

pH -Protocollo

Scopo

Misurare il pH dell'acqua.

Visione d'insieme

Gli studenti usano un pHmetro o carta per pH per misurare il pH dell'acqua. Se si usa un pHmetro, lo strumento deve essere calibrato con soluzioni tampone che hanno valori di 4,0, 7,0, 10,0.

Risultati per gli Studenti

Gli studenti impareranno a:

- usare un pHmetro o della carta da pH;
- comprendere le differenze tra valori di pH acidi, basici e neutri;
- esaminare le ragioni di cambiamenti del pH nei corpi idrici;
- comunicare i risultati del progetto con altre scuole GLOBE;
- collaborare con altre scuole GLOBE (all'interno del proprio paese o in altri paesi), e
- condividere le osservazioni, presentando i dati all'archivio Globe.

Concetti scientifici

Scienze della Terra e dello Spazio

I materiali della terra sono solide rocce, suoli, acqua e atmosfera.

L'acqua è un solvente.

Ogni elemento si muove tra i diversi serbatoi (biosfera, litosfera, atmosfera, idrosfera).

Scienze fisiche

Gli oggetti hanno proprietà osservabili.

Scienze della vita

Gli organismi possono sopravvivere solo in ambienti in cui siano soddisfatti i loro bisogni.

La Terra ha molti ambienti diversi che supportano diverse combinazioni di organismi.

Gli esseri umani possono modificare gli ambienti naturali.

Tutti gli organismi devono essere in grado di ottenere e utilizzare le risorse pur vivendo in un ambiente che cambia costantemente.

Abilità Scientifiche di Indagine

Utilizzare un pHmetro o carta per pH per misurare il pH dell'acqua

Identificare le domande a cui è possibile dare una risposta.

Progettare e condurre indagini scientifiche.

Utilizzare strumenti matematici adeguati per analizzare i dati.

Sviluppare le descrizioni e le previsioni sulla base di prove.

Riconoscere e analizzare spiegazioni alternative.

Comunicare procedure, descrizioni e le previsioni.



Livello

Tutti.

Tempo

10 minuti.

Frequenza

Settimanale

Materiali e strumenti

Per misurare il pH con la carta da pH:

- *Hydrology Investigation Data Sheet*
- *Using pH Paper (Electrical Conductivity Greater Than 200mS/cm) Field Guide OR Using pH Paper (Electrical Conductivity Less Than 200mS/cm) Field Guide*
- carta da pH
- beaker da 50 mL o 100 mL
- guanti in lattice

Per misurare il pH con il pH-metro:

- *Hydrology Investigation Data Sheet*
- *Using a pH Meter (Electrical Conductivity Greater Than 200mS/cm) Field Guide OR Using a pH Meter (Electrical Conductivity Less Than 200mS/cm) Field Guide*
- pHmetro
- acqua distillata
- tovaglioli di carta pulita o pezzo di tessuto soffice
- soluzioni tampone (buffer) a pH 7.0, 4.0 e 10.0
- tre vasetti da 100 mL con tappo
- un beaker da 100-mL

Preparazione

Il pH-metro deve essere calibrato ogni volta che si usa, prima dell'uso

Attività di apprendimento raccomandate:

Practicing Your Protocols: pH (e-guide only) and *The pH Game (e-guide only)*

Prerequisiti

Electrical Conductivity Protocol

pH Protocollo – Introduzione

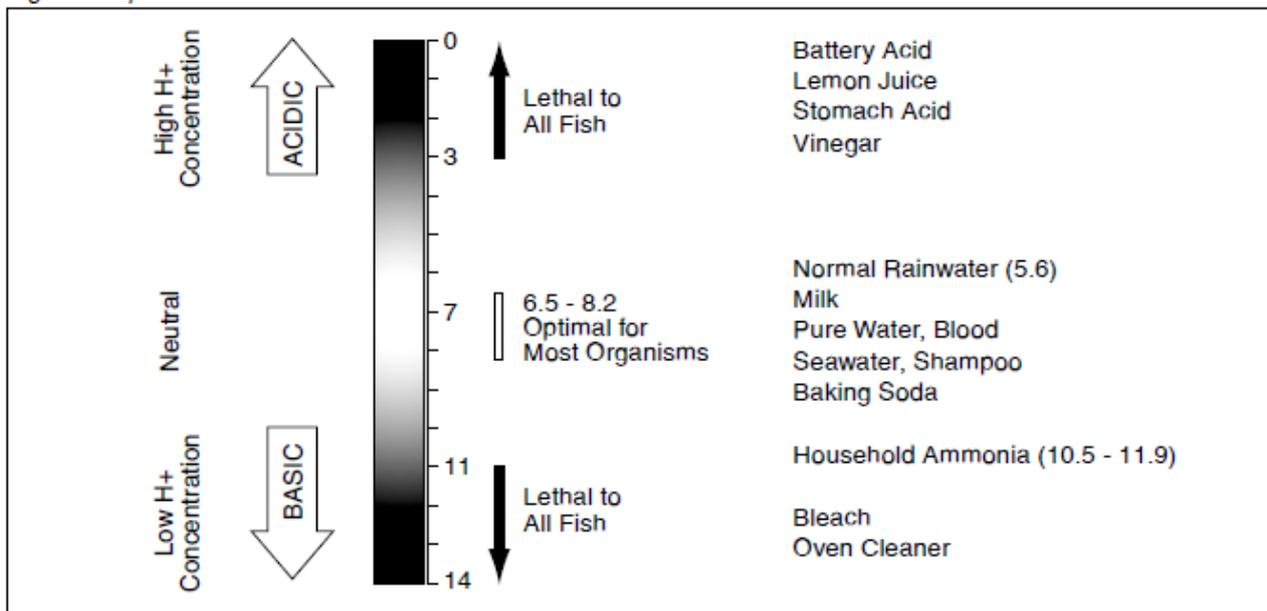
Il pH misura l'acidità dell'acqua. La scala del pH (misurata da 0,0 a 14,0 unità di pH) è una scala logaritmica della concentrazione di ioni idrogeno. Soluzioni con un pH superiore a 7,0 sono classificate come basi e quelle con un pH inferiore a 7,0 come acidi. Un pH di 7,0 è neutro. *Procedendo dai valori numerici minori a quelli maggiori, cioè da 0 a 14 (nota Globe Italia)*, ogni unità di pH è dieci volte maggiore in concentrazione di ioni idrogeno di quella successiva. Per esempio, acqua a pH 4,0 ha una concentrazione di ioni idrogeno 10 volte maggiore di acqua a pH 5,0. Acqua a pH di 3,0 contiene 100 volte il contenuto di acido di acqua a pH 5,0. Per questo motivo una piccola modifica del pH potrebbe avere effetti significativi sulla qualità dell'acqua.

La maggior parte dei laghi e dei torrenti ha valori di pH che variano tra 6,5 e 8,5. L'acqua pura, non a contatto con l'aria, ha un valore pH neutro di 7,0. Acqua con impurità può anche avere un pH di 7,0 se gli acidi presenti sono in equilibrio con le basi.

Gli oceani sono ben tamponati, hanno un pH costante di circa 8,2. Si possono trovare acque che sono naturalmente più acide in aree con certi tipi di minerali presenti (ad esempio, solfuri). L'attività mineraria può anche rilasciare minerali, che sono fonte di acidità per i corpi idrici. Acque basiche presenti in natura si trovano in genere in aree dove il terreno è ricco di minerali come la calcite o calcare. Acidi e basi possono anche entrare nei corpi d'acqua come sottoprodotti delle attività umane.

