

# F6460

# Chemie pro fyziky

RNDr. Milan Alberti, CSc.

**A moment in the life of the Mendeleev family ...**



Translation: "One day, maybe we'll understand why Dimitri always arranges his blocks the same way".

## **OSNOVA: F6460 Chemie pro fyziky**

- Předmět chemie a její postavení mezi ostatními vědami
- Úvod do základních pracovních technik používaných v chemii
- Využití technických plynů, zařízení pro ohřev a pro chlazení, zdroje podtlaku
- Separační techniky (filtrace, dekantace, krystalizace, destilace, sublimace, extrakce, chromatografické techniky)
- Sušení látek, sušicí prostředky a činidla
- Základní chemické pojmy
- Atomy, molekuly, ionty, prvky, nuklidy, izotopy, radioaktivita
- Sloučeniny
- Názvosloví - pojmenování sloučenin a látek, směsi homogenní a heterogenní
- Chemické zákony
- Atomová hmotnostní jednotka, hmotnost atomů a molekul atd.
- Atomová struktura, atomové orbitaly, kvantová čísla, konfigurace elektronů v atomech, valenční elektrony
- Periodický systém prvků
- Struktura molekul
- Chemická vazba
- Teorie molekulových orbitalů
- Vlastnosti plynů
- Kapaliny, taveniny. Rozpouštědla polární a nepolární, rozpustnost látek, pojem solvatace, vlastnosti roztoků, vyjadřování koncentrace roztoků, výpočty koncentrací, látkových množství atd.
- Struktura a vlastnosti pevných látek, základy krystalografie, RTG difrakce
- Chemické reakce, vybrané typy chemických reakcí, katalyzátory a význam katalýzy pro průběh chemických reakcí, fotochemické procesy
- Chemické rovnice, stechiometrie
- Elektrochemie
- Kyseliny a báze, disociace vody. Acidita a bazicita vodných roztoků
- Chemie vybraných prvků, základní výroby, základy technologie
- Přírodní a syntetické makromolekuly - základy chemie makromolekul
- Metody studia struktury látek
- Užitá chemie
- Životní prostředí a chemie



# Obecná chemie

- Věda o obecných zákonitostech společných pro ostatní chemické disciplíny



# Chemie a její postavení mezi dalšími vědami

## kapitola 1

Chemie jako přírodní věda – její obory

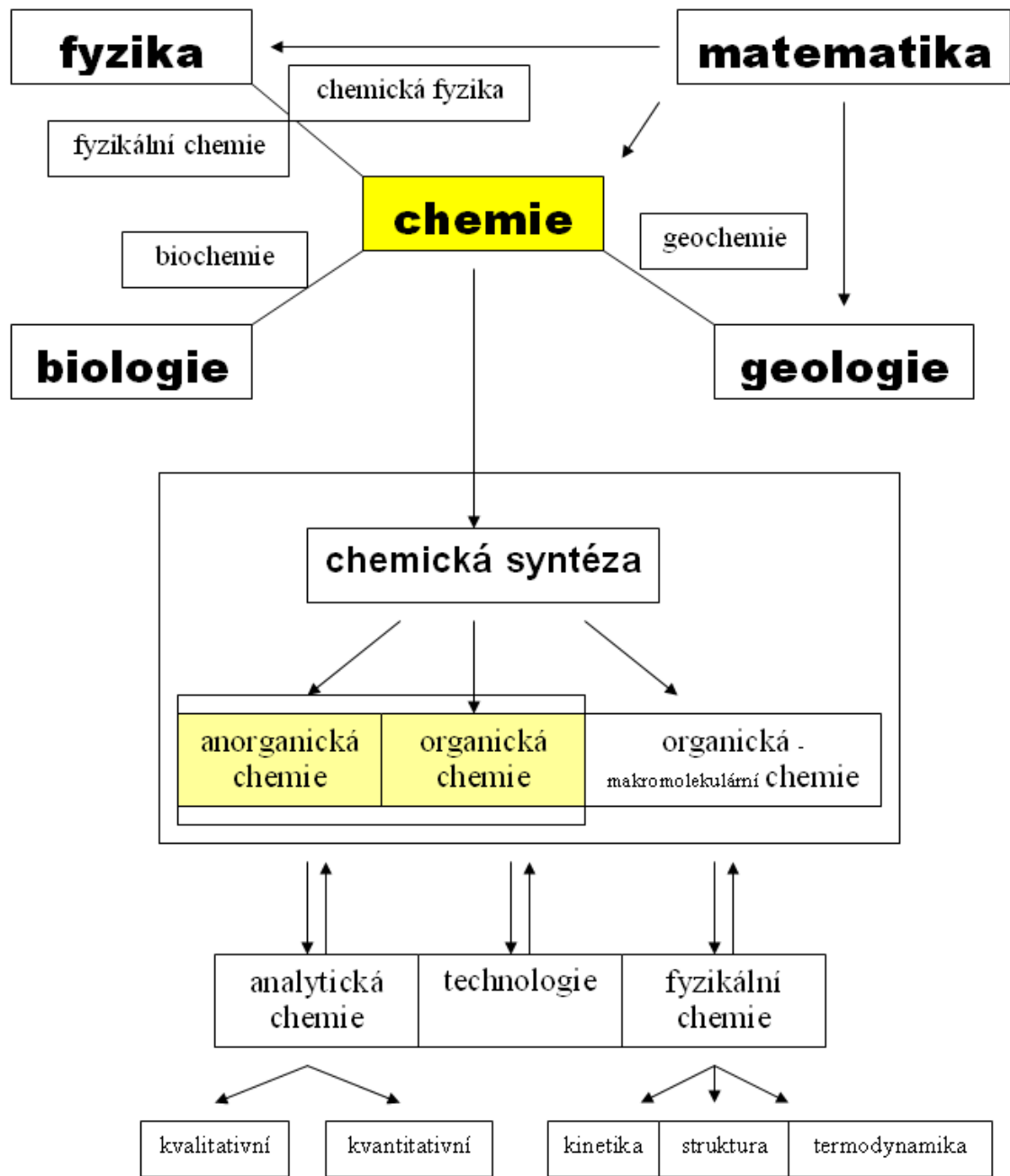


- **Chemie je přírodní věda studující složení a strukturu látek a jejich přeměny v látky jiné (chemické reakce).**

Obory chemie:

- Obecná chemie – se zabývá obecnými zákonitostmi stavby látek a průběhu chemických dějů
- Anorganická chemie – zkoumá látky anorganické
- Organická chemie – zkoumá látky organické
- Biochemie – chemie živých soustav
- Analytická chemie – zkoumá složení látek
- Fyzikální chemie – zkoumá chemické látky fyzikálními metodami
- Chemická technologie – postupy chemické výroby
- Geochemie – zkoumá chemické složení Země
- Agrochemie – chemie v zemědělství







- **Biofyzikální chemie** – zabývá se řešením biologických problémů pomocí fyzikální chemie
- **Elektrochemie**
- **Toxikologie** – studium jedů
- **Farmaceutická chemie** – studium léčiv
- **Lékařská chemie**
- **Potravinářská chemie**
- **Forenzní chemie**
- **Petrochemie** - studuje přeměny ropy a zemního plynu na využitelné materiály
- **Chemie životního prostředí** - zkoumá chemické a biochemické děje probíhající v přírodě
- **Chemie atmosféry**
- **Jaderná chemie**
- **Radiochemie**



Jak se do baňky volá, tak se z baňky ozývá.



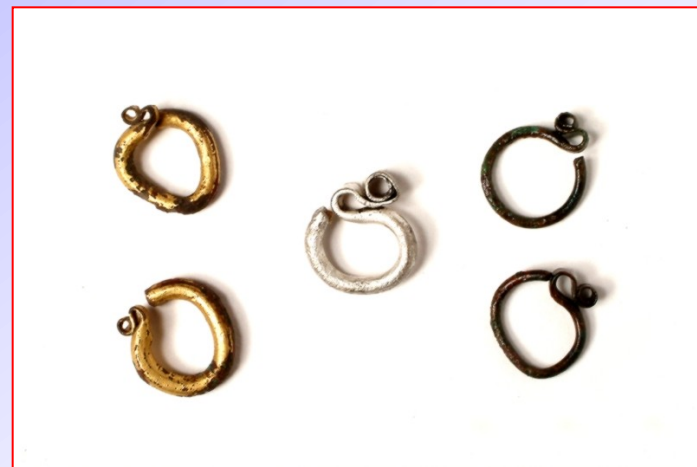
- Fotochemie
- Koordinační chemie
- Chemie silikátů
- Kvantová chemie
- Teoretická chemie
- Makromolekulární chemie
- Supramolekulární chemie
- Termochemie - zabývá se tepelným zbarvením chemických reakcí



# Historie chemie

## a) Pravěk

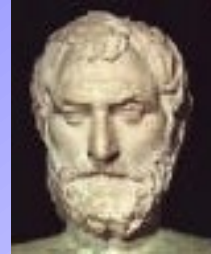
Pravěk (doba železná, bronzová) – první „chemické zkušenosti“ – oheň, primitivní nádoby, nástroje, zbraně, šperky.



## b) Starověk

Starověk – první názory na stavbu hmoty, představy o složení světa z jediné látky

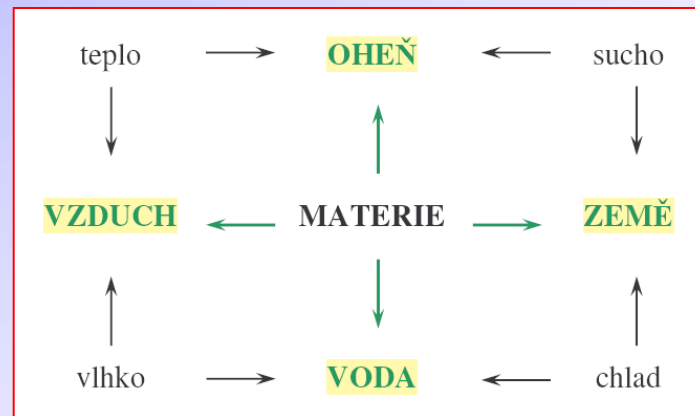
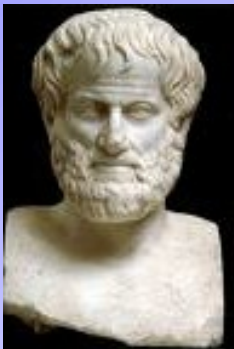
– **Thales z Miletu** (pralátka voda)



– Atomisté = Leukippos, **Démokritos** - základem všech těles je pralátka složená z malých, dále nedělitelných částic = atomy (atomos = nedělitelný)

– Platon a Aristotelés - učení o elementech, tzv. tetrasoniální teorie = 4 základní živly (elementy): **země, voda, vzduch, oheň**

– **Aristotelés** – přidal pátý element – ether

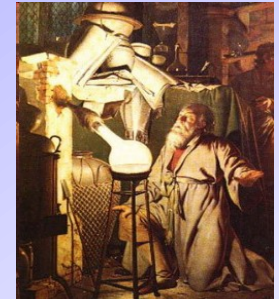


- Nebyla spojitost s praktickými chemickými znalostmi.
- Již známé prvky : Au, Ag, Cu, Fe, Pb, Sn, Zn, Hg, S.




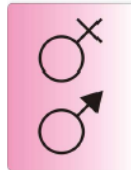





## c) Období alchymie

- Staroegyptský výraz "khemí" = Egypt, alchymie = "egyptské umění"
- Látky lze navzájem přeměňovat vnějším působením na jejich vlastnosti.
- Alchymisté - Archimédés, Geber, Avicenna, A. Magnus, E. Kelley
- Mimořádný význam Hg a S = sulfo-merkuriová teorie
  - Hg – kovovost, těkavost
  - S – hořlavost



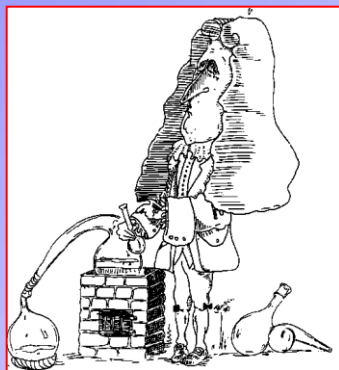
- experimentování (chemické operace, objev a izolace prvků (As, Sb, Bi, P), získání minerálních kyselin (HNO<sub>3</sub>, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), neutralizace)
- snaha o přeměnu (transmutaci) kovů na zlato, výrobu elixíru života, výroba kamene mudrců
- existence 7 kovů = 7 planet

Au	Ag	Cu	Fe	Hg	Sn	Pb
Slunce	Měsíc	Venuše	Mars	Merkur	Jupiter	Saturn
						

- Iatrochemie (iatros = lék) - **Paracelsus** - příprava léků
- Rozvoj technické chemie – hutnictví, sklářství, barvířství, farmacie

## d) Vznik vědecké chemie

- poznatky chemické praxe – vznik chemické teorie, pád alchymie
- **Robert Boyle** - zobecnění teoretických poznatků, oživení představ o „atomech“



- Flogistonová teorie - flogistos = hořící - existence plynu – *flogistonu*, jehož přítomnost způsobuje hořlavost
- - objev prvků ( $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$ , Co, Pt, Ni, Mn, Mo, Te, W, U, Cr)

## e) Období budování pevných vědeckých základů chemie

- 18. stol. – pád flogistonové teorie
- experimentální základ - formulace základních chemických zákonů, základních pojmů (atom, molekula ...)
- Chemici – Lomonosov, Antoine Lavoisier

# Bezpečnost práce v chemii

## kapitola 2

Rizika práce v laboratoři

Symboly rizikových chemických látek

Zásady první pomoci



# Legislativa

## **Zákon č. 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích - stanovuje práva a povinnosti právnických a fyzických osob**

### **Zacházením s látkou nebo přípravkem se rozumí:**

- Výroba
- Vývoz
- Distribuce
- Používání
- Skladování
- Balení
- Označování a vnitropodniková přeprava

Bezpečnostní list je souhrnem identifikačních údajů o výrobcu nebo dovozci, o nebezpečné látce nebo přípravku a údajů potřebných pro ochranu zdraví člověka nebo životního prostředí.

*✓ měl by být součástí dodávky chemické látky nebo přípravku, příp. je nutno si jej vyžádat při prvním objednání látky*

*✓ na pracovišti musí být uskladněn tak, aby k němu měl přístup kdokoli*





# Symbole nebezpečnosti

## Grafické znázornění výstražných symbolů nebezpečnosti

**E**



Výbušný

**F+**



Extremně hořlavý

**T+**



Vysoce toxický

**C**



Žravý

**Xi**



Dráždivý

**O**



Oxidující

**F**



Vysoce hořlavý

**T**



Toxický

**Xn**



Zdraví škodlivý

**N**



Nebezpečný pro  
životní prostředí

# Nebezpečné látky a přípravky

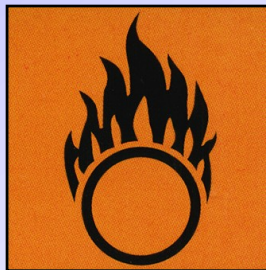
- **Výbušné látky** - mohou exotermně reagovat i bez přístupu kyslíku za rychlého vývinu plynu nebo u nich dochází při definovaných zkušebních podmínkách k detonaci a prudkému shoření, nebo které při zahřátí vybuchují, jsou-li umístěny v částečně uzavřené nádobě
- **Oxidující látky** - při styku s jinými látkami, zejména hořlavými, vyvolávají vysoce exotermní reakci
- **Extrémně hořlavé** - v kapalném stavu mají bod vzplanutí nižší než 0°C a bod varu nižší než 35°C nebo které v plynném stavu jsou samozápalné při styku se vzduchem za normální (pokojevé) teploty a normálního (atmosférického) tlaku a bez přívodu energie

E



výbušné

O



oxidující

F+



extrémně hořlavé

- **Vysoce hořlavé látky:**
  - se mohou samovolně zahřívat a poté vznítit při styku se vzduchem za normální (pokožové) teploty a normálního (atmosférického) tlaku a bez přívodu energie
  - se mohou v pevném stavu snadno vznítit po krátkém styku se zápalným zdrojem a po odstranění zápalného zdroje dále hoří nebo doutnají
  - mají v kapalném stavu bod vzplanutí nižší než 21°C a nejsou extrémně hořlavé
  - při styku s vodou nebo s vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny
- **Hořlavé látky**, které mají bod vzplanutí v rozmezí od 21°C do 55 °C

F



**vysoce hořlavé**

F+



**extrémně hořlavé**

- **Vysoce toxické látky** - po vdechnutí, požití nebo proniknutí do kůže mohou i ve velmi malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt
- **Toxické látky** - po vdechnutí, požití nebo proniknutí do kůže mohou i v malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt
- **Zdraví škodlivé látky** - po vdechnutí nebo proniknutí do kůže mohou způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt
- **Žíravé látky** - při styku s živou tkání mohou způsobit její zničení
- **Dráždivé látky** - nemají vlastnosti žíravín, ale při přímém dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí mohou vyvolat zánět

T



toxické

T+



vysoce toxické

Xi



dráždivé

Xn



zdraví škodlivé

C



žíravé

- **Senzibilizující látky** - po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat přecitlivělost tak, že po další expozici vznikají charakteristické příznaky
- **Karcinogenní látky** - po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu rakoviny
- **Mutagenní látky** - kategorie, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu genetických poškození
- **Toxické pro reprodukci** - po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu nedědičných poškození potomků, poškození reprodukčních funkcí nebo schopností reprodukce muže nebo ženy
- **Nebezpečné pro životní prostředí** - po proniknutí do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo opožděné nebezpečí

# Bezpečnost práce v chemii

Při práci v laboratoři – znát rizika plynoucích z vlastností používaných látek (hořlaviny, toxické látky, výbušniny) a prováděných operací.

## Základní bezpečnostní zásady:

- V laboratoři nesmíme jíst, pít, kouřit a nechráněnými rukama manipulovat s dráždivými chemikáliemi.
- Se zdravím škodlivými a zapáchajícími látkami manipulujeme v digestoři.
- Na pracovním stole uchováváme pořádek a čistotu.
- V laboratoři nosíme ochranné brýle.
- Známe umístění lékárničky, hasicích přístrojů a bezpečnostní sprchy.

Každý je povinen chránit zdraví lidí a životní prostředí a řídit se výstražnými symboly nebezpečnosti, standardními větami označujícími specifickou rizikovost (R-větami) a standardními pokyny pro bezpečné zacházení (S-větami) uvedenými na obalu chemikálie.



- Při ředění kyselin přidáváme za stálého míchání **kyselinu do vody** a nikdy naopak. *Kyselinu naléváme pomalu a opatrně.*
- Při rozpouštění tuhého hydroxidu se musí sypat **hydroxid** po malých dávkách **do vody**. Nikdy nenaléváme vodu na hydroxid.
- Chemikálie *nikdy nebereme do ruky. Pro manipulaci používáme laboratorní lžíce.*
- Při pipetování používáme balónek, nikdy **nepipetujeme ústy**.
- Manipulaci s dýmavými, dráždivými nebo těkavými látkami provádíme v digestoři.
- Neutralizační roztoky – zředěné hydrogenuhličitan sodný 5%, kyselina citronová 3 – 5%





# R- věty

- R1 Výbušný v suchém stavu.
- R2 Nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení.
- R3 Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení.
- R4 Vytváří vysoce výbušné kovové sloučeniny.
- R5 Zahřívání může způsobit výbuch.
- R6 Výbušný za přístupu i bez přístupu vzduchu.
- R7 Může způsobit požár.
- R8 Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár.
- R9 Výbušný při smíchání s hořlavým materiálem.
- R10 Hořlavý.
- R11 Vysoce hořlavý.
- R12 Extrémně hořlavý.
- R14 Prudce reaguje s vodou.
- R15 Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny.
- R16 Výbušný při smíchání s oxidačními látkami.
- R17 Samovznětlivý na vzduchu.
- R18 Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem.
- R19 Může vytvářet výbušné peroxidy.
- R20 Zdraví škodlivý při vdechování.
- R21 Zdraví škodlivý při styku s kůží.
- R22 Zdraví škodlivý při požití.
- R23 Toxický při vdechování.
- R24 Toxický při styku s kůží.
- R25 Toxický při požití.
- R26 Vysoce toxický při vdechování.
- R27 Vysoce toxický při styku s kůží.
- R28 Vysoce toxický při požití.
- R29 Uvolňuje toxický plyn při styku s vodou.
- R30 Při používání se může stát vysoce hořlavým.
- R31 Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami.
- R32 Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami.
- R33 Nebezpečí kumulativních účinků.
- R34 Způsobuje poleptání.
- R35 Způsobuje těžké poleptání.
- R36 Dráždí oči.
- R37 Dráždí dýchací orgány.
- R38 Dráždí kůži.
- R39 Nebezpečí velmi vážných nevratných účinků.

# R- věty

- R40 Podezření na karcinogenní účinky.
- R41 Nebezpečí vážného poškození očí.
- R42 Může vyvolat senzibilizaci při vdechování.
- R43 Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží.
- R44 Nebezpečí výbuchu při zahřátí v uzavřeném obalu.
- R45 Může vyvolat rakovinu.
- R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností.
- R48 Při dlouhodobé expozici nebezpečí vážného poškození zdraví.
- R49 Může vyvolat rakovinu při vdechování.
- R50 Vysoce toxický pro vodní organismy.
- R51 Toxický pro vodní organismy.
- R52 Škodlivý pro vodní organismy.
- R53 Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.
- R54 Toxický pro rostliny.

- R55 Toxický pro živočichy.
- R56 Toxický pro půdní organismy.
- R57 Toxický pro včely.
- R58 Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí.
- R59 Nebezpečný pro ozonovou vrstvu.
- R60 Může poškodit reprodukční schopnost.
- R61 Může poškodit plod v těle matky.
- R62 Možné nebezpečí poškození reprodukční schopnosti.
- R63 Možné nebezpečí poškození plodu v těle matky.
- R64 Může poškodit kojené dítě.
- R65 Zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic.
- R66 Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže.
- R67 Vdechování par může způsobit ospalost a závratě.
- R68 Možné nebezpečí nevratných účinků.

# Kombinované R- věty

R14/15 Prudce reaguje s vodou za uvolňování extrémně hořlavých plynů.

R15/29 Při styku s vodou uvolňuje toxický, extrémně hořlavý plyn.

R20/21 Zdraví škodlivý při vdechování a při styku s kůží.

R20/21/22 Zdraví škodlivý při vdechování, styku s kůží a při požití.

R20/22 Zdraví škodlivý při vdechování a při požití.

R21/22 Zdraví škodlivý při styku s kůží a při požití.

R23/24 Toxický při vdechování a při styku s kůží.

R23/24/25 Toxický při vdechování, styku s kůží a při požití.

R23/25 Toxický při vdechování a při požití.

R24/25 Toxický při styku s kůží a při požití.

R26/27 Vysoce toxický při vdechování a při styku s kůží.

R26/27/28 Vysoce toxický při vdechování, styku s kůží a při požití.

R26/28 Vysoce toxický při vdechování a při požití.

R27/28 Vysoce toxický při styku s kůží a při požití.

R36/37 Dráždí oči a dýchací orgány.

R36/37/38 Dráždí oči, dýchací orgány a kůži.

R36/38 Dráždí oči a kůži.

R37/38 Dráždí dýchací orgány a kůži.

R39/23 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování.

R39/23/24 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží.

R39/23/24/25 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití.

R39/23/25 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití.

R39/24 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží.

R39/24/25 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití.

R39/25 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití.

R39/26 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování.

R39/26/27 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží.

R39/26/27/28 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití.

R39/26/28 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití.

R39/27 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží.

R39/27/28 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití.



# S- věty

- S1 Uchovávejte uzamčené.
- S2 Uchovávejte mimo dosah dětí.
- S3 Uchovávejte na chladném místě.
- S4 Uchovávejte mimo obytné objekty.
- S5 Uchovávejte pod ..... (příslušnou kapalinu specifikuje výrobce).
- S6 Uchovávejte pod ..... (inertní plyn specifikuje výrobce).
- S7 Uchovávejte obal těsně uzavřený.
- S8 Uchovávejte obal suchý.
- S9 Uchovávejte obal na dobře větraném místě.
- S12 Neuchovávejte obal těsně uzavřený.
- S13 Uchovávejte odděleně od potravin, nápojů a krmiv.
- S14 Uchovávejte odděleně od ..... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce).
- S15 Chraňte před teplem.
- S16 Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření.
- S17 Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů.
- S18 Zacházejte s obalem opatrně a opatrně jej otevírejte.
- S20 Nejezte a nepijte při používání.
- S21 Nekuřte při používání.
- S22 Nevdechujte prach.
- S23 Nevdechujte plyny/dýmy/páry/aerosoly (příslušný výraz specifikuje výrobce).

- S24 Zamezte styku s kůží.
- S25 Zamezte styku s očima.
- S26 Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.
- S27 Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení.
- S28 Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím ..... (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce).
- S29 Nevylévejte do kanalizace.
- S30 K tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu.
- S33 Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny.
- S35 Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem.
- S36 Používejte vhodný ochranný oděv.
- S37 Používejte vhodné ochranné rukavice.
- S38 V případě nedostatečného větrání používejte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů.
- S39 Používejte osobní ochranné prostředky pro oči a obličej.
- S40 Podlahy a předměty znečištěné tímto materiálem čistěte ..... (specifikuje výrobce).

# S- věty

- S41 V případě požáru nebo výbuchu nevdechujte dýmy.
- S42 Při fumigaci nebo rozprašování používejte vhodný ochranný prostředek k ochraně dýchacích orgánů (specifikaci uveďte výrobce).
- S43 V případě požáru použijte ..... (uveďte zde konkrétní typ hasicího zařízení. Pokud zvyšuje riziko voda, připojte „Nikdy nepoužívat vodu“).
- S45 V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).
- S46 Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení.
- S47 Uchovávejte při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce).
- S48 Uchovávejte ve zvlhčeném stavu ..... (vhodnou látku specifikuje výrobce).
- S49 Uchovávejte pouze v původním obalu.
- S50 Nesměšujte s ..... (specifikuje výrobce).
- S51 Používejte pouze v dobře větraných prostorech.
- S52 Nedoporučuje se pro použití v interiéru na velké plochy.

- S53 Zamezte expozici - před použitím si obzarejte speciální instrukce.
- S56 Zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě pro zvláštní nebo nebezpečné odpady.
- S57 Použijte vhodný obal k zamezení kontaminace životního prostředí.
- S59 Informujte se u výrobce nebo dodavatele o regeneraci nebo recyklaci.
- S60 Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny jako nebezpečný odpad.
- S61 Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy.
- S62 Při požití nevyvolávejte zvracení: okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení.
- S63 V případě nehody při vdechnutí přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu.
- S64 Při požití vypláchněte ústa velkým množstvím vody (pouze je-li postižený při vědomí).

# Kombinované S- věty

- S1/2 Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí.
- S3/7 Uchovávejte obal těsně uzavřený na chladném místě.
- S3/9/14 Uchovávejte na chladném, dobře větraném místě odděleně od ..... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce).
- S3/9/14/49 Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě, odděleně od ..... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce).
- S3/9/49 Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě.
- S3/14 Uchovávejte na chladném místě, odděleně od ..... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce).
- S7/8 Uchovávejte obal těsně uzavřený a suchý.
- S7/9 Uchovávejte obal těsně uzavřený, na dobře větraném místě.
- S7/47 Uchovávejte obal těsně uzavřený, při teplotě nepřesahující ..... °C (specifikuje výrobce).
- S20/21 Nejezte, nepijte a nekuřte při používání.

- S24/25 Zamezte styku s kůží a očima.
- S27/28 Po styku s kůží okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení a kůži okamžitě omyjte velkým množstvím ..... (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce).
- S29/35 Nevylévejte do kanalizace, tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem.
- S29/56 Nevylévejte do kanalizace, zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě pro zvláštní nebo nebezpečné odpady.
- S36/37 Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice.
- S36/37/39 Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.
- S36/39 Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné brýle nebo obličejový štít.
- S37/39 Používejte vhodné ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.
- S47/49 Uchovávejte pouze v původním obalu při teplotě nepřesahující ..... °C (specifikuje výrobce).

# Skladování chemikálií

Likvidace všech nebezpečných chemických látek a přípravků se provádí na základě domluvy s bezpečnostním a požárním technikem.

**Pokud nejsou uchovávány chemické látky a přípravky v originálním balení, řídíme se následujícími pravidly:**

- *látky reagující se sklem (kyselina fluorovodíková, kyselina fosforečná, peroxid vodíku – rozklad) se uchovávají v nádobách z plastů, vhodného kovu nebo ve vyparafinovaných lahvích*
- *látky citlivé na světlo se uchovávají v tmavých nebo neprůhledných lahvích (kyselina dusičná)*
- *alkalické kovy se ukládají pod inertní vysokovroucí kapalinou (petrolej, parafinový olej), bílý fosfor pod vodou*
- *alkalické kovy a jejich hydridy se ukládají do kovové skříně mimo laboratoř, na požárně bezpečném místě s označením „Nehasit vodou“, (sodík, hydrid sodný)*
- *samozápalné látky, přechovávané ve skleněných lahvích se uloží v ochranném nerozbitném obalu, naplněném inertní kapalinou, v němž by po rozbití skleněné nádoby zůstala látka pod touto ochrannou vrstvou*



# Zásady první pomoci

<b>První pomoc při:</b>	<b>Poskytnutí pomoci:</b>
<b>nadýchání</b>	Vyvést postiženého na čerstvý vzduch, vyloučit fyzickou námahu, lékař.
<b>potřísnění oka</b>	Oko okamžitě vyplachovat čistou tekoucí vodou po dobu 15-20 minut tak, aby proud stékal od vnitřního k vnějšímu očnímu koutku. Oko sterilně přikrýt a ihned k lékaři.
<b>potřísnění pokožky</b>	Odstranit potřísněný oděv. V případě toxické látky bez vlastností žíraviny omýt postižené místo vlažnou vodou a mýdlem. U žíraviny dlouhodobě omývat proudem vody. To má přednost i před aplikací neutralizačního roztoku, který je vhodné použít teprve po důkladném omytí. Neutralizační roztok se po důkladném omytí žíraviny aplikuje jako koupel potřísněného místa, nebo opakovaným přiložením obkladu na postižené místo (není-li možné je koupat). V případě potřísnění kyselinou se použije 5 % roztok hydrogenuhličitanu sodného. Po potřísnění zásadou 3 % roztok kyseliny citrónové, octové. Dle potřeby navštívit lékaře.
<b>požití</b>	Ihned vyplachovat ústa vodou, nevyvolávat zvracení, co nejrychleji převést postiženého k lékaři.
<b>úrazu elektrickým proudem</b>	Vyprostit postiženého z dosahu elektrického proudu (vytažením přívodní šňůry ze zásuvky, vypnutím hlavního vypínače nebo jističe, apod.). Pokud je úraz doprovázen zástavou dechu a srdce, je nutno zahájit umělé dýchání a nepřímou masáž srdce a co nejrychleji přivolat lékařskou pomoc. Je-li postižený při vědomí, je nutné ho pohodlně usadit do teplé místnosti a nenechávat samotného. I při lehkém úrazu elektrickým proudem musí být přivolán lékař.

<b>otevřeném poranění</b>	Malé řezné rány a oděrky opláchnout čistou vodou, dezinfikovat (roztok peroxidu vodíku, dezinfekční sprej) a přelepit náplastí s polštářkem nebo ovázat obvazem. Větší rány, pokud nejsou znečištěné hrubou nečistotou nebo chemickou škodlivinou se nevymývají. Ránu překrýt suchým sterilním obvazem (při silnějším krvácení použít tlakový obvaz) a zajistit lékařské ošetření.
<b>popálení a opaření</b>	Popálené nebo opařené místo co nejrychleji ochladit studenou vodou. Z popáleného místa nestrhávat ulpívající oděv ani pevné látky (plasty, pryskyřice, asfalt). Postižená plocha se po ochlazení nemyje, ničím nepotírá ani nezasypává, pouze se kryje čistým sterilním obvazem. Podle rozsahu a závažnosti se případně zajistí lékařské ošetření.
<b>omrznutí</b>	Oplachovat 15 minut vodou, sterilně přikrýt, navštívit lékaře.

## 5 T – protišoková opatření

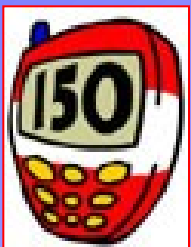
- Ticho
- Teplo
- Tekutiny
- Tišení bolesti
- Transport

# Telefonní číslo



## 112 - TÍSŇOVÉ VOLÁNÍ

- jednotné evropské číslo tísňového volání - SOS
- k oznámení jakékoliv mimořádné události



## 150 - HASIČI

(Hasičský záchranný sbor - HZS)



## 155 - ZÁCHRANKA

(Zdravotnická záchranná služba - ZZS)



## 158 - POLICIE

(Policie ČR - PČR)

# Vybavení lékárničky

## Léčiva

ACYLPIRIN tabl. 10 **2 ks**  
CARBOSORB tabl. **1 ks**  
GASTROGEL tabl. (či jiné volně dostupné antacidum) **1 ks**  
OPHTHAL kyselina boritá **1 ks**, BORAX tetraboritan sodný **1 ks**  
ATARALGÍN tabl. (či jiné volně dostupné analgetikum) **1 ks**  
SEPTONEX, JODISOL (či jiný vhodný dezinfekční přípravek) **1 ks**  
OPHTHALMOSEPTONEX **1 ks**  
TRAUMACEL zásyp **1 ks**

## Obvazový materiál

Gáza hydrofilní **2 ks**  
Gáza skládaná sterilní (7,5 x 7,5 cm) **5 ks**  
Spofaplast rychloobvaz (6 x 1 cm) **1 ks**  
Obinadlo hydrofilní sterilní (6 cm x 5 m) **2 ks**  
Obinadlo škrticí pryžové (délka 70 cm) **1 ks**  
Obvaz NERIT **4 ks**  
Ob. polštářek PORIN **10 ks**  
Obinadlo hydrofilní sterilní (10 cm x 5 m) **10 ks**  
Vata obvazová skládaná (50 g) **2 ks**

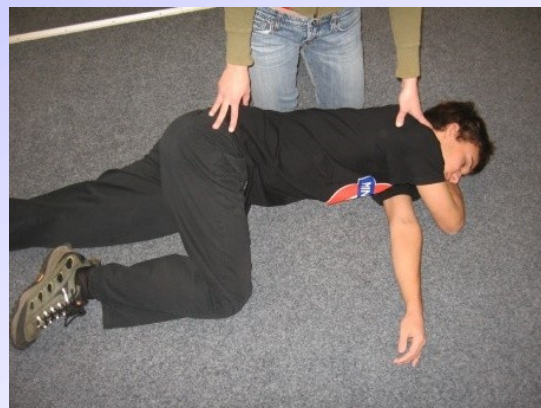
## Zdravotnické pomůcky

Pinzeta anatomická **1 ks**  
Rouška resuscitační **2 ks**  
Teploměr lékařský (rtuťový) v pouzdře (či jiný digitální teploměr) **1 ks**  
Obvazové nůžky **1 ks**  
Lepicí páska na obvaz (v cívce) **1 ks**  
Špendlíky zavírající **5 ks**  
Trojčípý šátek **2 ks**  
Sterilní (chirurgické) rukavice **2 ks**  
Tyčinková baterie (svítilna) **1 ks**  
Příručka „První pomoc“ **1 ks**





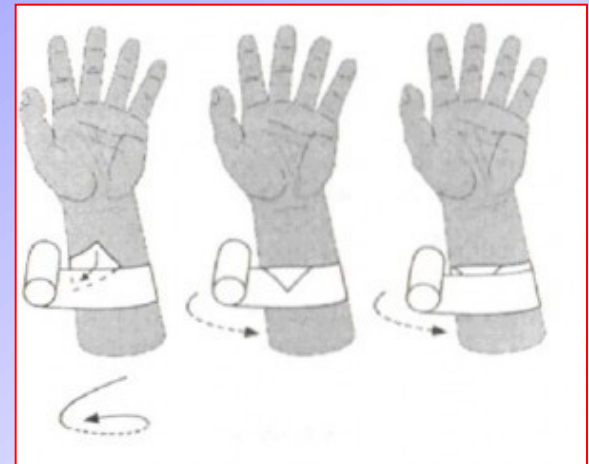
# Stabilizovaná poloha



# Obvazová technika

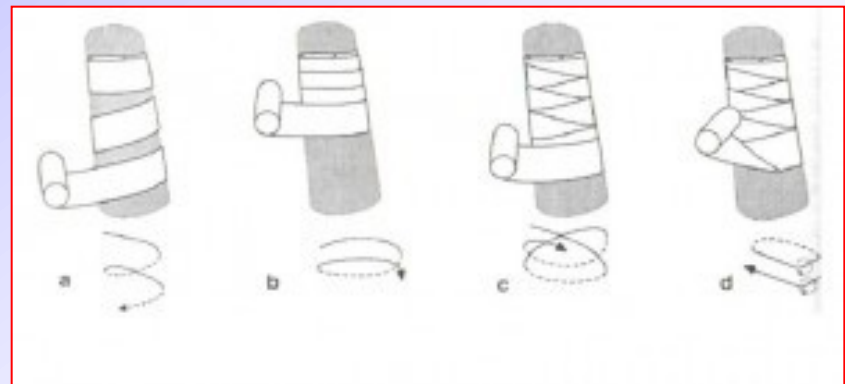
## Funkce obvazů

- krytí ran a zabránění vstupu infekce
- stavění krvácení stlačením
- fixace krycího a obkladového materiálu
- znehybnění části těla
- odsávání z ran



## Obinadlové obvazy

- 1.) a = Spirálový obvaz
- 2.) b = Hoblinový obvaz
- 3.) c = Klasový obvaz
- 4.) d = Překládaný obvaz

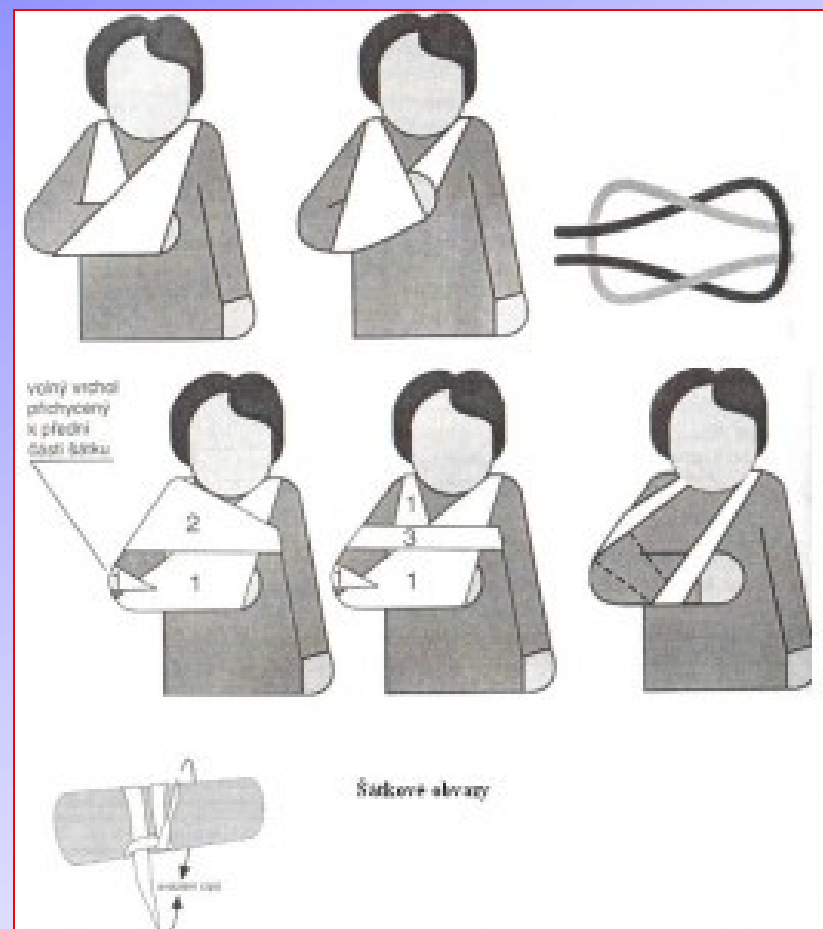


## Šátkové obvazy

- dostupné a jednoduché
- používány při improvizaci
- trojcípý šátek rozvinutý nebo složený „do kravaty“

## Zásady obvazování

- obvaz musí být přiložen rychle a správně
- po přiložení obvazu s ním již nemanipulujeme
- při prosáknutí krví původní vrstvy nesundáváme, přiložíme nové vrstvy
- obvaz vždy přesahuje krytí rány
- obvázanou končetinu se snažíme znehybnit
- na obvázané končetině musí být hmatný tep





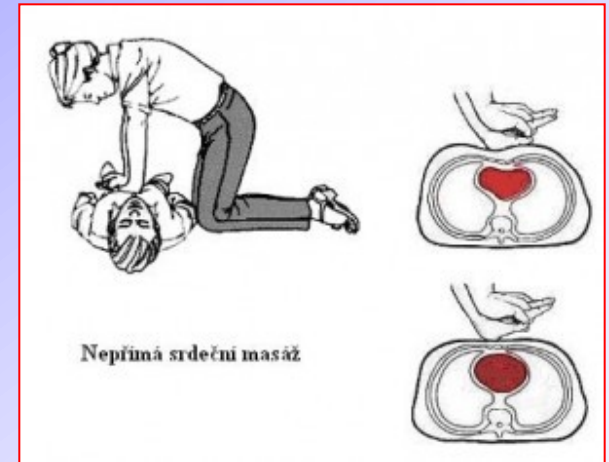
# Kardiopulmonální resuscitace

- **KPRC** = jednoduché manévry, zajišťující průchodnost dýchacích cest, umělé dýchání z plic do plic a nepřímou srdeční masáž.

Nepřímá srdeční masáž a umělé dýchání se u dospělých osob provádí v poměru 30:2 (2 vdechy, 30 stlačení hrudníku frekvencí minimálně 80 - 100 stlačení hrudníku / minuta).

