

## DUM č. 15 v sadě

### 24. Ch-2 Anorganická chemie

Autor: Aleš Mareček

Datum: 26.09.2014

Ročník: 2A

Anotace DUMu: Materiál je určen pro druhý ročník čtyřletého a šestý ročník víceletého studia jako doprovodná prezentace pro výuku a vlastní studium celku síra – historie, výskyt, výroba, oxidy a kyselina siřičitá.

Materiály jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Síra 1

**historie:** síra je často zmiňována v bibli

800 př. n. l. zmiňuje užití síry pro vykuřování Homér

79 n. l. popisuje výskyt a mnoho způsobů použití síry Plinius starší

940 n.l. píše Abu Bekr al Rases o kyselině sírové

1245 nezávisle na sobě připravují Roger Bacon a Berthold Swartz jako první v Evropě střelný prach

1746 John Roebuck zavedl výrobu kyseliny sírové v olověných komorách

1777 A. L. Lavoisier zjistil, že síra je prvek

1831 P. Philips patentoval kontaktní způsob výroby kyseliny sírové

1839 Charles Goodyear objevil vulkanizaci přírodního kaučuku sírou

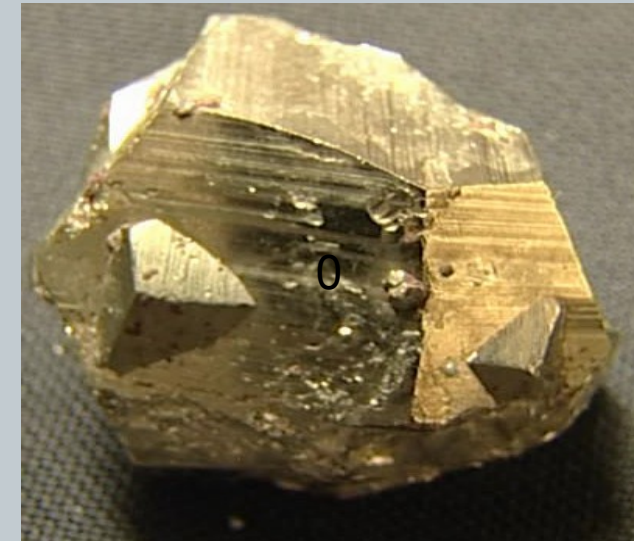
1891-4 H. Frasch vyvinul způsob těžby síry za využití přehřáté vodní páry

síra je druhým prvkem 16. skupiny periodické soustavy

**výskyt:**

síra se nachází volná v blízkosti sopek a v podzemních ložiscích  
vázaná se nachází v sulfidech a síranech

**pyrit  $\text{FeS}_2$**



**galenit  $\text{PbS}$**



16

$8\text{O}$

$16\text{S}$

$34\text{Se}$

$52\text{Te}$

$84\text{Po}$

116



**sfalerit ZnS**



**rumělka HgS**





## chalkopyrit $\text{CuFeS}_2$



k nejznámějším síranům patří sádrovec  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  a baryt  $\text{BaSO}_4$   
síra je také součástí bílkovin – patří proto mezi biogenní prvky

### **těžba:**

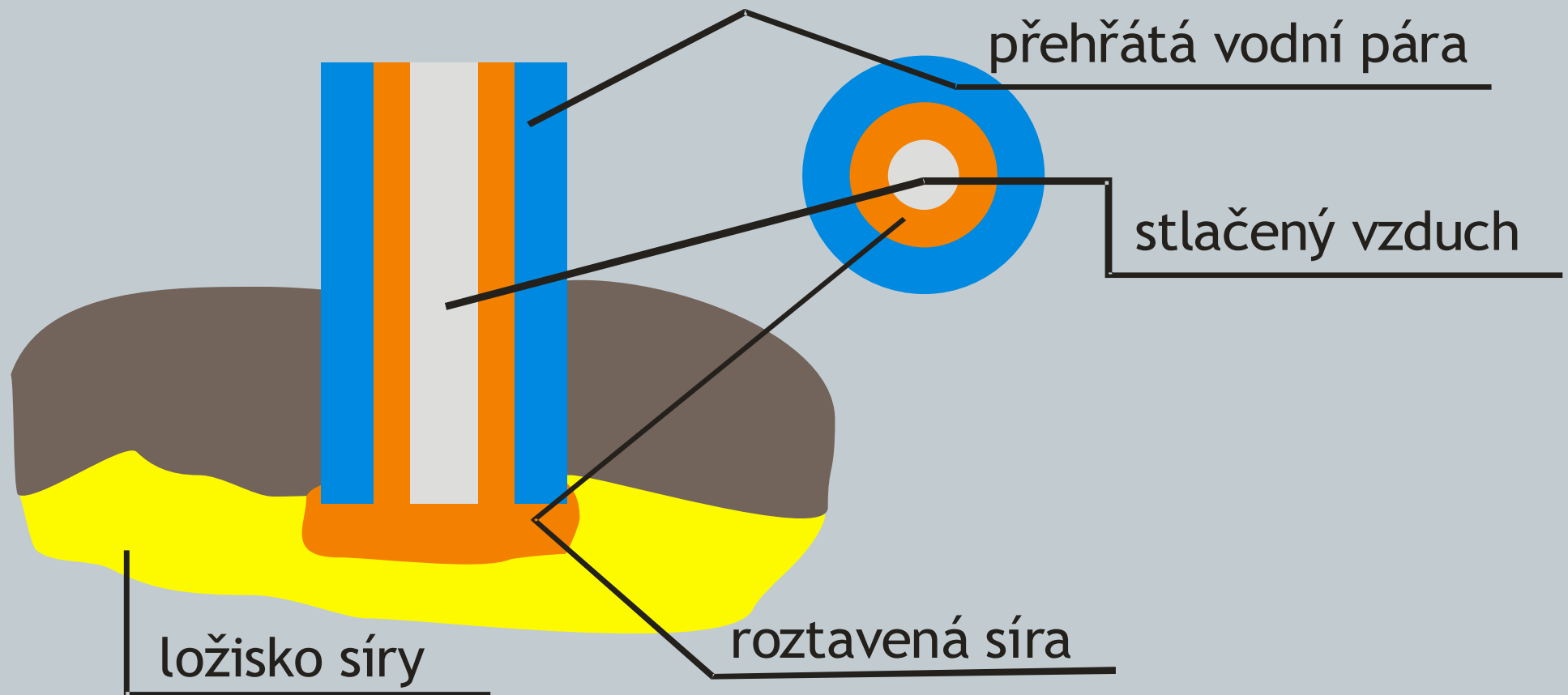
těžba síry je nejčastěji prováděna Frashovou metodou:

