

ESPERIMENTI SIMPLI PER CAPIRE UNA TERRA COMPLESSA



9. RICETTE DI REAZIONI CHIMICHE CHE HANNO CAMBIATO LA STORIA DELLA TERRA

Testo: Catalina Carmona Téllez, José Martín Panting Magaña,
Eduardo Méndez Martínez y Susana Alicia Alaniz Álvarez.

Traduzione a cura di: Margarita Liliana Salvatierra Cruz,
Michelangelo Martini e Eomir Roel Antonio Solis

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Leonardo Lomelí Vanegas

Rettore

Patricia Dávila Aranda

Segretaria Generale

Rosa Beltrán Álvarez

Coordinatrice della Diffusione Generale

Socorro Venegas Pérez

Direttrice Generale delle Pubblicazioni e Sviluppo Editoriale

María Soledad Funes Argüello

Coordinatore della Ricerca Scientifica

Juan Pablo Bernal Uruchurtu

Direttore del Instituto de Geociencias

Susana Alicia Alaniz Álvarez

Ángel F. Nieto Samaniego

Editori

Paola Celeste Berdeja Robledo

Disegnatrice

Rodrigo Gutiérrez Navarro

Disegno e formazione

Prima edizione: gennaio 2026

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, CDMX

Instituto de Geociencias

Universidad Nacional Autónoma de México

Boulevard Juriquilla núm. 3001, Juriquilla, Querétaro

ISBN (Collection integrale)) 978-607-02-3189-6

ISBN In corso


Stampato in Messico.

È vietata la riproduzione integrale o parziale del contenuto di questo libro senza l'autorizzazione preventiva degli editori.



CONTENUTO

| | |
|--|----|
| Introduzione | 3 |
| Lista della spesa | 4 |
| Reazione 1. Fotosintesi | |
| Ossigenazione dell'atmosfera terrestre | 5 |
| Reazione 2. Sopra l'enzima | |
| La difesa dall'ossigeno: l'emergere degli enzimi protettivi | 11 |
| Reazione 3. Riduzione-ossidazione: redox | |
| Lo scudo di ozono: la conquista della terraferma | 16 |
| Reazione 4. Fermentazione | |
| L'energia nascosta nel tempo | 23 |
| Reazione 5. Neutralizzazione Acido-Base | |
| Effetto di una Terra senza calotte polari | 31 |
| Reazione 6. Combustione | |
| La combustione e il cambiamento climatico attuale..... | 40 |
| Reazione 7. Le endotermiche ed esotermiche | 48 |
| Corollario | 56 |
| Bibliografia | 57 |
| Note | 59 |
| Ringraziamenti | 61 |
| Informazioni sugli Autori | 61 |



**9. Ricette di reazioni
chimiche che hanno
cambiato la storia della
Terra**

INTRODUZIONE

In questo nuovo contributo della serie "Esperimenti semplici per capire una Terra complicata" si presenta una selezione di reazioni chimiche fondamentali documentate nella letteratura scientifica, le quali si verificano sia nel nostro intorno quotidiano che nella preparazione degli alimenti. Queste reazioni hanno svolto un ruolo cruciale nell'evoluzione del pianeta Terra, e la loro comprensione ci permette di apprezzare meglio i processi chimici che hanno configurato il nostro mondo.

Pensiamo a qualsiasi ricettario di cucina, la prima cosa di cui abbiamo bisogno sono gli ingredienti che elenchiamo in una "lista della spesa". Per ogni reazione includiamo sia ingredienti che il metodo di preparazione del piatto (il procedimento). L'unica differenza tra i passi di una ricetta di cucina e la sperimentazione in un laboratorio di chimica è che le "ricette chimiche" si formulano con un linguaggio unico: le equazioni chimiche. Utilizzando i simboli degli elementi per identificare o etichettare" ogni sostanza, queste si possono mettere come reagenti sul lato sinistro dell'equazione (gli ingredienti). È importante indicare lo stato fisico di ogni componente (soluzione acquosa, solido, liquido o gassoso), proprio come se si dovesse indicare che una cipolla deve essere usata intera, a fettine o a cubetti. Dopo aver scritto la lista dei reagenti si traccia una freccia di reazione, la quale sta a indicare un processo (ad esempio, bollire o mescolare), e infine, i prodotti vengono posizionati sul lato destro dell'equazione, rappresentando il piatto o piatti che risultano dall'esecuzione della procedura sugli ingredienti.

Tra le reazioni chimiche che presentiamo in questo libretto, mettiamo in evidenza il ruolo che queste hanno avuto nei continui cambiamenti del pianeta fin dall'inizio della formazione della Terra, spiegando come è cambiata la chimica dell'atmosfera e degli oceani, nonché l'evoluzione della vita.

LISTA DELLA SPESA:

- Foglie di vari colori, 1 verde, 1 gialla, 1 rossa
- acqua
- bicarbonato di sodio
- pietre o oggetti pesanti
- piatto fondo o contenitore di vetro
- bicchieri di plastica
- pennarello
- bicchiere graduato da 250 ml
- bicchieri piccoli
- siringa da 10 ml
- coltello
- tagliere
- pomodoro, zuccina, mela, carota, uovo, limone, zucchero, stevia, piconcillo, fiore di ibisco, aceto
- acqua ossigenata (perossido di idrogeno diluito in acqua)
- chiodo di ferro
- vitamina C
- amido di mais
- cucchiaini
- piccoli contenitori per la conservazione dei medicinali (circa 10 ml)
- tappo di soda
- contagocce
- pennarello indelebile
- lievito secco istantaneo o 8 bustine di lievito di 11 g
- 8 ballons de baudruche
- bilancia da cucina
- cronometro
- dolcificante artificiale
- bottiglie di plastica trasparente
- farina di frumento, farina di mais, farina di riso
- sapone solido e liquido
- stufetta da campeggio
- coperchio di vetro
- 1 coperchio in vetro
- fiammiferi o accendini
- cloruro di calcio
- disinfettante

REAZIONE 1. FOTOSINTESI

Ti sei mai chiesto perché è importante avere delle piante in casa o a scuola oltre al loro valore decorativo? Che ruolo gioca la fotosintesi nella qualità dell'aria che respiri?

INGREDIENTI

- 3 foglie: 1 verde, 1 gialla, 1 rossa (per esempio di una stella di natale)
- Acqua
- Pietre o oggetti pesanti come i dadi per l'imbullonatura (una da mettere sopra ogni foglia)
- 1 piatto fondo o contenitore di vetro (in cui riporre le 3 foglie stese)



Immagine 1.1. Foglie esposte al sole e immerse nell'acqua.

PROCEDIMENTO

1. Metti le foglie sul fondo del contenitore di vetro (o di un piatto fondo) in modo che siano distese e separate.
2. Con cautela, metti un oggetto pesante su ogni foglia, però senza coprirla completamente; questo impedirà alla foglia di galleggiare.
3. Aggiungi acqua a sufficienza affinché le foglie e gli oggetti pesanti siano immersi nel liquido. (Figura 1.1).

4. Lascia il contenitore esposto alla luce solare per almeno mezz'ora. Considera che l'esperimento funzionerà meglio se la radiazione solare è più intensa.
5. Osserva cosa succede sulla superficie delle foglie.

COS' È SUCCESSO?

All'inizio, quando si è aggiunta l'acqua alle foglie coperte dai dadi non si è osservato alcun cambiamento; tuttavia, dopo essere state lasciate al sole per un po', si sono formate delle bolle sulla foglia verde. L'aspetto delle bolle sulla foglia può variare a seconda dell'intensità dei raggi solari (Immagine 1.2). Osserva che sulla foglia verde si formano delle bolle che sono chiaramente visibili, mentre sulla foglia rossa le bolle si formano, in quantità molto minore. Questo è dovuto a che la foglia rossa contiene poca clorofilla. Sulla foglia gialla, invece, non si forma nessuna bolla. Il colore verde delle foglie è dovuto alla clorofilla, mentre il colore rosso deriva da alcuni pigmenti chiamati antociani. Le foglie gialle, in realtà, sono verdi inizialmente, ma cadendo dall'albero perdono la clorofilla.

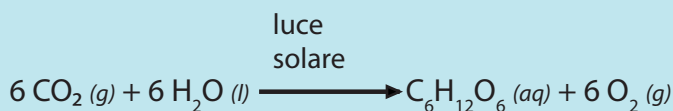


Immagine 1.2. Bolle sulla superficie della foglia verde.

SPIEGALO

Le foglie degli alberi sono strutture vegetali che svolgono principalmente il processo della fotosintesi quando sono esposte alla luce solare. Questo fenomeno avviene nei cloroplasti, dei piccoli organelli specializzati nella reazione fotosintetica, situati nelle cellule dei tessuti verdi delle piante. La fotosintesi inizia quando la clorofilla cattura l'energia luminosa (il procedimento di cucina), dando origine a una serie di reazioni che trasformano l'anidride carbonica gassosa (CO₂)
Nota 1.1 presente nell'atmosfera, e l'acqua liquida (H₂O, gli ingredienti), in ossigeno gassoso (O₂) ed altri composti organici, come il glucosio (C₆H₁₂O₆), i quali formano parte della pianta (sono i piatti creati). Le bolle che osserviamo negli esperimenti sono dovute all'ossigeno rilasciato allo stato gassoso.

Ricorda l'informazione che ti da l'equazione chimica



6 molecole di anidride carbonica (CO₂) allo stato gassoso (g) reagiscono con sei molecole d'acqua (H₂O) allo stato liquido (l), che, in presenza di luce solare, producono una molecola di glucosio (C₆H₁₂O₆) in soluzione acquosa (aq) e 6 molecole di ossigeno (O₂) allo stato gassoso (g). Di conseguenza, l'ossigeno (O₂) si libera dalla soluzione acquosa, portando alla formazione delle bolle osservate sulla superficie della foglia verde.

APPLICALO ALLA VITA QUOTIDIANA

Durante l'esperimento, abbiamo reso visibile il processo fotosintetico che occorre quando le foglie sono esposte alla luce solare. Questo ci permette di comprendere che le piante, come quelle che abbiamo in casa, sono molto importanti per l'equilibrio ambientale, perché durante la fotosintesi assorbono l'anidride carbonica e liberano ossigeno, contribuendo direttamente alla qualità dell'aria che respiriamo.

L'importanza di questa funzione riflette la necessità di valorizzare e prendersi cura della flora di ogni luogo, a partire dalla propria casa. Oltre alla loro funzione estetica, le piante sono organismi viventi fotosintetici fondamentali che sostengono la vita perché forniscono ossigeno, regolano le concentrazioni di gas nell'atmosfera e servono da base per la catena alimentare. L'esperimento con le foglie degli alberi offre una rappresentazione di come la fotosintesi avviene nel nostro intorno quotidiano, e di come questo processo sostiene sia la vita che la salute del pianeta.



TROVALO NELLA STORIA DELLA TERRA

Ossigenazione dell'atmosfera terrestre

Circa 3500 miliardi di anni fa, la Terra era un pianeta molto diverso da quello che conosciamo oggi. L'aria era quasi priva di ossigeno, rendendo impossibile la vita per gli animali e le piante. Era un mondo di vulcani, oceani primitivi e un'atmosfera piena di gas che oggi ci risultano tossici!

Ma la storia della Terra cambiò completamente 2800 miliardi di anni fa grazie ad alcuni microrganismi sorprendenti che vivevano nell'acqua: i cianobatteri. A occhio nudo, erano solo batteri di colore blu verdastro, ma avevano un superpotere: la fotosintesi ossigenica. Questi batteri usavano la luce solare per trasformare l'anidride carbonica e l'acqua nel loro nutrimento (il glucosio), liberando ossigeno come sottoprodotto.

