

PIANO Lauree Scientifiche (CHIMICA)

Università degli Studi di Napoli Federico II

STUDIO DI UNA REAZIONE CHIMICA ATTRAVERSO L'EQUAZIONE DI STATO DEL GAS IDEALE E VERIFICA DELLA SOLUBILITÀ DI ALCUNI COMPOSTI DEL CALCIO

PREMESSA

Si effettua una reazione chimica, la decomposizione del carbonato di calcio in ambiente acido, seguendone gli aspetti macroscopici, sviluppo di un gas. Si ripete la reazione con materiali di uso quotidiano così da rendere la disciplina più concreta e vicina al quotidiano di quanto le sole lezioni teoriche possano far intendere.

OBIETTIVI

Utilizzando una semplice reazione chimica si verificano gli aspetti quantitativi legati alla reazione mediante l'equazione di stato del gas ideale e calcoli stechiometrici.

Mediante l'osservazione della miscela prima e dopo la reazione, e dopo una successiva reazione di precipitazione, si può evidenziare la formazione di composti solubili e insolubili del calcio.

Nella sezione "QUALCOSA IN PIÙ....." si consiglia di adoperare, per effettuare l'esperienza, alcune sostanze di uso comune.

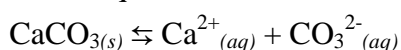
CENNI TEORICI

- I sali dell'acido carbonico, in ambiente acido, formano acido carbonico che si decompone sviluppando CO₂.

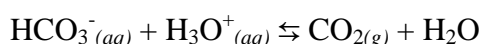
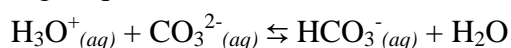
La solubilità del CaCO₃ può essere trattata prima a livello qualitativo, ad esempio mettendo il CaCO₃ in una soluzione acida come succo di limone o aceto, per osservare lo sviluppo di gas.

Il cuore dell'esperienza è l'utilizzo, a scopo di analisi quantitativa, di uno spostamento di equilibrio di solubilità in un sistema con equilibri multipli, in cui la solubilità è influenzata dall'equilibrio acido-base dello ione carbonato.

Il CaCO₃ in presenza di acqua stabilisce l'equilibrio di solubilità



L'aggiunta di un acido stabilisce gli equilibri acido-base con lo ione carbonato, che è basico:



Le reazioni acido-base consumano CO₃²⁻ e spostano l'equilibrio di solubilità fino alla dissoluzione completa del carbonato. In presenza di acido in eccesso la reazione è quantitativa, e la quantità di carbonato consumata viene calcolata dalla quantità di CO₂ prodotta. Quest'ultima è misurata dal volume, servendosi dell'equazione generale dei gas.

- Il comportamento di un gas reale che si avvicini al gas ideale, può essere descritto mediante l'equazione PV = nRT.
- L'equazione di reazione è un modo sintetico e immediato per descrivere una trasformazione chimica.
- Un elemento, nel nostro caso il calcio, può dar luogo sia a composti solubili che insolubili.

MATERIALE OCCORRENTE

Beuta codata da 100 mL

Tappo rovesciabile
Siringa da 10 mL
Tubo di gomma
Tubo di vetro a squadra
Beker da 400 mL
Cilindro graduato da 100 mL
Termometro
Agitatore magnetico con ancoretta
Carta oleata
Cartina universale
Bilancia
Sostegno
Carbonato di calcio CaCO_3 (tra 180 e 230 mg) *
Soluzione di acido cloridrico (HCl) 2 M 10 mL
Acqua distillata o demineralizzata
Soluzione di idrossido di sodio (NaOH) 2 M 10 mL

* La quantità di materiale di partenza deve essere tale da sviluppare una quantità di CO_2 misurabile con l'apparecchiatura utilizzata.

