

Nome e cognome \_\_\_\_\_

matricola \_\_\_\_\_

CFU=6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

**PARTE 1: QUESTIONARIO (RISPONDERE SUL FOGLIO)**

1. Quale/i dei seguenti atomi è/sono diamagnetico/i nel suo/loro stato fondamentale?

- ☐ A H  
☐ B Li  
☒ C Be  
☐ D B  
☐ E C

2. Quale delle seguenti serie di energie di ionizzazione (dalla prima alla quinta) in kJ/mol si riferiscono al silicio?

- ☐ A 780, 13675, 14110, 15650, 16100  
☐ B 780, 1575, 14110, 15650, 16100  
☐ C 780, 1575, 3220, 15650, 16100  
☒ D 780, 1575, 3220, 4350, 16100  
☐ E 780, 1575, 3220, 4350, 5340

3. Quale delle seguenti affermazioni è *corretta*?

- ☐ A La teoria dell'orbitale molecolare si basa sulla teoria di Lewis.  
☐ B Le direzioni degli orbitali molecolari del metano formano fra loro angoli di circa 109.47°.  
☐ C Gli orbitali molecolari di valenza del metano hanno tutti la stessa energia.  
☐ D Non è possibile applicare la teoria dell'orbitale molecolare ai composti ionici.  
☒ E Gli orbitali molecolari possono essere di legame, di antilegame o di non-legame.

4. Quale delle seguenti formule si riferisce a una molecola polare?

- ☐ A Br<sub>2</sub>  
☐ B CO<sub>2</sub>  
☐ C CH<sub>4</sub>  
☒ D NH<sub>3</sub>  
☐ E BeCl<sub>2</sub>

5. Quale dei seguenti processi è sempre *endotermico*?

- ☐ A La condensazione di un gas  
☒ B La prima ionizzazione di un atomo gassoso.  
☐ C La solidificazione di un liquido.  
☐ D L'affinità elettronica di un atomo.  
☐ E La dissoluzione di un gas in un liquido.

6. Cosa succede se si scioglie in acqua del carbonato di potassio?

- ☐ A Si ottiene una soluzione neutra, trattandosi di un elettrolita forte.  
☐ B Si ottiene una soluzione acida a causa della reazione dello ione carbonato.  
☐ C Si ottiene una soluzione acida a causa della reazione dello ione potassio.  
☒ D Si ottiene una soluzione basica a causa della reazione dello ione carbonato.  
☐ E Si ottiene una soluzione basica a causa della reazione dello ione potassio.

7. Quale dei seguenti campioni (1 mole) possiede la minore entropia?

- ☒ A Br<sub>2</sub>(s) a 266 K  
☐ B Br<sub>2</sub>(s) a 332 K  
☐ C Br<sub>2</sub>(l) a 266 K  
☐ D Br<sub>2</sub>(l) a 332 K  
☐ E Br<sub>2</sub>(g) a 332 K

8. L'equazione ionica netta è *identica* per:

- ☐ A Qualsiasi reazione tra un acido debole e una base debole
- ☐ B Qualsiasi reazione tra un acido debole e una base forte.
- ☐ C Qualsiasi reazione tra un acido forte e una base debole
- ☒ D Qualsiasi reazione tra un acido forte e una base forte.
- ☐ E Nessuna delle precedenti affermazioni è vera a priori.

9. Quale delle seguenti sostanze *non* è un elettrolita?

- ☒ A  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$
- ☐ B NaBr
- ☐ C  $\text{H}_2\text{SO}_3$
- ☐ D HF
- ☐ E  $\text{CH}_3\text{COOH}$

10. Come si può spostare a DESTRA l'equilibrio della reazione  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g}) + \text{NO}_3(\text{g})$  ?

- ☒ A Diminuendo la quantità di  $\text{NO}_3$
- ☒ B Aumentando la quantità di  $\text{N}_2\text{O}_5$
- ☐ C Aumentando la pressione
- ☒ D Aumentando il volume
- ☐ E Tutte le azioni elencate sopra sono utili allo scopo.

11. Qual è l'acido coniugato di  $\text{HAsO}_4^{2-}$ ?

- ☐ A  $\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}$
- ☐ B  $\text{AsO}_4^{3-}$
- ☐ C  $\text{H}_2\text{O}$
- ☐ D  $\text{H}_3\text{O}^+$
- ☐ E  $\text{H}_3\text{AsO}_4$

QUESITO ANNULLATO....

12. In quale delle seguenti soluzioni la solubilità di  $\text{PbCl}_2$  ( $K_{ps} = 1.7 \cdot 10^{-5}$ ) sarà **meno** elevata?