Immagina milioni e milioni di questi microrganismi lavorando tutto il giorno per centinaia di milioni di anni. Pian piano, l'ossigeno che producevano cominciò a riempire gli oceani. Col tempo, l'acqua si saturò e l'ossigeno iniziò a fuoriuscire nell'atmosfera.

Questo enorme cambiamento, conosciuto come Il Grande Evento di Ossidazione, iniziò circa 2400 miliardi di anni fa e, poco a poco, ha trasformato completamente l'atmosfera, da aria composta da gas tossica ad aria ricca in ossigeno (Immagine 1.3). Fu un momento cruciale nella storia del pianeta, creando un nuovo mondo e aprendo la strada all'emergere di nuove forme di vita, come le piante, gli animali e, infine, gli esseri umani. Quindi, la prossima volta che respiri, ricorda che devi quell'ossigeno a minuscoli batteri vissuti miliardi di anni fa!



Figura 1.3. Immagine generata con intelligenza artificiale (Gemini luglio 2025). Paesaggio di circa 2500 miliardi di anni fa. Si osservano gli strati di una roccia nota come stromatolite, che si forma principalmente dalla precipitazione di minerali prodotti da cianobatteri. Il colore del cielo non è blu perché l'atmosfera aveva una composizione chimica diversa da quella attuale.

REAZIONE 2. SOPRA L'ENZIMA

La catalisi: bolle che hanno cambiato la vita.
L'acqua ossigenata fa bene o male alla vita?

INGREDIENTI

- 1 bicchiere con dell'acqua
- 4 bicchieri piccoli
- 2 siringhe senza ago
- 1 coltello
- 1 tagliere
- Zucchina, mela, carota e pomodoro tagliati a cubetti il più simile possibile.
- Acqua ossigenata (soluzione di perossido di idrogeno al 3%)



PROCEDIMENTO

1. Metti i cubetti di cibo nei bicchieri, più o meno nella stessa quantità, e nell'ordine indicato dalla tabella nelle seguente:

| Bicchiere | Cibo |
|-----------|----------|
| A | Zucchina |
| B | Mela |
| C | Pomodoro |
| D | Carota |

2. In ogni bicchiere aggiungi 3 ml di acqua e 2 ml di perossido di idrogeno.

3. Aspetta 5 minuti e osserva cosa succede in ogni bicchiere. Immagine 2.1B.
4. Aspetta 5 minuti e osserva cosa succede in ogni bicchiere. Figura 2.1B.
5. Hai notato qualche cambiamento agli alimenti nei differenti bicchieri?



Immagine 2.1. A) Disposizione iniziale per eseguire l'esperimento, B) bicchieri con perossido di idrogeno dopo 5 minuti.

CHE È SUCCESSO?

Questo esperimento ci dimostra la presenza nei diversi alimenti di un enzima chiamato catalasi. Osservando i bicchieri possiamo vedere che le zucchine hanno rilasciato la maggior quantità di bolle, perciò possiamo affermare che questo alimento ha una maggiore concentrazione di catalasi. Al contrario, il pomodoro è l'alimento che ha prodotto la minore quantità di bolle, e questo succede perché presenta una minore concentrazione di catalasi. È possibile ripetere l'esperimento con altri alimenti che ti incuriosiscono. L'ordine decrescente della concentrazione di catalasi negli alimenti

lo puoi determinare con la quantità di bolle che vengono generate. Puoi anche provare ad aggiungere del sapone liquido per rendere le bolle più visibili; tieni presente che il sapone non partecipa alla reazione, solo la rende più evidente.



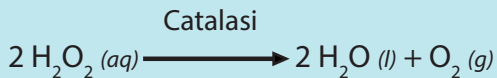
Immagine 2.2. Osserva la differenza nella quantità di bolle: il bicchiere a sinistra contiene della frutta con dell'acqua ossigenata e del sapone liquido, mentre quello a destra contiene la frutta e l'acqua ossigenata, ma senza il sapone liquido.

SPIEGALO

Gli enzimi sono proteine che agiscono come acceleratori biologici delle reazioni che avvengono negli organismi viventi. Grazie a loro, le reazioni all'interno dell'organismo avvengono alla velocità e condizioni necessarie per poter vivere.

Gli acceleratori delle reazioni chimiche sono generalmente noti come catalizzatori. Un catalizzatore è una sostanza che accelera la velocità di una reazione chimica senza essere consumata nel processo, e quindi ha implicazioni molto importanti per il funzionamento degli organismi. Ogni enzima agisce su una molecola specifica che chiamiamo substrato. Nell'esperimento, la catalasi agisce sul perossido di idrogeno (H_2O_2), una sostanza ossidante ^{Nota 2.1}, ed è stata responsabile della formazione delle bolle. La sua funzione è quella di accelerare la scomposizione del perossido di idrogeno (H_2O_2) in soluzione acquosa, generando acqua liquida (H_2O) e ossigeno gassoso (O_2). L'attività della catalasi viene rilevata dall'effervescenza, cioè dalla formazione di bolle di ossigeno.

Ricorda l'informazione che ti da la sua equazione chimica



2 molecole di perossido di idrogeno in soluzione acquosa (aq) si scompongono attraverso dell'azione della catalasi in due molecole di acqua allo stato liquido (l) e una molecola di ossigeno allo stato gassoso (g). Se si moltiplica il numero di molecole per il subindice di ciascun elemento in entrambi i lati dell'equazione, noterai che viene rispettata la legge di conservazione della materia: "La materia non si crea né si distrugge, si trasforma". Osserva che ci sono 4 atomi di idrogeno nel lato sinistro dell'equazione e 4 nel lato destro.

APPLICALO ALLA VITA QUOTIDIANA

Il perossido di idrogeno è noto per la sua capacità di eliminare batteri, virus e funghi, motivo per cui un tempo si utilizzava per pulire le ferite. Attualmente non viene più utilizzato per questo scopo perché può danneggiare anche le cellule sane. Il perossido di idrogeno ha applicazioni utili nella nostra vita quotidiana, come la disinfezione delle superfici domestiche, lo sbiancamento dei tessuti, la pulizia degli spazzolini da denti e altre attività antisettiche.

Per esempio, quando si compra la carne, è possibile spolverarla con dell'ammorbidente e del sale affinché quando questa viene preparata sulla griglia, sia morbida e abbia un sapore più gradevole al palato. Se vuoi, puoi anche provare ad ammorbidire la carne preparando le tue proprie miscele di condimenti e utilizzare ammorbidenti naturali ottenuti dalla frutta. L'enzima più usato per ammorbidire la carne è la proteasi, che ha la capacità di degradare alcune proteine, i principali

componenti dei muscoli. Le proteasi più note per intenerire la carne sono la papaina, presente nella papaya, e la bromelina, presente nell'ananas. Questi ammorbidenti agiscono in modo simile agli enzimi presenti nello stomaco, che hanno il compito di digerire la carne

TROVALO NELLA STORIA DELLA TERRA

La difesa dall'ossigeno: l'emergere degli enzimi protettivi

Abbiamo già parlato del Grande Evento di Ossidazione, quando l'atmosfera si è riempita di ossigeno grazie ai cianobatteri. Ma ecco la parte interessante: per la maggior parte delle forme di vita che esistevano all'epoca, l'ossigeno era un veleno! Pensa a loro come esseri che vivevano in un mondo senza ossigeno (forme di vita anaerobiche ^{Nota 2.2}) e, improvvisamente, questo nuovo gas tossico ha invaso la loro casa. È stata una minaccia grandissima per queste forme di vita, ma l'evoluzione mise a loro disposizione una soluzione molto ingegnosa: nacque la catalasi! Immagina questo enzima come un piccolo supereroe. La sua missione era proteggere le parti più importanti della cellula (come le proteine e il DNA) dai danni che l'ossigeno poteva causare. Grazie alla catalasi, alcuni organismi riuscirono a sopravvivere e a superare la tossicità dell'ossigeno. Una volta superato questo ostacolo, si è aperta una nuova porta evolutiva: la respirazione aerobica. Questo tipo di respirazione, che utilizza l'ossigeno, è molto più efficiente nell'ottenere energia rispetto alla respirazione anaerobica.

Cos'è successo dopo? Con molta più energia disponibile, la vita è potuta diventare più complessa. Questo cambiamento fondamentale ha portato a un'esplosione di vita sulla Terra, gettando le basi per l'evoluzione di organismi più grandi e complessi. Quindi la catalasi non solo ha salvato la vita, ma la impulsò a spingersi a un nuovo livello!

REAZIONE 3.

RIDUZIONE-OSSIDAZIONE: REDOX

Quante volte hai bagnato le fette di una mela con del limone per evitare che si annerissero? Cosa pensi che causi l'annerimento? Cosa c'entra questo con l'evoluzione della vita fuori dall'acqua?

Esperimento 1

INGREDIENTI

- Mela
- Succo di limone

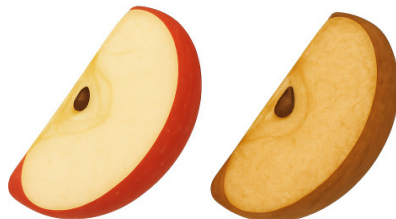


PROCEDIMENTO

1. Taglia le mele a fette.
2. Spalma del succo di limone su metà delle fette e lascia le altre fette esposte all'aria.
3. Osserva se nel corso del tempo si verificano dei cambiamenti sulle fette con il limone e quelle senza.

COS' È SUCCESSO?

Le parti ricoperte dal limone non si sono annerite, mentre le altre sì.



SPIEGALO

Quando si taglia o si sbuccia una mela, si rompono le cellule e si liberano enzimi che entrano in contatto con l'aria che contiene ossigeno. L'enzima della mela, chiamato polifenolo ossidasi, catalizza (cioè accelera) una reazione chimica di riduzione-ossidazione (conosciuta anche come reazione REDOX). Questa reazione fa sì che altri composti presenti nella mela (composti fenolici) perdano elettroni, cioè si ossidino, mentre l'aria guadagna quegli elettroni, cioè si riduce.

Questo cambiamento chimico trasforma i composti naturali in composti simili alla melanina, che è un pigmento dal colore marrone. La melanina è ciò che conferisce il colore all'iride degli occhi, ai capelli e alla pelle.

Questa reazione può essere prevenuta utilizzando il succo di limone, che contiene vitamina C (acido ascorbico), un antiossidante naturale. La vitamina C si ossida preferibilmente prima dei composti fenolici della mela, impedendo all'ossigeno di farla annerire.

Esperimento 2

La vitamina C come antiossidante, un'altra reazione REDOX

INGREDIENTI

- Compresa effervescente di vitamina C
- Tazza graduata
- Acqua
- Amido di mais. Paneangeli *
- Acqua ossigenata (soluzione di perossido di idrogeno)
- Disinfettante o tintura di iodio. Betadine *

- 2 bicchieri di plastica
- 5 siringhe senza ago
- 1 cucchiaino
- 2 contenitori (di medicinale) con una capacità di circa 10 ml
- 1 tappo di una bottiglia di soda di colore chiaro
- 3 contagocce (puoi ottenerli dai farmaci che non usi più)
- 1 pennarello indelebile



PROCEDIMENTO

Passo 1

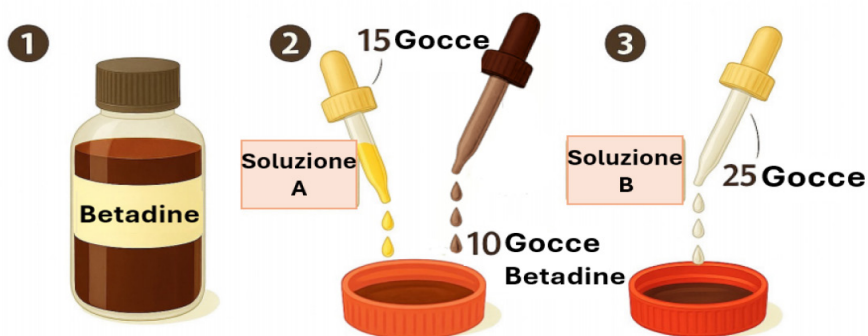
1. Scioglimento della vitamina C: in un bicchiere sciogli una compressa effervescente di vitamina C in 60 ml di acqua. Con un pennarello etichetta il bicchiere.
2. Scioglimento dell'amido: prendi un cucchiaino e mezzo di amido di mais e mettilo in un bicchiere. Aggiungi 30ml di acqua e con un cucchiaino mescola gli ingredienti. Con un pennarello etichetta il bicchiere

Passo 2

1. Soluzione A: in un contenitore per medicinali, mescola 1,5 ml di acqua con 1 ml della soluzione acquosa con la vitamina C. Utilizza un pennarello per identificare il contenitore come "A".
2. Soluzione B: in un altro bicchierino, unisce 1 ml di acqua, 3 ml di perossido di idrogeno e 1 ml della soluzione acquosa con l'amido. Con un pennarello etichetta il bicchierino con la lettera "B".
3. Riempi un contagocce con il disinfettante o tintura di iodio.