PARTE PRIMA

STUDIO DI UNA REAZIONE CHIMICA ATTRAVERSO L'EQUAZIONE DI STATO DEL GAS IDEALE

In questa prima parte, attraverso l'equazione di stato del gas ideale, si verificano gli aspetti quantitativi legati ad una reazione chimica. L'esperienza consiste nel trattare un campione di peso incognito di carbonato di calcio con HCl e nel calcolare tale peso mediante recupero della CO_2 sviluppata nella reazione.

a) PROCEDIMENTO SPERIMENTALE



1) Preparare l'apparecchiatura mostrata in figura:

- Versare nel beker 100-150 mL di acqua.
 - Capovolgere il cilindro pieno d'acqua nel beker aiutandosi con della carta oleata per evitare fuoriuscita del liquido dal cilindro, facendo in modo che il livello dell'acqua nel cilindro capovolto risulti almeno 60 mL superiore alla tacca più in basso.
 - Inserire il lato corto del tubo a squadra nel cilindro come è mostrato in figura e fissare il cilindro al sostegno, usando anche un elastico o una fascetta.
- 2) Introdurre il carbonato di calcio, fornito dal docente, al fondo della beuta con attenzione, usando un piccolo imbuto realizzato con la carta oleata.
- 3) Aggiungere circa 10 mL di acqua distillata.

- 4) Introdurre l'ancoretta magnetica, facendola scivolare delicatamente lungo la parete interna della beuta.
- 5) Chiudere la beuta con il tappo rovesciabile.
- 6) Posizionare la beuta codata sull'agitatore magnetico e fissarla al sostegno
- 7) Collegare la beuta e il tubo a squadra mediante il tubo di gomma (lungo max 10-15 cm)
- 8) Regolare l'agitazione.
- 9) Osservare il contenuto della beuta e valutare se è omogeneo o eterogeneo.
- 10) Prelevare con la siringa 3 mL della soluzione di acido cloridrico, eliminare eventuali bolle d'aria e inserire la siringa nel tappo, senza far cadere l'acido nella beuta.
- 11) Prendere nota del volume (V_1) di partenza dell'acqua nel cilindro mediante la scala graduata, e della temperatura dell'ambiente.
- 12) Far cadere **goccia a goccia** la soluzione acida nella beuta: si noterà un'effervescenza dovuta alla formazione di un gas che gorgoglia nel cilindro determinando un abbassamento del livello dell'acqua.
- 13) Quando tutta la soluzione acida è stata aggiunta, attendere circa dieci minuti e prendere nota del volume (V_2) finale.
- 14) Osservare il contenuto e valutare di nuovo se è omogeneo o eterogeneo.

b) CALCOLO DELLA QUANTITA' INIZIALE DI CARBONATO

- Scrivere l'equazione della reazione



- Conoscendo il volume di gas CO_2 raccolto (L), la pressione (atm), la temperatura dell'ambiente (K), $R (=0,082 \text{ L atm/K})$ applicare la legge dei gas

$PV = nRT$ calcolare le moli di CO_2

- Sulla base dell'equazione stechiometrica ricavare dalle moli di CO_2 le moli di CaCO_3
- Calcolare il peso molecolare del CaCO_3
- Dalla relazione $n = \text{massa}/\text{PM}$ calcolare il peso in grammi della CaCO_3 .

PARTE SECONDA

VERIFICA DELLA SOLUBILITÀ DI ALCUNI COMPOSTI DEL CALCIO

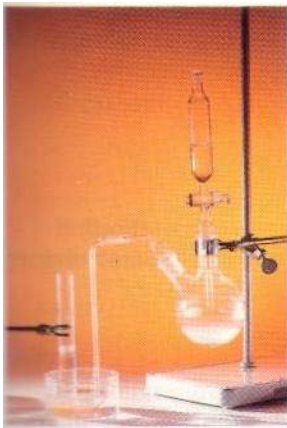
In questa parte lo studente verifica la diversa solubilità di alcuni composti del calcio.