Il pH ha effetti sulla maggior parte dei processi chimici e biologici che avvengono nell'acqua. Il pH ha una forte influenza su ciò che può vivere in acqua; gli organismi acquatici hanno determinati intervalli di pH che preferiscono o richiedono. Salamandre, rane ed altri anfibi, oltre a molti macroinvertebrati, sono particolarmente sensibili agli estremi livelli di pH. La maggior parte degli insetti, degli anfibi e dei pesci è assente in corpi d'acqua con pH inferiore a 4,0 o superiore a 10,0. La Figura HY-pH-1 mostra i valori di pH di alcune sostanze comuni e dei limiti letali per le specie ittiche in acqua.

Figure HY-pH-1



Sostegno all'insegnante

Note speciali sulla conducibilità elettrica

L'accuratezza delle carte per il pH e dei pHmetri dipende dalla conducibilità elettrica dell'acqua. La conducibilità elettrica dell'acqua deve essere di almeno di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ perché la carta per pH e il pHmetro forniscano misure precise. Gli oceani e le acque salmastre hanno valori di conducibilità molto più alti di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se non si è certi che l'acqua dolce del sito Idrologia abbia un valore di conducibilità abbastanza alto per la tecnica di misura (carta o pHmetro), si deve misurare la conducibilità elettrica prima di ottenere le misure di pH. Una volta determinato il valore di conducibilità elettrica dell'acqua, utilizzare la più appropriata guida da campo per il pH.

Ci sono quattro guide da campo tra cui scegliere:

- utilizzo di carta per pH con acqua avente conducibilità elettrica maggiore di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- l'uso di carta di pH con l'acqua avente conducibilità elettrica inferiore a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- l'uso un pHmetro con acqua avente una conducibilità elettrica maggiore di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- l'utilizzo di un pHmetro con acqua avente una conducibilità elettrica inferiore a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Se non si dispone di un misuratore di conducibilità elettrica e si desidera misurare il pH, si corre il rischio che i dati non siano precisi, quindi è altamente raccomandabile misurare la conducibilità elettrica. Se l'acqua ha una trasparenza ridotta (molti solidi disciolti), è probabile che l'acqua abbia un valore di conducibilità maggiore di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se si è vicino alla fonte di acqua dolce (per esempio, originata dalla fusione di neve o da elevata altitudine), allora si può aggiungere una piccola quantità di sale, come indicato nelle Guide da Campo per la carta per il pH e per il pHmetro per valori di conducibilità inferiori a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Preparazione preliminare

Gli studenti più giovani possono avere difficoltà con il concetto di acidi e basi. Ma hanno familiarità con il gusto caratteristico di acidi come il succo di limone e aceto e di basi, come latte e sapone. Si usi il gioco del pH, descritto nelle Attività di Apprendimento, Learning Activity, per introdurre gli studenti al concetto di pH. Per assicurare l'accuratezza dei dati di pH in acqua dolce è necessario effettuare una misura di conducibilità elettrica preliminare. Si invitino gli studenti a rivedere il protocollo di conducibilità elettrica.

Alcuni pHmetri richiedono una preparazione prima del loro utilizzo.

Procedura di misurazione

La Guida da Campo da utilizzare dipende dalla conducibilità elettrica dell'acqua e dal mezzo che si utilizza per misurare il pH, pHmetro o carta da pH.

Se si sa che l'acqua del sito idrologia ha una elevata conducibilità elettrica, allora non è necessario misurare la conducibilità elettrica prima del pH. Se non si è sicuri, è necessario determinare la conducibilità elettrica prima della misurazione del pH. Potrebbe essere necessario portare un campione di acqua in laboratorio per portare la temperatura dell'acqua tra 20°C e 30°C (vedi il Protocollo di conducibilità elettrica).

Carta pHmetro : Quale strumento utilizzare?

Ci sono due metodi di misurazione del pH in GLOBE. I vantaggi e gli svantaggi dei metodi sono i seguenti:

Carta per pH

Vantaggi

- di facile uso per i bambini
- non ha bisogno di calibrazione

Svantaggi

- la risoluzione non è buona come quella del pHmetro (si leggono incrementi di 0,5 unità di pH)
- la temperatura non è compensata.

Se si acquista la carta per pH da usare nella raccolta di dati GLOBE, prestare particolare attenzione alla qualità della carta scelta. Il team di Idrologia GLOBE gestisce un sito Web a cui si può accedere mediante l'*Angolo dello scienziato* sul sito Web di GLOBE, in cui si possono trovare informazioni su carte per pH testate dagli scienziati.

pHmetri

Vantaggi

- si ottengono misure a 0,1 unità di pH.
- la temperatura può essere compensata.

Nota: Evitare di utilizzare pHmetri con una calibrazione in un punto solo

Svantaggi

- lo strumento deve essere tarato con soluzioni tampone prima di ogni utilizzo.
- è più costoso della carta per pH.
- le prestazioni si deteriorano nel tempo.

I migliori apparecchi devono avere almeno una calibrazione a due punti e una compensazione automatica della temperatura (ATC). Le soluzioni tampone possono essere ordinati in forma liquida o in polvere. Il liquido è più costoso ed ha una durata più breve, ma può risultare più conveniente che miscelare i buffer in polvere. La maggior parte dei pHmetri richiede batterie piccole, piatte del tipo di quelle che si usano per gli orologi. Anche se le batterie durano a lungo, se lo strumento viene spento quando non in uso, è una buona pratica tenere un set di batterie a portata di mano.

Calibrazione dei pHmetri

Il misuratore di pH deve essere calibrato prima di ogni utilizzo. Se si misura il pH presso il sito di idrologia, allora anche lo strumento deve essere tarato al sito di idrologia. Se si misura il pH in laboratorio, si calibra lo strumento in laboratorio prima di procedere alla misurazione. Gli strumenti variano nella procedura di calibrazione, quindi è necessario leggere attentamente le istruzioni per la calibrazione fornite con lo strumento.

MAI registrare dati di pH ottenuti con uno strumento che non è stato calibrato!



Source: Jan Smolík, 1996, TEREZA, Association for Environmental Education, Czech Republic

Seguire le istruzioni fornite con il pH-metro per condizionare l'elettrodo del pH-metro. La maggior parte dei pHmetri in commercio richiede di mettere in ammollo l'elettrodo in acqua di rubinetto, non in acqua distillata, per almeno 30 minuti o anche 60 minuti affinché si reidrati) prima di ogni uso.

Calibrazione della Carta per pH

Non si calibra la carta per pH. Tuttavia, per assicurarsi che la carta di pH stia fornendo valori corretti, è possibile confrontare i risultati della carta per pH con i risultati ottenuti con un pHmetro tarato (se ce n'è uno a disposizione).

Se non si dispone di un pHmetro tarato, si utilizzi una striscia di carta per pH per testare uno standard noto come una soluzione tampone a pH 4,0 o 7,0 o 10,0 o una bibita fresca a temperatura ambiente.

