



**Kyselý déšť**

## Úvod

### Snímky a protokoly



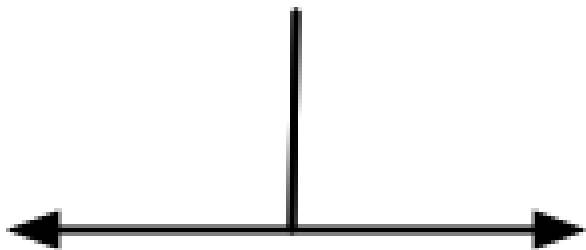
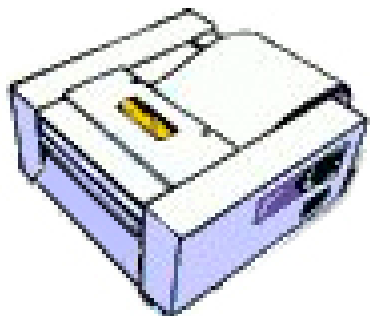
Funkce „Snímek“ slouží k zachycení snímku získaného ve SPARK Science Learning Systemu.




V „Protokolu“ jsou snímky uloženy a mohou být znovu zobrazeny ve SPARK Science Learning Systemu.



Funkce „Sdílení“ slouží k exportu či tisku protokolu, s nímž pracujete.



Tento obrázek vám připomene pořízení snímku stránky .

**Pozn.:** Můžete pořídit např. snímek první stránky, a pak jej použít jako titulní stránku protokolu.



## Motivace

- Jak se z „normálního“ deště stane „kyselý“ déšť?
- Čím je kyselý déšť způsoben ? Jak souvisí s pojmem pH?



## Základní informace


- Kyselý déšť je zvláštní druh srážek s obzvláště nízkým pH. Tato kyselost má škodlivý dopad na životní prostředí a život vůbec.
- Prvotní příčinou kyselých dešťů je znečištění ovzduší. Škodlivé plyny se dostávají do ovzduší spalováním fosilních paliv (hlavně uhlí), reagují se vzdušnou vlhkostí a vytváří kyseliny, které dopadají na zem ve formě srážek.
- pH je vlastně měření koncentrace vodíkových kationtů  $[H^+]$  ve vodě. Hodnoty pH se pohybují od 0 do 14. Čím je pH nižší, tím vyšší je koncentrace vodíkových kationtů a tím kyselejší je měřená látka. pH 7 je neutrální – ani kyselé, ani zásadité. Látky s pH vyšším než 7 se označují jako zásadité.

# Test k ověření znalostí

1. Kyselý déšť je dešťová voda s obzvláště nízkým \_\_\_\_\_.

- a) množstvím částic
- b) základem
- c) objemem
- d) pH



Tento obrázek vám připomene pořízení snímku stránky , až napíšete správnou odpověď.

## Základní informace

- Kyselé deště způsobují, že se pH potoků a jezer snižuje a tím ničí některé organismy, obzvláště ty drobnější. Kyselé deště také poškozují rostliny a podzemní organismy, protože snižují pH půdy.
- Kyselé deště urychlují erozi některých stavebních materiálů (zvláště pískovce a mramoru), kovů (na příklad bronzu), laků na autech a dalších povrchů .
- Škodlivé plyny v ovzduší také snižují viditelnost a mohou vyvolat dýchací potíže.

## Test k ověření znalostí

2. Kyselé deště způsobují, že se \_\_\_\_\_ v jezerech snižuje a dokonce mohou způsobit, že (se) sochy pomalu \_\_\_\_\_.

- a) hladina: znečišťují
- b) pH : rozpouštějí
- c) teplota: zamrzají
- d) množství vody : rezivějí



### Pravidla bezpečnosti

- Dodržujte všechna základní pravidla bezpečné práce v laboratoři.
- Kyselina chlorovodíková (HCl) je žíravina! Dávejte pozor, aby vám nepotřísnila kůži nebo oděv.
- Skleněné pipety jsou křehké. Zacházejte s nimi opatrně.
- Po započetí reakce nevyndávejte zátku z Erlenmayerovy baňky.
- Použité roztoky mnohonásobně zředte a vlijte do výlevky.
- Po skončení práce si umyjte důkladně ruce vodou a mýdlem.