## Postup KPRC

- Pacienta uložíme na záda na tvrdou podložku
- Vyčistíme dutinu ústní
- Uvolníme dýchací cesty -> záklon hlavy/předsunutí spodní čelisti
- Voláme Zdravotnickou záchrannou službu
- Zahájíme nepřímou srdeční masáž - přiložíme ruce kolmo k tělu, přibližně doprostřed hrudníku, a energicky stlačujeme hrudník do hloubky 4 - 5 cm ve správné frekvenci.
- U dospělého zahájíme 2 vdechy, třiceti kompresemi 2 vdechy a pokračujeme v rytmu 30 stlačení a dva vdechy.
- Oživování provádíme do příjezdu záchranné služby, do úplného vyčerpání zachraňujících, dokud postižený nezačne spontánně dýchat a má stabilizovaný krevní oběh

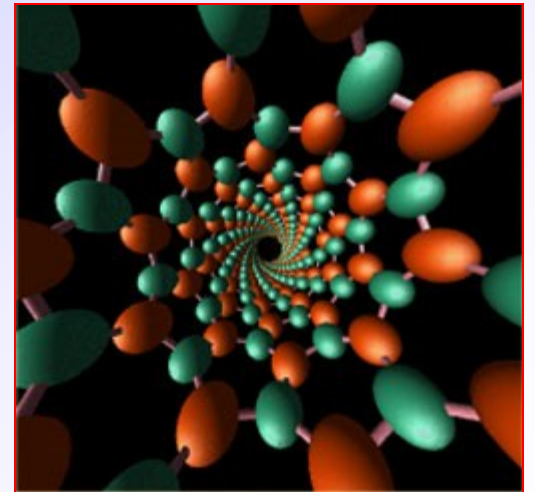


# Základní chemické pojmy

## kapitola 3

Vědecká disciplína

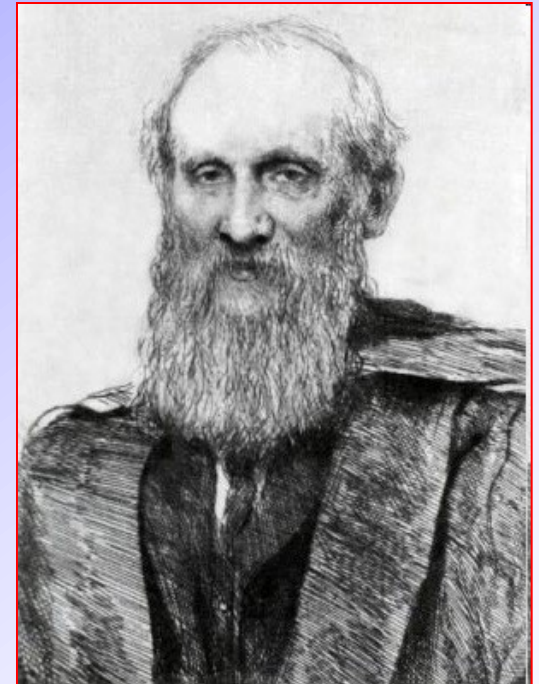
Jednotky SI



# Věda a výzkum

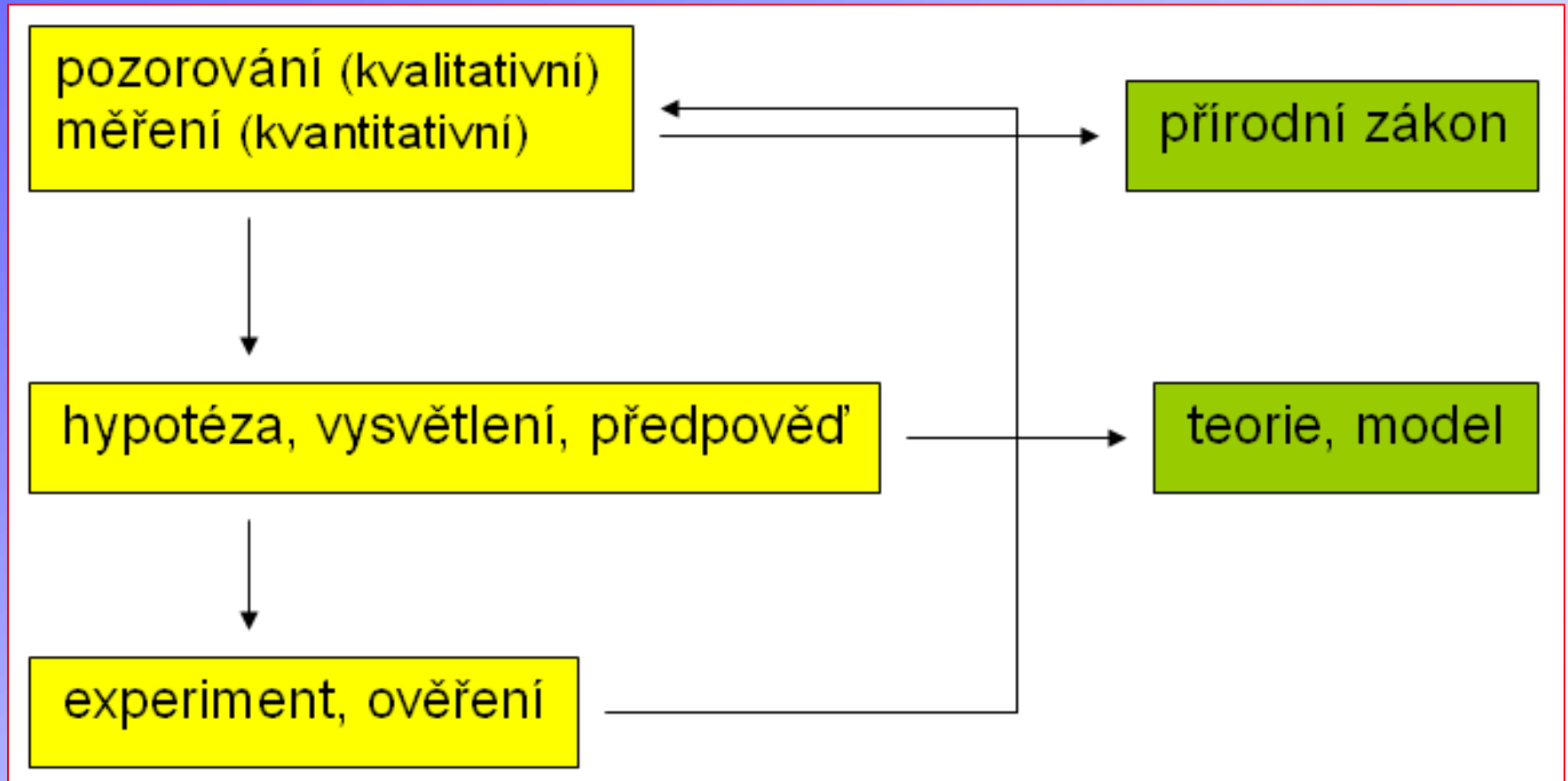
Věda = studium přírody a přírodních zákonů. Proces, při kterém se získávají nové poznatky. Empirické postupy řešení problému. Zabývá se pouze racionálními výroky, které lze potvrdit nebo vyvrátit pozorováním nebo experimenty.

*"When you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it; but when you cannot measure it, when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meagre and unsatisfactory kind. It may be the beginning of knowledge, but you have scarcely, in your thoughts, advanced to the stage of science."*



**lord Kelvin of Largs**  
skotský fyzik

# Věda, vědecká metoda



Správně navržený pokus potvrdí nebo vyvrátí pravdivost hypotézy.  
Hypotéza, která neobstojí musí být odmítnuta.  
Pokusy potvrzující hypotézu musí být reprodukovatelné.

# Přírodní zákony a teorie

- **Přírodní zákon**

= tvrzení, které sumarizuje opakovaná pozorování přírodních jevů, mění se jen zřídka

- **Teorie**

= tvrzení, které vysvětluje známá fakta a zákony z nich vyplývající, jsou produktem lidského myšlení a mohou se měnit nebo být úplně odmítnuty pod vlivem vývoje nových experimentálních metod a přesnějších měření

# Základní veličiny, jednotky SI

Veličina		Jednotka SI	
Název	Symbol	Název	Značka
délka	L	metr	m
hmotnost	M	kilogram	kg
čas	T	sekunda	s
elektrický proud	I	ampér	A
teplota	$\Theta$	kelvin	K
látkové množství	N	mol	mol
svítivost	J	kandela	cd
rovinný úhel	$\alpha$	radián	rad
prostorový úhel	$\Omega$	steradián	sr

Rozměr:

- základní rozměr
- složený rozměr
- bezrozměrná veličina

# Objem a hustota

**Molární objem** ideálního plynu = objem 1 molu plynu při teplotě 0°C a tlaku 100 kPa = 22.711 m<sup>3</sup>/kmol

Symbol veličiny:  $V_m$

Základní jednotka SI:  $m^3 \cdot mol^{-1}$

$$V_m = \frac{V}{n}$$

$$N_V = \frac{N_A}{V_m}$$

**Hustota hmotnosti** (obvykle zkráceně jako **hustota**) je fyzikální veličina, která vyjadřuje hmotnost objemové jednotky látky.

Symbol veličiny:  $\rho$  [ró]

Základní jednotka SI:  $kg/m^3$  ( $kg \cdot m^{-3}$ )

Hustota závisí na teplotě a tlaku.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

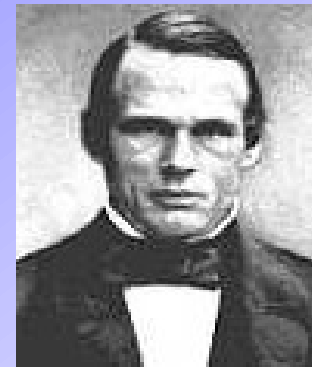


# Délka

- 1 angström =  $10^{-10}$  m
- 1 Å = 100 pm

**Bohrův poloměr**

$$a_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 0,53 \text{ Å}$$



A. J. Angström

Skupina (vertikální)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Perioda (horizontální)	Vypočítané atomové poloměry v pm																	
1	H 53																	He 31
2	Li 167	Be 112											B 87	C 67	N 56	O 48	F 42	Ne 38
3	Na 190	Mg 145											Al 118	Si 111	P 98	S 88	Cl 79	Ar 71
4	K 243	Ca 194	Sc 184	Ti 176	V 171	Cr 166	Mn 161	Fe 156	Co 152	Ni 149	Cu 145	Zn 142	Ga 136	Ge 125	As 114	Se 103	Br 94	Kr 88
5	Rb 265	Sr 219	Y 212	Zr 206	Nb 198	Mo 190	Tc 183	Ru 178	Rh 173	Pd 169	Ag 165	Cd 161	In 156	Sn 145	Sb 133	Te 123	I 115	Xe 108
6	Cs 298	Ba 253	*	Hf 208	Ta 200	W 193	Re 188	Os 185	Ir 180	Pt 177	Au 174	Hg 171	Tl 156	Pb 154	Bi 143	Po 135	At	Rn 120
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Lanthanides	*	La	Ce	Pr 247	Nd 206	Pm 205	Sm 238	Eu 231	Gd 233	Tb 225	Dy 228	Ho	Er 226	Tm 222	Yb 222	Lu 217		
Actinides	**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

# Čas



## Běžné jednotky času

<u>jednotka</u>	<u>velikost</u>	<u>poznámka</u>
<u>Planckův čas</u>	$\sim 5.4 \cdot 10^{-44} \text{ s}$	kvantum času
<u>Pikosekunda</u>	$10^{-12} \text{ s}$	
<u>Nanosekunda</u>	$10^{-9} \text{ s}$	
<u>Mikrosekunda</u>	$10^{-6} \text{ s}$	
<u>Milisekunda</u>	$10^{-3} \text{ s}$	
<u>Sekunda</u>	<b>zákl. jednotka <u>SI</u></b>	
<u>Minuta</u>	60 sekund	
<u>Hodina</u>	60 minut, 3600 s	
<u>Den</u>	24 hodin, 86 400 s	
<u>Týden</u>	7 dní	
<u>Měsíc</u>	28 až 31 dní	
<u>Rok</u>	12 měsíců	
	52 týdnů + den	

# Teplota

## Kelvin - K

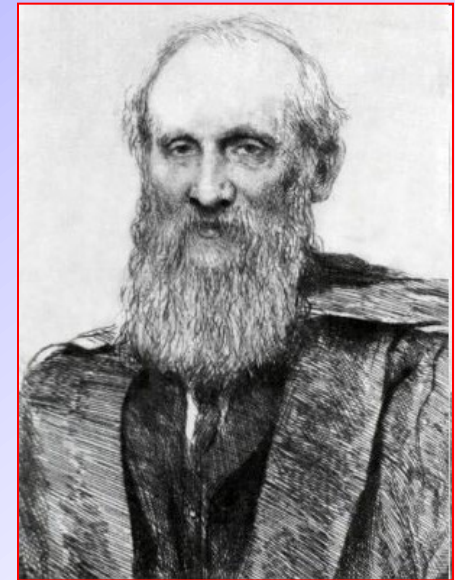
- absolutní nula 0 K je nedosažitelná

## Celsius - C

$$0 \text{ C} = 273.15 \text{ K} \quad \text{///} \quad 0 \text{ K} = -273.15 \text{ C}$$

$$T[\text{C}] = T[\text{K}] - 273.15$$

$$\text{Standardní teplota } 0 \text{ C} = 273.15 \text{ K}$$



Lord Kelvin  
(William Thomson)

# Tlak

1 **Pascal** = tlak působící  
jablko??? na 1 m<sup>2</sup>

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} =$$
$$760 \text{ mm Hg (Torr)} =$$
$$1.01325 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa}$$

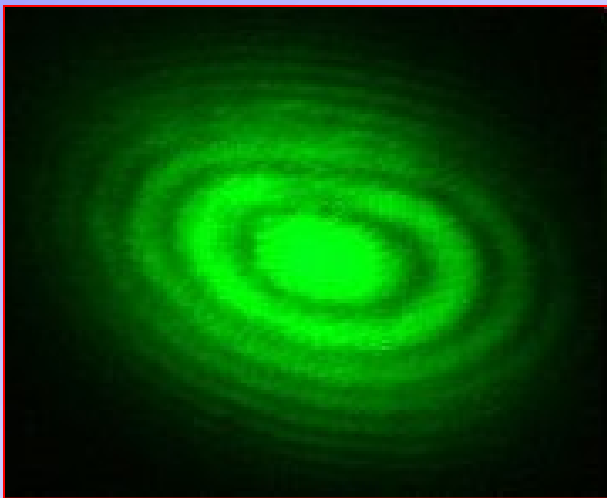


**standardní tlak = 100 000 Pa**

Jednotky tlaku	pascal (Pa)	bar (bar)
1 Pa	$\equiv 1 \text{ Pa}$	$\equiv 10^{-5} \text{ bar}$
1 bar	$\equiv 10^5 \text{ Pa}$	$\equiv 1 \text{ bar}$
1 kp/m <sup>2</sup>	$\approx 9,80665 \text{ Pa}$	$\approx 98,0665 \cdot 10^{-6} \text{ bar}$
1 at	$\equiv 98066,5 \text{ Pa}$	$\equiv 0,980665 \text{ bar}$
1 atm	$\equiv 101325 \text{ Pa}$	$\equiv 1,01325 \text{ bar}$
1 Torr	$\approx 133,322 \text{ Pa}$	$\approx 1,33322 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$
1 psi	$\approx 6894,757293 \text{ Pa}$	$\approx 68,94757293 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$

# Rychlost

- Rychlost světla ve vakuu
- **$c = 2.99792458 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$**
- $= 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- $= 300\,000 \text{ km s}^{-1}$



$$c = f\lambda$$

f – frekvence

$\lambda$  – vlnová délka



# Silové pole

Polem se označují všechna známá fyzikální pole: jaderné, elektrické, magnetické, gravitační; dosud známé formy hmoty mají dualistický (vlnový i částicový) charakter. Obecný společný rys: schopnost zprostředkování vzájemného působení jednotlivých částí látek, těles.

Fotony - kvanta elektromagnetického pole

V polích převládá vlnový charakter, látky – částicový charakter

## Elektrické pole

významný rys - zprostředkování vzájemného působení jednotlivých částic látek, těles, ve kterém působí elektrické síly ( + a - se přitahují)

Ke vzniku nutná přítomnost elektrického náboje (značka **Q** [**C**] **Coulomb**)

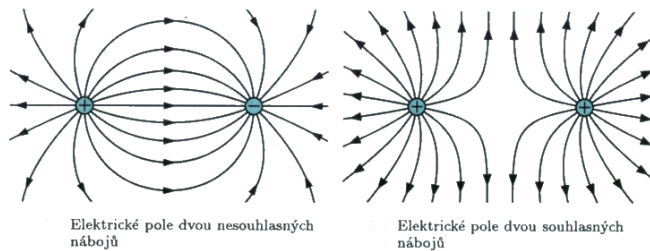
$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  **elementární elektrický náboj**

Tělesa – **vodiče**: kovy a uhlík - **grafit** – průchod el. proudu přenos volných  $e^-$  - chemicky se nemění; roztoky a taveniny = **elektrolyty** – chemická změna, přenos el. proudu – ionty - větší  $\leftrightarrow$  nižší vodivost; **izolanty**: sklo, dřevo, porcelán, plasty –  $e^-$  pevně vázány v atomech, obecně izolanty neobsahují **volné částice** s **elektrickým nábojem**

## Coulombův zákon (1784)

•bodové náboje

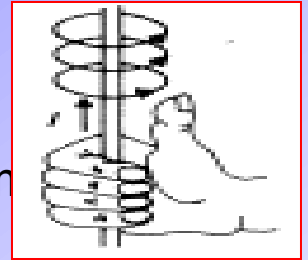
$$F_e = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}$$



## Magnetické pole

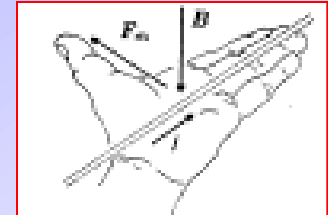
### Stacionární (klidové)

- kolem nepohybujícího se magnetu
- kolem nepohybujícího se vodiče s konstantním proudem



### Nestacionární (neklidové)

- kolem nepohybujícího vodiče s proměnným proudem
- kolem pohybujícího vodiče s konstantním proudem
- kolem pohybujícího se magnetu



## Magnetické vlastnosti látek

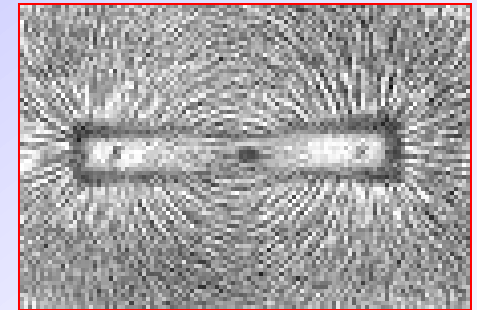
• diamagnetické látky - obsahují diamagnetické atomy, uvnitř atomu není mg. pole → zeslabují mg. pole, odpuzované mag. polem (např.: vzácné plyny, Au, Hg)

• paramagnetické látky – obsahují paramagnetické atomy, uvnitř atomu je vlastní mg. pole → zesilují mg. pole, přitahované mag. polem (např.: Na, K, Al)

• feromagnetické látky - obsahují feromagnetické atomy → značně zesilují mg. pole, vystupňovaný paramagnetismus, schopnost *magnetování látky* – i když zanikne vnější působení mg. pole, zůstanou zmagnetovány, (např.: Fe, Co, Ni)

• Ferity – základ, tvoří jádra cívek (veliký odpor).

• Vlastnosti pouze v krystalické formě – po překročení určité teploty Curieova teplota (viz. Fe do 768°C) ztrácí magnetické účinky.



# Hmotnost atomů a molekul

- Hmotnosti atomů a molekul se pohybují v rozmezí od  $10^{-27}$  do  $10^{-24}$  kg - jsou velmi malé → zavádí se vztažná jednotka, pomocí níž můžeme hmotnosti atomů porovnávat.

## **Atomová hmotnostní konstanta (AHK) ... $m_u$**

- definována jako jedna dvanáctina hmotnosti jednoho atomu nuklidu uhlíku  $^{12}\text{C}$  v klidovém stavu

$$= 1,660\,57 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1 \text{ u} \text{ (atomová hmotnostní jednotka)}$$



$$m_u = \frac{m(^{12}\text{C})}{12}$$

$$= 1,660\,57 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

= 1 u (atomová hmotnostní jednotka)



# Relativní atomová hmotnost ... $A_r$

= číslo udávající kolikrát je **hmotnost** jednoho atomu daného prvku větší než AHK (1/ 12 hmotnosti atomu uhlíku  $^{12}_6\text{C}$ )

- definována jako poměr skutečné klidové **hmotnosti atomu** daného prvku  $m(X)$  a AHK  $m_u$
- **bezrozměrný údaj** uvedený pod prvkem v PSP
- př.:  $A_r(\text{O}) = 16$  - atom kyslíku má zhruba 16x větší hmotnost než AHK

$$A_r(X) = \frac{m(X)}{m_u}$$

# Relativní molekulová hmotnost ... $M_r$

= číslo udávající kolikrát je **hmotnost** jedné molekuly dané látky větší než AHK

- definována jako poměr skutečné klidové **hmotnosti** dané molekuly  $m(Y)$  a AHK  $m_u$
- **bezrozměrný údaj**
- platí  $M_r = \sum A_r$  ... relativní molekulovou hmotnost molekuly lze získat i součtem relativních atomových hmotností všech atomů tvořících molekulu

$$M_r(Y) = \frac{m(Y)}{m_u}$$



# Látkové množství

## Látkové množství ... $n$

- umožňuje porovnávat množství různých látek na základě **počtu jejich stavebních částic** (atomů, iontů, molekul), protože spolu v určitém poměru reagují
- základní veličina SI
- jednotka: **1 mol**

**$N$  ... celkový počet částic**

**$N_A$  ... Avogadrova konstanta**

$$n = \frac{N}{N_A}$$

- **1 mol látky = takové množství látky, které obsahuje právě tolik částic (atomů, molekul, iontů ...), kolik je atomů ve 12g nuklidu uhlíku  $^{12}\text{C}$  = Avogadrova konstanta ...  $N_A$**

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

(přesněji:  $6,023\,045 \cdot 10^{23}$   $0,000\,031 \cdot 10^{23}$  částic připadlých na 1 mol)

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M_r}$$

**N ... celkový počet částic**

**m ... hmotnost látky**

**$M_r$  ... relativní molekulová hmotnost**

**$N_A$  ... Avogadrova konstanta**

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

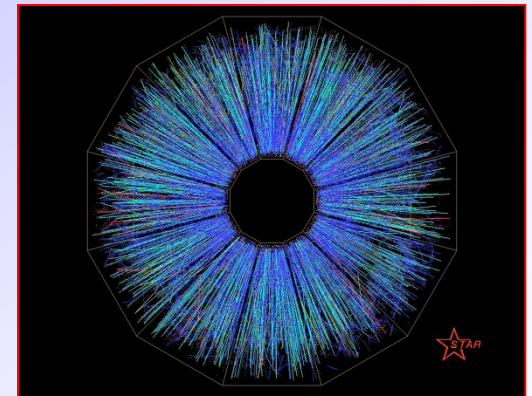
• jednotka: **1 mol**

- **1 mol** látky = takové množství látky, které obsahuje právě tolik částic (atomů, molekul, iontů ...), kolik je atomů ve 12g nuklidu uhlíku  $^{12}_6\text{C}$  = **Avogadrova konstanta ...  $N_A$**
- 1 mol je takové množství částic látky, jehož hmotnost v gramech se číselně rovná relativní atomové/molekulové hmotnosti dané látky
- př. 1 mol vody obsahuje  $6,023 \cdot 10^{23}$  molekul  $\text{H}_2\text{O}$

# Základní chemické zákony

## kapitola 4

- Zákon zachování hmotnosti
- Zákon zachování energie
- Zákon stálých poměrů slučovacích
- Zákon násobných poměrů slučovacích



# Zákon zachování hmotnosti a energie

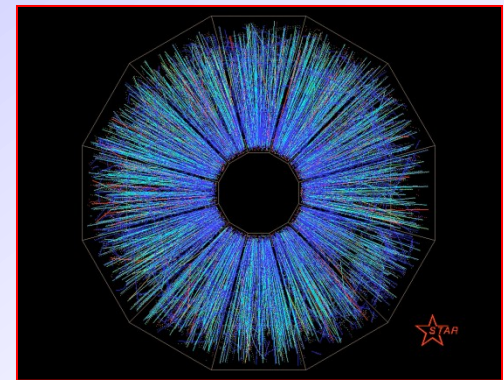
## Zákon zachování hmotnosti

- (Lomonosov 1756, Lavoisier 1774)
- Součet hmotností látek před chemickou reakcí je roven součtu hmotností reakčních produktů.

**Hmotnost všech látek do reakce vstupujících je rovna hmotnosti všech reakčních produktů.**

## Zákon zachování energie

- (Lomonosov 1760, Mayer 1842)
- energii nelze vytvořit ani zničit (energie izolované soustavy se nemění, ať v ní probíhá jakýkoliv děj).



$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

**Energii nelze vytvořit ani zničit.**

**Celková hmotnost a energie izolované soustavy se nemění.**

# Chemické slučovací zákony

## Zákon stálých poměrů slučovacích

- (Proust 1799, Dalton) – 1. Daltonův zákon
- Hmotnostní poměr prvků i součástí dané sloučeniny je vždy stejný a nezávislý na způsobu přípravy této sloučeniny.

**Hmotnostní poměr prvků či součástí dané sloučeniny je vždy stejný a nezávislý na způsobu přípravy sloučeniny.**

- Například ve vodě je poměr hmotností kyslíku a vodíku přibližně 8 : 1.
- 1.000 g uhlíku se vždy sloučí s 1.333 g kyslíku na CO



# Zákon násobných poměrů slučovacích

- (Richter 1791, Dalton 1802) – 2. Daltonův zákon
- Tvoří-li dva prvky více podvojných sloučenin, hmotnosti jednoho prvku, který se slučuje se stejným množstvím prvku druhého, jsou vzájemně v poměrech, které lze vyjádřit malými celými čísly.

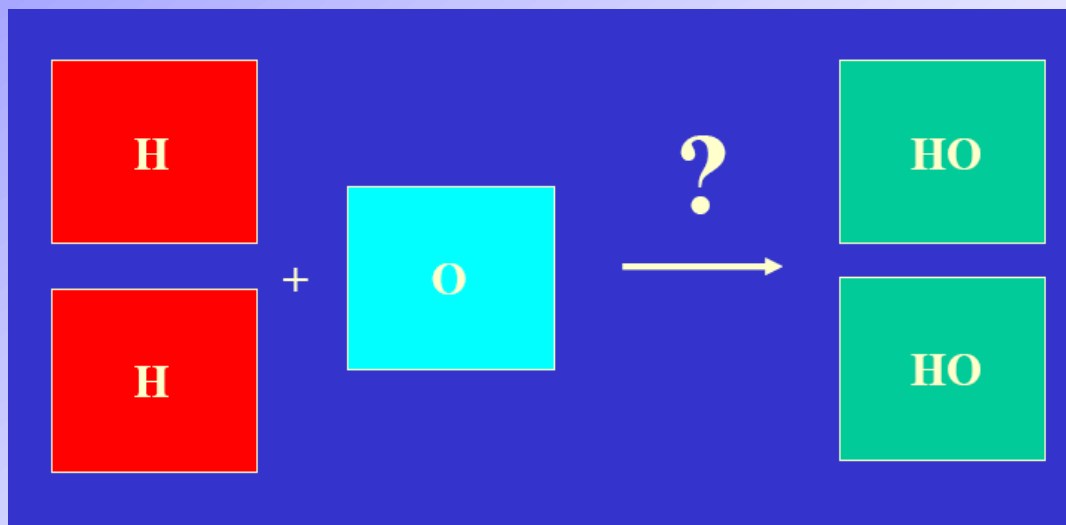
**Tvoří-li dva prvky více podvojných sloučenin, pak hmotnosti jednoho prvku slučujícího se vždy se stejným množstvím prvku druhého jsou pro tyto sloučeniny v poměrech, které lze vyjádřit přibližně podílem malých celých čísel.**

- Například NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Kyslík, který se sloučí beze zbytku s 1 g vodíku na vodu, má hmotnost asi 8 g. Kyslík, který se sloučí beze zbytku s 1 g vodíku na peroxid vodíku, má hmotnost přibližně 16 g. Poměr uvedených hmotností kyslíku je 1:2.

## Zákon stálých poměrů objemových

Při stálém tlaku a teplotě jsou objemy plynů vstupujících spolu do reakce, popřípadě též objemy plynných produktů reakce, vždy ve stejném poměru, který je možno vyjádřit malými celými čísly.

2 objemy vodíku + 1 objem kyslíku → 2 objemy vodní páry



# Zákon Avogadrův

- Ve stejných objemech různých plynů či par je za stejného tlaku a teploty stejný počet molekul.

**Stejné objemy všech plynů obsahují za stejného tlaku a teploty vždy stejný počet molekul.**

- Tento zákon formuloval Avogadro spolu se zavedením pojmu *molekula*.
- Molekula představuje nejmenší částici látky, která má ještě její chemické vlastnosti. Molekula se skládá buď z více atomů různých prvků (*heteronukleární molekula*) nebo z více atomů stejného prvku (*homonukleární molekula*), může ji tvořit i jeden atom (*jednoatomová molekula*).
- Z platnosti zákona stálých poměrů objemových (viz uvedený příklad) a Avogadrova zákona vyplývá existence dvouatomových molekul vodíku a kyslíku.

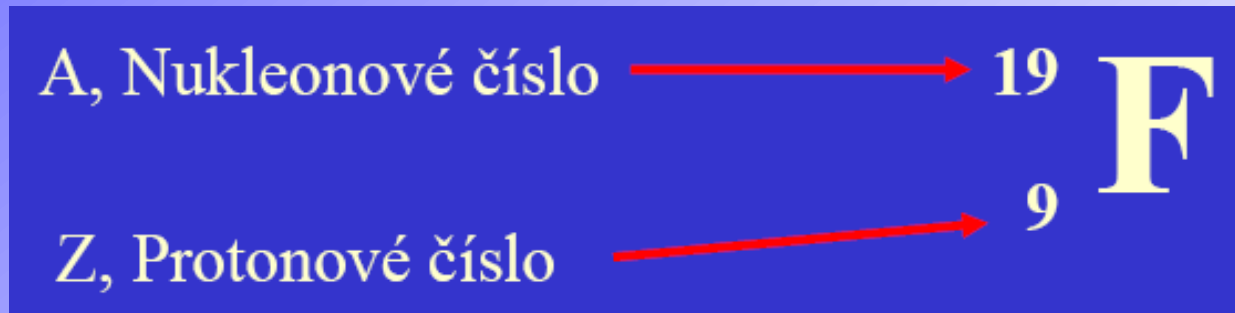
**Avogadrova konstanta:**

$$N_A = 6.022\ 141\ 99\ 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$$

# Prvek

Prvek = soubor atomů se stejným protonovým číslem.

Chemický prvek je látka skládající se z atomů jednoho druhu.



**Důležitými vlastnostmi prvků jsou:**

- Relativní atomová hmotnost
- hustota
- Elektronová konfigurace
- Elektronegativita
- Oxidační čísla
- Teplota tání
- Teplota varu
- Měrná tepelná kapacita, měrné skupenské teplo tání, měrné skupenské teplo varu
- Poločas rozpadu (u radioaktivních prvků)

# Stavba atomu, látek a chemické reakce

## kapitola 4

Historie poznávání atomu

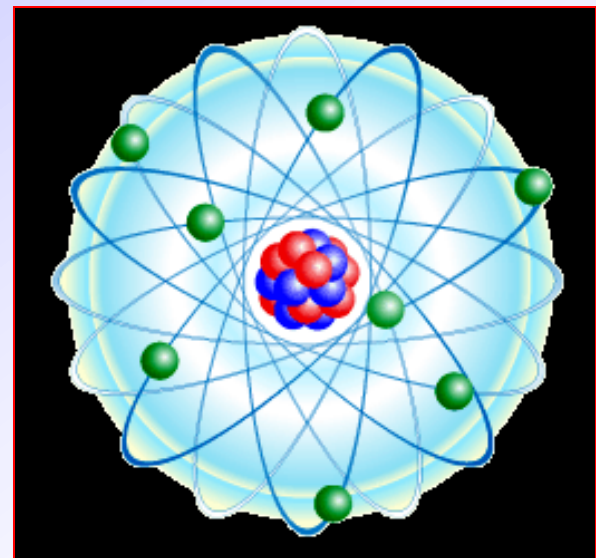
Stavba atomu – atomové jádro, elektronový obal

Molekula

Sloučenina

Směs

Chemické reakce

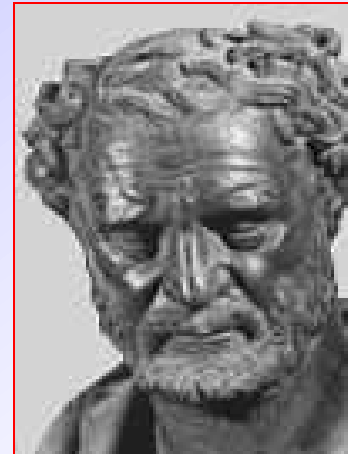




# Co je atom?

- **Atom** (z řeckého ἄτομος, *átomos* – *nedělitelný* (5.stol.př.n.l.)) je základní částice běžné hmoty, částice, kterou už chemickými prostředky dále nelze dělit a která definuje vlastnosti daného chemického prvku.

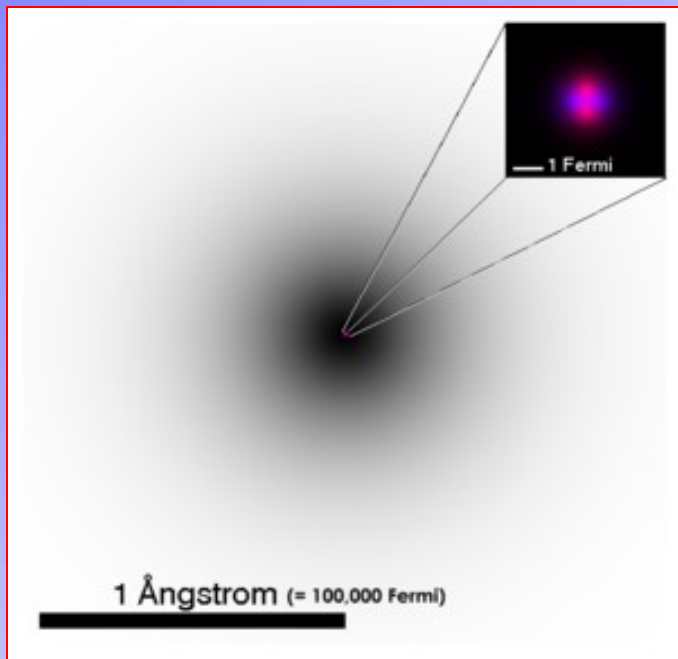
•Démokritos zavedl pojem atom.



- Dnes víme, že atomy mají svou vnitřní strukturu – jádro a obal.

# Stavba atomu

- Atom se skládá z atomového jádra obsahujícího protony a neutrony a obalu obsahujícího elektrony.



**Hmotnost:**  $\approx 1,67 \cdot 10^{-27}$  až  $4,52 \cdot 10^{-25}$  kg

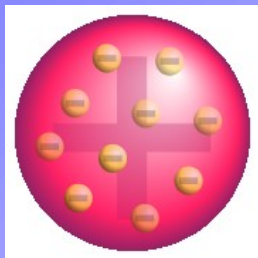
**Elektrický náboj:** 0 (u atomu se shodným počtem protonů a elektronů)

**Průměr:** 50 pm (H) až 520 pm (Cs)

Znázornění struktury atomu helia. Elektronový obal je zobrazen černě. Zvětšené atomové jádro je zobrazeno jen schematicky, růžově jsou zobrazeny protony a fialově neutrony.

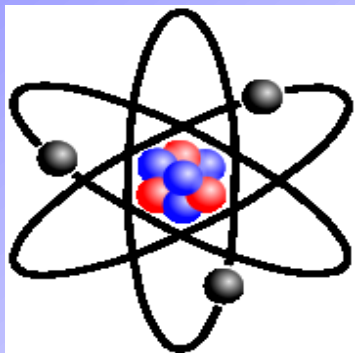
# Historie poznávání stavby atomu

- John Dalton – atomová teorie – zavedení kvantitativního znaku atomů – relativní atomové hmotnosti ( $A_r$ )
- Sir Joseph John Thomson – 1897 existence elektronu



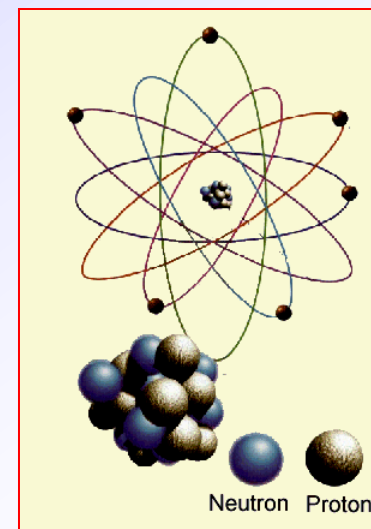
Thomsonův pudingový model atomu - atom je tvořen rovnoměrně rozloženou kladně nabitou hmotou, ve které jsou (jako rozinky v pudinku) rozptýleny záporně nabité elektrony.

- Sir James Chadwick – NC za objev neutronu
- Sir Ernest Rutherford – NC, atom = kladně nabité atomové jádro + záporně nabitý elektronový obal



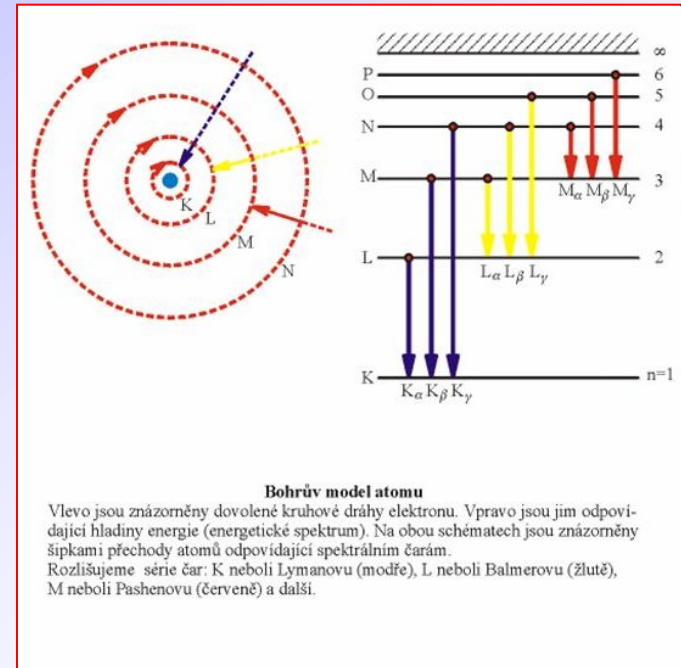
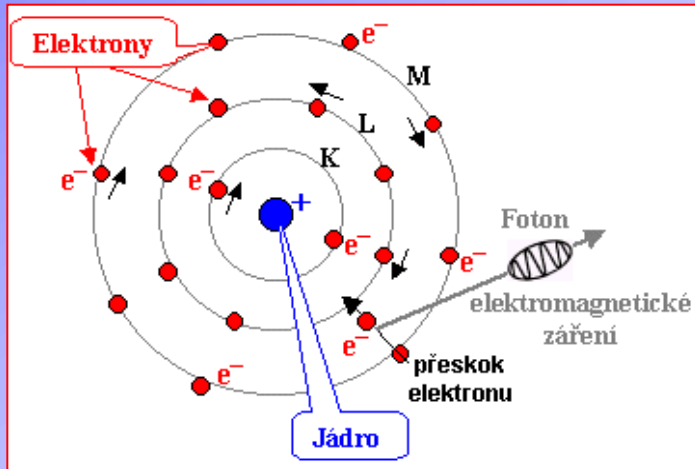
Planetární model atomového jádra – uprostřed atomové jádro, kolem elektronový obal.