Passo 3

1. Osserva e descrivi il colore dell'antisettico o tintura di iodio
2. In un tappo di soda aggiungi con il contagocce 15 gocce di soluzione A e con l'altro contagocce 10 gocce di antisettico o tintura di iodio. Osserva e annota il colore.
3. Alla dissoluzione precedente aggiungi ora 25 gocce di soluzione B. Osserva il colore e annotalo.



COS'È SUCCESSO?

Quando il disinfettante o la tintura di iodio viene miscelata con la soluzione A, che contiene la vitamina C, si osserva lo schiarimento del disinfettante o la tintura di iodio. Successivamente, quando questa miscela viene combinata con la soluzione B, che contiene perossido di idrogeno e l'amido, questa acquisisce gradualmente un tono blu scuro (Immagine 3.1).

A



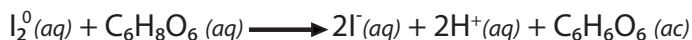
B



Figura 3.1. Osserva come cambia il colore della soluzione nel passo 2. All'inizio (Foto A) è giallo, e dopo dieci minuti è blu (Foto B).

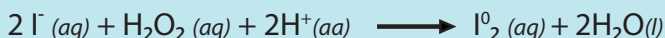
SPIEGALO

Il disinfettante o la tintura di iodio conferisce alla miscela (Nota 3.1) molecole di iodio perciò, la soluzione assume un colore bruno-rossastro. Lo schiarimento che si osserva nella prima fase è dovuto all'acido ascorbico (vitamina C) che riduce lo iodio a ioni (Nota 3.2), ioduro, che sono privi di colori quando si trovano in soluzione.



Ciascuno degli atomi di iodio (I_2) si riduce, cioè acquista un elettrone e cambia il suo stato di ossidazione da 0 a -1, mentre l'acido ascorbico (C_2H_2O) si ossida, cioè cede due elettroni per formare acido deidroascorbico (C_2H_2O). Quando si aggiunge la soluzione B, si osserva un colore blu scuro, perché il perossido di idrogeno (H_2O_2) presente ossida gli ioni e produce di nuovo lo iodio molecolare (I_2 , con stato di ossidazione 0), che può essere rilevato con l'aiuto dell'amido. In questo caso, il perossido di idrogeno si riduce, mentre lo ioduro si ossida..

Ricorda l'informazione che ti dà la sua equazione chimica



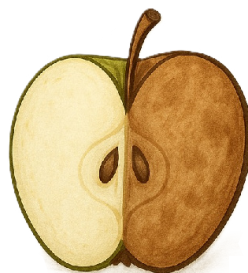
2 ioni ioduro (I) reagiscono con una molecola di perossido di idrogeno (H_2O_2), e producono una molecola di iodio (I_2) e due molecole di acqua allo stato liquido (l). Se sommi gli atomi su entrambi i lati dell'equazione, si dimostra nuovamente la legge di conservazione della materia. Nel lato sinistro (reagenti): 4 atomi di idrogeno (H), più 2 atomi di iodio (I) e 2 atomi di ossigeno. Nel lato destro (prodotti): 2 atomi di iodio, 4 di idrogeno più 2 atomi di ossigeno. Tutti gli atomi presenti nel lato dei reagenti devono trovarsi nelle

stesse quantità nel lato dei prodotti, anche se riorganizzati a formare sostanze diverse. "La materia non si crea né si distrugge, si trasforma".

APPLICALO ALLA VITA QUOTIDIANA

In chimica, il termine "ossidazione" si riferisce al processo mediante il quale gli atomi trasferiscono elettroni a un altro atomo o molecola. L'esempio più conosciuto di ossidazione è un chiodo di ferro arrugginito. In questo caso, il ferro (Fe) si ossida a contatto con l'ossigeno (O_2) per formare ossido ferrico (Fe_2O_3). Il ferro si ossida, cioè perde elettroni, e l'ossigeno presente nell'aria agisce come sostanza ossidante.

Un caso particolare di reazione di ossidazione si verifica quando l'ossigeno si combina con altri elementi o composti, formando degli ossidi. In questo modo, frutta e verdura esposte all'aria presentano il tipico annerimento sulle superfici tagliate e sulle parti danneggiate a causa dell'azione dell'enzima polifenolo ossidasi. Questo processo ha un impatto significativo sugli alimenti, poiché la loro qualità è ridotta dalla pigmentazione, che a sua volta causa alterazioni della consistenza e perdita di nutrienti. La vitamina C viene utilizzata per prevenire queste alterazioni perché il suo potenziale di ossidoriduzione le consente di ossidarsi prima della frutta. Questo previene alterazioni sensoriali indesiderate nei prodotti. Alcuni degli alimenti che si ossidano più facilmente sono la mela, l'avocado, la pera e la lattuga, tra gli altri.



TROVALO NELLA STORIA DELLA TERRA

Lo scudo di ozono: la conquista della terraferma

Le reazioni di ossidoriduzione (o redox) sono tra le più importanti nella storia del nostro pianeta. Ricordi il Grande Evento di Ossidazione che ha cambiato per sempre l'atmosfera della Terra? Beh, quella è stata una gigantesca reazione redox. L'enorme produzione di ossigeno innescò una reazione a catena che ha trasformato gli oceani, la superficie del pianeta e, naturalmente, la stessa vita. Oggi viviamo in un mondo con un'atmosfera ossidante, e la maggior parte delle reazioni chimiche che vediamo oggi, da un chiodo arrugginito alla nostra propria respirazione, sono reazioni REDOX.

Ed è così che si è formato lo strato di ozono

Dopo che l'ossigeno ha riempito gli oceani e ha reagito con le rocce, alla fine ha cominciato a fuoriuscire e a salire sempre più in alto nell'atmosfera. Quando questo ossigeno ha raggiunto la stratosfera, uno degli strati più alti, il sole ha fatto la sua magia. I potenti raggi ultravioletti hanno rotto le molecole di ossigeno (O_2) in singoli atomi di ossigeno (O) individuali. Questi atomi solitari erano altamente reattivi e non volevano stare da soli, quindi si sono legati rapidamente ad altre molecole di ossigeno (O_2) che erano vicine, formando l'ozono (O_3). Nel corso del tempo, queste molecole di ozono si sono accumulate e hanno creato lo strato di ozono, uno scudo protettivo che avvolge il pianeta e ci protegge dalla radiazione ultravioletta. Senza questo strato, la vita come la conosciamo oggi non avrebbe potuto esistere al di fuori dell'acqua. Grazie a questo scudo naturale, circa 400 milioni di anni fa, la vita è stata finalmente in grado di avventurarsi fuori dagli oceani e conquistare la terraferma.

REAZIONE 4. FERMENTAZIONE

Ti sei reso conto che se lasci delle fette di ananas nel frigorifero durante parecchi giorni il loro odore, colore e gusto cambiano?

Qual è il motivo di questo cambiamento? Che cosa ha a che vedere con noi l'accumulazione di materia organica fuori dall'acqua?

Esperimento 1

INGREDIENTI

- 60 g di lievito secco istantaneo (o 5.5 bustine di lievito da 11 g)
- 6 bottiglie di plastica (come quelle di acqua)
- 6 palloncini
- 1 bilancia da cucina
- 1 tazza, o un misurino, da 250 ml
- 1 cronometro (può essere quello del tuo telefono)
- 1 pennarello, etichette e scotch
- 100 ml d'acqua del rubinetto
- Dolcificanti in soluzione:
 - 100 ml di soluzione di stevia
 - 100 ml di soluzione di zucchero al 20 % (20 g di zucchero in 100 ml d'acqua)



PROCEDIMENTO

1. Etichetta le bottiglie in base alle soluzioni che hai preparato
 - Bottiglia 1: acqua del rubinetto
 - Bottiglia 2: soluzione di zucchero
 - Bottiglia 3: soluzione di stevia
2. Metti in ogni bottiglia 10 grammi ho una bustina di lievito.
3. Metti in ogni bottiglia i 100 ml delle soluzioni che hai preparato, ricorda che una delle bottiglie dovrà contenere solamente 100 ml d'acqua del rubinetto.
4. Stira i palloncini e collocali sul collo di ogni bottiglia (Immagine 4.1).
5. Avvia il cronometro e tutti i momenti in cui cominci a vedere dei cambiamenti in ogni bottiglia.
6. Hai osservato la stessa reazione in tutte le bottiglie? Perché dei palloncini si sono gonfiati? Quando toglgi i palloncini dalle bottiglie, riconosci qualche odore?



Immagine 4.1 Situazione all'inizio dell'esperimento. Bottiglie con 11 g di lievito secco e 100 ml di soluzione dolcificante, 100 ml d'acqua e 100 ml di soluzione di zucchero prima di dare il via al cronometro. Ti suggerisco di etichettare ogni bottiglia con il nome della sostanza che contiene, per poter identificare ognuna più facilmente.



Immagine 4.2 Situazione dopo 9 minuti



Immagine 4.3 Situazione dopo 40 minuti

COS'È SUCCESSO?

Quando si mettono in contatto l'acqua e il lievito, si forma una miscela eterogenea nella bottiglia, e il palloncino non mostra grandi cambiamenti. Quando invece si mescola il lievito con le soluzioni di zucchero e stevia, la miscela produce effervescenza e i palloncini si gonfiano per il gas sviluppato in ogni bottiglia.

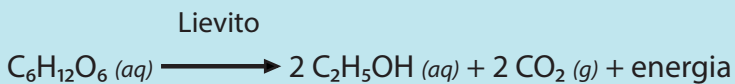
SPIEGALO

I lieviti sono organismi unicellulari che ottengono la loro energia da un tipo di zucchero chiamato glucosio attraverso il processo di fermentazione. La fermentazione è un processo di degradazione nel quale, in un ambiente anaerobico, cioè senza ossigeno, il glucosio ($C_6H_{12}O_6$) causa la formazione di alcool etilico (C_2H_5OH), anidride carbonica (CO_2) ed energia. L'energia che si produce in questa reazione si manifesta come energia termica, cioè, si sente un incremento della temperatura nel sistema. In questo caso il sistema è composto dalla bottiglia, il suo contenuto e il palloncino.