Alcuni valori noti sono:

| | |
|------------|-----|
| Coca-Cola | 2.5 |
| RC-cola | 2,5 |
| Mr. Pibb | 2.8 |
| Pepsi-Cola | 2.5 |
| Sprite | 3.2 |

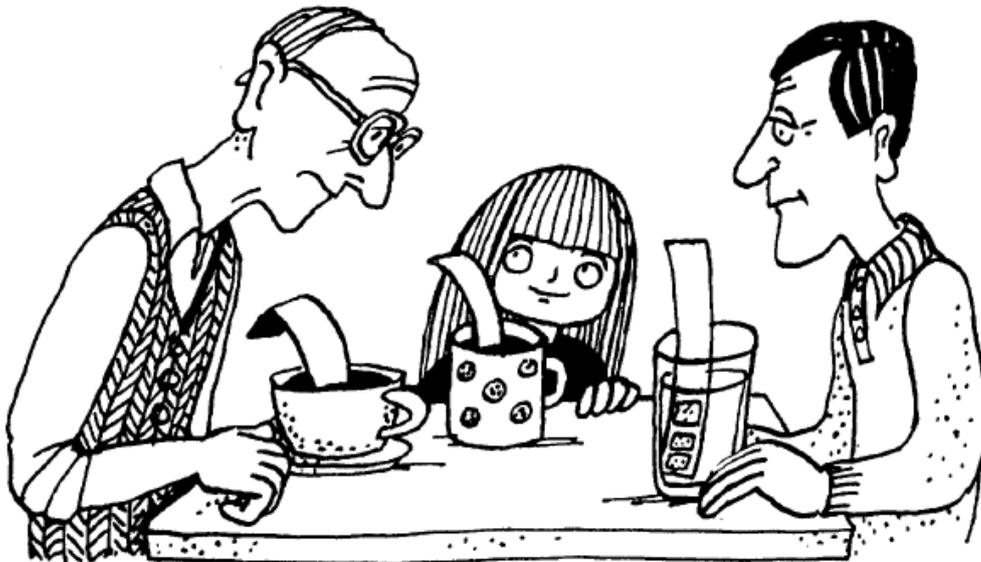
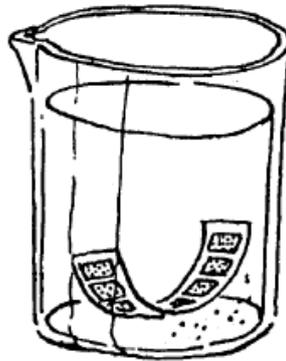
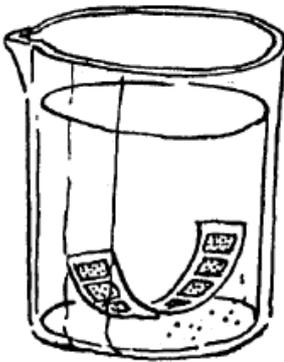
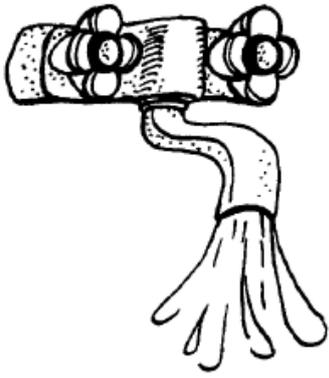
Protocolli di sostegno

Atmosfera e Suolo: gli studenti GLOBE rilevano il pH dell'acqua, le precipitazioni e fanno misurazioni sul suolo. È interessante per gli studenti, e informativo per gli scienziati, raccogliere e confrontare le tre misurazioni.

Idrologia: Per una migliore comprensione dei dati di pH, è utile misurare anche l'alcalinità. L'alcalinità è una misura della capacità tampone dell'acqua, che indica se il sito sarà sensibile all'apporto di acidi. È anche utile per conoscere il suolo o il tipo di roccia e la copertura del suolo nella zona indagata.



Source: Jan Smolík, 1996, TEREZA, Association for Environmental Education, Czech Republic



Source: Jan Smolík, 1996, TEREZA, Association for Environmental Education, Czech Republic

Precauzioni per la sicurezza degli operatori

Gli studenti devono indossare guanti quando si maneggia acqua, che può contenere sostanze potenzialmente dannose come batteri o rifiuti industriali.

Manutenzione dello strumento

Carta pH

La carta pH deve essere conservata nella sua scatola in un luogo asciutto. Essa non deve essere conservata in ambienti troppo caldi o umidi. Gettare la carta se si bagna o umidifica durante la conservazione.

pHmetro

1. i pHmetri richiedono grande attenzione al fine di mantenere la loro accuratezza e la durata della vita. Consultare il manuale per la manutenzione e le istruzioni di conservazione per il proprio strumento.
2. Ci si deve assicurare di condizionare l'elettrodo del proprio strumento secondo le istruzioni del produttore, ma non si deve conservare lo strumento immerso in acqua.
3. Spegnerlo lo strumento quando non lo si usa.
4. Dopo l'uso, rimettere il cappuccio all'elettrodo per proteggerlo.
5. Non immergere l'intero strumento in acqua durante l'uso. Solo la punta dello strumento, vale a dire l'elettrodo, deve essere posta sotto l'acqua.
6. Non farlo cadere o non gestirlo in modo approssimativo. Conservare in un luogo sicuro.
7. Se lo strumento non mantiene la sua calibrazione, significa che ha iniziato a deteriorarsi. Alcuni pHmetri recuperano la funzionalità se "shoccati" secondo le istruzioni del produttore. Se lo "shock" non funziona, o se il pHmetro non può essere "shoccolato", esso dovrà essere sostituito.

Soluzioni tampone di pH

1. Soluzioni pre-miscelate e non utilizzate possono essere conservate per un anno fino a quando non sono state contaminate. Tenerle in una bottiglia ben chiusa.
2. Soluzioni tampone che utilizzano una polvere miscelata con acqua distillata possono essere conservate per un mese in una bottiglia ben chiusa dopo la miscelazione.

Domande per ulteriori indagini

Quali cambiamenti nel bacino idrografico potrebbero avere un effetto sul valore di pH nel sito idrologia?

In che modo i valori di pH rilevati nel sito idrologia si rapportano con i valori rilevati in altri siti all'interno dello stesso bacino idrografico?

Quali animali e piante potrebbero vivere nell'acqua del sito idrologia con il pH rilevato? Ci sono animali e piante che non vivrebbero in queste condizioni?

Come potrebbe la misura alcalinità aiutare a capire la misura del pH?

In che modo il pH dell'acqua del sito idrologia si può rapportare al pH del suolo e delle precipitazioni nei pressi della scuola?

pH – Carta per pH– Protocollo

(quando la conducibilità elettrica è maggiore di 200 μ S/cm)

Guida da Campo

Compito

Misurare il pH del campione di acqua prelevato usando la carta per pH, quando la conducibilità elettrica è maggiore di 200 μ S/cm

Materiali necessari

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> <i>Hydrology Investigation Data Sheet</i> | <input type="checkbox"/> Acqua distillata in bottiglia pulita |
| <input type="checkbox"/> carta per pH | <input type="checkbox"/> Guanti di lattice |
| <input type="checkbox"/> beaker (bicchiere) da 100 mL | <input type="checkbox"/> Biro o matita |

