

# Giochi e Campionati Internazionali della Chimica 2025

## Competizione individuale gara 1 – Finale nazionale

19 maggio 2025 ore 16:00

### Quesiti Classe di Concorso B

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

1 – Indicare la quantità chimica di  $\text{H}_2\text{O}$  che si ottiene bruciando 2,8 moli di  $\text{H}_2$  in presenza di 1,0 moli di  $\text{O}_2$ .

- a. 2,0 mol
- b. 2,8 mol
- c. 1,0 mol
- d. 3,8 mol

2 – Individuare l'atomo più elettronegativo tra N, Si, S, Cl secondo la scala di Pauling.

- a. Cl
- b. N
- c. S
- d. Si

3 – Scegliere tra le seguenti l'affermazione corretta:

- a.  $^3\text{H}$  ha il doppio dei neutroni di  $^2\text{H}$
- b.  $^3\text{H}$  ha il triplo di neutroni di  $^1\text{H}$
- c.  $^2\text{H}$  ha il doppio dei neutroni di  $^1\text{H}$
- d.  $^1\text{H}$  ha la metà degli elettroni di  $^2\text{H}$

4 – 406 mL di un gas hanno una massa di 1,25 g a 20 °C e  $1,01 \times 10^5$  Pa (1 atm = 101325 Pa,  $R = 0,0821$  atm L / K mol). Ammesso il suo comportamento ideale, la sua massa molare vale approssimativamente:

- a. 73,9 g/mol
- b. 37,0 g/mol
- c. 146 g/mol
- d. 68,0 g/mol

5 – Facendo reagire una certa quantità di  $\text{CaCO}_3$  con HCl in eccesso si sviluppano 80,00 g di  $\text{CO}_2$ . Se la reazione (da scrivere e bilanciare) è quantitativa, calcolare la massa di  $\text{CaCO}_3$  che ha reagito (MM  $\text{CaCO}_3 = 100,0$  g/mol; MM  $\text{CO}_2 = 44,00$  g/mol; MM HCl = 36,46 g/mol).

- a. 181,8 g
- b. 91,00 g
- c. 364,0 g
- d. 132,6 g

6 – Indicare il gruppo di specie che hanno geometria molecolare tetraedrica.

- a.  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_4^+$
- b.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , HCN
- c.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{SO}_3$
- d.  $\text{BF}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{XeO}_4$

7 – 2,72 g di una proteina sono sciolti in 0,1 L di acqua e la soluzione risultante esercita una pressione osmotica di  $2,23 \cdot 10^3$  Pa a 25 °C. Ciò permette di individuare la massa molecolare della proteina, pari a:

- a.  $3,00 \cdot 10^4$  Da

- b.  $3,00 \cdot 10^{-1}$  Da
- c.  $1,00 \cdot 10^2$  Da
- d.  $2,00 \cdot 10^3$  Da

8 – Indicare il prodotto gassoso che si libera quando lo Zn metallico reagisce con una soluzione acquosa concentrata di HCl.

- a.  $\text{H}_2$
- b.  $\text{Cl}_2$
- c.  $\text{O}_2$
- d.  $\text{ZnCl}_2$

9 – Per la combustione completa di 0,5 moli di un idrocarburo occorrono 2,5 moli di  $\text{O}_2$  e si formano 1,5 moli di  $\text{CO}_2$ . Individuare l'idrocarburo.

- a.  $\text{C}_3\text{H}_8$
- b.  $\text{C}_3\text{H}_6$
- c.  $\text{C}_3\text{H}_4$
- d.  $\text{C}_3\text{H}_7$

10 – 5,00 L di una sostanza gassosa X, misurati alla temperatura di 310 K e alla pressione di  $2,1 \cdot 10^5$  Pa ( $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ ,  $R = 0,0821 \text{ atm L / K mol}$ ), hanno lo stesso peso di 2,50 L di ossigeno molecolare ( $\text{MM} = 32,0 \text{ g/mol}$ ) misurati nelle stesse condizioni di temperatura e pressione. Calcolare la massa molare del gas.

- a. 16,0 g/mol
- b. 85,7 g/mol
- c. 44,9 g/mol
- d. 76,3 g/mol

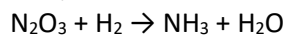
11 – Quando 17,0 g di un minerale contenente NiO ( $\text{MM} = 74,7 \text{ g/mol}$ ) sono riscaldati a 1500 K, si formano 0,480 g di  $\text{O}_2$  ( $\text{MM} = 32,0 \text{ g/mol}$ ) gassoso secondo la reazione (da bilanciare):



Calcolare la percentuale  $m/m$  di NiO nel minerale.