La bottiglia che ha solamente dell'acqua miscelata con il lievito non ha prodotto cambiamenti significativi nel palloncino, per l'assenza di zucchero con il quale il lievito può relazionare; cioè, non c'era un substrato idoneo sul quale si potesse interagire. Invece, nelle bottiglie dove hai collocato le soluzioni di zucchero e stevia hai osservato il fenomeno dell'effervescenza, cioè la formazione di bollicine dovute alla liberazione dell'anidride carbonica gassosa che ha gonfiato il palloncino. Puoi notare che i microrganismi responsabili della fermentazione interagiscono solamente con gli zuccheri. Se si mette in contatto il lievito con la soluzione di stevia, il palloncino si gonfia. Questo ci può sembrare un po' strano visto che la stevia è un dolcificante a basso apporto energetico. Se però osservi l'etichetta del prodotto, potrai vedere che fra gli ingredienti i sono gli zuccheri, ed

è proprio per questo che si verifica il processo di fermentazione nella bottiglia. Sicuramente ti sei reso conto che il tempo è stata una variabile importante in questo esperimento. Infatti, la quantità di gas liberata è aumentata con il passare del tempo: all'inizio la differenza tra le tre bottiglie era molto sottile, ma dopo si è fatta via via più importante fino al termine dell'esperimento. L'odore che hai sentito quando hai rimosso alcuni palloncini è prodotto dall'alcol etilico.

Ricorda l'informazione che ti da l'equazione chimica:



Una molecola di glucosio ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) in soluzione acquosa produce due molecole di alcol etilico ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) in soluzione acquosa e, due molecole di anidride carbonica (CO_2) allo stato gassoso più energia sotto forma di calore. Perché questo succeda, è necessaria l'azione del lievito, che funziona come un catalizzatore naturale. Ricorda che la composizione chimica di un catalizzatore non altera i prodotti finali di una reazione. Questa è una delle caratteristiche fondamentali dei catalizzatori. L'equazione mette in evidenza ancora una volta la legge della conservazione della materia: "La materia non si distrugge, si trasforma".

Variante con farina

Utilizza miscele di differenti tipi di farina con dell'acqua, per esempio farine di riso, mais e grano, invece delle soluzioni preparate con i dolcificanti per eseguire di nuovo il tuo esperimento. Osserverai che con la farina di grano, quella più comune al supermercato, il palloncino si gonfia meno. Quando mescoli la farina di grano con l'acqua si forma una rete di glutine, che diventa una massa appiccicosa. Il gas che si produce resta dentro la rete, facendo sì che il pane di grano sia poroso (Immagine 4.4).



Immagine 4.4 Effetti del lievito sulle soluzioni con differenti tipi di farina.

APPLICALO ALLA VITA QUOTIDIANA

La fermentazione è un processo naturale e l'uomo l'ha utilizzata dall'antichità per produrre il pane, il quale è stato un pilastro fondamentale della dieta e della cultura di innumerevoli civiltà lungo il corso della storia. Il pane fermentato risale a circa 8600 anni fa. Inoltre, le persone si sono rese conto che quando si lascia fermentare della frutta come l'ananas, la mela o l'uva, il loro sapore cambiava a causa della formazione dell'alcol etilico. Questo prodotto è il principale ingrediente per l'elaborazione, produzione e industrializzazione di prodotti come la birra, il vino, il pane, il formaggio e pure lo yogurt. Hai mai assaggiato il "tepache" in una giornata torrida? Sapevi che il nome di questa bevanda deriva dal nahuatl "tepatli", che significa bevanda di mais? È vero! Questa bevanda rinfrescante si ottiene dalla fermentazione del cereale più rappresentativo dell'America Centrale.

Oggigiorno il “tepache” si continua a preparare in molte regioni del Messico usando l’ananas come ingrediente principale. Questa bevanda è molto facile da preparare, infatti si deve soltanto immergere nell’acqua le bucce dell’ananas con dello zucchero, aspettare cinque o sei giorni, dopodiché si può servire con del ghiaccio.



Il tepache è una bevanda tipica del Messico ottenuta dalla fermentazione di bucce d'ananas, zucchero di canna e spezie, come la cannella. Si tratta di una bevanda analcolica o leggermente alcolica, dolce, frizzante e dissetante, che si può assaporare nei periodi più caldi dell'anno.

TROVALO NELLA STORIA DELLA TERRA

L'energia nascosta nel tempo

La formazione dello strato d'ozono ha rappresentato un punto centrale nella storia della Terra, permettendo che la vita potesse espandersi dagli oceani fino alla terraferma. Questo scudo protettivo, che assorbe attualmente fra il 97% e il 99% della radiazione ultravioletta che deriva dal Sole, fu fondamentale per lo sviluppo della vita terrestre 400 milioni di anni fa.

Nella storia del nostro pianeta la materia organica si accumulò inizialmente solamente negli ambienti acquatici come i laghi, gli ambienti marini e le lagune, e in quantità minore in ambiente terrestri come le paludi, gli acquitrini e le torbiere. Quando le piante e gli altri organismi morivano, si accumulavano sul fondo, dove venivano successivamente coperti da strati di fango e sabbia. L'accumulazione degli strati superiori produceva l'aumento della temperatura e la pressione di queste accumulazioni di materia organica. In queste condizioni senza ossigeno, la fermentazione e altri processi microbici anaerobici trasformarono la materia organica in metano (CH_4), anidride carbonica (CO_2) e vari tipi di acidi organici, modificando in modo significativo la chimica dei suoli e dell'acqua.

Il periodo geologico nel quale si è assistito alla massima accumulazione di materia organica sulla superficie terrestre si chiama Carbonifero, e va da circa 350 a 300 milioni di anni fa. Durante questo periodo la vegetazione visse una diversificazione molto importante, dando origine a dei nuovi tipi di piante senza semi che crescevano come alberi giganteschi formando grandi boschi. Negli oceani si verificava un processo simile, anche se con caratteristiche diverse. I resti di minuscole creature marine, come alghe e plancton, si accumularono in profondità dove furono compattati dal peso dell'acqua e dai sedimenti sovrastanti. Nel corso di milioni di anni, la combinazione di pressione e calore ha trasformato questi resti in kerogene, una sostanza che segna lo stadio iniziale nella formazione del petrolio.

A differenza della respirazione cellulare (che richiede ossigeno), la fermentazione è un modo per ottenere energia quando non c'è abbastanza ossigeno disponibile. La fermentazione e altri meccanismi anaerobici si sono rivelati essenziali per l'inizio della formazione dei combustibili fossili, tra cui il carbone, il petrolio e il gas naturale. Questi processi chimici, avvenuti in assenza di ossigeno, hanno gettato le basi per la creazione delle principali fonti di energia che l'umanità avrebbe utilizzato milioni di anni più tardi.

REAZIONE 5. NEUTRALIZZAZIONE ACIDO-BASE

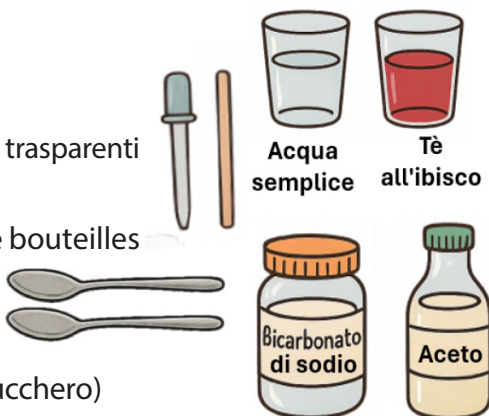
Il karkadè (o tisana al fiore di ibisco) come indicatore di pH

Ti sei mai chiesto perché prendi l'Alka-Seltzer o il bicarbonato di sodio quando hai l'acidità di stomaco e perché rutti dopo aver assunto queste sostanze? Hai notato che a volte il karkadè produce delle macchie blu mentre altre volte macchie rosse? Prova questo esperimento una volta che in casa avete preparato del karkadè.

Esperimento 1

INGREDIENTI

- 6 bicchieri piccoli e trasparenti etichettati A, B, C, D, E e F
- 2 contagocce o cannucce bouteilles
- cucchiali
- acqua naturale
- karkadè (con o senza zucchero)



- bicarbonato di sodio
- aceto
- succo di limone
- sapone grattugiato
- scotch o etichette e un pennarello



PROCEDIMENTO

Parte A

1. Riempi il bicchiere A a metà con l'acqua del rubinetto.
2. Nel bicchiere B, metti un pizzico di bicarbonato di sodio, punta di un cucchiaino. Aggiungi acqua del rubinetto fino a riempire il bicchiere a metà e mescola con un cucchiaino.
3. Nel bicchiere C, metti un cucchiaino di aceto e versa dell'acqua fino a riempire il bicchiere a metà. Mescola con un cucchiaino.
4. Nel bicchiere D, metti il sapone grattugiato (circa un cucchiaino), versa dell'acqua fino a riempire il bicchiere a metà e mescola fino a quando il sapone si sia sciolto il più possibile.
5. Nel bicchiere E, metti del succo di limone e versa dell'acqua fino a riempire il bicchiere a metà. Mescola con un cucchiaino.
6. Aggiungi 10 gocce di karkadè in ogni bicchiere. Mescola e osserva.



Parte B

1. Aggiungi nel bicchiere F una piccola quantità di bicarbonato di sodio (equivalente alla punta di un cucchiaino). Versa dell'acqua del rubinetto fino a riempire il bicchiere a metà. Mescola con un cucchiaino e aggiungi 10 gocce di karkadè.
2. Utilizzando un contagocce, aggiungi dell'aceto goccia a goccia nel bicchiere F e osserva cosa succede dopo ogni goccia. Quando vedi che la soluzione non mostra più alcun cambiamento, puoi smettere di aggiungere l'aceto. Confronta il colore della soluzione di questo bicchiere con quello degli altri bicchieri e, in base al colore osservato,

commenta quale miscela assomiglia di più al bicchiere F: la soluzione acida con il succo di limone o quella basica con il bicarbonato di sodio?

COS'È SUCCESSO?

Parte A

Nella seguente tabella si possono osservare i risultati

| | Bicchiere A | Bicchiere B | Bicchiere C | Bicchiere D | Bicchiere E |
|------------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| Sostanza | Acqua del rubinetto | Bicarbonato di sodio | Aceto | Sapone grattugiato | Succo di limone |
| Colore dopo l'aggiunta del karkadè | Rosso cremisi intenso | Blu intenso | Rosso cremisi poco intenso | Blu intenso | Rosso cremisi poco intenso |

Parte B

Nel bicchiere F, inizialmente con una soluzione di bicarbonato di sodio, il karkadè è diventato blu, ma aggiungendo gradualmente l'aceto, il colore blu si è schiarito piano piano e si sono formate delle bolle per la produzione di un gas.

SPIEGALO

Il concetto di pH fu utilizzato per la prima volta nel 1909 per identificare, su una scala numerica compresa tra 0 e 14, la quantità di ioni idrogeno presenti in una soluzione acquosa, in modo da poterla identificare facilmente e rapidamente come soluzione:

acida : $0 < \text{pH} < 7$

neutra $\text{pH} = 7$

basica $7 > \text{pH} > 14$

Questa scala viene utilizzata per diverse ragioni, in particolare per determinare se una sostanza è sicura per il consumo umano o se

rappresenta un rischio per gli organismi viventi in un ecosistema. Nella tabella seguente è possibile vedere i valori del pH di alcune sostanze quando vengono miscelate con l'acqua.

| pH | Sostanza | Tipo |
|----|-------------------------------------|--|
| 0 | Acido della batteria della macchina | Molto acido e pericoloso da maneggiare |
| 1 | Acido gastrico | Molto acido, in grado di aiutare a digerire gli alimenti |
| 2 | Succo di limone, aceto | Acido e pericoloso in caso di consumo eccessivo |
| 4 | Succo di pomodoro | Acido |
| 5 | Caffé | Acido |
| 6 | Latte, saliva | Leggermente acido |
| 7 | Acqua pura | Neutro |
| 8 | Acqua di mare, uova | Leggermente alcalino |
| 9 | Bicarbonato di sodio | Leggermente alcalino |
| 10 | Latte di magnesia | Alcalino, aiuta a combattere il bruciore di stomaco |
| 11 | Ammoniaca | Alcalino e dannoso per l'organismo |
| 12 | Sapone | Alcalino |
| 13 | Candeggina | Altamente alcalino e pericoloso |
| 14 | Soda caustica | Altamente alcalino e pericoloso per la pelle |



Il karkadè è un indicatore naturale del livello di acidità di una soluzione. Ciò significa che, se mescolato con soluzioni acide mostra un certo colore, mentre in quelle basiche ne mostra un altro. Pertanto, si verifica un cambiamento di colore quando si passa da una soluzione acida a una basica o viceversa. (Nota 5.1)

Ad esempio, il colore rosso cremisi del karkadè è evidenza di un pH neutro ($\text{pH} = 7$). Ecco perché, il suo colore è rimasto inalterato quando lo abbiamo aggiunto all'acqua del rubinetto, si tratta di un liquido neutro. Invece, il karkadè è diventato blu intenso con le soluzioni di bicarbonato di sodio e di sapone, indicando la sua natura basica (pH superiore a 7). Quando il karkadè è entrato in contatto con l'aceto e il succo di limone, il colore rosso cremisi è diventato meno intenso, tendente all'ocra, indicando che si tratta di sostanze acide (pH inferiore a 7).

