,4 volte t_a iniziale
d. 2,0 volte t_a iniziale

37 – Una soluzione di un indicatore ha una assorbanza di 0,541 alla lunghezza d'onda di 530 nm in una cella di 5,00 mm. Indicare tra i seguenti risultati la concentrazione molare dell'indicatore nella soluzione, sapendo che il coefficiente di estinzione molare dell'indicatore è $1{,}2\ 10^5$ L mol^{-1} cm^{-1} a 530 nm.

a. $9{,}02 \times 10^{-6}$ mol/L
b. $4{,}05 \times 10^{-6}$ mol/L
c. $9{,}02 \times 10^{-4}$ mol/L

d. $1{,}45 \times 10^{-5}$ mol/L

38 – Una soluzione contenente lo ione Cu^{2+} 0,0010 mol/L, lo ione Cr^{3+} 0,050 mol/L e lo ione Mg^{2+} 0,050 mol/L viene alcalinizzata gradualmente per aggiunta di NaOH solido. Indicare l'ordine di precipitazione dei metalli sotto forma di idrossidi, sapendo che K_{ps} $Cu(OH)_2 = 2{,}0 \times 10^{-19}$ $(mo/L)^3$, K_{ps} $Cr(OH)_3 = 6.3 \times 10^{-31}$ $(mo/L)^4$, K_{ps} $Mg(OH)_2 = 5{,}5 \times 10^{-12}$ $(mo/L)^3$.

a. <u>Cr^{3+}, Cu^{2+}, Mg^{2+}</u>
b. Mg^{2+}, Cu^{2+}, Cr^{3+}
c. Cu^{2+}, Mg^{2+}, Cr^{3+}
d. Mg^{2+}, Cr^{3+}, Cu^{2+}

39 – Secondo la legge di Lambert-Beer, l'assorbanza di una soluzione, posta in una cella di *l* cm, contenente una specie assorbente di concentrazione C (mol/L) è: A = ε *l* C, dove ε è il coefficiente di estinzione molare (costante a una data lunghezza d'onda). Se la concentrazione C della soluzione diminuisce da 0,25 mol/L a 0,050 mol/L, quale sarà il valore della nuova assorbanza nella stessa cella?

a. <u>0,20 volte il valore inziale</u>
b. 0,65 volte il valore inziale
c. 1,50 volte il valore inziale
d. 2,50 volte il valore inziale

40 – Indicare quale delle seguenti sostanze NON è uno standard primario:

a. <u>$KMnO_4$</u>
b. $Na_2C_2O_4$
c. $C_8H_5KO_4$ idrogenoftalato di potassio
d. TRIS (*tris*-(idrossimetil)amminometano)

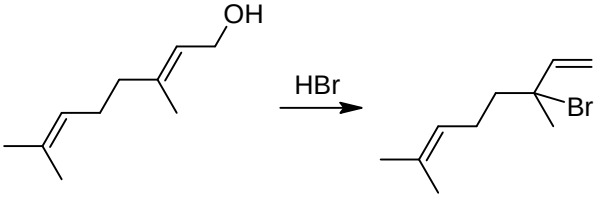
41 – Indicare tra le seguenti l'affermazione ERRATA relativa a un sistema per titolazioni pHmetriche.

a. <u>comprende solo un elettrodo indicatore a potenziale costante</u>
b. permette di calcolare la concentrazione incognita di un acido
c. è costituito da un elettrodo indicatore, un elettrodo di riferimento, un agitatore, una buretta e un potenziometro
d. permette di costruire una curva di titolazione pH vs. V di titolante aggiunto

42 – Quale delle condizioni sotto riportate comporta un aumento dell'efficienza di una colonna cromatografica?

a. <u>Un aumento del numero dei piatti teorici e una diminuzione dell'altezza dei piatti</u>
b. Una diminuzione del numero dei piatti teorici e una diminuzione dell'altezza dei piatti
c. Un aumento del numero dei piatti teorici e un aumento dell'altezza dei piatti
d. Una diminuzione del numero dei piatti teorici e un aumento dell'altezza dei piatti

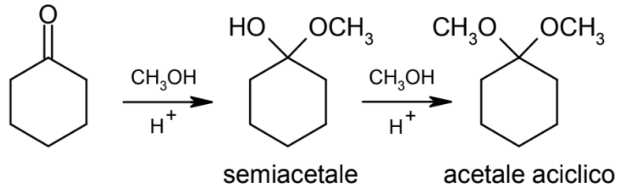
43 – Per trattamento con HBr il geraniolo produce il bromuro mostrato qui sotto. Qual è la sequenza di eventi più plausibile per spiegare la formazione di tale prodotto?



