



Società Chimica Italiana

**Finali Nazionali Giochi della Chimica 2020/2021**  
**Questionario Classe di Concorso C**

**1) 0,125 g di palladio su carbone (1,5% m/m), nelle condizioni opportune di T e P, sono in grado di convertire 25,6 g di cicloesene in cicloesano in 1 ora e 45 minuti. La frequenza di turnover del catalizzatore (TOF) in queste condizioni è:**

- A)  $0,0422 \text{ s}^{-1}$
- B)  $2,81 \text{ s}^{-1}$
- C)  $0,0422 \text{ mol s}^{-1}$
- D)  $2,75 \text{ mol s}^{-1}$

**2) Indicare il gruppo di coefficienti, riportati in ordine casuale, che bilancia la seguente reazione di ossidoriduzione (ambiente acido):**

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$$

- A) 1,2,6,1,14,6
- B) 3,1,7,3,1,3
- C) 14,1,2,6,7,6
- D) 6,1,16,8,6,2

**3) Una reazione del primo ordine ha un'energia di attivazione di  $130 \text{ kJ mol}^{-1}$  e un fattore pre-esponenziale pari a  $2,9 \times 10^{12} \text{ s}^{-1}$ ; a quale temperatura il tempo di dimezzamento sarà 25 minuti?**

- A)  $52 \text{ }^\circ\text{C}$
- B)  $520 \text{ }^\circ\text{C}$
- C)  $430 \text{ K}$
- D)  $520 \text{ K}$

**4) Una reazione chimica viene condotta in due esperimenti separati a partire da due concentrazioni iniziali differenti di reagente A. Tutti gli altri reagenti sono presenti in forte eccesso, in modo tale che la loro variazione di concentrazione sia trascurabile. Nel primo esperimento, in cui la concentrazione iniziale di A è  $8,41 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ , si misura un tempo di dimezzamento di 3 minuti e 25 secondi; nel secondo, in cui la concentrazione iniziale è  $5,27 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ , il tempo di dimezzamento è pari a 5 minuti e 27 s. Qual è l'ordine di reazione relativamente ad A e quanto vale la costante cinetica?**

- A) La reazione è di ordine zero;  $k = 3,6 \times 10^{-2} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- B) La reazione è del primo ordine;  $k = 5,3 \text{ s}^{-1}$
- C) La reazione è del primo ordine;  $k = 5,8 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$
- D) La reazione è del secondo ordine;  $k = 5,8 \times 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

**5 Un sistema costituito da un solo componente, contenuto in un sistema chiuso, viene mantenuto in condizioni di temperatura e pressione costanti. La condizione di equilibrio termodinamico si verifica se:**

- A) tutti i possibili processi cui il sistema può sottostare prevedono una diminuzione di G.
- B) tutti i possibili processi cui il sistema può sottostare prevedono un aumento di G.
- C) nessuno dei possibili processi cui il sistema può sottostare prevede un aumento di G.
- D) alcuni dei possibili processi cui può sottostare prevedono una diminuzione di G.

**6) Si desidera raffreddare una bevanda da 24 a 0 °C inizialmente contenuta in una lattina da 33 cL. Calcolare quanti cubetti di ghiaccio è sufficiente aggiungere alla bevanda (ogni cubetto ha una massa di 20 g ed è alla temperatura iniziale di 0 °C). Si assuma che la capacità termica specifica e la densità della bevanda siano uguali a quelle dell'acqua, e si trascurino le dispersioni. Il calore di fusione del ghiaccio è  $333 \text{ J g}^{-1}$ , la capacità termica specifica dell'acqua è  $4,186 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$**

- A) tre cubetti
- B) quattro cubetti
- C) cinque cubetti
- D) sei cubetti

**7) In un esperimento la reazione di decomposizione dell'ammoniaca gassosa fu condotta in forte eccesso di reagente a caldo usando tungsteno come catalizzatore eterogeneo. La pressione parziale dell'ammoniaca diminuì da 35 kPa a 20 kPa in 17 minuti e 30 s. Calcolare il valore della costante cinetica della reazione ed il tempo necessario per la completa scomparsa dell'ammoniaca.**

