

**PROVA SCRITTA DI CHIMICA - 27/6/2022 – INGEGNERIA DELLE TECNOLOGIE PER LA SALUTE**

- 1) Disporre le seguenti sostanze organiche in ordine crescente di temperatura di ebollizione, spiegando in breve:  
metanolo      metano      formaldeide (metanale)      formammide (metanammide)
  
- 2) Calcolare il pH di una soluzione contenente 0,14 mol di CH<sub>3</sub>COOH e 0,12 mol di CH<sub>3</sub>COONa in 0,5 L d'acqua.
  
- 3) Una pila è costituita da un elettrodo standard Cu<sup>2+</sup>/Cu e da un elettrodo a idrogeno con p(H<sub>2</sub>) = 1 atm e pH 4. Calcolarne la differenza di potenziale e indicarne le polarità.
  
- 4) Considerando il sistema in equilibrio  $2 \text{NO}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) = \text{N}_2\text{O}_5 (\text{g})$  dire che effetto avrà sul sistema a) un aumento di temperatura, b) un aumento di pressione, c) un'aggiunta di N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (g).
  
- 5) Indicare la reazione che avviene tra acido acetico e metanolo, dando il nome corretto al prodotto e specificando di che tipo di reazione si tratta.
  
- 6) Calcolare la quantità di calore sviluppata dalla combustione completa di 1 m<sup>3</sup> di propano gassoso, misurato a 10°C e 1 atm.

- 7) In un sistema chiuso mantenuto a 850°C si è instaurato l'equilibrio  $\text{CaCO}_3 (s) \rightleftharpoons \text{CO}_2 (g) + \text{CaO} (s)$   
Calcolare la pressione totale all'interno del sistema.
- 8) Calcolare il pH di una soluzione satura di  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ .
- 9) Sciogliendo in acqua il sale solubile  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  si ottiene un pH acido, neutro o basico? Spiegare, indicando la reazione di idrolisi che avviene.
- 10) Bilanciare la reazione di ossidoriduzione  $\text{Mo} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mo}^{3+} + \text{OH}^-$  e calcolare quanti L di  $\text{O}_2 (g)$ , misurati a 0°C e 1 atm, occorrono per ossidare completamente 0,5 g di Mo.

## SOLUZIONI

- 1) Disporre le seguenti sostanze organiche in ordine crescente di temperatura di ebollizione, spiegando in breve:

metanolo      metano      formaldeide (metanale)      formammide (metanammide)

*Il metano è un idrocarburo, molecola piccola apolare gassosa < la formaldeide è più polare ma non presenta legame a idrogeno < il metanolo è un alcool e presenta legame a idrogeno < la formammide presenta legame a idrogeno ed è ancora più polare*

- 2) Calcolare il pH di una soluzione contenente 0,14 mol di CH<sub>3</sub>COOH e 0,12 mol di CH<sub>3</sub>COONa in 0,5 L d'acqua.

*E' una soluzione tampone.  $pH = pK_a + \log [CH_3COO^-]/[CH_3COOH] = 4,76 + \log 0,12/0,14 = 4,69$*

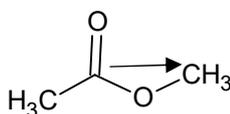
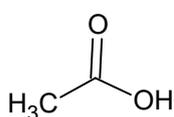
- 3) Una pila è costituita da un elettrodo standard Cu<sup>2+</sup>/Cu e da un elettrodo a idrogeno con p(H<sub>2</sub>) = 1 atm e pH 4. Calcolarne la differenza di potenziale e indicarne le polarità.

$$E^\circ(Cu) = + 0,34 \text{ V} \quad E(H) = 0 + 0,059 \log[H^+] = - 0,236 \text{ V anodo} -$$
$$\Delta E = E_{\text{catodo}} - E_{\text{anodo}} = 0,34 - (-0,236) = + 0,536 \text{ V}$$

- 4) Considerando il sistema in equilibrio  $2 \text{NO}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) = \text{N}_2\text{O}_5(g)$  dire che effetto avrà sul sistema a) un aumento di temperatura, b) un aumento di pressione, c) un'aggiunta di N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(g).