- Smontare l'apparecchiatura.
- Verificare il pH della soluzione nella beuta con la cartina universale.
- Aggiungere nella beuta un eccesso (circa 4 mL) della soluzione di idrossido di sodio.
- Verificare il pH della soluzione.
- Osservare la miscela ottenuta e valutare se è omogenea o eterogenea.

“QUALCOSA IN PIÙ.....”

Si può ripetere l'esperienza utilizzando quantità adeguate di materiali vari contenenti carbonati (guscio d'uovo, guscio di ostrica, marmo, ecc.) e calcolare la quantità di carbonati presenti.

N.B. Per la reazione del CaCO_3 e HCl si può anche utilizzare l'apparecchiatura in figura costituita da un pallone a due colli a smeriglio. Questi vengono collegati ad un imbuto separatore (dove è versato l' HCl) e, mediante un raccordo, al tubo a squadra. Il resto è come sopra.



QUESTIONARIO

- Scrivere l'equazione della reazione acido-base che provoca la dissoluzione del carbonato di calcio a contatto con l'acido cloridrico.
- Quale gas si sviluppa nella reazione precedente?
- La reazione avvenuta si può anche descrivere come il risultato di due reazioni consecutive, in ciascuna delle quali compare lo ione HCO_3^- bicarbonato. Scrivere le due reazioni.
- Nella seconda parte dell'esercitazione, quale reazione si verifica quando si aggiunge la soluzione di NaOH ? Il sistema ottenuto è omogeneo o eterogeneo?
- Qual è la massa molare di CO_2 calcolata dalla sua formula?
- Qual è il volume molare di CO_2 misurato a condizioni normali? Per calcolarlo è necessario conoscere la massa di CO_2 sviluppata? E' necessario sapere che il gas è CO_2 ?
- Il sistema iniziale (CaCO_3 e H_2O) è omogeneo o eterogeneo?
- Il sistema alla fine della dissoluzione di CaCO_3 (contenente CaCl_2 e H_2O) è omogeneo o eterogeneo?
- In questa esperienza sono stati osservati 2 composti insolubili del calcio e 1 solubile. Quali sono?
- Se si fosse utilizzato il solfato di calcio CaSO_4 in sostituzione del carbonato, si sarebbe ottenuto ugualmente lo sviluppo di anidride carbonica? Spiegare perché.
- In questa esperienza il valore della massa di carbonato calcolata risulta quasi sempre inferiore a quella del carbonato effettivamente pesato. Quali sono i possibili errori che portano a questo risultato?

ACIDO CLORIDRICO 37%

Formula HCl

- Peso molecolare 36.46 g/mol
- Liquido incolore

PERICOLI CHIMICI:

La soluzione in acqua è un acido forte, reagisce violentemente con le basi ed è corrosiva. Reagisce violentemente con ossidanti formando gas tossici. In presenza di acqua attacca molti metalli formando gas combustibili.

VIE DI ESPOSIZIONE:

La sostanza può essere assorbita nell'organismo per inalazione.

RISCHI PER INALAZIONE:

Causa una perdita, può essere raggiunta molto rapidamente una concentrazione dannosa di questo gas in aria.

EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE A BREVE TERMINE:

Una rapida evaporazione del liquido può causare congelamento. La sostanza è corrosiva per gli occhi, la cute ed il tratto respiratorio.

EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE RIPETUTA O A LUNGO TERMINE:

La sostanza può avere effetto sui polmoni, causando bronchite cronica. La sostanza può avere effetto sui denti, causando erosione.

PREVENZIONE

Guanti protettivi. Vestiario protettivo

Occhiali protettivi a mascherina, o protezione oculare abbinata a protezione delle vie respiratorie

Non mangiare, bere o fumare durante il lavoro. Lavarsi le mani prima di mangiare.

