

Tema: Acidificazione dell'Oceano

Informazioni sul tema

Approssimativamente il 70% della superficie della Terra è coperta dall'acqua; ciò spiega perché le acque oceaniche svolgano un ruolo cruciale nei meccanismi climatici. E' anche importante ricordare che le acque oceaniche intervengono in maniera imponente nel ciclo del carbonio.

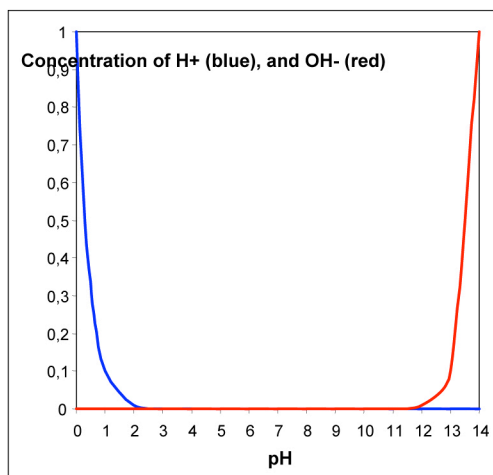
Poiché l'anidride carbonica è solubile in acqua, esistono scambi continui e naturali tra la superficie degli oceani e l'atmosfera, fino alle condizioni di equilibrio.

Fino a poco tempo fa gli oceani rappresentavano una sorgente di anidride carbonica, mentre attualmente la situazione è cambiata e si verifica l'esatto opposto: a causa delle attività umane, la concentrazione della CO₂ nell'atmosfera è aumentata così velocemente che gli oceani ora stanno assorbendo enormi quantità di CO₂.

L'assorbimento di CO₂ condiziona il livello di acidità delle acque superficiali degli oceani. L'acidità di un liquido è espresso dal valore del pH.

Il pH corrisponde al valore negativo del logaritmo (in base 10) della concentrazione degli ioni idrogeno (H⁺). In altre parole, maggiore è la concentrazione degli ioni H⁺, più basso sarà il valore del pH, e più acida è una soluzione, maggiore sarà la sua acidità.

pH = - log [H⁺] dove [H⁺] = CONCENTRAZIONE DEGLI IONI IDROGENO (mole/l)



Per ottenere una misura indicativa del pH, gli scienziati usano le **cartine indicatrici** di pH (pH paper): si tratta di strisce di carta con la proprietà di cambiare colore in base al pH delle soluzioni in cui vengono immerse.

Il confronto, poi, tra il colore assunto dalla cartine dopo l'immersione nella soluzione e opportune scale cromatiche di riferimento, permettono di effettuare una misura approssimativa dell'acidità di una soluzione. Per misure più accurate si ricorre all'utilizzo di un **pH-metro**.

Per sapere se il valore del pH raggiunge determinati valori, noi usiamo un **indicatore di pH**. Un indicatore di pH è una sostanza chimica che cambia il suo colore in funzione del

pH. Il valore del pH in cui l'indicatore cambia colore è chiamato 'intervallo di transizione' del pH. La figura 2 mostra alcuni esempi di indicatori e i rispettivi valori di transizione e quindi i rispettivi colori nella forma acida e basica.