Nel bicchiere F, che inizialmente conteneva una soluzione di bicarbonato di sodio, il karkadè è diventato blu. Tuttavia, aggiungendo gradualmente dell'aceto, si è potuto osservare che il colore blu si è schiarito poco a poco e si è liberato un gas, in questo caso dell'anidride carbonica. Questo gas è responsabile del rutto quasi immediato dopo l'ingestione di bicarbonato di sodio e l'interazione con l'eccesso di acido nei succhi gastrici del nostro stomaco. In altre parole, il pH acido viene neutralizzato. Aggiungendo aceto fino a fermare l'effervescenza, il colore rosso cremisi ha iniziato ad un certo punto a rimanere costante indicandoci che il pH non era più né acido né basico; in altre parole, la soluzione si è neutralizzata. Questo perché l'aceto è una soluzione di acido acetico (CH_3COOH); questo composto reagisce con il bicarbonato di sodio (NaHCO_3) per formare soluzioni basiche. Una volta che la reazione si è compiuta, i reagenti producono l'acetato di sodio (CH_3COONa), che è un sale, acqua e anidride carbonica.

Ricorda l'informazione che ti dà la sua equazione chimica.



Una mole di bicarbonato di sodio (NaHCO_3) in soluzione acquosa reagisce con una mole di acido acetico (CH_3COOH) in soluzione acquosa, producendo una mole di acetato di sodio (CH_3COONa) in soluzione acquosa, una mole di acqua in forma liquida e una mole di anidride carbonica (CO_2) in forma gassosa. L'equazione dimostra la legge di conservazione della materia: "La materia non si crea né si distrugge, si trasforma".

Esperimento 2

INGREDIENTI

- 1 uovo
- 1 tazza di aceto
- 1 bicchiere di vetro



PROCEDIMENTO

Immergi l'uovo nell'aceto e lascialo lì per due giorni. Noterai che il guscio si è sciolto nell'aceto, che è una soluzione acida perché ha un pH inferiore a 7.



COS'È SUCCESSO?

Osserva l'aspetto dell'uovo quando il guscio si è completamente dissolto.

SPIEGALO

Questo esperimento è noto come "l'uovo che rimbalza", poiché il carbonato di calcio (CaCO_3), il componente principale del guscio d'uovo, reagisce con l'acido acetico (CH_3COOH) presente nell'aceto dissolvendosi, e lasciando solo la membrana protettiva dell'uovo, che è elastica. Questo permette all'uovo di rimbalzare senza rompersi. Questa reazione produce acetato di calcio $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, acqua (H_2O) e anidride carbonica (CO_2) allo stato gassoso, che sono le bolle che si osservano durante la reazione. La reazione chimica bilanciata, ovvero con lo stesso numero di atomi su entrambi i lati dell'equazione, è la seguente:

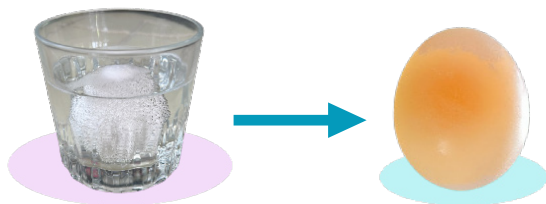


Immagine 5.1 Sciogliere il guscio d'uovo nell'acido acetico.

APPLICALO ALLA VITA QUOTIDIANA

Come probabilmente già saprai, il succo gastrico viene prodotto nello stomaco. Questo succo contiene un acido molto forte e aggressivo chiamato acido cloridrico (HCl), con una concentrazione dello 0,5% e un pH compreso tra 1.5 e 2.5. Questo acido, insieme ad altre sostanze come il cloruro di sodio, il cloruro di potassio, l'acqua e alcuni enzimi come la pepsina e la renina, rende possibile la digestione degli alimenti.

Quando si mangiano cibi molto irritanti (con molte spezie e peperoncino), lo stomaco secerne un eccesso di acido cloridrico, causando il bruciore di stomaco. Questo deve essere neutralizzato con una sostanza antagonista, cioè una sostanza basica o con un'acidità minore. Per questo, dobbiamo usare altre basi meno aggressive, come quelle presenti negli antiacidi venduti in farmacia, ad esempio, il bicarbonato di sodio, Gaviscon* e Maalox* , tra gli altri.

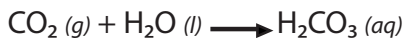
TROVALO NELLA STORIA DELLA TERRA

Effetti di una Terra senza calotte polari

Il pH influenza innumerevoli processi chimici, biologici e geologici. Un esempio importante, che comprende tutti e tre i tipi di processi, è la formazione delle rocce calcaree che sono composte principalmente da carbonato di calcio (CaCO_3). Queste rocce sono molto abbondanti nella Sierra Madre Orientale (SMOr) e nella Penisola dello Yucatán, due importanti regioni del Messico, e si sa che si sono formate in mari poco profondi e caldi. In queste condizioni ambientali, la fotosintesi degli organismi marini ha consumato la CO_2 dell'ecosistema, aumentando il pH, cioè rendendolo alcalino. Quando il pH del sistema acquoso è aumentato, ha favorito la precipitazione del carbonato di calcio, formando i calcari. D'altra parte, se il pH fosse troppo basso, si favorirebbe la dissoluzione del CaCO_3 ; questo processo si può osservare nel famoso sistema di grotte della SMOr e nei cenote della Penisola dello Yucatán.

Durante il Cretaceo, tra 145 e 65 milioni di anni fa, la Terra non aveva calotte polari, quindi il livello del mare si innalzò e gli oceani erano caldi. Si pensa che l'aumento della temperatura, che raggiunse il massimo terrestre 100 milioni di anni fa, sia stato dovuto all'aumento

dell'anidride carbonica (CO_2) nell'atmosfera. Quando la CO_2 aumenta nell'atmosfera, parte di questo gas viene assorbita dall'oceano, che la combina con l'acqua (H_2O) per formare acido carbonico (H_2CO_3).



L'acido carbonico reagisce con il calcio presente nell'acqua di mare, liberando ioni idrogeno e formando il bicarbonato di calcio, che è il costituente primario delle rocce calcaree.



La presenza di CO_2 e altri gas nell'atmosfera causa l'acidità dell'acqua piovana. Quest'acqua può infiltrarsi attraverso le fessure del calcare. Invece di formare le rocce, l'acqua acida fa il contrario: le dissolve! Questo lento e costante processo di dissoluzione è ciò che ha scavato le caverne che si possono visitare nella Sierra Madre Orientale e ha creato gli straordinari cenote della Penisola dello Yucatán, che sono in realtà delle doline formate dalla dissoluzione che portano alla luce fiumi sotterranei.

REAZIONE 6. COMBUSTIONE

Che cosa viene liberato durante la combustione? Il cambiamento climatico influenza la combustione su larga scala? Ti sei mai chiesto cosa succede quando accendi la fiamma della stufa o di un falò? Perché possiamo riscaldare il cibo o l'acqua del bagno utilizzando la combustione di un gas come il gas naturale o il gas di petrolio liquefatto (GPL)?

INGREDIENTI

A casa

- Stufetta da campeggio o stufa di casa
- Fiammiferi
- Coperchio di vetro di una pentola



Svolgimento

- Fiammiferi o stuzzicadenti
- Accendino
- Pezzo di vetro

PROCEDURA

Attenzione! Se hai meno di 18 anni, devi eseguire questo esperimento sotto la supervisione di un adulto.

A casa

1. Accendi la stufa e accendi un fiammifero o uno stuzzicadenti con la fiamma della stufa. Osserva le caratteristiche della fiamma e registra le tue osservazioni.

2. Posiziona il fiammifero o lo stuzzicadenti accesi a circa 30 cm sopra uno dei fornelli spenti che rimangono della stufa (Immagine 6.1A).
3. Ora avvicina il fiammifero o lo stuzzicadenti accesi al fornello acceso e osserva. Cosa succede? Come si spiega quello che è successo? (Immagine 6.1B)
4. Posiziona il coperchio di vetro sopra il fornello acceso, a circa 10 cm. Cosa succede? Come si spiega quello che è successo?

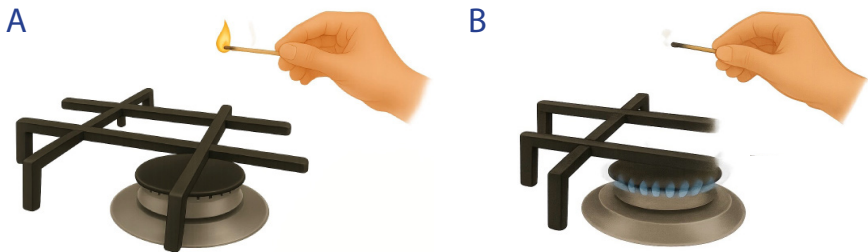


Immagine 6.1. A) Posiziona il fiammifero acceso sul fornello spento. Noterai che rimane acceso. B) Posiziona il fiammifero sul fornello acceso, che la fiamma si spegne.

Variante

1. Forma un gruppo di lavoro con due compagne o compagni di classe.
2. Un membro del gruppo si occuperà dell'accendino e l'altro dei fiammiferi.
3. Accendete allo stesso tempo un fiammifero e l'accendino; osservate le caratteristiche delle fiamme che si producono: sono uguali o diverse?
4. Spegnete l'accendino per un attimo per evitare che il meccanismo di accensione (parte metallica) si surriscaldi.
5. Una persona accenderà un fiammifero e lo posizionerà a circa 10 cm sopra l'accendino spento. Cosa succede? Come si spiega quello che è successo?
6. Ora accendi l'accendino, avvicina il fiammifero acceso (a circa 5 cm

di altezza) osserva. Cosa succede? Come si spiega quello che è successo?

7. Posiziona il coperchio di vetro sulla fiamma a circa 10 cm di altezza. Cosa succede? Come si spiega quello che è successo?



COSA È SUCCESSA?

La fiamma emessa dalla stufa può variare a seconda della quantità di combustibile che il fornello riceve o della quantità d'aria che passa attraverso i bruciatori. Si possono osservare delle fiamme blu, arancioni o gialle. Nel caso delle fiamme degli accendini e dei fiammiferi, invece, si possono osservare solo toni arancioni e gialli.

Quando abbiamo passato un fiammifero acceso sul fornello della stufa o sull'accendino (entrambi spenti), il fiammifero è rimasto acceso. Invece, quando è passato sulla fiamma, si è spento. Posizionando il coperchio di vetro sul fornello appena spento, avrai osservato il formarsi di goccioline d'acqua.