- A)  $k = 14,3 \text{ Pa s}^{-1}$ ; 40 minuti e 50 s
- B)  $k = 7,3 \text{ Pa s}^{-1}$ ; 40 minuti e 50 s
- C)  $k = 7,3 \text{ Pa s}^{-1}$ ; 50 minuti e 50 s
- D)  $k = 14,3 \text{ Pa s}^{-1}$ ; 50 minuti e 50 s

**8) Raffreddando un gas a volume costante e ad una pressione costante compresa tra quella del punto triplo e quella critica, quali transizioni di fase è possibile osservare?**

- A) Nell'ordine, condensazione e solidificazione
- B) Nell'ordine, ebollizione e fusione
- C) Solo solidificazione
- D) Solo condensazione

**9) Quanto lavoro può essere ottenuto da una macchina termica che opera, secondo processi reversibili, scambiando calore solo con un serbatoio di acqua bollente ed uno di ghiaccio fondente (entrambi a pressione atmosferica), prelevando 10 kJ dal primo?**

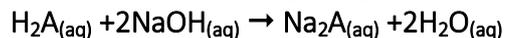
- A) 5 kJ
- B) 10 kJ
- C) 2,7 kJ
- D) 7,3 kJ

**10) Due soluzioni contenenti un complesso colorato del Fe(III),  $\text{FeL}^{3+}$  (con peso molecolare 595,8 u), avente una concentrazione rispettivamente di 10,0 mg/L e 25,0 mg/L, mostrano a 510 nm un'assorbanza pari rispettivamente a 0,187 e 0,468 (in una cella con lunghezza 1 cm). Determinare il coefficiente di estinzione molare del complesso, in  $\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$  (utilizzando ambedue i valori di assorbanza e calcolando il valore medio).**

- A)  $5,47 \times 10^4$
- B)  $7,38 \times 10^4$
- C)  $3,21 \times 10^4$
- D)  $1,12 \times 10^4$

Risposta D.

**11) Calcolare il peso molecolare di un acido  $H_2A$  sapendo che 2,73 g reagiscono con 1,35 L di NaOH 0,0221 M, secondo la reazione:**



- A) 183.0
- B) 91.5
- C) 366.0
- D) 148.3

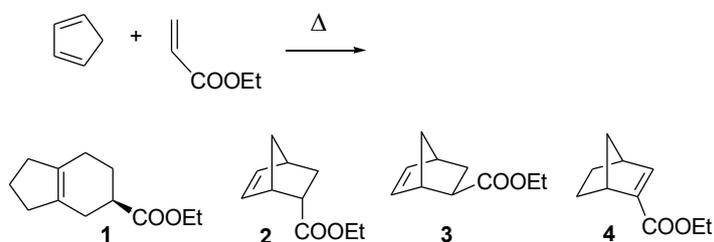
**12) Una soluzione costituita da 20,0 mL di  $H_3PO_4$  viene titolata con 15,5 mL di NaOH 0,100 M, utilizzando il metilarancio come indicatore (pH finale=5.0). Determinare la concentrazione della soluzione.**

- A) 0,0388 M
- B) 0,0258 M
- C) 0,0775 M
- D) 0,0983 M

**13) Gli zuccheri riducenti reagiscono con il reattivo di Tollens, una soluzione ammoniacale di nitrato di argento blandamente ossidante, in grado di reagire specificamente con le aldeidi, trasformandosi in acidi aldonic. Quale delle seguenti affermazioni è ESATTA?**

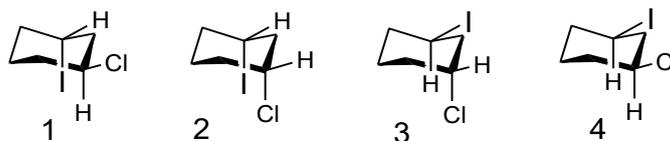
- A) Il fruttosio non potrà essere ossidato perché è un chetoso, e la funzione chetonica non è ossidabile con il reattivo di Tollens.
- B) Il fruttosio sarà ossidato perché nelle condizioni di reazione si instaura un equilibrio tautomerico che lo converte in aldoso.
- C) Il fruttosio sarà comunque ossidato ai carboni alcolici primari.
- D) Il fruttosio sarà ossidabile solo se appartenente alla serie sterica D.