La figura 3 fornisce poi in dettaglio il viraggio del blu di bromotimolo

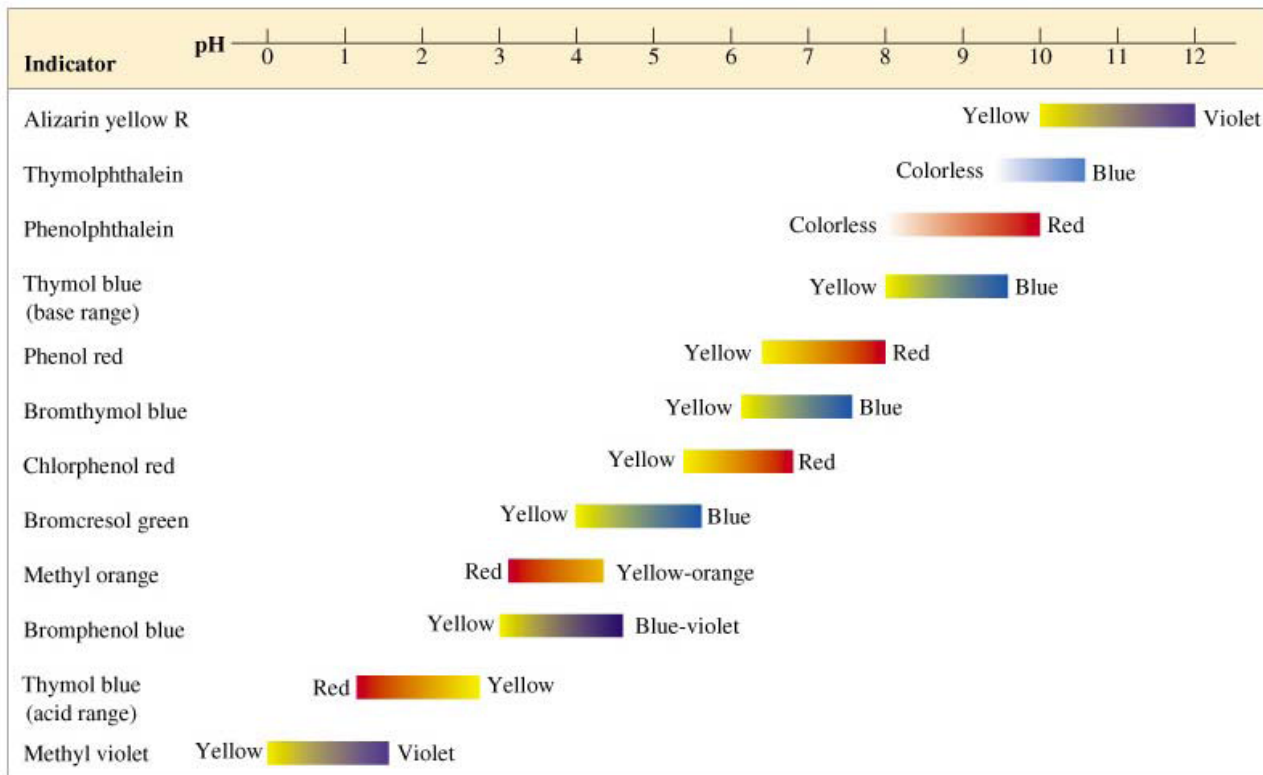


fig.2: indicatori di pH e loro intervalli di viraggio, con rispettivi colori dalla forma più acida a quella più basica

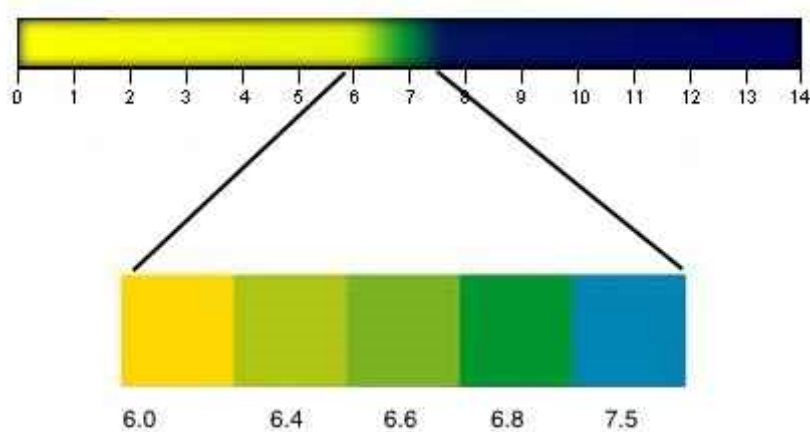


Fig.3: dettaglio di viraggio del blu di bromo timolo

L'assorbimento dell'anidride carbonica da parte degli oceani rappresenta una **minaccia per gli organismi marini con scheletri e gusci di natura calcarea** (es: mitili, telline, stelle marine, coralli,...)

