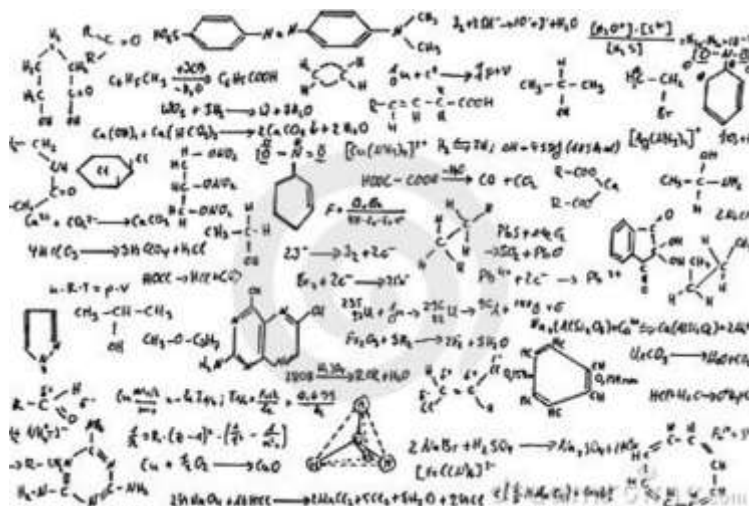


# Giochi della Chimica 2019

## Finale Nazionale *Classe di Concorso C*



### *Coordinamento Nazionale*

Agostino Casapullo, Giorgio Cevasco, Raffaele Riccio

### *Gruppo elaborazione quesiti*

Agostino Casapullo, Gerardino D'Errico, Gaetano De Tommaso, Roberto Esposito, Mauro Iuliano, Umberto Raucci

Il Coordinamento Nazionale ringrazia la Società Gibertini Elettronica s.r.l. e le Associazioni di Federchimica, PlasticsEurope Italia e Assobase per il sostegno offerto alla manifestazione e la casa editrice EdiSES s.r.l. per aver provveduto a propria cura e spese all'edizione, stampa e invio dei fascicoli dei quesiti a tutte le sedi di svolgimento dei Giochi.

Si ringrazia inoltre per l'assistenza all'organizzazione lo *staff amministrativo* della SCI.

ABBREVIATIONS AND SYMBOLS			
amount of substance	<i>n</i>	equilibrium constant	<i>K</i>
ampere	<i>A</i>	Faraday constant	<i>F</i>
atmosphere	atm	formula molar mass	<i>M</i>
atomic mass unit	<i>u</i>	free energy	<i>G</i>
atomic molar mass	<i>A</i>	frequency	<i>v</i>
Avogadro constant	$N_A$	gas constant	<i>R</i>
Celsius temperature	$^{\circ}\text{C}$	gram	<i>g</i>
centi- prefix	<i>c</i>	hour	<i>h</i>
coulomb	<i>C</i>	joule	<i>J</i>
electromotive force	<i>E</i>	kelvin	<i>K</i>
energy of activation	$E_a$	kilo- prefix	<i>k</i>
enthalpy	<i>H</i>	liter	<i>L</i>
entropy	<i>S</i>	measure of pressure mmHg	
		milli- prefix	<i>m</i>
		molal	<i>m</i>
		molar	<i>M</i>
		mole	mol
		Planck's constant	<i>h</i>
		pressure	<i>P</i>
		rate constant	<i>k</i>
		second	<i>s</i>
		speed of light	<i>c</i>
		temperature, K	<i>T</i>
		time	<i>t</i>
		volt	<i>V</i>
		volume	<i>V</i>

CONSTANTS
$R = 8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
$R = 0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
$1 \text{ F} = 96,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$
$1 \text{ F} = 96,500 \text{ J}\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

## PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

hydrogen 1 <b>H</b> 1.0079																	helium 2 <b>He</b> 4.0026	
lithium 3 <b>Li</b> 6.941	beryllium 4 <b>Be</b> 9.0122											boron 5 <b>B</b> 10.811	carbon 6 <b>C</b> 12.011	nitrogen 7 <b>N</b> 14.007	oxygen 8 <b>O</b> 15.999	fluorine 9 <b>F</b> 18.998	neon 10 <b>Ne</b> 20.180	
sodium 11 <b>Na</b> 22.990	magnesium 12 <b>Mg</b> 24.304											aluminum 13 <b>Al</b> 26.982	silicon 14 <b>Si</b> 28.086	phosphorus 15 <b>P</b> 30.974	sulfur 16 <b>S</b> 32.065	chlorine 17 <b>Cl</b> 35.453	argon 18 <b>Ar</b> 39.948	
potassium 19 <b>K</b> 39.098	calcium 20 <b>Ca</b> 40.078	scandium 21 <b>Sc</b> 44.956	titanium 22 <b>Ti</b> 47.867	vanadium 23 <b>V</b> 50.942	chromium 24 <b>Cr</b> 51.996	manganese 25 <b>Mn</b> 54.938	iron 26 <b>Fe</b> 55.845	cobalt 27 <b>Co</b> 58.933	nickel 28 <b>Ni</b> 58.693	copper 29 <b>Cu</b> 63.546	zinc 30 <b>Zn</b> 65.38	gallium 31 <b>Ga</b> 69.723	germanium 32 <b>Ge</b> 72.61	arsenic 33 <b>As</b> 74.922	selecnium 34 <b>Se</b> 78.96	bromine 35 <b>Br</b> 79.904	krypton 36 <b>Kr</b> 83.80	
rubidium 37 <b>Rb</b> 85.468	strontium 38 <b>Sr</b> 87.62	yttrium 39 <b>Y</b> 88.906	zirconium 40 <b>Zr</b> 91.224	niobium 41 <b>Nb</b> 92.906	molybdenum 42 <b>Mo</b> 95.94	technetium 43 <b>Tc</b> [98]	ruthenium 44 <b>Ru</b> 101.07	rhodium 45 <b>Rh</b> 101.07	paladium 46 <b>Pd</b> 106.42	silver 47 <b>Ag</b> 107.87	cadmium 48 <b>Cd</b> 112.41	indium 49 <b>In</b> 114.82	tin 50 <b>Sn</b> 118.71	antimony 51 <b>Sb</b> 121.76	tellurium 52 <b>Te</b> 127.60	iodine 53 <b>I</b> 126.90	xenon 54 <b>Xe</b> 131.29	
cesium 55 <b>Cs</b> 132.91	barium 56 <b>Ba</b> 137.33	* 57-70	lanthanum 57 <b>Lu</b> 174.97	hafnium 58 <b>Hf</b> 178.49	tantalum 59 <b>Ta</b> 180.95	wolfram 60 <b>W</b> 183.84	reuterium 61 <b>Re</b> 186.21	osmium 62 <b>Os</b> 190.23	iridium 63 <b>Ir</b> 192.22	platinum 64 <b>Pt</b> 195.08	gold 65 <b>Au</b> 196.97	mercury 66 <b>Hg</b> 200.59	thallium 67 <b>Tl</b> 204.38	lead 68 <b>Pb</b> 207.2	bismuth 69 <b>Bi</b> 208.98	polonium 70 <b>Po</b> [209]	astatine 71 <b>At</b> [210]	radon 72 <b>Rn</b> [222]
francium 87 <b>Fr</b> [223]	radium 88 <b>Ra</b> [226]	** 89-102	actinium 89 <b>Ac</b> [227]	thorium 90 <b>Th</b> 232.04	protactinium 91 <b>Pa</b> 231.04	uranium 92 <b>U</b> 238.03	neptunium 93 <b>Np</b> [237]	plutonium 94 <b>Pu</b> [244]	americium 95 <b>Am</b> [243]	curium 96 <b>Cm</b> [247]	berkelium 97 <b>Bk</b> [247]	californium 98 <b>Cf</b> [251]	esboium 99 <b>Es</b> [252]	fermium 100 <b>Fm</b> [257]	mendelevium 101 <b>Md</b> [258]	nobelium 102 <b>No</b> [259]		

\* Lanthanide series

lanthanum 57 <b>La</b> 138.91	cerium 58 <b>Ce</b> 140.12	praseodymium 59 <b>Pr</b> 140.91	neodymium 60 <b>Nd</b> 144.24	promethium 61 <b>Pm</b> [145]	samarium 62 <b>Sm</b> 150.36	europium 63 <b>Eu</b> 151.96	gadolinium 64 <b>Gd</b> 157.25	terbium 65 <b>Tb</b> 158.93	dysprosium 66 <b>Dy</b> 162.50	holmium 67 <b>Ho</b> 164.93	erbium 68 <b>Er</b> 167.26	thulium 69 <b>Tm</b> 168.93	ytterbium 70 <b>Yb</b> 173.04
actinium 89 <b>Ac</b> [227]	thorium 90 <b>Th</b> 232.04	protactinium 91 <b>Pa</b> 231.04	uranium 92 <b>U</b> 238.03	neptunium 93 <b>Np</b> [237]	plutonium 94 <b>Pu</b> [244]	americium 95 <b>Am</b> [243]	curium 96 <b>Cm</b> [247]	berkelium 97 <b>Bk</b> [247]	californium 98 <b>Cf</b> [251]	esboium 99 <b>Es</b> [252]	fermium 100 <b>Fm</b> [257]	mendelevium 101 <b>Md</b> [258]	nobelium 102 <b>No</b> [259]

\*\* Actinide series

## MODALITA' DI SVOLGIMENTO DELLA PROVA

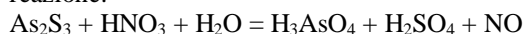
Il test è costituito da 60 quesiti, per alcuni dei quali è necessario l'uso delle tabelle allegate. Inserire nella **Scheda risposte** nome, cognome e codice fiscale, firmare e **annerire** il quadrato corrispondente alla propria classe di concorso. La mancata marcatura del quadrato renderà impossibile la correzione, comportando l'attribuzione di un punteggio nullo.

Ogni domanda ha una sola risposta esatta, che va riportata nella Scheda Risposte, che avete ricevuto separatamente, utilizzando una biro di colore nero o blu. Le istruzioni per la compilazione sono sul retro della scheda.

Il punteggio attribuito alle risposte è: + 3 per ogni risposta esatta; 0 per ogni risposta omessa o annullata; - 1 per ogni risposta sbagliata

Il tempo a disposizione è 2 ore, con un tempo medio di 2 minuti per quesito.

1. Indicare la risposta che elenca, in ordine sparso, i coefficienti stechiometrici necessari a bilanciare la seguente reazione:



- A) 1, 2, 3, 8, 10, 16;
- B) 3, 4, 6, 9, 28, 28;
- C) 3, 6, 6, 9, 16, 18;
- D) 3, 6, 9, 16, 32, 32.