- a. 13,2%
- b. 25,9%
- c. 26,4%
- d. 6,6%

12 – Indicare, fra le opzioni sotto riportate, quella che rappresenta la quantità chimica di  $\text{NH}_3$  che si ottiene da 0,22 moli di  $\text{N}_2\text{O}_3$  e 0,87 moli di  $\text{H}_2$  in base alla seguente equazione chimica (non bilanciata):



- a. 0,29 mol
- b. 0,44 mol
- c. 0,73 mol
- d. 1,1 mol

13 – Se ad una temperatura T definita e costante, in un recipiente chiuso del volume di 1 L, avviene la seguente reazione di equilibrio (con  $K_{\text{eq}} = 5,3$ )  $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$  che all'equilibrio presenta 2 mol di CO, 5 mol di  $\text{H}_2\text{O}$ , 8 moli di  $\text{CO}_2$ , 7 mol di  $\text{H}_2$ , si può affermare che, se si aggiungono altre 4 mol di CO:

- a. la concentrazione di  $\text{H}_2\text{O}$  diminuisce
- b. la reazione produce altre 4 mol di  $\text{CO}_2$  e altre 4 mol di  $\text{H}_2$
- c. la reazione non viene perturbata, perché è già all'equilibrio
- d. la  $K_{\text{eq}}$  aumenta di quattro volte

14 – Se si diminuisce la pressione che agisce sulla superficie di un liquido, la temperatura di ebollizione di questo:

- a. diminuisce
- b. si abbassa o aumenta a seconda che il liquido formi o no legami a idrogeno
- c. resta invariata
- d. aumenta

15 – Quanti mL di una soluzione di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 96% *m/m* ( $d = 1,84 \text{ g/mL}$ ) devono essere prelevati e diluiti con acqua per preparare 500 mL di soluzione di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 mol/L (MM  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g/mol}$ )?

- a. 13,9 mL
- b. 27,8 mL
- c. 55,0 mL
- d. 110 mL

16 – Secondo la teoria di Brønsted-Lowry, individuare tra le seguenti risposte la base coniugata di un acido diprotico di formula generale  $\text{H}_2\text{A}$ ?

- a.  $\text{HA}^-$
- b.  $\text{A}^{2-}$
- c.  $\text{OH}^-$
- d. nessuna delle altre opzioni

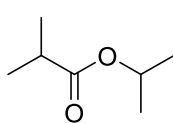
17 – Utilizzando la teoria VSEPR prevedere quali delle seguenti molecole non è planare:  $\text{BH}_3$ ,  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3$

- a.  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$
- b.  $\text{BH}_3$
- c.  $\text{CO}_3^{2-}$
- d.  $\text{SO}_3$

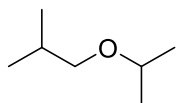
18 – La cromatografia su strato sottile (TLC) è una tecnica che consente di separare le sostanze in base a quale parametro?

- a. diversa polarità
- b. diverso indice di rifrazione
- c. diverso peso molecolare
- d. diversa massa molecolare

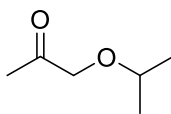
19 – Quale dei seguenti composti contiene il gruppo funzionale etere?



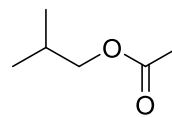
1



2



3



4

- a. Composti 2 e 3
- b. Composto 2
- c. Composti 1, 3, e 4
- d. Tutti i composti

20 – Quale tecnica non è utile per separare una miscela di acqua ed esano?

- a. filtrazione
- b. distillazione
- c. estrazione
- d. centrifugazione

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

- a.  $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
- b.  $2 \text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow$
- c.  $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
- d.  $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow$

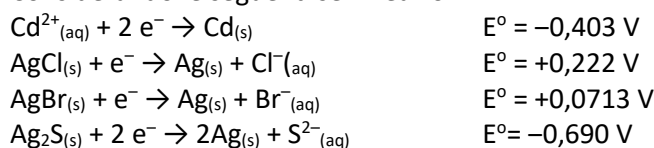
22 – La soluzione acquosa 12,0 mol/L di un acido contiene il 75% *m/m* dell'acido e ha una densità pari 1,57 g/mL. Ciò permette di individuare l'acido come:

- a.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (MM = 98,0 g/mol)
- b.  $\text{HCl}$  (MM = 36,5 g/mol)
- c.  $\text{HBr}$  (MM = 80,9 g/mol)
- d.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (MM = 60,0 g/mol)

23 – La quantità di  $\text{NO}_2$  (MM = 46 g/mol) in un campione di aria viene determinata dopo ossidazione a  $\text{HNO}_3$  con  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Scegliere, fra le opzioni sotto riportate, quella che identifica la concentrazione in  $\mu\text{g/L}$  di  $\text{NO}_2$ , sapendo che sono stati necessari 5,1 mL di una soluzione di  $\text{NaOH}$  0,0105 mol/L per neutralizzare l'acido nitrico che si è formato da 50 L di aria.

