

Determinazione della quantità di CO_2 liberata dalla reazione tra bicarbonato e aceto



La Chimica per Tutti



La Chimica per Tutti

Lo studente utilizza una bilancia per determinare la quantità di anidride carbonica che viene prodotta quando il bicarbonato di sodio reagisce con l'aceto.

Prerequisiti

Cos'è una trasformazione chimica? Quali sono i tre stati della materia? Come si maneggiano liquidi e solidi?

Opzionale per gli studenti delle scuole superiori, stechiometria di base: cosa sono il reagente limitante e il reagente in eccesso? Come si calcola la quantità di prodotto ottenuto da una reazione chimica?

Obiettivi

Sviluppare criticamente un protocollo sperimentale

Eseguire le misure in maniera precisa e con attenzione

Utilizzo della bilancia: peso lordo, peso netto, tara

Esecuzione di una semplice reazione chimica

Saper modellizzare i fenomeni osservati

Materiale necessario

Bilancia precisa almeno al decimo di grammo e con capacità non inferiore ai 500 g

Tre bicchieri capienti per la reazione (meglio ancora, tre beute da 500 mL)

Un bicchiere per pesare l'aceto

Cucchiaino

Bicarbonato di sodio

Aceto

Norme di sicurezza

È buona norma indossare camice e occhiali tutte le volte che si esegue un esperimento.

Bicarbonato di sodio e aceto sono sostanze sicure. Tuttavia possono essere irritanti a contatto con gli occhi e macchiare gli abiti.

Se si utilizzano recipienti di vetro, prestare attenzione alla possibilità di rotture e tagli.

Durante gli esperimenti non si beve, non si mangia e non si portano le dita agli occhi o alla bocca.

Se è necessario utilizzare il bagno, lavare le mani prima, oltre che dopo!

Tempo di esecuzione

Circa un'ora, più il tempo necessario per la discussione.

Briefing iniziale

In questo esperimento gli studenti utilizzeranno una bilancia per determinare la massa di anidride carbonica prodotta nel corso della reazione tra l'acido acetico contenuto nell'aceto e il bicarbonato di sodio. Sebbene l'idea di base dell'esperimento sia relativamente semplice, il protocollo da seguire richiede un certo numero di passaggi e può essere sviluppato insieme agli studenti, in modo da suscitare una discussione e coinvolgerli anche nella fase preparatoria. Dopo aver presentato la reazione chimica in esame, si può iniziare a interrogarsi su quali siano i punti critici da affrontare per la misura sperimentale.



Per esempio:

- Come posso misurare la massa del gas che si forma?

Per differenza: se conosco la massa di tutte le sostanze che ho pesato indipendentemente e la massa complessiva dopo la reazione, la differenza è pari alla quantità di gas liberato.

- Come faccio a pesare tutti i reagenti prima che avvenga la reazione?

Non posso pesarli tutti assieme in un unico contenitore, altrimenti la reazione inizierebbe prima di poter determinare la massa iniziale. Devo pesarli separatamente.

- Posso misurare l'acido acetico, che è liquido, usando un recipiente graduato?

No, perché la misura non sarebbe abbastanza precisa e perché la densità dell'aceto non è esattamente uno.

- Se li peso separatamente, come faccio a tener conto di quella piccola quantità che rimane nel recipiente usato per la pesata?

Non basta semplicemente tarare la bilancia, pesare i reagenti e versarli nel contenitore dove avviene la reazione, perché inevitabilmente un pochino di reagente rimarrà nel recipiente di pesata. Devo quindi pesare recipiente e reagente e, dopo aver effettuato l'aggiunta, misurare la massa del recipiente "sporco". Per differenza, calcolerò il netto della sostanza aggiunta.

Con i ragazzi delle **scuole superiori**, a seconda del programma svolto, è possibile sviluppare degli altri punti.

- Chi è il reagente limitante della reazione?

Il bicarbonato. Dato che tutta l'anidride carbonica proviene da NaHCO_3 , devo essere sicuro che reagisca completamente e quindi che sia in difetto.