Sul campo

1. Compilare la parte superiore della scheda dati *Hydrology Investigation Data Sheet*.
2. Nella sezione pH della scheda dati, selezionare la casella accanto a 'carta pH'.
3. Indossare i guanti in lattice.
4. Sciacquare il bicchiere con acqua campione tre volte.
5. Riempire il bicchiere a metà con acqua del campione.
6. Seguire le istruzioni fornite con la carta per testare il pH del campione.
7. Registrare il pH sul foglio dei dati tecnici alla voce Osservatore 1, Observer 1.
8. Ripetere i passaggi 4-6 utilizzando nuovi campioni di acqua e nuovi pezzi di carta. Registrare i dati sul foglio dei dati tecnici Observer 2 e Observer 3.
9. Trovare la media delle tre osservazioni.
10. Controllare per assicurarsi che ogni osservazione sia compresa in + o - 1.0 unità di pH dalla media. Se i dati non sono in + o - 1.0 unità dalla media, ripetere le misure. Se le misure non sono ancora entro 1,0 unità di pH dalla media, discutere di eventuali problemi con l'insegnante.
11. Eliminare la carta pH utilizzata e i guanti in un contenitore per rifiuti. Sciacquare il bicchiere con acqua distillata.

pH- Carta per pH – Protocollo

(quando la conducibilità elettrica è minore di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$)

Guida da Campo

Compito

Misurare il pH del campione di acqua prelevato usando la carta per pH, quando la conducibilità elettrica è minore di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Materiali necessari

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> <i>Hydrology Investigation Data Sheet</i> | <input type="checkbox"/> Guanti di lattice |
| <input type="checkbox"/> <i>Electrical Conductivity Protocol Field Guide</i> | <input type="checkbox"/> Biro o matita |
| <input type="checkbox"/> carta per pH | <input type="checkbox"/> Termometro |
| <input type="checkbox"/> 2 beaker (bicchieri) o tazze da 100 mL | <input type="checkbox"/> Pinzetta |
| <input type="checkbox"/> Carta assorbente o un pezzo di tessuto soffice | <input type="checkbox"/> Agitatore o cucchiaio |
| <input type="checkbox"/> Conduttimetro elettrico | <input type="checkbox"/> Sale in cristalli o da tavola |

Sul campo

1. Compilare la parte superiore della scheda dati *Hydrology Investigation Data Sheet*. Nella sezione pH del foglio, selezionare la casella accanto a 'carta pH'.
2. Indossare i guanti in lattice.
3. Sciacquare le pinzette nel campione e asciugare con carta assorbente.
4. Risciacquare due bicchieri o tazze con l'acqua del campione tre volte.
5. Riempire un bicchiere o una tazza con circa 50 ml di acqua del campione
6. Usando le pinzette, mettere un cristallo di sale nell'acqua del campione. (Se non si dispone di cristalli di sale, riempire questa lettera O con sale da cucina e versare il sale corrispondente nell'acqua del campione).
7. Mescolare accuratamente con un agitatore o con un cucchiaio.
8. Misurare la conducibilità elettrica dell'acqua del campione trattato, seguendo il Protocollo Conducibilità elettrica.
 - a. Se la conducibilità elettrica è di almeno pari a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, registrare il valore sulla Scheda. Passare al punto 9.
 - b. Se la conducibilità elettrica è ancora inferiore a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, passare al punto 6 e ripetere fino a quando si ottiene un valore che è di almeno 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Registrare il valore sulla Scheda.
9. Seguire le istruzioni fornite con la carta per testare il pH del campione.
10. Registrare il pH sul foglio dei dati tecnici, alla posizione Osservatore1, Observer 1.
11. Ripetere i passaggi 3-9 utilizzando nuovi campioni di acqua e nuovi pezzi di carta per pH. Registrare i dati sul foglio dei dati tecnici Observer 2 e Observer 3.
12. Trovare la media dei tre valori.
13. Assicurarsi che ogni valore sia entro 1.0 unità di pH dalla media. Se non è così, ripetere le misure. Se le misure non sono ancora entro 1,0 unità di pH dalla media, discutere con l'insegnante dei possibili problemi che ostacolano l'analisi.
14. Eliminare la carta per pH utilizzata e i guanti in un contenitore per rifiuti. Sciacquare il bicchiere con acqua distillata

Domande frequenti

1. Perché si può non trovare una corrispondenza di colore con la carta per pH?

La conducibilità dell'acqua potrebbe essere bassa (vedi Protocollo Conducibilità elettrica). La carta per pH richiede più tempo per reagire con l'acqua, se la conducibilità è inferiore a 400 microSiemens/cm ($\mu\text{S} / \text{cm}$). Se l'acqua ha una conducibilità inferiore a $300 \mu\text{S} / \text{cm}$, alcune carte per pH in commercio non funzionano bene. Un altro motivo per il quale si possono avere problemi: la carta per pH è vecchia o non è stata immagazzinata correttamente.

2. Cosa si deve fare se il pH sembra essere tra le due gradazioni di colore sulla scatola?



Segnala la gradazione più vicina. Questo è il motivo per cui si chiede che tre studenti eseguano il protocollo: la media delle tre letture dà una misurazione più accurata.

pH-metro – Protocollo

(quando la conducibilità elettrica è maggiore di 200 $\mu\text{S/cm}$)

Guida da Campo

Compito

Misurare il pH del campione di acqua prelevato quando la conducibilità elettrica è maggiore di 200 $\mu\text{S/cm}$

Materiali necessari

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> <i>Hydrology Investigation Data Sheet</i> | <input type="checkbox"/> Acqua distillata in bottiglia pulita |
| <input type="checkbox"/> pH-metro | <input type="checkbox"/> Scottex o tessuto soffice |
| <input type="checkbox"/> Beaker da 100 mL | <input type="checkbox"/> Guanti di lattice |
| <input type="checkbox"/> 25 mL di soluzione tampone a pH 7.0 in una boccetta con tappo – etichettare come pH 7.0 | <input type="checkbox"/> Biro o matita |
| <input type="checkbox"/> 25 mL di soluzione tampone a pH 4.0 in una boccetta con tappo – etichettare come pH 4.0 | |
| <input type="checkbox"/> 25 mL di soluzione tampone a pH 10.0 in una boccetta con tappo – etichettare come pH 10.0 | |

Nota: Ogni boccetta deve avere una apertura larga abbastanza per permettere l'immersione dell'elettrodo del pH-metro nella soluzione tampone

Sul campo

1. Compilare la parte superiore della scheda *Hydrology Investigation Data Sheet* . Barrare il pH come strumento usato.
2. Indossare i guanti in lattice.
3. Rimuovere il tappo che ricopre l'elettrodo (il bulbo di vetro sul pH-metro).
4. Risciacquare l'elettrodo del pHmetro e l'area circostante con acqua distillata nella bottiglia di lavaggio. Asciugare lo strumento con un tovagliolo di carta pulito o tessuto morbido. Nota: non strofinare l'elettrodo o toccarlo con le dita.
5. Risciacquare l'elettrodo con acqua distillata e asciugare di nuovo a secco.
6. Tarare il pH-metro secondo le istruzioni del produttore.
7. Risciacquare un becher da 100 ml tre volte con acqua campione.
8. Versare 50 mL di acqua campione nel becher da 100 mL.
9. Immergere l'elettrodo (non tutto il pH-metro) in acqua.
10. Mescolare una volta con lo strumento. Non lasciare che il misuratore tocchi il fondo o i lati del bicchiere. Attendere un minuto. Se sul visore del pH-metro i valori stanno cambiando, aspettare un altro minuto.
11. Registrare il valore del pH sulla scheda come Osservatore 1.

12. Ripetere i passaggi 3-10 due volte utilizzando nuovi campioni di acqua. NON è necessario calibrare di nuovo il pH-metro. Registrare i valori di Conducibilità e pH sulla scheda dati come Osservatori 2 e 3, Observer 2 e 3 Observer.