2. Individuare la terna di molecole che non hanno una geometria planare secondo la teoria VSEPR:

- A) HCN, NH<sub>3</sub>, PCl<sub>5</sub>
- B) O<sub>3</sub>, SF<sub>6</sub>, PCl<sub>5</sub>
- C) SO<sub>3</sub>, XeF<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>
- D) nessuna delle precedenti

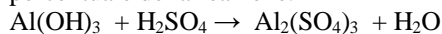
3. Secondo la teoria VSEPR la geometria del tetrafluoruro di zolfo è:

- A) ad altalena
- B) tetraedrica
- C) planare quadrata
- D) bpiramidale trigonale

4. Un campione sottoposto ad analisi elementare risulta essere composto da: 28,32% di K; 34,77% di O; 36,90% di V in peso. Indicare la formula compatibile con tale analisi:

- A) KVO<sub>3</sub>
- B) K<sub>3</sub>V<sub>5</sub>O<sub>14</sub>
- C) K<sub>3</sub>VO<sub>4</sub>
- D) K<sub>6</sub>V<sub>10</sub>O<sub>28</sub>

5. Partendo da 34,0 g di idrossido di alluminio si ottengono 41,8 g di solfato di alluminio secondo la seguente reazione (da bilanciare). Indicare la resa teorica del solfato e la resa percentuale della reazione.



- A) 74,6 g; 56,0%
- B) 74,6 g; 28,0%
- C) 149 g; 28,0%
- D) 149 g; 56,0%

6. Due sostanze hanno formula rispettivamente Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub> e Cu<sub>2</sub>S. Indicare quale tra queste affermazioni è CORRETTA.

- A) le due sostanze contengono la stessa percentuale in peso di rame
- B) la percentuale in peso di rame è maggiore in Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>
- C) la percentuale in peso di rame è maggiore in Cu<sub>2</sub>S
- D) la percentuale in peso di rame in Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub> è 2,5 volte quella di Cu<sub>2</sub>S

7. Dovendo preparare 0,50 L di una soluzione di cloruro di sodio isotonica rispetto al sangue, quante moli di cloruro di sodio bisogna utilizzare? La pressione osmotica del sangue è  $7,75 \times 10^5$  Pa.

- A) 0,075 mol
- B) 0,20 mol
- C) 0,15 mol
- D) 0,30 mol

8. Un gas monoatomico con comportamento ideale, contenuto in un recipiente adiabatico delimitato da una parete scorrevole, viene compresso irreversibilmente da 2,0 m<sup>3</sup> a 1,5 m<sup>3</sup> contro una pressione esterna costante pari a  $1,00 \times 10^5$  Pa. Durante il processo, il gas si riscalda di 50 K. Quante sono le moli di gas contenute nel recipiente?

- A) circa 100
- B) circa 30
- C) circa 80

D) circa 10

9. Si consideri la reazione in cui il composto AB<sub>2</sub> reagisce per formare AB e B<sub>2</sub>. In determinate condizioni, la velocità con cui si produce AB è  $9,0 \times 10^{-3}$  mol dm<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>. La velocità con cui si produce B<sub>2</sub> è:

- A)  $1,8 \cdot 10^{-2}$  mol dm<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>
- B)  $4,5 \cdot 10^{-3}$  mol dm<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>
- C)  $9,0 \cdot 10^{-3}$  mol dm<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>
- D)  $9,0 \cdot 10^{-2}$  mol dm<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>

10. Si sta studiando una reazione del tipo A → Prodotti e si osserva sperimentalmente che il tempo di dimezzamento della concentrazione di A si riduce della metà se la concentrazione iniziale di A raddoppia. Qual è l'ordine di tale reazione?

- A) La reazione è di secondo ordine
- B) La reazione è di ordine zero
- C) La reazione è di primo ordine
- D) Nessuna delle precedenti

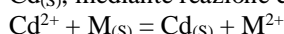
11. L'equilibrio di una reazione chimica si sposta a sinistra (verso i reagenti) se la temperatura diminuisce. Si può quindi concludere che:

- A) la reazione ha un ΔH minore di zero
- B) la reazione è endotermica
- C) la reazione è esotermica
- D) non si può trarre alcuna conclusione in assenza di dati aggiuntivi

12. Calcolare il pH di una soluzione di HF 0,1 M a cui si aggiungono 4,0 g di NaOH solido per litro di soluzione.

- A) 13,0
- B) 9,8
- C) 8,1
- D) 7,5

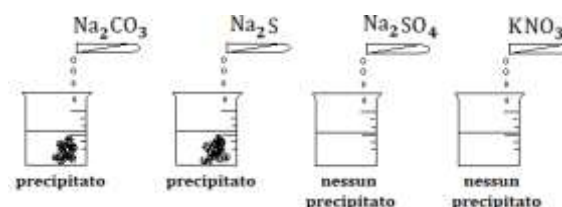
13. Una soluzione contiene una concentrazione di Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> pari a 0,1 M. Si intende recuperare Cd<sup>2+</sup> trasformandolo in Cd<sub>(s)</sub>, mediante reazione con una lamina di metallo M<sub>(s)</sub>:



Considerando la tabella dei potenziali redox, quale metallo deve essere immerso nella soluzione?

- A) Zn;
- B) Sn;
- C) Cu;
- D) Co,

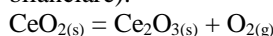
14. Una soluzione incognita contenente un catione è posta in quattro becher. Si effettuano le seguenti aggiunte:



Considerando la tabella delle costanti di solubilità, indicare il catione presente nella soluzione.

- A) Ca<sup>2+</sup>
- B) Zn<sup>2+</sup>
- C) Ba<sup>2+</sup>
- D) Sr<sup>2+</sup>

15. 52,3 g di un minerale contenente CeO<sub>2(s)</sub>, riscaldato a 1500 K, formano 0,014 moli di O<sub>2(g)</sub> secondo la reazione (da bilanciare):



Calcolare la % di Ce nel minerale.

- A) 15,0%;  
 B) 21,7%;  
 C) 38,9%;  
 D) 41,8%.

16. Determinare la costante di ionizzazione di un acido debole HA sapendo che, aggiungendo 50 mL di una soluzione 0.1 M di NaOH a 50 mL di una soluzione 0,2 M di HA, si ottiene una soluzione con  $\text{pH}=4,5$ .

