

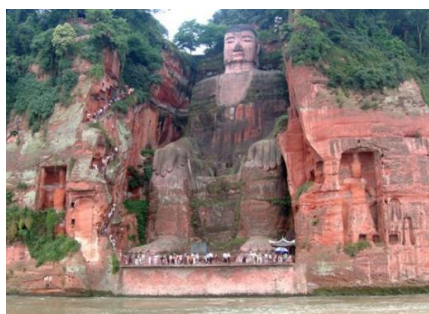
## UHELNÉ ELEKTRÁRNY A KYSELÉ DEŠŤ

Kyselý déšť začal vyvolávat znepokojení od 60. let 20. st., kdy začala umírat řada lesů a jezer v severní Evropě, ve Spojených státech a v Kanadě. V mnoha zemích se situace začala aktivně řešit tím, že začaly být přísně kontrolovány emise kyselinotvorných látek do ovzduší, přesto ještě hrozba kyselého deště zdaleka neskončila. V současné době se fenomén kyselého deště objevuje jako hlavní problém v rychle se rozvíjejících zemích, zejména v některých částech Asie a Tichomoří.

Vědci se shodli na tom, že příčinou kyselých dešťů je z velké části spalování fosilních paliv. Navzdory tomu se v posledních desetiletích otevírá v Asii čím dál více uhelných elektráren.

Během této laboratorní aktivity se budete snažit odpovědět na otázku:

**Jak přispívá spalování uhlí ke vzniku kyselých dešťů?**



Lešanský Buddha (Čína) je postupně ničen kyselými dešti.



Vliv kyselých dešťů na lesy v Jizerských horách.

**Abyste zodpověděli otázku, bude potřeba:**

- Zjistit, co kyselý déšť vůbec je a jak lze sledovat jeho spad.
- Prozkoumat chemické složení uhlí a reakce, které probíhají během jeho spalování.
- Navrhnout a provést v laboratoři experiment, který by napodobil spalování uhlí a s tím související kyselý déšť.
- Vyhodnotit získané výsledky a vyvodit závěry, které současně zodpoví řešený problém.

Cite this work as:

Tortosa, Montserrat (2014). Coal Power and Acid Rain. pp. 1-7. Available at <http://comblab.uab.cat>

This work is under a Creative Commons License BY-NC-SA 4.0 Attribution-Non Commercial-Share Alike.

More information at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## Co se vám bude hodit vědět (volitelné)

### Co víme o kyselém dešti?

Kyselými dešti nazýváme déšť nebo jiné srážky, které jsou neobvykle kyselé, tzn. mají nezvykle nízké pH. To může být zásadní pro některé živé organismy nebo i infrastrukturu. pH udává míru kyselosti nebo zásaditosti. Ve vodných roztocích platí, že pH je logaritmicky závislé na koncentraci oxoniových iontů,  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ . Hodnota pH se mírně mění s teplotou: při 25 °C je roztok o pH 7 neutrální, kyselé roztoky mají  $\text{pH} < 7$  a zásadité  $\text{pH} > 7$ .

	pH	
Kyselina v bateriích	1	Kyselé
	2	
Kyselý déšť	3	
	4	
Normální déšť	5	
	6	
Voda	7	Neutrální
Voda v oceánu	8	Zásadité
Tekutý čisticí prostředek	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	

Na základě vašich předchozích znalostí nebo krátkého úvodu zodpovězte následující otázky:

Co je to kyselina? \_\_\_\_\_

Uveďte příklady kyselin: \_\_\_\_\_

Co je kyselý déšť? \_\_\_\_\_

Jak vzniká kyselý déšť? \_\_\_\_\_

Jak lze zjistit kyselost? \_\_\_\_\_

Diskutujte Vaše odpovědi se skupinou.

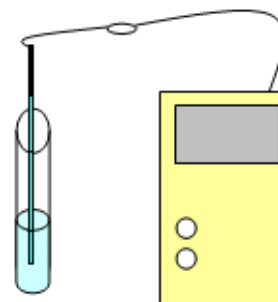
### **Měření kyselosti – něco lehkého na začátek**

Kyselost lze zjistit několika způsoby: kvalitativně pomocí pH indikátorů (př. fenolftalein, methyloaranž, univerzální indikátor) na základě změny barvy indikátoru podle hodnoty pH prostředí; a kvantitativně pomocí pH metru nebo pH čidel připojených k počítači zaznamenávajících odezvu na přístroji. Tato technika také dovoluje studovat změny pH.

Budete mít k dispozici destilovanou vodu a několik roztoků o koncentraci 0,01 mol/L. Změřte tyto roztoky jak pomocí indikátoru, tak pomocí čidla a výsledky zapište do připravené tabulky.

Postup: univerzální indikátorový papírek

- Naneste tyčinkou kapku zkoumaného roztoku na indikátorový papírek.
- Pozorujte změnu barvy a výslednou barvu porovnejte s barevnou škálou na obalu, díky níž určíte pH roztoků.