13. Verificare se ciascuno dei tre valori sia a 0,2 dalla media. Se tutti e tre sono entro 0,2, registrare il valore medio sulla Scheda. Se tutte e tre i valori non sono entro 0,2, ripetere le misure.

14. Calcolare la media dei tre valori e registrare sul foglio dati.

15. Risciacquare l'elettrodo con acqua distillata e asciugare. Spegnerlo lo strumento. Porre il coperchio per proteggere l'elettrodo.

16. Se non è possibile ottenere tutte e tre le misurazioni entro 0.2 dal valore medio, occorre ragionare con l'insegnante sui eventuali problemi che possono aver ostacolato l'analisi.

pH-metro – Protocollo

(quando la conducibilità elettrica è minore di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$)

Guida da Campo

Compito

Misurare il pH del campione di acqua prelevato quando la conducibilità elettrica è minore di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Materiali necessari

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> <i>Hydrology Investigation Data Sheet</i> | <input type="checkbox"/> Soluzione Standard per conduttimetro |
| <input type="checkbox"/> <i>Electrical Conductivity Protocol Field Guide</i> | <input type="checkbox"/> Acqua distillata in bottiglia pulita |
| <input type="checkbox"/> pHmetro | <input type="checkbox"/> Scottex o tessuto soffice |
| <input type="checkbox"/> Conduttimetro | <input type="checkbox"/> Guanti di lattice |
| <input type="checkbox"/> 2 Beaker da 100 mL | <input type="checkbox"/> Sale in cristalli* o sale da tavola |
| <input type="checkbox"/> 25 mL di soluzione tampone a pH 7.0 in una boccetta con tappo – etichettare come pH 7.0 | <input type="checkbox"/> Pinzette |
| <input type="checkbox"/> 25 mL di soluzione tampone a pH 4.0 in una boccetta con tappo – etichettare come pH 4.0 | <input type="checkbox"/> Agitatore o cucchiaio |
| <input type="checkbox"/> 25 mL di soluzione tampone a pH 10.0 in una boccetta con tappo – etichettare come pH 10.0 | <input type="checkbox"/> Termometro |
| | <input type="checkbox"/> Biro o matita |

Nota: Ogni boccetta deve avere una apertura larga abbastanza per permettere l'immersione dell'elettrodo del pHmetro nella soluzione tampone

Sul campo

1. Compilare la parte superiore della scheda *Hydrology Investigation Data Sheet*. Nella sezione pH del foglio, selezionare la casella accanto a 'pH-metro'.

2. Indossare guanti in lattice.

3. Sciacquare le pinzette in acqua campione e asciugare con carta assorbente.

4. Risciacquare due bicchieri con acqua campione tre volte.

5. Riempire un bicchiere con circa 100 ml di acqua campione

6. Usando le pinzette, mettere un cristallo di sale nell'acqua campione. (Se non si dispone di cristalli di sale, riempire questa lettera O con sale da cucina e versarlo nell'acqua del campione).

7. Mescolare accuratamente con agitatore o un cucchiaio.

* Nota relativa ai cristalli di sale. I cristalli di circa 0,5 - 2,0 mm di diametro sono molto più facili da manovrare rispetto al "sale da cucina" fine (salgemma) utilizzato alcuni paesi. In Nord America, i cristalli di sale più grandi sono spesso commercializzate come "sale marino".

8. Misurare la conducibilità elettrica dell'acqua campione secondo il *Protocollo Conducibilità elettrica*.

- a. Se la conduc. elettr. è di almeno $200 \mu\text{S}/\text{cm}$, registrare il valore sulla *Data Sheet*. Passare al punto 9.
- b. Se la conduc. elettr. è ancora inferiore a $200 \mu\text{S} / \text{cm}$, passare al punto 6 e ripetere fino a quando si ottiene un valore che sia di almeno $200 \mu\text{S} / \text{cm}$.
9. Rimuovere il tappo che ricopre l'elettrodo (il bulbo di vetro sul pH-metro).
10. Risciacquare l'elettrodo e l'area circostante con acqua distillata. Asciugare l'elettrodo con un tovagliolo di carta pulito. Nota: non strofinare l'elettrodo o toccarlo con le dita.
11. Risciacquare l'elettrodo con acqua distillata e asciugare di nuovo a secco.
12. Tarare il pHmetro secondo le istruzioni del produttore.
13. Mettere l'elettrodo del pHmetro (solo l'elettrodo, non la restante parte dello strumento!) nell'acqua del campione trattato.
14. Mescolare una volta con l'elettrodo. Non lasciate che il misuratore tocchi il fondo o i lati del bicchiere. Attendere un minuto. Se le cifre sul visore del pHmetro stanno cambiando, aspettare un altro minuto.
15. Quando il dato sul visore si è assestato, registrare il valore del pH sulla scheda come Observer 1.
16. Ripetere i passaggi 3-14 con nuovi campioni di acqua. NON è necessario calibrare di nuovo il pHmetro. Registrare i valori di conducibilità e pH sulla scheda *Data Sheet* come Observer 2 e Observer 3.
17. Verificare se ciascuna delle tre osservazioni è entro 0,2 unità dalla media. Se tutti e tre sono entro 0,2, registrare il valore medio sulla Scheda. Se tutte e tre le osservazioni non sono entro 0,2, ripetere le misure.
18. Calcolare la media delle tre osservazioni e registrare sul foglio dati.
19. Risciacquare l'elettrodo con acqua distillata e asciugare. Spegnerlo lo strumento. Porre il coperchio all'elettrodo per proteggerlo.
20. Se non è possibile ottenere tutte e tre le misurazioni all'interno di 0,2, discutere con l'insegnante degli eventuali problemi che possono aver impedito di fare misurazioni

Domande frequenti



1. Quali cose potrebbero influire sulla precisione dei valori forniti dal pHmetro?

- Il pHmetro non funziona bene se la conducibilità dell'acqua è inferiore a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vedere il Protocollo Conducibilità elettrica.
- Il misuratore di pH deve essere calibrato ogni volta che viene utilizzato.
- Può essere necessario sostituire le batterie.

2. La temperatura dell'acqua influisce sui valori forniti dal pH-metro?

Un cambiamento nella temperatura dell'acqua può effettivamente cambiare il valore di pH dell'acqua. Dal momento che si vuole conoscere il valore reale del pH, non si fanno correzioni per questo cambiamento.

La temperatura può influire anche sulle prestazioni dello strumento. L'elettrodo è progettato in modo da non essere sensibile alla temperatura quando il pH è 7,0. Man mano che il pH si allontana da questo valore, la temperatura dell'acqua influenza la precisione della misurazione. I pHmetri con la compensazione automatica della temperatura (ATC) effettuano una correzione per la temperatura dell'acqua quando il pH assume valori sopra e sotto 7.0 per un fattore di 0,003 $\text{pH} / ^\circ\text{C} / \text{unità di pH}$ a partire dal pH 7. Essi correggono l'errore dello strumento. Essi non intervengono per i cambiamenti reali del pH.

3. L'alta concentrazione salina influenza del pH?

La concentrazione di sale può influenzare il pH. Con l'aumentare della concentrazione di sale, il pH può aumentare. Questa non è una relazione lineare, ma può essere importante negli estuari, dove la salinità varia con la marea. Tenere conto della salinità o di dati di conducibilità può essere utile per comprendere le variazioni nelle misurazione del pH.