- planetární model
- $e^-$  po kružnicích
- ztráta energie  $e^-$



- Bohrův model atomu** - kvantově mechanický model
- nespojitá změna energie po kvantech
  - e nevyzařují energii

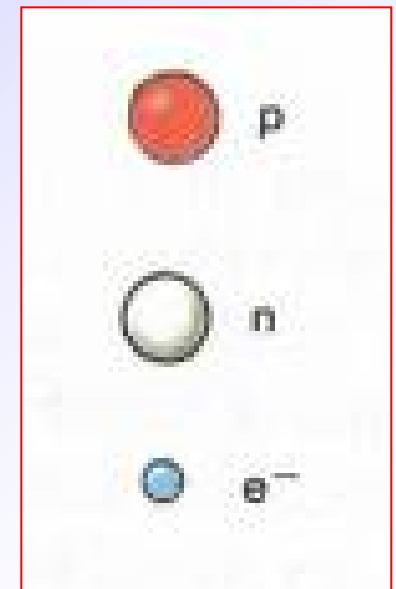
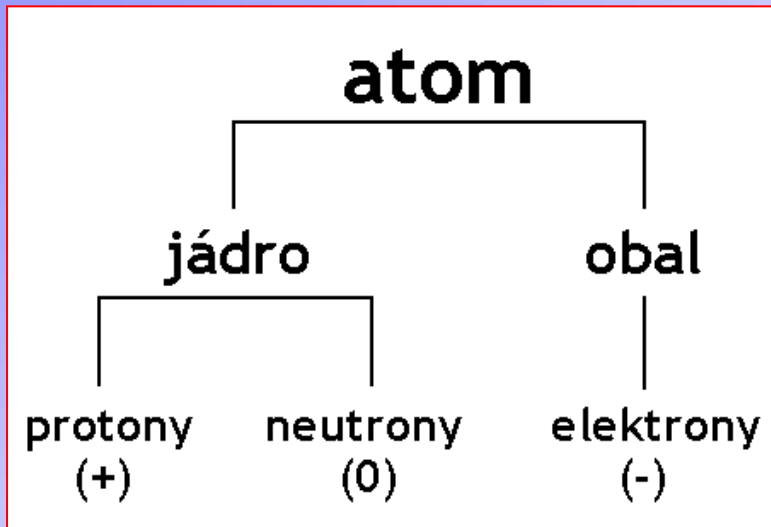
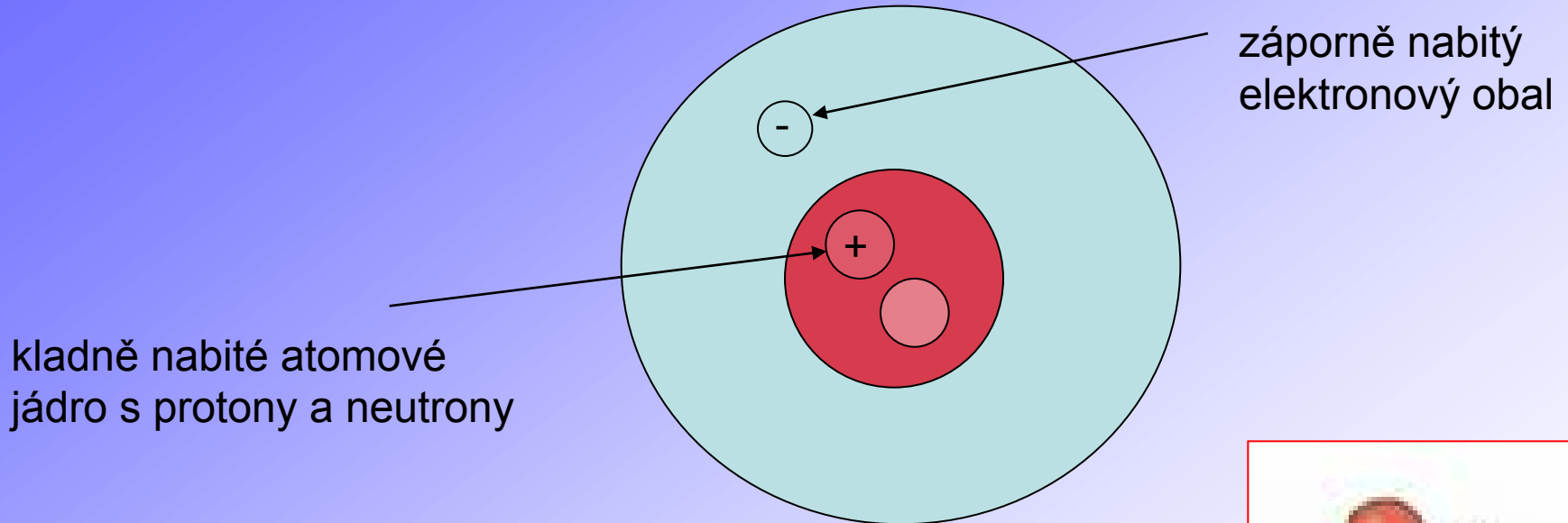
Elektrony se pohybují jen po kruhových drahách, pro které je splněna **kvantovací podmínka**:  $2\pi m_e r v = n h$ ,  $n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$ , kde je hmotnost elektronu,  $r$  poloměr kruhové dráhy a  $v$  je rychlost elektronu; veličina  $n$  se označuje jako kvantové číslo a  $h$  je Planckova konstanta. Elektrony při pohybu po drahách splňujících kvantovací podmínku nevyzařují energii. Energie může být vyzářena, resp. přijata, pouze při přechodu elektronu z jedné dráhy na druhou.



- Broglie** - dualistický charakter e (tj. částice a vlnění)
- Heisenberg** - princip neurčitosti
- Schrödinger** - orbital = místo v okolí jádra s alespoň 95% pravděpodobností výskytu e

# Stavba atomu

- Model atomu



# Atom

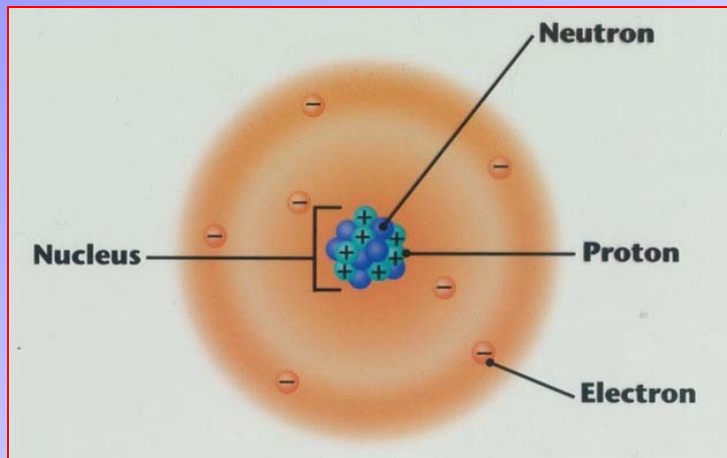
počet protonů v jádře

=

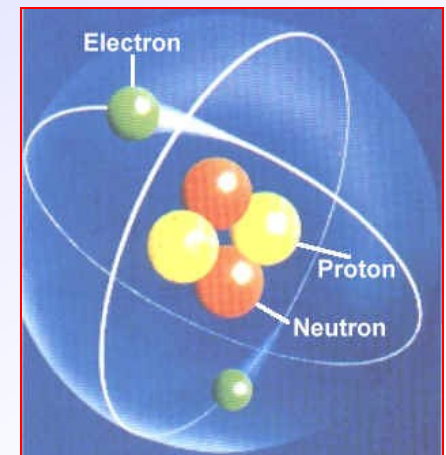
počet elektronů v elektronovém obalu

Kation = počet  $p >$  počet  $e$  . . . . . kladný náboj

Anion = počet  $p <$  počet  $e$ . . . . . záporný náboj



$m(p) = 1,6724 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 $m(n) = 1,6747 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 $m(e) = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$   
 $m(\text{jádro}) = 3,3471 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 $m(\text{el. obal}) = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$





# Atomové jádro – protony, neutrony

V jádře obsaženy protony a neutrony.

Jádro vlastně středem celého atomu.

V jádře obsažena prakticky veškerá hmotnost atomu.

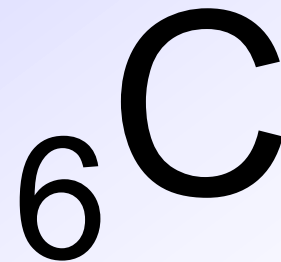


Celková hmotnost atomu malá – relativní atomová hmotnost = 1/12 klidové hmotnosti atomu uhlíku  $^{12}_6\text{C}$ .

Proton

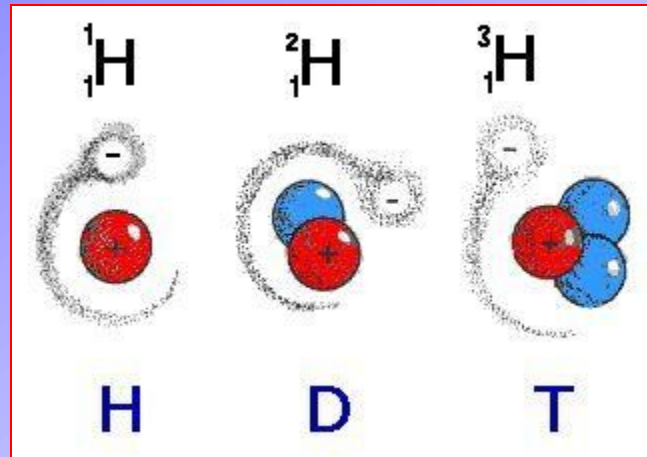
p, H<sup>+</sup>

- Kladný náboj  $1,602 \cdot 10^{-19}$  C
- Hmotnost protonu =  $1,6724 \cdot 10^{-27}$  kg
- Protonové číslo = Z = celkový počet protonů v jádře.



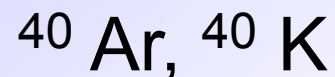
# Izotopy

- Atomy téhož prvku s jiným nukleonovým číslem = izotopy.



Izotopy určitého prvku mají stejné chemické vlastnosti, ale fyzikální vlastnosti se liší.

- Atomy různých prvků, které mají stejná nukleonová čísla = izobary.

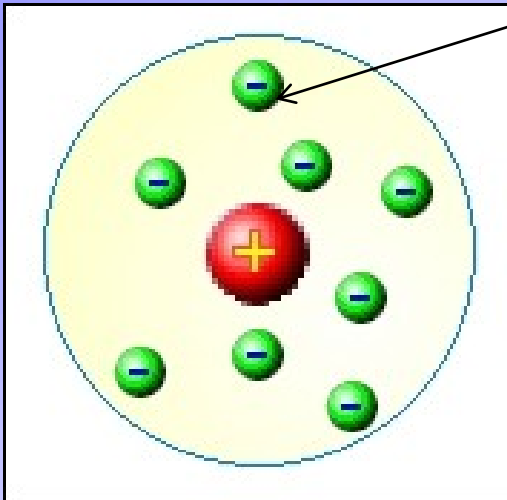


# Elektronový obal – elektrony

$e^-$

- Záporný náboj elektronu  $1,602 \cdot 10^{-19}$  C
- Hmotnost elektronu =  $9,10939 \cdot 10^{-31}$  kg
- Dualistický charakter = vlastnost vlnění i hmotných částic
- Orbital = část prostoru v okolí jádra atomu, ve kterém se elektron vyskytuje s pravděpodobností 95% - v určitých energetických hladinách.

elektronový obal s elektrony



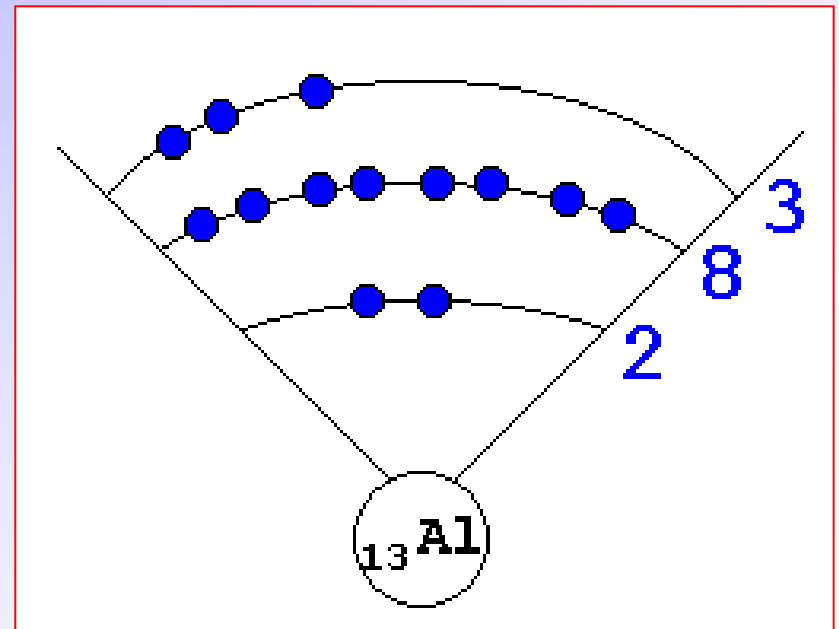
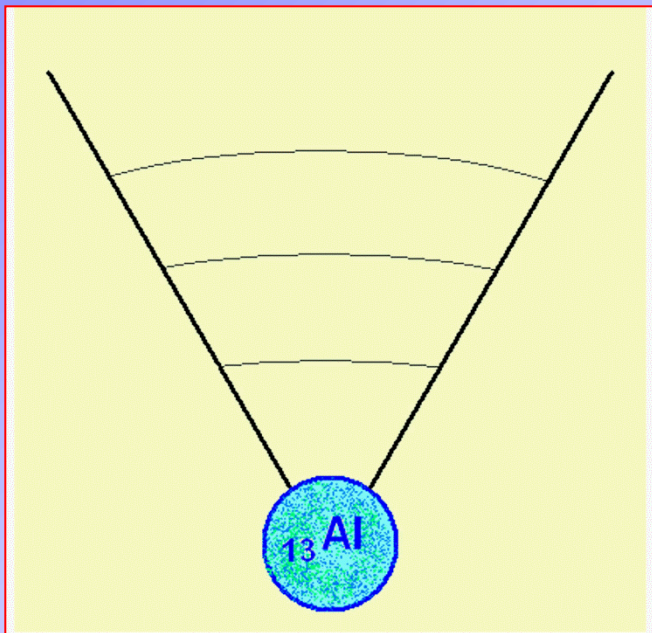
- Elektrony jsou v obalu umístěny ve vrstvách
- Vrstva má tolik elektronů, kolik je prvků v periodě (na řádce). V kolikáté periodě (řádce) prvek je, tolik bude mít elektronový obal vrstev

## Příklad: Hliník Al

- Má protonové číslo 13  $\Rightarrow$  má 13 protonů a 13 elektronů.
- Je ve 3. periodě  $\Rightarrow$  obal bude mít 3 vrstvy.  
V 1. vrstvě jsou 2 prvky  $\Rightarrow$  2 elektrony  
Ve 2. vrstvě je 8 prvků  $\Rightarrow$  8 elektronů  
Ve 3. vrstvě jsou ke hliníku včetně 3 prvky  $\Rightarrow$  3 elektrony

---

Celkem:  $2 + 8 + 3 = 13$



# Hlavní kvantové číslo $n$

kvantově-mechanický analog u Bohrova modelu ( $n$ ), rozhoduje o energii daného atomového orbitalu,  $n = 1 - \infty$ , identické s energetickou hladinou - periodou MPSP

# Vedlejší kvantové číslo $l$

určuje směrovost a tvar elektronového oblaku, spolurozhoduje o energii  $e^-$ ,  $l = n - 1$ , včetně 0

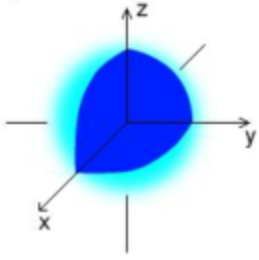
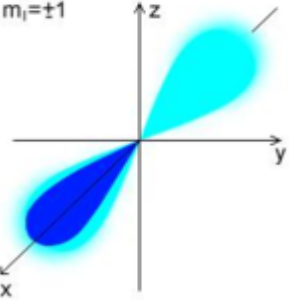
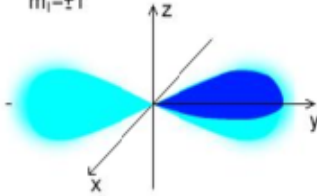
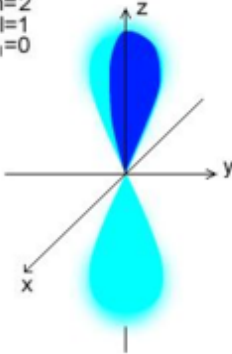
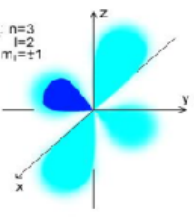
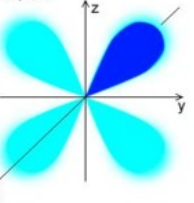
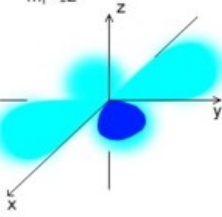
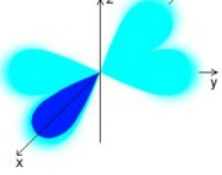
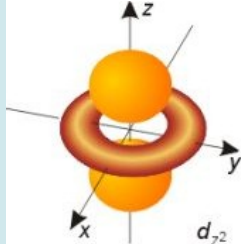
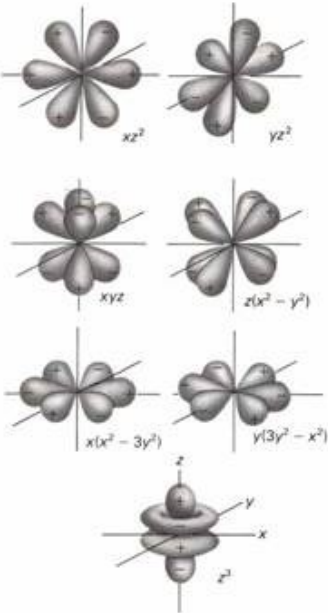
K vrstva (hladina),  $n = 1$ , 2  $e^-$ ,  $1s^2$

L vrstva (hladina),  $n = 2$ , 8  $e^-$ ,  $2s^2 2p^6$

M vrstva (hladina),  $n = 3$ , 18  $e^-$ ,  $3s^2 3p^6 3d^{10}$

N vrstva (hladina),  $n = 4$ , 32  $e^-$ ,  $4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$



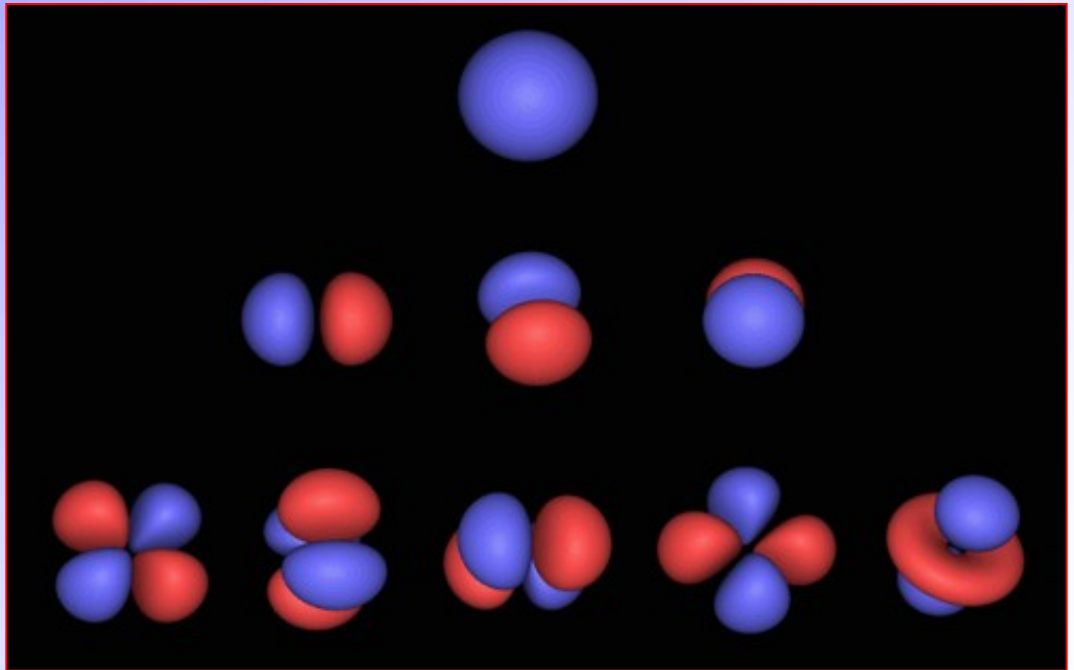
Hodnota l	0	1	2	3
Typ orbitalu	s	p	d	f
Tvar orbitalu	<p data-bbox="434 221 511 292">s: <math>n=1</math> <math>l=0</math> <math>m_l=0</math></p> 	<p data-bbox="792 221 879 292"><math>p_x</math>: <math>n=2</math> <math>l=1</math> <math>m_l=\pm 1</math></p>  <p data-bbox="792 592 879 664"><math>p_y</math>: <math>n=2</math> <math>l=1</math> <math>m_l=\pm 1</math></p>  <p data-bbox="792 892 879 963"><math>p_z</math>: <math>n=2</math> <math>l=1</math> <math>m_l=0</math></p> 	<p data-bbox="1207 221 1284 278"><math>d_{xz}</math>: <math>n=3</math> <math>l=2</math> <math>m_l=\pm 1</math></p>  <p data-bbox="1207 435 1284 492"><math>d_{yz}</math>: <math>n=3</math> <math>l=2</math> <math>m_l=\pm 1</math></p>  <p data-bbox="1207 692 1284 749"><math>d_{xy}</math>: <math>n=3</math> <math>l=2</math> <math>m_l=\pm 2</math></p>  <p data-bbox="1207 963 1284 1021"><math>d_{z^2-y^2}</math>: <math>n=3</math> <math>l=2</math> <math>m_l=\pm 2</math></p>  <p data-bbox="1381 1392 1439 1420"><math>d_{z^2}</math></p> 	

# Orbital

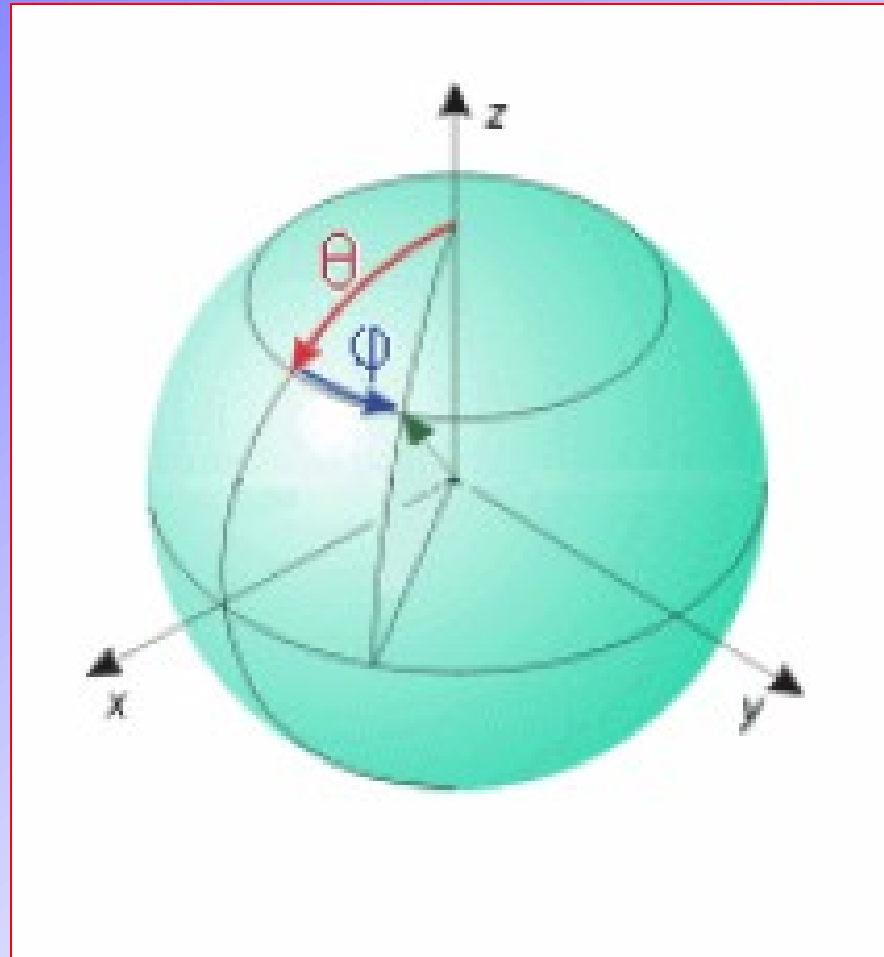
- Polohu elektronu a jeho rychlost nelze současně určit – Heisenbergův princip neurčitosti. Lze stanovit pravděpodobnost výskytu elektronu
- Schrödingerova rovnice  $dP = (x, y, z, t) dV$ , diferenciál objemu prostoru,  $dP = \Psi^2 dV$ , (stacionární stav  $t = \text{konst.}$ ,  $\Psi = \text{vlnová funkce}$ )
- Radiální část vlnové funkce určuje pravděpodobnost výskytu  $e^-$  směrem od jádra (do  $r = \infty$ ) a počet nodálních ploch.

- Orbitaly osé
- Orbitaly mezosé

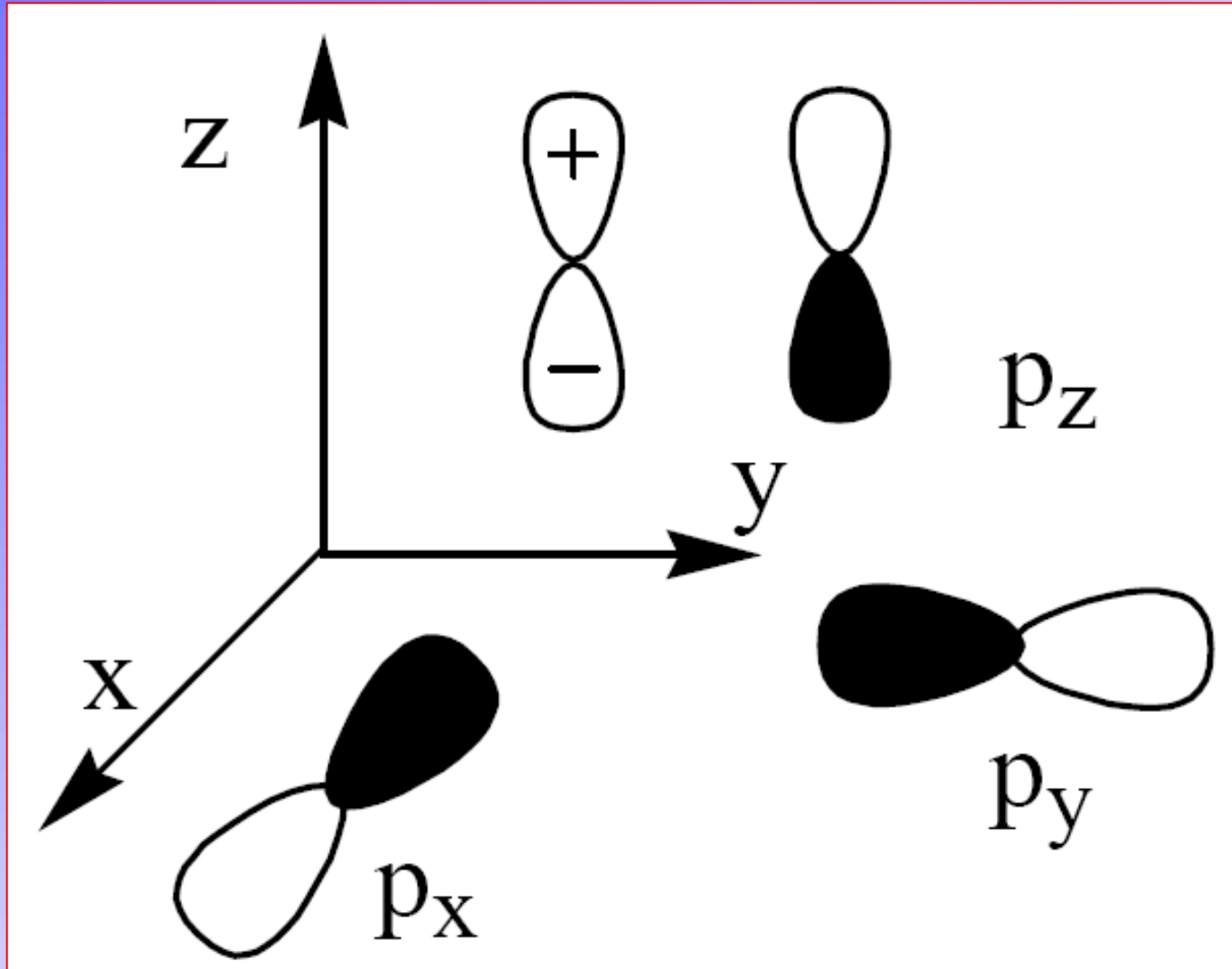
- Orbitaly s
- Orbitaly p
- Orbitaly d
- Orbitaly f ...



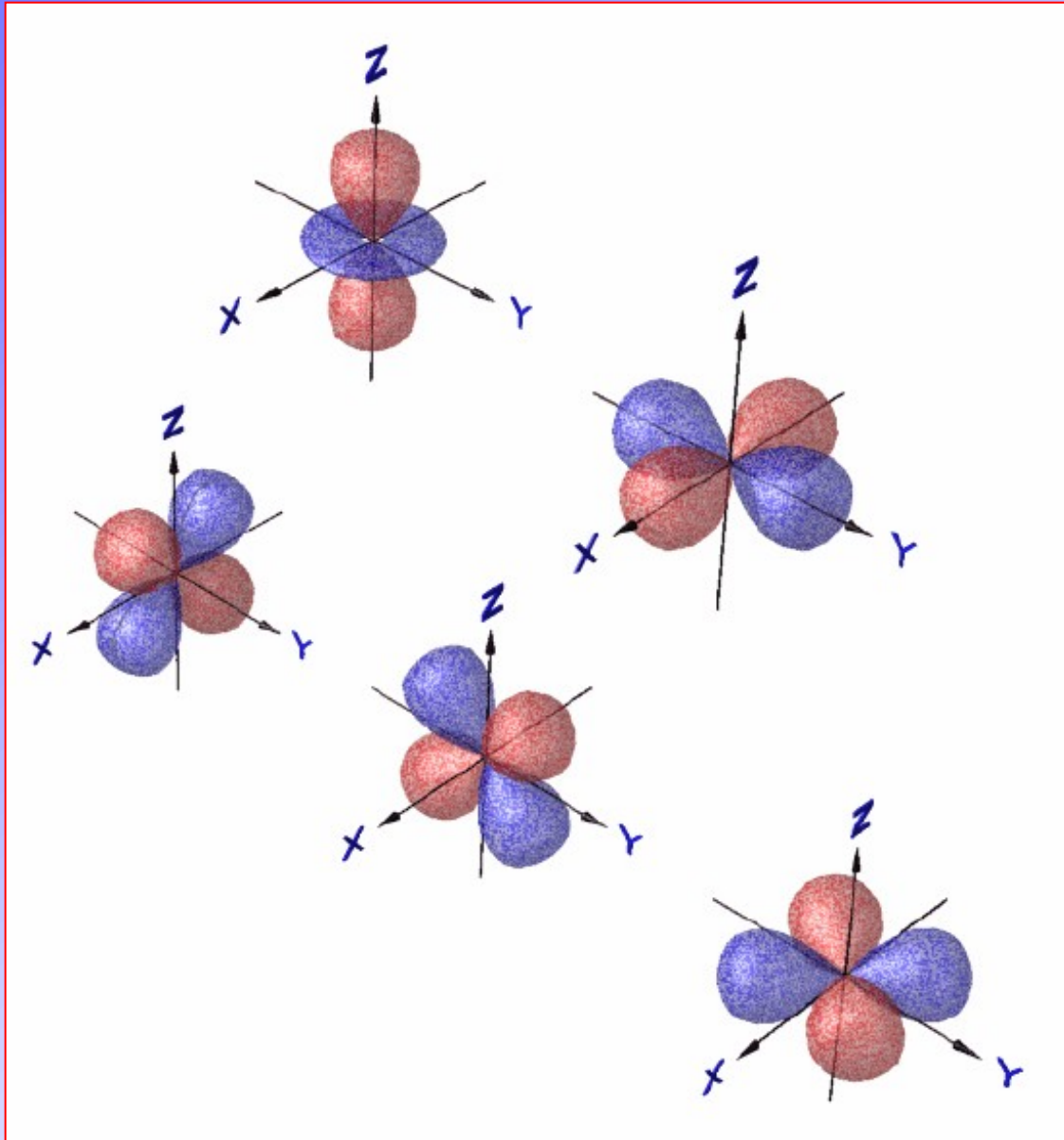
# s- orbital



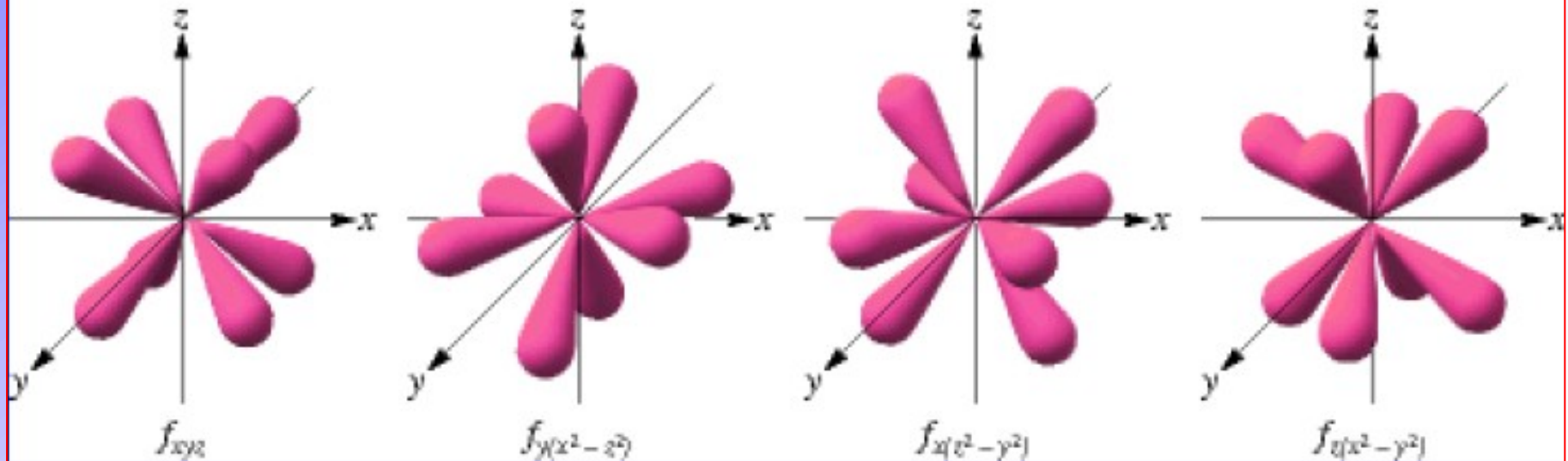
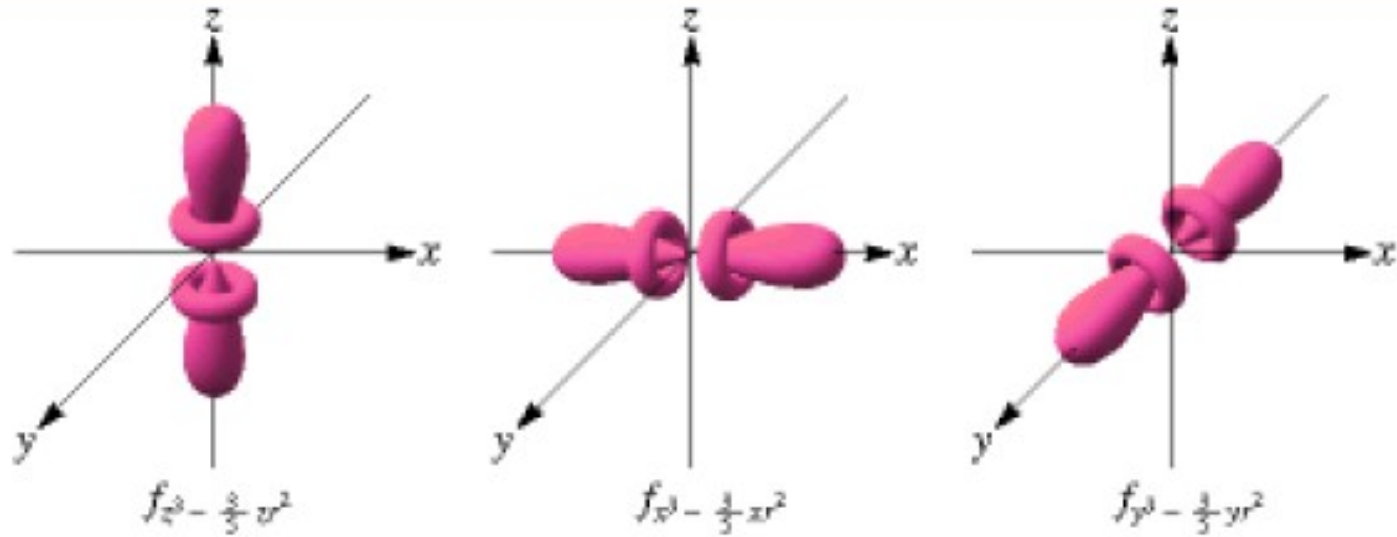
# p- orbitaly



# d- orbitaly



# f-orbitaly



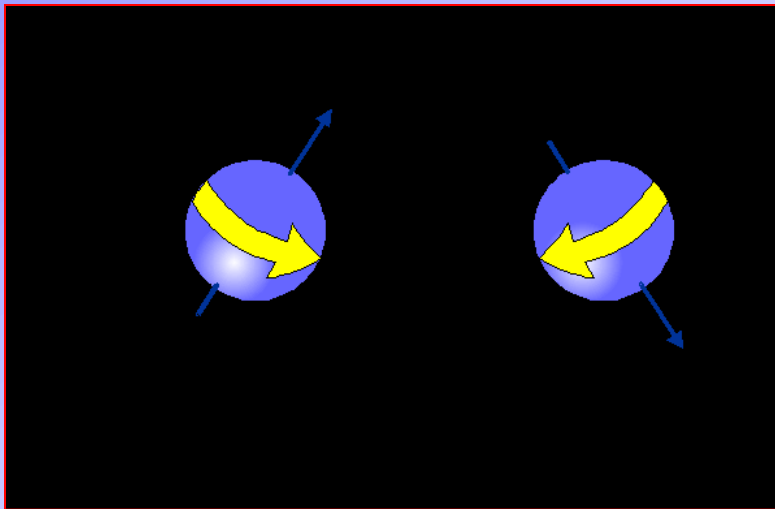


- Magnetické kvantové číslo  $m$  = orientace AO v prostoru a počet AO ve sférách s, p, d, f (1, 3, 5, 7)

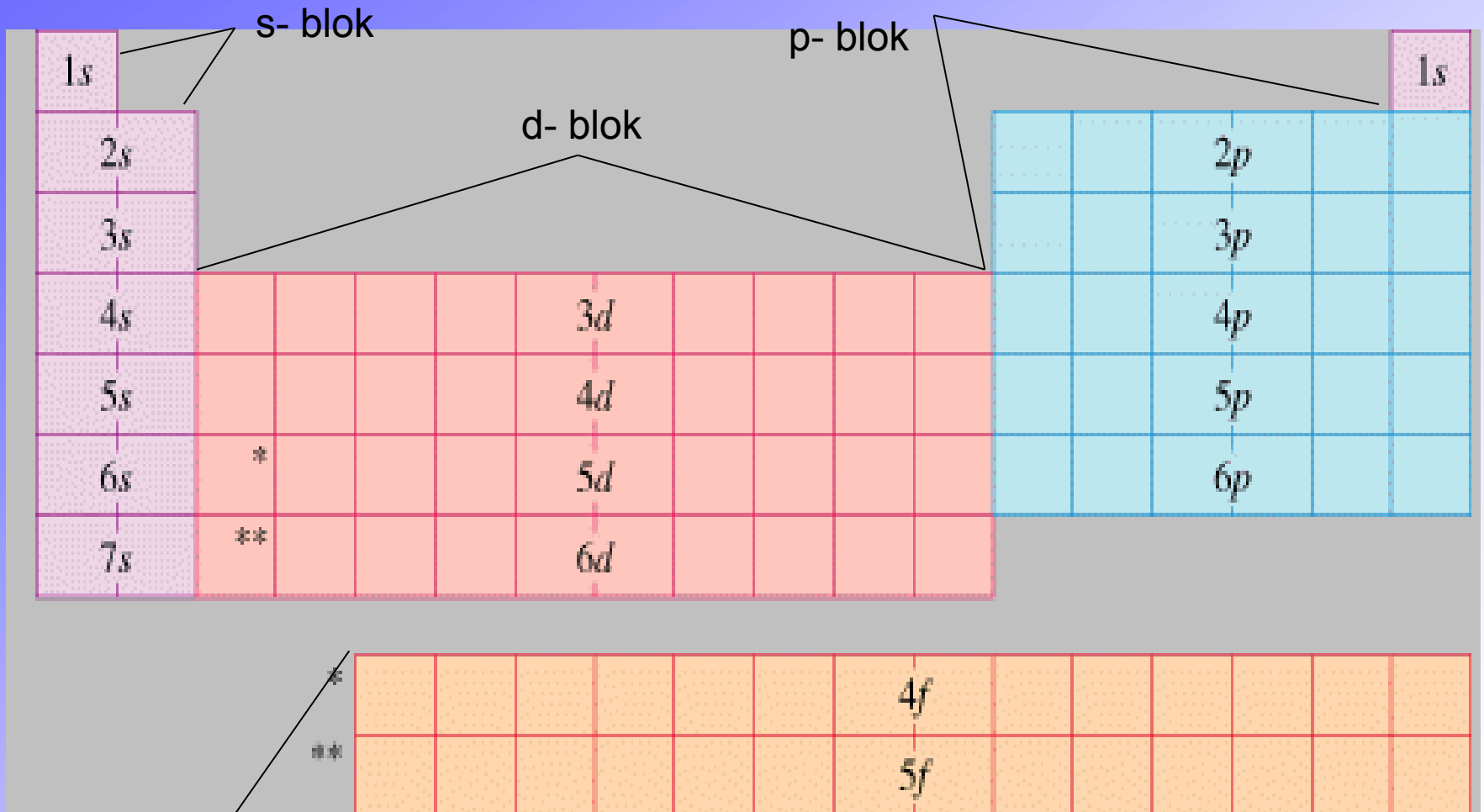
$$m = -l \text{ až } +l$$

- Spinové kvantové číslo =  $s$  - popis elektronu v atomu.

$$S = -1/2 \text{ nebo } + 1/2$$



# Periodická tabulka a typy orbitalů



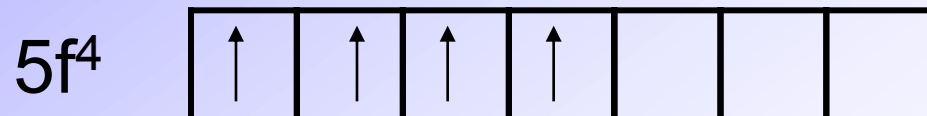
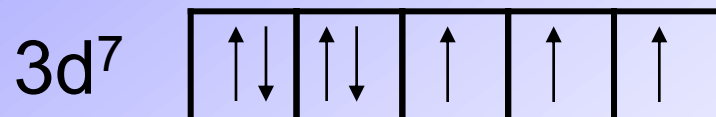
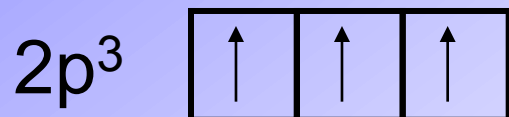
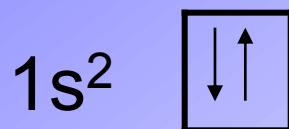
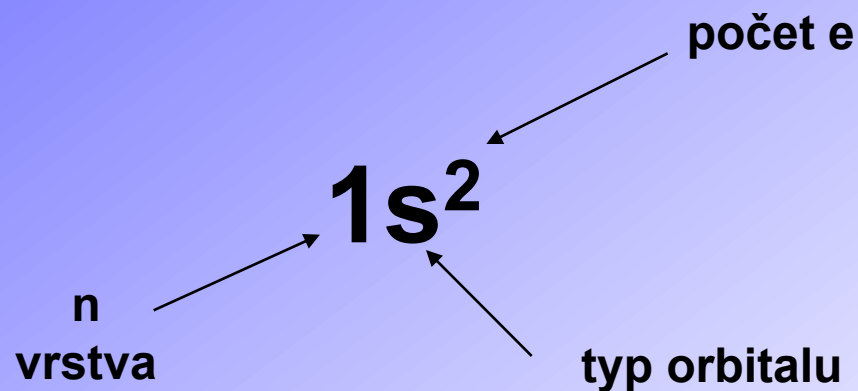
f- blok

Prvky ve stejných sloupcích mají stejnou elektronovou konfiguraci valenční slupky.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	<b>H</b>	<i>n s</i>										<i>n p</i>						<b>He</b>
2	<b>Li</b>	<b>Be</b>											<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>
3	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<i>(n-1) d</i>									<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>	
4	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Sc</b>	<b>Ti</b>	<b>V</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Br</b>	<b>Kr</b>
5	<b>Rb</b>	<b>Sr</b>	<b>Y</b>	<b>Zr</b>	<b>Nb</b>	<b>Mo</b>	<b>Tc</b>	<b>Ru</b>	<b>Rh</b>	<b>Pd</b>	<b>Ag</b>	<b>Cd</b>	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Te</b>	<b>I</b>	<b>Xe</b>
6	<b>Cs</b>	<b>Ba</b>	<b>Lu</b>	<b>Hf</b>	<b>Ta</b>	<b>W</b>	<b>Re</b>	<b>Os</b>	<b>Ir</b>	<b>Pt</b>	<b>Au</b>	<b>Hg</b>	<b>Tl</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Po</b>	<b>At</b>	<b>Rn</b>
7	<b>Fr</b>	<b>Ra</b>	<b>Lr</b>	<b>Rf</b>	<b>Ha</b>													

<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Pm</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>
<b>Ac</b>	<b>Th</b>	<b>Pa</b>	<b>U</b>	<b>Np</b>	<b>Pu</b>	<b>Am</b>	<b>Cm</b>	<b>Bk</b>	<b>Cf</b>	<b>Es</b>	<b>Fm</b>	<b>Md</b>	<b>No</b>

- Souborem čtyř kvantových čísel můžeme jednoznačně charakterizovat kterýkoliv elektron v obalu atomu.



