

## Selezione per le Olimpiadi Internazionali della Chimica 1987

### Fase nazionale – Problemi a risposta aperta

#### PROBLEMA 1

Il carbonio è formato dagli isotopi stabili  $^{12}\text{C}$  (98,90% degli atomi) e  $^{13}\text{C}$  (1,10% degli atomi). Esso contiene, inoltre, una piccola frazione dell'isotopo radioattivo  $^{14}\text{C}$  ( $t_{1/2} = 5730$  anni) il quale si forma in continuazione come  $\text{CO}_2$  nell'atmosfera terrestre a causa delle radiazioni cosmiche. Questo isotopo ( $^{14}\text{C}$ ) si mescola poi attraverso il ciclo naturale della  $\text{CO}_2$  con gli altri due isotopi  $^{12}\text{C}$  e  $^{13}\text{C}$ . La velocità del decadimento del  $^{14}\text{C}$  è descritta dalla seguente equazione:

$$v = -\frac{dN}{dt} = k N \quad (1)$$

(dove  $N$  = numero di atomi di  $^{14}\text{C}$ ;  $t$  = tempo;  $k$  = costante di decadimento).

L'integrazione dell'equazione (1) porta alla ben nota legge del decadimento radioattivo:

$$N = N_0 e^{-kt}$$

**A)** Qual è la relazione matematica tra la costante di decadimento ( $k$ ) ed il tempo di semivita ( $t_{1/2}$ , tempo necessario per ridurre a metà la concentrazione iniziale)?

**B)** La velocità di decadimento del  $^{14}\text{C}$ , che è parte del ciclo naturale della  $\text{CO}_2$ , è di 13,6 disintegrazioni per minuto e per grammo di carbonio.

Quando una pianta muore, non partecipa più al ciclo della  $\text{CO}_2$ , non può quindi recuperare dall'atmosfera il  $^{14}\text{C}$  decaduto, e il numero di disintegrazioni per minuto e per grammo di carbonio diminuisce. (Ricordare che il numero di disintegrazioni è proporzionale al numero di atomi di  $^{14}\text{C}$ ) Su di un pezzo di legno, prelevato da una barca recuperata dal lago di Nemi, sono state misurate (gennaio 1987) 11,0 disintegrazioni per minuto e per grammo di carbonio. In quale anno fu tagliato l'albero dal quale era stata fabbricata la barca ?

**C)** Supponendo che l'errore commesso nella misura della velocità di decadimento di 11,0 disintegrazioni per minuto e per grammo di carbonio sia di  $\pm 0,2$  disintegrazioni per minuto e per grammo di carbonio, qual è la precisione con la quale si conosce l'età del legno della barca ?

**D)** Qual è il rapporto fra gli atomi  $^{12}\text{C}/^{14}\text{C}$  (rapporto isotopico del carbonio) che prendono parte al ciclo naturale della  $\text{CO}_2$  (un anno = 365 giorni)?

**PROBLEMA 2**

Un composto organico A, costituito da carbonio, idrogeno e ossigeno, viene sottoposto all'analisi con il metodo della combustione. Da 3,18 g di A si ottengono 4,825 g di CO<sub>2</sub> e 0,988 g di H<sub>2</sub>O.

Quando il composto A viene scaldato con etanolo in presenza di un acido minerale, si forma una nuova sostanza B che contiene il 55,81% di carbonio, il 6,97% di idrogeno, mentre il rimanente è costituito da ossigeno.

Il composto A reagisce anche con acido bromidrico fornendo un prodotto C che, per ebollizione in acqua, si trasforma nella sostanza D che all'analisi fornisce le seguenti percentuali:

C 35,82%                      H 4,48%                      O 59,70%

La sostanza D reagisce a sua volta con idrossido di potassio acquoso.

In una prova quantitativa, 2,68 g di sostanza D reagiscono esattamente con 20 mL di una soluzione di idrossido di potassio 2 N.

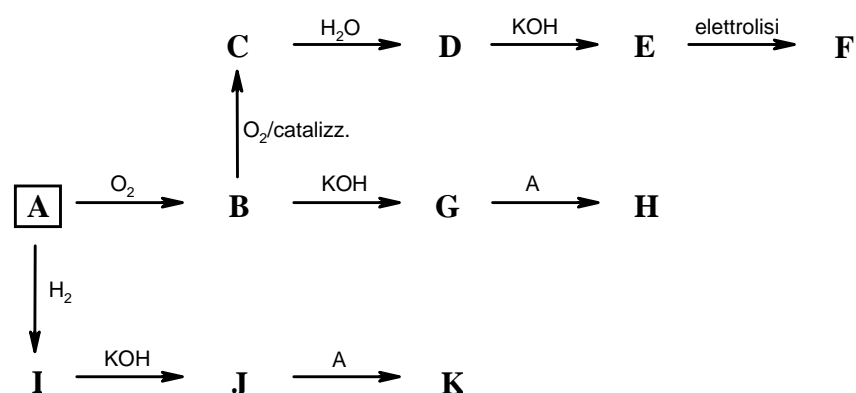
**A)** Fornire la formula di struttura di tutte le sostanze sopra descritte: A, B, C, D.

**B)** Scrivere le equazioni chimiche delle reazioni sopra descritte.

(Masse atomiche relative da usare nei calcoli: H = 1; C = 12; O = 16)

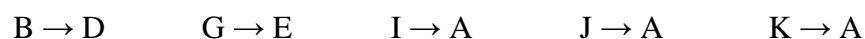
### PROBLEMA 3

A partire dall'elemento A si possono condurre le reazioni riportate nello schema, dove sono indicati solo i composti che contengono l'elemento A.