4. Perché le misure di pH possono essere imprecise in acque a bassa conducibilità?

Quando si misura la concentrazione di ioni idrogeno, in realtà si sta misurando il potenziale degli ioni idrogeno. Altri ioni devono essere presenti per permettere il passaggio della corrente per fare questa misura. Quando la concentrazione di questi ioni è troppo bassa rispetto ad un determinato valore, il pHmetro va lentamente alla deriva e se la deriva è molto lenta, lo strumento si blocca su una misura errata.

pH, Protocollo – Riflettere sui dati

Sono ragionevoli i dati ?

I valori di pH per il sito idrologia dipenderanno dalla geologia dell'area, dal suolo e dalla vegetazione del bacino e da altri ingressi di acqua nel corpo idrico. Anche le masse d'aria provenienti da altri luoghi possono influenzare il pH dell'acqua. Molti corpi idrici sono leggermente acidi, con valori che vanno 5,0-7,0. Le aree con depositi calcarei e di altre rocce di carbonato di calcio possono essere basiche, con valori di 7,0-9,0. Gli oceani sono ben tamponati ed hanno un pH costante di circa 8,2.

Nell'esaminare i dati di pH nel database GLOBE, è importante tenere a mente i diversi strumenti che gli studenti potrebbero utilizzare. Le scuole elementari che utilizzano la carta per pH possono avere dati di pH che appaiono più variabili. I loro dati possono variare da una unità o da una mezza unità di pH su base settimanale, in quanto la carta misura solo una unità o una mezza unità.

Che cosa cercano gli scienziati nei dati ?

Dal momento che la maggior parte dei microrganismi è sensibile alle variazioni di pH dell'acqua, gli scienziati monitorano insolite diminuzioni o insoliti aumenti del pH dei corpi idrici. Il pH normalmente non cambia molto, anche se è possibile trovare alcune tendenze stagionali dovute a variazioni di temperatura, precipitazioni o copertura del suolo. L'alcalinità è un tampone contro l'afflusso di acido in un corpo d'acqua. Un'improvvisa diminuzione del pH dovrebbe corrispondere alla diminuzione di alcalinità. Acque con maggiore alcalinità dovrebbero mostrare una minore caduta del pH dopo l'aggiunta di acido, come può essere la pioggia acida.

Esempio di un Progetto di Ricerca Studente

Formare una ipotesi

Uno studente sta esaminando il pH di torrenti e laghi in Europa. Egli sa che gran parte dell'acidità in acqua proviene da piogge acide. Le deposizioni di pioggia acida non sono distribuite uniformemente durante tutto l'anno a causa di quantità di precipitazioni stagionalmente diverse, così come le differenze nella direzione prevalente del vento. Egli ipotizza che nei dati di pH raccolti per alcuni corpi idrici in Europa si possano leggere le tendenze annuali per tale parametro.

Raccolta e analisi dei dati

Il suo primo compito è quello di individuare una zona suscettibile di precipitazioni acide. Dopo una ricerca in merito, lo studente scopre che la parte nord-occidentale del continente europeo riceve piogge acide. Probabilmente in tale zona l'acqua nei laghi e nei corsi d'acqua è già abbastanza acido.

Lo studente inizia esaminando la mappa di GLOBE per l'Europa. Egli costruisce delle mappe che mostrano le medie mensili di pH in questa regione per ogni mese dal 2001 (Figura HY - pH - 1). Si accorge che alcune scuole in Scandinavia sembrano mostrare quello che potrebbe essere considerato un trend annuale di pH. Poi guarda le scuole scandinave indipendentemente tracciando grafici Globe per ogni scuola. Egli sceglie quattro scuole che sembrano mostrare la tendenza più forte di pH. Le scuole scelte sono: Husbyskolan a Kista, Svezia; San Eriks Gymnasium, a Stoccolma, Svezia; Sem skole (13-16) a Sem, Norvegia, e Vang Barne -og ungdomsskule (6-16) in Valdres, Norvegia.

I grafici del pH per queste scuole dal 1999 al 2002 sono riportati nella Figura HY - pH - 2. Da questi grafici risulta che per i siti prescelti i valori di pH sono più alti in estate e più bassi in inverno.

Per esaminare questo con più attenzione, lo studente scarica i dati da questi grafici in un foglio di calcolo (tabella HY - pH - 1, colonna 1-5). Si calcola quindi il pH medio del periodo per ogni scuola. Si crea quindi una colonna (Tabella HY - pH - 1, ultima riga) per ogni scuola che mostra le deviazioni per ciascun punto di dati dalle medie calcolate:

Deviazione = pH osservato - pH medio

Lo studente quindi conta il numero di deviazioni positive e negative di ogni mese a partire dai dati ottenuti e li registra nella tabella HY - pH - 2.

Visualizzando i dati in questo modo lo studente è in grado di vedere che i mesi da dicembre a marzo mostrano più scostamenti negativi che deviazioni positive. Gli scostamenti negativi sono sotto la media, mentre quelli positivi sono sopra la media. Quindi, tra dicembre e marzo il pH era generalmente inferiore al suo valore medio. I mesi da maggio a ottobre mostrano più scostamenti positivi dalla media che deviazioni negative, il che indica che essi hanno valori di pH più alti rispetto al valore medio. I mesi di aprile e novembre hanno deviazioni uguali e uguali deviazioni positive e negative.

Egli conclude che in Scandinavia, i mesi più freddi mostrano valori di pH inferiori alla media ed i mesi

estivi mostrano valori di pH al di sopra della media. Pertanto, l'ipotesi dello studente era corretta: un trend annuale del pH può essere rilevato nelle scuole GLOBE del nord Europa.

Lavoro futuro

Lo studente vorrebbe approfondire e scoprire se questi risultati possono essere spiegati da modelli di pioggia e di valori di pH delle precipitazioni per questa parte d'Europa.