## Materiál a pomůcky

Před započítím práce si připravte:

- pH senzor
- 3 Erlenmayerovy baňky (100ml)
- 3 gumové zátky s otvorem
- skleněnou trubičku
- gumovou hadičku, dlouhou asi 20 cm
- baňku (100 ml)
- odměrný válec (25 ml)
- dělenou pipetu s balónkem
- hydrogenuhličitan sodný ( $\text{NaHCO}_3$ ), 5 g
- hydrogensířičitan sodný ( $\text{NaHSO}_3$ ), 5 g
- dusitan sodný ( $\text{NaNO}_2$ ), 1,5 g
- 1 M HCl, 15 ml
- glycerol
- destilovanou vodu , 60 ml
- stříčku s destilovanou vodou
- váhy

# Správná posloupnost

**A.** Změřte pH destilované vody.

**B.** Sestavte aparaturu k vyvíjení plynu.

**C.** Zavádějte CO<sub>2</sub> do destilované vody za současného měření pH.

**D.** Zavádějte NO<sub>2</sub> do destilované vody za současného měření pH.

**E.** Zavádějte SO<sub>2</sub> do destilované vody za současného měření pH.

Všechny úkoly uvedené nalevo vás čekají. Seřadte je správně tak, jak je budete provádět.



## Přehled

V této laboratorní práci připravíte tři plyny:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , a  $\text{SO}_2$ . Pak je budete zavádět do destilované vody a pozorovat, jak se bude měnit pH roztoku.

- Reakcí hydrogenuhličitanu sodného ( $\text{NaHCO}_3$ ) s kyselinou chlorovodíkovou ( $\text{HCl}$ ) vzniká oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ).
- Reakcí dusitanu sodného ( $\text{NaNO}_2$ ) s kyselinou chlorovodíkovou ( $\text{HCl}$ ) vzniká oxid dusičitý ( $\text{NO}_2$ ).
- Reakcí hydrogensířičitanu sodného ( $\text{NaHSO}_3$ ) s kyselinou chlorovodíkovou ( $\text{HCl}$ ) vzniká oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ ).

### Příprava pokusu

1. Připojte pH senzor k SPARK Science Learning Systemu.
2. V odměrném válci odměřte 20 ml destilované vody.
3. Vlijte vodu do 100 ml baňky.
4. Elektrodu v pH senzoru opláchněte destilovanou vodou.
5. Elektrodu vložte do baňky.

## Předpověď

**O1:** Pokuste se odhadnout, jak se změní pH vody, když do ní budete bublat (postupně) všechny zmíněné plyny. Který plyn způsobí největší změnu pH?





### Příprava a sběr dat: CO<sub>2</sub> (plyn) a voda

1. Od učitele obdržíte vzorek hydrogenuhličitanu sodného (NaHCO<sub>3</sub>).
2. Odvažte 5 gramů.
3. Odvážený hydrogenuhličitan sodný vsypte do Erlenmayerovy (kuželové) baňky.