- a.  $49,3 \mu\text{g/L}$
- b.  $41,8 \mu\text{g/L}$
- c.  $68,7 \mu\text{g/L}$
- d.  $104,2 \mu\text{g/L}$

24 – Un eccesso di  $\text{Cd}$  metallico viene aggiunto a una sospensione acida contenente  $\text{AgCl}_{(s)}$ ,  $\text{AgBr}_{(s)}$  e  $\text{Ag}_2\text{S}_{(s)}$ . Considerando le seguenti semireazioni:



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

- a. reagiscono  $\text{AgCl}_{(s)}$  e  $\text{AgBr}_{(s)}$
- b. reagiscono  $\text{AgBr}_{(s)}$  e  $\text{Ag}_2\text{S}_{(s)}$
- c. reagisce solo  $\text{Ag}_2\text{S}_{(s)}$
- d. reagisce solo  $\text{AgCl}_{(s)}$

25 – 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. 6,90
- b. 7,90
- c. 10,2
- d. 5,80

26 – A 25,0 mL di una soluzione acquosa di  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,250 mol/L è stata aggiunta una soluzione di  $\text{AgNO}_3$  in modo che tutto il dicromato di potassio si trasformasse in cromato d'argento,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . 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

27 – Calcolare la massa d'acqua che bisogna aggiungere a 1,0 kg di una soluzione acquosa di  $\text{HNO}_3$  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

28 – 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.  $S_2O_3^{2-}$

29 – 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.  $Fe^{2+}, Fe^{3+}, Br^-, Ca^{2+}, K^+$

30 – 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

31 – 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

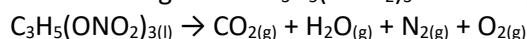
32 – Un campione polveroso (1,599 g) contiene ossido di magnesio (MM = 40,3 g/mol) e carbonato di magnesio (MM = 84,3 g/mol). Per determinare la composizione del campione, un chimico lo scalda fino a completo svolgimento di  $CO_2$  (MM = 44,0 g/mol) da parte del carbonato e determina il peso del residuo 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%

33 – In Texas è stato rinvenuto un meteorite di forma approssimativamente sferica, di raggio 0,300 m e densità 4500 kg/m<sup>3</sup>. 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.  $5,63 \cdot 10^3$  mol
- b. 5,63 mol
- c. 3,03 mol
- d.  $3,03 \cdot 10^3$  mol

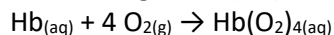
34 – La nitroglicerina  $C_3H_5(ONO_2)_3$  si decompone secondo la reazione (da bilanciare)



Quante moli di  $N_2$  si ottengono decomponendo 4 moli di nitroglicerina?

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

35 – L'emoglobina (Hb) nel sangue trasporta ossigeno molecolare grazie alla seguente reazione:



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<sup>-1</sup>.

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

36 – In un recipiente chiuso del volume di 5 L a 25 °C e 1 atm, in cui si trovano Ag (80 g) e H<sub>2</sub>S gassoso, avviene la seguente reazione:  $2 \text{Ag}_{(\text{s})} + \text{H}_{2\text{S}_{(\text{g})}} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S}_{(\text{s})} + \text{H}_{2(\text{g})}$ . La K<sub>p</sub> (costante d'equilibrio) alla stessa temperatura vale 25,8. All'equilibrio risultano presenti:

- a. 48,8 g di Ag<sub>2</sub>S
- b. 1,0 g di H<sub>2</sub>S
- c. 42 g di Ag
- d. 0,20 mol di H<sub>2</sub>

37 – Nella titolazione del Fe<sup>2+</sup> con MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> in ambiente acido (pH = 2,3) il potenziale al punto di equivalenza è (E°<sub>Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup></sub> = +0,771 V; E°<sub>MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>/Mn<sup>2+</sup></sub> = +1,51 V):

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

38 – 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

39 – Indicare, tra le seguenti, le specie che in acqua si possono comportare da basi: I: HCN, II: CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, III: Na<sup>+</sup>, IV: NH<sub>3</sub>, V: CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>

- a. II, IV, V
- b. I, III, V
- c. I, II, III
- d. I, III, IV

40 – 25,0 mL di una soluzione acquosa di un acido debole HA 0,0500 mol/L (HA, K<sub>a</sub> = 1,8 × 10<sup>-4</sup>) sono titolati con una soluzione acquosa di KOH 0,0200 mol/L. Calcolare il pH al punto di equivalenza.

