

# Estrazione e rilevazione della CO<sub>2</sub> da reazioni organiche e inorganiche

BergamoScienza 2022 - Liceo Scientifico Statale L. Mascheroni

## Esperimento 1: Riconoscimento della CO<sub>2</sub> prodotta dalla fermentazione del lievito

### Obiettivi:

- Verificare la presenza di CO<sub>2</sub> prodotta dalla fermentazione del lievito utilizzando come una provetta con acqua e blu di bromotimolo (pH tester).

### Materiali:

- Bilancia (sensibilità +/-0,1g)
- Acqua a 40°C
- 2 fogli di carta
- 3g di lievito liofilizzato (2 cucchiari rasi)
- 10g di zucchero da tavola (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)
- Spatola di metallo
- 100mL di acqua (H<sub>2</sub>O)
- Cilindro graduato da 100(+1) mL
- becher da 50 mL
- Beuta da 150 mL (controllare dimensione dell'estremità superiore)
- Pipetta
- Tappo di gomma collegato ad un tubo in plastica morbida
- Vortex
- Agitatore magnetico
- Blu di bromotimolo(C<sub>27</sub>H<sub>28</sub>Br<sub>2</sub>O<sub>5</sub>S)
- Provetta contenente acqua (12)
- Becher da 500 mL

### Procedimento:

1. Prendere un foglio di carta e poggiarlo sulla bilancia per poi effettuare la taratura
2. Prendere il lievito, pesare esattamente 3 grammi e liberare la bilancia portando il materiale sul banco di lavoro
3. Prendere un foglio di carta e poggiarlo sulla bilancia per poi effettuare la taratura
4. Prendere lo zucchero da tavola, pesare esattamente 10g e liberare la bilancia portando il materiale sul banco di lavoro
5. Preparare una provetta contenente acqua e 4 gocce di blu di bromotimolo
6. Collegare il tubo di plastica del sistema costituito dal tappo di gomma forato con tubo in plastica morbida alla provetta
7. Versare il lievito all'interno della beuta insieme allo zucchero e al magnete dell'agitatore magnetico

8. Versare l'acqua a 40°C all'interno della beuta, successivamente chiudere con il tappo in gomma
9. poggiare il sistema sopra l'agitatore magnetico e aspettare il cambiamento cromatico della provetta contenente il blu di bromotimolo

### **Spiegazione:**

All'interno del sistema della beuta + provetta avviene un processo chiamato fermentazione. I lieviti sono saccaromiceti, un genere di funghi unicellulari eucarioti capaci di agire sia in ambiente aerobico che in ambiente anaerobico. Il lievito e lo zucchero insieme innescano il processo più precisamente noto come fermentazione alcolica.

La fermentazione porta da un lato alla formazione di alcol, dall'altro sprigiona anidride carbonica. Il lievito è infatti in grado di scindere il saccarosio dello zucchero nei suoi componenti, cioè l'alfa glucosio e il beta fruttosio. Il glucosio, tramite la fermentazione alcolica del lievito, si trasforma in etanolo e anidride carbonica liberando energia.

$(C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energia})$  (Respirazione cellulare - Reazione inversa)

$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$  (Scissione dello zucchero da tavola in glucosio e saccarosio. Prima fase)

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CH_3CH_2OH + 2 CO_2 + \text{energia}$  (Formazione di anidride carbonica, etanolo ed energia a partire dal glucosio. Seconda fase)

L'acqua calda facilita e velocizza i processi di produzione di anidride carbonica in modo che si sviluppi più velocemente. Anche l'agitatore magnetico ha una funzione analoga.

Inizialmente la provetta contenente blu di bromotimolo non cambierà colore, ma attendendo alcuni minuti si potrà notare un cambiamento graduale dal verde al giallo, andando a confermare che nel processo di fermentazione all'interno della beuta si è liberata anidride carbonica, trasferita tramite il tubo nella provetta.