SPIEGALO

La combustione

- a. La combustione richiede un combustibile, il gas in questo caso, una sostanza in grado di liberare energia quando si ossida. Il combustibile concentra una grande quantità di energia potenziale contenuta nei legami tra i suoi atomi che, durante la combustione, viene rilasciata sotto forma di energia termica (la temperatura dell'ambiente che aumenta), sonora (la fiamma può crepitare), luminosa (la luce sprigionata dalla fiamma) o qualche altra forma di energia.
- b. La combustione ha bisogno di un comburente, cioè una sostanza ossidante che favorisce la combustione (nella maggior parte dei casi è l'ossigeno presente nell'aria).
- c. La combustione è una reazione di ossidazione-riduzione in cui l'ossigeno (O_2), presente nell'aria ossida un combustibile (come il gas, la benzina, l'alcool, ecc.).
- d. Quando le condizioni sono adeguate affinché la reazione dia luogo solo alla formazione di anidride carbonica (CO_2), acqua (H_2O) ed energia, si parla di combustione completa.
- e. Si verifica una combustione incompleta quando il rapporto aria/carburante(ossigeno/n-butano) non è adeguato per far reagire il combustibile con l'ossidante; di conseguenza, si formano anidride carbonica (CO_2), monossido di carbonio (CO), carbonio (C), acqua (H_2O) ed energia (E).
- f. L'anidride carbonica (CO_2) è una sostanza che viene utilizzata per estinguere gli incendi, poiché ha la capacità di soffocare o spegnere il fuoco. Questo perché non è un buon ossidante e, occupando lo spazio dell'ossigeno, non permette che avvenga la combustione, motivo per cui avvicinando la fiamma del fiammifero al fornello acceso, la fiamma del fiammifero si spegne, a causa della presenza di CO_2 generata dalla fiamma del fornello.

g. Le reazioni di combustione degli idrocarburi sono esotermiche, cioè rilasciano più energia termica di quanta ne consumino.

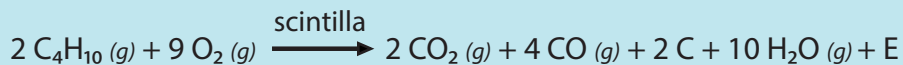
Ricorda le informazioni fornite dalla loro equazione chimica

A. Combustione completa



2 molecole di n-butano allo stato gassoso reagiscono con 13 molecole di ossigeno allo stato gassoso, dando luogo alla formazione di 8 molecole di anidride carbonica e 10 molecole di acqua allo stato gassoso; l'acqua diventa visibile condensandosi sul coperchio di vetro freddo. Questo processo libera più energia di quanta ne consuma, poiché è stata necessaria solo una piccola scintilla o l'avvicinamento di una fiamma per avviare la combustione del gas. Questo eccesso di energia generata si percepisce come energia luminosa (fiamma) e termica, che provoca un aumento della temperatura, ed è proprio per questo motivo che possiamo cucinare con il calore che viene generato.

B. Combustione incompleta



2 molecole di n-butano allo stato gassoso reagiscono con 9 molecole d'ossigeno allo stato gassoso, dando luogo alla formazione di 2 molecole di diossido di carbonio, 4 molecole di monossido di carbonio, 2 atomi di carbonio e 10 molecole d'acqua, tutte in stato gassoso. La reazione è stata possibile grazie all'energia fornita al sistema, la quale ha generato sicuramente più energia di tipo luminoso e termico. Vale la pena menzionare che il carbonio generato è quello

che percepiamo come fuliggine e per questo motivo molte pentole si anneriscono poco a poco con l'uso. Entrambe le equazioni evidenziano la legge della conservazione della materia: "La materia non si crea né si distrugge, solo si trasforma".

APPLICALO NELLA VITA QUOTIDIANA

L'importanza delle reazioni di combustione nella nostra casa può essere vista sotto vari aspetti; uno di essi è il rilascio di energia termica, che sfruttiamo in cucina per riscaldare il cibo, cuocere una torta, cucinare e riscaldare l'acqua per lavarci, tra le altre cose. Quando c'è un incendio dobbiamo considerare il tetraedro del fuoco (Immagine 6.2), che mostra gli elementi che insieme provocano o mantengono le fiamme: combustibile, comburente, energia e reazione a catena.

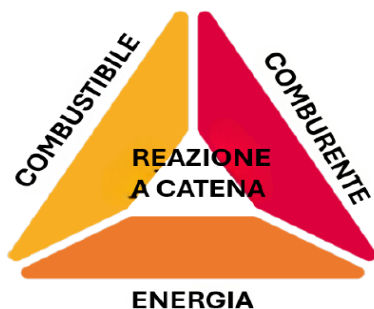


Immagine 6.2. Tetraedro del fuoco (tratto da <https://online.maelf.com/lessons/28-tetraedro-de-fuego-2/?v=bc0e342a57a0> -26 agosto 2025).

Sicuramente ti è successo qualche volta che abbrustolendo una fetta di pane, te la sei dimenticata sulla piastra e questa ha iniziato a bruciarsi, per cui hai percepito l'odore di bruciato e hai visto che si sono formati dei punti rosso fuoco (punti di accensione) oltre al fumo nero. Se pensi ai componenti del tetraedro del fuoco, il combustibile rappresenta la fetta di pane, il comburente è l'ossigeno presente nell'aria, mentre la scintilla di energia proviene dalla fiamma del fornello.

La reazione a catena è evidente quando togli il pane dalla piastra, questo continuerà a bruciarsi perché i carboidrati presenti hanno acquisito l'energia sufficiente affinché avvenga la combustione; cioè, il processo di bruciatura è diventato autosufficiente.

TROVALO NELLA STORIA DELLA TERRA

Combustione e cambiamento climatico attuale

Uno degli esempi più eclatanti e pericolosi di combustione sono gli incendi boschivi. Gli incendi di Los Angeles, California (2025), sono diventati particolarmente famosi per la combinazione di diversi fattori: forti raffiche di vento secco di Santa Ana, la vegetazione seccata per la mancanza di piogge negli ultimi tempi, la costruzione di case in aree che, per circostanze naturali, sono frequentemente soggette a incendi, e i cambiamenti climatici, che contribuiscono a periodi di siccità più lunghi e intensi.

L'aumento degli incendi boschivi rappresenta il sintomo dell'accelerazione dei cambiamenti climatici. Inoltre, questi creano un circolo vizioso: un clima più caldo e secco aumenta il rischio e l'intensità degli incendi, i quali, a loro volta, rilasciano più gas serra e alterano gli ecosistemi, rafforzando ulteriormente il surriscaldamento globale.

Durante un incendio boschivo, il combustibile primario è generalmente la vegetazione più bassa e secca, come le praterie o gli arbusti; l'ossidante è l'ossigeno circostante e l'energia iniziale solitamente proviene da mozziconi di sigaretta o falò dimenticati oppure pezzi di vetri abbandonati che concentrano l'energia solare in un punto iniziando il processo di combustione. Una volta che una parte della vegetazione inizia a bruciare, fornisce l'energia necessaria

all'accensione della vegetazione circostante, formando un ciclo in cui più vento e vegetazione secca ci sono, più energia viene rilasciata. Più energia c'è, più oggetti potranno bruciare. Questa è la reazione a catena che rende così difficile estinguere un incendio boschivo, molto ricco di legno e altri materiali combustibili.



Immagine 6.3. Immagine satellitare dell'incendio boschivo in California, tratta da <https://www.liderempresarial.com/estas-son-las-zonas-afectadas-por-los-incendios-en-california-en-2025/>

REAZIONE 7. LE ENDOTERMICHE ED ESOTERMICHE

Quando si va in campeggio, è abbastanza comune la notte fare un falò e avvicinarvi un bastoncino con dei marshmallow per abbrustolirli. Prima di mangiarli, sicuramente ci soffi un po' sopra per evitare di scottarti. Sapete come si genera il calore che abbrustolisce i marshmallow?

INGREDIENTI

- Acqua
- Aceto
- Bicarbonato di sodio
- Cloruro di calcio
- 4 bicchieri piccoli
- 2 siringhe o un contenitore per medicinali da 10 ml
- 2 cucchiari
- 1 misurino da 250 ml



Esperimento 1

SVOLGIMENTO

1. Rimuovi l'ago dalle siringhe con molta attenzione; se sei ancora piccolo, chiedi aiuto a un adulto.
2. Utilizzando la siringa, versa 10 ml di aceto in due bicchierini di plastica. Puoi utilizzare anche un contenitore di medicinali da 10 ml.

3. Aggiungi un cucchiaino di bicarbonato di sodio a uno dei bicchieri con l'aceto.
4. Prendi entrambi i bicchieri e senti la temperatura con le mani.
5. Appunta le tue osservazioni.

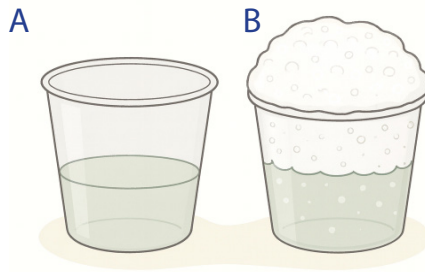
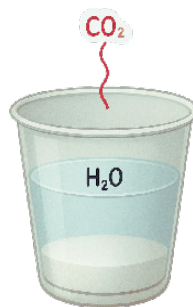


Immagine 7.1. A) Aceto B) Aceto con bicarbonato di sodio.



Acetato di sodio

Immagine 7.2. Prodotto dell'Esperimento 1.

Esperimento 2

SVOLGIMENTO

1. Prepara una soluzione di bicarbonato di sodio: aggiungi dell'acqua nel misurino fino a 65 ml, quindi aggiungi mezzo cucchiaino di bicarbonato di sodio e mescola fino a quando non si sarà sciolto.
2. Utilizzando la siringa, aggiungi 10 ml di soluzione di bicarbonato di sodio in ciascuno degli altri bicchierini.
3. In uno di essi versa un cucchiaino di cloruro di calcio.

4. Prendi entrambi i bicchieri e senti la temperatura con le mani.

5. Scrivi le tue osservazioni.

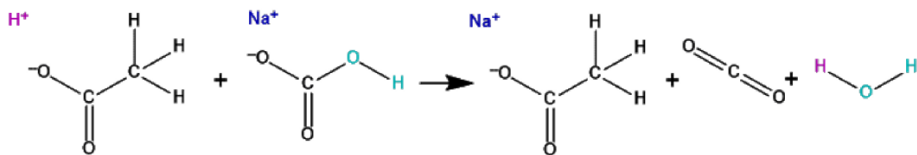
COS'È SUCCESSO?

Nell'esperimento 1, hai osservato che al mescolare aceto e bicarbonato di sodio si produce un'effervescenza dovuta alla liberazione di gas. Si è verificata osservata anche una diminuzione della temperatura rispetto al bicchiere che conteneva solo aceto.

Nel caso dell'esperimento 2, si forma una miscela eterogenea, poiché si può osservare un solido che precipita sul fondo quando si mescola la soluzione di bicarbonato di sodio con il cloruro di calcio. Inoltre, quando tocchi la superficie del bicchiere, senti che questa è diventata più calda rispetto al bicchiere che conteneva solo la soluzione di bicarbonato di sodio.

SPIEGALO

Nell'esperimento 1, quando la soluzione di bicarbonato di sodio (NaHCO_3) è stata mescolata con aceto, che è una soluzione di acido acetico (CH_3COOH), si è verificata una reazione chimica che ha prodotto acetato di sodio (CH_3COONa), acqua (H_2O) e anidride carbonica (CO_2); ciò è rappresentato dalla seguente equazione chimica:



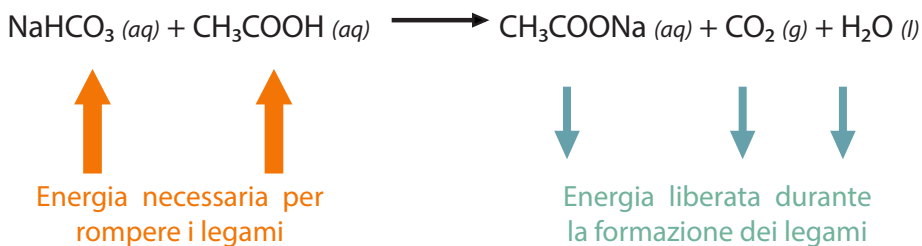
Acido acetico + Bicarbonato di sodio -----> Acetato de sodio + Anidridecarbonica + Acqua

Immagine 7.3. Reazione dell'Esperimento 1 mostrando i legami che si rompono nei reagenti per formare i prodotti. Alcuni composti si dissociano in soluzione acquosa, quindi H^+ e Na^+ sono mostrati come ioni separati.