Esperimento

Il triste destino delle conchiglie

Foglio descrittivo

Scopo:

- ◆ Osservare gli effetti di un abbassamento del pH delle acque sulle conchiglie con guscio di carbonato di calcio

Materiale:

1^Parte

- ◆ semplici contenitori (beaker, barattoli, altro...)
- ◆ conchiglie
- ◆ aceto

2^Parte

- ◆ contenitore segnato con etichetta 'PRECEDENTE' (per le conchiglie senza aceto)
- ◆ contenitore segnato con etichetta 'DOPO' (per le conchiglie che sono state immerse in aceto per alcuni giorni)

Avviamo il lavoro:

- ◆ prova a pensare se un pH basso possa danneggiare le conchiglie. Formula la tua ipotesi e trascrivila nel foglio di lavoro

1^ Parte

- ◆ metti le conchiglie in un barattolo
- ◆ versa l'aceto sulle conchiglie fino a coprirle interamente. Che cosa puoi osservare. Inserisci le tue osservazioni nel foglio di lavoro.

2^ Parte

- ◆ paragona le conchiglie campione non trattate con l'aceto, con quelle che hai lasciato per alcuni giorni nell'aceto. Puoi estrarle dall'aceto con cura e osservarle attentamente. Che cosa puoi vedere? Inserisci le tue considerazioni nel foglio di lavoro.
- ◆ analizza i tuoi risultati rispondendo alle domande che seguono
- ◆ definisci le tue conclusioni e riassume le tue considerazioni
- ◆ prepara il tuo team di scienziati per la presentazione dell'attività di fronte all'intera classe

Esperimento

Il triste destino delle conchiglie

Foglio di lavoro

Ipotesi

.....
.....
.....
.....

Osservazioni:

1^a Parte: che cosa osservi quando immergi le conchiglie nell'aceto?

.....
.....
.....

2^a Parte: quali differenze noti quando fai il confronto tra le conchiglie di riferimento e quelle che sono rimaste immerse nell'aceto per alcuni giorni?

.....
.....
.....

2^a Parte: ci sono differenze tra i vari tipi di conchiglie?

.....
.....
.....

Analisi dei risultati

Di quale sostanza sono costituite le conchiglie?

.....
.....
.....

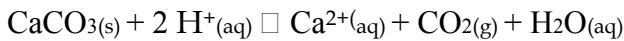
Immaginando la reazione tra gli ioni Ca^{2+} e CO_3^{2-} , scrivi le formule che portano alla formazione del carbonato di calcio. Indica anche le fasi di ciascun elemento (ione, solido, gas)

.....
.....
.....

Che cos'è l'aceto? E' una soluzione acida o basica? Che cosa produce: ioni H^+ o ioni OH^- ?

.....
.....
.....

Quando versi l'aceto sulle conchiglie, ha luogo la seguente reazione (l'aceto è un miscuglio di acido acetico CH₃COOH e acqua)



Cosa succede al carbonato di calcio quando gli versi sopra l'aceto? Come viene influenzato lo spessore dei gusci delle conchiglie?

.....
.....
.....

Quale è la causa della formazione di bollicine?

.....

Se tu scaldassi l'aceto prima di versarlo sulle conchiglie, osserveresti un aumento delle bollicine, come potresti spiegare questo fenomeno? (suggerimento: la solubilità dei gas)

.....
.....

Conclusioni

La tua ipotesi è corretta? Se no, spiega

.....
.....

Implicazioni

Gli organismi con scheletri o conchiglie calcarei sono minacciati dall'acidificazione degli oceani?

.....
.....

Perché gli organismi polari sarebbero i primi a subire l'impatto dell'acidificazione degli oceani? Discuti la questione con gli studenti che hanno realizzato l'esperienza "Possiamo renderlo più acido?"

.....
.....
.....

Perché i bollitori devono essere disincrostatati?

.....
.....

Gli edifici storici in pietra calcarea spesso appaiono grigiastri. Come mai? Cosa danneggia le pietre?

.....
.....