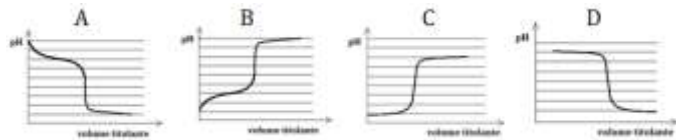
- A)  $6,8 \times 10^{-7}$   
 B)  $3,2 \times 10^{-5}$   
 C)  $8,4 \times 10^{-3}$   
 D)  $5,2 \times 10^{-8}$

17. Determinare quante moli di  $\text{Fe}_{(s)}$  sono necessarie per ridurre 2 moli di nitrobenzene, secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 4,87  
 B) 3,21  
 C) 6,00  
 D) 9,11

18. Quale andamento del pH in funzione del volume di titolante si verifica nella titolazione di una soluzione di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  con  $\text{HCl}$ ?

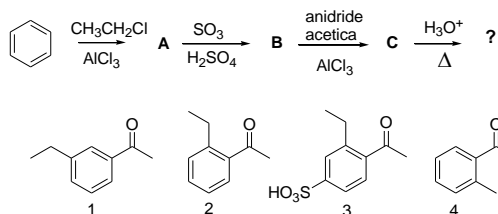


- A) A  
 B) B  
 C) C  
 D) D

19. I bromo-alcossidi di formula generale  $\text{Br}-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_n\text{CH}_2\text{O}$  possono reagire secondo un meccanismo  $\text{S}_\text{N}2$  dando una reazione intermolecolare o intramolecolare. La resa delle due reazioni in competizione è dipendente dalla concentrazione del reagente bifunzionale e dalle dimensioni del ciclo che si può formare. Individuare quale delle seguenti affermazioni è vera:

- A) Una bassa concentrazione di reagente favorisce la reazione intramolecolare  
 B) Un'alta concentrazione del reagente inibisce la reazione intermolecolare  
 C) La formazione di cicli a sei termini favorisce la reazione intermolecolare  
 D) La formazione di cicli a quattro termini favorisce la reazione intramolecolare

20. Individuare quale delle quattro molecole riportate sotto rappresenta il prodotto della seguente serie di reazioni:



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

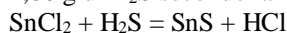
21. In un recipiente termostato, una soluzione di quattro gas ha la seguente composizione percentuale in massa:  $\text{H}_2\text{O}$  (40,00%),  $\text{SO}_2$  (30,00%),  $\text{O}_2$  (20,00%),  $\text{CO}_2$  (10,00%). Calcolare la composizione percentuale in volume.

- A)  $\text{H}_2\text{O} = 32,70\%$ ;  $\text{SO}_2 = 23,23\%$ ;  $\text{O}_2 = 27,65\%$ ;  $\text{CO}_2 = 16,42\%$   
 B)  $\text{H}_2\text{O} = 62,70\%$ ;  $\text{SO}_2 = 13,23\%$ ;  $\text{O}_2 = 17,65\%$ ;  $\text{CO}_2 = 6,42\%$   
 C)  $\text{H}_2\text{O} = 22,70\%$ ;  $\text{SO}_2 = 33,23\%$ ;  $\text{O}_2 = 27,65\%$ ;  $\text{CO}_2 = 16,42\%$   
 D)  $\text{H}_2\text{O} = 12,70\%$ ;  $\text{SO}_2 = 33,23\%$ ;  $\text{O}_2 = 37,65\%$ ;  $\text{CO}_2 = 16,42\%$

22. Un campione sottoposto ad analisi elementare risulta essere composto da: 18,84% di K; 34,16% di Cl in peso. Indicare la formula compatibile con tale analisi:

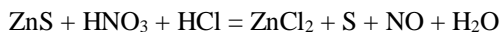
- A)  $\text{KAuCl}_4$   
 B)  $\text{K}_2\text{PdCl}_4$   
 C)  $\text{K}_2\text{PtCl}_4$   
 D)  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$

23. Calcolare la quantità di  $\text{SnCl}_2$  necessaria per reagire con 4,80 g di  $\text{H}_2\text{S}$  secondo la reazione, da bilanciare:



- A) 64,5 g  
 B) 34,5 g  
 C) 32,0 g  
 D) 26,8 g

24. Indicare la risposta che elenca, in ordine sparso, i coefficienti stechiometrici necessari a bilanciare la seguente reazione:



- A) 1, 1, 2, 2, 2, 3, 5  
 B) 2, 2, 3, 3, 3, 4, 6  
 C) 2, 3, 3, 3, 4, 4, 6  
 D) 3, 3, 4, 4, 6, 16, 18

25. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti.

- A) una molecola è polare se la somma vettoriale dei momenti di dipolo in essa contenuti è diversa da zero  
 B) condizione necessaria ma non sufficiente affinché una molecola sia polare è la presenza in essa di legami covalenti polari  
 C) una molecola  $\text{AB}_n$  è sempre polare se l'atomo centrale A presenta coppie solitarie  
 D) se in una molecola sono presenti solo legami covalenti apolari, la molecola sarà sicuramente apolare

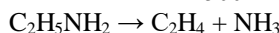
26. Utilizzando un campione di polivinilpirrolidone di massa molare media pari a  $6 \text{ kg mol}^{-1}$  si vuole preparare una soluzione acquosa con pressione osmotica pari a 2,00 kPa alla temperatura di  $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Quale massa di polimero deve essere sciolta per preparare  $200 \text{ cm}^3$  di soluzione?