## Příprava a sběr dat: CO<sub>2</sub> a voda

4. Sestavte aparaturu podle obrázku.

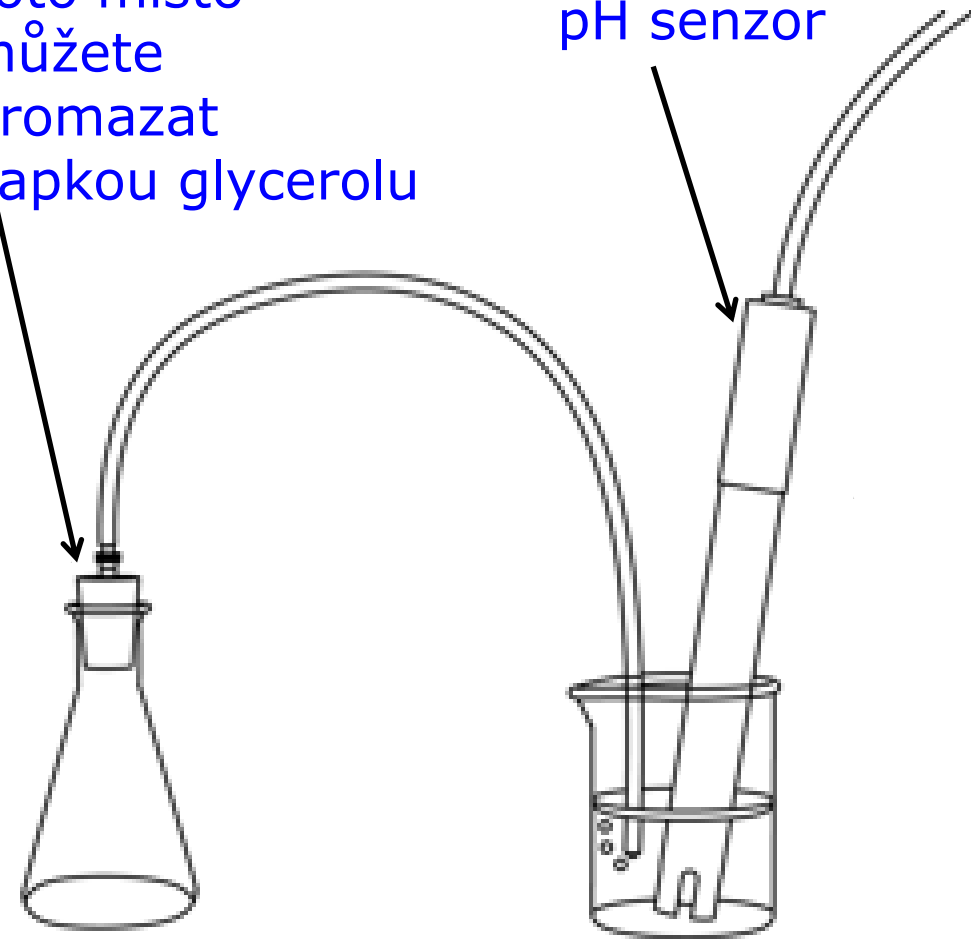
**Poznámka:** Spojit hadičku, skleněnou zátku a trubičku může jít ztěžka. Můžete si pomoci kapkou glycerolu.

5. Do Erlenmayerovy baňky přidejte 4 ml kyseliny chlorovodíkové o molární koncentraci 1 mol.dm<sup>-3</sup> a okamžitě uzavřete zátkou.


**Pozor:** Kyselina chlorovodíková je silná žíravina. Zacházejte s ní tedy opatrně. V případě rozlití ji smyjte velkým množstvím vody.


Toto místo můžete promazat kapkou glycerolu

pH senzor



Erlenmayerova baňka

6. Umístěte volný konec hadičky v baňce s vodou. Okamžitě stiskněte  a začněte sbírat data.

7. Data nahrávejte po dobu asi 4 minut, případně dokud se pH neustálí, zastavte stisknutím  .







**O2:** Jak se během bubláni CO<sub>2</sub>  
do vody změnilo její pH?



8. Najděte minimální a maximální hodnotu pH\* a zanešte tyto hodnoty do tabulky na následující straně.




**\* Jak najít souřadnice X a Y datového bodu:**

1. Stiskněte  (otevře se paleta s nástroji)
2. Stiskněte  a pak klikněte na vybraný datový bod.
3. Pro vybrání blízkých datových bodů použijte tlačítka  nebo .