Presentazione dell'esperimento alla classe

Introduci sinteticamente il tema dell'acidificazione in collaborazione con gli studenti che hanno condotto l'esperimento 'Possiamo renderlo più acido?'.
Formulate le vostre ipotesi

Discutete sui materiali e sul metodo utilizzato

Mostrate i risultati

Discutete i vostri risultati (con l'analisi sopra)

Esperimento

Il triste destino delle conchiglie

Foglio di lavoro

Ipotesi

Il livello più basso di pH danneggia i gusci delle conchiglie

Osservazioni:

1^ Parte: che cosa osservi quando immergi le conchiglie nell'aceto?

Le conchiglie cominciano a produrre bollicine

2^ Parte: quali differenze noti quando fai il confronto tra le conchiglie di riferimento e quelle che sono rimaste immerse nell'aceto per alcuni giorni?

Le conchiglie che sono state immerse nell'aceto hanno perso la loro lucentezza; esse sono danneggiate

2^Parte: ci sono differenze tra i vari tipi di conchiglie?

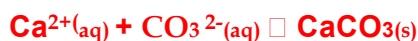
Ci sono alcuni depositi di calcio sul fondo del bicchiere che contiene le telline e piccole conchiglie. Il guscio dei canolicchi (conchiglie bivalvi) è diventato, in modo evidente, più fragile

Analisi dei risultati

Di quale sostanza sono costituite le conchiglie?

Carbonato di calcio (CaCO₃)

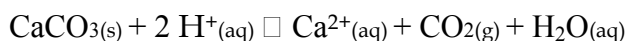
Immaginando la reazione tra gli ioni Ca²⁺ e CO₃²⁻, scrivi le formule che portano alla formazione del carbonato di calcio. Indica anche le fasi di ciascun elemento (ione, solido, gas)



Che cos'è l'aceto? E' una soluzione acida o basica? Che cosa produce: ioni H⁺ o ioni OH⁻?

E' una soluzione acida che rilascia ioni H⁺

Quando versi l'aceto sulle conchiglie, ha luogo la seguente reazione (l'aceto è un miscuglio di acido acetico CH₃COOH e acqua)



Cosa succede al carbonato di calcio quando gli versi sopra l'aceto? Come viene influenzato lo spessore dei gusci delle conchiglie?

Alcuni gusci vengono sciolti e i gusci diventano più sottili e fragili

Quale è la causa della formazione di bollicine?

Si tratta della CO₂ che viene liberata

Se tu scaldassi l'aceto prima di versarlo sulle conchiglie, osserveresti un aumento delle bollicine, come potresti spiegare questo fenomeno? (suggerimento: la solubilità dei gas)

Un gas si dissolve meglio in un liquido freddo piuttosto che in uno caldo. I liquidi più caldi dissolvono meno anidride carbonica, ciò implica che una maggiore quantità di CO₂ venga rilasciata nell'atmosfera.

Conclusioni

La tua ipotesi è corretta? Se no, spiega

Sì

Implicazioni

Gli organismi con scheletri o conchiglie calcarei sono minacciati dall'acidificazione degli oceani?

Sì, i loro scheletri o i loro gusci si dissolvono in modo molto probabile



Perché gli organismi polari sarebbero i primi a subire l'impatto dell'acidificazione degli oceani? Discuti la questione con gli studenti che hanno realizzato l'esperienza "Possiamo renderlo più acido?"

Acque più fredde → aumento della solubilità della CO₂ → calo del livello del pH dell'acqua di mare

Perché i bollitori devono essere disincrostatati?

I minerali nell'acqua di rubinetto sono responsabili dei depositi di calcio che si formano quando si fa bollire l'acqua. Si può usare l'aceto per rimuoverli

Gli edifici storici in pietra calcarea spesso appaiono grigiastri. Come mai? Cosa danneggia le pietre?

