



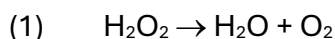
promosso da
Società Chimica Italiana

Competizione a Squadre – Finale Nazionale

Firenze, 24-26 maggio 2024

Quesito 1:

La permanganometria è il metodo ufficiale di analisi per determinare i volumi di ossigeno in soluzioni di perossido di idrogeno. Il volume di ossigeno rappresenta il volume in litri di ossigeno liberati in condizioni normali (0 °C e 1 atm) a seguito della decomposizione di un litro di H_2O_2 secondo la reazione (1) (da bilanciare):



Una soluzione di permanganato 0,01979 mol/L viene utilizzata per titolare, in ambiente acido, 25,0 mL di una soluzione di perossido di idrogeno, ottenuta diluendo dieci volte una soluzione madre circa al 3% *m/v*.

In base ai dati forniti, rispondere ai seguenti quesiti.

- (a) Bilanciare la reazione (1).
- (b) Scrivere e bilanciare la reazione di ossido-riduzione fra permanganato e perossido di idrogeno.
- (c) Calcolare le millimoli (mmol) di perossido di idrogeno consumate in funzione del volume di titolante riportato in tabella:

V di titolante (mL)	n di H_2O_2 consumate (mmol)
0	
1	
5	
10	
20	
22,1 (punto di fine titolazione)	

- (d) Suggestire un metodo per rilevare il punto di fine titolazione.

(e) Calcolare i volumi di ossigeno nel campione, tenendo conto della diluizione effettuata e della reazione (1).

(f) Calcolare il log della K_{eq} della reazione sapendo che in ambiente acido i potenziali standard di riduzione E° sono +1,51 V per la riduzione del permanganato e +0,68 V per la riduzione di O_2 a H_2O_2 .

(g) Supponendo che la reazione venga condotta a pH = 12, ti aspetti che il prodotto di riduzione del permanganato sia sempre Mn^{2+} ? Se no, quale prodotto ti aspetti che si formi?

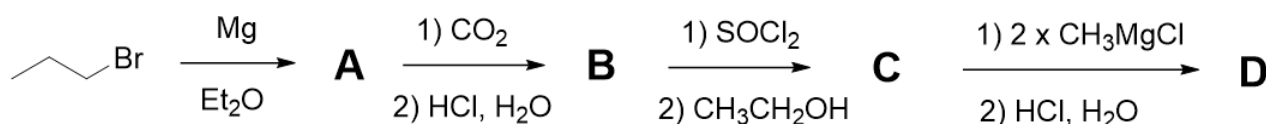
Quesito 2:

Un sistema termodinamico è descritto da grandezze fisiche, i cui valori dipendono dalle condizioni in cui il sistema si trova. Tali grandezze sono chiamate funzioni di stato. Riportare brevemente le definizioni delle tre funzioni di stato fondamentali: entropia, entalpia ed energia interna.

Quesito 3:

Un elemento fondamentale in molte sintesi multistadio è il cosiddetto “allungamento della catena”. Esso consiste nel “prolungare” di uno o due atomi di carbonio un composto organico con un gruppo funzionale reattivo ad un’estremità, mantenendo la presenza di un gruppo funzionale reattivo all’estremità del composto prodotto.

Considerate la sequenza di reazioni riportata qui sotto:



Rispondere ai seguenti quesiti.

(a) Individuate la struttura chimica dei composti **A**, **B**, **C** e **D**

(b) Quale/i dei quattro passaggi sintetici può essere considerato un “allungamento della catena”?

(c) Proponete altri due metodi per trasformare il composto di partenza nel composto **B** (potrebbero richiedere un numero diverso di passaggi)

(d) In due casi (il primo e l’ultimo passaggio) la reazione viene completata aggiungendo una soluzione di acido cloridrico in acqua: qual è lo scopo di tale operazione?

(e) La purificazione del prodotto grezzo mediante estrazione è spesso una procedura conveniente nel caso di composti organici poco polari come sono i composti **A-D**, per quali di essi tale procedura non deve essere assolutamente utilizzata?

(f) Il primo passaggio comporta delle complicazioni pratiche, l’anidride carbonica è un gas o un solido che sublima rapidamente (ghiaccio secco) e quindi è difficile da dosare. Quale sarebbe il sottoprodotto principale della reazione se l’anidride carbonica fosse sottodosata? Quali accorgimenti aggiuntivi sarebbero necessari per purificare il prodotto **A**.

(g) Quale saggio potrebbe facilmente confermare la struttura del composto **D**?

(h) Quale analisi spettroscopica potrebbe facilmente confermare la struttura del composto **D**?

Quesito 4:

L’idrogeno molecolare (H_2) è considerato il combustibile del futuro in sostituzione dei combustibili fossili perché non produce CO_2 .

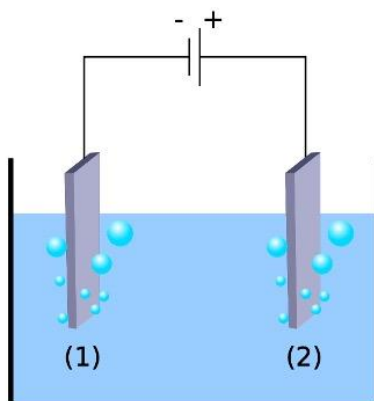
(a) Scrivere l’equazione chimica a supporto di questa affermazione.

Sulla Terra l'idrogeno molecolare non esiste e, quindi, deve essere prodotto. Uno dei metodi che può essere utilizzato consiste nella separazione dell'acqua nei suoi elementi (water splitting).

(b) Utilizzando solo i dati termodinamici sotto riportati, stabilire se la reazione di water splitting a 298 K è termodinamicamente favorita.

Composto	H ₂ (g)	H ₂ O(l)	H ₂ O(g)	O ₂ (g)
$\Delta_f H^\circ$ (kJ mol ⁻¹)	0	-285.8	-241.8	0
S_m° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	130.6	69.9	188.7	205.2

Il processo di water splitting può essere ottenuto mediante elettrolisi dell'acqua acida (vedi figura qui sotto)



(c) Scrivere le semi-reazioni bilanciate che si verificano ad ogni elettrodo della cella elettrolitica.

(d) Scrivere l'equazione bilanciata del processo globale di elettrolisi dell'acqua, utilizzando 1 come coefficiente stechiometrico dell'acqua.

Per far avvenire l'elettrolisi dell'acqua occorre corrente elettrica che può essere ottenuta in modi più o meno sostenibili.

(e) Elencare almeno *quattro* tecnologie di produzione di energia elettrica a partire da fonti non fossili e a basse emissioni di biossido di carbonio.

L'idrogeno molecolare come combustibile può essere utilizzato in vari ambiti.

(f) Descrivere almeno *due* campi di applicazione di questo combustibile.