- A) 0,097 g  
 B) 3,1 g  
 C) 0,31 g  
 D) 0,97 g

27. Per una certa reazione il  $\Delta_r H^\circ$  risulta essere pari a 12 kJ mentre il  $\Delta_r S^\circ$  è  $15 \text{ J K}^{-1}$ ; entrambi i valori possono essere considerati indipendenti dalla temperatura. Per quale valore della temperatura la costante di equilibrio è unitaria?

- A) 1200 K  
 B) 800 K  
 C) 400 K  
 D) non è possibile che la costante di equilibrio sia unitaria

28. La costante cinetica per la decomposizione termica dell'etilammina a  $500 \text{ }^\circ\text{C}$ , secondo la reazione

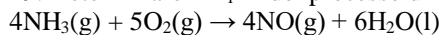


è  $1,57 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ . In un esperimento a volume costante la pressione iniziale dell'etilammina era 4,7 kPa. Qual pressione fu raggiunta nel recipiente dopo 30 minuti?

- A) circa 4,5 kPa  
 B) circa 2,2 kPa

- C) circa 9 kPa  
D) circa 18 kPa

29. Determinare il  $\Delta_f H^\circ$  del processo di Ostwald.



sapendo che le entalpie molari standard di formazione di acqua, monossido di azoto ed ammoniaca sono rispettivamente  $-285,83 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $90,25 \text{ kJ mol}^{-1}$  e  $-46,11 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,

- A) -1170 kJ  
B) -1559 kJ  
C) -197 kJ  
D) 1559 kJ

30. La pressione parziale di A nella reazione  $A \rightarrow \text{prodotti}$  mostra la dipendenza temporale riportata di seguito. Determinare l'ordine della reazione e la pressione di A all'inizio della reazione.

t/s	5	7	11	15	21	24
$p_A/\text{kPa}$	3,3	2,0	0,69	0,23	0,045	0,020

- A) La reazione è del primo ordine;  $p_A^\circ = 13 \text{ kPa}$   
B) La reazione è del secondo ordine;  $p_A^\circ = 13 \text{ kPa}$   
C) La reazione è del primo ordine;  $p_A^\circ = 8,2 \text{ kPa}$   
D) La reazione è del secondo ordine;  $p_A^\circ = 8,2 \text{ kPa}$

31. Quale delle seguenti affermazioni sulla dissoluzione di un solido in un liquido è corretta?

- A) il volume della soluzione risultante è uguale a quello del liquido iniziale più quello del solido  
B) il volume della soluzione risultante è uguale a quello del liquido iniziale  
C) il volume della soluzione risultante è necessariamente maggiore di quello del liquido iniziale  
D) nessuna delle precedenti

32. Una macchina termica di Carnot svolge, ad ogni ciclo, un lavoro pari a 2 kJ assorbendo 5,7 kJ dal serbatoio caldo. Il serbatoio freddo ha una temperatura di 25 °C. Qual è la temperatura del serbatoio caldo? Assumere che tutte i processi siano reversibili.

- A) 186 °C  
B) 200 °C  
C) 459 °C  
D) 630 K

33. Un campione di 5,317 g di naftalene è sciolto in 100,0 cm<sup>3</sup> di benzene alla temperatura di 21 °C, il volume finale della soluzione è 101,3 cm<sup>3</sup>. Calcolare la molarità e la molalità della soluzione. La densità del benzene puro a questa temperatura è 876 kg m<sup>-3</sup>.

- A) 0,321 mol dm<sup>-3</sup>; 0,329 mol kg<sup>-1</sup>  
B) 0,409 mol dm<sup>-3</sup>; 0,473 mol kg<sup>-1</sup>  
C) 0,329 mol dm<sup>-3</sup>; 0,322 mol kg<sup>-1</sup>  
D) 0,409 mol dm<sup>-3</sup>; 0,403 mol kg<sup>-1</sup>

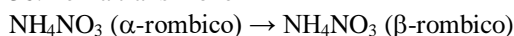
34. Il teorema degli stati corrispondenti asserisce che sostanze diverse hanno uguale comportamento in condizioni di:

- A) coordinate critiche uguali  
B) uguale fattore di compressibilità  
C) coordinate ridotte uguali  
D) uguale temperatura critica

35. Un corpo di piombo inizialmente a 75,00 °C, viene immerso in un contenitore termicamente isolato che contiene 8,00 kg di acqua a 22,00 °C. Raggiunto l'equilibrio termico, un termometro ad alcool con il bulbo immerso nell'acqua segna 25,00 °C. Qual è la massa del corpo? La capacità termica del piombo è 0,128 J K<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> mentre quella dell'acqua è 4,184 J K<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>.

- A) 15,7 kg  
B) 8 kg  
C) 22,3 kg  
D) 22,3 g

36. Per la transizione



Findlay ha determinato i seguenti stati di equilibrio:

p/kPa	9,8	1960	3920
T/°C	32,0	38,5	45,4

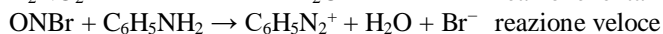
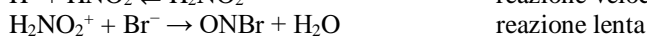
È inoltre noto che il  $\Delta V$  è 0,220 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>. Calcolare l'entalpia della transizione di fase.

- A) circa 160 kJ mol<sup>-1</sup>  
B) circa 32000 J mol<sup>-1</sup>  
C) circa 320 J mol<sup>-1</sup>  
D) circa 1600 J mol<sup>-1</sup>

37. In soluzione acquosa la reazione



È catalizzata dagli ioni bromuro. Per questa reazione è stato proposto il meccanismo:



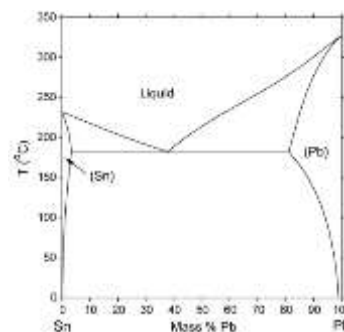
Con quale legge cinetica, determinabile sperimentalmente, il meccanismo proposto è compatibile? La velocità è definita come  $d[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2^+]/dt$ .