A causa della formazione di anidride carbonica, si osserva l'effervescenza e la liberazione della fase gassosa, che si è conclusa con l'esaurimento dei reagenti. Inoltre, probabilmente hai notato che il bicchiere con la miscela era più freddo al tatto rispetto a quello con solo l'aceto. Questo raffreddamento ci dice che la soluzione ha perso calore, cioè una forma di energia, a causa della rottura e formazione di legami chimici (Nota 7.1).

Le reazioni, da un punto di vista macroscopico (il mondo osservabile), possono essere classificate in base al bilancio energetico come: endotermiche (hanno bisogno di più energia di quanta ne liberano per avvenire e solitamente la prendono dall'ambiente circostante), ed esotermiche (liberano più energia di quanta ne richiedano e solitamente la trasferiscono all'ambiente circostante).

Nell'esperimento 1, l'energia necessaria per rompere i legami dei reagenti è maggiore dell'energia liberata quando si formano i legami dei prodotti, motivo per cui hai notato che il bicchiere si è raffreddato. Questo è mostrato dalla reazione seguente.



Perciò, abbiamo scatenato una reazione endotermica, che ha richiesto più energia di quanta ne abbia liberata e l'ha ottenuta prendendola dall'ambiente (dall'acqua in cui avviene la reazione); per questo motivo si aggiunge l'energia (E) sul lato sinistro dell'equazione chimica.

Nell'esperimento 2, quando la soluzione di bicarbonato di sodio (NaHCO_3) viene mescolata con il cloruro di calcio (CaCl_2), si produce una reazione chimica che genera carbonato di calcio (CaCO_3), cloruro di sodio (NaCl), acqua (H_2O) e anidride carbonica (CO_2).



Il solido che hai osservato sul fondo del bicchiere è il carbonato di calcio, insolubile in acqua e essendo un prodotto della reazione viene chiamato precipitato (s).

Inoltre, ti sei reso conto che il bicchiere era più caldo dell'altro che aveva solo la soluzione di bicarbonato di sodio. Questo perché l'energia richiesta dai reagenti per rompere i legami è inferiore all'energia liberata quando si formano i nuovi legami nei prodotti. (Nota 7.1)




Energia necessaria per
rompere i legami


Energia liberata durante
la formazione dei legami

Abbiamo scatenato una reazione esotermica, in cui è stata liberata più energia di quella richiesta dal processo e questa energia è stata trasferita all'ambiente circostante (l'acqua della reazione), motivo per cui l'energia è scritta sul lato destro dell'equazione.

Ricorda l'informazione che ti dà la sua equazione chimica.

Esperimento 1



Una mole di bicarbonato di sodio reagisce con una mole di acido acetico in soluzione acquosa per produrre una mole di acetato di sodio in soluzione acquosa, una mole di acqua e una mole di anidride carbonica in allo stato gassoso. Questa è una reazione endotermica perché l'energia è sul lato dei reagenti.

Esperimento 2



2 moli di bicarbonato di sodio reagiscono con una mole di cloruro di calcio in soluzione acquosa per produrre una mole di carbonato di calcio allo stato solido (s), 2 moli di cloruro di sodio in soluzione acquosa (aq), una mole di acqua liquida (l) e una mole di anidride carbonica allo stato gassoso (g). Questa è una reazione esotermica perché l'energia è sul lato dei prodotti.

Il numero di moli uguale su entrambi i lati dimostra la legge di conservazione della materia: "la materia non si crea né si distrugge, solo si trasforma".

APPLICALO ALLA VITA QUOTIDIANA

In una notte limpida e fresca, riuniti con gli amici attorno ad un falò, prendi un bastoncino con un marshmallow infilzato ad un'estremità e lo avvicini al fuoco.

All'inizio, il marshmallow è freddo e solido, ma poco a poco con l'aumentare della temperatura, inizia a sciogliersi e ad abbrustolirsi, rilasciando un aroma dolce che ti fa venire voglia di mangiarlo subito.

Ciò è dovuto a una serie di reazioni chimiche: la legna nel fuoco brucia, innescando reazioni di ossidazione dei composti organici, che liberano una grande quantità di energia sotto forma di calore; si tratta di reazioni esotermiche. I marshmallow assorbono il calore e cambiano di stato, passando da solido a liquido e infine si caramellano.



Proprio come le reazioni esotermiche (combustione) ed endotermiche (fotosintesi) che abbiamo esplorato in precedenza, i processi nel falò ci mostrano come il calore possa essere rilasciato o assorbito a seconda della prospettiva dell'osservatore, però è molto importante notare che l'energia generata in un luogo deve confluire in un altro; questa è nota come legge di conservazione dell'energia. La magia delle reazioni chimiche non risiede solo nella loro presenza nella vita di tutti i giorni, ma anche nel modo in cui spiegano il mondo che ci circonda, trasformando un semplice marshmallow in un'esperienza sensoriale che risveglia i nostri sensi. Quindi, mentre godi il tuo marshmallow arrostito, ricorda che la chimica sta lavorando in ogni momento, rendendo possibile questo piccolo ma delizioso esperimento della vita quotidiana.

TROVALO NELLA STORIA DELLA TERRA

Esempi di reazioni chimiche endotermiche ed esotermiche sono la fotosintesi e la combustione, rispettivamente, entrambe descritte in questo libro. Tutte e due hanno plasmato profondamente la storia del nostro pianeta. La fotosintesi, da un lato, ha innescato il Grande Evento di Ossidazione. Questo fenomeno ha alterato drasticamente la composizione chimica degli oceani e dell'atmosfera, ossigenando l'ambiente e consentendo così l'evoluzione di organismi molto più complessi di quelli che esistevano nell'ambiente anaerobico. Dall'altro lato, la combustione, un processo che libera energia in modo esotermico, si manifesta oggi in modo preoccupante nei grandi incendi boschivi, intensificati dai cambiamenti climatici.

COROLLARIO

Tutte le reazioni illustrate qui sono state presenti nel corso della storia della vita sulla Terra. In questo libro, abbiamo presentato le reazioni attraverso esperimenti condotti nel corso di Chimica presso la Escuela Nacional Preparatoria dell'UNAM, in modo che possiate comprenderle attraverso i vostri sensi. Abbiamo discusso la loro applicazione in cucina, in modo che possiate comprendere il ruolo della chimica nella preparazione del cibo e, infine, abbiamo incorporato la grande importanza che queste reazioni hanno avuto nell'evoluzione della vita. Vi abbiamo insegnato come viene utilizzato un linguaggio diverso per rappresentare i simboli degli elementi chimici sotto forma di ricetta di cucina; mostriamo il come, quando due o più atomi si uniscono, formano composti che possono reagire con altri per formare nuovi prodotti. In queste equazioni chimiche, la massa totale dei reagenti è uguale alla massa totale dei prodotti; vale a dire, la legge di conservazione della materia deve essere rispettata: "La materia non si crea né si distrugge, solo si trasforma".

Infine, per illustrarvi la legge di conservazione dell'energia, vi mostriamo un modello molecolare con i tipi di legami. Queste reazioni possono essere eseguite con materiali facilmente ottenibili fuori dal laboratorio e vi aiuteranno a capire come la chimica degli oceani, della terraferma e dell'atmosfera cambiò, guidando lo sviluppo di organismi sempre più complessi. La Terra ha 4,5 miliardi di anni e ci vollero circa un miliardo di anni perché comparissero i primi organismi cellulari. Poco più di 400 milioni di anni fa, in seguito al passaggio a un'atmosfera ricca di ossigeno, la creazione dello strato di ozono permise alla vita di emergere al di fuori degli oceani e, dal periodo Cambriano in poi, la sua complessità si espanse fino ai giorni nostri.

BIBLIOGRAFIA

- Almeraya, É. y Sánchez, E. (2015). Adaptaciones fotosintéticas en las plantas para mejorar la captación del carbono. *Ciencia*, 66(4), 72-79. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_4/PDF/AdaptacionesFotosinteticas.pdf
- Bernal, O. (2014). Fermentación. Portal Académico del CCH, UNAM. <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/fermentacion>
- Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A. y Massarini, A. (2022). Curtis. Biología. Editorial Médica Panamericana.
- Fessenden, R. J. y Fessenden, J. S. (1983). Química Orgánica. Grupo Editorial Iberoamérica.
- Garritz, A. y Chamizo, J. (2009). Tú y la Química. Prentice Hall.
- Google. (2025). Gemini 2.5 Flash [Large language model]. <https://gemini.google.com>
- Guevara, E. y Jiménez, V. (1998). Manual de laboratorio. Principios y aplicaciones de la Fisiología vegetal. Universidad de Costa Rica.
- Hein, M. y Arena, S. (2005). Fundamentos de Química. Thomson Editores.
- Liu, A. (2 de febrero de 2023). Mejorar la fotosíntesis para luchar contra el cambio climático. Instituto de Genómica Innovadora. <https://innovativegenomics.org/es/noticias/fotos%C3%ADntesis-cambio-clim%C3%A1tico-2023/>
- Mc Murry, J. (2018). Química Orgánica. CENGAGE learning.
- Mckee, T. y Makee J. (2003). Bioquímica. La base molecular de la vida. McGraw Hill.
- Microsoft. (2025). Copilot. [Large language model]. <https://copilot.microsoft.com>
- Olivas, E. y Alarcón, L. R. (2004). Manual de prácticas de Microbiología básica y Microbiología de alimentos. Programa de nutrición. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

- Phillips, J., Stozak, V., Wistrom, C. y Zike, D. (2012). Química. Conceptos y aplicaciones. McGraw Hill.
- Phind AI (2025). Phind-70B. [Large language model]. <https://www.phind.com>
- Risley J. (1996). An organoleptic Laboratory experiment. Journal of Chemical Education, 73(12), 1181-1182. <https://doi.org/10.1021/ed073p1181>
- TeachEngineering (29 de junio de 2020). Bubbling Plants Experiment to Quantify Photosynthesis. <https://www.youtube.com/watch?v=B3-16GVWfe0>
- Garrido-Pertierra, A., Teijón-Rivera, J. M., Blanco-Gaitán, D., Villaverde-Gutierrez, C. Mendoza-Oltras, C. y Ramirez-Rodrigo, J. (2018). Fundamentos de Bioquímica Estructural. Editorial Tébar.
- Wade P., Rutkowsky S. y King D. (2006). A simple combinatorial experiment based on Fischer Esterification. Journal of Chemical Education, 86(6), 927-928. <https://doi.org/10.1021/ed083p927>
- Wright, S. (2002). Tick Tock, a Vitamin C Clock. Journal of Chemical Education. 79(1), 40A-40B. <https://doi.org/10.1021/ed079p40>

NOTE

Nota 1.1. Nomenclatura chimica. Ogni elemento chimico della materia è definito dal numero di protoni che contiene nel suo nucleo. Il suo simbolo fu definito da Jöns Jacob Berzelius nel primo decennio del XIX secolo e fu accettato dall'intera comunità scientifica. Ogni simbolo è rappresentato da una o due lettere derivate dal suo nome in latino, greco o arabo; la prima è maiuscola e la seconda, quando applicabile, è minuscola. Il nome deriva da una proprietà, dal nome del suo scopritore o anche dal nome della città o del paese in cui è stato scoperto. Il pedice indica il numero di atomi di quello specifico elemento presenti nella formula di una sostanza.