9. Vložte minimální a maximální hodnotu do tabulky.\*

**\*Vkládání dat do tabulky:**


1. Stiskněte  (otevře se paleta nástrojů).
2. Stiskněte , pak klepněte do buňky (zvýrazní se žlutě).
3. Stiskněte  (otevře se klávesnice).


### Příprava a sběr dat: $\text{NO}_2$ (plyn) a voda

1. Obsah kádinky a baňky z předchozího pokusu zlikvidujte podle pokynů učitele.
2. pH senzor důkladně omyjte za pomoci stříčky.
3. Baňku a hadičku omyjte vodou z vodovodu.
4. V odměrném válci odměřte 20 ml destilované vody.
5. Vlijte ji do 100 ml baňky.
6. Elektrodu v senzoru omyjte důkladně destilovanou vodou.
7. Vložte senzor do kádinky .

### Příprava a sběr dat: $\text{NO}_2$ a voda

8. Odvažte 5 g dusitanu sodného ( $\text{NaNO}_2$ ).
9. Odvážený dusitan sodný  $\text{NaNO}_2$  vsypte do čisté Erlenmayerovy baňky.
10. Sestavte aparaturu stejným způsobem jako v prvním případě.
11. Přidejte 4 ml 1M kyseliny chlorovodíkové ( $\text{HCl}$ ) a okamžitě zazátkujte.





12. Volný konec hadičky umístěte do vody v kádince. Okamžitě stiskněte  pro nahrávání dat.

13. Data nahrávejte po dobu asi 4 minut, případně dokud se pH neustálí, zastavte stisknutím  .



14. Najděte minimální a maximální hodnotu  $\text{pH}^*$  a zanešte tyto hodnoty do tabulky na následující straně.




**\* Jak najít souřadnice X a Y datového bodu:**

1. Stiskněte  (otevře se paleta s nástroji)
2. Stiskněte  a pak klikněte na vybraný datový bod.
3. Pro vybrání blízkých datových bodů použijte tlačítka  nebo  .



15. Nahrajte minimální a maximální hodnotu do tabulky.\*

**\*Vkládání dat do tabulky:**


1. Stiskněte  (otevře se paleta nástrojů).
2. Stiskněte , pak klepněte do buňky (zvýrazní se žlutě).
3. Stiskněte  (otevře se klávesnice).


### Příprava a sběr dat: $\text{SO}_2$ (plyn) a voda

1. Obsah kádinky a baňky z předchozího pokusu zlikvidujte podle pokynů učitele.
2. pH senzor důkladně omyjte za pomoci stříčky.
3. Baňku a hadičku omyjte vodou z vodovodu.
4. V odměrném válci odměřte 20 ml destilované vody.
5. Vlijte ji do 100 ml baňky.
6. Elektrodu v senzoru omyjte důkladně destilovanou vodou.
7. Vložte senzor do kádinky .

### Příprava a sběr dat: $\text{SO}_2$ a voda

8. Odvažte 5 g dusitanu sodného ( $\text{NaNO}_2$ ).
9. Odvážený dusitan sodný  $\text{NaNO}_2$  vsypte do čisté Erlenmayerovy baňky.
10. Sestavte aparaturu stejným způsobem jako v prvním případě.
11. Přidejte 4 ml 1M kyseliny chlorovodíkové ( $\text{HCl}$ ) a okamžitě zazátkujte.

12. Volný konec hadičky umístěte do vody v kádince. Okamžitě stiskněte  pro nahrávání dat.

13. Data nahrávejte po dobu asi 4 minut, případně dokud se pH neustálí, zastavte stisknutím  .






14. Nahrajte minimální a maximální hodnoty pH do tabulky.\*

15. Spočítejte změnu pH pro každý pokus a vložte je do tabulky.



**\*Vkládání dat do tabulky:**

1. Stiskněte  (otevře se paleta nástrojů).
2. Stiskněte , pak klepněte do buňky (zvýrazní se žlutě).
3. Stiskněte  (otevře se klávesnice).