PRIMO SOCCORSO

• INALAZIONE

Aria fresca, riposo. Posizione semi eretta. Può essere necessaria la respirazione artificiale. Sottoporre all'attenzione del medico

• CUTE

Rimuovere i vestiti contaminati. Sciacquare la cute con abbondante acqua o con una doccia. Sottoporre all'attenzione del medico

• OCCHI

Prima sciacquare con abbondante acqua per alcuni minuti (rimuovere le lenti a contatto se è possibile farlo agevolmente) quindi contattare un medico.

SMALTIMENTO

Non immettere il prodotto nelle fognature

Riciclare se possibile o rivolgersi ad azienda specializzata

SODIO IDROSSIDO

Formula : NaOH

- Peso molecolare 39,99 g/mol
- Solido bianco in varie forme, deliquescente

PERICOLI CHIMICI:

La sostanza è una base forte, reagisce violentemente con acidi ed è corrosiva in ambiente umido per metalli come zinco, alluminio, stagno e piombo con formazione di gas combustibili/esplosivi. Attacca alcuni tipi di plastica, gomma o rivestimenti. Assorbe rapidamente anidride carbonica e acqua dall'aria. Al contatto con umidità o acqua produce calore.

VIE DI ESPOSIZIONE:

La sostanza può essere assorbita nell'organismo per inalazione dei suoi aerosol e per ingestione.

RISCHI PER INALAZIONE:

L'evaporazione a 20°C è trascurabile; una concentrazione dannosa di particelle areodisperse può tuttavia essere raggiunta rapidamente.

EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE A BREVE TERMINE:

Corrosivo. La sostanza è molto corrosiva per gli occhi, la cute e il tratto respiratorio. Corrosivo per ingestione. Inalazione dell'aerosol della sostanza può causare edema polmonare

EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE RIPETUTA O A LUNGO TERMINE:

Contatti ripetuti o prolungati con la cute possono causare dermatiti.

PREVENZIONE

Guanti protettivi. Vestiario protettivo

Occhiali protettivi a mascherina, o protezione oculare abbinata a protezione delle vie respiratorie

Non mangiare, bere o fumare durante il lavoro. Lavarsi le mani prima di mangiare

PRIMO SOCCORSO

• INALAZIONE

Aria fresca, riposo. Posizione semi eretta. Può essere necessaria la respirazione artificiale. Sottoporre all'attenzione del medico

• CUTE

Rimuovere i vestiti contaminati. Sciacquare la cute con abbondante acqua o con una doccia. Sottoporre all'attenzione del medico

• OCCHI

Prima sciacquare con abbondante acqua per alcuni minuti (rimuovere le lenti a contatto se è possibile farlo agevolmente) quindi contattare un medico.

• INGESTIONE

Risciacquare la bocca. Dare abbondante acqua da bere. NON indurre il vomito.

Sottoporre all'attenzione del medico

SMALTIMENTO

Non immettere il prodotto nelle fognature

Riciclare se possibile o rivolgersi ad azienda specializzata

CARBONATO DI CALCIO

Formula : CaCO_3

- Peso molecolare 100.09 g/mol
- Polvere inodore, insapore.

PERICOLI CHIMICI

La sostanza si decompone al riscaldamento 825°C producendo fumi corrosivi Reagisce con acidi alluminio

VIE DI ESPOSIZIONE:

La sostanza può essere assorbita nell'organismo per inalazione.

PREVENZIONE

Guanti protettivi.

Occhiali di sicurezza.

Non mangiare, bere o fumare durante il lavoro.

PRIMO SOCCORSO

• INALAZIONE

Aria fresca, riposo.

• CUTE

Sciacquare la cute con abbondante acqua o con una doccia.

• OCCHI

Prima sciacquare con abbondante acqua per alcuni minuti (rimuovere le lenti a contatto se è possibile farlo agevolmente) quindi contattare un medico.

• INGESTIONE

Risciacquare la bocca.

SMALTIMENTO

Piccole quantità di prodotto possono essere smaltite nella maniera convenzionale

Riciclare se possibile o rivolgersi ad azienda autorizzata allo smaltimento di rifiuti industriali