**14) Quale(i) tra i prodotti indicati si formerà/formeranno nella seguente reazione di Diels-Alder?**



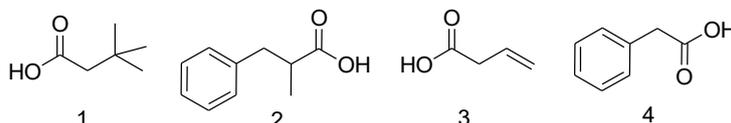
- A) 1
- B) 4
- C) 2 + 3 (con 2 come prodotto prevalente)
- D) 2 + 3 (con 3 come prodotto prevalente)

15) Individuare, tra le strutture riportate sotto, quale è quella del conformero più stabile per il cis-1-cloro-3-iodocicloesano.



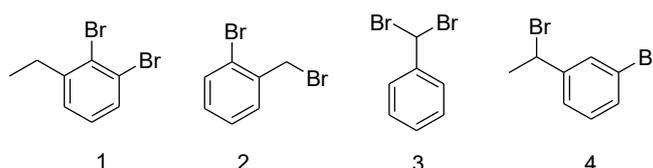
- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

16) La procedura sintetica denominata "sintesi malonica" permette di preparare acidi carbossilici con catene di qualsiasi lunghezza, utilizzando come reagente di partenza l'estere malonico (butandioato di etile) e sfruttandone, nella fase iniziale, la particolare acidità. Individuare quale dei seguenti acidi carbossilici può essere facilmente ottenuto mediante "sintesi malonica".



- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

17) Un dibromuro perde solo un bromo quando reagisce con idrossido di sodio. Il dibromuro forma etilbenzene quando reagisce con magnesio in etere seguito da trattamento con acido diluito. Qual è la struttura più probabile del dibromuro tra le seguenti?

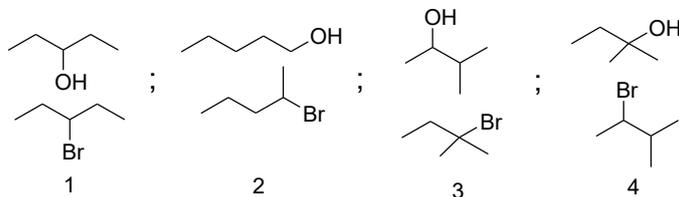


- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

18) Scegliere la sequenza corretta di reazioni per la sintesi del 3-bromobenzoato di etile a partire dal benzene

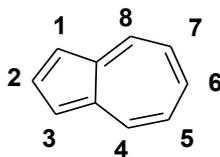
- A) bromurazione, alchilazione di Friedel-Crafts, ossidazione con  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{SOCl}_2$ , etanolo
- B) alchilazione di Friedel-Crafts, solfonazione, bromurazione, desolfonazione, ossidazione con  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{SOCl}_2$ , etanolo
- C) alchilazione di Friedel-Crafts, bromurazione, ossidazione con  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{SOCl}_2$ , etanolo
- D) acilazione di Friedel-Crafts, bromurazione, ossidazione con  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{SOCl}_2$ , etanolo

19) Quando il composto X ( $C_5H_{12}O$ ) è trattato con HBr, forma il composto Y ( $C_5H_{11}Br$ ). Lo spettro  $^1H$  NMR del composto X ha un singoletto (1), due doppietti (3,6) e due multipletti (1, 1) (i numeri in parentesi rappresentano le aree relative dei segnali). Lo spettro  $^1H$  NMR del composto Y ha un singoletto (6), un tripletto (3) e un quartetto (2). Identifica i composti A e B tra le seguenti coppie:



- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

20) L'azulene è una molecola aromatica benzenoide formata da un ciclo a 5 termini fuso con un ciclo a sette termini. Negli alogeno-azuleni un atomo di alogeno sul C6 può essere spostato dai nucleofili, mentre se è sul C1 non è reattivo ai nucleofili. Quale delle seguenti affermazioni può correttamente spiegare questo comportamento?



- A) L'attacco del nucleofilo al C6 dell'anello a 7 termini è favorito da fattori sterici.
- B) L'azulene è una molecola polare, e la parte positiva del dipolo è localizzata sull'anello a 7 termini.
- C) L'attacco del nucleofilo sull'anello a 5 termini è statisticamente sfavorito, essendo l'anello più piccolo.
- D) I diversi angoli di legame nei due cicli influenzano la reattività, favorendo l'attacco dei nucleofili sull'anello a 7 termini.