- A)  $r = k[\text{H}^+][\text{ONBr}][\text{Br}^-]$   
B)  $r = k[\text{H}^+][\text{HNO}_2][\text{Br}^-]$   
C)  $r = k[\text{H}^+][\text{HNO}_2][\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]$   
D)  $r = k[\text{HNO}_2][\text{Br}^-]$

38. I due composti A e B formano una soluzione ideale. La tensione di vapore di A è 420 Pa. Qual è la tensione di vapore di B se una soluzione contenente 5 moli di A e 9 moli di B bolle a 510 Pa? La temperatura dei due liquidi puri e della miscela è uguale e costante.

- A) 580 Pa  
B) 610 Pa  
C) 560 Pa  
D) 540 Pa

39. La lega per le saldature contiene una percentuale in peso approssimativamente uguale dei due metalli. Raffreddando la lega per saldature fusa, a quale temperatura si inizierà ad osservare la formazione di solido e quale sarà la sua composizione? Si riporta di seguito il diagramma di fase delle miscele Pb/Sn.



- A) Circa 180 °C; circa 35 % in massa di piombo  
B) Circa 180 °C; circa 50 % in massa di piombo  
C) Circa 320 °C; piombo quasi puro.  
D) Circa 210 °C; circa 85 % in massa di piombo.

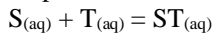
40. A pressione atmosferica, un campione di n-esano bolle a 69 °C, con una corrispondente variazione entalpica di 34,46 kJ mol<sup>-1</sup>. Qual è l'entropia di ebollizione dell'n-esano a questa temperatura?

- A) 100 cal mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

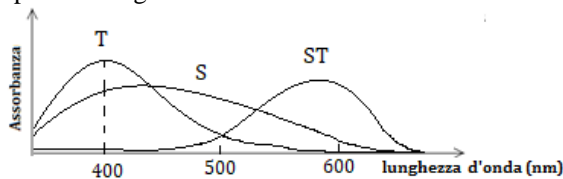


- B)  $100 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$   
 C)  $500 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$   
 D)  $500 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$

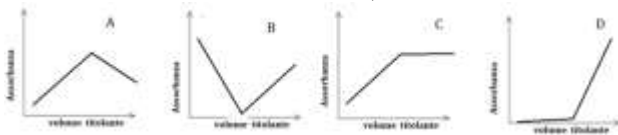
41. Una sostanza S viene titolata con un reagente T, formando un prodotto ST secondo la reazione:



Le specie S, T e ST hanno gli spettri di assorbimento UV-VIS riportati in figura:

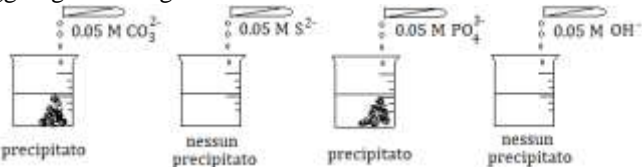


Indicare la variazione dell'assorbanza misurata a 400 nm in funzione del volume di titolante T aggiunto (si trascuri la variazione di volume della soluzione)



- A) A  
 B) B  
 C) C  
 D) D

42. Ad una soluzione incognita, posta in quattro becher, si aggiungono le seguenti soluzioni.



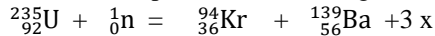
Indicare il catione presente nella soluzione incognita.

- A)  $\text{Ag}^+$ ;  
 B)  $\text{Fe}^{3+}$ ;  
 C)  $\text{Ba}^{2+}$   
 D)  $\text{Cd}^{2+}$ .

43. L'acido urico ha una solubilità in acqua di  $3,57 \times 10^{-5} \text{ M}$  ed una costante acida  $K_a = 4,0 \times 10^{-6}$ . Calcolare il pH di una soluzione satura di acido urico (si trascurino altri equilibri).

- A) 4,9  
 B) 7,8  
 C) 9,2  
 D) 8,4

44. Qual è la particella x nella seguente reazione nucleare?



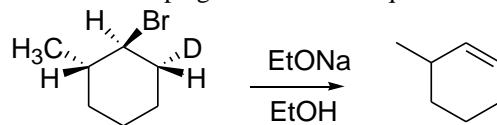
- A) elettrone  
 B) protone  
 C) neutrone  
 D) fotone

45. Una soluzione contiene sia  $\text{SO}_4^{2-}$  sia  $\text{S}^{2-}$ , entrambi a concentrazione 0,005 M. Indicare quale catione potrebbe essere utilizzato per separare  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{S}^{2-}$ , mediante precipitazione.

- A)  $\text{Sr}^{2+}$   
 B)  $\text{Pb}^{2+}$   
 C)  $\text{Na}^+$   
 D)  $\text{Mg}^{2+}$

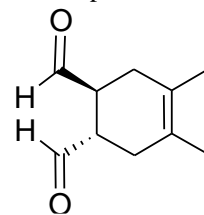
46. Il composto marcato con deuterio riportato sotto subisce deidroalogenazione con etossido di sodio formando il 3-

metilcicloesene non deuterato. Quale delle seguenti affermazioni spiega correttamente questo risultato?