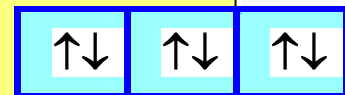
# elektronová pravidla

- **Pauliho princip výlučnosti** = v atomu nemohou existovat dva elektrony, které by měly všechna čtyři kvantová čísla stejná.

- Přesný maximální počet elektronů v jednotlivých orbitalech (jednotlivých slupkách obalu) je předem určen.

Správný zápis dvou elektronů:  $2s: \uparrow\downarrow$

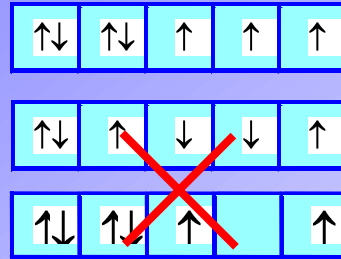
slupka	orbitaly	počet elektronů	
<b>K</b>	1s	2 celkem 2	pro slupku K připadá v úvahu jen $l=0, m=0$ v orbitalu s mohou být jen dva elektrony se spinem $\pm 1/2$ .
<b>L</b>	2s 2p	2 6 celkem 8	ve slupce L ( $n=1$ ) může $l$ nabývat hodnot 0, 1 (orbitaly s a p) pro orbitaly p může $m_l$ nabývat hodnot $-1, 0, 1$ , jež jsou ekvivalentní orbitalům $p_x, p_y, p_z$ . v každém orbitalu můžou být opět jen dva elektrony se spinem $\pm 1/2$ .
<b>M</b>	3s 3p 3d	2 6 10 celkem 18	pro orbitaly d může být $m_l = -2, -1, 0, 1, 2$
<b>N</b>	4s 4p 4d 4f	2 6 10 14 celkem 32	pro orbitaly d může být $m_l = -3$ až 3



- **Hundovo pravidlo** - V degenerovaných orbitalech vznikají elektronové páry teprve po obsazení každého orbitalu jedním elektronem. Nespárované elektrony v degenerovaných orbitalech mají stejný spin.

Správný zápis: 

↑	↑	↑
---	---	---



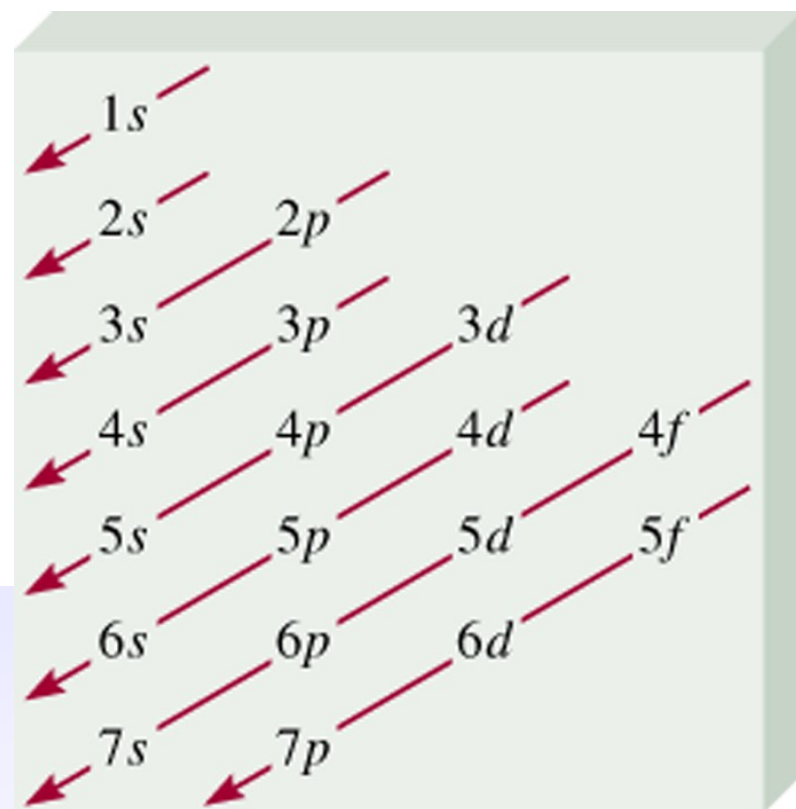
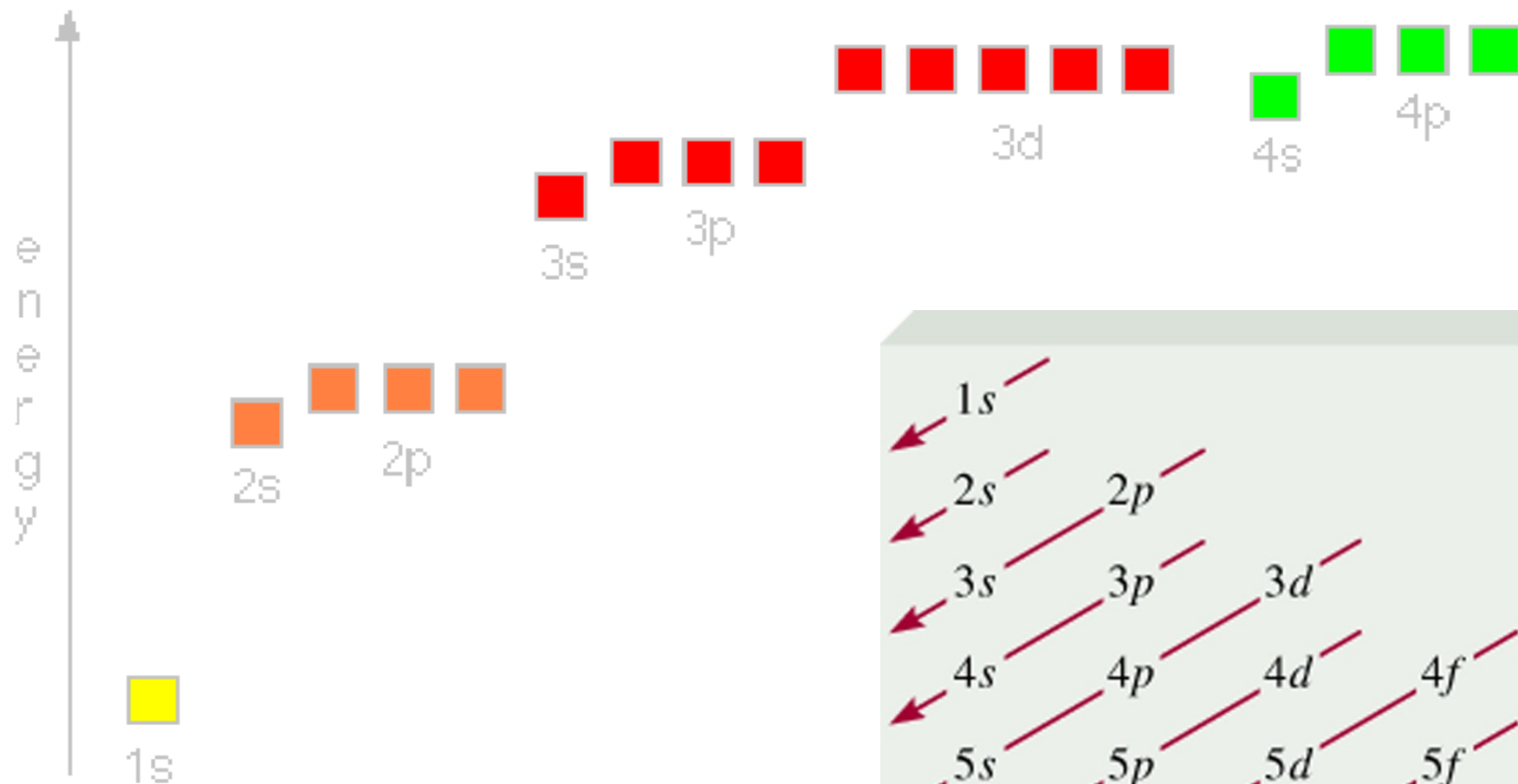
- **Výstavbový princip** - Orbitaly s nižší energií jsou zaplňovány elektrony dříve než orbitaly s energií vyšší.

Energie orbitalu je určena hlavním a vedlejším kvantovým číslem; např. orbitaly 2s a 2p mají různou energii. Orbitaly, které mají stejnou energii (mají stejné hlavní a vedlejší kvantové číslo a liší se pouze v čísle magnetickém), nazýváme **degenerované**.

V elektronovém obalu atomu se energie orbitalů nezvyšuje pravidelně se stoupající hodnotou hlavního a vedlejšího kvantového čísla. Např. orbitaly 3d mají nižší energii než orbitaly 4p, ale větší než orbitaly 4s. Podle principu o výstavbě elektronového obalu se orbitaly zaplňují přibližně v tomto pořadí: **1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 5d, 4f, 6p, atd.**



# energie orbitalů

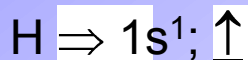


- s-prvky:  $ns^{1-2}$
- p-prvky:  $ns^2 + np^{1-6}$
- d-prvky:  $ns^{1-2} + (n-1)d^{1-10}$
- f-prvky:  $ns^{1-2} + (n-2)f^{1-14} + (n-1)d^{1-10}$

# elektronová konfigurace

- Periodickou tabulku lze využít také pro určení elektronové konfigurace prvku.
- Celá elektronová konfigurace daného prvku je nepřehledná, proto častěji znázorňujeme elektronovou konfiguraci pomocí nejbližšího vzácného plynu.
- Celá elektronová konfigurace atomu síry:  ${}_{16}\text{S}: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^4$
- Elektronová konfigurace vyjádřená pomocí předchozího vzácného plynu:  ${}_{16}\text{S}: [10\text{Ne}]: 3s^2, 3p^4$

Př.: Popište elektronovou konfiguraci H a He



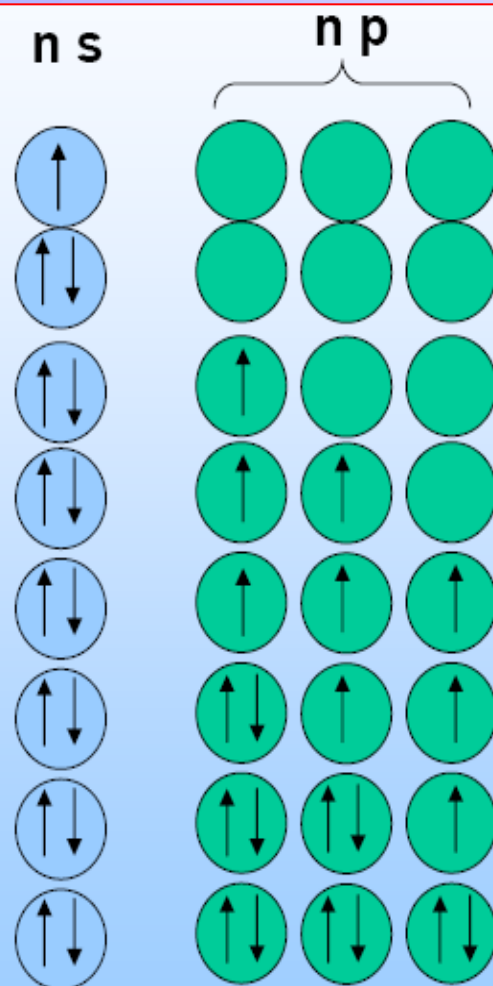
Př.: Zkrácený zápis: elektronová konfigurace arsenu



# Příklady elektronových konfigurací valenčních slupek

<b>3</b>	<b>Li</b>	$2s^1 2p^0$
<b>4</b>	<b>Be</b>	$2s^2 2p^0$
<b>5</b>	<b>B</b>	$2s^2 2p^1$
<b>6</b>	<b>C</b>	$2s^2 2p^2$
<b>7</b>	<b>N</b>	$2s^2 2p^3$
<b>8</b>	<b>O</b>	$2s^2 2p^4$
<b>9</b>	<b>F</b>	$2s^2 2p^5$
<b>10</b>	<b>Ne</b>	$2s^2 2p^6$

<b>11</b>	<b>Na</b>	$3s^1 3p^0$
<b>12</b>	<b>Mg</b>	$3s^2 3p^0$
<b>13</b>	<b>Al</b>	$3s^2 3p^1$
<b>14</b>	<b>Si</b>	$3s^2 3p^2$
<b>15</b>	<b>P</b>	$3s^2 3p^3$
<b>16</b>	<b>S</b>	$3s^2 3p^4$
<b>17</b>	<b>Cl</b>	$3s^2 3p^5$
<b>18</b>	<b>Ar</b>	$3s^2 3p^6$



# Kvantová čísla

- Čím je elektron více vzdálen od jádra, tím je usazen ve vyšší energetické hladině s vyšší energií.
- Hlavní kvantové číslo = vzdálenost elektronu od jádra (velikost orbitalu) a jeho energii.

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

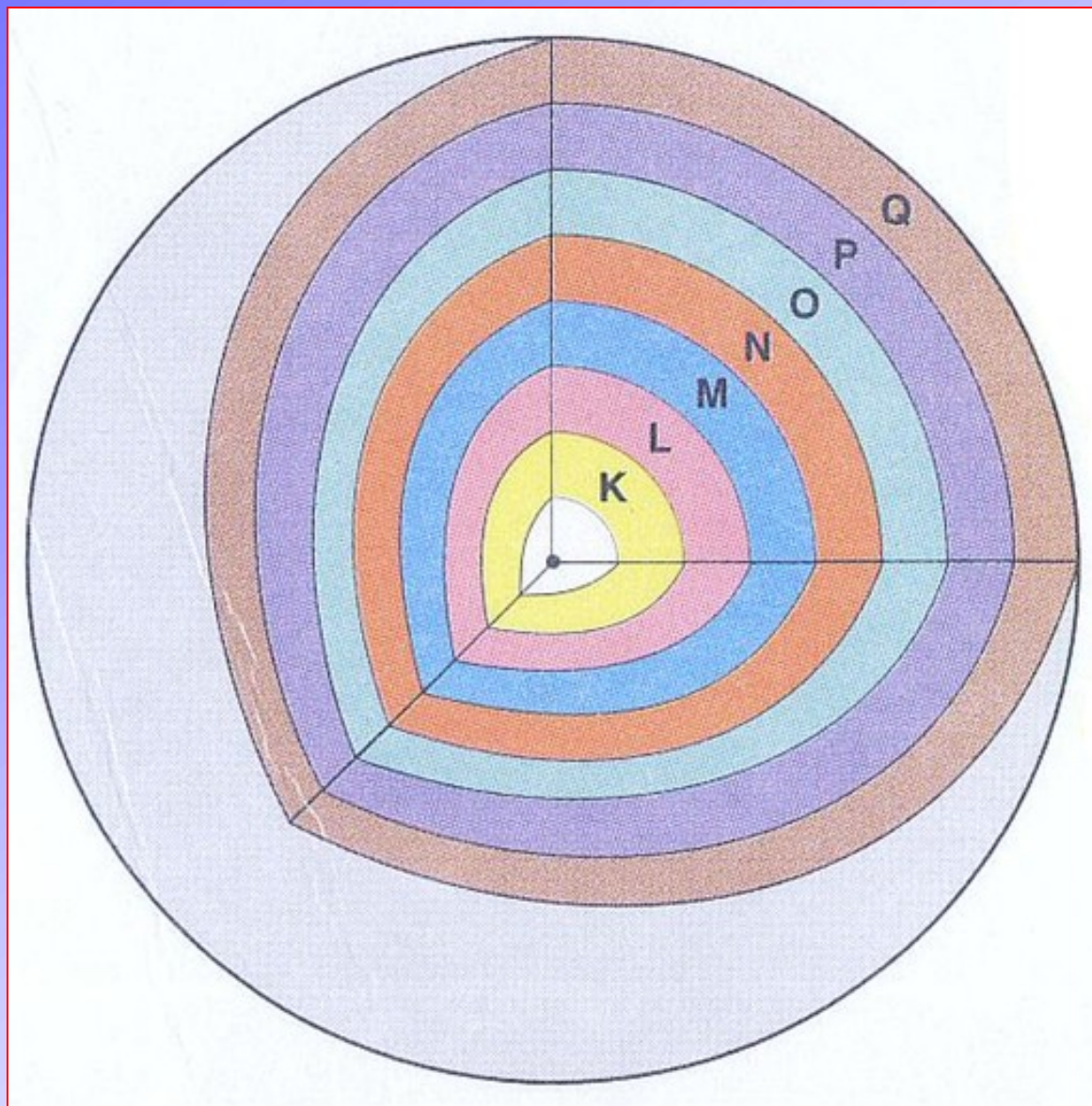
Elektron se stejným  $n$  tvoří stejnou vrstvu – K, L, M, N, O, P, Q.

n	1	2	3	4	5	6	7
vrstva	K	L	M	N	O	P	Q

- Vedlejší kvantové číslo = energie elektronu a tvar orbitalu.

$$l = 0 \text{ až } (n-1)$$

# Stavba elektronového obalu



hlavní	vedlejší	typ orbitalu	magnetické	počet orbitalů
n=1	l=0	s	0	1
n=2	l=0	s	0	1
	l=1	p	-1,0,1	3
n=3	l=0	s	0	1
	l=1	p	-1,0,1	3
	l=2	d	-2,-1,0,1,2	5
n=4	l=0	s	0	1
	l=1	p	-1,0,1	3
	l=2	d	-2,-1,0,1,2	5
	l=3	f	-3,-2,-1,0,1,2,3	7
n=5	l=0	s	0	1
	l=1	p	-1,0,1	3
	l=2	d	-2,-1,0,1,2	5
	l=3	f	-3,-2,-1,0,1,2,3	7
n=6	l=0	s	0	1
	l=1	p	-1,0,1	3
	l=2	d	-2,-1,0,1,2	5
	l=3	f	-3,-2,-1,0,1,2,3	7
n=7	l=0	s	0	1
	l=1	p	-1,0,1	3
	l=2	d	-2,-1,0,1,2	5
	l=3	f	-3,-2,-1,0,1,2,3	7



# Molekula

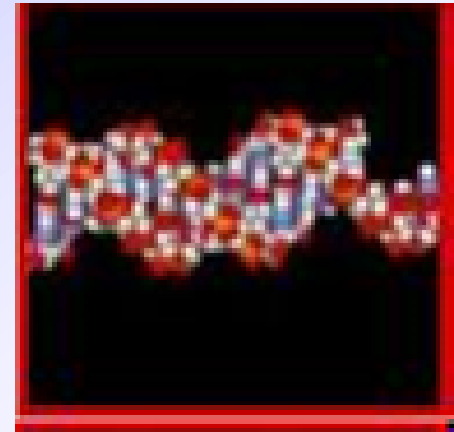
Molekuly jsou částice chemických látek složené ze dvou nebo více atomů vzájemně vázaných chemickou vazbou.

Molekuly jsou základní stavební kameny, z nichž jsou vybudována hmotná tělesa.

Molekuly mohou být složeny:

- z atomů o téměř protonovém čísle - stejnojaderné (homonukleární) ( $O_2, S_8$  – molekuly prvků)
- z atomů s odlišným protonovým číslem – různojaderné (heteronukleární) ( $H_2O, H_2SO_4$  – molekuly sloučenin).

Kromě elektroneutrálních molekul existují také molekulové ionty, což jsou molekuly s kladným nebo záporným nábojem ( $NH_3^+$ ).

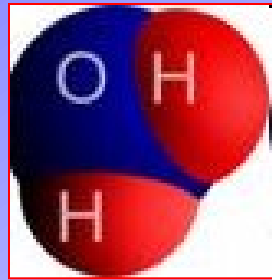


Makromolekula = Částice složená z velkého počtu molekul.

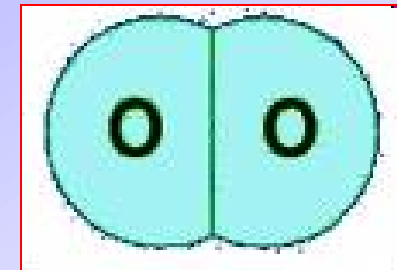


# Příklady jednoduchých molekul

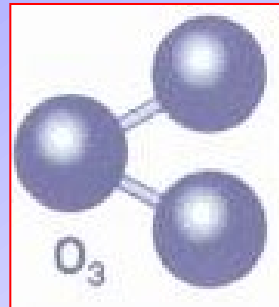
- Molekula vody



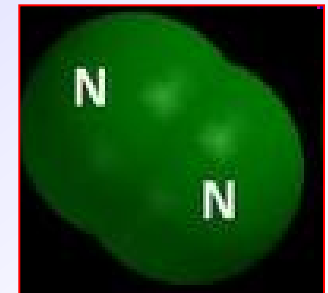
- Molekula kyslíku



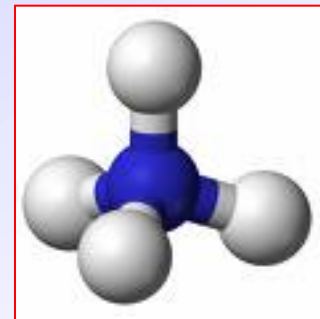
- Molekula ozonu



- Molekula dusíku

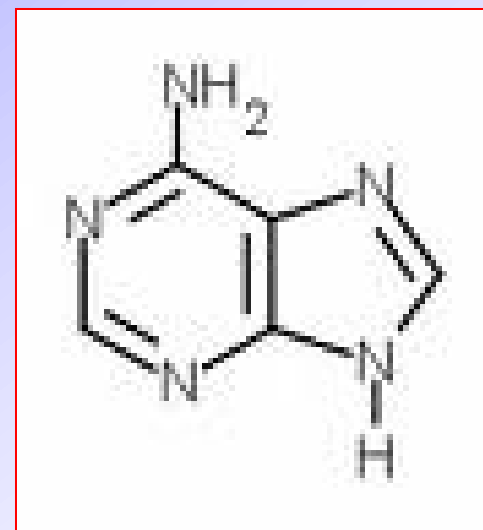
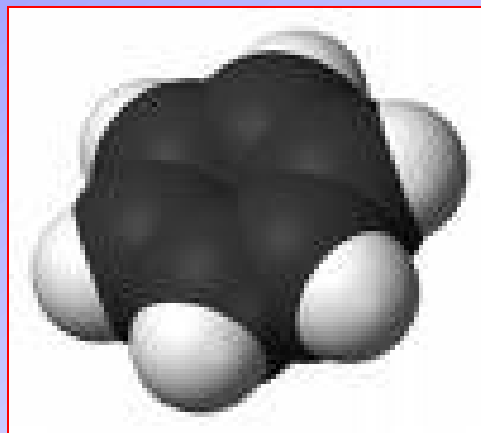
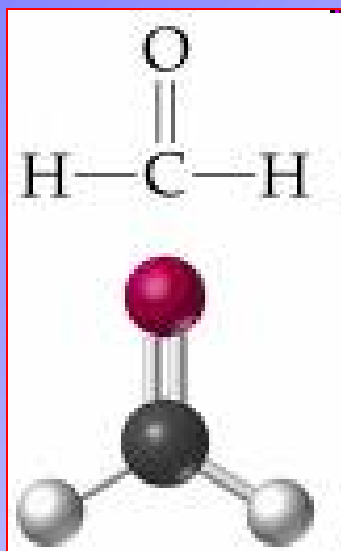


- Molekula kationtu amonného



# Sloučenina

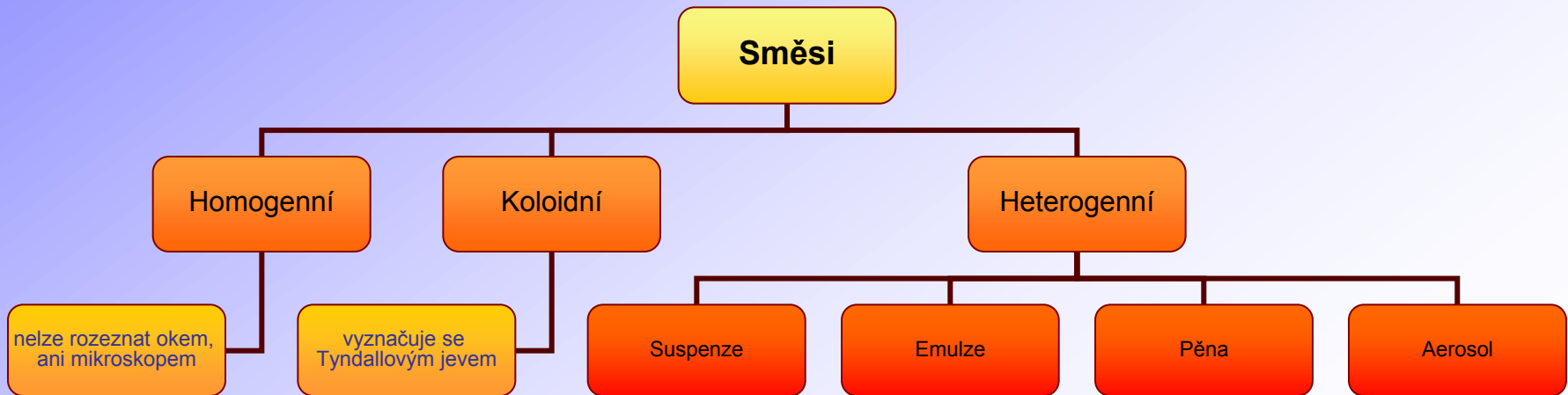
Sloučenina je chemicky čistá látka tvořená stejnými molekulami složenými ze dvou nebo více různých atomů.



Obdobně jako prvky lze sloučeniny charakterizovat názvy a vzorci – názvosloví (nomenklatura) anorganických a organických sloučenin.

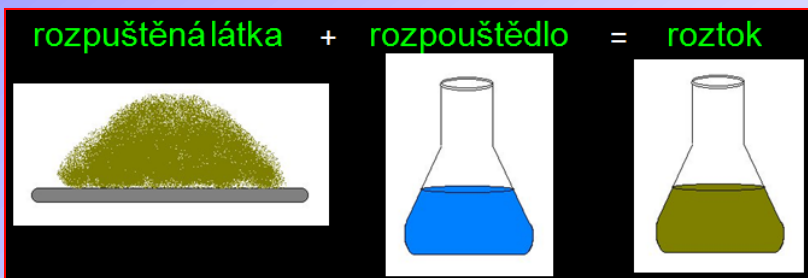
# Směs

- Směsi jsou látky obsahující minimálně dvě složky, které je možné od sebe oddělit fyzikálně-chemickými metodami.
- Smísením látek se jejich chemická podstata nemění, tyto látky nejsou chemicky vázány a poměr jejich složek lze měnit.
- Podle složení rozlišujeme:
  - směsi homogenní (stejnorodé)
  - směsi heterogenní (různorodé)



# Homogenní směs

- Homogenní směs má ve všech svých částech stejné vlastnosti (za homogenní jsou považovány i soustavy jejichž vlastnosti se spojitě (plynule) mění).
- Částice tvořící tuto směs jsou menší než  $10^{-9}\text{m}$
- Dělí se na:
  - Plynné (vzduch)
  - Kapalná (mořská voda)
  - Pevná (sklo)
- Mezi homogenní směsí řadíme i **roztoky** (jednotlivé složky promísené na molekulární úrovni)
  - Nenasycené roztoky (přebytek rozpouštědla)
  - Nasycené roztoky (maximální množství rozpouštěné látky)
  - Přesycené roztoky (přebytek rozpouštěné látky nad rozpouštědlem).



**Roztoky se skládají z rozpouštědla a rozpuštěných látek.**

**Rozpouštědlo** je látka, ve které jsou ostatní látky rozptýlené, neboli dispergované. Často je to látka, která je v nadbytku. Je-li touto látkou kapalina, pak je kapalina rozpouštědlem. Pokud je jednou ze složek voda, tak je voda vždy rozpouštědlem.

# Heterogenní směs

- Heterogenní směs se skládá ze dvou, případně více homogenních oblastí (fází)
  - Fáze je homogenní část soustavy, oddělená od ostatních částí rozhraním, na němž se vlastnosti mění skokem.
- Částice tvořící tuto směs jsou větší než  $10^{-7}\text{m}$
- Jako příklad můžeme uvažovat například písek s cukrem, žulu (různé chemické i fyzikální vlastnosti).



# Disperzní soustava

- Obsahuje rozptýlené částice o velikosti v rozmezí  $10^{-7} - 10^{-9}m$

- Hrubě disperzní soustavy

- Průměr částic rozptýlených v disperzním prostředí je větší než  $5 \cdot 10^{-7}m$

## a) Aerosol

- Mlha (kapičky kapaliny rozptýlené v plynu)
- Dým (částičky pevné látky rozptýlené v plynu)
- Kouř (kapičky kapaliny a částičky pevné látky rozptýlené v plynu)



## b) Emulze

- Kapičky jedné kapaliny rozptýlené v jiné kapalině



## c) Suspenze

- Částičky pevné látky rozptýlené v kapalině

## d) Pěna

- Bublínky plynu rozptýlené v kapalině



## e) Gel

- Bublínky plynu rozptýlené v pevné látce



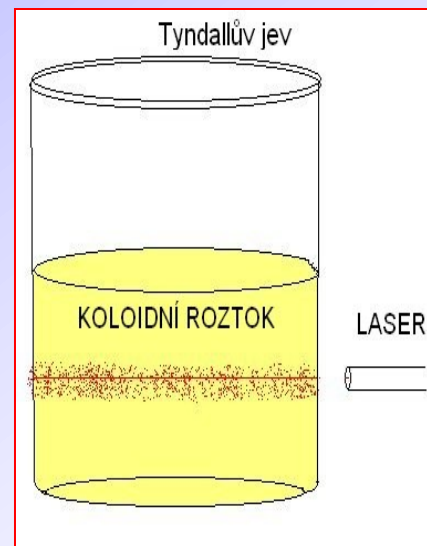


- **Jemně disperzní soustavy**

- Vzhledem k velikosti částic ( $10^{-9}\text{m} - 5 \cdot 10^{-7}\text{m}$ ) se často označují jako nepravé neboli koloidní roztoky (molekuly organických nebo anorganických látek rozptýlených v kapalině).
- Na rozdíl od hrubě disperzní soustavy se částice rozptýlené v koloidním roztoku neusazují.
- Jako příklad si můžeme uvést bílkoviny ve vodě.

***Koloidní roztok*** je směs vyznačující se vlastnostmi někde na pomezí mezi homogenní a heterogenní směsí (někdy se označuje jako mikroheterogenní). Skládá se z velmi malých částic (1–100 nm).

Prochází-li intenzivní světelný paprsek koloidním roztokem, můžeme jeho dráhu sledovat jako opaleskující svítivý paprsek. Tento efekt se podle svého objevitele nazývá Tyndallův jev. Jeho principem je rozptyl světla způsobený přítomností pevných částic v prostředí.

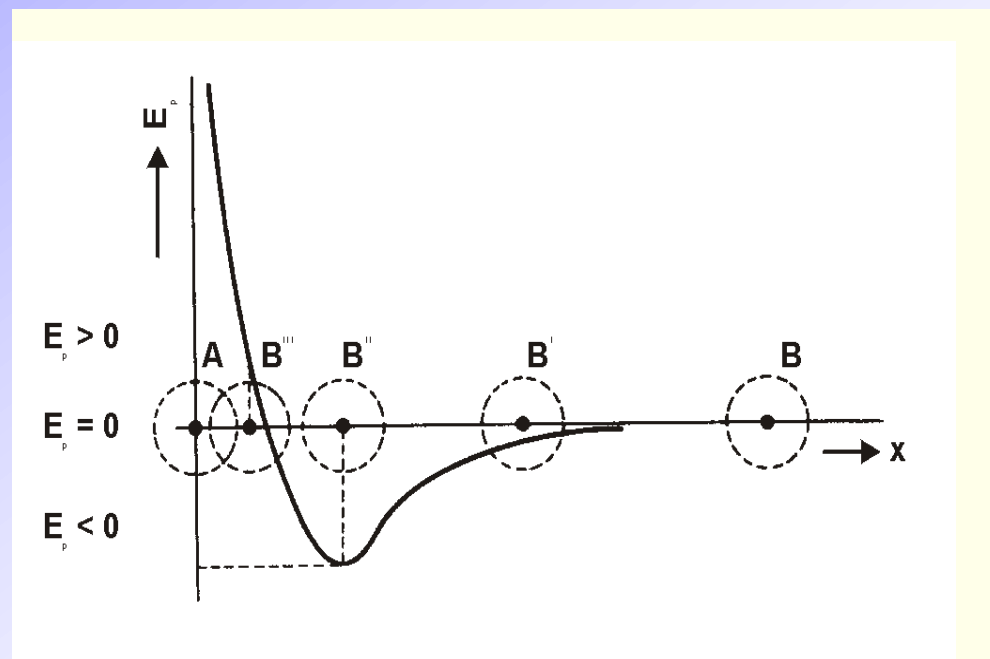




# Chemická vazba

- Vazba = menší energie atomů ve vázaném stavu než energie jednotlivých oddělených atomů
- Mechanismus tvorby vazby = sdílení, předávání nebo redistribuce valenčních elektronů
- Závislost potenciální energie soustavy dvou atomů A a B na jejich vzájemné vzdálenosti. Atomy vytvářejí při přiblížení chemickou vazbu.

Pokud jsou atomy schopny vytvořit mezi sebou vazbu, dochází při jejich přibližování k poklesu potenciální energie soustavy až do bodu, kdy se dostanou do energetického minima.



- Molekuly – soubory atomů poutaných chemickou vazbou

- homonukleární ( $H_2$ ,  $N_2$ , ...)
- heteronukleární ( $H_2SO_4$ ,  $Be(NO_3)_2$ , ...)
- makromolekulární

- Vznikají chemickou reakcí

- přiblížením atomů dojde k přeskupení valenčních elektronů  $\Rightarrow$  stabilnější útvar (ztráta energie – E)

- Elektronová teorie chemické vazby

= snaha atomu v molekule dosáhnout stabilní elektronové konfigurace (vzácný plyn)

- předáním elektronu – iontová vazba

- sdílením elektronového páru – kovalentní vazba



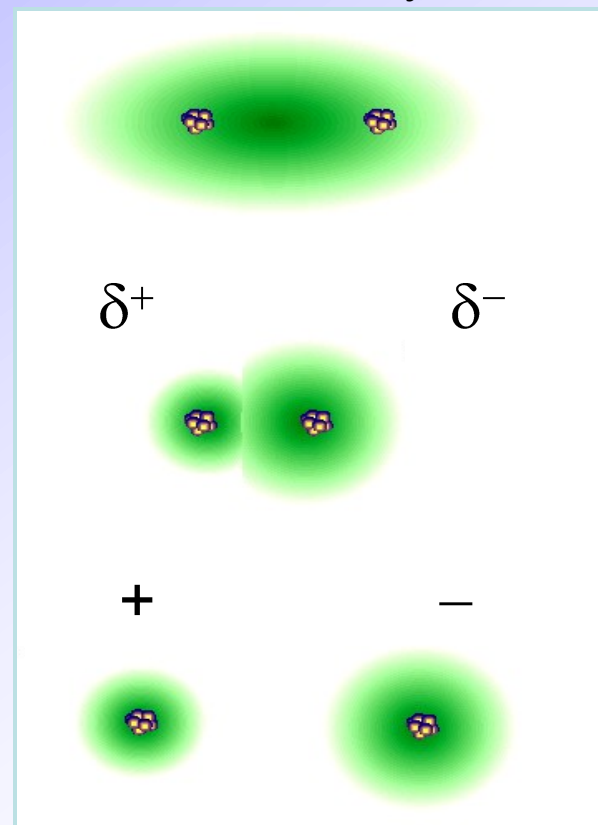
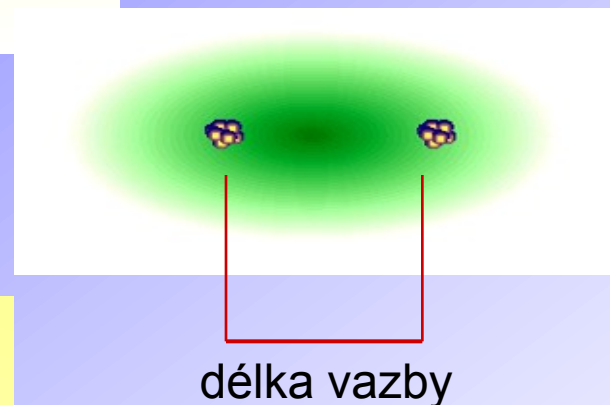
- Pevnost vazby – disociační energie vazby [kJ/mol]
- Délka vazby – [pm]

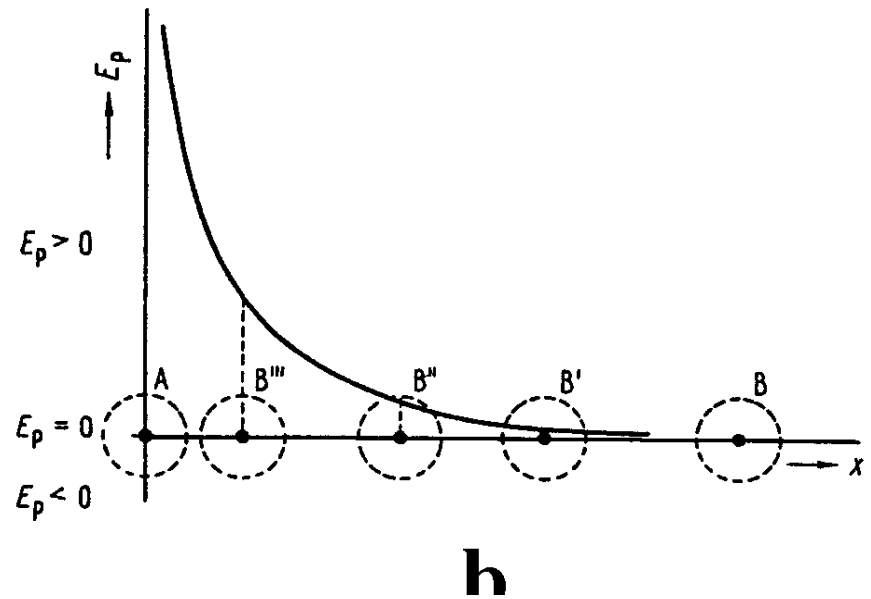
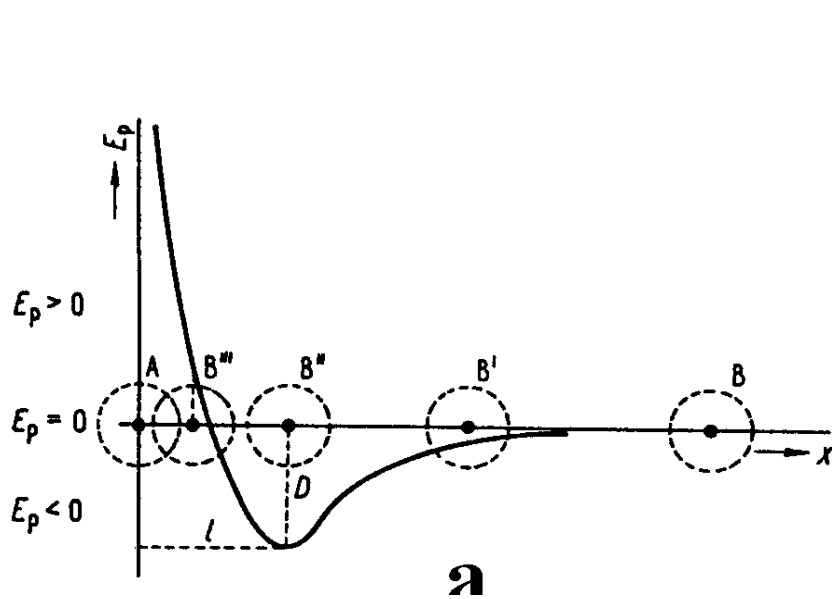
- Polarita vazby – souvisí s elektronegativitou
  - kovalentní  $X < 0,4$
  - polární  $0,4 < X < 1,7$
  - iontová  $X > 1,7$

• **Vazebná energie** - energie, která se uvolní při vzniku dané chemické vazby

• **Disociační energie** - energie, kterou je potřeba dodat k rozštěpení dané chemické vazby

• **Elektronegativita** (X) – schopnost atomů přitahovat vazebné elektrony (sdílené s jinými atomy). Podle její hodnoty se chemické vazby třídí do skupin.