- Come posso calcolare teoricamente quanta CO_2 viene sviluppata?

*NaHCO_3 ha un peso molecolare di 84 g/mol, per cui 1 grammo di bicarbonato contiene 0,012 moli. Dalla stechiometria di reazione so che si forma una mole di anidride carbonica per mole di bicarbonato, quindi otterrò 0,012 moli di CO_2 per ogni grammo di bicarbonato. Dato che il peso molecolare di CO_2 è 44 g/mol, la **massa teorica** è di $0,012 \times 44 = \mathbf{0,52 \text{ g}}$.*

- Come faccio a essere sicuro di avere aggiunto abbastanza aceto?

Il peso molecolare dell'acido acetico è 60 g/mol, quindi 60 g di acido reagiscono con 84 g di bicarbonato. Se immaginiamo di pesare non più di 6 g di bicarbonato, allora al massimo avremo bisogno di $(60 \cdot 6) / 84 = 4.3$ g di acido acetico. Dato che l'aceto commerciale contiene circa il 4-6% di acido acetico, allora avrò bisogno di almeno $4.3 \cdot 100 / 4 = 107$ g di aceto. Tenendo conto della variabilità nelle pesate e nell'acidità dell'aceto, possiamo utilizzarne 150 g per essere sicuri di essere in largo eccesso.

Una volta che questi dubbi sono stati chiariti, è possibile quindi definire esattamente il protocollo sperimentale e adattarlo a ogni specifica situazione.

Si consiglia di far eseguire agli studenti l'esperimento in triplicato, per abituarli al concetto di errore e di riproducibilità. Un esperimento eseguito una sola volta potrebbe dare un risultato frutto del caso, una misura per essere scientifica deve essere riproducibile!

In alternativa, più gruppi di studenti possono svolgere lo stesso esperimento e i dati possono essere elaborati collettivamente. L'esperimento può essere anche condotto in piccoli gruppi di due-tre alunni che si alternano tra di loro nei vari compiti da eseguire.

Briefing finale

Una volta terminato l'esperimento e dopo aver elaborato i dati seguendo lo schema riportato alla fine della scheda, è possibile effettuare un debriefing per raccogliere e organizzare le informazioni acquisite.

- Per quale motivo è stato necessario ripetere la misura più volte? Quali possono essere le possibili fonti di errore?

Errori di pesata, evaporazione dell'acqua, piccoli schizzi etc etc...

- Perché non bisogna mescolare col cucchiaino durante la reazione?

Perché un po' di soluzione potrebbe rimanere sul cucchiaino bagnato e falserebbe la pesata!

- Perché è importante riportare il risultato finale riconducendolo a 1 grammo di bicarbonato?

In questa maniera possiamo trasformare una proprietà estensiva in una intensiva. mentre la massa generica di CO_2 prodotta dipende dalla quantità di bicarbonato pesata, e quindi varia di esperimento in esperimento, la massa di CO_2 per grammo di bicarbonato deve essere uguale per tutte le misure effettuate!

- Come va espressa la misura tenendo conto dell'errore e delle cifre significative?

È importante che gli studenti esprimano i risultati con il giusto numero di cifre significative e, se possibile, come media di più misure con l'errore associato.

Determinazione della quantità di anidride carbonica liberata dalla reazione tra bicarbonato e aceto

In questo esperimento misurerai la quantità di anidride carbonica liberata dalla reazione tra aceto e bicarbonato di sodio utilizzando una bilancia. Fai attenzione a eseguire tutte le pesate con attenzione, segui le indicazioni del tuo insegnante e segna immediatamente tutti i tuoi risultati. Buon lavoro!