do podzemního ložiska je zavedena sonda sestávající ze tří do sebe vsunutých trubic

vější se do ložiska vhání přehřátá vodní pára, která síru roztaví  
vnitřní se pod tlakem vhání vzduch

prostřední trubicí proudí roztavená síra na povrch

# Frashova metoda těžby síry

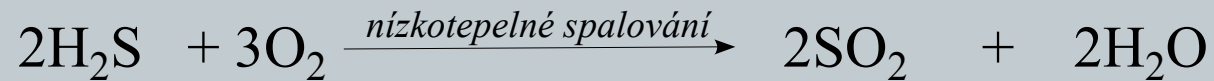


získaná síra má čistotu 99,6 % a většinou se dále nečistí

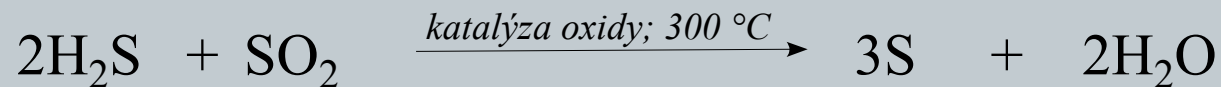
**výroba:** síra se získává i ze zemního plynu a ropy

**ze zemního plynu** se nejprve izoluje sulfan, který se dále zpracovává metodou, kterou navrhl v roce 1880 C.F. Claus

1/3 sulfanu se spálí za vzniku oxidu siřičitého a vodní páry



oxid siřičitý pak reaguje se zbývajícím sulfanem ve vícepatrových reaktorech až za 99 % konverze za vzniku síry (*katal. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nebo Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*)

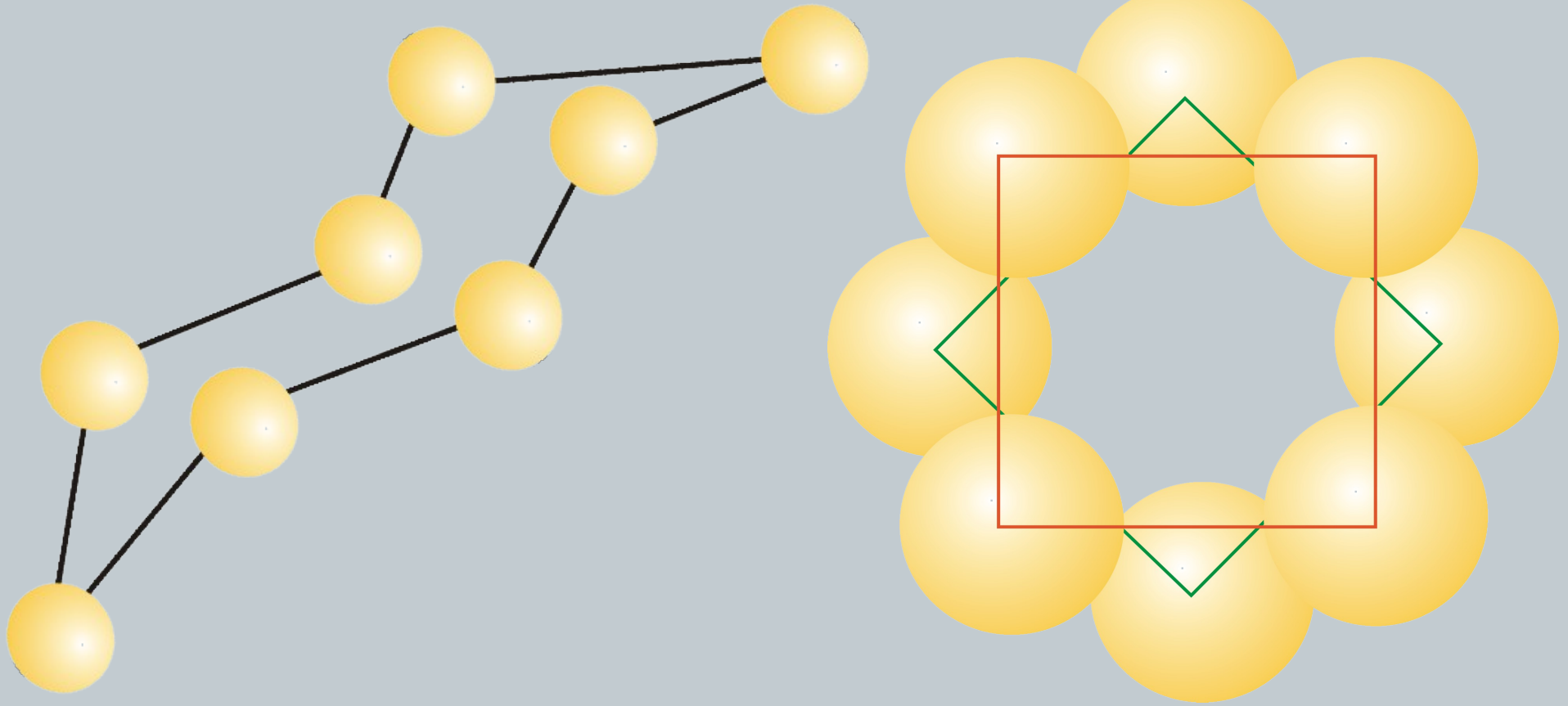


**v ropě** je síra obsažena v podobě organických sloučenin, které se nejprve hydrogenují (reakce s vodíkem) za vzniku sulfanu

vzniklý sulfan se zpracovává obdobným způsobem jako v předcházejícím případě

**vlastnosti:** síra se vyskytuje ve dvou alotropických modifikacích – **kosočtverečné** a **jednoklonné**, které jsou obě tvořeny osmiatomovými cyklickými molekulami, které jsou v jednotlivých modifikacích různě uspořádány