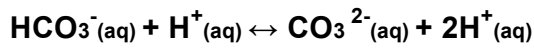
Le piogge acide

Lo sapevi che

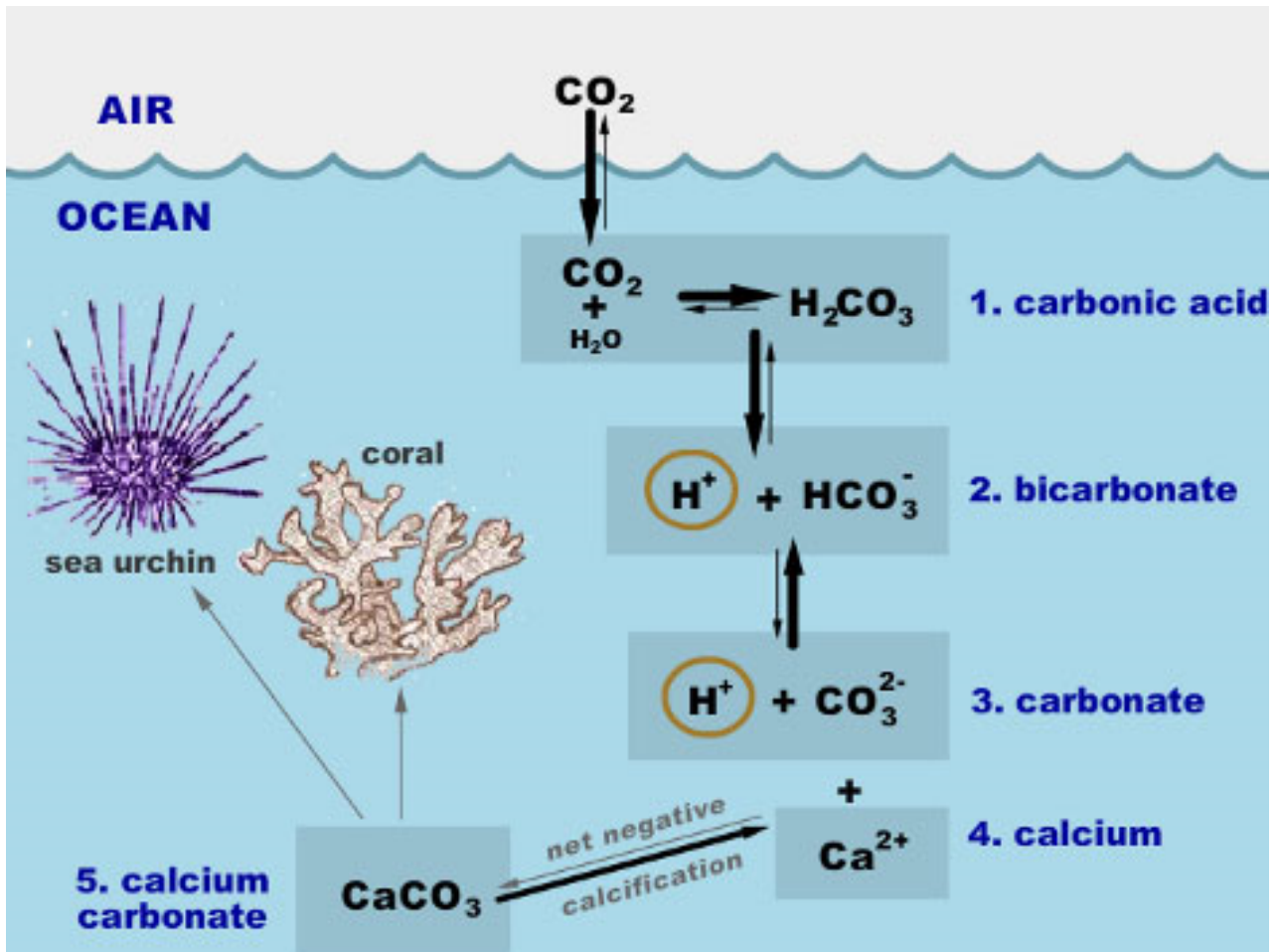
L'acidificazione degli oceani non danneggia soltanto lo scheletro o le conchiglie degli organismi, ma riduce anche le concentrazioni di ioni carbonato CO₃²⁻ negli oceani. Lo ione carbonato CO₃²⁻ è uno dei componenti di base degli scheletri e delle conchiglie.

L'acidificazione causa un incremento del numero dei protoni nell'acqua che possono reagire con gli ioni carbonato per formare ioni bicarbonato HCO_3^- .