### **Approfondimento:**

La fermentazione è un processo metabolico anaerobico tramite il quale molti microrganismi, in assenza di ossigeno, possono trasformare zuccheri per ottenere energia. Questa trasformazione è responsabile di diversi fenomeni comuni, nel nostro caso abbiamo appena osservato la fermentazione di un lievito, che produce etanolo, CO<sub>2</sub> ed energia. Questo fenomeno si può verificare con la lievitazione del pane, perché la CO<sub>2</sub> rilasciata dal processo metabolico del *Saccharomyces Cerevisiae* produce delle bolle che fanno gonfiare l'impasto. La fermentazione alcolica fu usata anche in tempi antichissimi per produrre bevande: un esempio è la birra, che fu prodotta, adoperando i *Saccharomyces*, dai Sumeri o dagli Egizi.

Un altro esempio di come gli esseri viventi possono produrre anidride carbonica si può osservare con la fermentazione del vino. Questo processo è molto complesso, ma possiamo dire che i microrganismi unicellulari contenuti nel mosto utilizzano lo zucchero per garantire la propria espansione. Nelle prime fasi avviene una reazione aerobica,

ovvero che utilizza l'ossigeno contenuto nel mosto, producendo anidride carbonica. una volta terminato l'ossigeno invece inizia la vera e propria fermentazione alcolica, durante la quale il lievito trasforma lo zucchero in anidride carbonica, alcol etilico e altre sostanze utili per lo sviluppo dei lieviti.

In presenza di ossigeno invece avviene un processo comunemente chiamato "respirazione cellulare", dove gli zuccheri iniziali vengono usati insieme all'ossigeno per ottenere energia, acqua e anidride carbonica.

## **Esperimento 2: Misurazione della massa di CO<sub>2</sub> nella Coca-cola®**

### **Obiettivi:**

- Verificare la presenza di CO<sub>2</sub> presente all'interno di una bottiglietta di Coca-cola®
- Verificare la massa della CO<sub>2</sub> presente all'interno di una bottiglietta di Coca-cola®

### **Materiali:**

- Bilancia
- Bottiglia in plastica di Coca Cola® (2)
- Palloncino (4)
- Scottex
- Vaschetta di plastica
- Blu di bromotimolo (C<sub>27</sub>H<sub>28</sub>Br<sub>2</sub>O<sub>5</sub>S)
- Provetta
- Acqua (H<sub>2</sub>O)

### **Procedimento:**

1. Prepariamo il sistema composto dalla bottiglia di Coca Cola sigillata, un palloncino e una bacinella di plastica.
2. Pesare il sistema sulla bilancia e annotare il valore di massa ottenuta.
3. Aprire la bottiglia di Coca-Cola® e, facendo il più velocemente possibile, fissare il palloncino al collo della bottiglia. Agitare leggermente la bottiglia senza far entrare liquido nel palloncino.
4. Quando il palloncino si sarà gonfiato in maniera apprezzabile, rimuoverlo dal collo della bottiglia e chiuderlo fermamente con la mano. Chiudere la bottiglia con il tappo per evitare ulteriori dispersioni di gas.
5. Svuotare il contenuto del palloncino in una provetta contenente acqua e blu di bromotimolo.
6. Osservare la variazione cromatica della provetta.
7. Ripetere nuovamente il passo 3. Questa volta al posto di svuotare il contenuto del gas nella provetta lasciar solo gonfiare il palloncino.
8. Pesare nuovamente la massa del sistema.
9. Calcolare la differenza di massa facendo la differenza tra la massa iniziale e quella finale.

## Spiegazione:

L'effervescenza all'interno della bottiglia di Coca Cola è data dalla presenza di un gas. Inizialmente questo non è definito. Agitando la bottiglia parte del gas si libera dal liquido gonfiando di conseguenza il palloncino. L'obiettivo dell'esperimento è quello di verificare quale e quanto gas è presente all'interno della bottiglia di Coca-Cola®.