## Úklid

1. Obsah všech nádob zlikvidujte podle pokynů vyučujícího.
2. Důkladně omyjte elektrodu v pH senzoru (použijte stříčku).
3. Všechny další součásti aparatury vypláchněte a umyjte.

## Analýza

1. Při správně prováděném pokusu by graf měl vypadat takto: pH by se zpočátku mělo výrazně měnit, nakonec se ustálit na určité hodnotě. Čím je tento jev způsoben?



## Analýza

2. Porovnejte změny pH pro každý plyn. Který z nich způsobil největší změnu pH a který nejmenší? Na základě těchto informací posuďte, který z plynů nejvíce škodí životnímu prostředí.





## Analýza

3. Co přesně (chemicky) způsobilo snížení pH roztoku?



## Vyvození závěrů

1. Které z těchto plynů vytváří sám člověk (např. v průmyslu)? Jaké jsou nejdůležitější zdroje těchto plynů v ovzduší?



## Vyvození závěrů

2. Uhlí ze států na západě Spojených států, na příklad z Montany nebo Wyomingu, má menší obsah síry než uhlí z východu Spojených států. Jak by spalování uhlí s nižším obsahem síry ovlivnilo vznik kyselých dešťů?



## Vyvození závěrů

3. Jak člověk může zmírnit následky kyselých dešťů?



## Vyvození závěrů

4. Jak může člověk zabránit vzniku kyselých dešťů?



## Vyvození závěrů

5. Ačkoliv kyselina uhličitá nezpůsobuje tak velký pokles pH vody, přesto o oxidu uhličitém hovoříme v souvislosti s životním prostředím. Proč?



# Test znalostí

1. Které z následujících tvrzení je pravdivé?
  - a) Kyselá deště jsou způsobeny molekulami  $\text{NO}_2$  a  $\text{SO}_2$  v atmosféře.
  - b) Kyselá deště mohou způsobit smrt mnoha druhů vodních organismů v případě, že pokles pH vody přesáhne jejich toleranci.
  - c) Kyselá deště ovlivňují chemismus půdy a schopnost kořenů přijímat látky z ní.
  - d) Všechna tvrzení jsou správná.



## Test znalostí

2. Které z následujících činitelů hrají důležitou roli při vzniku kyselých dešťů?
- a) plyny v atmosféře
  - b) pufry v půdě a vodě
  - c) voda v atmosféře
  - d) a) a c)





## Test znalostí

3. Obecně, déšť má škodlivé účinky na ekosystémy, pokud je jeho pH menší než \_\_\_\_\_.

- a) 3,6
- b) 4,6
- c) 5,6
- d) 6,6



## Test znalostí

4. Se kterými negativními dopady je spojován kyselý déšť?
- a) Škodí populacím ryb, protože zvyšuje obsah hliníku ve vodě.
  - b) Snižuje příjem rozpuštěných látek kořeny rostlin.
  - c) Oslabuje stromy, takže jsou méně odolné vůči ostatním typům ohrožení (na příklad škůdcům).
  - d) Všechny možnosti jsou správné.



## Blahopřejeme!

Dokončili jste laboratorní práci.

Následujte pokynů učitele.



## Odkazy

VŠECHNY OBRÁZKY BYLY PŘEVZATY Z DOKUMENTACE FIRMY PASCO NEBO Z VOLNĚ PŘÍSTUPNÝCH ZDROJŮ  
CLIP ART NEBO Z VEŘEJNÉ NADACE WIKIMEDIA:

<http://www.flickr.com/photos/buddharhubarb/21865208/>

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acid\\_rain\\_woods1.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acid_rain_woods1.JPG)

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:BrownSoil.jpg>

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FoggDam-NT.jpg>

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ham\\_Pond.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ham_Pond.jpg)

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sixfinger\\_threadfin\\_school.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sixfinger_threadfin_school.jpg)