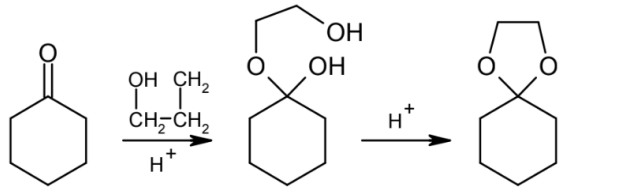
a. <u>protonazione del gruppo OH, eliminazione di H_2O con formazione di un carbocatione stabilizzato per risonanza e addizione dell'anione bromuro</u>
b. addizione di HBr al doppio legame, protonazione del gruppo OH ed eliminazione di H_2O
c. deprotonazione del gruppo OH, formazione di un intermedio ciclico a 4 termini, attacco dell'anione bromuro con eliminazione di H_2O

d. eliminazione di H_2O con formazione di un diene cumulato, addizione di HBr

44 – A differenza degli acetali aciclici, quelli ciclici a 5 e 6 termini, generati per reazione di aldeidi e chetoni con 1,2- e 1,3-dioli, si formano abbastanza facilmente.



semiacetale acetale aciclico

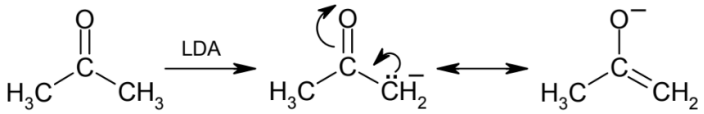


semiacetale acetale ciclico

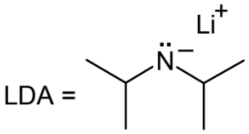
Quale tra le seguenti affermazioni può spiegare questo andamento?

a. <u>il secondo stadio per la formazione di un acetale ciclico è intramolecolare, ed è favorito dalla vicinanza dei due gruppi funzionali che devono reagire</u>
b. 1,2- e 1,3-dioli formano legami idrogeno intramolecolari che ne aumentano la reattività nucleofila
c. gli acetali ciclici hanno maggiore tendenza di quelli aciclici a formare oligomeri non covalenti, con conseguente aumento della cinetica di formazione
d. la maggiore volatilità degli acetali ciclici sposta l'equilibrio verso destra

45 – La rimozione di un idrogeno sul carbonio sp^3 in alfa ad un gruppo carbonilico genera un anione stabilizzato per risonanza detto ione enolato. Generalmente, per formare l'enolato con resa del 100% si usano basi forti e stericamente ingombrate, come la litio diisopropilammide (LDA). Qual è il motivo per dover usare una base stericamente impedita?

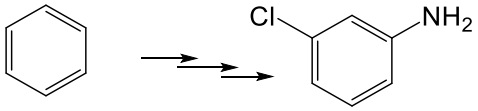


ione enolato



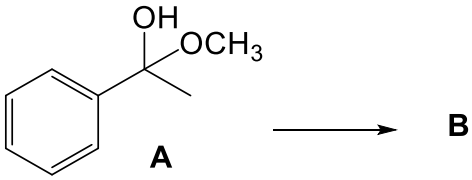
a. <u>impedire che possa attaccare il carbonio carbonilico e così agisca solo nei confronti dell'idrogeno</u>
b. evitare che venga coordinata dall'ossigeno carbonilico
c. evitare eventuali reazioni di ossidazione dell'azoto basico
d. impedire l'effetto solvatante che ne ridurrebbe la basicità

46 – Qual è la corretta sequenza di reazioni per ottenere la m-cloroanilina a partire dal benzene?