Per quanto riguarda la verifica qualitativa del gas si può usare la provetta contenente il blu di bromotimolo disciolto in acqua e un palloncino di gas estratto dalla bottiglia. Come già osservato precedentemente, visto che l'anidride carbonica contenuta nella bevanda è acida, la provetta assumerà un colore giallastro. Questa è la conferma che all'interno della bevanda si trova proprio la CO<sub>2</sub>.

Per verificare che il gas analizzato precedentemente ha e una massa possiamo realizzare un sistema (che deve rimanere invariato nelle sue parti durante tutte le pesature) contenente la bottiglia, la Coca-Cola® e un palloncino. Dopo aver agitato la bottiglia e fatto fuoriuscire il gas raccolto nel palloncino possiamo notare una differenza (tendenzialmente dell'ordine dei grammi) nella massa del sistema. La massa persa corrisponde alla massa del gas che ha riempito precedentemente il palloncino e che poi è stata dispersa nell'aria. Ripetendo più volte l'esperimento la massa diminuirà gradualmente, portando alla conclusione che in una bottiglia di Coca Cola è presente un gas con una massa propria.

## Approfondimento:

Il processo di aggiunta di anidride carbonica nelle bevande, anche chiamato carbonatazione, è ormai una pratica comune all'interno dell'industria del beverage. L'aggiunta del gas nello spazio di testa delle bottiglie è molto utile per la conservazione di bevande che altrimenti avrebbero tempi di consumo ben più brevi. Per produrre questa tipologia di anidride carbonica si sfrutta un processo che vede come reagenti metano e vapore d'acqua a 800°C. Questa tipologia di lavorazione permette non solo lo stoccaggio del gas prodotto, ma anche il recupero della CO<sub>2</sub> residua dei processi di lavorazione. Il riciclo degli scarti di anidride carbonica permette così ad un'industria apparentemente nociva all'ambiente un riciclo interno delle risorse.

## Sicurezza:

### Aceto:



#### Indicazioni di pericolo

- H315 Provoca irritazione cutanea.
- H319 Provoca irritazione oculare.

#### Consigli di prudenza

- P101 In caso di consultazione di un medico, tenere a disposizione il contenitore o

l'etichetta del prodotto.

- P102 Tenere fuori dalla portata dei bambini.
- P264 Lavare accuratamente le mani dopo l'uso.
- P280 Indossare guanti/indumenti protettivi. Proteggere gli occhi/il viso.
- P305+P351+P338 In caso di contatto con gli occhi: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.
- P337+P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico.

#### **Consigli di prudenza - smaltimento**

- Smaltire il prodotto/recipiente in conformità alla regolamentazione locale/regionale/nazionale/internazionale

### **Bicarbonato di sodio:**



#### **Indicazioni di pericolo**

- Può provocare effetti irritanti se inalato o se a contatto con occhi/pelle.

#### **Consigli di prudenza - prevenzione**

- Non respirare la polvere/ i fumi in caso di combustione

#### **Consigli di prudenza - reazione**

- In caso di malessere, consultare un medico

#### **Consigli di prudenza - smaltimento**

- Smaltire il prodotto/recipiente in conformità alla regolamentazione locale/regionale/nazionale/internazionale

### **Blu di bromotimolo:**



#### **Indicazioni di pericolo:**

- H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.

#### **Consigli di prudenza:**

- P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare.
- P241 Utilizzare impianti [elettrici/di ventilazione/d'illuminazione] a prova di esplosione.
- P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso.

- P303+P361+P353 IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE (o con i capelli): togliersi di dosso immediatamente tutti gli indumenti contaminati. Sciacquare la pelle [o fare una doccia].
- P403+P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.
- P501 Smaltire il prodotto/recipiente in conformità con le disposizioni locali / regionali / nazionali / internazionali.