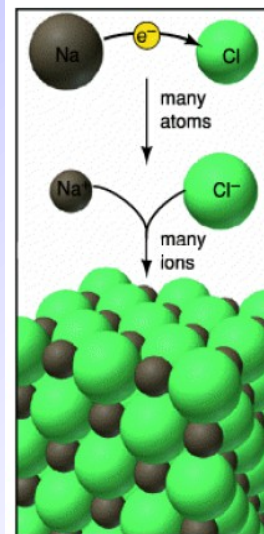




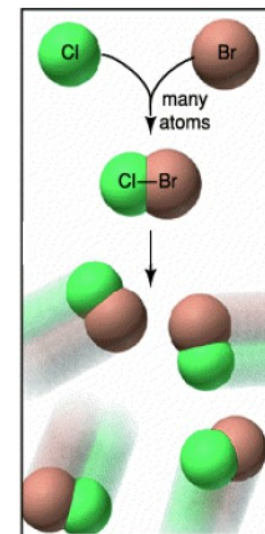
- změny potenciální energie systému při přibližování dvou atomů ( a - vzniká vazba, b - nevzniká vazba)

## Druhy vazby:

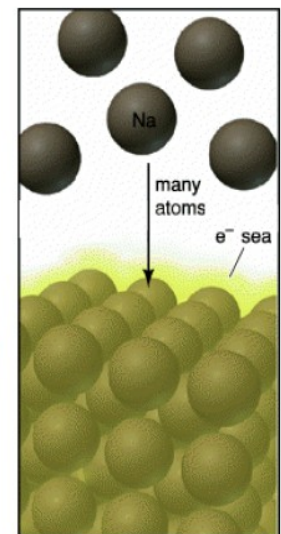
- Kovová vazba
  - Nepolární vazba
  - Polární vazba
  - Iontová vazba
- Koordinačně kovalentní vazba
- Slabé vazebné interakce
  - Van der Waalsovy síly
  - Vodíková vazba



A Ionic bonding



B Covalent bonding



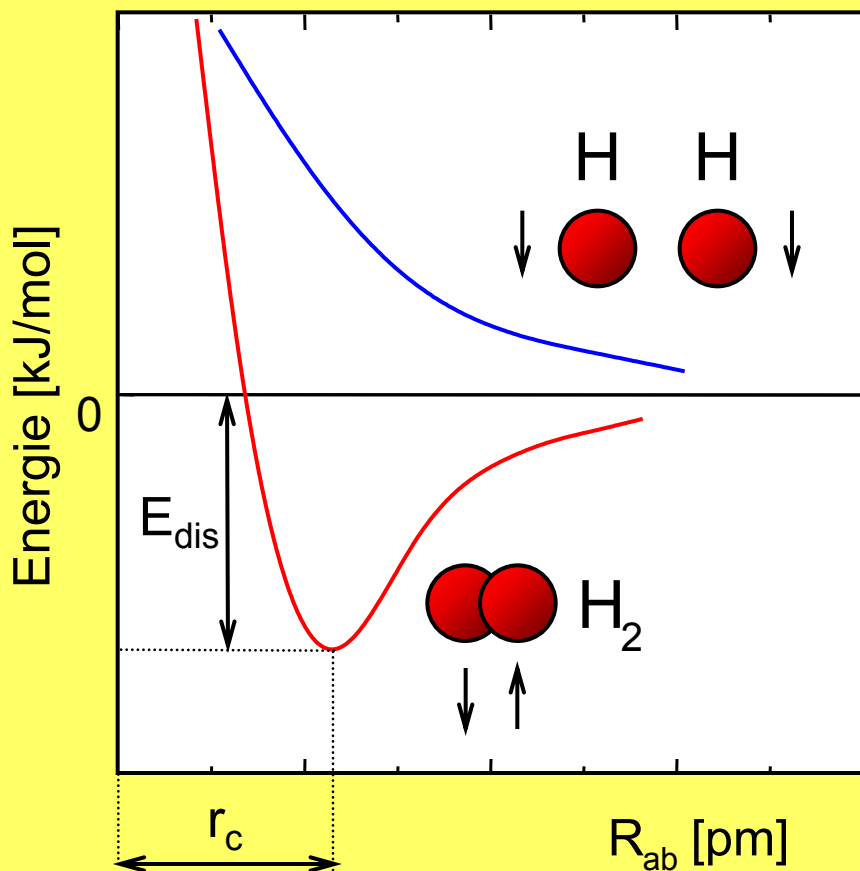
C Metallic bonding

# Typy chemické vazby

- **Kovalentní** = sdílení elektronů (e páru, 1e H<sub>2</sub><sup>+</sup>) několika atomy (2, 3, 4....)
- **Kovová** = sdílení elektronů mezi mnoha atomy, pásová teorie
- **Iontová** = předání elektronů, tvorba iontů, Coulombovské přitažlivé síly mezi opačně nabitými ionty
- **Van der Waalsova** = Coulombovské přitažlivé síly mezi dočasnými náboji (dipóly)
- **Topologická** = mechanické spojení molekul (rotaxeny, katenany, karcerandy)

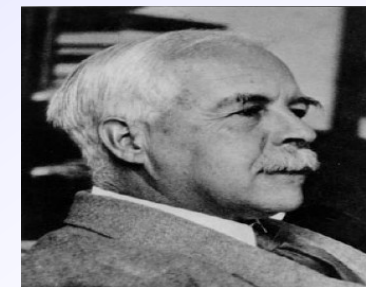
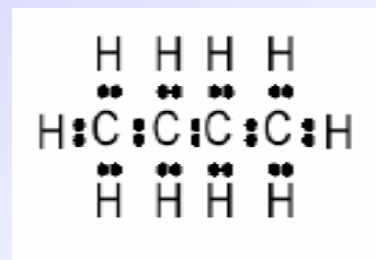
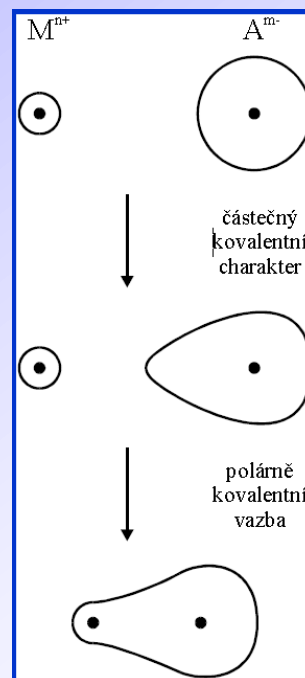
# Kovalentní vazba

Atomy se sdílením elektronových párů snaží doplnit svou valenční sféru na elektronový oktet.



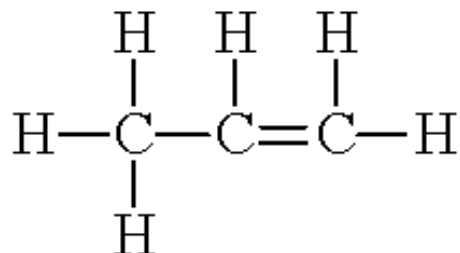
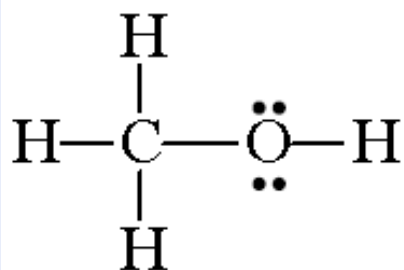
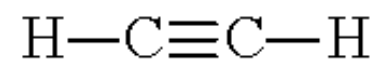
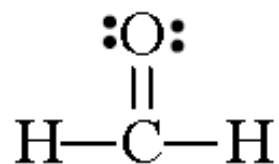
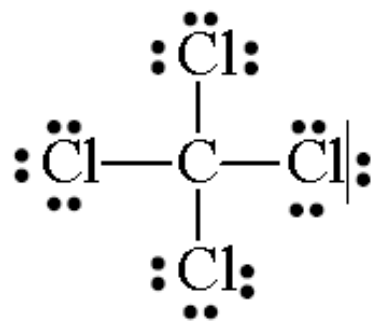
- $E_{dis}$  = pevnost vazby
- $r_c$  = délka vazby

Žádná vazba není zcela iontová. Přechod od kovalentní k iontové vazbě je spojitý a většina sloučenin leží mezi oběma extrémy.



Gilbert N. Lewis

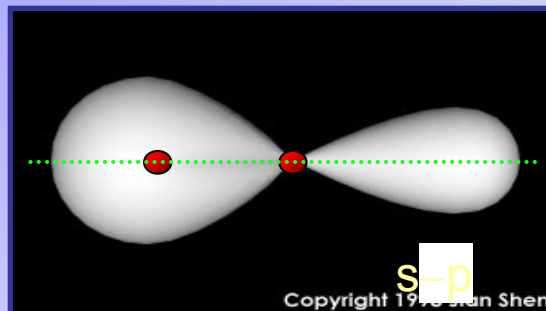
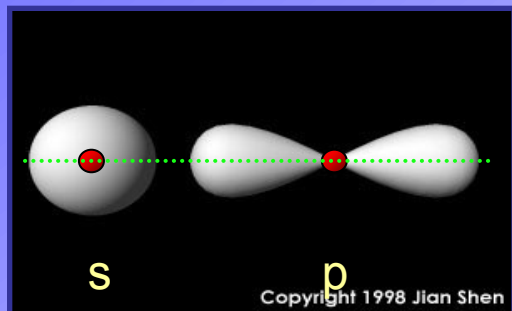
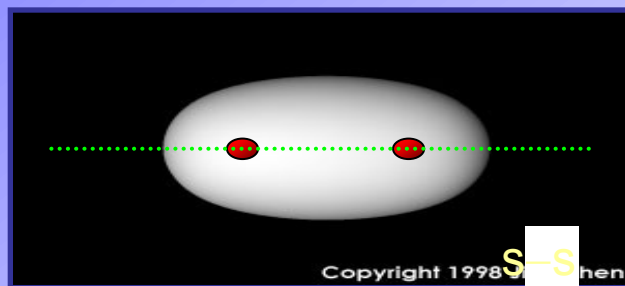
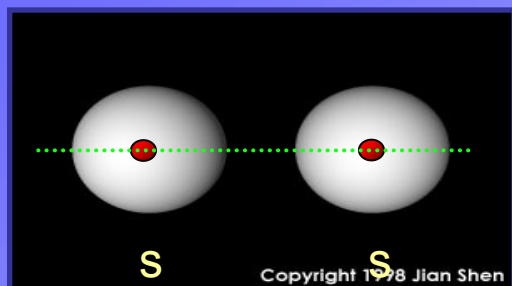
# Lewisovy struktury





## •Sigma $\sigma$ vazby

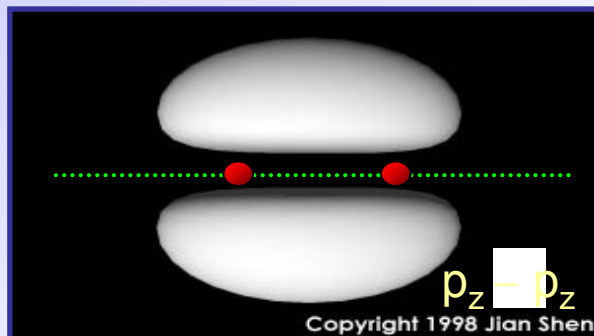
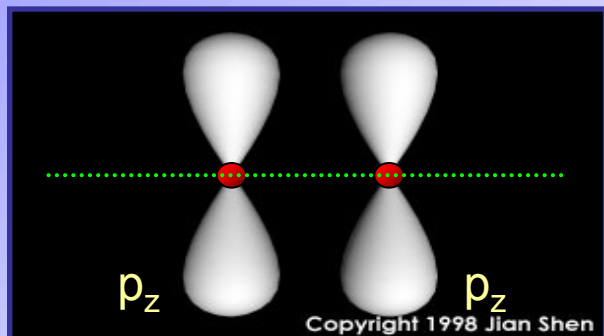
Maximální hustota na spojnici atomových jader.



• jednoduché vazby

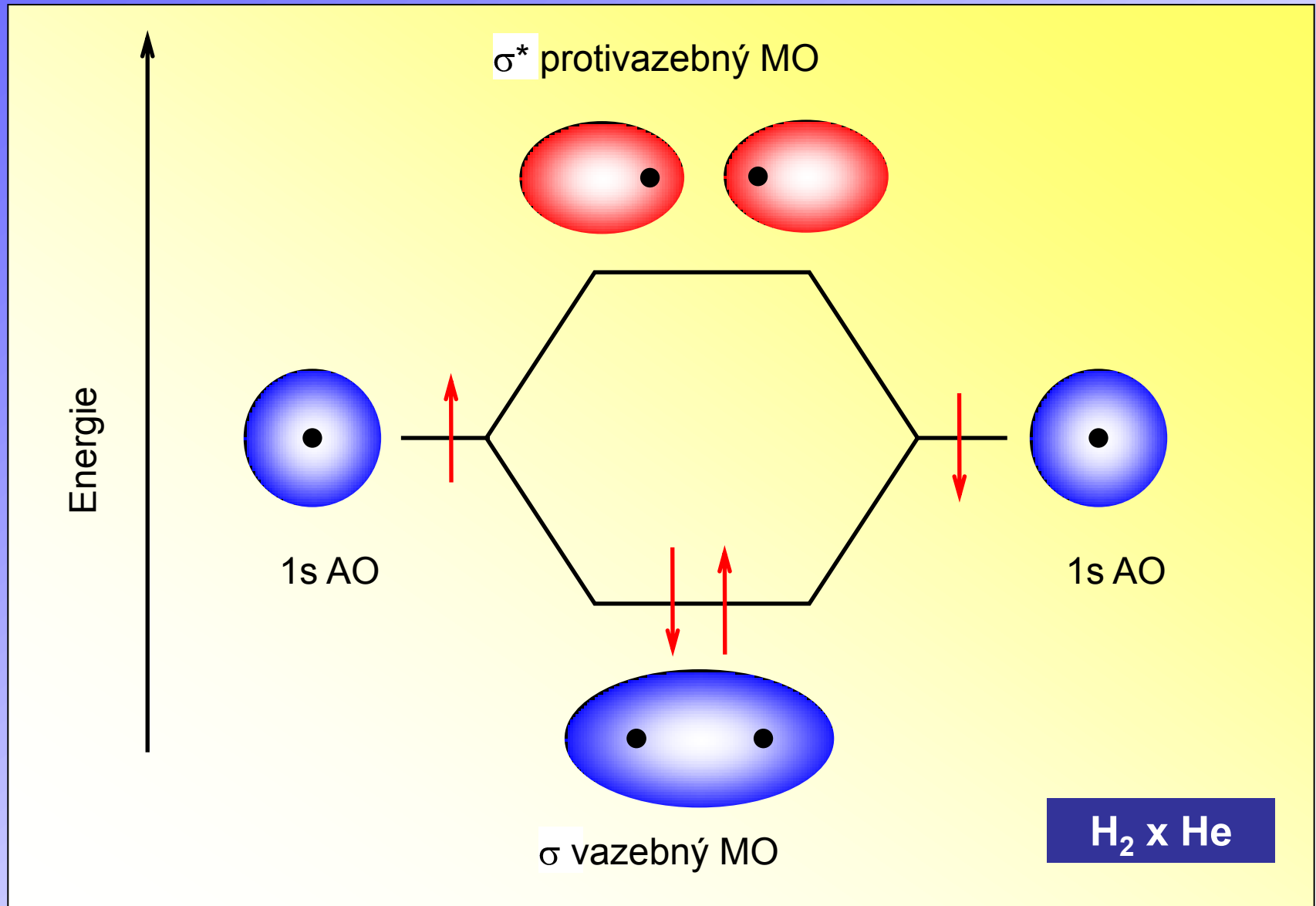
## •Pí $\pi$ vazby

Maximální hustota mimo spojnici atomových jader.



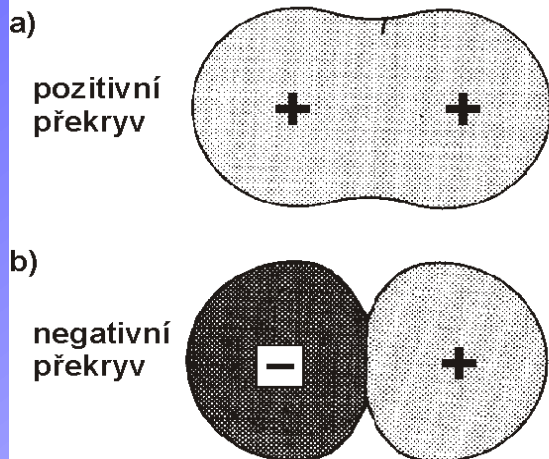
• násobné vazby

# Teorie molekulových orbitalů MO

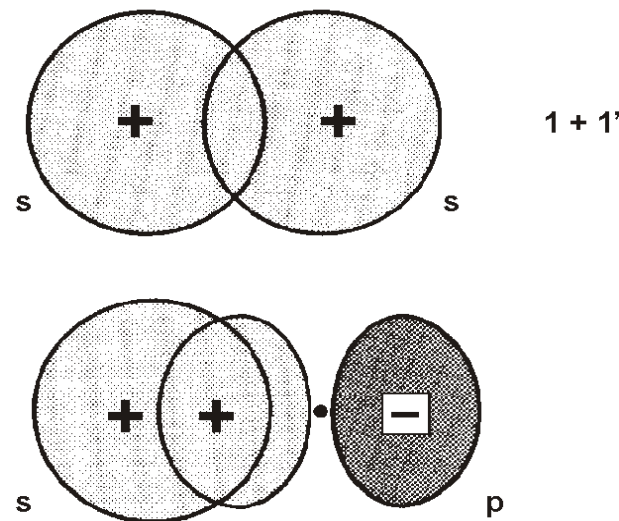


- překryv AO je účinný, jestliže se AO a AO' nepříliš liší svou energií
- počet MO =  $\Sigma$  AO
- vhodná symetrie AO

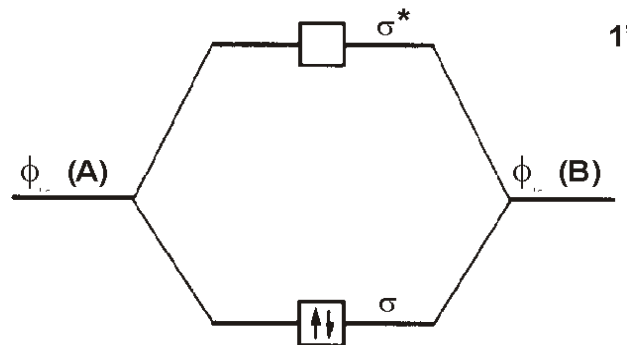
### $\sigma$ - překryv



### $\sigma$ - překryv

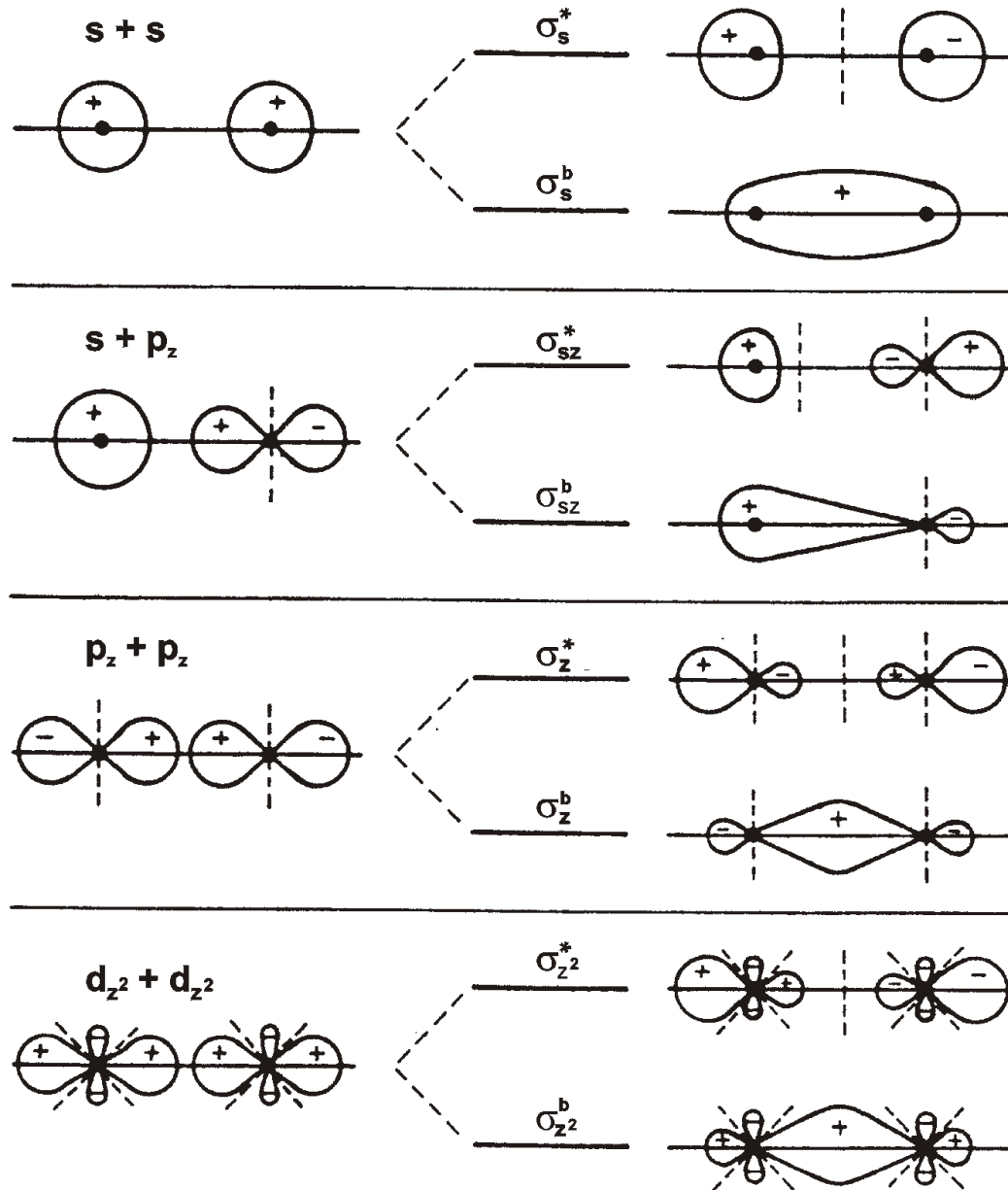


### Mol. diagram pro $H_2$ , a analogické molekuly



# Překryvy a tvary některých molekulových orbitalů

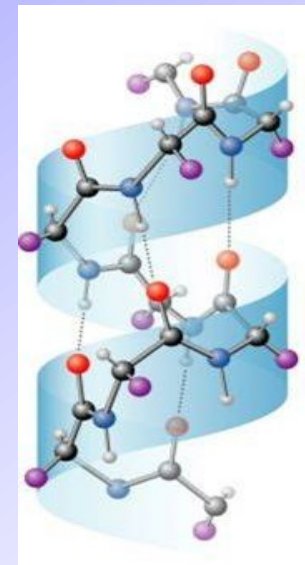
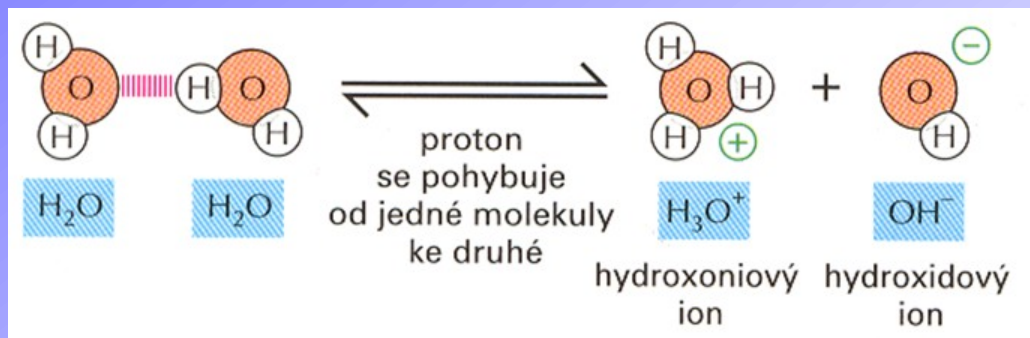
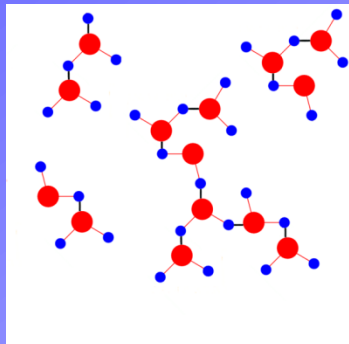
## orbitaly $\sigma$



# Slabé vazebné interakce

## H-můstky

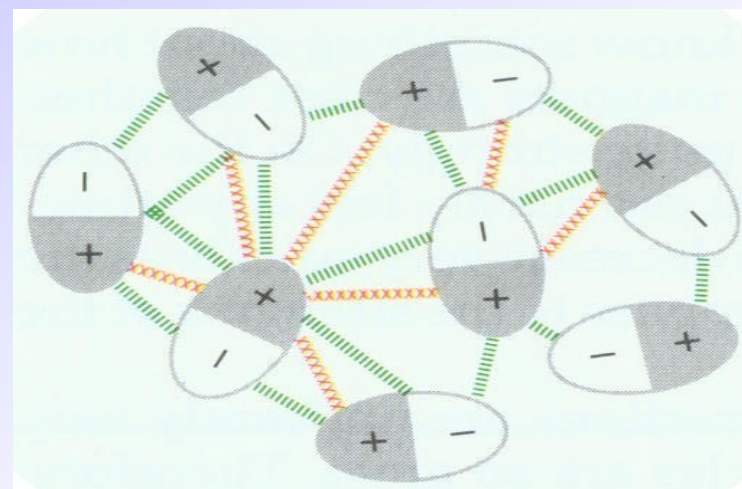
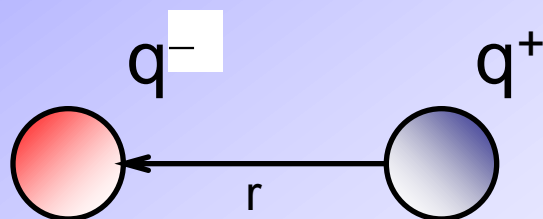
- Vodíkové vazby vznikají mezi atomem vodíku a nevazebným elektronovým párem silně elektronegativního atomu.



$\alpha$ -helix

## Van der Waalsovy síly

- slabé vazby (  $\sim 10$  kJ/mol)
- elektrostatická povaha
- vzájemné přitahování dipólů



# VSEPR

Prostorová orientace elektronových párů Počet elektronových párů $6+n$	Název tvaru	Znázornění tvaru molekuly		Počet elektronových párů $6$
	Symbol molekuly			Počet elektronových párů $n$
lineární  2 elektro- nové páry	lineární 1 ABE	 1	lineární 2 B-A-B AB <sub>2</sub>	2 0
	lineární 1	lomený 2 AB <sub>2</sub> E	trojúhelník 3 AB <sub>3</sub>	0
rovnoběžný trojúhelník  3 elektro- nové páry	lineární 1 ABE <sub>2</sub>	 2	trojúhelník 3 AB <sub>3</sub>	0
	lineární 1	lomený 2 AB <sub>2</sub> E <sub>2</sub>	trojúhelník 3 AB <sub>3</sub>	0
tetraedr  4 elektro- nové páry	lineární 1 ABE <sub>3</sub>	 3	trojúhelník 3 AB <sub>3</sub>	0
	trigonální pyramida 3 AB <sub>3</sub> E	tetraedr 4 AB <sub>4</sub>	tetraedr 4 AB <sub>4</sub>	0
trigonální bipyramida  5 elektro- nových párů	lineární 1 ABE <sub>4</sub>	lineární 2 AB <sub>2</sub> E <sub>3</sub>	trojúhelník 3 AB <sub>3</sub> E <sub>2</sub>	0
	deformovaný tetraedr 4 AB <sub>4</sub> E	trigonální bipyramida 5 AB <sub>5</sub>	trigonální bipyramida 5 AB <sub>5</sub>	0
oktaedr  6 elektro- nových párů	lineární 1 ABE <sub>5</sub>	lineární 2 AB <sub>2</sub> E <sub>4</sub>	trojúhelník 3 AB <sub>3</sub> E <sub>3</sub>	0
	čtverec 4 AB <sub>4</sub> E <sub>2</sub>	tetragonální pyramida 5 AB <sub>5</sub> E	oktaedr 6 AB <sub>6</sub>	0

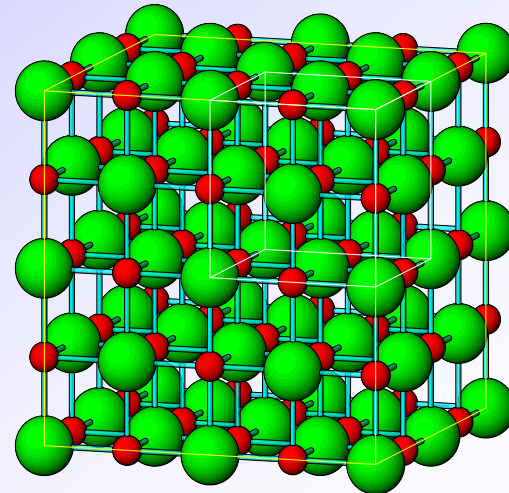
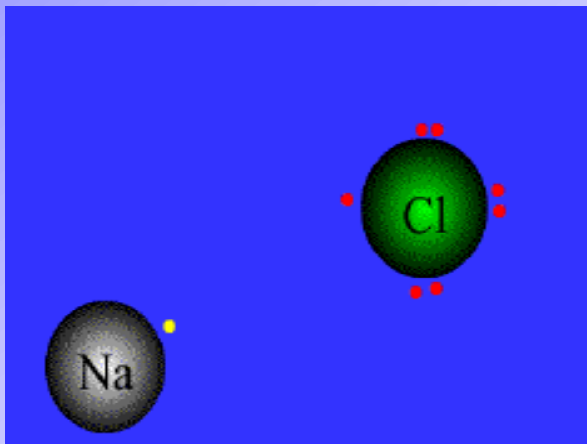


## Iontová vazba

- Coulombovské přitahování částic s opačným nábojem
- Nekonečná mřížka uspořádaných kationtů a aniontů

**Iontová vazba** je typ vazby mezi atomy. Je to extrémní případ polární vazby, kdy rozdíl elektronegativit atomů přesahuje 1,7. V takovém případě dojde k tomu, že jeden atom k sobě přitáhne celý elektronový pár a začne u něj převažovat záporný náboj. Díky tomu drží atomy spolu nejen díky vazbě mezi atomy, ale rozdílu nábojů.

Žádná vazba není zcela iontová. Přejchod od kovalentní k iontové vazbě je spojitý a většina sloučenin leží mezi oběma extrémy.





# Laboratorní sklo a chemické techniky

## kapitola 5

Dělení skla

Nomenklatura chemického skla

Filtrace

Titrace

Sublimace

Krystalizace

Destilace

Extrakce

Chromatografie

Odstředování

Dekantace

Vakuum

Sušící techniky



# Sklo

Sklo je homogenní amorfní, tuhý materiál. Vyrábí se z viskózní skloviny roztavené ve sklářské peci. Čisté sklo je transparentní, relativně pevný materiál, odolný proti opotřebení, v podstatě inertní biologicky neaktivní. Sklo je však velmi křehké a rozbíjí se na ostré střepey. Může být formováno do všech existujících tvarů. Sklo vyrobené pouze z čistého oxidu křemičitého  $\text{SiO}_2$  se nazývá křemenné sklo

## **Druhy skla:**

### Vápenatosodné sklo

Jednoduché spotřební sklo vyrobené z písku, sody a uhličitanu vápenatého; zpracovává se na láhve, okenní tabulky a jednoduché sklenice na pití.

### Křišťálové sklo

Bezbarvé, vysoce čiré sklo bez bublin a šmouh; vyznačuje se lepším lomem světla. Z křišťálového skla se vyrábějí sklenice na pití a dárkové zboží.

### Olovnatý křišťál

Obsahuje nejméně 24% oxidu olovnatého; vyznačuje se silnou schopností lomit světlo a vysokou specifickou hmotností; často se používá na broušené spotřební a luxusní předměty.,

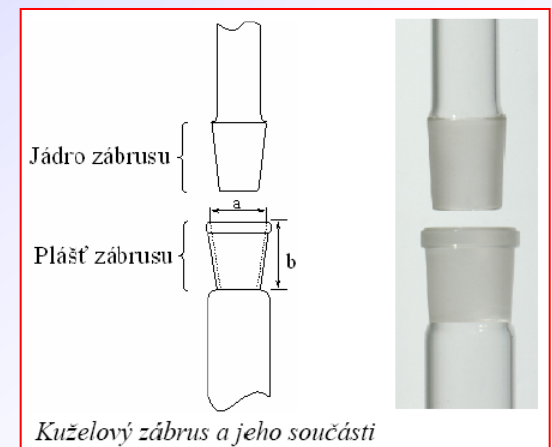
### Bórsilikátové sklo

Zvláště odolné vůči chemickým vlivům a velkým teplotním skokům. Proto se používá jako varné a zapékací sklo a k výrobě laboratorních sklenic.

# Sklo

- **Zábrusové spoje**

- dvě pravidelně vybroušené skleněné plochy, které na sebe těsně doléhají
- zábrusy kuželové, plošné, kulové
- umožňují plynotěsné spojení aparatur
- normalizovány podle ISO; NZ 10/19, NZ 12/21, NZ 14/23, NZ 19/26, NZ 24/29, NZ 29/32- písmena znamenají normalizační řadu, první číslo udává horní (větší) průměr kužele, druhé číslo výšku (délku) zábrusu v milimetrech
- pro kombinaci různých velikostí zábrusů se používají redukce
- před sestavením aparatury je nutné zábrus namazat vhodným mazadlem.



# Přehled základních mazadel a jejich charakteristika

Mazadlo* (základ)	Teplotní rozmezí	Charakteristika
Apiezon T (uhlovodíkové)	+ 10 °C až + 120 °C	střední vakuum, mazadlo pro obecné použití, bez silikonu a halogenů
Apiezon H (uhlovodíkové)	- 10 °C až + 240 °C	mmohostranné mazadlo pro vysoké teploty, netaje a je stabilní až do 250 °C, bez silikonu
PTFE pasta (polytetrafluorethylenové)	-30 °C až + 300 °C	mazání vakuových zařízení a kyslíkových armatur
Lukosan M14 (silikonové)	-70 °C až +150 °C	mazání zábrusů, styčných ploch exsikátorů, skleněných ventilů
Dow Corning (silikonové)	-40 °C až + 260 °C	pro utěšňování vysokovakuových a tlakových systémů
Krytox (perfluorpolyéterové)	-36 °C až +260 °C	mazání kyslíkových aparatur, odolnost vůči agresivním chemikáliím

- **Šroubové spoje**

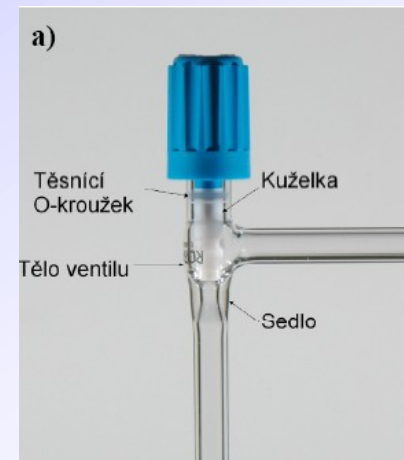
- označení GL a číslo označující průměr závitu
- převlečná matice z polypropylenu nebo polyesteru a vnitřní těsnění ze silikonového kaučuku potaženého inertní fólií

- **Ventily a kohouty**

- regulace a uzavírání průtoku kapalin a plynů
- ventily, kohouty jednocestné, dvojcestné
- kohouty se mažou, otvírají se pootočením o 90°



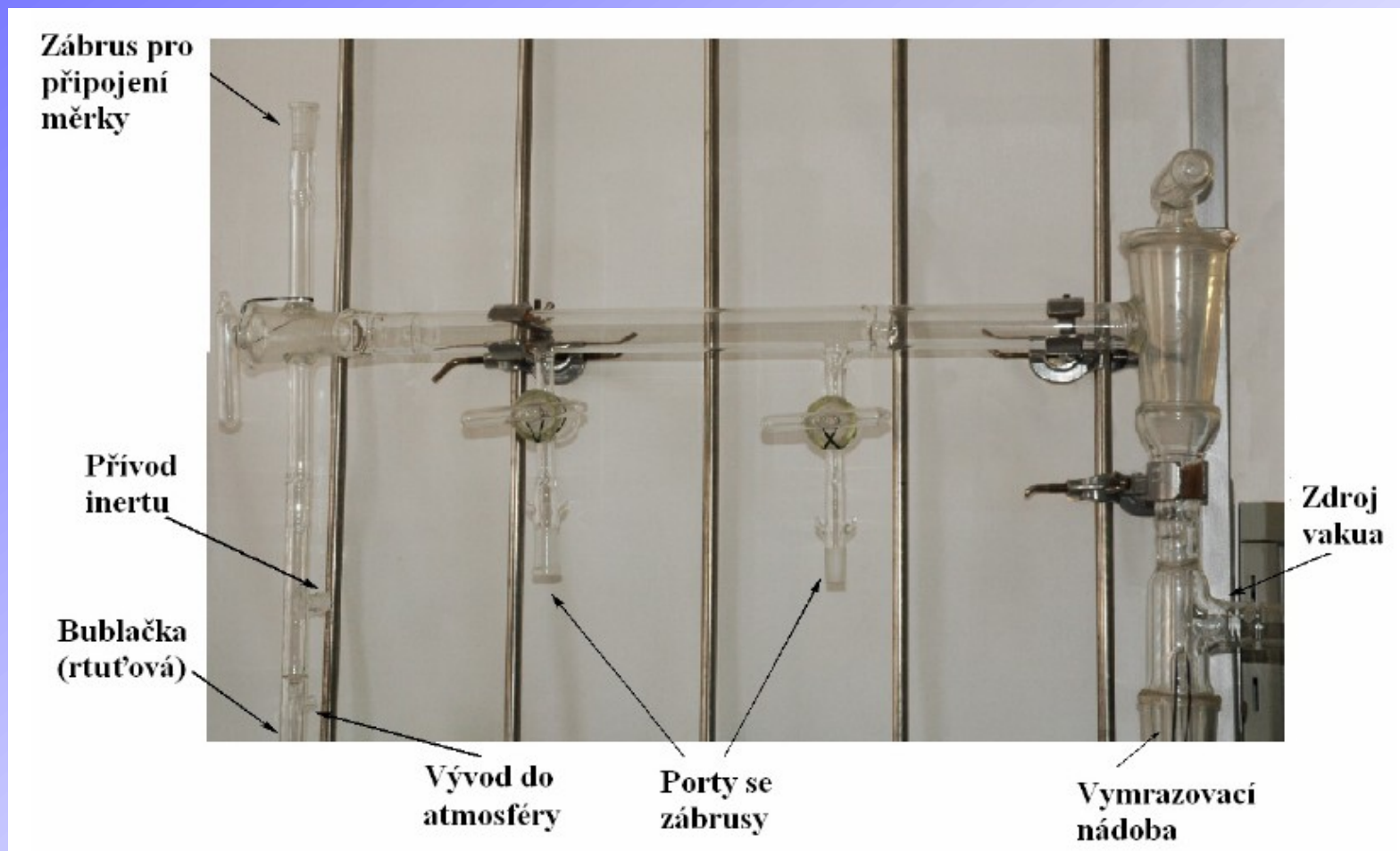
a) Šroubový spoj b) Kombinace šroubového a zábrusového spoje





# Vakuová linka

Vakuová linka umožňuje práci pod inertní atmosférou a vakuem. Kohouty (ventily) umožňují buď napuštění linky inertním plynem nebo její evakuaci. Práce ve Schlenkových nádobách.



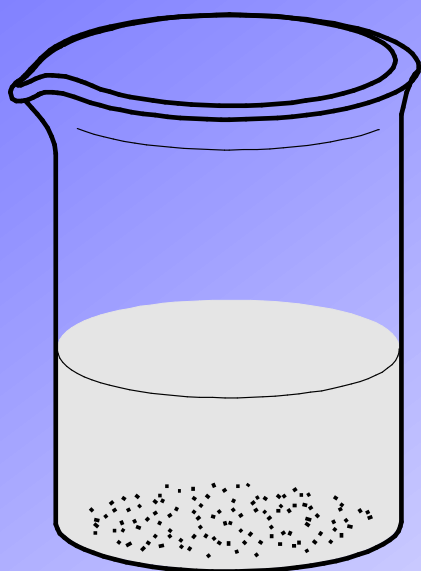


# Rukavicový box

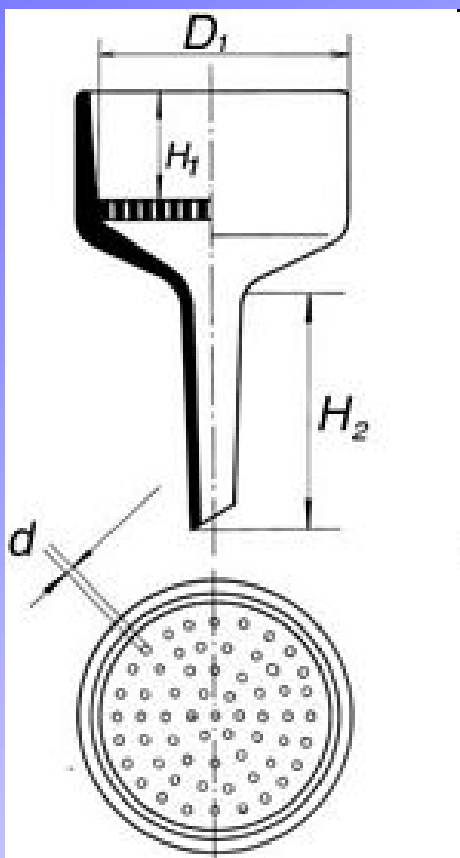
- *Glave bag* je podstatně levnější a prostorově méně náročnou variantou suchého boxu. Je tvořen PE vakem, jehož součástí je pár rukavic, napojení na přívod inertního plynu, napojení na odvod inertu a uzavíratelný vstupní otvor.