Materiale necessario

Bilancia precisa almeno al decimo di grammo e con capacità non inferiore ai 500 g
Tre bicchieri capienti per la reazione (meglio ancora, tre beute da 500 mL)
Un pennarello indelebile
Un bicchiere per pesare l'aceto
Cucchiaino
Bicarbonato di sodio
Aceto

Procedimento

- 1) Numera chiaramente i tre bicchieri usando un pennarello indelebile o delle etichette. In questo modo sarai sicuro/a di non confonderli!
- 2) Accendi la bilancia, controlla che sia stabile sullo zero e quindi procedi a pesare i tre bicchieri. Riporta la massa misurata nella tabella in fondo alla scheda.
- 3) In ogni bicchiere pesa accuratamente una quantità di bicarbonato compresa tra i 4 e i 6 grammi e segnane il peso nella tabella in fondo alla scheda.
- 4) In un quarto recipiente, pesa circa 150 grammi di aceto. Misura quindi il peso lordo del recipiente con dentro l'aceto.
- 5) Inizia a versare l'aceto nel bicchiere n°1, poco alla volta. Si formerà subito una schiuma, quindi fai attenzione! Aggiungi l'aceto piano piano in modo che la schiuma non superi la metà del bicchiere.
- 6) Una volta terminata l'aggiunta, pesa il recipiente vuoti che hai utilizzato per aggiungere l'aceto e segnane la massa.
- 7) Agita periodicamente la miscela muovendo dolcemente il bicchiere con un movimento rotatorio. Non usare il cucchiaino per mescolare!



8) Ripeti i punti 4, 5, 6 e 7 per gli altri due bicchieri

9) Aspetta circa dieci minuti per dare tempo a tutto il bicarbonato di reagire. La presenza di qualche bollicina è normale e non turba eccessivamente la misura.

10) Una volta finita la reazione pesa il bicchiere e scrivi il valore ottenuto nella tabella finale.

11) Ben fatto! Ora non resta che elaborare i dati seguendo le indicazioni del tuo insegnante.



	Bicchiere 1	Bicchiere 2	Bicchiere 3
Tara bicchiere ($T_{\text{bicchiere}}$)			
Massa bicarbonato ($M_{\text{bicarbonato}}$)			
Lordo recipiente aceto (L_{aceto})			
Tara recipiente aceto (T_{aceto})			
Massa finale (M_f)			

Elaborazione dei dati e discussione

Per calcolare la massa di anidride carbonica liberata durante la reazione, dobbiamo calcolare la differenza tra la massa del nostro recipiente dopo la reazione e la somma delle masse iniziali.

Qual è la massa dell'aceto aggiunto in ogni bicchiere?

$$M_{\text{aceto}} = L_{\text{aceto}} - T_{\text{aceto}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (1)$$

$$M_{\text{aceto}} = L_{\text{aceto}} - T_{\text{aceto}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (2)$$

$$M_{\text{aceto}} = L_{\text{aceto}} - T_{\text{aceto}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (3)$$

Qual è la massa complessiva di reagenti e bicchiere?

$$M_{\text{iniziale}} = T_{\text{bicchiere}} + M_{\text{aceto}} + M_{\text{bicarbonato}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (1)$$

$$M_{\text{iniziale}} = T_{\text{bicchiere}} + M_{\text{aceto}} + M_{\text{bicarbonato}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (2)$$

$$M_{\text{iniziale}} = T_{\text{bicchiere}} + M_{\text{aceto}} + M_{\text{bicarbonato}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (3)$$

Quanto vale la massa dell'anidride carbonica prodotta?

$$M_{\text{CO}_2} = M_{\text{finale}} - M_{\text{iniziale}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (1)$$

$$M_{\text{CO}_2} = M_{\text{finale}} - M_{\text{iniziale}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (2)$$

$$M_{\text{CO}_2} = M_{\text{finale}} - M_{\text{iniziale}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (3)$$

Quanta CO2 viene prodotta da per ogni grammo di bicarbonato?

$$\underline{\hspace{2cm}} \quad (1) \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad (2) \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad (3)$$

Stimoli di discussione

Per quale motivo è importante aggiungere molto più aceto che bicarbonato?

Come puoi scrivere il risultato finale tenendo conto dei tre esperimenti fatti?

Per quale motivo è importante svolgere più di una misura?

Qualipensi possano essere le fonti di errore e i limiti di questo esperimento?