L'equilibrio si sposta a sinistra e da ciò risulta una diminuzione di ioni carbonato per gli organismi:



A lungo termine, ci può essere una sottosaturazione di ione carbonato. Nelle acque Artiche, questa sottosaturazione può verificarsi più velocemente che nelle acque Antartiche, a causa della diminuzione del ghiaccio marino che rende libera gran parte della superficie dell'Oceano per l'assorbimento della CO_2 .



Il processo di calcificazione, durante il quale il carbonato di calcio si forma con la reazione tra ioni calcio e ione carbonato, è influenzato tanto dalla temperatura quanto dal livello di pH. Temperature più alte permettono la formazione e la precipitazione più veloce del calcio. Questo processo è dimostrato chiaramente nel bollitore.

Esperimento: Possiamo renderlo più acido?

Foglio descrittivo

Scopo:

- ◆ Osservare gli effetti dell'assorbimento della CO₂ sul pH dell'acqua
- ◆ Osservare l'influenza della temperatura dell'acqua sull'assorbimento di CO₂

Materiale:

- ◆ 3 barattoli sufficientemente larghi o 3 beakers
- ◆ acqua
- ◆ 4 cubetti di ghiaccio
- ◆ cannucce
- ◆ blu di bromotimolo (indicatore del pH)
- ◆ occhiali da laboratorio
- ◆ cilindro graduato

Misure di sicurezza

- ◆ per questo esperimento è necessario utilizzare un paio di occhiali da laboratorio

Avviamo il lavoro:

- ◆ prova a pensare se l'assorbimento di CO₂ aumenterà o ridurrà il pH dell'acqua. Formula la tua ipotesi e trascrivila nel foglio di lavoro
- ◆ prova a pensare se la temperatura dell'acqua abbia un ruolo importante nell'assorbimento della CO₂. Formula la tua ipotesi e trascrivila nel foglio di lavoro
- ◆ riempi i barattoli 1 e 2 con 130 ml di acqua, mentre il barattolo 3 con 100 ml di acqua
- ◆ aggiungi 20 gocce di blu di bromotimolo a ciascun barattolo e mescola bene
- ◆ aggiungi 4 cubetti di ghiaccio nel contenitore 3
- ◆ il contenitore 1 sarà il tuo campione di riferimento. Determina il colore e il pH del blu di bromotimolo di questo campione trascrivilo sul foglio di lavoro
- ◆ metti gli occhiali di protezione
- ◆ soffia nel contenitore 2 per circa tre minuti con una cannuccia. Non devi soffiare in modo continuativo, ma puoi prendere fiato
- ◆ determina immediatamente il colore del pH relativo a questo contenitore e trascrivilo nel foglio di lavoro
- ◆ soffia nel contenitore 3 per circa tre minuti con una cannuccia. Non devi soffiare in modo continuativo, ma puoi prendere fiato
- ◆ determina immediatamente il colore del pH relativo a questo contenitore e trascrivilo nel foglio di lavoro
- ◆ analizza i tuoi risultati rispondendo alle domande che seguono
- ◆ definisci le tue conclusioni e riassumi le tue considerazioni
- ◆ prepara il tuo team di scienziati per la presentazione dell'attività di fronte all'intera classe.

Esperimento

Possiamo renderlo più acido?

Foglio di lavoro

Prima ipotesi

.....
.....
.....
.....

Seconda ipotesi

.....
.....
.....
.....

Osservazioni:

completa la tabella, scrivi i colori e il valore del pH dei tre contenitori

	Colore	pH misurato con il blu di bromotimolo
Contenitore di riferimento		
Contenitore senza ghiaccio, in cui gli studenti hanno soffiato		
Contenitore con ghiaccio, in cui gli studenti hanno soffiato		

Analisi dei risultati

Come cambia il livello di acidità quando si soffia nel contenitore?

.....
.....
.....

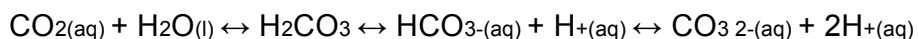
Come cambia il colore quando si soffia nel contenitore?