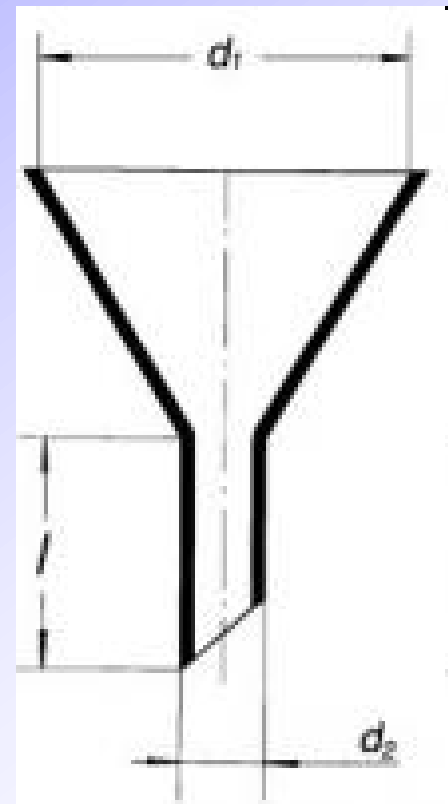
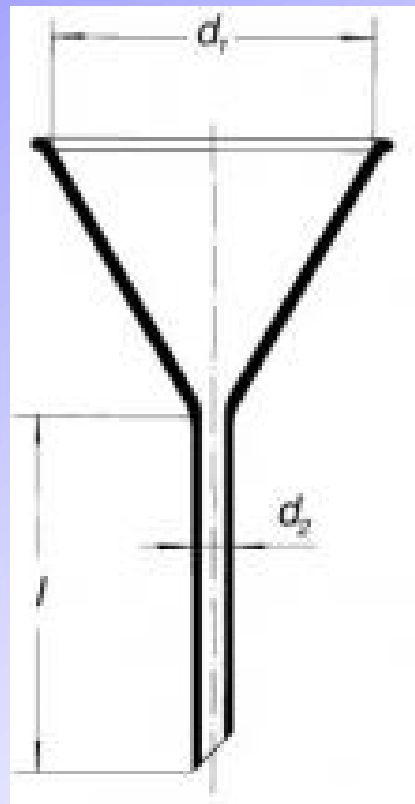
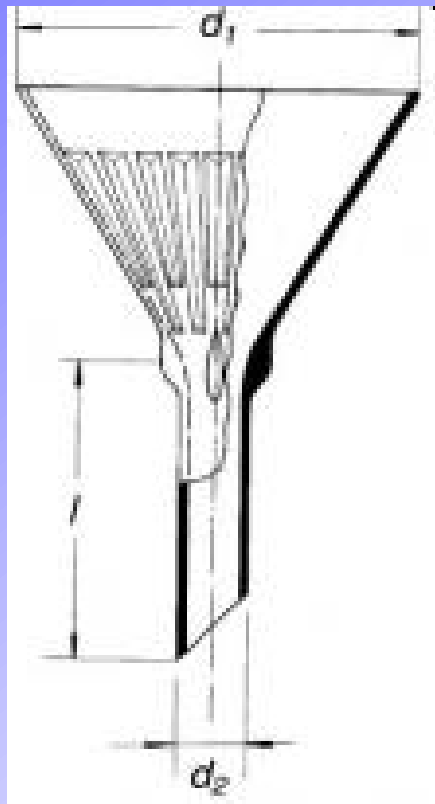
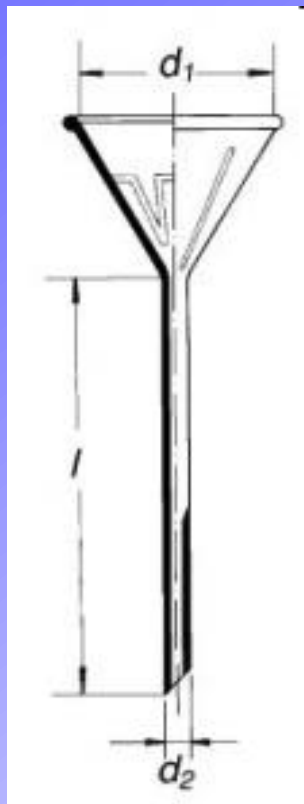
# kádinka



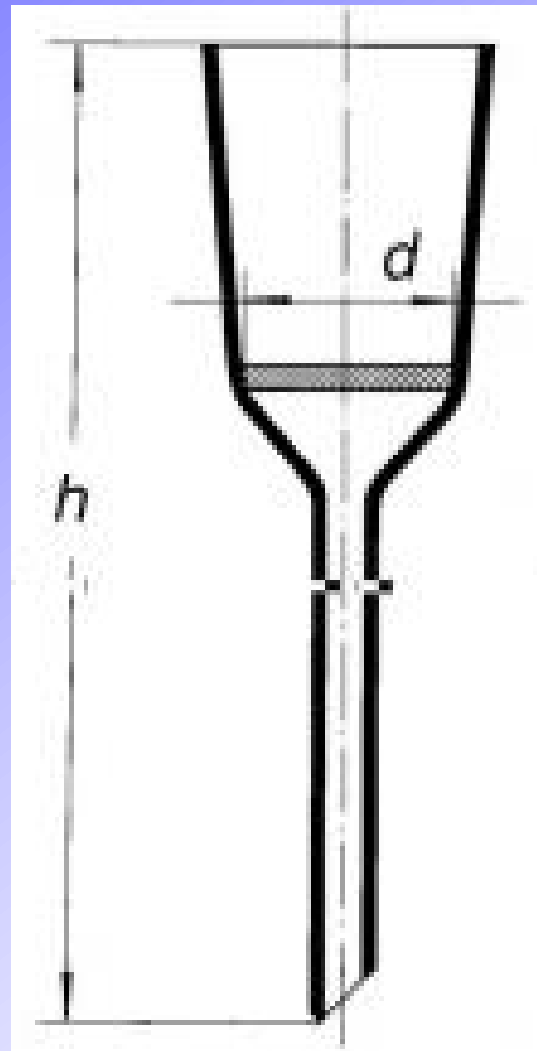
# Büchnerova nálevka



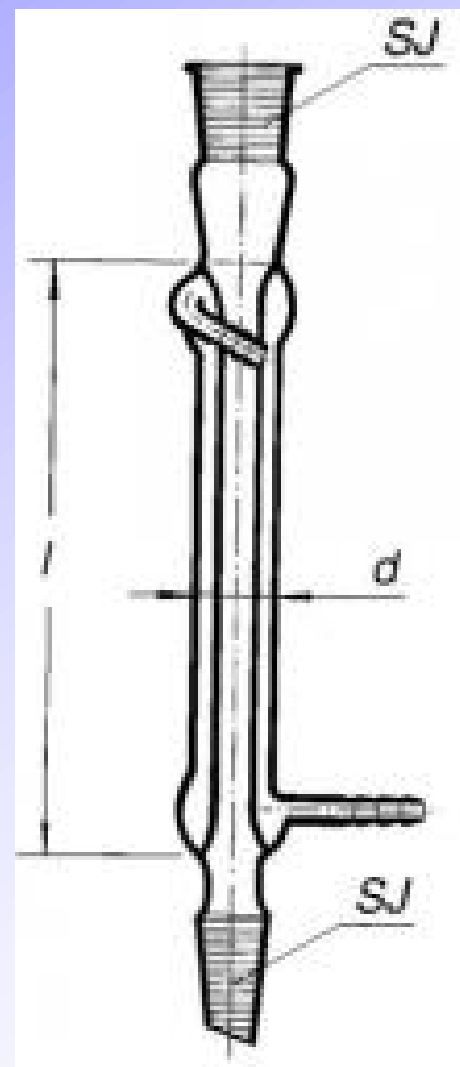
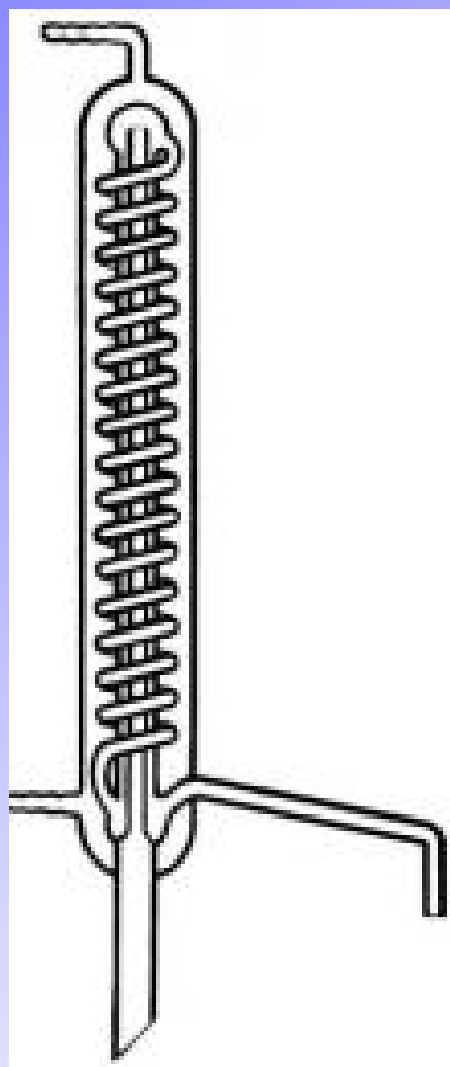
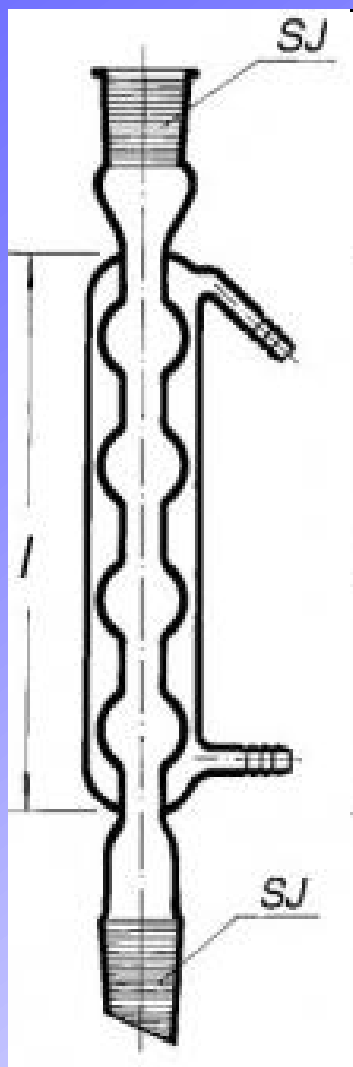
# nálevka, násypka



frita



# chladič





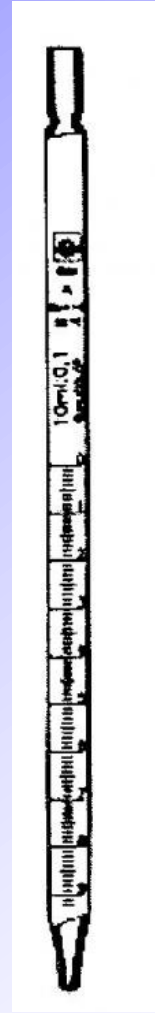
# Bunsenův hořák



byreta



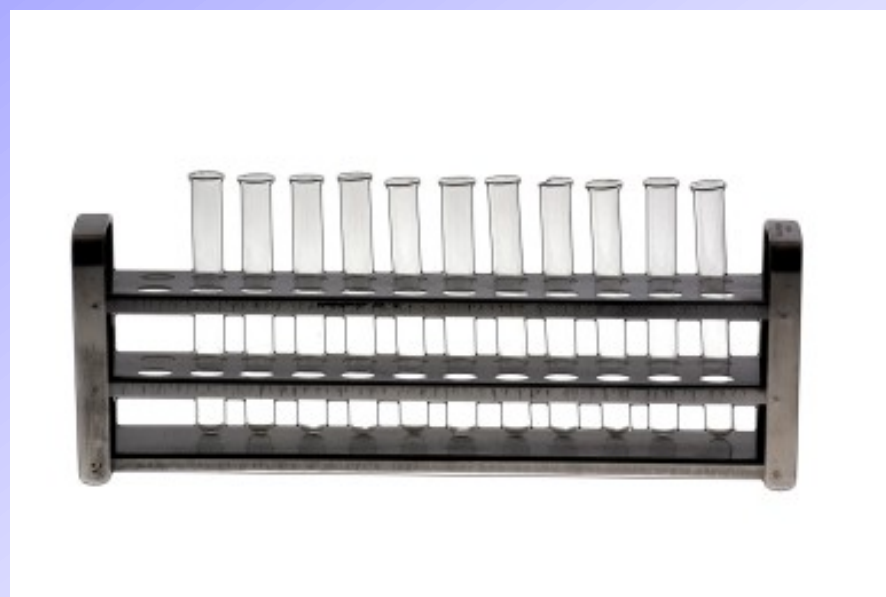
# pipeta



drátěná síťka



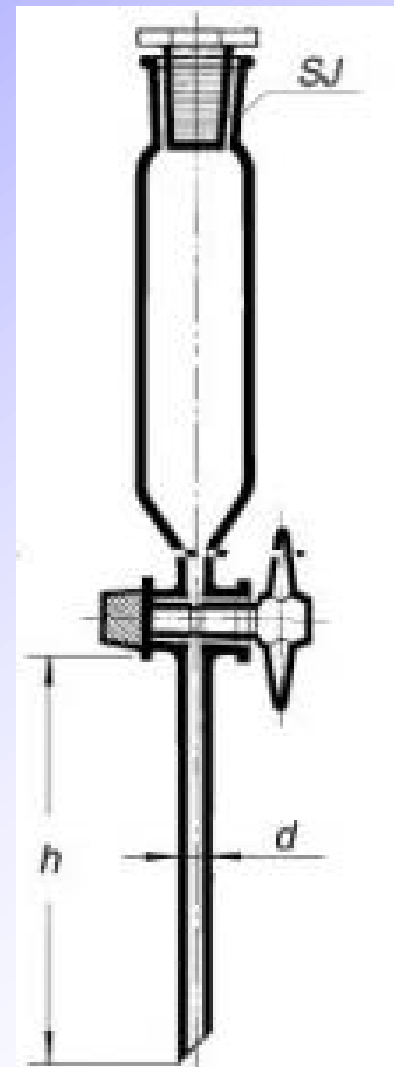
stožan, stožan na zkumavky



# dávkovač

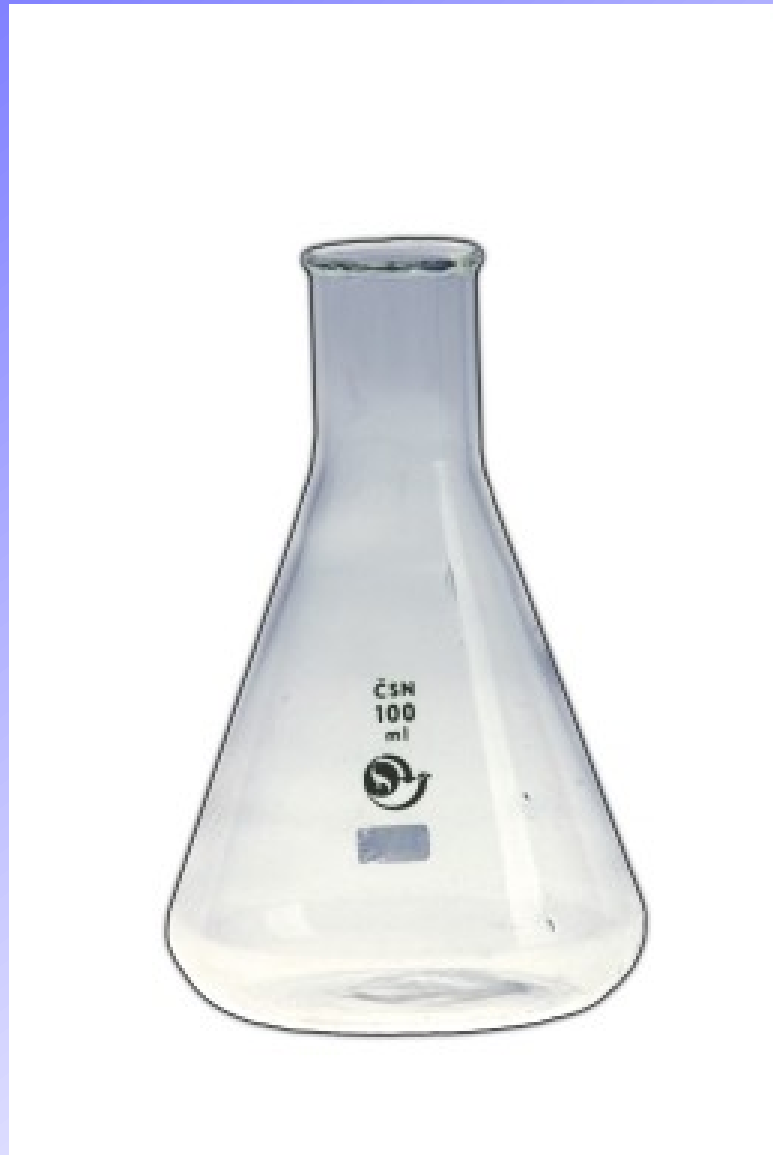


# dělicí nálevka

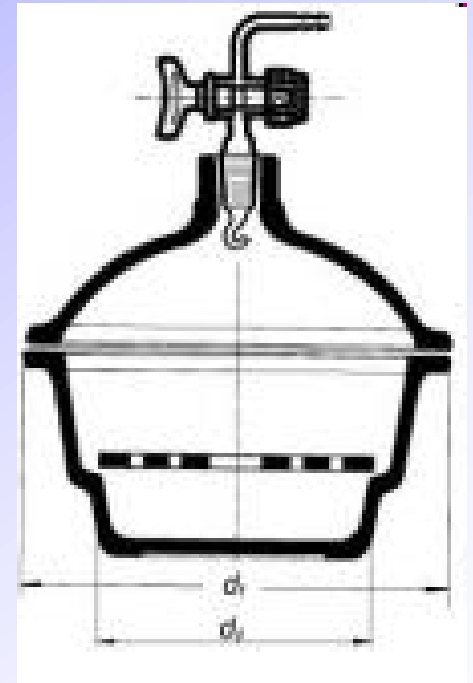
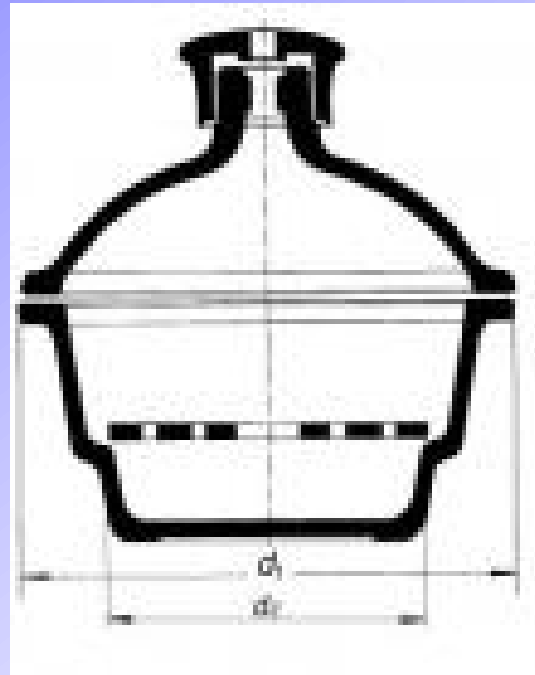




# Erlenmeyerova baňka



# exsikátor



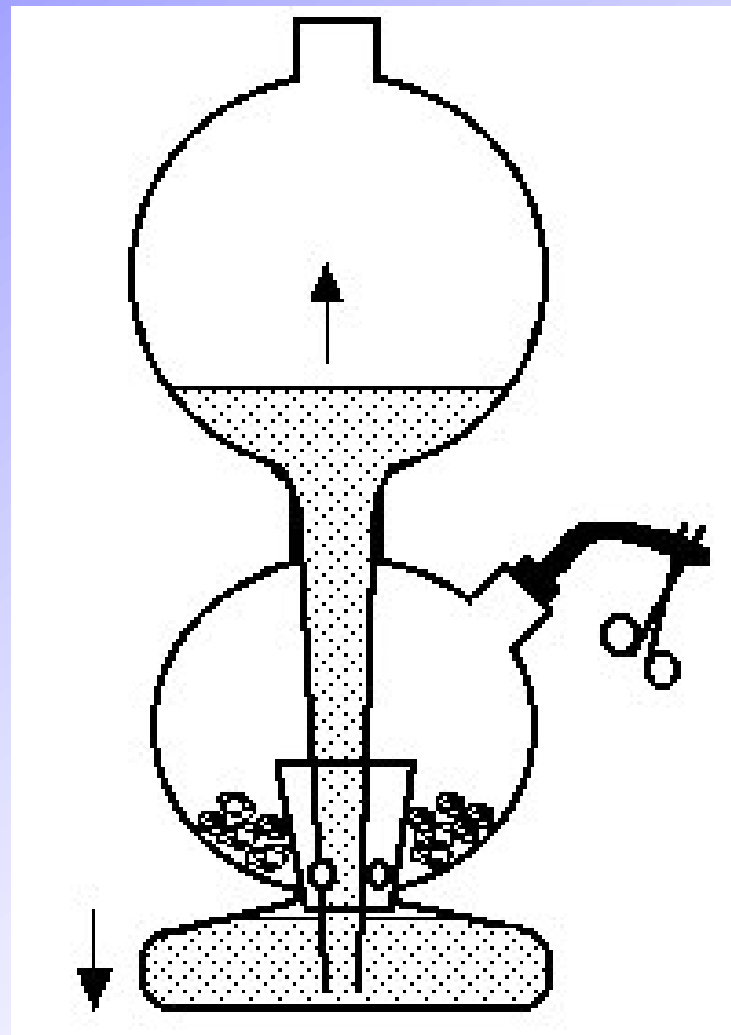
# filtrační odsávací baňka



# hodinové sklíčko



# Kippův přístroj



# Dewarova nádoba



# filtrační papír

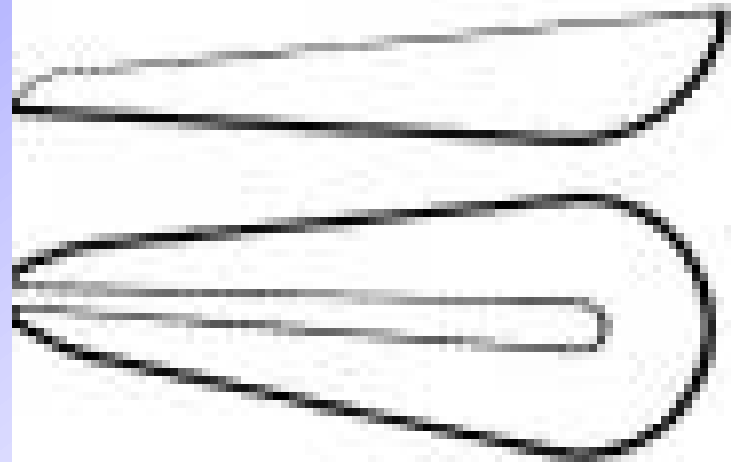




kyveta



# lopatička, lodička



# láhev s kapátkem



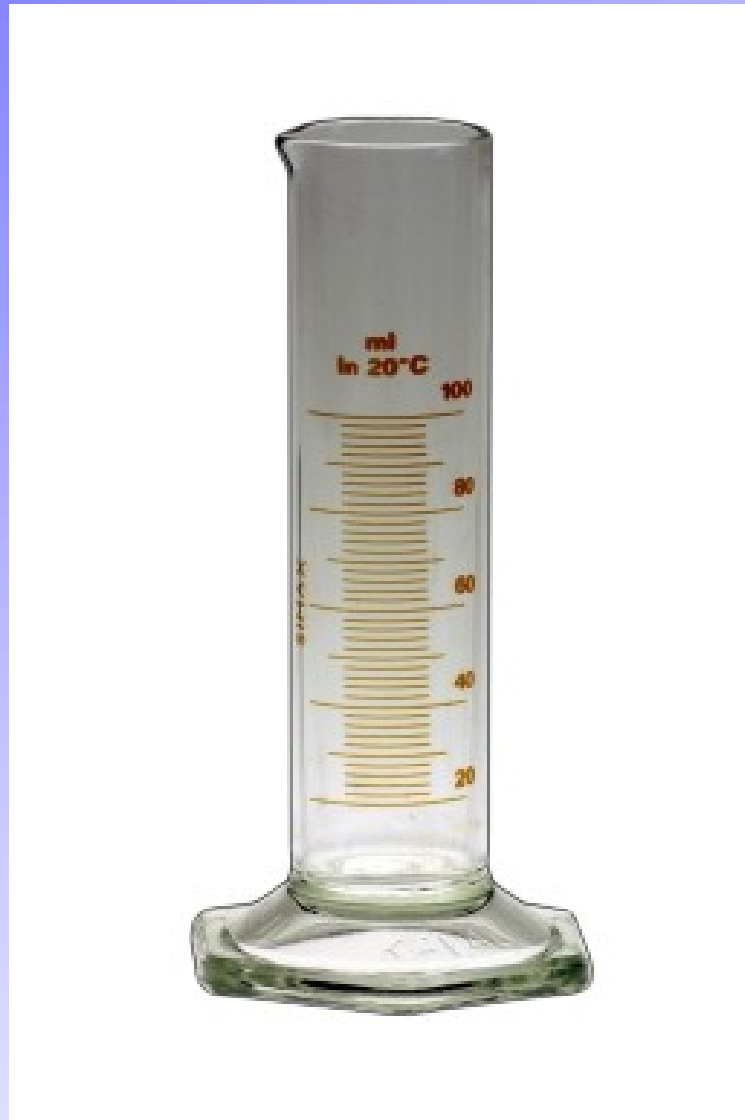
# balónek na pipetování



# odměrná baňka



# odměrný válec



# odpařovací miska





pinzeta



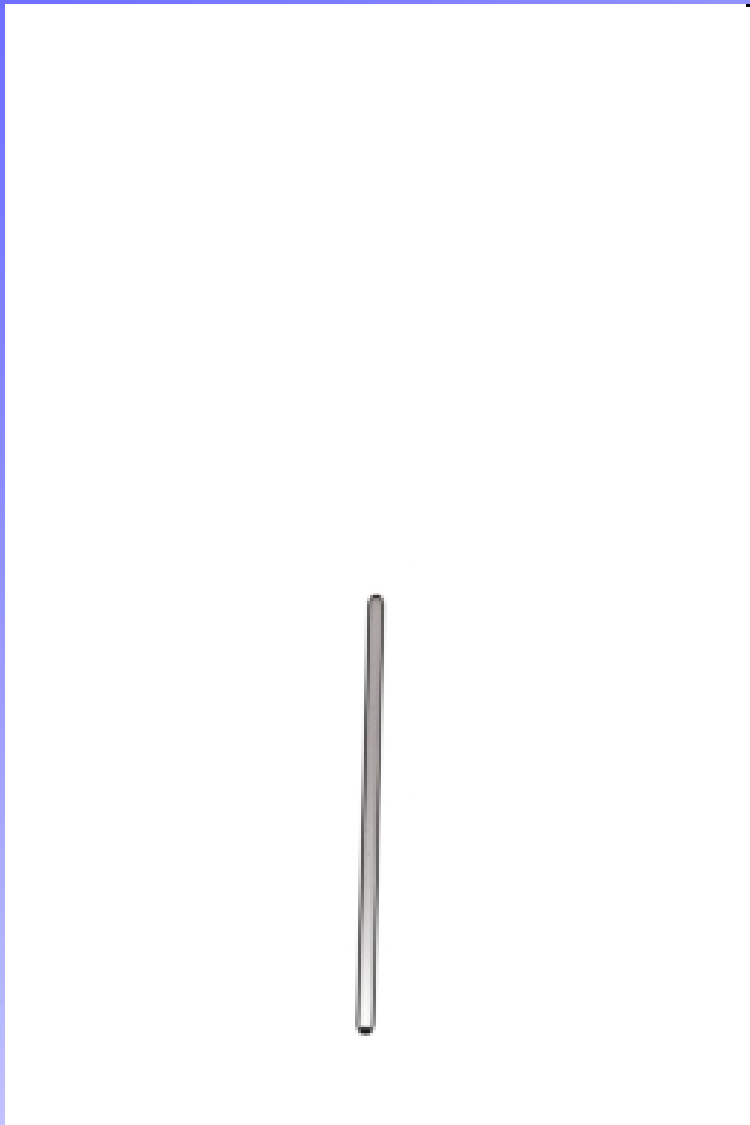
pipeta



promývačka



# skleněná tyčinka, kapátko



# Soxhletův extrakční přístroj



# teploměr zábrusový



titrační baňka





trojnožka



třecí miska s tloučkem



# vodní vývěva



# váženka



zkumavka



# zásobní láhev



# žebrovaná nálevka





# žíhací kelímek



# Petriho miska



# zahřívání

Zahřívání je nejčastěji prováděná operace v chemické laboratoři (destilace, sušení, stanovení teploty tání, varu...)

Zahříváním se obvykle zvyšuje rychlost chemické reakce.

Způsob zahřívání závisí na požadované teplotě, rychlosti zahřívání a vlastnosti zahřívané látky.

- Kahan
- Topné hnízdo
- Vaříč s elektromagnetickou míchačkou
- Elektrický ponorný vaříč
- Lampa s IČ zářením
- Zahřívání prostřednictvím lázně



- Lázně kapalinové ( vodní, olejová, glycerinová, silikonová)
- Lázně parní
- Lázně vzdušné
- Lázně kovové

Teplota lázně má být o 20°C - 30°C vyšší než požadovaná teplota reakční směsi.  
Volba lázně závisí na teplotě reakce /varu zahřívané látky.

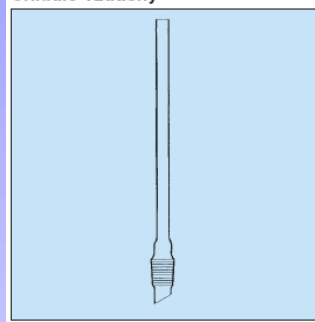
# chlazení

Chlazení patří mezi důležité operace v chemické laboratoři (destilace, krystalizace...).

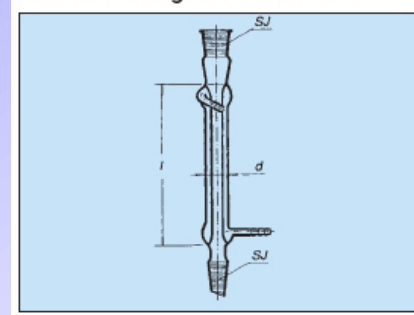
## Chladicí zařízení:

- Vzestupné zpětné chladiče
- Sestupné chladiče
- Chladicí lázně
- Lednička

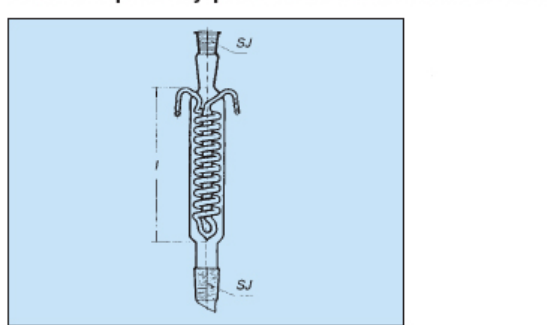
Chladič vzdušný



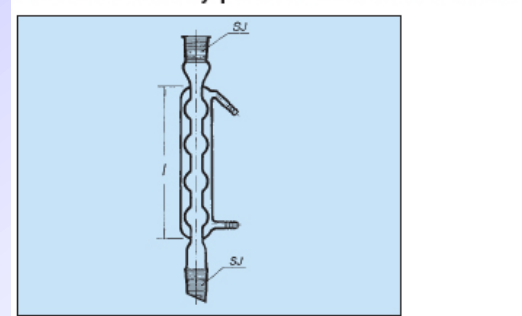
Chladič Liebigův s dvěma NZ



Chladič spirálový podle Dimrotha se dvěma NZ



Chladič kuličkový podle Allihna se dvěma NZ

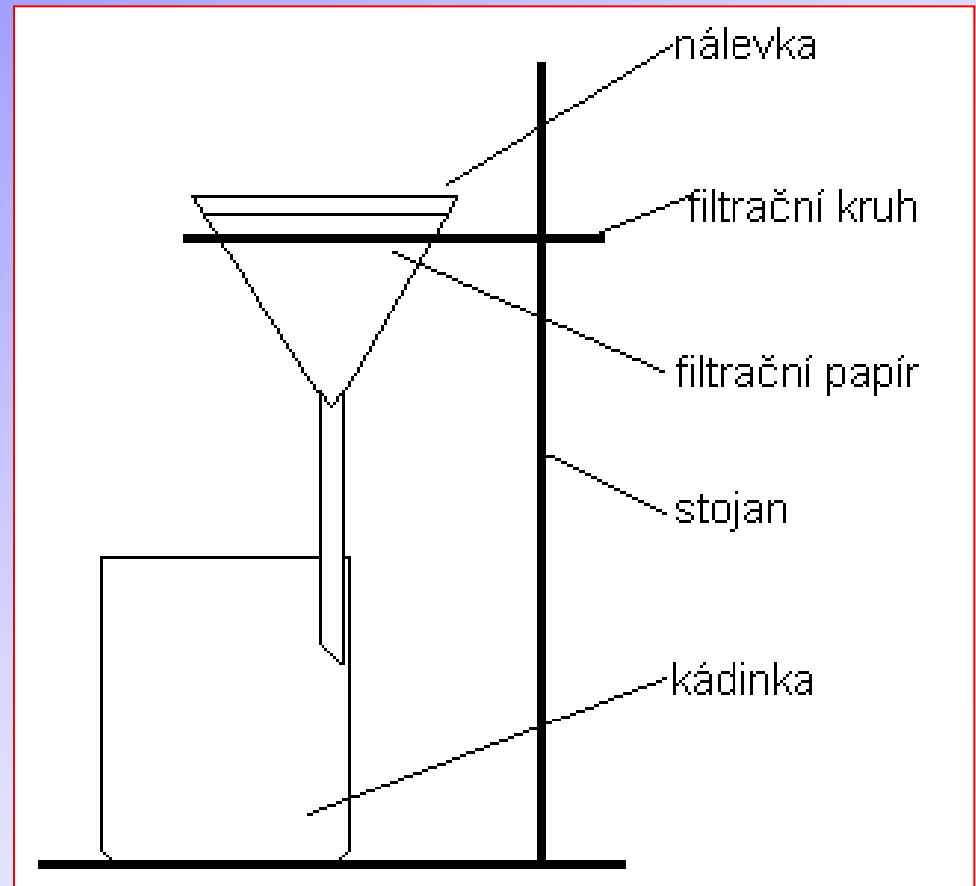


## Chladicí média:

- Voda
- Led
- Směs led + sůl
- Tuhý oxid uhličitý = suchý led (b. sub. =  $-78,8^{\circ}\text{C}$ ) + nízkovroucí rozpouštědlo (ethanol, aceton, diethylether)
- Kapalný dusík (b.v. =  $-195^{\circ}\text{C}$ )

# filtrace

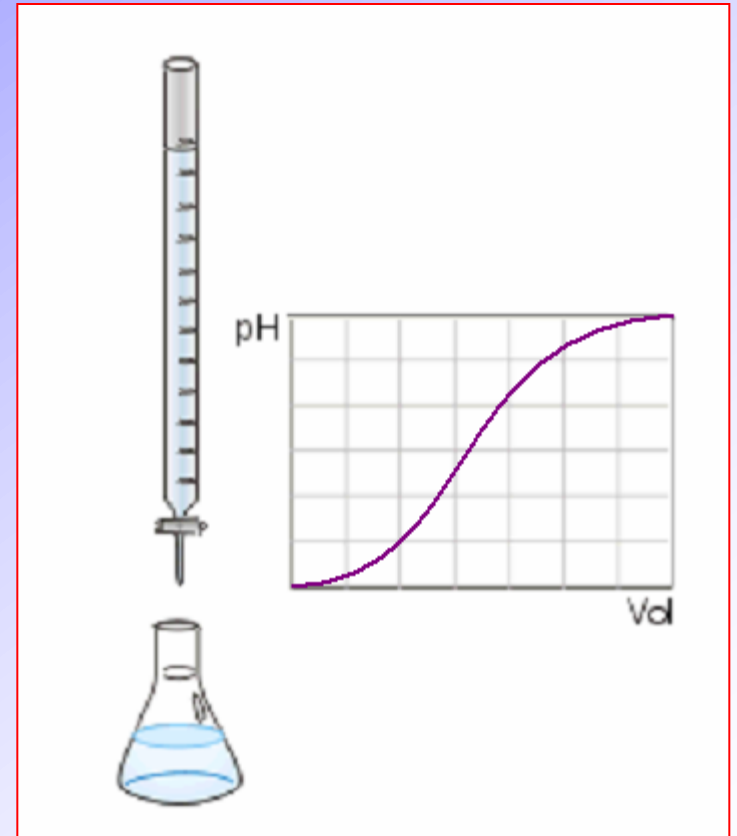
Filtrace je metoda dělení pevné látky od kapaliny či plynu na porézní přepážce - filtru. Tekutina suspenze filtrem protéká, zatímco pevné částice filtr zachycuje.



# titrace

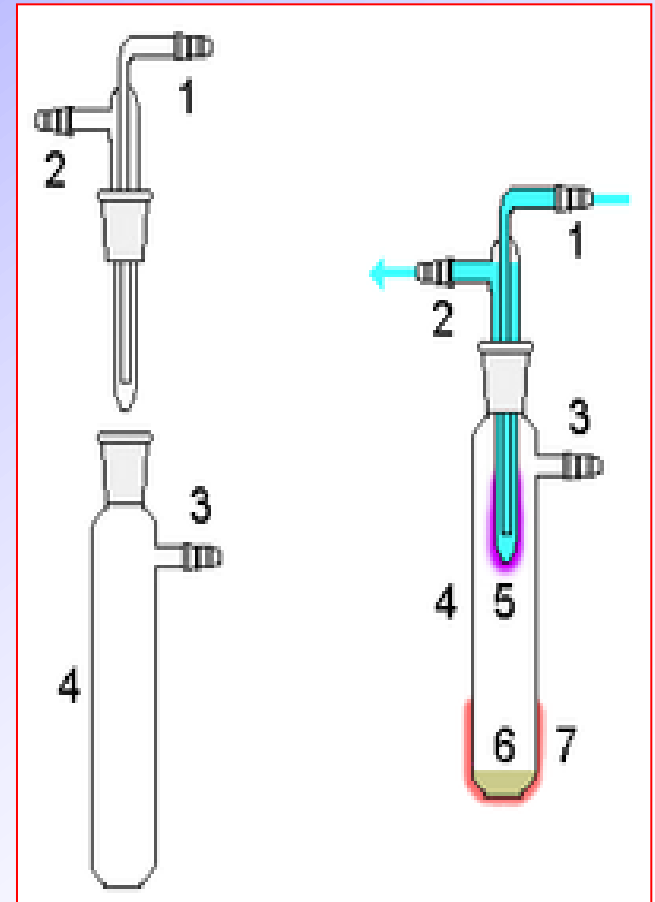
- Titrace je běžná laboratorní metoda kvantitativní analýzy.

Titrací stanovujeme neznámé koncentrace známého objemu vzorku (titru) změřením objemu titračního standardu (o známé koncentraci), který jsme spotřebovali, aby látky právě a beze zbytku zreagovaly (tzv. bod ekvivalence). Aby se jednoznačně a přesně zjistilo, kdy nastal bod ekvivalence, většinou se přidává do titrovaného roztoku tzv. indikátor - látka, která výrazně mění barvu podle podmínek.



# sublimace

- Sublimace je skupenská přeměna, při které se pevná látka mění na plyn, aniž by došlo k tání pevné látky (tedy bez průchodu kapalnou fází).
- Opačný proces se nazývá desublimace.
- Při sublimaci je napětí nasycených par nad pevnou fází vždy nižší než jejich napětí nad kapalnou fází.
- Za normálního tlaku sublimují např. : jód, led, naftalen, salmiak aj.
- Při dostatečně nízkém tlaku může sublimovat většina látek.
- Sublimace se využívá při čištění chemických látek. Používá se k oddělení sublimujících látek ze směsí s nesublimujícími nečistotami.



# krystalizace

- Krystalizace je druh fázové přeměny, při které dochází k pravidelnému uspořádání částic do krystalové mřížky. Snadno krystalizují látky s jednoduchou atomovou strukturou (kovy, jednoduché iontově a kovalentně vázané látky), zatímco polymery a jiné látky s makromolekulárními řetězci krystalizují obtížně.

Krystalizace je založena na zákonech termodynamiky- podmínky fázového přechodu: *Soustava změní své uspořádání tehdy, je-li tato změna doprovázena poklesem volné energie v systému F.*

$$F = U - T.S$$

U – vnitřní energie soustavy [J]  
T – termodynamická teplota [K]  
S – entropie soustavy [J/K]

Růst krystalů ovlivňuje také čas a způsob odvodu tepla z taveniny.