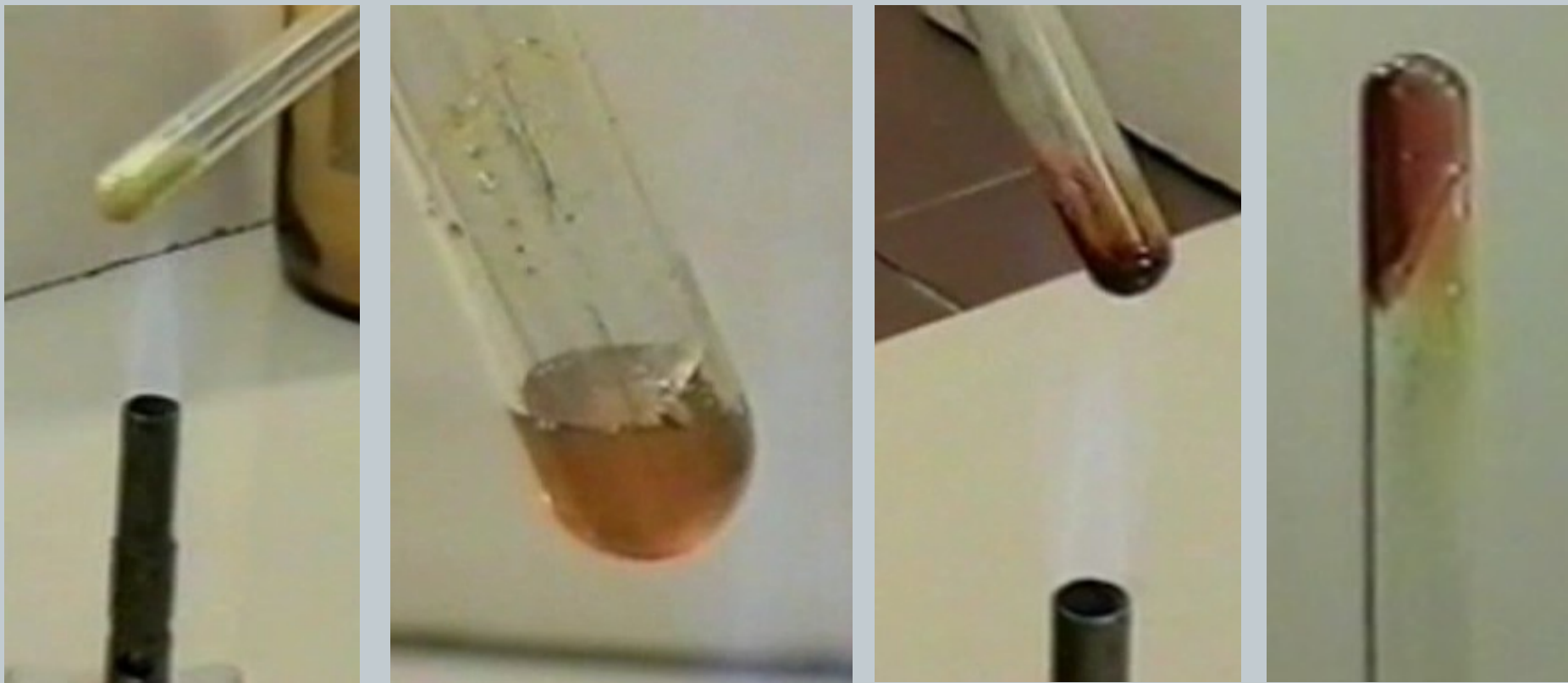


síra se vyskytuje i v amorfní formě jako tzv. plastická síra a sirný květ

**plastická síra** je nestabilní; vzniká prudkým ochlazením taveniny a je tvořena dlouhými řetězci; časem přechází na síru kosočtverečnou

**sirný květ** vzniká ochlazením par síry

síra při teplotě svého bodu tání 119 °C přechází ve žlutou nízkoviskózní kapalinu, která při 160 °C hnědne a její viskozita roste



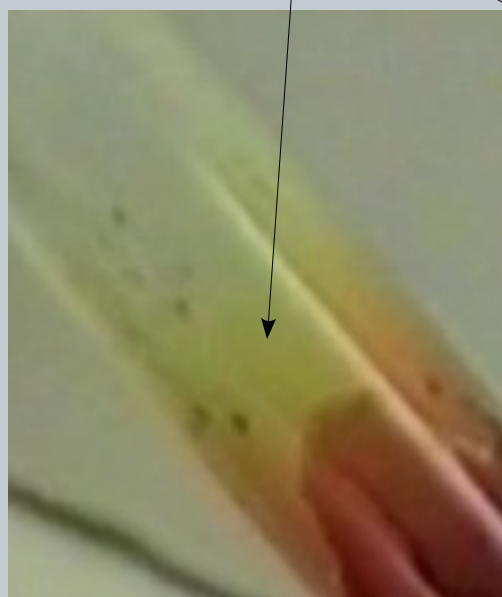
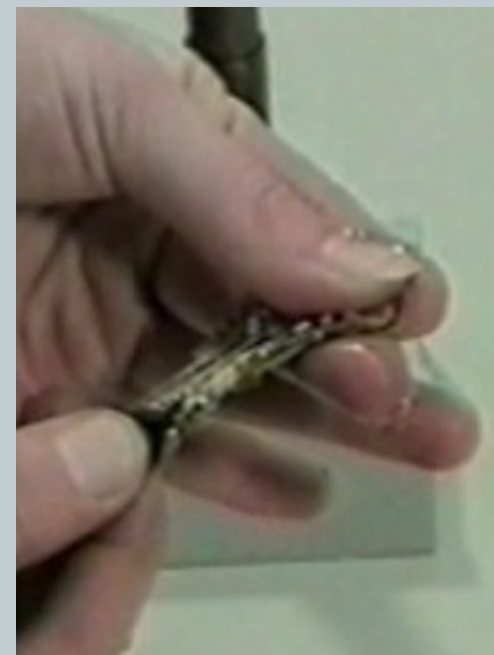
vzrůst viskozity je způsoben tvorbou dlouhých řetězců z atomů síry