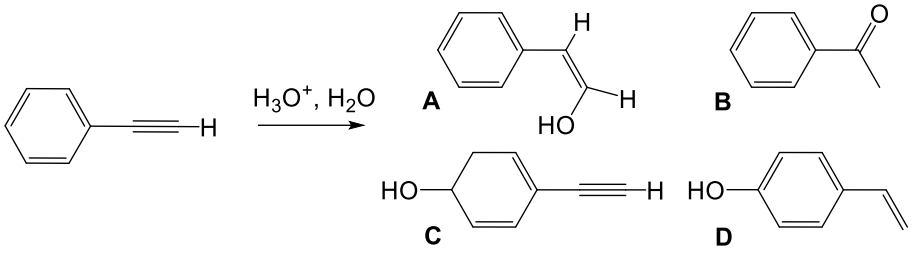
a. <u>nitrazione, clorurazione, riduzione</u>
b. clorurazione, nitrazione, riduzione
c. amminazione, clorurazione
d. nitrazione, riduzione, clorurazione

47 – Il trattamento del seguente emiacetale **A** con acqua debolmente acida porta alla formazione del composto **B** che dà un saggio negativo al reattivo di Tollens. Indicare la motivazione corretta del saggio negativo:



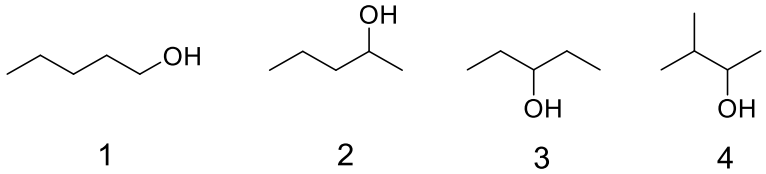
a. <u>**A** viene idrolizzato a chetone che non può essere ossidato dall'Ag(I)</u>
b. **A** viene ossidato con acqua acida ad acido carbossilico (**B**) che non può reagire con Ag(I)
c. La reazione con acqua debolmente acida non avviene in quanto è necessario un acido concentrato
d. L'aldeide (**B**) che si ottiene è molto stabile essendo un'aldeide aromatica e non si riesce ad ossidare con Ag(I)

48 – Indicare quale tra i seguenti composti **A**–**D** si forma per idratazione del fenilacetilene.



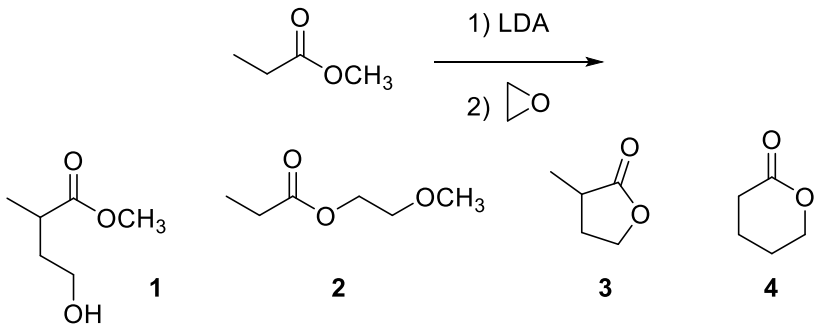
a. <u>Composto B</u>
b. Composto A
c. Composto C
d. Composto D

49 – Un composto organico **X**, achirale, ha formula bruta $C_5H_{12}O$. Per ossidazione controllata con CrO_3 in piridina forma un composto **Y**, di formula bruta $C_5H_{10}O$, che non reagisce con il reattivo di Tollens e per riduzione con $NaBH_4$ ridà lo stesso composto **X** di partenza. Indicare la formula molecolare di **X**.



a. <u>Composto 3</u>
b. Composto 1
c. Composto 2
d. Composto 4

50 – Indicare quale prodotto tra i composti **1**–**4** si ottiene dalla seguente reazione (LDA: litio diisopropilammide).



a. <u>Composto 3</u>

b. Composto 2
c. Composto 1
d. Composto 4