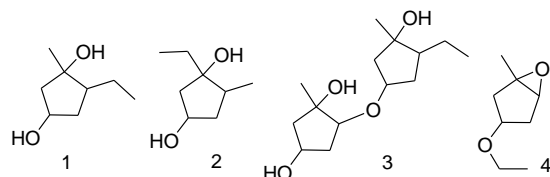
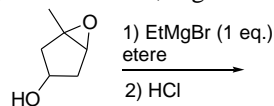
- A) L'eliminazione di DBr è dovuta, per effetto isotopico, alla maggiore acidità del deuterio rispetto all'idrogeno.  
 B) L'eliminazione di DBr è in accordo con i requisiti del meccanismo  $\text{E}_2$ , essendo la disposizione dei legami C-D e C-Br anti-coplanare.  
 C) L'eliminazione di DBr consente di formare l'alchene più stabile.  
 D) L'eliminazione di DBr è in accordo con i requisiti del meccanismo  $\text{E}_1$ , procedendo con la formazione del carbocatione più stabile.

47. Quale diene e dienofilo si devono utilizzare nella sintesi di Diels-Alder del seguente composto?



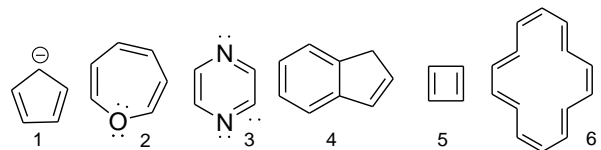
- A) 2,3-dimetil-1,3-butadiene e *cis*-butendiale  
 B) 2,3-dimetil-1,3-butadiene e *trans*-butendiale  
 C) 1,3-cicloesadiene e *trans*-butendiale  
 D) 2-butino e *trans*-butendiale

48. Quale dei seguenti prodotti si ottiene per reazione di 3,4-epossi-3-metilciclopentanol con un solo equivalente di etilmagnesio bromuro, seguita da acidificazione?



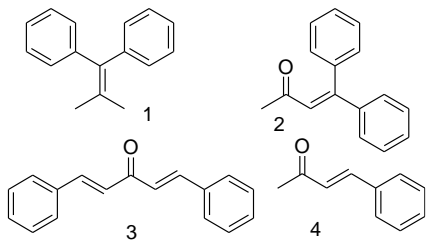
- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4

49. Tenendo conto dei requisiti di planarità e della regola di Hückel ( $4n+2$  elettroni  $\pi$ ), quali delle seguenti molecole è aromatica?



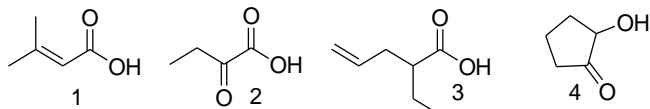
- A) 2, 4, 5  
 B) 1, 3, 6  
 C) 2, 3, 4  
 D) 3, 4, 6

50. Quale tra i seguenti composti è il prodotto della reazione di condensazione aldolica incrociata tra l'acetone e 2 equivalenti di benzaldeide in soluzione etanolica di NaOH ?



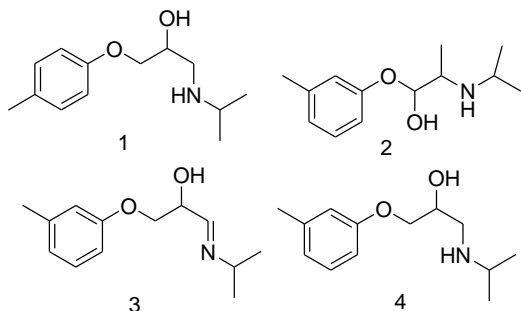
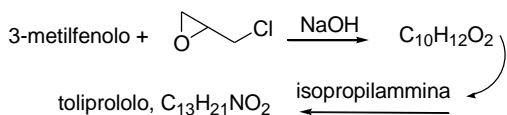
- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4

51. La procedura sintetica denominata "sintesi malonica" permette di preparare acidi acetici sostituiti, utilizzando come reagente di partenza l'estere malonico (propandioato dietilico) e sfruttandone, nella fase iniziale, la particolare acidità. Individuare quale delle seguenti molecole può essere facilmente ottenuta mediante "sintesi malonica".



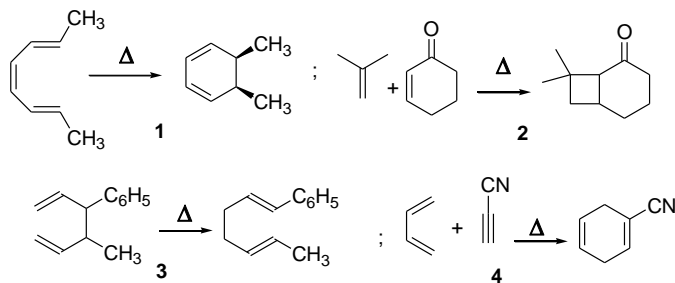
- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4

52. La sintesi del toliprololo è mostrata nel seguente schema. Analizzando le reazioni, individuare la struttura corretta per il toliprololo tra quelle proposte:



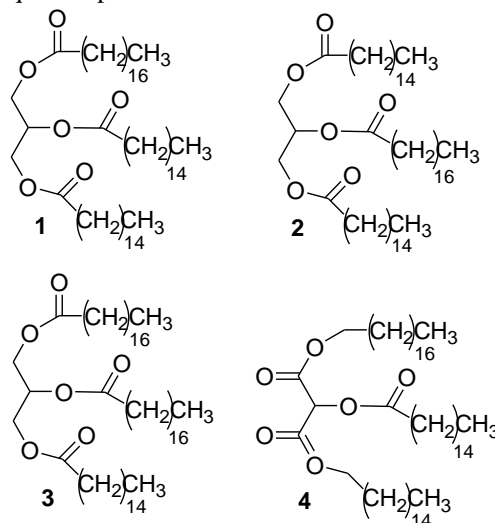
- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4