bod varu síry je 444,6 °C

páry síry jsou tvořeny dvou až osmiatomovými molekulami

nad 900 °C existují již jen dvouatomové molekuly S<sub>2</sub>

prudkým ochlazením roztavené síry vzniká síra plastická



sírný květ

kondenzací par síry na chladných místech zkumavky vzniká tzv. sírný květ



elektronegativita síry je 2,6

konfigurace valenční vrstvy síry je  $3s^2 3p^4$

nejvyšší oxidační číslo síry je +VI a nejnižší -II

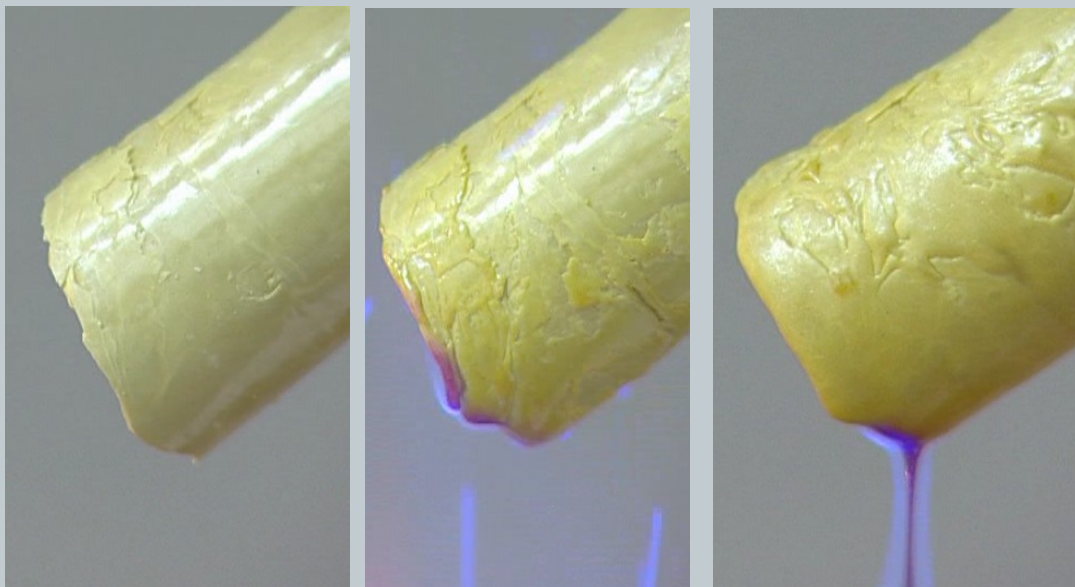
### oxidy síry

síra tvoří řadu oxidů; nejdůležitější jsou oxid siřičitý a oxid sírový

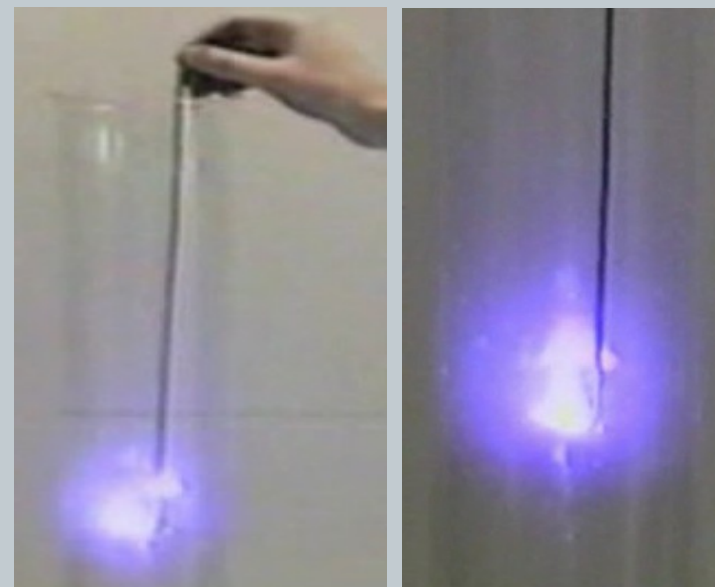
**příprava:** **oxid siřičitý** –  $\text{SO}_2$  je bezbarvý plyn, který lze získat spalováním síry na vzduchu nebo v kyslíku



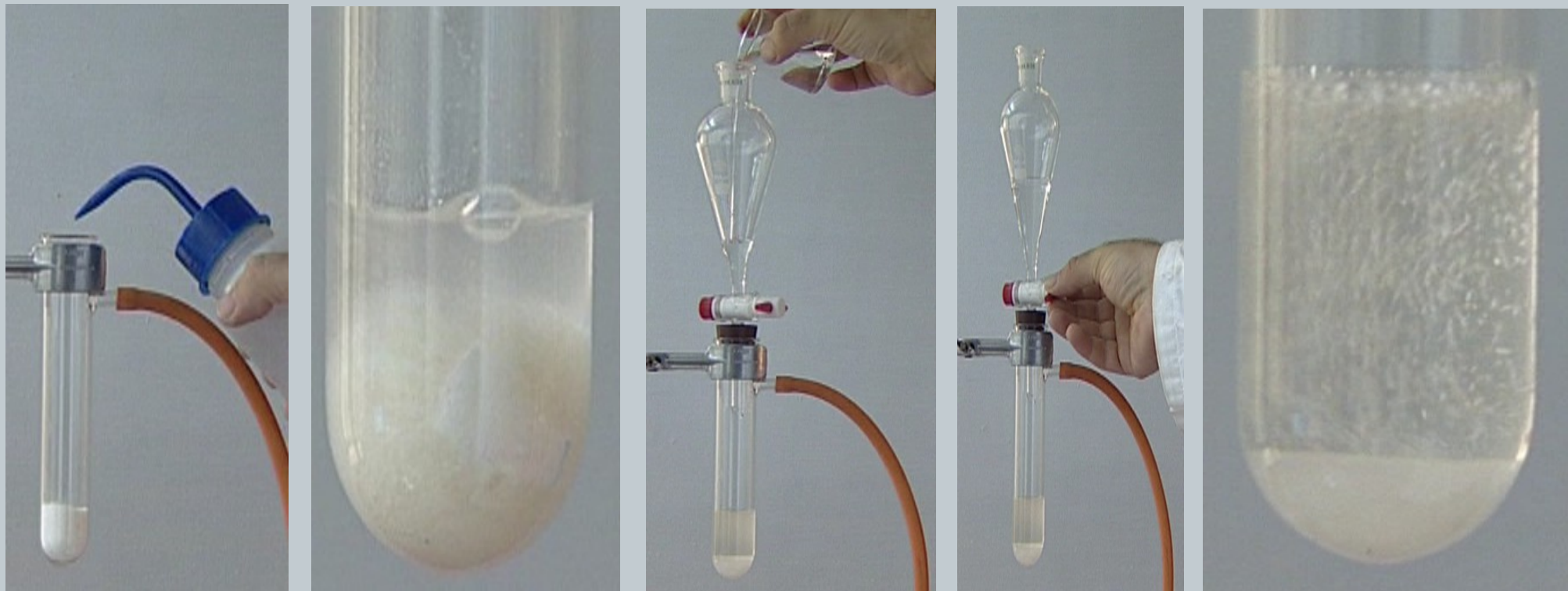
*hoření síry na vzduchu*



*hoření síry v kyslíku*



v chemické laboratoři se oxid siřičitý nejčastěji připravuje reakcí siřičitanu sodného nebo draselného s kyselinou sírovou