.....
.....
.....

Qual è la causa dei cambiamenti di colore e di pH? Suggerimento: quale gas avete immesso nel contenitore, soffiando al suo interno?

.....
.....
.....

Quando soffi nel contenitore, si verifica la seguente reazione:



In quale direzione si sposta la reazione quando aumenta la concentrazione di anidride carbonica?

.....
.....
.....

Cosa accade al pH? Suggerimento: utilizza la formula del pH.

.....
.....
.....

Quale contenitore ha il livello di acidità più alto?

.....
.....
.....

Perché ciò accade? Suggerimento: solubilità dei gas.

.....
.....
.....

Conclusioni

Le tue ipotesi sono corrette? Se no, spiega.

.....
.....
.....

Implicazioni

L'aumento di emissioni di CO₂, nei secoli a venire, condurrà ad una maggiore o minore acidità delle acque oceaniche? Spiega.

.....
.....
.....

L'innalzamento del livello di CO₂ nell'atmosfera avrà effetti sugli organismi marini? Discuti con gli studenti che hanno condotto l'esperienza *'Il triste destino delle conchiglie marine'*.

.....
.....
.....

Quali oceani saranno maggiormente coinvolti nei processi di acidificazione? Quelli intorno all'Equatore o quelli dei Poli? Spiega.

.....
.....
.....

Immagina che due scienziati conducano gli esperimenti e inseriscano i risultati ottenuti su un grafico (variazione del pH nel tempo), potranno i loro grafici essere simili? Prova a spiegare.

.....
.....
.....

Presentazione dell'esperimento alla classe

Introduci sinteticamente il tema dell'acidificazione in collaborazione con gli studenti che hanno condotto l'esperimento *'Il triste destino delle conchiglie di mare'*.

Formulate le vostre ipotesi

Discutete sui materiali e sul metodo utilizzato

Mostrate i risultati

Discutete i vostri risultati (con l'analisi sopra) e presentate le vostre conclusioni

Esperimento

Possiamo renderlo più acido?

Foglio di lavoro completato

Prima ipotesi

La CO₂ provoca la diminuzione del pH dell'acqua

Seconda ipotesi

Le temperature dell'acqua giocano un ruolo importante nell'assorbimento della CO₂

Osservazioni:

completa la tabella, scrivi i colori e il valore del pH dei tre contenitori

	Colore	pH misurato con il blu di bromotimolo
Contenitore di riferimento	<i>blu</i>	<i>7,5</i>
Contenitore senza ghiaccio, in cui gli studenti hanno soffiato	<i>verde scuro</i>	<i>6,8</i>
Contenitore con ghiaccio, in cui gli studenti hanno soffiato	<i>verde chiaro/giallo</i>	<i>6,4</i>

Analisi dei risultati

Come cambia il livello di acidità quando si soffia nel contenitore?

Il livello di acidità aumenta.

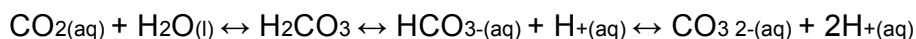
Come cambia il colore quando si soffia nel contenitore?

Il colore cambia da blu a verde a giallo.

Qual è la causa dei cambiamenti di colore e di pH? Suggerimento: quale gas avete immesso nel contenitore, soffiando al suo interno?

Soffiando nel contenitore, si introduce biossido di carbonio, che provoca l'aumento dell'acidità dell'acqua e il cambiamento di colore da blu a giallo.

Quando soffi nel contenitore, si verifica la seguente reazione:



In quale direzione si sposta la reazione quando aumenta la concentrazione di anidride carbonica?

Verso destra.

Cosa accade al pH? Suggerimento: utilizza la formula del pH.

Il pH diminuisce.

Quale contenitore ha il più alto livello di acidità?

Il contenitore con cubetti di ghiaccio in cui qualcuno ha soffiato.

Perché ciò accade? Suggerimento: solubilità dei gas.

