

ESPERIENZA DELLA FORMAZIONE DI 3 ALOGENI

ver 16_11_2020

Scopo: progettare razionalmente un'esperienza in cui si vuole osservare in sicurezza:

- 1) la formazione dei 3 alogeni Cl_2 , Br_2 e I_2 a partire da HCl e dai sali NaBr e NaI .
- 2) la capacità ossidante nella sequenza Cl_2 , Br_2 e I_2
- 3) 4 reazioni di ossidoriduzione: la prima in ambiente acido, la seconda e la terza in ambiente neutro e una finale di disproporzione in ambiente basico.

Attenzione norme di sicurezza: soprattutto Cl_2 (gas) e Br_2 (molto volatile) sono classificati come sostanze particolarmente pericolose (T⁺, Xi, N, C: ovvero molto tossiche, anche mortali, irritanti, pericolose per l'ambiente, corrosive,...). Anche I_2 e KMnO_4 , sebbene ad un livello inferiore, sono classificati comunque come pericolosi.

HCl concentrato (**attenzione**, volatile, molto tossico e corrosivo, puzzolente, provoca irritazioni estremamente pericolose alla pelle, agli occhi e alle vie respiratorie).

Attenzione: apparecchiatura in vetro: se si rompe le schegge possono essere molto taglienti.

Adoperare tutte le precauzioni del caso. Usare in minime quantità, usare tutti i DPI come occhiali e guanti di protezione, evitare contatto con occhi, vie respiratorie e pelle. Montare l'apparecchiatura sotto cappa aspirante. Non disperdere nell'ambiente. Per altre norme consultare le schede di sicurezza, ad esempio sul sito <https://www.sigmaaldrich.com/italy.html>

Per produrre piccole quantità di alogeni X_2 a partire dai loro ioni X^- , si può sfruttare le loro proprietà ossidoriduttive.

Non viene qui considerato F_2 per la sua particolare aggressività e capacità di reagire col vetro.

Apparecchiature e reattivi: 3 palloni da reazione muniti di più colli smerigliati-normalizzati, una bottiglia di lavaggio di gas (ad es. una bottiglia di Drechsel), tappi e raccordi normalizzati, connettori normalizzati per tubi, tubi resistenti agli acidi e agli alogeni, pinze e morsetti vari, pinze di Keck, supporti.

HCl (conc.), KMnO_4 , NaBr , NaI , NaOH , acqua.

Esecuzione

- Dopo aver montato accuratamente l'apparecchiatura sotto cappa, adoperando supporti, morsetti e pinze, si introduce nel primo pallone a più colli una piccola aliquota di KMnO_4 solido.
- Si introduce nel secondo e terzo pallone rispettivamente una soluzione di NaBr e NaI .
- Si mette nella bottiglia di Drechsel una soluzione concentrata di NaOH (o KOH in alternativa).
- Si collegano i recipienti con i tubi resistenti ai reattivi .

Assicurarsi della tenuta di tutti i tappi e i raccordi tramite un velo di grasso da vuoto e pinze di Keck o elastici in alternativa. Controllare la stabilità di tutta l'apparecchiatura.

Si mette nell'imbutto gocciolatore, collegato al primo pallone, una aliquota di HCl (conc)

Osservare l'attrezzatura.

All'apertura del rubinetto dell'imbutto gocciolatore, nel pallone 1 si forma Cl_2 gassoso, per la reazione redox (da bilanciare) $\text{MnO}_4^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}$

I vapori di Cl_2 vengono fatti gorgogliare nella soluzione contenuta nel pallone 2 ove si forma Br_2 in parte liquido e in parte gassoso per la reazione redox

$$\text{Cl}_2 + \text{Br}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{Br}_2$$

I vapori di Br_2 vengono fatti gorgogliare nella soluzione contenuta nel pallone 3 ove si forma I_2 in forma di precipitato perché è poco solubile in acqua (soluzione satura 0.01 % in H_2O a 25 °C) per la reazione redox

$$\text{Br}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{Br}^- + \text{I}_2$$

Nell'ultimo recipiente vengono neutralizzati i residui di HCl , Cl_2 , Br_2 e I_2 trasformandoli in sali in soluzione:

$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (reazione acido-base)

$\text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO}_3$ (reazione redox di disproporzione: allo stesso modo si comportano anche gli altri 2 alogeni)

Alcune reazioni sono da bilanciare.