Postup: změření pH pomocí pH čidla propojeného s počítačem

- do označených zkumavek nalijte jednotlivé roztoky
- v případě nutnosti nakalibrujte pH elektrodu
- nastavte program na příslušné měření
- ponořte opláchnutou a osušenou pH elektrodu do zkumavky a čekejte na ustálení hodnoty pH (může trvat déle než 30 s), hodnotu pH vzorku zapište do tabulky
- před měřením pH dalšího vzorku řádně opláchněte elektrodu

	univerzální indikátor		pH čidlo	závěr: kyselé/zásadité/neutrální
	barva	pH		
destilovaná voda				
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,01 mol/L				
HNO <sub>3</sub> 0,01 mol/L				
NaOH 0,01 mol/L				
NaHCO <sub>3</sub> 0,01 mol/L				
NaCl 0,01 mol/L				

Porovnejte měření pomocí univerzálního indikátorového papírku a pH čidla. V čem jsou si podobná?

.....

.....

V čem se liší?

.....

.....

Určete, zda jsou dané látky kyselé, neutrální nebo zásadité – viz tabulka.

## Z čeho se skládá uhlí? Jaké chemické reakce se zahrnují do spalování?

Uhlí je pevná látka složená především z uhlíku, popela, těkavých látek, vlhkosti a síry. Množství uhlíku je to, co určuje množství energie, které lze spálením uhlí získat. Následující tabulky shrnují přesněji složení uhlí (těkavé látky jsou nejčastěji uhlovodíky) a také popela.

Chemické složení uhlí (%)		Chemické složení popela (%)	
uhlík	93,89	SiO <sub>2</sub>	10-70
popel	2,10	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8-38
těkavé organické sloučeniny	3,01	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2-50
vlhkost	2,94	CaO	0,5-30
síra	1,01	MgO	0,3-8
		Na <sub>2</sub> O	0,1-8
		K <sub>2</sub> O	0,1-3
		TiO <sub>2</sub>	0,4-3,5
		SO <sub>3</sub>	0,1-30

Vysvětlete vlastními slovy, jestli lze uhlí považovat za chemicky čistou látku nebo směs:

.....

Co je spalování?

.....

Jaké chemické reakce spalování lze uvažovat u uhlí? Napište jejich rovnice:

.....

.....

## Naměňte potřebná data v laboratoři

Jak vysvětlíte, že ke kyselému dešti přispívá také spalování uhlí?

K zodpovězení hlavní otázky úlohy byste měli:

- Vybrat chemické látky, které budou představovat uhlí (bude to „umělé uhlí“),
- navrhnout experiment, pomocí něhož zhodnotíte, jak uhlí přispívá ke kyselému dešti,
- provést experiment,
- vyhodnotit získaná data a
- vyvodit závěry.

### Navrhněte experiment

1. Jaké látky budou pro vás představovat uhlí?

.....  
.....

2. Jak mohou produkty hoření způsobit kyselost vody a vytvořit kyselý déšť?

.....  
.....

3. Jak budete sledovat, že produkty spalování uhlí mohou vytvořit kyselý déšť?

.....  
.....

4. Vysvětlíte, které experimenty bude potřeba provést, aby se zjistil příspěvek jednotlivých složek uhlí na možnost tvorby kyselého deště.

.....  
.....

5. Jaké složky uhlí vyberete ke zkoumání, zda ovlivňují vznik kyselého deště?

.....  
.....

6. Co uděláte, abyste omezili vliv jiných složek?

.....  
.....

7. Odhadněte, jakou hustotu budou mít produkty reakce ve srovnání s hustotou vzduchu:

.....  
.....

8. Jak se budou tyto produkty chovat?

.....  
.....

9. Co uděláte, aby jiné proměnné neovlivnily vaše výsledky?

.....

**Vysvětlete experiment**, který budete provádět, a zakreslete jeho náskres.

**Odhadněte výsledky: níže uveďte vaše odhady jednotlivých experimentů**

*Složka* .....

Předpoklad

*Složka* .....

Předpoklad

Jaký je váš celkový odhad: proč spalování uhlí způsobuje kyselé deště?

.....

.....

**Vyhodnoťte získaná data**

**Složka 1** .....

1. Popište reakci. Připravili jste plyn? Jak jste to poznali?

.....

2. Má tento plyn větší nebo menší hustotu než vzduch? .....

3. Jak jste to zjistili? .....

.....

4. Počáteční hodnota pH byla ..... konečná hodnota pH byla .....

5. Jak se průběžně měnilo pH vody, která byla v kontaktu s plynem?

.....

6. Jak vysvětlíte změny pH ve vašem experimentu?

.....

7. Jaké chemické reakce proběhly ve vašem experimentu?

.....

**Složka 2** .....

1. Popište reakci. Připravili jste plyn? Jak jste to poznali?

.....

2. Má tento plyn větší nebo menší hustotu než vzduch? .....

3. Jak jste to zjistili? .....

.....

4. Počáteční hodnota pH byla ..... konečná hodnota pH byla .....

5. Jak se průběžně měnilo pH vody, která byla v kontaktu s plynem?

.....

6. Jak vysvětlíte změny pH ve vašem experimentu?

.....

7. Jaké chemické reakce proběhly ve vašem experimentu?

.....

**Závěr**

Proč spalování uhlí přispívá ke vzniku kyselých dešťů?

.....

.....

**Pochlubte se svými výsledky**

Složka 1 _____	Složka 2 _____
Složka 3 _____	Složka 4 _____

Ve společné diskusi si navzájem sdělte zjištěné výsledky. Výsledky zapište níže, včetně vyvozeného závěru.