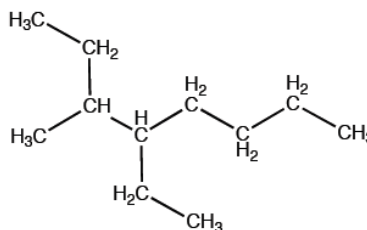
- ☐ A HCl,  $c = 10^{-1} \text{ mol/L}$
- ☐ B NaCl,  $c = 10^{-1} \text{ mol/L}$
- ☐ C NaCl,  $c = 10^{-2} \text{ mol/L}$
- ☒ D  $\text{CaCl}_2$ ,  $c = 10^{-1} \text{ mol/L}$
- ☐ E  $\text{KNO}_3$ ,  $c = 10^{-1} \text{ mol/L}$

13. Per quale dei seguenti processi si verifica un aumento di entropia?

- ☐ A Condensazione del vapore d'acqua.
- ☐ B Formazione dell'ossido di magnesio a partire dagli elementi a  $T = 298 \text{ K}$ .
- ☒ C Decomposizione dell'ammoniaca negli elementi a  $T = 298 \text{ K}$ .
- ☐ D Congelamento dell'acqua.
- ☐ E Nessuno dei processi elencati porta a un aumento di entropia

14. Qual è il nome del composto mostrato a lato?

- ☐ A 2-etil,3-etileptano
- ☐ B 5-etil,6-etileptano
- ☒ C 3-metil,4-etilottano
- ☐ D 3-metil,4-butilesano
- ☐ E 1-butilottano



15. Quale delle seguenti specie è l'*acido* di Lewis più forte?

- ☐ A  $\text{SO}_4^{2-}$
- ☒ B  $\text{Fe}^{3+}$
- ☐ C  $\text{Cl}^-$
- ☐ D  $\text{Na}^+$
- ☐ E  $\text{NO}_3^-$

16. Da cosa **dipende** il valore della costante di equilibrio?

- ☐ A Il numero di moli di ciascun reagente inizialmente presente.
- ☐ B Le concentrazioni di reagenti e prodotti espresse come molarità.
- ☐ C Le pressioni parziali dei prodotti e reagenti presenti in fase gassosa.
- ☒ D La temperatura del sistema e la variazione di energia libera di Gibbs.
- ☐ E Le concentrazioni dei prodotti espresse come molarità.

17. Scrivere i nomi dei seguenti composti.

KCl	_____	cloruro di potassio, potassio cloruro
HI	_____	idrogeno ioduro, ioduro di idrogeno, acido iodidrico
SO <sub>3</sub>	_____	triossido di zolfo, zolfo triossido
AgNO <sub>3</sub>	_____	nitrato d'argento, argento nitrato

18. Scrivere le formule dei seguenti composti:

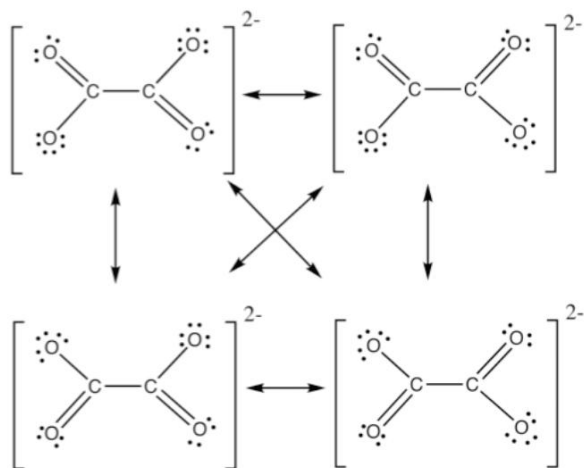
ione idrogenocarbonato	$\text{HCO}_3^-$	nitrato di boro	BN
idrossido di ferro(II)	$\text{Fe(OH)}_2$	perossido di sodio	$\text{Na}_2\text{O}_2$

## PARTE 2: ESERCIZI DA SVOLGERE PER ESTESO

19. Considerare l'anione  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  ("ossalato"). Sapendo che il centro della molecola-ione è costituito dai due atomi di carbonio legati tra loro:

- Scrivere la formula di Lewis, includendo **tutte** le formule di risonanza.
- Indicare le cariche formali di tutti gli atomi di una qualsiasi delle formule-limite tracciate.
- Stabilire gli ordini di legame della molecola, facendo la media dei risultati di tutte le formule-limite.
- Stabilire l'ibridizzazione degli atomi di C.
- Discutere il grado di planarità della molecola.
- Prevedere il momento di dipolo.

a) la formula di Lewis include quattro formule-limite :



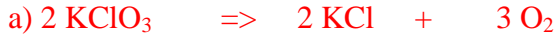
- tutti i legami C-O hanno ordine 1.5, il legame C-C ha ordine 1.
- in tutte le formule limite i C hanno C.F. = 0, gli ossigeni con il doppio legame hanno C.F. = 0, gli ossigeni con il legame singolo hanno C.F. = -1.
- i C sono ibridizzati  $\text{sp}^2$ .
- essendo il legame C-C singolo, la molecola sarà, in generale, **non** planare.
- visto che il legame C-C è perfettamente covalente, e non ha quindi un dipolo associato, conviene considerare i due frammenti COO. Ciascun legame C-O ha associato un momento di dipolo orientato lungo la direzione di legame, da C verso O. Essendo tutti i legami equivalenti per risonanza, ai due frammenti sono quindi associati dei vettori orientati lungo la direzione C-C, di modulo uguale e verso opposto: perciò lo ione è **apolare**.