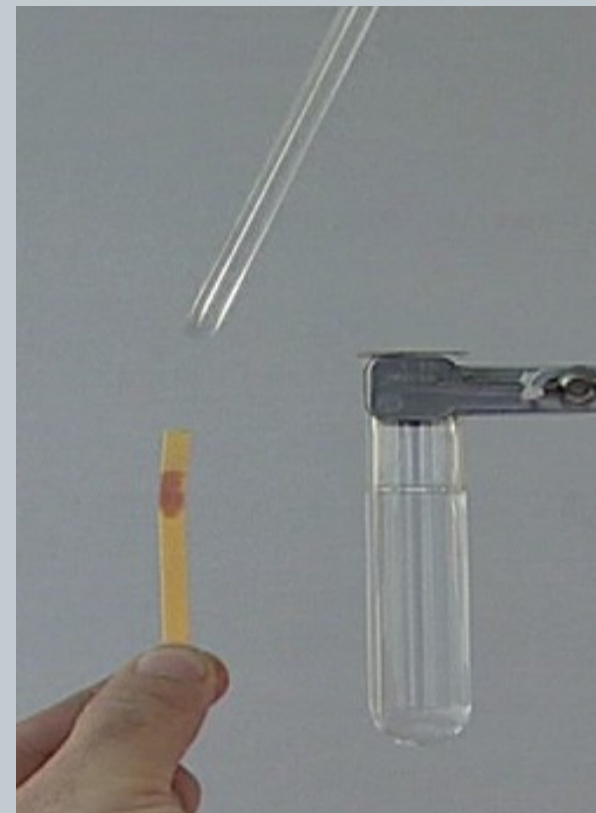
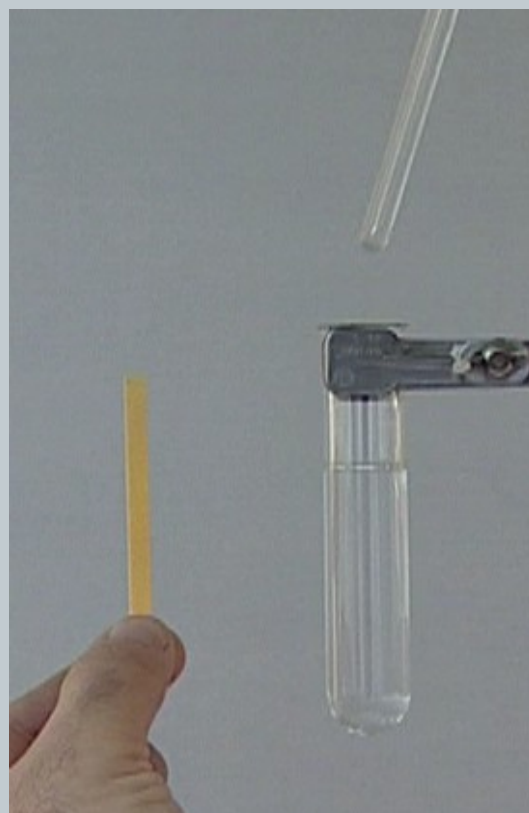
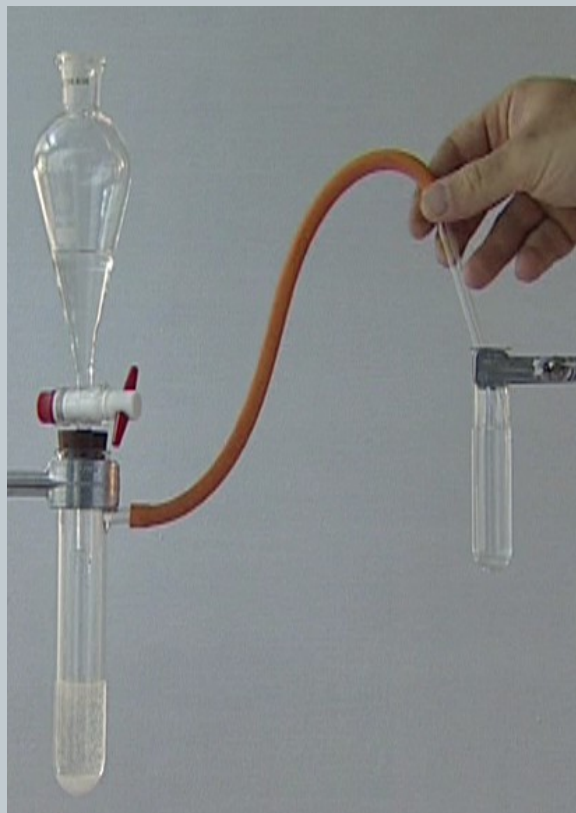