Osservare il diverso stato di aggregazione degli alogeni.



Questa è solo una foto dimostrativa di come si deve montare l'apparecchiatura per la produzione degli alogeni e **nella quale l'esperienza non è ancora in corso.**

Infatti l'apparecchiatura va obbligatoriamente posta sotto cappa e l'operatore deve indossare i DPI.

ESEMPIO DI REAZIONE REDOX DI COMPROPORZIONE ED ESTRAZIONE SELETTIVA DEL PRODOTTO

Parte I - Scopo: effettuare una reazione di **comproporzione** in cui si forma I_2 .

È una reazione in cui due specie, contenenti lo stesso elemento ma con diverso [stato di ossidazione](#), formano un prodotto nel quale l'elemento è in uno stato di ossidazione intermedio rispetto a quelli iniziali.

È una reazione caratteristica per es. per i sali degli alogeni in ambiente acido.

Es. $\text{I}^- + \text{IO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Si divide la reazione nelle 2 semi-reazioni che si bilanciano separatamente:

2I^-	$\rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$	/ 5	ossidazione
$2 \text{IO}_3^- + 10 \text{e}^- + 12 \text{H}^+$	$\rightarrow \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$	/ 1	riduzione

$10 \text{I}^- + 2 \text{IO}_3^- + 12 \text{H}^+ \rightarrow 6 \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

È obbligatorio semplificare /2

$5 \text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

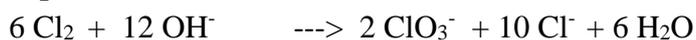
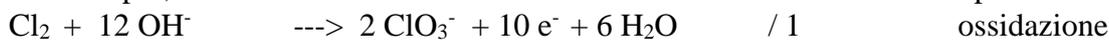
Esempio di reazione redox di disproporzione

È il contrario della comproporzione: è una reazione in cui una specie, contenente un elemento in un certo stato di ossidazione, subisce sia ossidazione che riduzione, formando due specie con stati di ossidazione uno maggiore e l'altro minore rispetto al numero di ossidazione del reattivo.

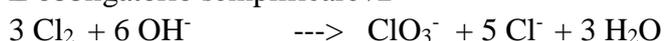
È una reazione caratteristica per es. per gli alogeni in ambiente basico.



Come sopra, si divide la reazione nelle 2 semi-reazioni che si bilanciano separatamente:



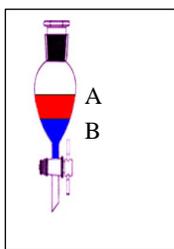
È obbligatorio semplificare /2



Nell'esperienza condotta dal docente, vengono mescolati assieme KI + KIO₃ in un becher. La soluzione appare incolore. Appena si aggiunge una piccola aliquota di H₂SO₄, si osserva un precipitato nero dovuto alla formazione di I₂ che anche parzialmente si solubilizza.

Nell'esperienza si è formato dello I₂ che è presente sia come precipitato che parzialmente sciolto in acqua.

Parte II - Scopo: separare I₂ dagli altri componenti presenti in soluzione (KI, KIO₃, H₂SO₄ e H₂O) tramite estrazione selettiva in imbuto separatore di Squibb.



Si mette la soluzione in un imbuto separatore di Squibb, assieme a un solvente immiscibile con acqua (ad es. CHCl₃, cloroformio, sostanza tossica, pericolosa per le vie aeree, la sua inalazione provoca un forte effetto deprimente sul sistema nervoso, narcolettico) nel quale solo lo I₂ è solubile. Dopo aver scosso vigorosamente la soluzione si ottiene l'estrazione del solo I₂ nel CHCl₃ (B) mentre gli altri composti rimangono nella soluzione acquosa (A).

La soluzione di I₂ viene raccolta in un beaker.

Si può estrarre ulteriormente I₂ dalla soluzione acquosa e poi riunire gli estratti.

lo I₂ potrebbe poi essere separato dal CHCl₃ per distillazione.

Si noti come si cerca di adoperare solventi pericolosi/tossici/puzzolenti con densità maggiore di quella dell'acqua in modo che restino nella parte inferiore dell'imbuto e siano isolati dall'ambiente dall'acqua stessa.