Nota 2.1. Un agente ossidante è come un "ladro" di elettroni. Il suo obiettivo è rubare elettroni da altre molecole, inducendole a cambiare e reagire. Immaginate un agente ossidante come una "calamita per elettroni". È sempre alla ricerca di elettroni da attrarre e sottrarre ad altre sostanze. Quando ciò succede, la sostanza da cui sono stati sottratti gli elettroni si ossida.

Nota 2.2. Anaerobico e aerobico. Per comprendere il concetto di processo in assenza di ossigeno, pensa all'esercizio fisico. Le attività ad alta intensità e di breve durata, come il sollevamento pesi, la ginnastica e il salto, non richiedono un apporto costante di ossigeno ai muscoli e sono chiamate anaerobiche. D'altra parte, le attività a bassa intensità e di lunga durata, come la corsa e il nuoto, richiedono un apporto costante di ossigeno e sono chiamate aerobiche.

Nota 3.1. Differenza tra miscela e soluzione. Una miscela è una combinazione che può essere omogenea o eterogenea. In una miscela eterogenea, i componenti originali sono distinguibili (come riso e fagioli o sabbia in acqua); mentre

in una miscela omogenea, i suoi componenti sono indistinguibili. Questo è il caso delle soluzioni, poiché i componenti sono uniformemente dispersi e non sono più visibili separatamente (come lo zucchero disciolto in acqua o il sale in una zuppa).

Nota 3.2. Ione. Nella tavola periodica, gli elementi sono presentati nel loro stato fondamentale, il quale è quando gli atomi hanno lo stesso numero di elettroni (particelle con carica negativa) e protoni (particelle con carica positiva), quindi la loro carica è zero. Si dicono neutri perché le loro cariche di protoni ed elettroni sono bilanciate. Se un atomo neutro acquista o perde elettroni, avrà una carica e sarà chiamato ione. Se l'atomo acquista uno o più elettroni, acquisisce una carica negativa ed è chiamato anione, ma se perde elettroni, acquisisce una carica positiva ed è chiamato catione.

Nota 5.1. Perché l'estratto di ibisco è un indicatore di pH? Perché quando il pH cambia, si verificano reazioni acido-base, formando composti di diversi colori. Nella linfa vacuolare delle cellule vegetali sono presenti le antocianine, pigmenti vegetali solubili in acqua responsabili del colore blu, viola, rosso e arancione che osserviamo nel mondo vegetale.

Nota 7.1. Ogni reazione chimica può essere riassunta in due fasi fondamentali:

a) Rottura di legami: è necessario fornire energia per rompere i legami che tengono insieme gli atomi nelle molecole reagenti.

b) Formazione di legami: l'energia viene liberata quando si formano nuovi legami per creare le molecole dei prodotti.

La chiave è comprendere questa regola d'oro:

- Rompere un legame richiede SEMPRE energia.
- Formare un legame libera SEMPRE energia.

Quando viene liberata più energia del necessario, si parla di processo esotermico; quando è richiesta più energia di quella liberata, si parla di processo endotermico.

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo ringraziare PAPIME-DGAPA per il continuo supporto fornito in oltre 12 anni nella creazione della collana "Esperimenti semplici per capire una Terra complessa". Questo libro è il numero 9 di questa collana ed è stato prodotto nell'ambito del progetto PE102924. Vogliamo ringraziare i Dott.ri Mario Villalobos Peñalosa, Claudia Alejandra Ponce, Marina Vega González e il Dott. Luis Peña Cruz per la loro rigorosa revisione. Apprezziamo inoltre le approfondite discussioni con i Dott.ri Dante Morán Zenteno, Demetrio Santamaría, Ángel F. Nieto Samaniego, Juan Pablo Bernal Uruchurtu e la Dott.ssa Ma. Teresa Orozco sull'approccio alle reazioni chimiche nella storia della Terra. Questo libro fa parte dei progetti "Catena per la Scienza" e "4 Visioni per la Scienza", le cui responsabili sono, rispettivamente, leDott. resseSusana A. Alaniz Álvarez e Yadira Alma Hadassa Hernández Pérez.

INFORMAZIONE SUGLI AUTORI

M. en D. Catalina Carmona Téllez

Nata il 1° dicembre 1970 a Città del Messico, è professoressa a Tempo Pieno Livello B definitiva presso il Dipartimento di Chimica dell'Escuela Nacional Preparatoria (ENP) dell'Università Nazionale Autonoma del Messico (UNAM). Insegna Chimica III e Chimica IV nell'Area II, Scienze Chimico-Biologiche e della Salute, presso il Campus 5 "José Vasconcelos" dell'ENP. Ha conseguito la laurea in Chimica degli Alimenti presso la Facoltà di Chimica dell'UNAM e successivamente un Master in Didattica presso l'Universidad Latina. È coautrice di sette libri di testo per studenti delle scuole superiori e di cinque guide di studio per la Scuola Preparatoria Nazionale (ENP) per le materie di Chimica III e Chimica IV nell'Area II. È membro del Collegio delle Donne Professioniste del Liceo UNAM dal 2000 e, dal 2014, è membro del Consiglio di Amministrazione. È inoltre membro della Società Chimica Messicana, A.C. dal 2007. Nel tempo libero, le piace la danza, un'attività che pratica fin dai tempi del liceo; il nuoto è un'altra delle sue attività preferite.

José Martín Panting Magaña

Nato il 4 dicembre 1969 a Fairfield, California, USA. È professore a tempo pieno, livello C, presso la Escuela Nacional Preparatoria e professore ordinario, livello A, presso la Facoltà di Chimica dell'Università Nazionale Autonoma del Messico (UNAM). Ha conseguito la laurea in Chimica presso la Facoltà di Chimica dell'UNAM e la laurea in Matematica presso la Facoltà di Scienze, sempre presso l'UNAM. Ha successivamente conseguito un Master in Chimica Farmaceutica (UNAM), un Master in Scienze dell'Educazione (UNID) e un Dottorato in Scienze dell'Educazione (CESE). Attualmente sta completando un post-dottorato in Scienze dell'Educazione (CESE). Contemporaneamente, ha completato il corso preparatorio per strumentisti: Clavicembalo presso la Facoltà di Musica dell'UNAM, studi avanzati di organo e clavicembalo presso l'Accademia Messicana di Musica Antica per Organo, ed è attualmente iscritto al corso regolare di Musica Liturgica presso il Conservatorio "José Guadalupe Velázquez" di Querétaro. Come hobby, pratica la lotta olimpica a livello amatoriale, partecipando a competizioni nazionali e internazionali.

Eduardo Méndez Martínez

È professore di "asignatura A definitivo" nel Liceo e anche "asignatura interino" a livello di Iniziazione Universitaria, entrambi presso la Escuela Nacional Preparatoria. Ha ottenuto la laurea in Chimica e la laurea magistrale in Scienze Chimiche presso la Facoltà di Chimica dell'UNAM. Ha seguito corsi di formazione professionale in Pedagogia che prevedono l'uso delle TIC nell'insegnamento delle scienze. Appassionato di arte: musica, danza popolare, cinema, teatro e letteratura.

Susana Alicia Alaniz Álvarez

Nata a Guadalajara, Jalisco, nel 1958. Ha conseguito la laurea in Ingegneria Geologica presso l'Università Nazionale Autonoma del Messico (UNAM), la laurea magistrale e il dottorato in Scienze della Terra presso la stessa istituzione. È Ricercatrice Senior "C" presso l'Istituto di Geoscienze dell'UNAM, specializzata in zone di taglio a lunga durata e, più recentemente, in didattica scientifica a livello primario e secondario. È membro dell'Accademia Messicana delle Scienze (dal 2000), membro dell'Accademia di Ingegneria (dal 2002) e attualmente è Ricercatrice Emerita presso il Sistema

Nazionale dei Ricercatori. Ha pubblicato oltre cento lavori sottoposti a revisioni paritarie, tra cui articoli scientifici, capitoli di libri, programmi per computer, mappe e altri materiali. Il suo lavoro ha ricevuto oltre mille citazioni. È stata caporedattrice della "Revista Mexicana de Ciencias Geológicas" (2005-2012) ed è autrice di libri scientifici per bambini e ragazzi.

A PROPOSITO DEI TRADUTTORI

Margarita Liliana Salvatierra Cruz

La professoressa Margarita è laureata in lettere moderne italiane presso la Facoltà di Filosofia e lettere UNAM con la traduzione del libro "La casa sull'albero" di Bianca Pitzorno. Ha ottenuto il Master in Insegnamento per l'istruzione media superiore MADEMS, UNAM. È diplomata in Formazione di Consulenti di Centri di Autoaccesso di Lingue Straniere dall'ENALLT, Tecnologie Mobili per l'Insegnamento e Aggiornamento in Linguistica Applicata a distanza. Nel 2024 ha frequentato il corso di formazione per docenti "Insegnare l'italiano in modo dinamico e motivante" presso la Scuola Mondavio, Italia. Attualmente lavora come insegnante di italiano alla Scuola Nazionale Preparatoria. Liceo 1 "Gabino Barreda".

Michelangelo Martini

Si è laureato in geologia presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa nel 2004. Ha fatto il dottorato presso il Centro di Geoscienze dell'UNAM e, attualmente, svolge attività di ricerca presso l'Istituto di Geologia dell'UNAM. La sua area di ricerca è l'evoluzione dei bacini sedimentari del Mesozoico associati alla rottura della Pangea.

Eomir Roel Antonio Solis

Il professore Eomir vanta oltre 10 anni di esperienza nell'insegnamento dell'italiano. Fra altri carichi amministrativi, è stato Direttore del Dipartimento di Lingua Straniera Italiana presso l'ENP dell'Università Nazionale Autonoma del Messico (UNAM), incarico che ricopre dall'anno accademico 2019-2023. Tra i suoi lavori più recenti, oltre all'insegnamento, figurano le seguenti pubblicazioni: Coordinatore e coautore della Guida agli Esercizi di Italiano 2 (2019), Coordinatore e coautore della Guida agli Esercizi di Italiano 1 (2021), Traduzione di sei libretti sperimentali della collana "Esperimenti semplici per comprendere una Terra complessa". Questo progetto è stato realizzato in collaborazione con il Centro di Geoscienze dell'UNAM, nell'ambito del Programma Materialia: 4 Prospettive sulla Scienza (dal 2020 al 2026).



"Esperimenti semplici per capire una Terra complessa: 9. Ricette per reazioni chimiche che cambiarono la storia della Terra" è stato pubblicato dall'Istituto di Geoscienze de la Universidad Nacional Autónoma de México il 15 ottobre 2025. I caratteri utilizzati sono Myriad Variable Concept nel corpo del testo e Carlisle in copertina. La revisione è stata supervisionata da Rodrigo Gutiérrez Navarro.



E se si potessero ricreare a casa gli esperimenti che hanno cambiato la Scienza? La raccolta "Esperimenti semplici per capire una Terra complessa", basata sui dieci esperimenti più belli della storia, ti invita a farlo.

In questa nona puntata, viaggiamo sulle origini della vita stessa. Lasciamo per un momento la Fisica per immergerci nella Chimica che ha scolpito il nostro pianeta. Attraverso esperimenti semplici, comprenderai le potenti reazioni globali che hanno trasformato gli oceani e l'atmosfera: un cambiamento essenziale che ha permesso agli esseri viventi di diventare sempre più complessi.

Libri in questa collezione:

1. La pressione atmosferica e la caduta dei corpi
2. La luce e i colori
3. Eureka! I continenti e gli oceani galleggiano
4. Il clima appeso a un filo
5. La Terra e le sue onde
6. Misurare la Terra
7. L'età della Terra
8. Alla carica! Esperimenti sull'elettricità e il magnetismo
9. Ricette di reazioni chimiche che cambiarono la storia della Terra

La raccolta completa può essere scaricata dal sito web dell'Istituto di Geociencias, UNAM: <http://www.geociencias.unam.mx>