Figure HY-pH-3: Temporal pH Data for Certain Scandinavian GLOBE Schools

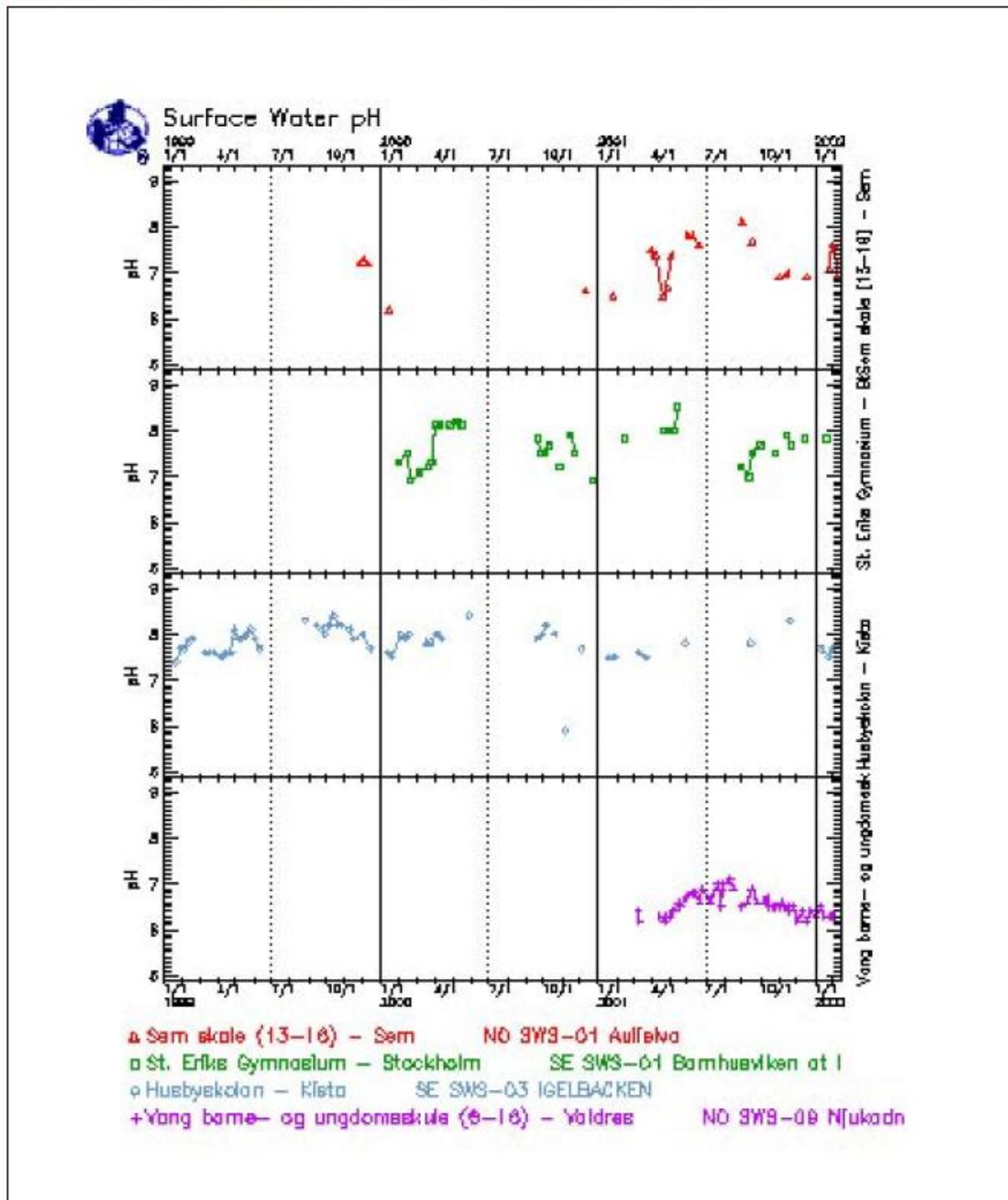


Table HY-pH-1: Measured Values and Deviations from Mean Values for Certain Scandinavian Schools

| Date | Measured Values | | | Deviations from Mean | | | | |
|------------|-----------------|-----------|-------|----------------------|-------|-----------|-------|---------|
| | Sem | Stockholm | Kista | Valdres | Sem | Stockholm | Kista | Valdres |
| 1/21/1999 | | | 7.4 | | | | -0.43 | |
| 1/28/1999 | | | 7.7 | | | | -0.13 | |
| 2/4/1999 | | | 7.7 | | | | -0.13 | |
| 2/10/1999 | | | 7.8 | | | | -0.03 | |
| 2/18/1999 | | | 7.9 | | | | 0.07 | |
| 3/11/1999 | | | 7.6 | | | | -0.23 | |
| 3/18/1999 | | | 7.6 | | | | -0.23 | |
| 3/25/1999 | | | 7.6 | | | | -0.23 | |
| 4/8/1999 | | | 7.5 | | | | -0.33 | |
| 4/15/1999 | | | 7.6 | | | | -0.23 | |
| 4/22/1999 | | | 7.6 | | | | -0.23 | |
| 4/29/1999 | | | 8.1 | | | | 0.27 | |
| 5/6/1999 | | | 7.9 | | | | 0.07 | |
| 5/12/1999 | | | 7.9 | | | | 0.07 | |
| 5/20/1999 | | | 8 | | | | 0.17 | |
| 5/27/1999 | | | 8.1 | | | | 0.27 | |
| 6/3/1999 | | | 7.9 | | | | 0.07 | |
| 6/11/1999 | | | 7.7 | | | | -0.13 | |
| 8/26/1999 | | | 8.3 | | | | 0.47 | |
| 9/15/1999 | | | 8.2 | | | | 0.37 | |
| 9/24/1999 | | | 8.1 | | | | 0.27 | |
| 9/29/1999 | | | 8 | | | | 0.17 | |
| 10/6/1999 | | | 8.2 | | | | 0.37 | |
| 10/13/1999 | | | 8.4 | | | | 0.57 | |
| 10/20/1999 | | | 8.2 | | | | 0.37 | |
| 10/27/1999 | | | 8.2 | | | | 0.37 | |
| 11/10/1999 | | | 8.1 | | | | 0.27 | |
| 11/17/1999 | | | 7.9 | | | | 0.07 | |
| 11/26/1999 | 7.2 | | | | 0.02 | | | |
| 12/1/1999 | | | 8 | | | | 0.17 | |
| 12/3/1999 | 7.3 | | | | 0.12 | | | |
| 12/10/1999 | 7.2 | | | | 0.02 | | | |
| 12/15/1999 | | | 7.7 | | | | -0.13 | |
| 1/13/2000 | | | 7.6 | | | | -0.23 | |
| 1/14/2000 | 6.2 | | | | -0.98 | | | |
| 1/20/2000 | | | 7.5 | | | | -0.33 | |
| 1/31/2000 | | 7.3 | | | | -0.33 | | |
| 2/3/2000 | | | 8 | | | | 0.17 | |
| 2/10/2000 | | | 7.9 | | | | 0.07 | |
| 2/14/2000 | | 7.5 | | | | -0.13 | | |
| 2/17/2000 | | | 8 | | | | 0.17 | |
| 2/21/2000 | | 6.9 | | | | -0.73 | | |
| 3/6/2000 | | 7.1 | | | | -0.53 | | |