- a. 7,95
- b. 6,32
- c. 10,21
- d. 9,73

41 – Determinare quale tra i seguenti sali presenta una maggior solubilità in acqua a T = 25 °C espressa in mol/L: AlAsO<sub>4</sub> K<sub>ps</sub> = 1,6 × 10<sup>-16</sup> (mol/L)<sup>2</sup>, FeAsO<sub>4</sub> K<sub>ps</sub> = 6,2 × 10<sup>-21</sup> (mol/L)<sup>2</sup>, Zn<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> K<sub>ps</sub> = 1,1 × 10<sup>-27</sup> (mol/L)<sup>5</sup>, HgO K<sub>ps</sub> = 1,0 × 10<sup>-25</sup> (mol/L)<sup>2</sup>

- a.  $\text{Zn}_3(\text{AsO}_4)_2$
- b.  $\text{AlAsO}_4$
- c.  $\text{FeAsO}_4$
- d.  $\text{HgO}$

42 – Calcolare il volume in mL di una soluzione acquosa di  $\text{NH}_3$  0,5 mol/L che bisogna aggiungere a 50 mL di una soluzione acquosa di  $\text{HCl}$  0,15 mol/L per preparare una soluzione a  $\text{pH} = 9,2$ , sapendo che  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$  a  $T = 25^\circ\text{C}$ .

- a. 28 mL
- b. 14 mL
- c. 36 mL
- d. 42 mL

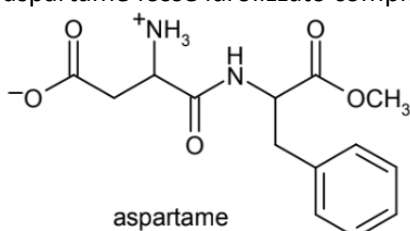
43 – Calcolare la massa di acqua che bisogna aggiungere a 750 g di una soluzione acquosa al 25%  $m/m$  di alcol etilico  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  (MM 46,07 g/mol) per preparare una soluzione al 10%  $m/m$ .

- a. 1125 g
- b. 562,5 g
- c. 2250 g
- d. 1500 g

44 – La basicità delle alchilammine aumenta, in fase gassosa, passando dalle ammine primarie alle terziarie,  $\text{NH}_2\text{R} < \text{NHR}_2 < \text{NR}_3$ , 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:

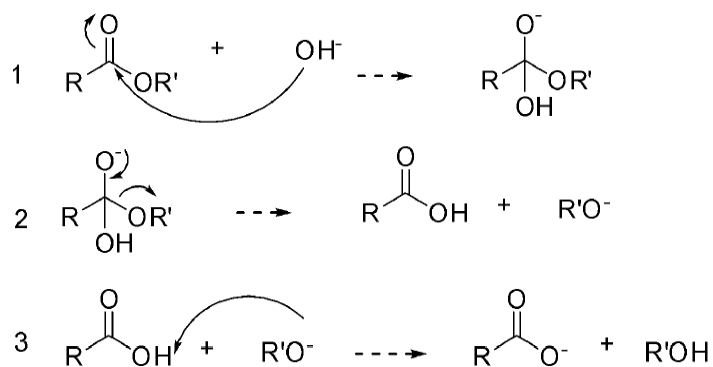
- a. in soluzione i tre gruppi alchilici legati all'atomo di azoto interferiscono con la solvatazione del catione trialchilammonio che, quindi, è meno stabilizzato
- b. in soluzione si verifica un'inversione dell'effetto induttivo dei gruppi alchilici, che diventano elettron-attrattori
- c. in soluzione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

45 – 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  $\text{HCl}$  a caldo?



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

46 – 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?



- lo stadio 3
- i primi due stadi
- gli stadi 2 e 3
- lo stadio 2

47 – Predire quali sono gli stereoisomeri che si ottengono dalla reazione di addizione elettrofila di bromo al trans-3-esene.

- la forma meso del 3,4-dibromoesano
- una miscela racemica degli enantiomeri del 3,4-dibromoesano
- una coppia di diastereoisomeri
- tutti i possibili stereoisomeri

48 – Disporre fenolo, p-nitrofenolo, m-nitrofenolo e cicloesano in ordine di acidità crescente:

- cicloesano; fenolo; m-nitrofenolo; p-nitrofenolo
- p-nitrofenolo; m-nitrofenolo; fenolo; cicloesano
- fenolo; cicloesano; p-nitrofenolo; m-nitrofenolo
- cicloesano; m-nitrofenolo; p-nitrofenolo; fenolo

49 – Quale prodotto si ottiene tentando di ossidare il 2-butanone con bicromato di potassio, a temperatura ambiente?

- 2-butanone
- 2-butanolo
- acido butirrico
- 2,2-diidrossibutano

50 – Quale prodotto ottengo se sottopongo il benzene a una reazione di nitratura e successivamente a una reazione di alchilazione di Friedel-Crafts con 1-cloropropano?

- nitrobenzene
- 3-propil-nitrobenzene
- 3-isopropil-nitrobenzene
- 4-isopropil-nitrobenzene