20. La decomposizione termica di  $\text{KClO}_3$  produce *esclusivamente* KCl e  $\text{O}_2$ .

- scrivere e bilanciare la reazione di decomposizione.

Inoltre, sapendo che se si parte da 78.2 g di  $\text{KClO}_3$ , puro al 98.1 %, si ha una resa di 27.34 g di  $\text{O}_2$ :

- b) calcolare la resa percentuale di ossigeno della reazione
- c) calcolare la resa di  $\text{KCl}$



$$\text{b) } m(\text{KClO}_3)_{\text{puro}} = (78.2 \text{ g}) \times 98.1/100 = 76.71 \text{ g}$$

$$n(\text{KClO}_3) = m(\text{KClO}_3) / M(\text{KClO}_3) = (76.71 \text{ g}) / (122.55 \text{ g/mol}) = 0.626 \text{ mol}$$

$$\text{dall'eq. bilanciata: } n_{\text{teo}}(\text{O}_2) = n(\text{KClO}_3) \times 3/2 = (0.626 \text{ mol}) \times 3/2 = 0.939 \text{ mol}$$

$$m_{\text{teo}}(\text{O}_2) = n_{\text{teo}}(\text{O}_2) \times M(\text{O}_2) = (0.939 \text{ mol}) \times (32 \text{ g/mol}) = 30.05 \text{ g}$$

$$\text{resa \%} = 100 \cdot m_{\text{teo}}(\text{O}_2) / m_{\text{exp}}(\text{O}_2) = 100 \cdot (27.34 \text{ g}) / (30.05 \text{ g}) = 91\%$$

$$\text{c) dall'eq. bilanciata: } n_{\text{teo}}(\text{KCl}) = n(\text{KClO}_3) = 0.626 \text{ mol}$$

$$n_{\text{exp}}(\text{KCl}) = n_{\text{teo}}(\text{KCl}) \times \text{resa} = (0.626 \text{ mol}) \times 0.91 = 0.569 \text{ mol}$$

$$m_{\text{exp}}(\text{KCl}) = n_{\text{exp}}(\text{KCl}) \times M(\text{KCl}) = (0.569 \text{ mol}) \times (74.55 \text{ g/mol}) = 42.47 \text{ g}$$

**21.** Una massa pari a 2.15 g di una sostanza sconosciuta X sono sciolti in 150.00 g di acqua. La soluzione così ottenuta ha una densità pari a  $d=1010 \text{ g L}^{-1}$ , ed ha una pressione osmotica pari a  $\Pi=2.13 \text{ atm}$  a  $t=20^\circ\text{C}$ . Calcolare la massa molare della sostanza X. ( $R=0.08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

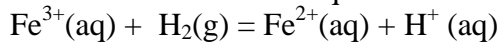
$$m(\text{tot}) = m(\text{X}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 2.15 \text{ g} + 150.00 \text{ g} = 152.15 \text{ g}$$

$$V = m(\text{tot}) / d = (152.15 \text{ g}) / (1010 \text{ g/L}) = 0.1506 \text{ L}$$

$$\Pi = C \cdot R \cdot T = m(\text{X}) \cdot R \cdot T / M \cdot V$$

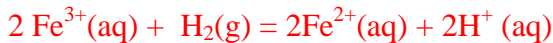
$$M = m(\text{X}) \cdot R \cdot T / \Pi \cdot V = (2.15 \text{ g}) \cdot (0.08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) \cdot (293.15 \text{ K}) / [(2.13 \text{ atm}) (0.1506 \text{ L})] \\ = 161 \text{ g/mol}$$

**22.** Calcolare la costante di equilibrio della seguente reazione (da bilanciare):



sapendo che il potenziale di riduzione standard per la coppia  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  è  $E^\circ[\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}] = +0.77 \text{ V}$ .

L'equazione bilanciata è:



$$E^\circ(\text{cella}) = E^\circ(\text{catodo}) - E^\circ(\text{anodo}) = 0.77 \text{ V} - 0.00 \text{ V} = +0.77 \text{ V}$$

$$\ln(K) = nFE^\circ/RT = 2 \cdot (96485 \text{ C mol}^{-1}) \cdot (0.77 \text{ V}) / (8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) (298 \text{ K}) = 59.9$$

$$K = \exp(59.9) = 10^{26}$$