53. Una trasposizione sigmatropica è una reazione intramolecolare in cui **si rompe un legame  $\sigma$  nel reagente, si forma un nuovo legame  $\sigma$  nel prodotto e gli elettroni  $\pi$  subiscono un riarrangiamento**. Il legame  $\sigma$  che si rompe può essere un legame C-H, C-C oppure C-O, C-S, C-N). Individuare quale tra le seguenti reazioni è una trasposizione sigmatropica:



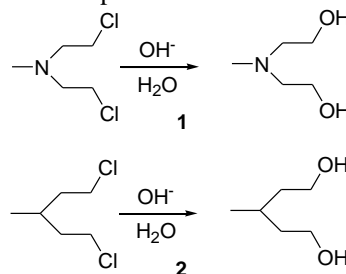
- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4

54. L'idrolisi totale di un grasso otticamente attivo produce acido palmitico (C16) in quantità doppia rispetto all'acido stearico (C18). Individua la struttura corretta del grasso tra quelle riportate sotto:



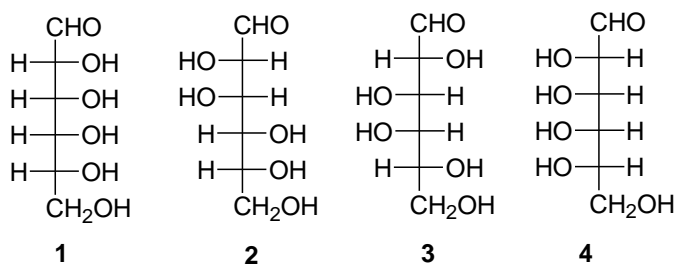
- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4

55. Confrontando le velocità delle due reazioni di sostituzione nucleofila mostrate sotto, si verifica che la reazione **1** è molto più veloce della **2**. Quale tra le seguenti affermazioni spiega tale comportamento?



- A) L'azoto esercita un effetto coniugativo elettron-attrattore che rende più elettrofilo il carbonio legato al cloro, facilitando la sostituzione.  
 B) La maggiore velocità della reazione **1** dipende da una più favorevole disposizione spaziale del reagente contenente l'azoto.  
 C) Il meccanismo comporta la formazione di un intermedio in cui l'azoto agisce da catalizzatore nucleofilo, facilitando la sostituzione.  
 D) La basicità dell'azoto fa aumentare in soluzione la concentrazione degli ioni  $\text{OH}^-$ , facilitando così la sostituzione.

56. Quando l'aldoesoso D-allosio è trattato con  $\text{HNO}_3$  si ottiene un acido aldarico otticamente inattivo. La degradazione di Ruff del D-allosio produce il D-ribosio, che ossidato con  $\text{HNO}_3$  fornisce un acido aldarico otticamente inattivo.. Utilizzando questi dati individuate la struttura corretta del D-allosio tra quelle riportate sotto:

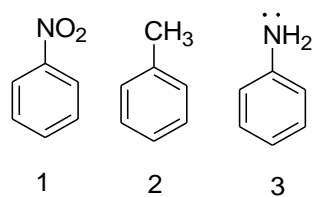


- A) 1  
B) 2  
C) 3  
D) 4

57. Un composto incognito, contenente solo C, H e O, mostra nello spettro IR una banda larga di assorbimento tra 3200-3500  $\text{cm}^{-1}$ . Reagisce con bromuro di metilmagnesio liberando metano. Lo spettro di massa EI mostra uno ione molecolare poco intenso al 16 m/z e il picco di un frammento a 98. Cosa rivelano queste informazioni sulla struttura del composto incognito?

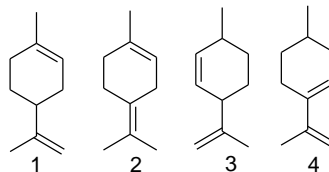
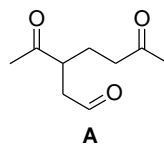
- A) La presenza di un gruppo alcolico  
B) La presenza di una funzione eterea  
C) La presenza di un carbonile chetonico  
D) La presenza di una funzione amminica

58. I valori di chemical shift dell'idrogeno legato al C-4 negli spettri  $^1\text{H}$  NMR di nitrobenzene (1), toluene (2) e (3) anilina sono (in ordine sparso) 6,52, 7,06 e 7,65 ppm. Sulla base di considerazioni elettroniche attribuisce a ciascun composto il suo valore di chemical shift.



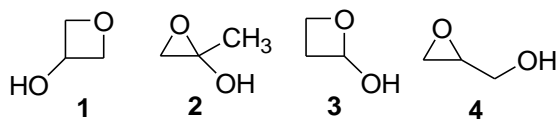
- A) 6.52 (1), 7.06 (2), 7.65 (3)  
B) 7.65 (1), 7.06 (2), 6.52 (3)  
C) 7.06 (1), 6.52 (2), 7.65 (3)  
D) 7.65 (1), 6.52 (2), 7.06 (3)

59. L'idrogenazione catalitica del limonene produce l'isopropil-4-metilcicloesano. Trattando il limonene con ozono e poi zinco in acido acetico, si isolano formaldeide e il composto A. Identificare la struttura del limonene tra quelle riportate sotto.



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

60. Un composto incognito ha formula molecolare  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ . Ha un unico gruppo funzionale che assorbe all'IR tra 3200-3500  $\text{cm}^{-1}$ , e nella sua struttura nessun carbonio lega più di un atomo di ossigeno. Inoltre può esistere in due sole forme stereoisomeriche. Individuare la struttura del composto incognito tra quelle riportate sotto:



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