Un gas si scioglie più facilmente in acqua fredda che in acqua calda. La solubilità è inversamente proporzionale alla temperatura. Questo significa che nell'acqua con i cubetti di ghiaccio si scioglie una maggiore quantità di CO_2 , per cui il pH diminuisce ancora di più.

ATTENZIONE: ERRORE IN INGLESE "AUMENTA ANCORA DI PIU"

Conclusioni

Le tue ipotesi sono corrette? Se no, spiega.

Si

Implicazioni

L'aumento di emissioni di CO₂, nei secoli a venire, condurrà ad una maggiore o minore acidità delle acque oceaniche? Spiega.

Gli oceani diventeranno più acidi. L'uso di combustibili fossili e la deforestazione aumenteranno ulteriormente le concentrazioni di CO₂ in atmosfera. Ciò porterà ad un aumento di assorbimento di CO₂, che provocherà la diminuzione del livello di pH degli oceani.

L'innalzamento del livello di CO₂ nell'atmosfera avrà effetti sugli organismi marini? Discuti con gli studenti che hanno condotto l'esperienza 'Il triste destino delle conchiglie marine'.

Si, l'incremento dell'acidità degli oceani danneggerà i gusci delle conchiglie marine.

Quali oceani saranno maggiormente coinvolti nei processi di acidificazione? Quelli intorno all'Equatore o quelli dei Poli? Spiega.

Gli oceani nelle regioni polari. Acque più fredde comportano maggiore solubilità della CO₂ e quindi minore pH dell'acqua marina.

Immagina che due scienziati conducano gli esperimenti e inseriscano i risultati ottenuti su un grafico (variazione del pH nel tempo), potranno i loro grafici essere simili? Prova a spiegare.

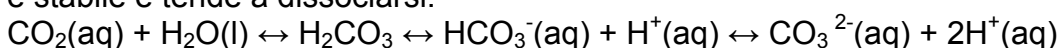
No, le curve non sarebbero le stesse. Le quantità di CO₂ soffiate nei contenitori dipendono da chi soffia.

Lo sapevi?

Attualmente i livelli di pH dell'oceano hanno un valore intorno a 8.1 (con una variazione geografica da 8.0 a 8.2). Nonostante non ci sia consenso scientifico, gli scienziati credono che l'acidificazione degli oceani causata dai livelli in aumento della CO₂ atmosferica aumenterà da 0.1 a 0.5 unità di pH entro il 2100. Questi valori possono non sembrare molto elevati, ma data la scala logaritmica, comporterebbero una acidificazione dal 25% al 150% nel corso del prossimo secolo. Il fallimento nella riduzione delle emissioni di CO₂ potrebbe portare a una ristrutturazione dell'intero ecosistema. Oltre a questo, potremmo vedere cambiamenti nel ciclo del carbonio. C'è da aspettarsi che la velocità con cui gli oceani assorbono la CO₂ diminuisca se la concentrazione della CO₂ aumenta.

L'acidificazione non significa che gli oceani diventeranno acidi e, anche con livelli di pH ben sopra a 7, rimarranno basici. L'acidificazione, in questo caso, si riferisce solo alla riduzione dei livelli di pH.

Una volta sciolta in acqua, la CO₂ prenderà prevalentemente la forma di ioni bicarbonato (HCO₃⁻), e basse concentrazioni di ioni carbonato (CO₃²⁻). L'acido carbonico (H₂CO₃) non è stabile e tende a dissociarsi.



All'attuale livello di pH degli oceani, avviene anche un'altra reazione che consuma ioni carbonato e non cambia il pH:



La seconda equazione descrive la reazione che accade più frequentemente negli oceani attuali, ma anche la prima reazione accade, per cui il risultato complessivo è una diminuzione dei carbonati e una diminuzione del pH.

Presentazione dell'esperimento alla classe

Introduci sinteticamente il tema dell'acidificazione in collaborazione con gli studenti che hanno condotto l'esperimento *'Il triste destino delle conchiglie di mare'*.

Formulate le vostre ipotesi

Discutete sui materiali e sul metodo utilizzato

Mostrate i risultati

Discutete i vostri risultati (con l'analisi sopra) e presentate le vostre conclusioni