**výroba:** průmyslově se oxid siřičitý vyrábí spalováním síry nebo pražením pyritu  $\text{FeS}_2$



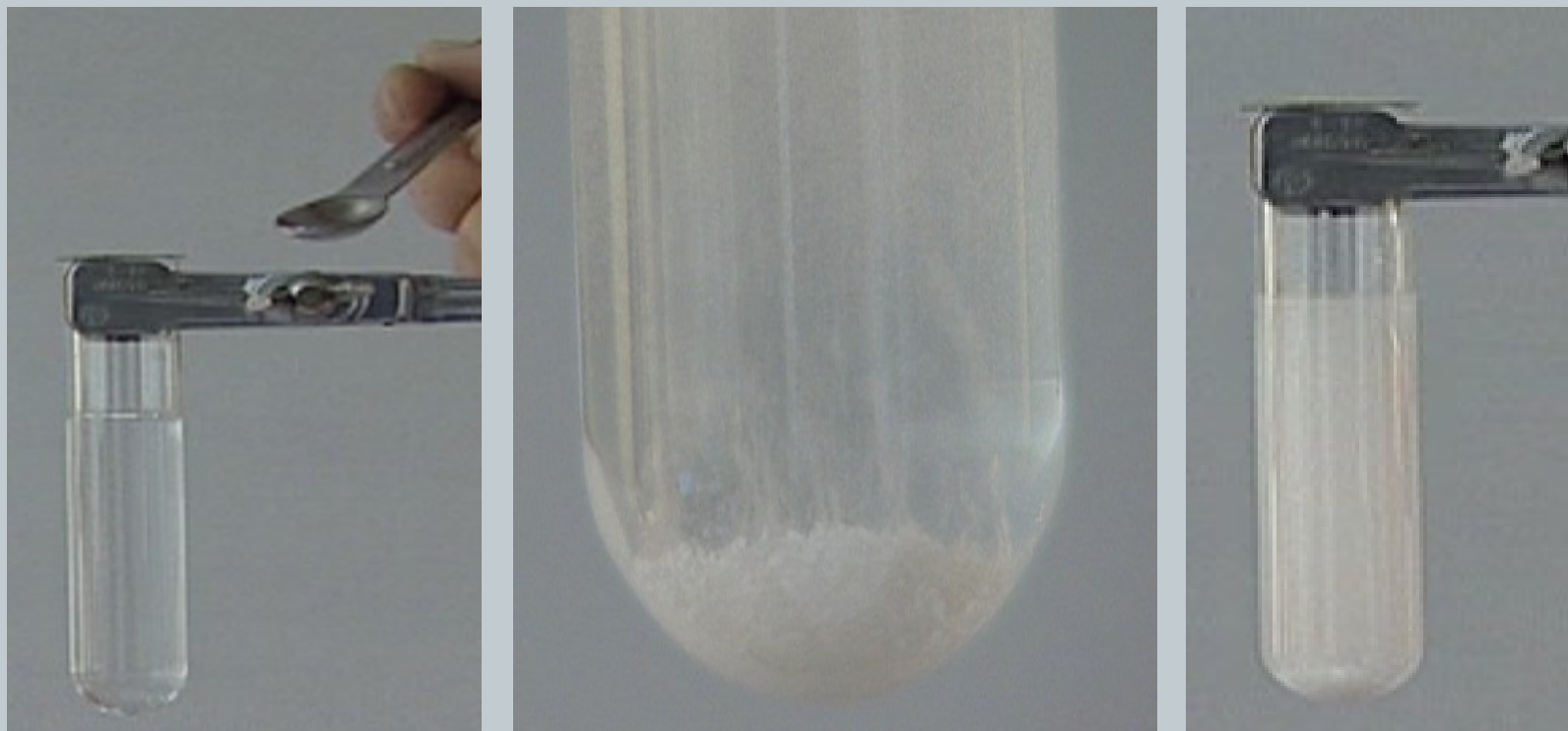
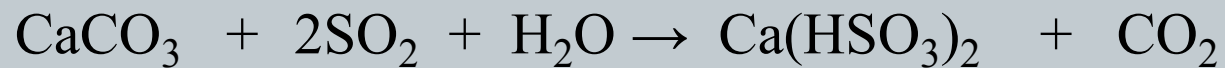
**vlastnosti:** molekula oxidu siřičitého je díky přítomnosti volného elektronového páru na atomu síry lomená a atom síry je v hybridizaci  $sp^2$

oxid siřičitý se dobře rozpouští ve vodě a reakce jeho vodného roztoku je kyselá

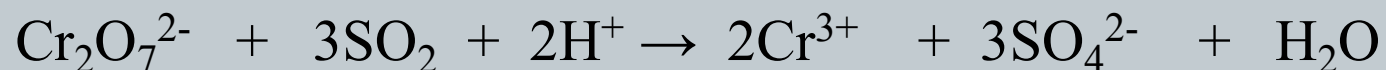
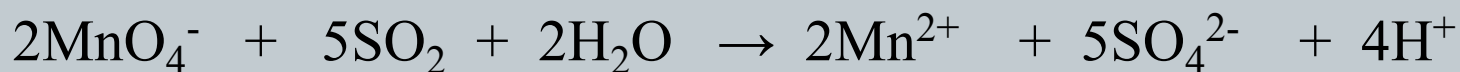


oxid siřičitý je součástí kyselých dešťů; jejich účinek na lesní porost se tlumí rozprašováním jemně mletého vápence