E' noto anche che :

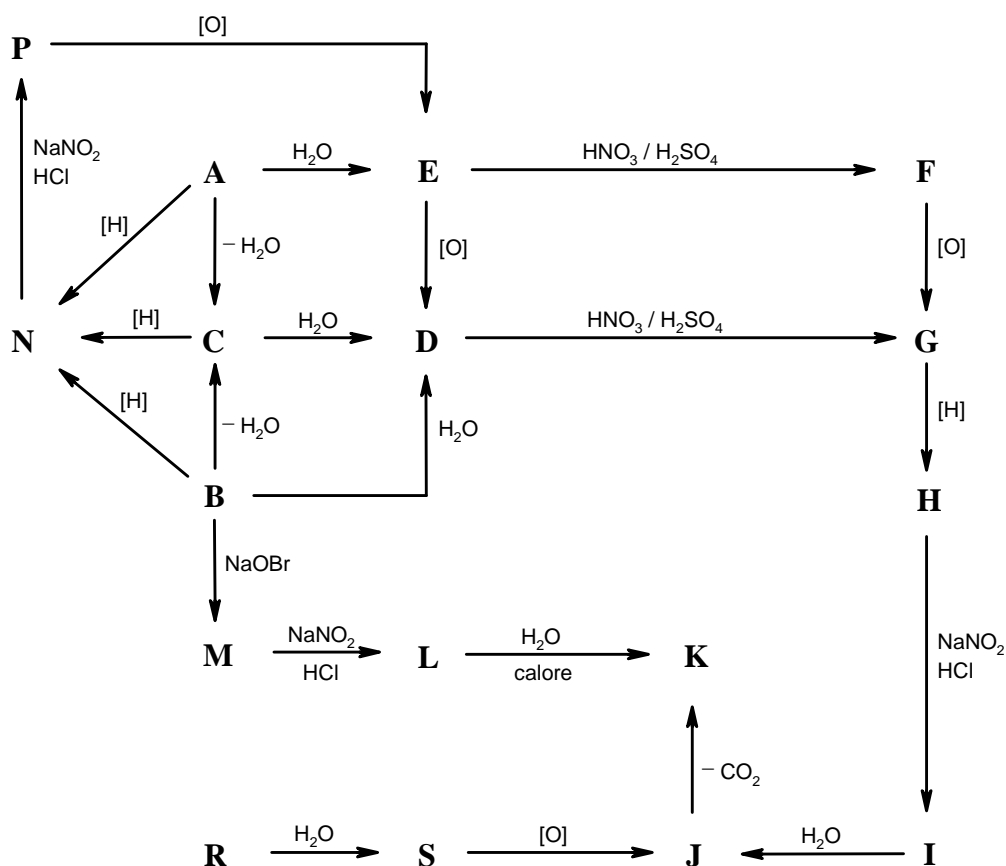
- 1) l'elemento A è solido e insolubile in acqua
- 2) i composti B e I sono gas solubili in acqua
- 3) i composti E, F, J e K sono solidi e solubili in acqua
- 4) per reazione con una soluzione acquosa di iodio si osservano le seguenti trasformazioni:



Indicare la formula dei prodotti da A a K e fornire le equazioni chimiche delle reazioni indicate nello schema, bilanciandole.

## PROBLEMA 4

Le sostanze A e B sono isomeri di struttura con formula molecolare  $C_7H_7NO$ . La sostanza M ha massa molecolare 93. Le sostanze R ed H sono isomeri di struttura.



Fornire le formule di tutte le sostanze collegate nel precedente schema di reazione (da A fino ad S) e scrivere tutte le equazioni delle reazioni relative.

**PROBLEMA 5**

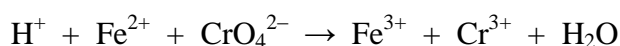
Un campione (1500 mg) di una lega che contiene argento, rame e cromo viene disciolto e la soluzione, contenente gli ioni  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$ , viene diluita fino a raggiungere esattamente il volume di 500 mL.

Un decimo del volume di questa soluzione viene poi utilizzato per la determinazione del cromo con il metodo qui di seguito riportato.

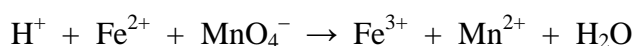
1) Dopo l'eliminazione dell'argento e del rame, il cromo è ossidato secondo la seguente equazione non bilanciata:



2) Vengono quindi aggiunti 25,00 mL di una soluzione 0,100 M di un sale di  $\text{Fe}^{2+}$  ed ha luogo la reazione descritta nella seguente equazione non bilanciata:



3) L'eccesso di sale di  $\text{Fe}^{2+}$  che non era stato consumato nella precedente reazione viene ossidato con 17,20 mL di una soluzione 0,020 M di  $\text{KMnO}_4$  secondo la seguente equazione non bilanciata:



In un successivo esperimento, un volume pari a 200 mL della soluzione iniziale viene sottoposto ad elettrolisi. A causa di reazioni secondarie l'efficienza dell'elettrolisi, per i metalli presi in considerazione, è del 90%. Tutti e tre i metalli, in seguito al passaggio di una corrente di 2 A attraverso la soluzione, si depositano in 14,50 minuti.

**A)** Bilanciare le tre equazioni chimiche.

**B)** Calcolare la composizione % in peso della lega in questione.

(Masse atomiche relative da utilizzare nei calcoli:  $\text{Cu} = 63,55$ ;  $\text{Ag} = 107,87$ ;  $\text{Cr} = 52,00$ )

SCI – Società Chimica Italiana

Digitalizzato da

Prof. Mauro Tonellato – ITIS Natta – Padova