- Krystalizace ochlazením horkého nasyceného roztoku
- Krystalizace odpařením části rozpouštědla
- Krystalizace přidáním třetí látky





- Ke krystalizaci dochází prostřednictvím tzv. krystalizačních zárodků



a) v homogenním roztoku místa s nižší energií, kde se vykrystalizováním několika atomů/molekul tato energie spotřebovala a dala tak vzniknout mezifázovému rozhraní = proces nukleace. Okolní molekuly se na tento zárodek začnou „nabalovat“ za současného uvolňování energie a vzniku uspořádané periodické struktury = proces růstu. Další spotřebování energie má za následek

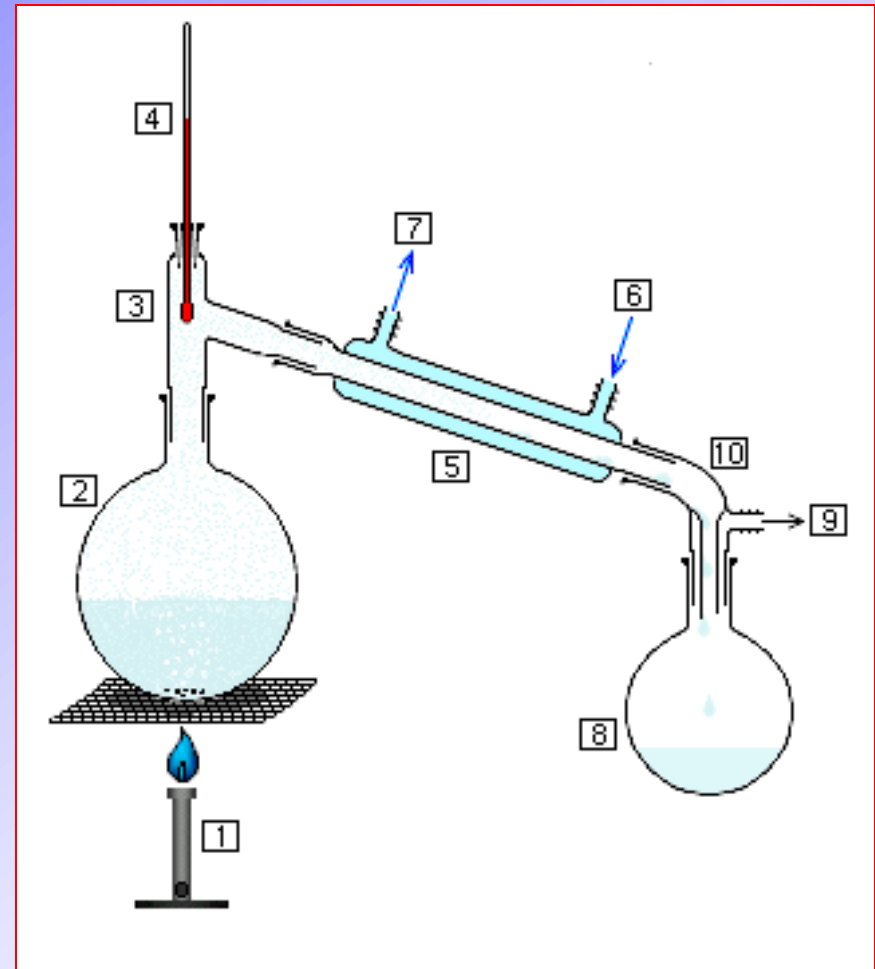


b) V nehomogenních roztocích existují tzv. krystalizační jádra- atomy jiných prvků, molekuly nebo celé komplexy částic, na které se následkem energetické nerovnováhy nabaluje krystalická struktura okolního roztoku.

# destilace

Destilace je metoda oddělování kapalných látek na základě různého bodu varu. Destilace je čisticí operace, při níž se oddělují dvě nebo více kapalin, které se liší bodem varu (těkavostí). Při zahřátí dvousložkové směsi na teplotu varu přechází do plynné fáze směs bohatší na těkavější složku. Kondenzací plynné fáze v chladiči se získá destilát. Zbylá kapalina fáze tvoří destilační zbytek.

1. Zdroj tepla (Bunsenův kahan)
2. Destilační baňka (s kulatým dnem)
3. Spojovací trubice
4. Teploměr
5. Chladič
6. Vtok chladicí vody
7. Výtok chladicí vody
8. Baňka s destilátem
9. Odvod k vývěvě (při destilaci za sníženého tlaku)
10. Alonž

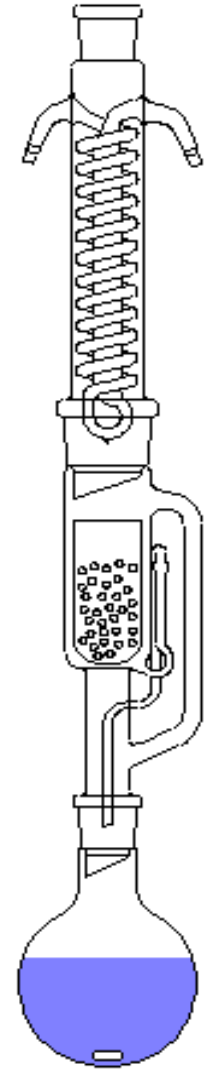


Výroba ropy, pálenky.

# extrakce

Extrakce neboli vyluhování je metoda získávání látek z různých, většinou přírodních materiálů. Vyluhovávají se hlavně tuky, barviva a různé cenné složky. Pro extrakci je důležité rozpouštědlo, protože při extrakci přecházejí extrahované látky z jediné fáze - do fáze rozpouštědla, většinou kapalně. Extrakci lze provádět za tepla i za studena.

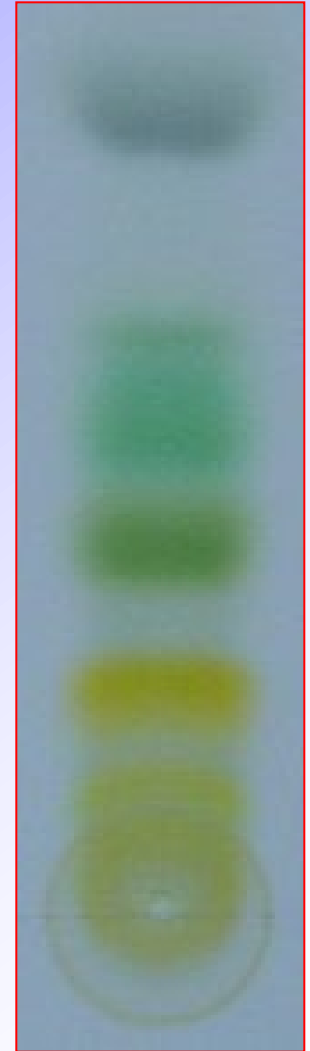
Extrakci kapalin lze provést i vytřepáváním z jednoho rozpouštědla do druhého, které má k extrahované látce větší afinitu.



Soxletův extrakční přístroj

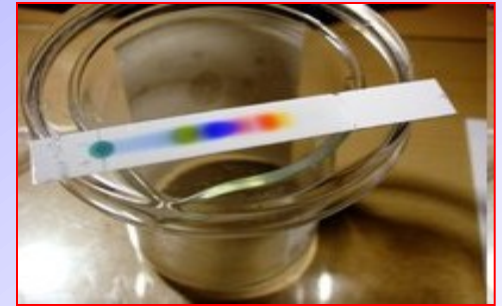
# chromatografie

- Chromatografie (z řečtiny χρώμα – barva, γραφειν – psát) je souhrnné označení pro skupinu fyzikálně-chemických separačních metod. Molekuly analytu se u všech typů chromatografických separací rozdělují mezi stacionární a mobilní fázi. Dělení je založeno na rozdílné afinitě složek směsi k mobilní a stacionární fázi.



Rozdělení chromatografických metod podle stacionární fáze:

- Sloupcová chromatografie (kolonová chromatografie, CC, column chromatography) - stacionární fáze je v koloně
- Papírová chromatografie (PP, paper chrom.) - stacionární fáze je papír nebo upravená celulóza
- Chromatografie na tenké vrstvě (TLC, thin layer chromatography) - stacionární fáze je suspenze v podobě tenké vrstvy



Rozdělení chromatografických metod podle mobilní fáze

- Plynová chromatografie (GC, gas chromatography) - mobilní fáze je plyn
- Fluidní chromatografie - mobilní fáze je látka v nadkritickém stavu
- Plazmová chromatografie - mobilní fáze je proud iontů
- Kapalinová chromatografie (LC, HPLC, liquid chrom., rozdělovací chrom.) - mobilní fáze je kapalina.

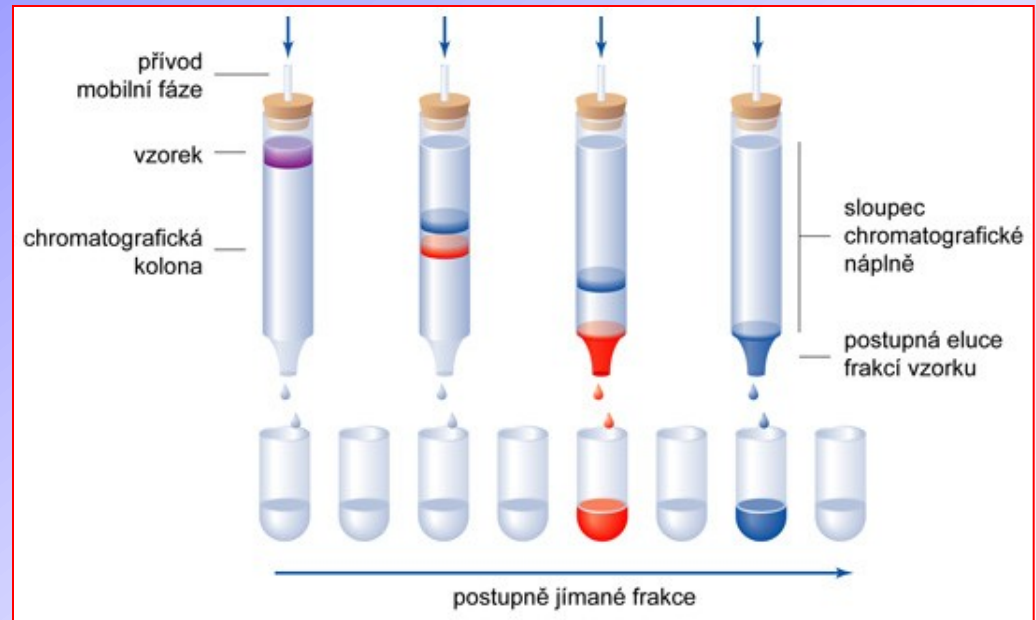
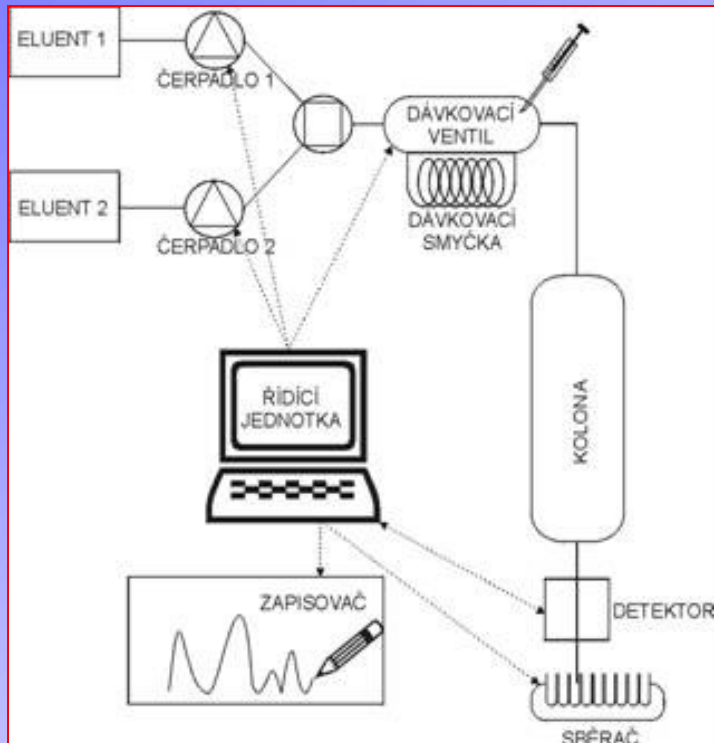
Rozdělení chromatografie podle podmínek

- Izokratická chromatografie - konstantní podmínky
- Gradientová chromatografie - mění se podmínky (teplota nebo složení mobilní fáze).



# sloupcová chromatografie

Skupina chromatografických metod, kde stacionární fáze tvoří sloupec. Je vpravena do válce, který umožňuje přívod a odvod mobilní fáze (tzv. chromatografická kolona).



Zařízení pro chromatografii obsahují:

- kolonu s chromatografickým materiálem
- aplikátor vzorku
- čerpadlo a reservoár na mobilní fázi
- gradientový mixér
- detektor
- jímač frakcí - výstup analyzovaných dat

# odstředování

Oddělování velmi jemných suspenzí je filtrací obtížné, protože tuhá fáze může procházet filtrem, nebo póry filtračního materiálu ucpávají. V takových případech oddělujeme složky odstředováním. Při odstředování je dělení tuhé a kapalně fáze závislé na rozdílu jejich hustot, na odstředivé síle, která je úměrná frekvenci otáčení, a na poloměru otáčení.



# dekantace

- Jednoduchý způsob oddělování tuhé fáze od kapalné. Tuhá látka se nechá usadit na dně dekantační nádoby a čirá kapalina se opatrně odlije nebo odsaje. Používáme kádinky, Erlenmeyerovy baňky nebo odměrné válce.



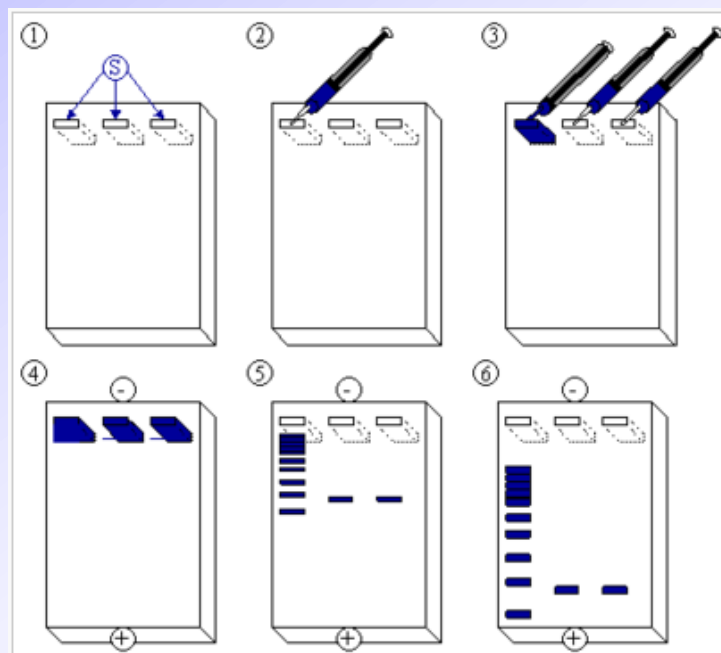
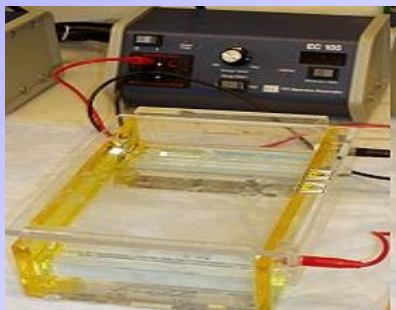


# elektroforéza

- **Elektroforéza** je separační metoda, která využívá k dělení látek jejich odlišnou pohyblivost ve stejnosměrném elektrickém poli. Na principu rozdílných elektroforetických mobilit se při ní dělí nabitě molekuly (ionty).
- Při separaci látek v kapiláře se uplatňuje také elektroosmotický tok, což je spontánní tok kapaliny v kapiláře v důsledku náboje (obvykle záporného) na vnitřní stěně kapiláry.

Dělení elektroforetických metod podle prostředí separace:

- *Kapilární zónová elektroforéza (CZE)*
- *Kapilární gelová elektroforéza (CGE)*
- *Elektroforéza v plynné fázi*
- *Iontová mobilní spektrometrie (IMS)*
- *Kapilární izotachoforéza (CITP)*
- *Kapilární izoelektrická fokusace (CIEF)*
- *Kapilární elektrochromatografie (CEC)*



schema elektroforézy



# difuze

Difuze je proces rozptylování částic v prostoru.

Fickův zákon popisuje difuzní tok rozpuštěné látky v ustáleném stavu.

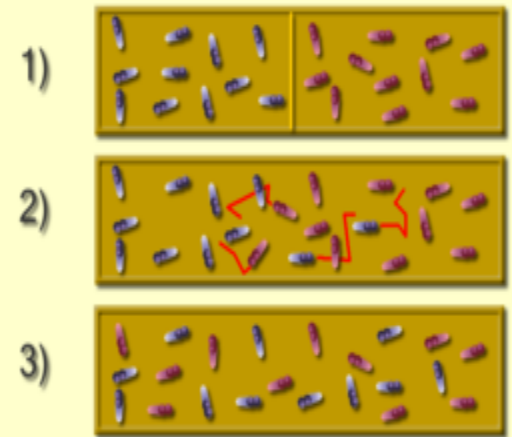
**První Fickův zákon:** rychlost difuze je dána látkovým množstvím látky, která projde za časovou jednotku určitou plochou.

$$J = \frac{1}{A} \frac{dm}{dt}$$

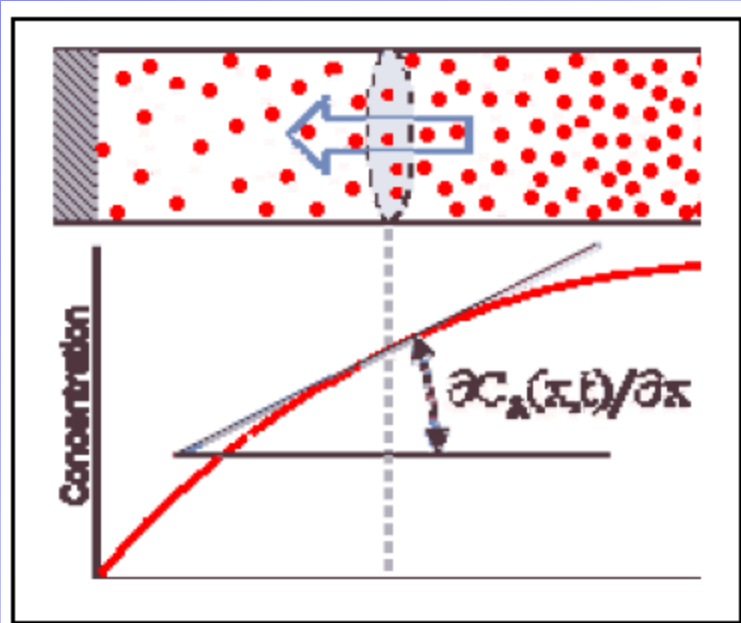
A – plocha průřezu  
m – hmota  
t – čas

$$J = -D \frac{\partial c}{\partial x}$$

$$\frac{\partial c(x,t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c(x,t)}{\partial x^2}$$



$J$  - hustota toku, gradient koncentrace  
 $D$  - difuzní koeficient



Veškeré látky mají tendenci přecházet z prostředí se svou vyšší koncentrací do prostředí s nižší koncentrací.



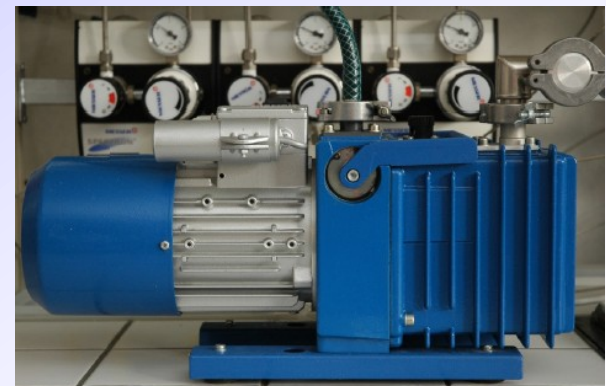
# zdroje podtlaku (vakuum)

Vakuum označuje stav uzavřeného prostoru, ve kterém je tlak plynu nebo páry nižší než atmosférický tlak okolního prostředí. Akceptovanou jednotkou tlaku v soustavě SI je Pascal.

Vývěvy lze řadit do několika skupin lišících se tlakem, proti kterému čerpají, mezním vakuem a čerpací rychlostí.

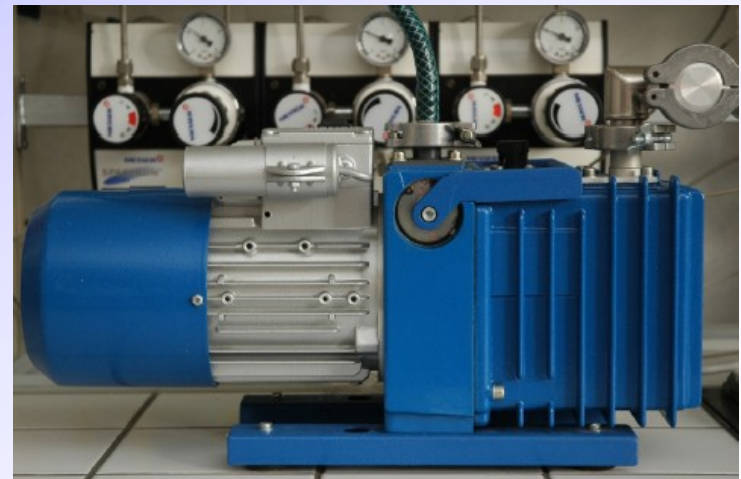
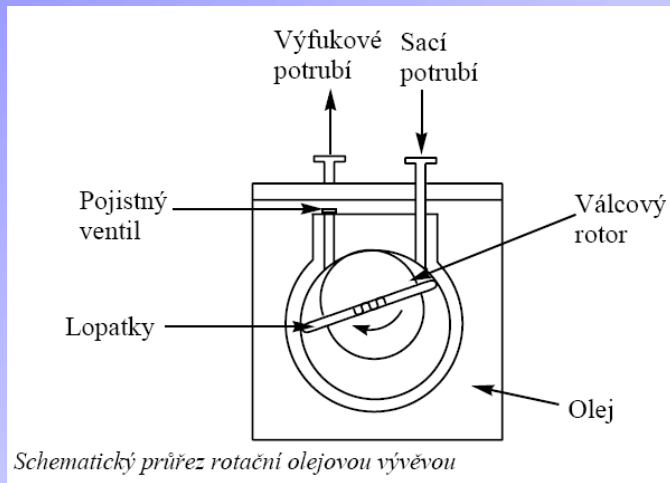
Jako mezní vakuum je definován nejnižší tlak, kterého lze dosáhnout v uzavřené aparatuře při čerpání danou vývěvou. Čerpací rychlost udává, jaký objem plynu odčerpá vývěva za daného vakuu za jednotku času.

- Vodní vývěva
- Rotační olejová vývěva
- Difúzní olejová vývěva
- Membránová vývěva



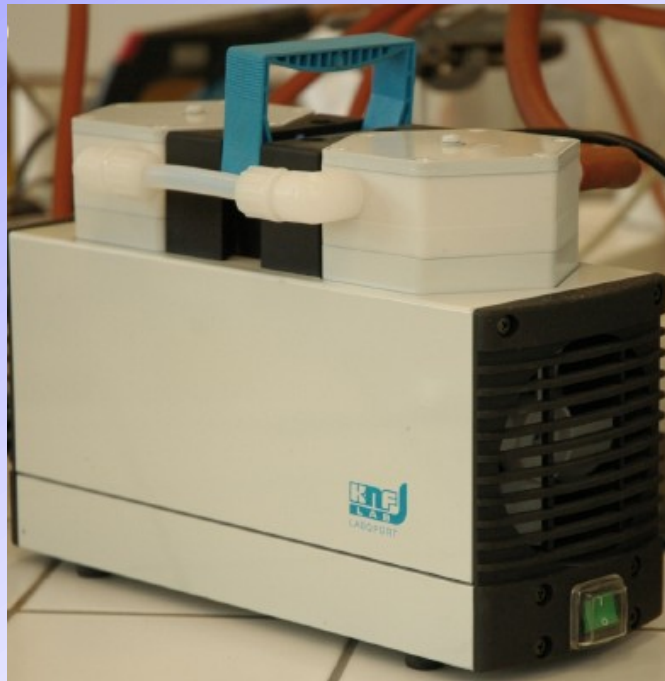
# Rotační olejová vývěva

- Rotační olejová vývěva je nejčastěji používaná vývěva u běžných vakuových aparatur.
- Může pracovat proti atmosférickému tlaku, dosahuje nízkého vakua (desetiny Pa).
- Vývěva se skládá z válcové pracovní komory (stator), ve které se otáčí excentricky uložený válcový rotor. V rotoru je mezera, ve které se pohybují dvě lopatky tak, že pomocné pružiny je přitlačují k vnitřním stěnám válcového prostoru. Pracovní prostor komory je takto rozdělen na tři části, jejich objem se střídavě zvětšuje a zmenšuje, čímž dochází k nasávání a vytlačení čerpaného plynu. Celé těleso vývěvy je ponořené v oleji. Olej má těsnicí, chladicí a mazací funkci, současně vyplňuje při nízkých tlacích mrtvý prostor a pomáhá otevřít výstupní ventil.



# membránová vývěva

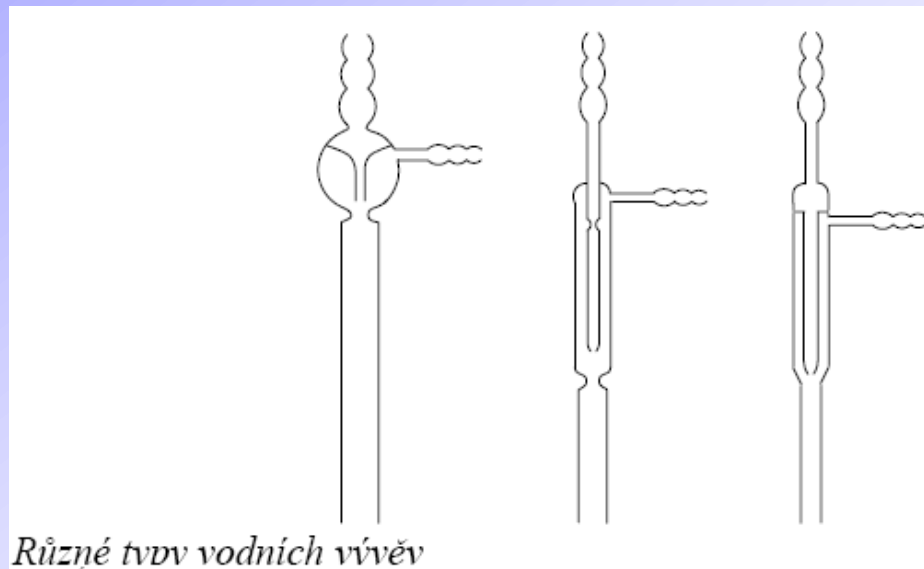
- Membránové vývěvy jsou poháněny elektromotorem s konstantními otáčkami.
- Elektromotor pohybuje membránami v jedné nebo více komorách. Systém ventilů zabezpečuje odčerpávání vzduchu ze sací větve vývěvy. U těchto vývěv nedochází ke styku odčerpávaného prostředí s mechanickým ústrojím. Jsou proto vhodné i pro odčerpávání agresivních látek.
- Tyto vývěvy jsou často součástí rotační vakuové odparky





# vodní vývěva

- Princip činnosti vodní vývěvy je založen na rovnici kontinuity - *při zúžení průřezu trubice se musí zvýšit rychlost proudící kapaliny* a Bernoulliho rovnici – *tlak proudící kapaliny klesá s rostoucí rychlostí.*
- Proud kapaliny je přiváděn do zužující se trysky, kde se rychlost kapaliny zvyšuje. Vstupuje do směšovací komory, kde strhává plyn z čerpaného prostoru. Kapalina (voda) pak odchází spolu s plynem z vývěvy do odtoku.
- Mezní tlak vodní vývěvy je v rozmezí 2,0-2,3 kPa.
- Po skončení laboratorní práce se nejprve odpojí hadice do evakuovaného systému a poté se uzavře přívod vody do vývěvy.



# sušení látek, sušicí prostředky a činidla

- Sušení = odstraňování malého množství cizí kapaliny nebo jejích par z pevných, plynných nebo kapalných látek.

Sušení plynů, kapalin i pevných látek se často provádí chemickými činidly, které odnímají vodu. Činidla jsou při sušení plynů a kapalin v přímém kontaktu s látkou, u pevných látek jsou obě složky uloženy v uzavřeném prostoru a odděleny pórovitou přepážkou (exsikátor).

Vyhovující sušicí činidlo mají vysokou sušicí účinnost a kapacitu. Účinnost je dána tenzí vodní páry nad sušidlem. Kapacita udává množství vázané vlhkosti na jednotku hmotnosti činidla.

Pravidla pro výběr sušicího činidla:

- Nesmí reagovat se sušenou látkou, ani s rozpouštědlem.
- Musí být za podmínek sušení stálé.
- Účinek sušidla musí být rychlý a dokonalý.

Rozdělení sušicích činidel podle interakce s vodou:

- a) Poutající vodu ve formě hydrátů:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ , apod. Sušidla se odstraňují dekantací nebo filtrací, za zvýšené teploty se voda z hydrátů opět uvolňuje.
- b) Reagující s vodou:  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ , Na,  $\text{CaH}_2$ , apod. Sušidla nelze regenerovat.
- c) Poutající vodu adsorpcí nebo chemisorpcí: silikagel, oxid hlinitý a molekulová síta. Zvýšením teploty případně, snížením tlaku se regenerují.

### Přehled základních sušicích činidel:

- Bezvodý chlorid vápenatý
- Bezvodý síran sodný
- Sodík a draslík
- Sodík/benzofenon
- Hydrid vápenatý
- Oxid fosforečný
- Molekulová síta
- Silikagel
- Oxid hlinitý



Elektrické sušárny – sušení látek pevného charakteru pomocí horkého vzduchu. Na sušárně lze nastavit teplotu topení, která by měla být nižší než teplota tání sušené látky.



# technické plyny

- acetylen  
(ethyn)
- vodík
- methan
- fluor
- chlór
- kyslík
- dusík
- oxid siřičitý
- oxid uhličitý
- propan-butan
- argon



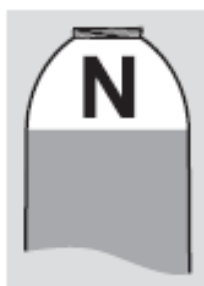
**Původní stav**

**Nový**



modrá

modrá



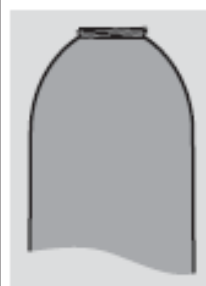
bílá

šedá  
(modrá)

**Kyslík**

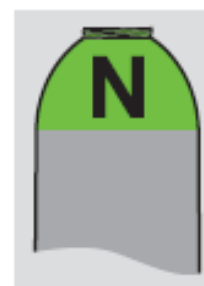
**Původní stav**

**Nový**



šedá

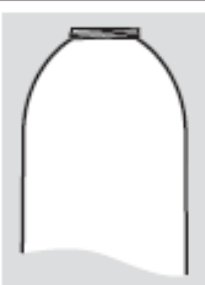
šedá  
(černá)



jasně  
zelená

šedá  
(jasně  
zelená)

**Xenon, Krypton, Neon**



bílá

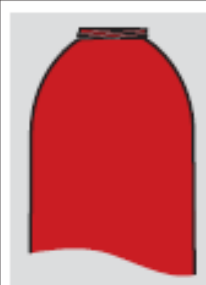
bílá



kaštanová

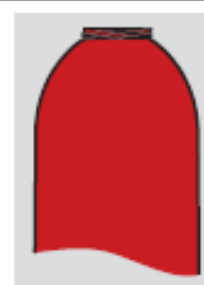
kaštanová  
(bílá,  
šedá)

**Acetylen**



červená

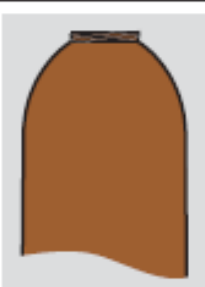
červená



červená

červená

**Vodík**



hnědá

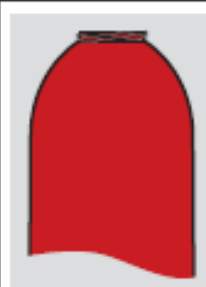
hnědá



tmavě  
zelená

šedá  
(hnědá,  
tmavě  
zelená)

**Argon**



červená

červená



červená

šedá

**Formovací plyn (směs dusík/vodík)**



zelená

zelená



černá

šedá  
(zelená)

**Dusík**



šedá

šedá



jasně  
zelená

šedá

**Směs argon/oxid uhličitý**



černá

černá



šedá

šedá

**Oxid uhličitý**



šedá

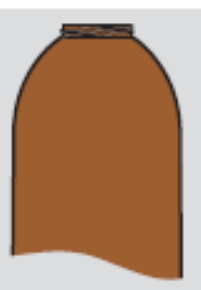
šedá



jasně  
zelená

šedá

**Stlačený vzduch**



hnědá

hnědá



hnědá  
(jasně  
zelená)

šedá  
(hnědá)

**Helium**

**Poznámka:**

Válcová část láhve může být označena různými barvami, z nichž jedna je zde zobrazena barevně a ostatní jsou uvedeny v závorce.

# Periodická soustava prvků

## kapitola 7

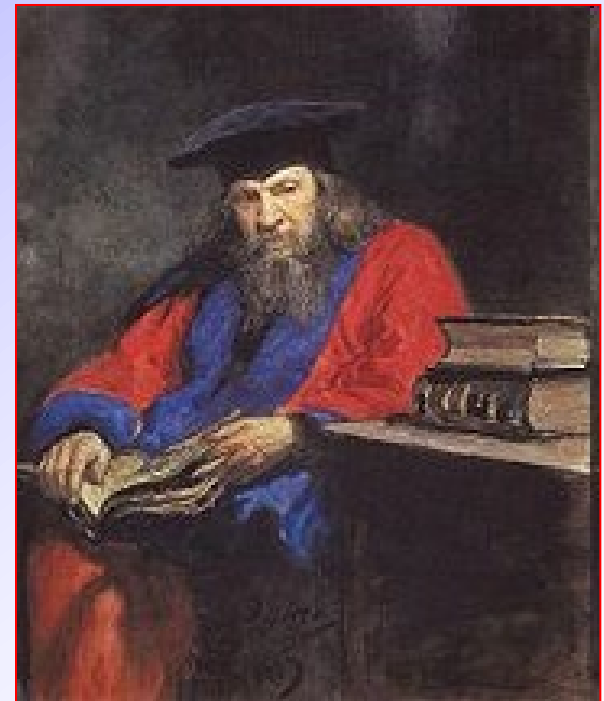


# Dmitrij Ivanovič Mendělejev

Dmitrij Ivanovič Mendělejev, ruský Дмитрий Иванович Менделеев (1834- 1907) byl ruský chemik a tvůrce periodické soustavy prvků. Mendělejev je objevitelem periodického zákona prvků z roku 1869. Mendělejev publikoval svou první tabulku prvků v časopise Ruské chemické společnosti v roce 1869

## Periodický zákon:

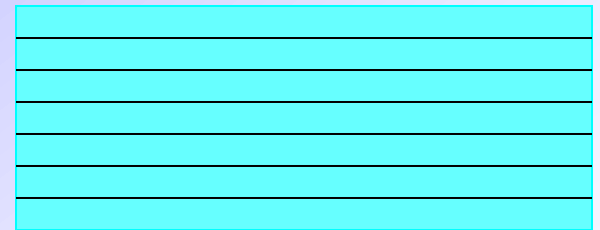
*Vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich atomových hmotností.*



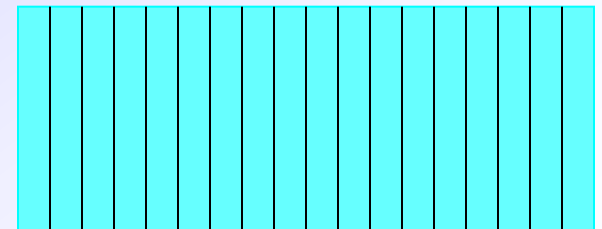
# Periodická tabulka prvků

- dnes známo 111 prvků
- řazeny v periodické tabulce podle protonového čísla  $Z$
- Sestavena **podle periodického zákona**
- V dané době (1869) většina prvků neznáma
- **Mendělejev** geniálně **předpověděl nové prvky** (hmotnost, vlastnosti)

řádky = periody (7)



sloupce = skupiny (18)







# Periodická soustava prvků IUPAC 2005

aleníční elektrony	$(n-1)d$										$np$							
kupina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	I. A	II. A	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B			I. B	II. B	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A
1	1 H VODÍK Hydrogenium 1,006																	2 He HELIUM Helium 4,00
2	3 Li LITHIUM Lithium 6,94	4 Be BERYLLIUM Beryllium 9,01											5 B BOR Borium 10,81	6 C UHLÍK Carbonium 12,01	7 N DUSÍK Nitrogenium 14,01	8 O KYSLÍK Oxygenium 16,00	9 F FLUOR Fluorum 19,00	10 Ne NEON Neon 20,12
3	11 Na SODÍK Natrium 22,99	12 Mg HOŘČÍK Magnesium 24,31											13 Al HLINÍK Aluminium 26,98	14 Si KŘEMÍK Silicium 28,09	15 P FOSFOR Phosphorus 30,97	16 S SÍRA Sulphur 32,06	17 Cl CHLOR Chlorum 35,45	18 Ar ARGON Argon 39,95
4	19 K DRASLÍK Kalium 39,10	20 Ca VÁPŇÍK Calcium 40,08	21 Sc SKANDIUM Scandium 44,96	22 Ti TITAN Titanium 47,88	23 V VANAD Vanadium 50,94	24 Cr CHROM Chromium 52,00	25 Mn MANGAN Manganium 54,94	26 Fe ŽELEZO Ferrum 55,85	27 Co KOBALT Cobaltum 58,93	28 Ni NIKEL Niccolum 58,70	29 Cu MĚĎ Cuprum 63,54	30 Zn ZINEK Zincum 65,38	31 Ga GALLIUM Gallium 69,72	32 Ge GERMANIUM Germanium 72,59	33 As ARZEN Arsenicum 74,92	34 Se SELEN Selenium 78,96	35 Br BROM Bromium 79,90	36 Kr KRYPTON Krypton 83,80
5	37 Rb RUBIDIUM Rubidium 85,47	38 Sr STRONCIUM Strontium 87,62	39 Y YTTRIUM Yttrium 88,91	40 Zr ZIRKONIUM Zirconium 91,22	41 Nb NIOB Niobium 92,91	42 Mo MOLYBDEN Molybdaenum 95,94	43 Tc TECHNECIUM Technetium [97]	44 Ru RUTHENIUM Ruthenium 101,07	45 Rh RHODIUM Rhodium 102,91	46 Pd PALLADIUM Palladium 106,42	47 Ag STŘÍBRO Argentum 107,87	48 Cd KADMIUM Cadmium 112,41	49 In INDIUM Indium 114,82	50 Sn CIN Stannum 118,69	51 Sb ANTIMON Sobium 121,75	52 Te TELLUR Tellurium 127,60	53 I JOD Iodium 126,90	54 Xe XENON Xenon 131,29
6	55 Cs CESIUM Caesium 132,91	56 Ba BARYUM Barium 137,33	57 La LANTHAN Lanthanum 138,91	72 Hf HAFNIUM Hafnium 178,49	73 Ta TANTAL Tantalum 180,95	74 W WOLFRAM Wolframium 183,85	75 Re RHENIUM Rhenium 186,21	76 Os OSMIUM Osmium 190,20	77 Ir IRIDIUM Iridium 192,22	78 Pt PLATINA Platinum 195,08	79 Au ZLATO Aurum 196,97	80 Hg RTUŤ Hydrargyrum 200,59	81 Tl THALLIUM Thallium 204,37	82 Pb OLOVO Plumbum 207,20	83 Bi BISMUT Bismuthum 208,98	84 Po POLONIUM Polonium (209)	85 At ASTAT Astatium (210)	86 Rn RADON Radon (222)
7	87 Fr FRANCIUM Francium (223)	88 Ra RADIUM Radium (226)	89 Ac AKTINIUM Actinium (227,03)	104 Unq Rf Unnilquadium Rutherfordium (261)	105 Unp Db Unnilpentium Dubnium (262)	106 Unh Sg Unnilhexium Seaborgium (263)	107 Uns Bh Unnilseptium Bohrium (262)	108 Uno Hs Unniloctium Hassium (265)	109 Une Mt Unnilennium Meitnerium (266)	110 Uun Uuq Ununnilium Ununquadium (269)	111 Uuu Uub Unununium Ununbium (272)	112 Uub Uuq Ununbium Ununquadium (277)	114 Uuq Uuh Ununquadium Ununhexium (289)	116 Uuh Uuo Ununhexium Ununoctium (289)	118 Uuo Uuo Ununoctium Ununoctium (293)			

skupenství prvku (při 20° C)  
pevné Li  
kapalné Br  
plynné H

oxidační číslo  
protonové číslo  
český název prvku  
latinský název prvku  
hmotnostní číslo

III, IV	22	
	Ti	
	TITAN	
	Titanium	
	47,90	

elektronová konfigurace  
značka

\* lanthanoidy

\*\* aktinoidy

$(n-2)f$													
58 Ce CER Cerium 140,12	59 Pr PRASEODYM Praseodymium 140,91	60 Nd NEODYM Neodymium 144,24	61 Pm PROMĚTIUM Promethium (145)	62 Sm SAMARIUM Samarium 150,36	63 Eu EUROPIUM Europium 151,96	64 Gd GADOLINIUM Gadolinium 157,25	65 Tb TERBIUM Terbium 158,93	66 Dy DYSPROSIUM Dysprosium 162,50	67 Ho HOLMIUM Holmium 164,93	68 Er ERBIUM Erbium 167,26	69 Tm THULIUM Thulium 168,93	70 Yb YTERBIUM Ytterbium 173,04	71 Lu LUTECIUM Lutetium 174,97
90 Th THORIUM Thorium 232,04	91 Pa PROTAKTINIUM Protactinium 231,04	92 U URAN Uranium 238,03	93 Np NEPTUNIUM Neptunium 237,05	94 Pu PLUTONIUM Plutonium (242)	95 Am AMERICIUM Americium (243)	96 Cm CURIUM Curium (247)	97 Bk BERKELIUM Berkelium (247)	98 Cf KALIFORNIUM Californium (251)	99 Es EINSTEINIUM Einsteinium (254)	100 Fm FERMIUM Fermium (253)	101 Md MENDELEVIUM Mendelevium (256)	102 No NOBELIUM Nobelium (254)	103 Lr LAWRENCIUM Lawrencium (257)

vodík	alkalické kovy	kovy alkalických zemin	kovy	polokovy	nekovy	vzácné plyny	radioaktivní prvky
-------	----------------	------------------------	------	----------	--------	--------------	--------------------