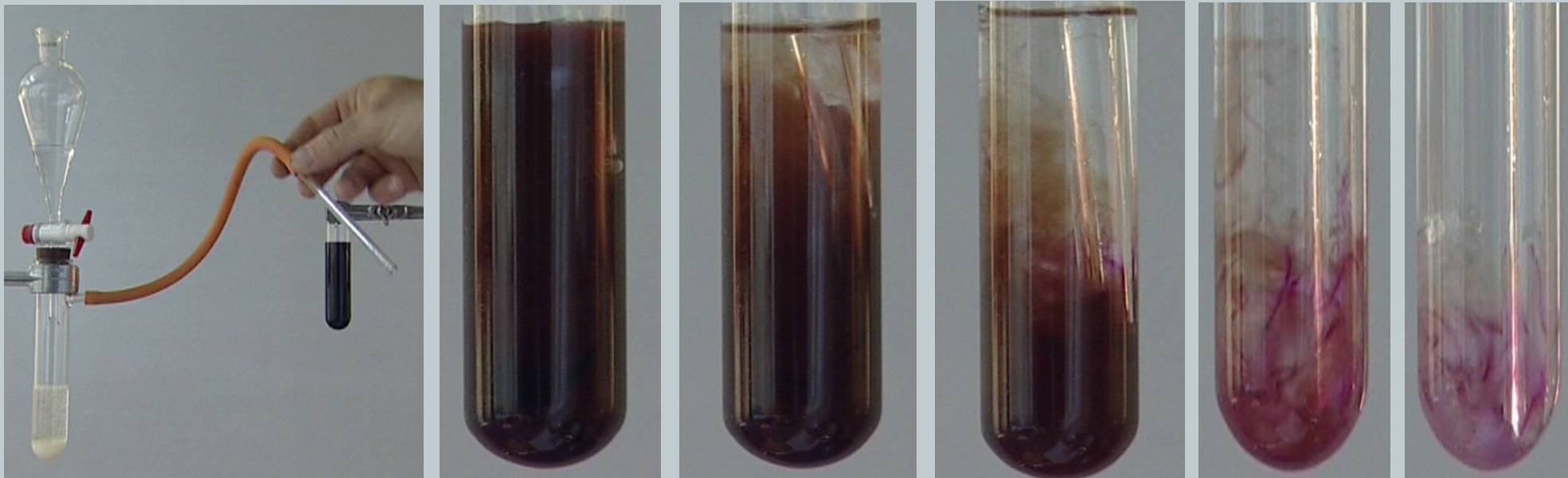




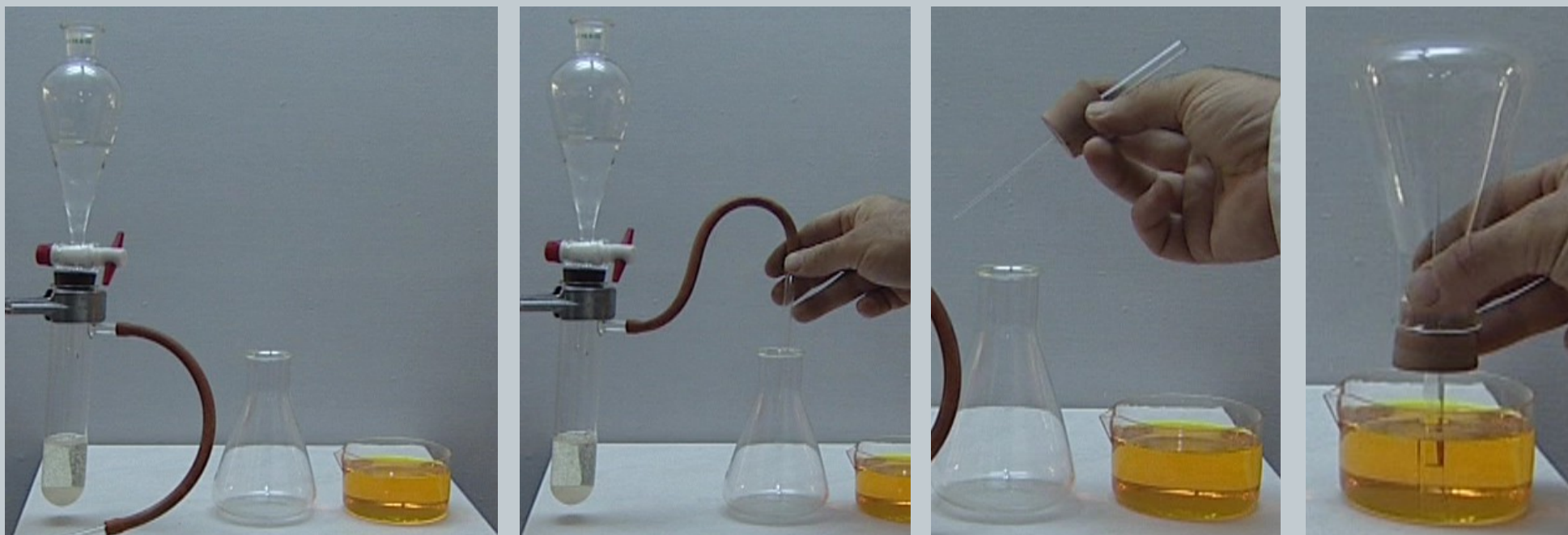
oxid siřičitý vystupuje ve většině reakcí jako redukční činidlo; je schopen redukovat manganistan na ionty manganaté a dichroman na ionty chromité

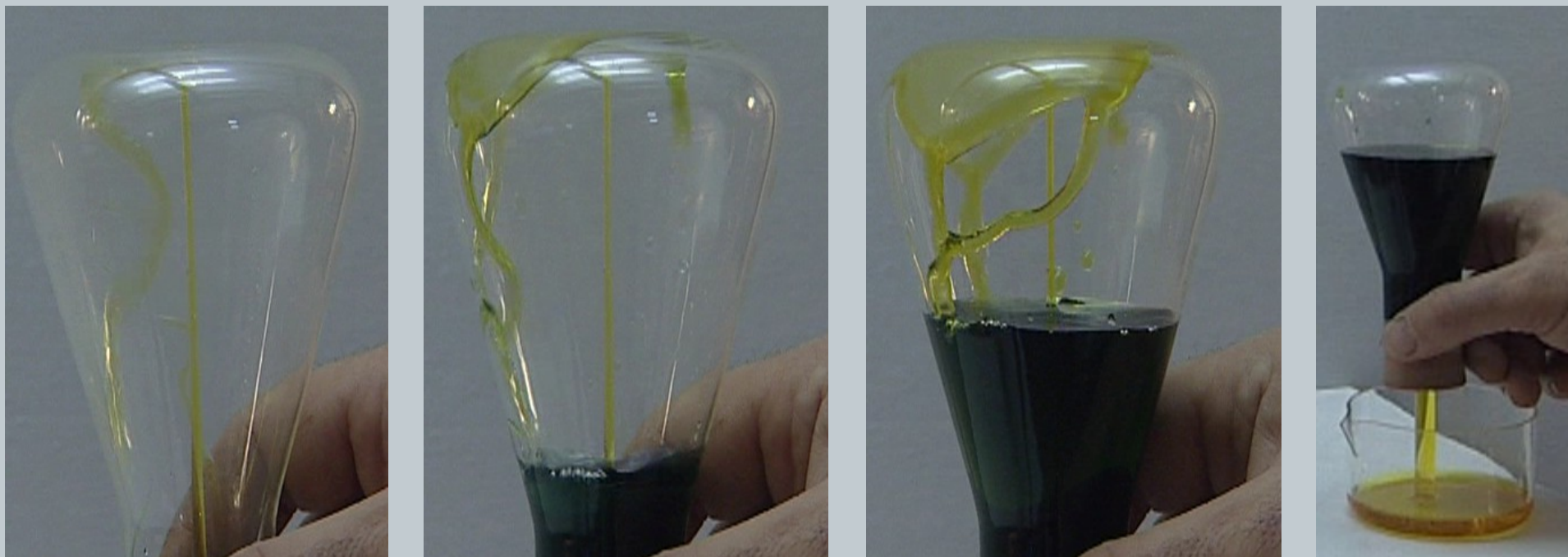


## reakce $\text{SO}_2$ s roztokem manganistanu draselného



rozpuštění  $\text{SO}_2$  ve vodě a reakci s  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  lze demonstrovat takto:





oxid siřičitý působí jako redukční činidlo i při reakci s chlorem a kyselinou dusičnou