21) La geometria molecolare di  $SF_4$ ,  $CF_4$  e  $XeF_4$ :

- A) è la stessa, con rispettivamente 2, 0 e 1 coppia solitaria di elettroni.
- B) è la stessa, con rispettivamente 1, 1 e 1 coppia solitaria di elettroni.
- C) è differente, con rispettivamente 0, 1 e 2 coppie solitarie di elettroni.
- D) è differente, con rispettivamente 1, 0 e 2 coppie solitarie di elettroni.

22) Fra le seguenti molecole: tetracloruro di carbonio, etanolo, ossido di carbonio, biossido di carbonio, quali possiedono momento di dipolo permanente nullo?

- A) Tutte
- B) biossido di carbonio e tetracloruro di carbonio
- C) Solo il tetracloruro di carbonio
- D) Nessuna

**23) Indicare la risposta che elenca, in ordine sparso, i coefficienti stechiometrici necessari a bilanciare la seguente reazione:**



- A) 2, 14, 2, 5, 7
- B) 29, 24, 4, 10, 4
- C) 4, 4, 10, 24, 10
- D) 3, 6, 8, 10, 15

**24) L'acido ascorbico (Vitamina C) contiene il 40,92% di C, 54,5% di O e 4,58% di H in peso. Indicate quale è la formula empirica:**

- A)  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$
- B)  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$
- C)  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
- D)  $\text{C}_1\text{H}_{1,33}\text{O}_1$

**25) Triplicando il volume di una soluzione di cloruro di calcio mediante l'aggiunta di acqua pura, il punto di congelamento della nuova soluzione:**

- A) diminuisce
- B) non varia
- C) aumenta
- D) aumenta di 3° C

**26) Quale di questi composti, se disciolto in acqua, fornisce una soluzione con un pH neutro?**

- A)  $\text{NaHCO}_3$
- B)  $\text{MgCl}_2$
- C)  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- D)  $\text{Na}_2\text{S}$

**27) 3 moli del composto A non volatile vengono disciolte in un volume di solvente sufficientemente grande da poter considerare la soluzione risultante ideale. Come cambia la tensione di vapore della soluzione ottenuta se ad essa viene aggiunta 1 mole del composto B, anche esso non volatile, in grado di formare un complesso  $\text{A}_2\text{B}$ ? A, B ed  $\text{A}_2\text{B}$  sono tutti solubili nel solvente considerato e la formazione del complesso è energeticamente molto favorita.**

- A) Si formerà un precipitato
- B) La tensione di vapore diminuirà
- C) La tensione di vapore aumenterà
- D) La tensione di vapore rimarrà inalterata

**28) Una macchina frigorifera funziona scambiando calore esclusivamente con due serbatoi di calore a temperatura  $T_C$  e a temperatura  $T_H$  (con  $T_H > T_C$ ). Dopo aver svolto un numero intero di cicli costituiti da trasformazioni reversibili, la macchina preleva calore per 400 kJ dal serbatoio di calore alla temperatura  $T_C$ , assorbendo 200 kJ di lavoro. Qual è il calore scambiato dal sistema con il serbatoio a  $T_H$ ?**

- A) -600 kJ
- B) 600 kJ

- C) 200 kJ
- D) -200 kJ

**29) Una sostanza si decompone seguendo una cinetica del primo ordine con un tempo di dimezzamento di un minuto e 35 s. Quanto tempo è necessario per ridurre la concentrazione del reagente ad un terzo del suo valore iniziale?**

- A) 180 s
- B) due minuti e mezzo
- C) due minuti
- D) 200 s

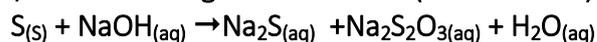
**30) La costante di una certa reazione non dipende dalla temperatura. Ciò significa che:**

- A) la reazione non può avvenire
- B) è necessario un catalizzatore per favorire termodinamicamente la formazione di prodotti
- C) i reagenti ed i prodotti non sono in fase gassosa
- D) la reazione è atermica