*La reazione è endotermica (combustione) e quindi un aumento di T fa diminuire K<sub>eq</sub> e fa spostare la composizione del sistema verso i reagenti; un aumento di P sposta invece il sistema a destra, dove sono presenti meno moli gassose; per la legge di azione di massa, un'aggiunta di N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(g) sposta l'equilibrio a sinistra, consumando il prodotto aggiunto.*

- 5) Indicare la reazione che avviene tra acido acetico e metanolo, dando il nome corretto al prodotto e specificando di che tipo di reazione si tratta.



*sostituzione nucleofila acilica*

*si forma un estere: acetato di metile*

- 6) Calcolare la quantità di calore sviluppata dalla combustione completa di 1 m<sup>3</sup> di propano gassoso, misurato a 10°C e 1 atm.



$\Delta H^\circ = 3 \times (-393,5) + 4 \times (-285,8) - (-103,8) = -2218,7 \text{ kJ}$  per la combustione di 1 mole di propano  
 1 m<sup>3</sup> = 1000 L  $n = PV/RT = 1 \text{ atm} \times 1000 \text{ L} : (0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 283 \text{ K}) = 43,1 \text{ mol propano}$   
 $-2218,7 \text{ kJ/mol} \times 43,1 \text{ mol} = -95609 \text{ kJ}$

- 7) In un sistema chiuso mantenuto a 850°C si è instaurato l'equilibrio  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s})$   
 Calcolare la pressione totale all'interno del sistema.

$$\Delta H^\circ = -635,1 - 393,5 + 1206,9 = 178,3 \text{ kJ} \quad \Delta S^\circ = 38,1 + 213,8 - 92,9 = 159 \text{ J/K}$$

$$\text{A } 850^\circ\text{C} = 1123 \text{ K } \Delta G^\circ = 178300 \text{ J} - 159 \text{ J/K} \times 1123 \text{ K} = -257 \text{ J}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \text{ da cui } \ln K = 0,0275$$

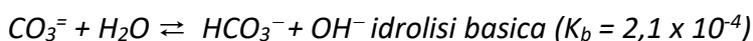
$$K = 1,03 = p(\text{CO}_2) = P, \text{ poich\u00e9 } \text{CO}_2 \text{ \u00e8 l'unico componente gassoso.}$$

- 8) Calcolare il pH di una soluzione satura di Cd(OH)<sub>2</sub>.

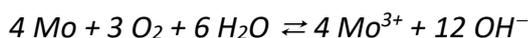
$$K_{ps} = 5,3 \times 10^{-15} = [\text{Cd}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = 4s^3 \text{ da cui la solubilit\u00e0 } s \text{ \u00e8 } 1,1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{ma } [\text{OH}^-] = 2s = 2,2 \times 10^{-5} \text{ M e } p\text{OH} = -\log 2,2 \times 10^{-5} = 4,66 \text{ e } \mathbf{pH = 9,34}$$

- 9) Sciogliendo in acqua il sale solubile Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> si ottiene un pH acido, neutro o basico? Spiegare, indicando la reazione di idrolisi che avviene.



- 10) Bilanciare la reazione di ossidoriduzione  $\text{Mo} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mo}^{3+} + \text{OH}^-$  e calcolare quanti L di O<sub>2</sub>(g), misurati a 0°C e 1 atm, occorrono per ossidare completamente 0,5 g di Mo.



$$0,5 \text{ g} : 95,94 \text{ g/mol} = 0,0052 \text{ mol Mo richiedono } 0,0052 \times \frac{3}{4} = 0,0039 \text{ mol O}_2, \text{ pari a } \mathbf{0,088 \text{ L}}$$