$\text{SO}_2$  je v některých reakcích schopen vystupovat i jako činidlo oxidační

nejdůležitější z těchto reakcí je odsiřování zemního plynu a ropy, které je současně jednou z možností získání síry





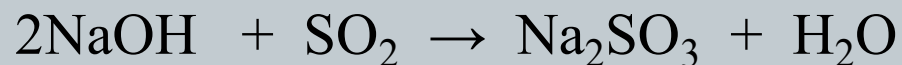
oxid siřičitý se využívá při výrobě kyseliny sírové a také při zpracování celulózy

roztok oxidu siřičitého ve vodě má kyselou reakci, kyselina siřičitá (pokud existuje) je však v roztoku přítomná pouze ve velmi nízkých koncentracích (dosud nebyla izolována)

většina oxidu siřičitého se ve vodném roztoku vyskytuje v hydrátované formě jako  $\text{SO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

kyselina siřičitá tvoří dvě řady solí – hydrogensiřičitany  $\text{HSO}_3^-$  a siřičitany  $\text{SO}_3^{2-}$

hydrogensiřičitany i siřičitany se získávají zaváděním oxidu siřičitého do roztoku nebo suspenze hydroxidů nebo uhličitanů



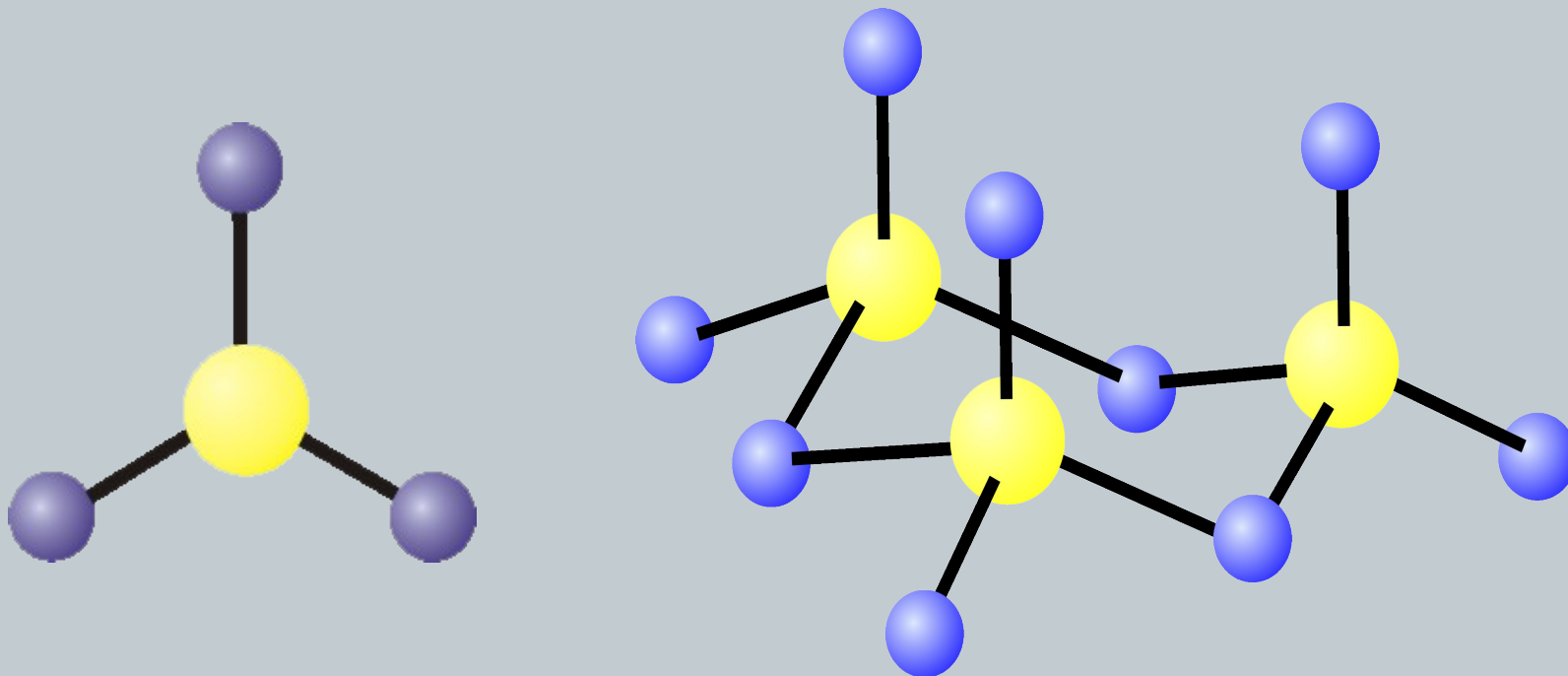
hydrogensiřičitan vápenatý se užívá při získávání celulózy ze dřeva, siřičitan sodný se užívá k odstraňování chloru v papírenském a textilním průmyslu

oxid siřičitý reaguje za přítomnosti katalyzátoru ( $V_2O_5$ ) s kyslíkem za vzniku oxidu sírového



**vlastnosti:** **oxid sírový** má v plynném stavu planární molekuly; atom síry je v hybridizaci  $sp^2$

v pevném stavu se oxid sírový vyskytuje v podobě trimeru  $(SO_3)_3$ , všechny atomy síry jsou v hybridním stavu  $sp^3$



oxid sírový je silně hygroskopický, organickým sloučeninám je schopen odnímat vodu a ty v důsledku toho uhelnatí

**příprava:** oxid sírový se nejčastěji připravuje vydestilováním z olea (*25 – 65% roztok oxidu sírového v kyselině sírové*)

SO<sub>3</sub> je možno připravit i termickým rozkladem některých síranů



- zdroje:**
1. Greenwood N.N; Earnshaw A : Chemie prvků Informatorium 1993 Praha
  2. Mareček A.; Honza J.: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl Nakladatelství Olomouc 1998
  3. Veškeré fotografie a obrázky jsou vlastní