**31) Una miscela dei gas A e B è inizialmente contenuta in un contenitore rigido. I gas reagiscono secondo la reazione  $aA + bB \rightarrow cC$  con  $c < a + b$ ; anche C è gassoso. Assumendo che tutti i gas abbiano un comportamento ideale, che cosa si dovrà fare per fare in modo che la pressione finale sia uguale a quella iniziale?**

- A) prelevare il prodotto C che si forma
- B) inserire un catalizzatore
- C) diminuire la temperatura
- D) aumentare la temperatura

**32) Quante moli di tiosolfato di sodio si ottengono facendo reagire 3 moli di NaOH con zolfo in eccesso, secondo la seguente reazione (da bilanciare)?**



- A) 3
- B) 1.5
- C) 0.5
- D) 4

**33) 11,4 g di un ossido metallico  $MO_{X(s)}$ , riscaldato in presenza di ossigeno, produce 12,7 g di un ossido  $MO_{Y(s)}$ . Sempre 11,4 g di ossido  $MO_{X(s)}$  sono ridotti con  $H_{2(g)}$ , ottenendo 10.1 g di metallo  $M_{(s)}$ . Determinare le formule minime dei due ossidi.**

- A) X=1; Y=2
- B) X=2; Y=1
- C) X=1; Y=1
- D) X=1; Y=3

**34) Un gas presenta una densità di 1,75 g/L a 273,15 K e  $1,01 \times 10^5$  Pa. Calcolare la massa molecolare del gas.**

- A) 39,2
- B) 55,6

- C) 44,2  
D) 81,6

**35) Stabilire quale delle seguenti reazioni (assumendo concentrazioni unitarie di tutti i reagenti) non avviene spontaneamente**

- A)  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^- \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2$ ;  
B)  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ;  
C)  $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Br}^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Br}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ ;  
D)  $\text{Br}_2 + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{Br}^- + \text{I}_2$ ;

**36) Alla stessa pressione e temperatura, un serbatoio viene riempito dapprima con un gas  $X_{(g)}$ . Il peso del gas risulta 14,2 g. Il serbatoio viene svuotato e riempito con aria, risultando una massa contenuta di 5,78 g di aria. Sapendo che il peso molecolare medio dell'aria è 28,9 u, calcolare il peso molecolare del gas  $X_{(g)}$ .**

- A) 121,4  
B) 45,5  
C) 71,0  
D) 98,3

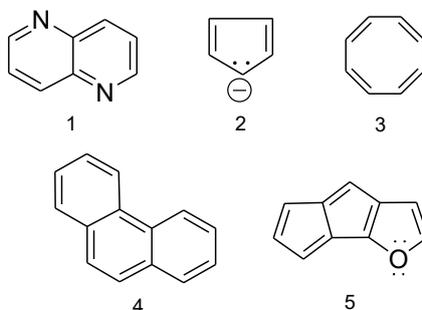
**37) L'imidazolo ha costante acida  $K_a=9,8 \times 10^{-8}$ . Calcolare i volumi (in  $\text{cm}^3$ ) di HCl 0,02 M e di imidazolo 0,02 M, rispettivamente, che occorre mescolare per avere  $100,0 \text{ cm}^3$  di tampone a  $\text{pH}=7,00$  (assumere i volumi additivi).**

- A) 48,3; 51,7  
B) 33,0; 67,0  
C) 29,5; 70,5  
D) 41,9; 58,1

**38) Indicare quale delle seguenti affermazioni è ESATTA:**

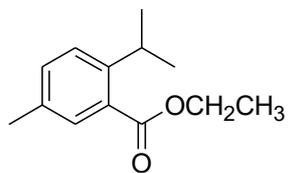
- A) nelle forme MESO è sempre presente un solo stereocentro.  
B) nelle forme MESO non esiste un piano di simmetria.  
C) le forme MESO sono molecole chirali.  
D) enantiomeri e diastereoisomeri coesistono con la forma MESO.

**39) Indicare quali tra le seguenti specie sono aromatiche:**



- A) Tutte  
B) 1 e 2  
C) Tutte tranne 4  
D) Tutte tranne 3 e 5

40) Sulla base delle caratteristiche strutturali del seguente composto prevedere quanti segnali saranno presenti nel suo spettro  $^1\text{H}$  NMR:



- A) 9
- B) 8
- C) 10
- D) 7