Table pH-1: continued

| Measured Values | | | | | Deviations from Mean | | | |
|-----------------|-----|-----------|-------|---------|----------------------|-----------|-------|---------|
| Date | Sem | Stockholm | Kista | Valdres | Sem | Stockholm | Kista | Valdres |
| 3/17/2000 | | | 7.8 | | | | -0.03 | |
| 3/20/2000 | | 7.2 | | | | -0.43 | | |
| 3/24/2000 | | | 7.8 | | | | -0.03 | |
| 3/27/2000 | | 7.3 | | | | -0.33 | | |
| 4/3/2000 | | 8.1 | | | | 0.47 | | |
| 4/5/2000 | | | 8 | | | | 0.17 | |
| 4/10/2000 | | 8.1 | | | | 0.47 | | |
| 4/13/2000 | | | 7.9 | | | | 0.07 | |
| 4/26/2000 | | 8.1 | | | | 0.47 | | |
| 5/8/2000 | | 8.2 | | | | 0.57 | | |
| 5/15/2000 | | 8.1 | | | | 0.47 | | |
| 5/29/2000 | | | 8.4 | | | | 0.57 | |
| 9/20/2000 | | 7.8 | 7.9 | | | 0.17 | 0.07 | |
| 9/28/2000 | | 7.5 | | | | -0.13 | | |
| 9/29/2000 | | | 8 | | | | 0.17 | |
| 10/2/2000 | | 7.5 | | | | -0.13 | | |
| 10/5/2000 | | | 8.2 | | | | 0.37 | |
| 10/10/2000 | | 7.7 | | | | 0.07 | | |
| 10/20/2000 | | | 8 | | | | 0.17 | |
| 10/26/2000 | | 7.2 | | | | -0.43 | | |
| 11/6/2000 | | | 5.9 | | | | -1.93 | |
| 11/15/2000 | | 7.9 | | | | 0.27 | | |
| 11/23/2000 | | 7.5 | | | | -0.13 | | |
| 12/4/2000 | | | 7.7 | | | | -0.13 | |
| 12/11/2000 | 6.6 | | | | -0.58 | | | |
| 12/21/2000 | | 6.9 | | | | -0.73 | | |
| 1/19/2001 | | | 7.5 | | | | -0.33 | |
| 1/26/2001 | 6.5 | | | | -0.68 | | | |
| 1/29/2001 | | | 7.5 | | | | -0.33 | |
| 2/15/2001 | | 7.8 | | | | 0.17 | | |
| 3/9/2001 | | | 7.6 | 6.4 | | | -0.23 | -0.14 |
| 3/12/2001 | | | | 6.2 | | | | -0.34 |
| 3/23/2001 | | | 7.5 | | | | -0.33 | |
| 3/30/2001 | 7.5 | | | | 0.32 | | | |
| 4/6/2001 | 7.4 | | | | 0.22 | | | |
| 4/16/2001 | | | | 6.3 | | | | -0.24 |
| 4/20/2001 | 6.5 | | | | -0.68 | | | |
| 4/23/2001 | | 8 | | 6.2 | | 0.37 | | -0.34 |
| 4/27/2001 | 6.7 | | | 6.3 | -0.48 | | | -0.24 |
| 5/2/2001 | | | | 6.3 | | | | -0.24 |
| 5/4/2001 | 7.4 | | | | 0.22 | | | |
| 5/7/2001 | | 8 | | | | 0.37 | | |
| 5/8/2001 | | | | 6.4 | | | | -0.14 |
| 5/15/2001 | | 8.5 | | 6.6 | | 0.87 | | 0.06 |
| 5/20/2001 | | | | 6.5 | | | | -0.04 |
| 5/28/2001 | | | 7.8 | | | | -0.03 | |
| 5/29/2001 | | | | 6.7 | | | | 0.16 |
| 6/1/2001 | 7.8 | | | | 0.62 | | | |

Table pH-1: continued

| Measured Values | | | | | Deviations from Mean | | | |
|-----------------|-----|-----------|-------|---------|----------------------|-----------|-------|---------|
| Date | Sem | Stockholm | Kista | Valdres | Sem | Stockholm | Kista | Valdres |
| 6/7/2001 | | | | 6.8 | | | | 0.26 |
| 6/8/2001 | 7.8 | | | | 0.62 | | | |
| 6/13/2001 | | | | 6.8 | | | | 0.26 |
| 6/20/2001 | 7.6 | | | | 0.42 | | | |
| 6/21/2001 | | | | 6.6 | | | | 0.06 |
| 6/26/2001 | | | | 6.9 | | | | 0.36 |
| 7/7/2001 | | | | 6.6 | | | | 0.06 |
| 7/11/2001 | | | | 6.7 | | | | 0.16 |
| 7/22/2001 | | | | 7 | | | | 0.46 |
| 7/27/2001 | | | | 6.5 | | | | -0.04 |
| 7/29/2001 | | | | 6.9 | | | | 0.36 |
| 7/31/2001 | | | | 7 | | | | 0.46 |
| 8/11/2001 | | | | 7.1 | | | | 0.56 |
| 8/16/2001 | | | | 6.9 | | | | 0.36 |
| 8/30/2001 | | 7.2 | | | | -0.43 | | |
| 8/31/2001 | 8.1 | | | 6.5 | 0.92 | | | -0.04 |
| 9/9/2001 | | | | 6.6 | | | | 0.06 |
| 9/11/2001 | | 7 | | | | -0.63 | | |
| 9/14/2001 | | | 7.8 | | | | -0.03 | |
| 9/16/2001 | 7.7 | | | | 0.52 | | | |
| 9/17/2001 | | | | 6.9 | | | | 0.36 |
| 9/18/2001 | | 7.5 | | | | -0.13 | | |
| 9/27/2001 | | | | 6.6 | | | | 0.06 |
| 10/1/2001 | | 7.7 | | | | 0.07 | | |
| 10/6/2001 | | | | 6.6 | | | | 0.06 |
| 10/12/2001 | | | | 6.7 | | | | 0.16 |
| 10/16/2001 | | | | 6.5 | | | | -0.04 |
| 10/22/2001 | | | | 6.5 | | | | -0.04 |
| 10/26/2001 | | 7.5 | | | | -0.13 | | |
| 10/28/2001 | | | | 6.5 | | | | -0.04 |
| 11/2/2001 | 6.9 | | | | -0.28 | | | |
| 11/3/2001 | | | | 6.5 | | | | -0.04 |
| 11/5/2001 | | | | 6.6 | | | | 0.06 |
| 11/11/2001 | | | | 6.5 | | | | -0.04 |
| 11/16/2001 | 7 | 7.9 | | | -0.18 | 0.27 | | |
| 11/17/2001 | | | | 6.4 | | | | -0.14 |
| 11/19/2001 | | | | 6.5 | | | | -0.04 |
| 11/20/2001 | | | 8.3 | | | | 0.47 | |
| 11/21/2001 | | 7.7 | | | | 0.07 | | |
| 11/25/2001 | | | | 6.5 | | | | -0.04 |
| 12/2/2001 | | | | 6.2 | | | | -0.34 |
| 12/11/2001 | | | | 6.4 | | | | -0.14 |
| 12/14/2001 | | 7.8 | | | | 0.17 | | |
| 12/18/2001 | 6.9 | | | 6.2 | -0.28 | | | -0.34 |
| 12/25/2001 | | | | 6.4 | | | | -0.14 |
| 1/4/2002 | | | | 6.3 | | | | -0.24 |
| 1/11/2002 | | | 7.7 | 6.5 | | | -0.13 | -0.04 |
| 1/17/2002 | | | | 6.3 | | | | -0.24 |

Table pH-1: continued

| Date | Measured Values | | | Deviations from Mean | | | | |
|-----------|-----------------|-----------|-------|----------------------|-------|-----------|-------|---------|
| | Sem | Stockholm | Kista | Valdres | Sem | Stockholm | Kista | Valdres |
| 1/19/2002 | | 7.8 | | | | 0.17 | | |
| 1/25/2002 | 7.1 | | 7.5 | | -0.08 | | -0.33 | |
| 1/26/2002 | | | | 6.3 | | | | -0.24 |
| 2/1/2002 | 7.6 | | 7.7 | 6.3 | 0.42 | | -0.13 | -0.24 |
| 2/3/2002 | | | | 6.3 | | | | -0.24 |
| 2/8/2002 | 7 | | 7.8 | | -0.18 | | -0.03 | |
| Means | 7.18 | 7.63 | 7.83 | 6.54 | □ | □ | □ | □ |

Table HY-pH-2: Monthly Deviation Totals from Four Scandinavian GLOBE Schools

| | # Neg. Dev. | # Pos. Dev. |
|-----|-------------|-------------|
| Jan | 16 | 1 |
| Feb | 9 | 6 |
| Mar | 12 | 1 |
| Apr | 8 | 8 |
| May | 4 | 12 |
| Jun | 1 | 8 |
| Jul | 1 | 5 |
| Aug | 2 | 4 |
| Sep | 4 | 10 |
| Oct | 6 | 10 |
| Nov | 9 | 8 |
| Dec | 9 | 4 |