# Mnemotechnická pomůcka pro PSP

- skupina I.A: **Helenu Líbal Na Kolínko Robustní Cestář Franta — Hnusná Liduše Na Krásného Roberta Často Frkala**
- skupina II.A: **Běžela Magda Caňonem, Srážela Balvany Ramenem**
- skupina III.B: **Scotland Yard Lopil Akcionáře - Scelí Yveta Latku Acetonem?**
- skupina IV. B: **Tisíce Zrzavých Hafanů Rafalo**
- skupina V. B: **V Nebi Taví Duby - Vnadrná Niobé Tančila Dubáka**
- skupina VI. B: **Cromagnonci Mořili Waldemara Signálem - Chromý Mořský Wolf Signalizoval**
- skupina VII.B: **Mnohá Technika Rezaví, Bohužel - Mnoho Techniků Reptalo Bohu**
- skupina VIII. B: **Ferina Cobalt Ničí, Rumen Rozohněn, Podstavec Osamělého Irského Planetoletu. Haste Motorovým Dusadlem! - Ferry, Cos Ničil Ručně Rohem Pod Osmi Irskými Platany Hasákem Metal Děsně**

- skupina I. B: **Cucej Agave, Aurelie! - Cucal Agátu August**
- skupina II. B: **Zničil Ceduli Hugo? - Znáte Cadeta Huga?**
- skupina III.A: **Byl Aljoša Gagarin Indickým Tlumočnickem? - Božský Alkohol Gambrinus Inhalují Tlakem - Bibí Alpští Galové Indy Tloukli**
- skupina IV.A: **Císař Sicilský Germány Snadno Pobil — Co Si Germáni Snaží Probodnout? — Co/Což Si, Gertrúdo, Snědla: Plumbum? — Cudná Simona Gertrudu Snadno Pobuřovala**
- skupina V.A: **Náš Pan Asistent Sbalil Bismut/Biftek/Biologářku - Náš Pes Asi Sbaštil Bizona**
- skupina VI.A: **Ó, Slečno, Sejměte Tenkou/Těž Podprsenku**
- skupina VII.A: **Floutek Cleofáš Bručí Iako Atom.**
- skupina VIII.A: **Helena Nechtěla s Arogantním Králem Xenofonem Randit - Hezký Nevěrný Arnošt Krátil Xenii Rána**
- Lanthanoidy: **Laciné Ceny Prasat Nedovolily Prométheovi Smést Evropu Gdyž Théby Dýchaly Horoucí Erotickou Tmou Ybyšku Lučního**
- Aktinoidy: **89 Aktivních Thébanů Páchalo Ukrutné Nepřístrojnosti, Půjčující Americký Cement Bokakotorskému Califovi, Esteticky Formujícím u Mladého Noblemana Laworovicou - Ač Thorium Padalo U Neapole, Pustili Američané Cement Blízko Californie, Eště Filmovali Mendeleva, Nobela a Lawrence**



- **1. Vzácné plyny** (0. skupina)
  - valenční elektrony –  $ns^2 np^6$  (elektronový oktet)
    - stabilní prvky – plně obsazené s a p atomové orbitály
    - ${}_{54}\text{Xe}$ :  $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^6$
- **2. Nepřechodné prvky** doplňují
  - $ns$  atomové orbitály  $\Rightarrow$  s-prvky (typické kovy)
  - $ns, np$  atomové orbitály  $\Rightarrow$  p-prvky (většinou nekovy)
  - stálé oxidační číslo, ve sloučeninách bezbarvé
- **3. Přechodné prvky** doplňují
  - $ns, (n - 1)d$  atomové orbitály  $\Rightarrow$  d-prvky (kovy)
  - více oxidačních čísel, ionty barevné
  - tvoří komplexní sloučeniny
- **4. Vnitřně přechodné prvky**
  - doplňují
    - $ns, (n - 2)f, (n - 1)d$  atomové orbitály  $\Rightarrow$  f-prvky (kovy)
    - 2 vnější vrstvy shodné  $(n - 1) s^2 np^6 (n - 1) d^1 ns^2$
    - lanthanoidy –  ${}_{57}\text{La} + 14$  prvků ( $Z = 58-71$ )
    - aktinoidy (transurany) –  ${}_{89}\text{Ac} + 14$  prvků ( $Z = 90-103$ )

- skupenství látek

# Periodic Table of the Elements

1	1A	1	H																0	2	He																	
2		3	Li	IIA	4	Be						5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne															
3		11	Na		12	Mg							13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar														
4		19	K		20	Ca	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	IX	X	XI	XII																						
5		37	Rb		38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
6		55	Cs		56	Ba	57	* La	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
7		87	Fr		88	Ra	89	+ Ac	104	Rf	105	Ha	106	106	107	107	108	108	109	109	110	110																

plynné látky

pevné látky

kapalné látky

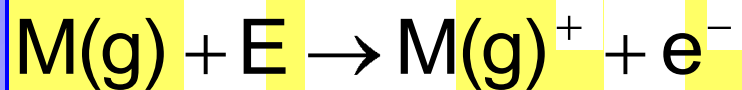
\* Lanthanide Series

+ Actinide Series

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



- ionizační energie



# Periodic Table of the Elements

	1A																0				
1	1 <b>H</b>																	2 <b>He</b>			
2	3 <b>Li</b>	4 <b>Be</b>																	10 <b>Ne</b>		
3	11 <b>Na</b>	12 <b>Mg</b>																	18 <b>Ar</b>		
4	19 <b>K</b>	20 <b>Ca</b>	21 <b>Sc</b>	22 <b>Ti</b>	23 <b>V</b>	24 <b>Cr</b>	25 <b>Mn</b>	26 <b>Fe</b>	27 <b>Co</b>	28 <b>Ni</b>	29 <b>Cu</b>	30 <b>Zn</b>	31 <b>Ga</b>	32 <b>Ge</b>	33 <b>As</b>	34 <b>Se</b>	35 <b>Br</b>	36 <b>Kr</b>			36 <b>Kr</b>
5	37 <b>Rb</b>	38 <b>Sr</b>	39 <b>Y</b>	40 <b>Zr</b>	41 <b>Nb</b>	42 <b>Mo</b>	43 <b>Tc</b>	44 <b>Ru</b>	45 <b>Rh</b>	46 <b>Pd</b>	47 <b>Ag</b>	48 <b>Cd</b>	49 <b>In</b>	50 <b>Sn</b>	51 <b>Sb</b>	52 <b>Te</b>	53 <b>I</b>	54 <b>Xe</b>			54 <b>Xe</b>
6	55 <b>Cs</b>	56 <b>Ba</b>	57 <b>* La</b>	72 <b>Hf</b>	73 <b>Ta</b>	74 <b>W</b>	75 <b>Re</b>	76 <b>Os</b>	77 <b>Ir</b>	78 <b>Pt</b>	79 <b>Au</b>	80 <b>Hg</b>	81 <b>Tl</b>	82 <b>Pb</b>	83 <b>Bi</b>	84 <b>Po</b>	85 <b>At</b>	86 <b>Rn</b>			86 <b>Rn</b>
7	87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b>	89 <b>+ Ac</b>	104 <b>Rf</b>	105 <b>Ha</b>	106 <b>106</b>	107 <b>107</b>	108 <b>108</b>	109 <b>109</b>	110 <b>110</b>											

\* Lanthanide Series

+ Actinide Series

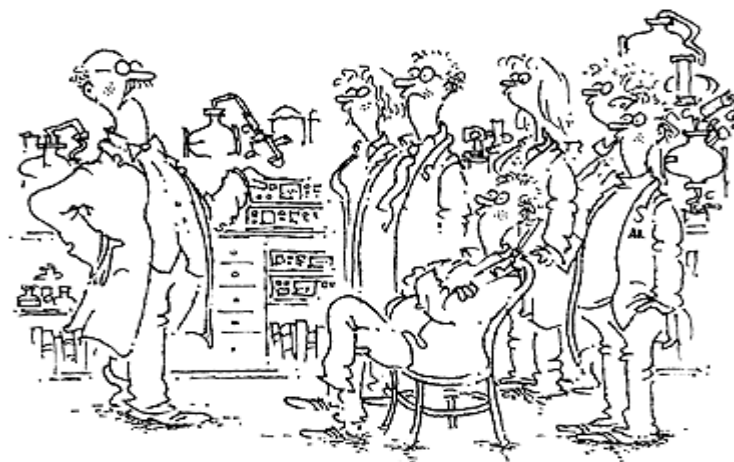
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Pm</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
<b>Th</b>	<b>Pa</b>	<b>U</b>	<b>Np</b>	<b>Pu</b>	<b>Am</b>	<b>Cm</b>	<b>Bk</b>	<b>Cf</b>	<b>Es</b>	<b>Fm</b>	<b>Md</b>	<b>No</b>	<b>Lr</b>





# Chemické vzorce, názvosloví, stereochemie, chemické reakce

## kapitola 8

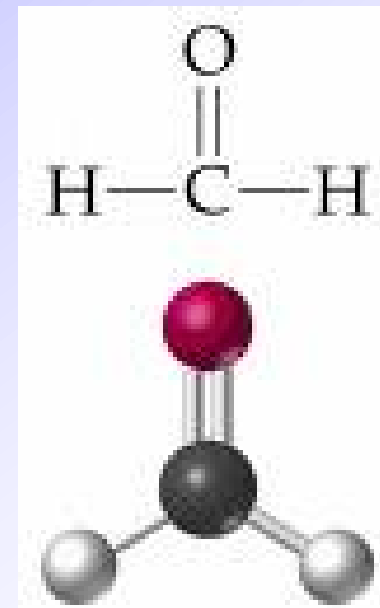


MUSÍME SI SAMI VYDĚLAT NA NOVÉ PŘÍSTROJE. HRAJE NĚKDO Z VÁS TENIS ?



# Chemické vzorce

- Obdobně jako prvek lze i sloučeninu charakterizovat názvy a vzorci.
- Vzorce sloučenin (stejně jako značky prvků) mají kvalitativní i kvantitativní význam.
- Základem pro zápis sloučenin vzorci znalost složení a struktury sloučenin.
- Různé vzorce poskytují různé informace:
  - Vzorce vypovídající o složení sloučenin
    - Stechiometrický (empirický)
    - Molekulový (souhrnný, sumární)
    - Racionální (funkční)
  - Vzorce vypovídající o struktuře sloučenin
    - Konstituční (strukturní)
    - Konfigurační
    - Geometrický
    - Konformační
    - Elektronový



# Chemické vzorce

- Určují danou látku
- Vyjadřují částicové složení látky
- Určují látkové množství látky a vzhledem ke vztahu  $n = (m/M)$  i její hmotnost
- $\text{CO}_2$  ... oxid uhličitý
- Atom uhlíku a 2 atomy kyslíku
- $3\text{CO}_2$  ... soubor molekul  $\text{CO}_2$  o látkovém množství 3 mol; o  $m = 132\text{g}$

## Stechiometrický vzorec

- Vyjadřuje základní složení sloučenin z prvků.
- $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NaCl}$

## Molekulový (souhrnný) vzorec

- Udává skutečný počet atomů v jednotlivé molekule.
- $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{NaCl}$
- Shodují se se vzorci stechiometrickými nebo jejich násobky.

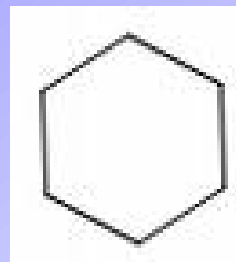
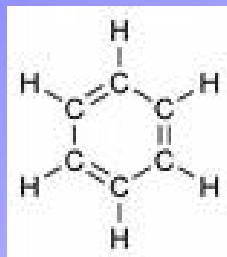
## Funkční (racionální) vzorec

- Vyjadřuje charakteristická atomová seskupení.
- stechiom. vzorec -  $\text{H}_2\text{NO}$ , funkční vzorec -  $\text{NH}_4\text{NO}_2$

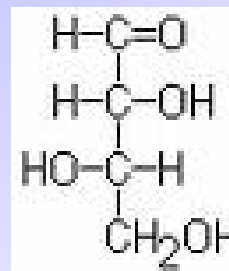
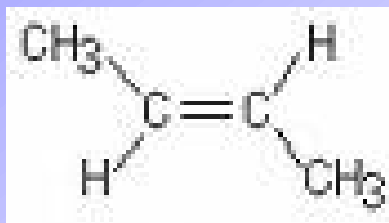


# Strukturní (konstituční) vzorec

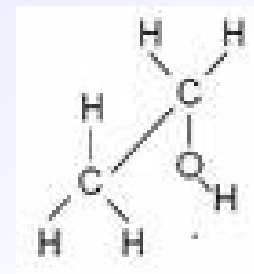
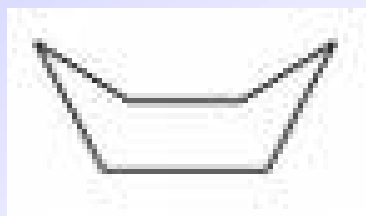
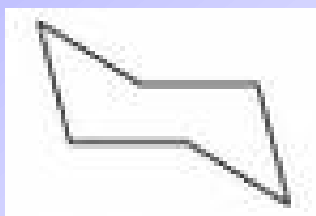
- Udává uspořádání navzájem sloučených atomů.
- **Konstituční** - Vzorec vyjadřuje pořadí a způsob, jakým jsou atomy v molekule vázány. Spojnice mezi symboly atomů nevyjadřují ani relativní délku vazby, ani úhly v molekule.



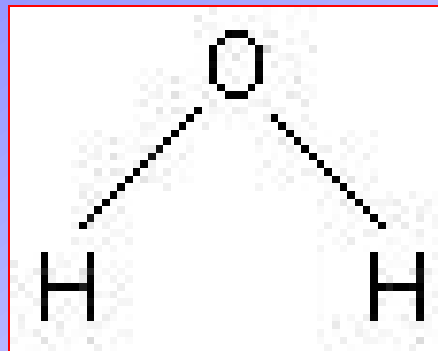
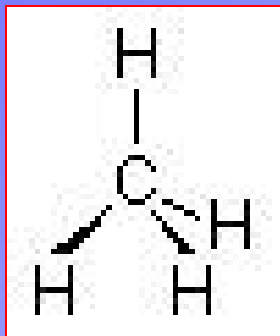
- **konfigurační** - Znárodnuje různá prostorová uspořádání molekul sloučenin se stejnou konstitucí.



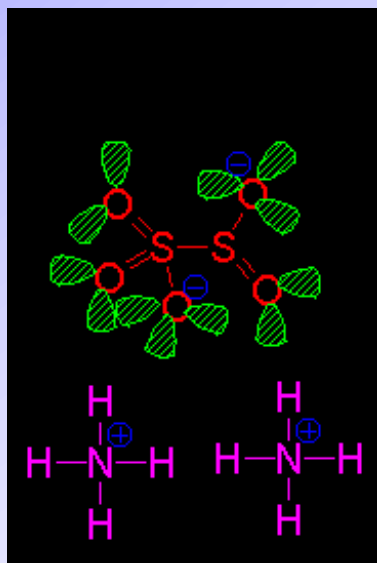
- **konformační** - Vystihuje různá prostorová uspořádání molekul téže sloučeniny, vznikající vnitřní rotací jejich částí kolem jednoduché vazby.



**geometrický** - Vyjadřuje prostorové uspořádání atomů nebo iontů v molekule.



**elektronový** - Znázorníme-li ve strukturním vzorci u atomů jejich jednotlivé valenční elektrony tečkou, elektronový pár dvěma tečkami nebo čárkou a vazebný elektronový pár čárkou mezi značkami sloučených prvků, jde o strukturní elektronový vzorec.





# Principy chemického názvosloví

- Vzorec, náboj, oxidační číslo, předpony, koncovky
- Chemický vzorec se skládá ze značek prvků, indexů a dalších znaků (závorek, teček).  
Například vzorec dihydrátu vápenatého je  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- Názvosloví anorganických sloučenin vychází z oxidačního čísla prvku.
- **Oxidační číslo** prvku je rovno náboji skutečnému nebo pomyslnému (který by vznikl na atomu prvku, kdyby elektrony každé vazby vycházející z tohoto atomu byly přiděleny elektronegativnějším atomu). Oxidační číslo se označuje římskou číslicí se znaménkem (je-li záporné) vpravo nahoře u značky prvku, např.  $\text{S}^{-II}$   
**Počet nábojů** iontů se udává arabskými číslicemi se znaménkem náboje, tedy např.  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{O}^{2-}$  (ionty jsou elektricky nabitě částice, vzniklé z atomů odtržením (kationty) či přijetím (anionty) elektronů).

# oxidační číslo atomu

*Relativní elektrický náboj, který by byl na atomu přítomen, kdybychom elektrony v každé vazbě z atomu vycházející přidělili elektronegativnějšímu z vazebných partnerů.*

- Elektronegativita – empiricky nalezené číslo vyjadřující schopnost atomu prvku přitahovat vazebné elektrony kovalentní vazby.
- Oxidační číslo se ve vzorci značí římskou číslicí v horním exponentu vpravo nahoře u značky prvku. např.:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  -  $\text{S}^{\text{IV}}$
- Izolované atomy a atomy v molekulách prvků mají oxidační číslo rovné nule. Každý vázaný atom vodíku má oxidační číslo I. Pouze v hydridech je jeho oxidační číslo -I. Kyslík má ve většině anorganických sloučenin oxidační číslo -II. Výjimku tvoří peroxidy (-I), hyperoxidy ( $\text{O}^{2-}$ ), ozonidy ( $\text{O}^{3-}$ ) a sloučeniny s vazbou O–F (+I).
- Algebraický součet oxidačních čísel všech atomů elektroneutrální molekuly musí být roven nule. V iontu musí být roven náboji iontu.
- **Efektivní náboj jádra:** náboj který je skutečně pocíťován elektronem  
 $Z_{\text{eff}} = Z - Z_{\text{shield}}$ , kde  $Z$  – počet protonů,  $Z_{\text{shield}}$  – počet elektronů mezi jádrem a příslušným elektronem (nevalenční elektrony)

# Určení oxidačního čísla

**Volný atom** nebo atom v molekule prvku **má oxidační číslo 0** (např.  $O_2$  )

**Vodík má oxidační číslo +I**

*(v hydridech kovů má vodík -I , např.  $LiH$  ,  $CaH_2$  )*

**Kyslík má oxidační číslo -II**

*(v peroxidech má -I , např.  $H_2O_2$  , nebo v superoxidech , např.  $OF_2$ )*

**Alkalické kovy mají oxidační číslo +I**

**Kovy alkalických zemin** mají oxidační číslo +II

Prvky IIIA (13.) skupiny mají oxidační číslo +III

Prvky IVA (14.) skupiny mají oxid. číslo +IV, -IV

Prvky VA (15.) skupiny mají oxid. číslo +V, -III

Prvky VIA (16.) skupiny mají oxid. číslo +VI, -II

Prvky VIIA (17.) skupiny mají oxid. číslo +VII, -I

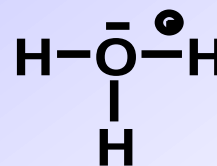
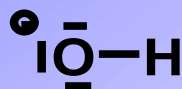
**Fluor má oxidační číslo -I**

**Prvky VIIIA (18.) skupiny jsou vzácné plyny!** - jsou inertní, mají jednoatomovou molekulu!

- **Jednojaderný ion** má oxidační číslo rovné náboji (např  $\text{Al}^{3+}$  má oxidační číslo +III)
- **Součet oxidačních čísel** všech atomů prvků obsažených v **elektro-neutrální molekule** je roven **nule**.  
Př.:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - oxidační čísla prvků  $\text{H}^{\text{I}}$ ,  $\text{S}^{\text{VI}}$ ,  $\text{O}^{-\text{II}}$ , součet ox.čísel:  $2 \cdot \text{I} + 1 \cdot \text{VI} + 4 \cdot (-\text{II}) = 0$
- **Součet oxidačních čísel** všech atomů prvků obsažených ve **víceatomovém iontu** je roven **počtu elementárních nábojů**

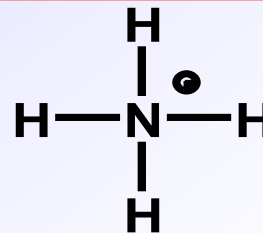
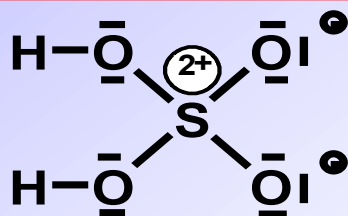
## Vaznost

*je počet sdílených elektronových párů, které daný atom poutají k sousedním atomům*



## Formální náboj

*je rozdíl mezi počtem valenčních elektronů atomu v nesloučeném stavu a počtem valenčních elektronů, které se angažují ve vazbách*



- **Oxidační číslo určuje název sloučeniny!!**
- **Záporné ox.číslo** prvku vyjadřuje zakončení **-id** , připojené ke kmenu latinského názvu prvku (bez ohledu na velikost náboje). Například  $\text{Br}^{-1}$  --> bromid ,  $\text{O}^{-2}$  --> oxid ,  $\text{N}^{-3}$  --> nitrid ,  $\text{C}^{-4}$  --> karbid ). Tuto koncovku mají i některé anionty - hydroxid, peroxid, azid, kyanid apod.
- **Nulové ox.číslo** prvku vyjadřuje první nebo druhý pád názvu prvku ve sloučenině. Například  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  nazýváme tetrakarbonylnikl nebo tetrakarbonyl niklu.
- **Kladné ox.číslo** prvku vyjadřuje osm **názvoslovných zakončení**:

Oxidační číslo	Oxid, kation	Kyselina	Anion, sůl
I	-ný	-ná	-nan
II	-natý	-natá	-natan
III	-itý	-itá	-itan
IV	-ičitý	-ičitá	-ičitan
V	-ičný, -ečný	-ičná, -ečná	-ičnan, -ečnan
VI	-ový	-ová	-ovan
VII	-istý	-istá	-istan
VIII	-ičelý	-ičelá	-ičelan

# Dvouprvkové sloučeniny

- dvouslovné názvy
- **Podstatné jméno** – udává druh chemické sloučeniny, je odvozen od mezinárodního názvu prvku ve vzorci, ve vzorci vystupuje se záporným oxidačním číslem, v názvu má koncovku ID.
- **Přídavné jméno** – prvek s kladným oxidačním číslem, koncovka vyjadřuje hodnotu oxidačního čísla



	obecný název	obecný vzorec
1	hydrid	$H^{-1}$
2	fluorid chlorid bromid jodid	$F^{-1}$ $Cl^{-1}$ $Br^{-1}$ $I^{-1}$
3	oxid	$O^{-2}$
4	sulfid	$S^{-2}$
5	selenid	$Se^{-2}$
6	tellurid	$Te^{-2}$
7	polonid	$Po^{-2}$
8	nitrid	$N^{-3}$
9	fosfid	$P^{-3}$
10	arsenid	$As^{-3}$
11	antimonid	$Sb^{-3}$
12	bismutid	$Bi^{-3}$
13	karbid	$C^{-4}$
14	silicid	$Si^{-4}$
15	borid	$B^{-5}$

## Bezokyslíkaté kyseliny a jejich soli

Vzorec	Název	Sůl	Příklad
HF	fluorovodíková	fluorid	KF
HCl	chlorovodíková	chlorid	$\text{BCl}_3$
HBr	bromovodíková	bromid	$\text{ZnBr}_2$
HI	jodovodíková	jodid	$\text{PbI}_2$
HCN	kyanovodíková	kyanid	KCN
$\text{H}_2\text{O}$	voda	hydroxid/oxid	$\text{NaOH}/\text{K}_2\text{O}$
$\text{H}_2\text{S}$	sulfan	hydrogensulfid/sulfid	$\text{NaHS}/\text{Na}_2\text{S}$



# Tříprvkové sloučeniny

## Kyslíkaté kyseliny

- Obecný vzorec  $H_xA_yO_z$ , kde A j kyselinotvorný prvek.
- Název je složen ze slova kyselina a z přídavného jména odvozeného od kyselinotvorného prvku se zakončením podle oxidačního čísla.

oxidační číslo prvku A	obecný vzorec	příklad
I	HAO	HCIO
III	HAO <sub>2</sub>	HCIO <sub>2</sub>
IV	H <sub>2</sub> AO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>
V	HAO <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub>
VI	H <sub>2</sub> AO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
VII	HAO <sub>4</sub>	HCIO <sub>4</sub>

# Hydroxidy

- Sloučenina tvořena hydroxidovým aniontem  $\text{OH}^-$  a kationtem s obecným vzorcem  $\text{M}(\text{OH})_n$ .
- Název tvoří podstatné jméno hydroxid a přídavné jméno tvořené z kationtu v daném oxidačním čísle.

název	oxidační čísla	vzorec
hydroxid sodný	$\text{Na}^{+1}$ $\text{OH}^{-1}$	$\text{NaOH}$
hydroxid hořečnatý	$\text{Mg}^{+2}$ $\text{OH}^{-1}$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$

# Soli oxokyselin

- vznik odvozením z kyselin náhradou vodíkových iontů ionty kovů
- Název solí tvoří podstatné jméno odvozené z kyseliny s koncovkou AN a přídavné jméno odvozené z kationtu kovu a jeho náboje.

název	oxidační čísla	vzorec
síran sodný	$\text{Na}^{+1}$ $\text{SO}_4^{-2}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
síran hlinitý	$\text{Al}^{+3}$ $\text{SO}_4^{-2}$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Předpona x- hydrogen vyjadřuje sytnost kyseliny, tj. počet vodíků přítomných v molekule.

1	2	3	4	5	6
Mono-	Di-	Tri-	Tetra-	Penta-	Hexa-
7	8	9	10	11	12
Hepta-	Okta-	Nona-	Deka-	Undeka-	Dodeka-

Počet substitucí se udává předponami:

Bis	Tris	Tetrakis	Pentakis	Hexakis
Dvakrát	Třikrát	Čtyřikrát	Pětkrát	Šestkrát

## Oktetové pravidlo

- Atomy se snaží získat konfiguraci vzácného plynu. Oktet, 8 elektronů. Vodík 2 elektrony.
- Atom, který potřebuje získat nejvíce elektronů se umístí do středu. Obvykle je to méně elektronegativní atom.
- Elektronegativnější atomy se umístí v okolí.
- Vzorec se doplní o vodíkové atomy.
- Spočítají se valenční elektrony. Atomy se spojí vazbami
- Elektrony se přesouvají až je splněno oktetové pravidlo.

Rovnice:  **$N - A = S$**

- **$N$**  = je počet elektronů, které jsou potřeba na získání konfigurace vzácného plynu. 8 nebo 2 pro vodík
- **$A$**  = počet valenčních elektronů všech atomů (zvýšený, snížený o náboje iontů).
- **$S$**  = počet společných vazebných elektronů.
- **$A-S$**  = počet elektronů volných elektronových párech
- Společné elektrony se započítávají oběma atomům

# Stereochemie

- Struktura sloučenin je dána nejen pořadím a polohou atomů a vazeb, ale i jejich prostorovým uspořádáním.
- Stereochemie = nauka o prostorovém uspořádání atomů v molekule
- První zmínky o izomerii z roku 1825 – Friedrich Woehler připravil kyselinu kyanatou a zjistil, že přestože má stejné složení jako kyselina fulminová, její vlastnosti jsou jiné.
- Roku 1849 Louis Pasteur připravil krystaly obou enantiomerů kyseliny hroznové – změřil polarimetricky.
- **Izomerie** = stav, kdy sloučeniny se stejným sumárním vzorcem mají jiné strukturní uspořádání atomů v molekule (tedy i chemické a fyzikální vlastnosti)
- Izomery
  - strukturní (konstituční) izomery
  - konfigurační (stereo-) izomery



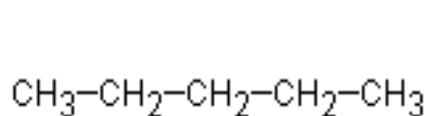
# Konstituční izomerie

= stejný sumární vzorec, jiné vnitřní uspořádání

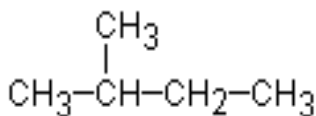
- a) Řetězová
- b) Polohová
- c) Funkční nebo skupinová
- d) Tautomerie

## Konstituční izomerie - řetězová

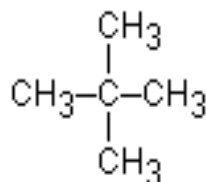
= liší se uspořádáním uhlovodíkového řetězce (délka, větvení)



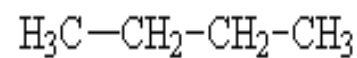
*n*-pentan



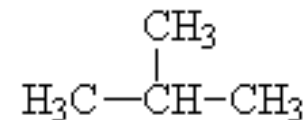
isopentan  
2-methylbutan



neopentan  
2,2-dimethylpropan



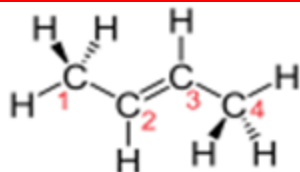
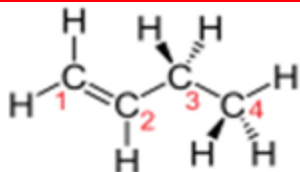
butan



methylpropan

## Konstituční izomerie - polohová

= liší se umístěním násobné vazby nebo substituentu



but-1-en



but-2-en

## Konstituční izomerie - funkční



Ethanol

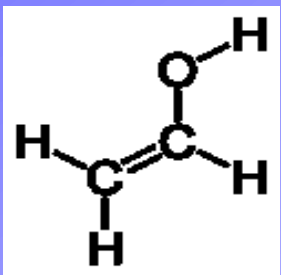
Dimethylether

= liší se typem funkční skupiny, mají výrazně odlišné vlastnosti

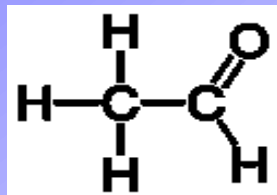
## Konstituční izomerie - tautomerie

Ethenol

Ethanal (acetaldehyd)



—



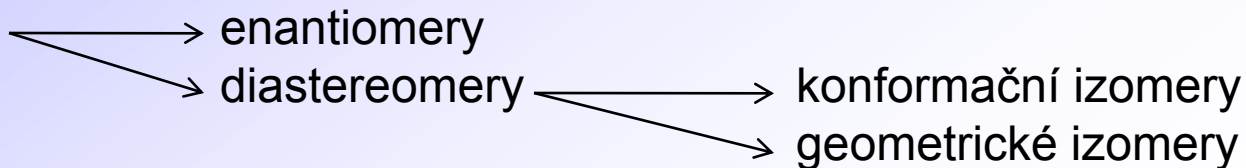
enol-forma

keto-forma

= tautomery jsou dvojice izomerů, které se liší pouze polohou jedné násobné vazby a jednoho atomu vodíku

## Stereoizomerie

• Stereoizomery mají všechny atomy v molekule vázány stejným způsobem, ale jejich prostorová geometrie je různá.

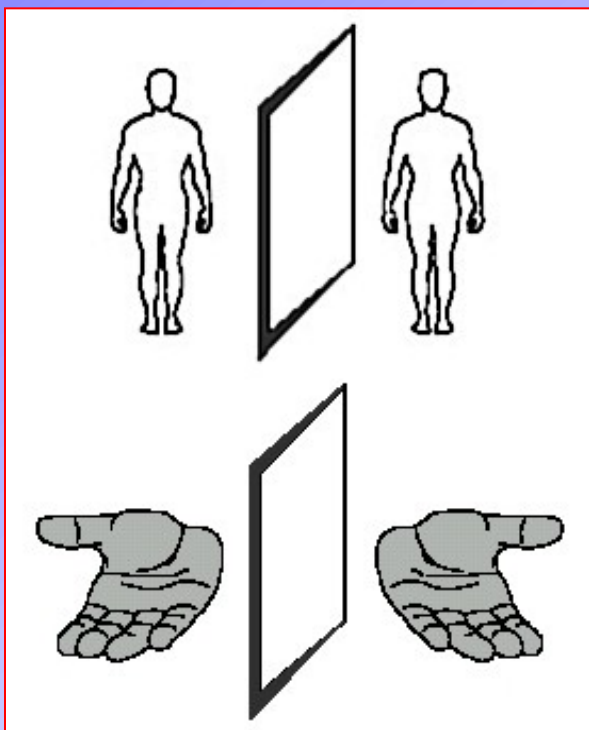




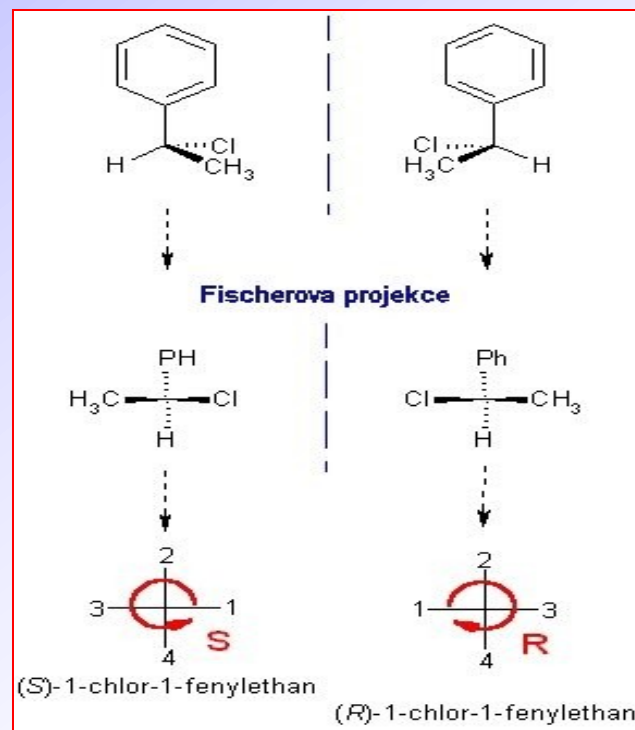
# Stereoizomery- enantiomery

- **Optické izomery** = stejný sumární vzorec, liší se prostorovým uspořádáním atomů, uspořádáním skupin na tzv. chirálním atomu uhlíku.
- **Chirální uhlík** = uhlík se všemi čtyřmi substituenty jinými.

Dvojice molekul optických izomerů se od sebe liší jako pravá a levá.



Dvojice optických antipodů se rozlišují symboly R a S (L či D, + nebo -)

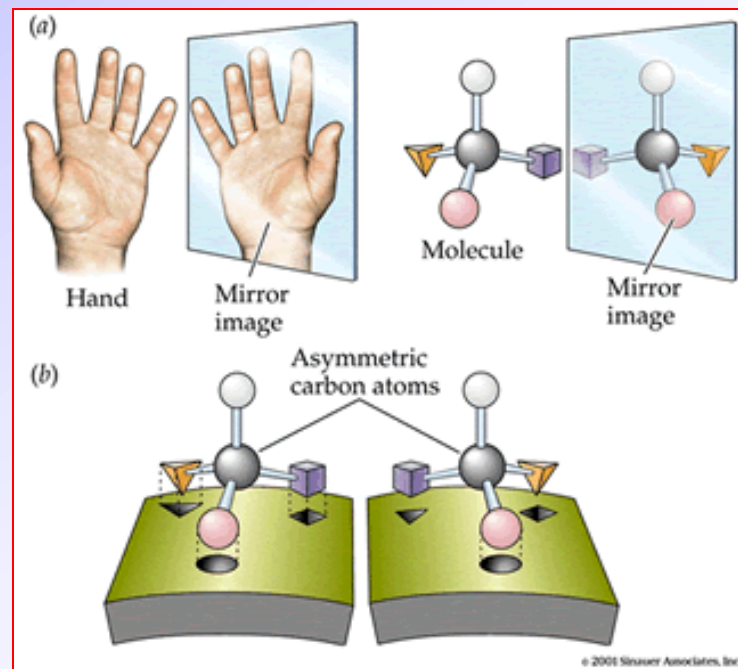
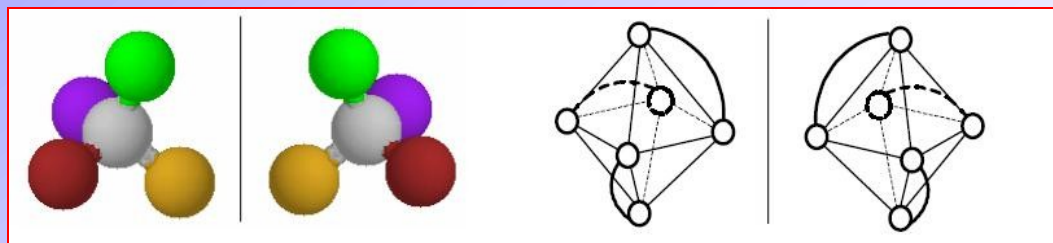


- Počet optických izomerů se dá spočítat:

$$n = 2^x$$

x je počet chirálních atomů

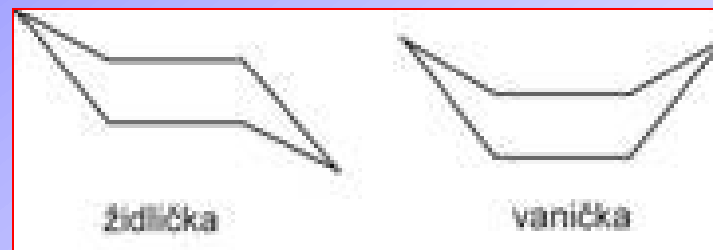
- Chemickými a fyzikálními vlastnostmi se optické izomery příliš neliší. Různou mají ale biologickou aktivitu. (Optické izomery tvoří všechny aminokyseliny kromě glycinu a všechny sacharidy.)
- Racemická směs = směs 2 enantiomerů o stejné koncentraci v poměru 1:1, vůči polarizovanému světlu se chová netečně.



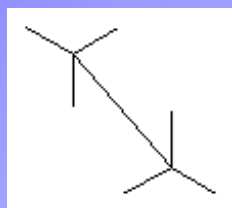
# Stereoizomery- konformační izomery

Konformace = prostorová uspořádání molekuly vzniklá rotací části molekuly okolo  $\sigma$  vazby

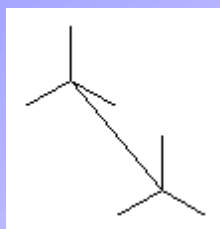
- pro cyklohexan  $\begin{cases} \rightarrow \text{vanička} \\ \rightarrow \text{židlička} \end{cases}$



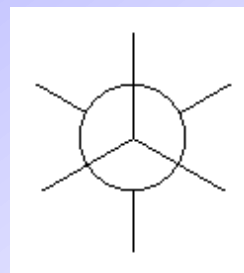
- pro ethan  $\begin{cases} \rightarrow \text{zákrytová (max energie} \Rightarrow \text{méně stabilní)} \\ \rightarrow \text{nezákrytová (min energie} \Rightarrow \text{stabilnější, lépe vykryvá prostor)} \end{cases}$



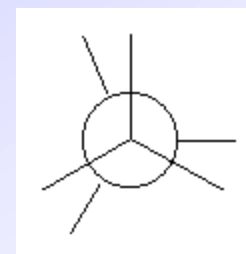
*anti-*  
periplanární



*syn-*  
periplanární



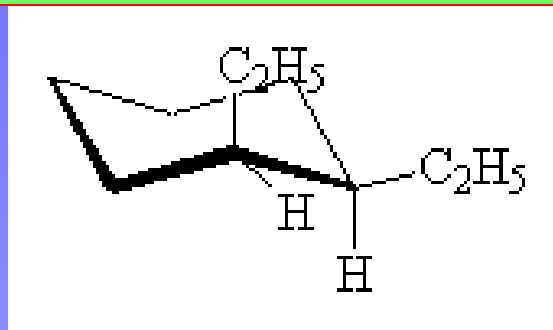
*anti-*periplanární



*syn-*periplanární

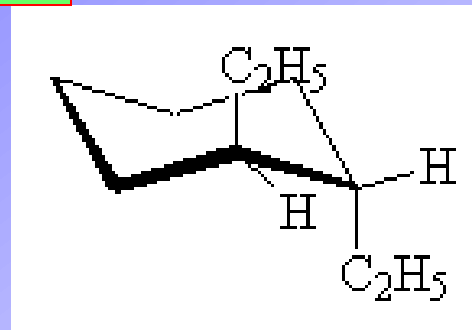
## Stereoizomery- geometrické izomery

- cis – trans izomerie



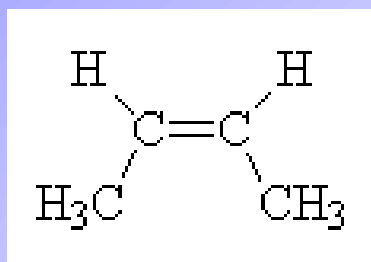
*cis* -1,2-diethylcyklohexan

(*Z*) -1,2-diethylcyklohexan



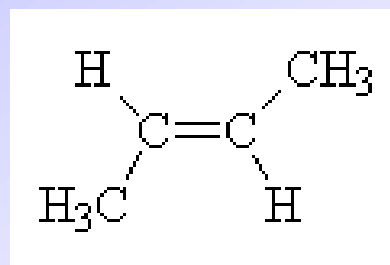
*trans* -1,2-diethylcyklohexan

(*E*) -1,2-diethylcyklohexan



*cis*-but-2-en

(*Z*) -but-2-en



*trans*-but-2-en

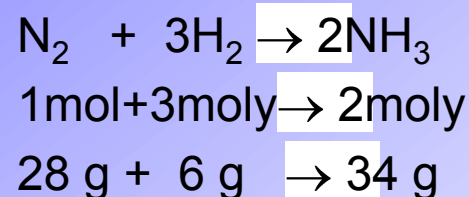
(*E*) -but-2-en

# Chemické reakce

- Chemická reakce je děj, při kterém se za vhodných vnějších podmínek mění výchozí látky (**reaktanty**) na jiné látky (**produkty**). Dochází k zániku některých vazeb a vzniku vazeb nových – změny vazeb mají za následek vznik nových druhů produktů.
- Reaktanty a produkty někdy nazýváme reakční složky. Někdy reaktanty dělíme na substráty (látky, jejichž přeměna nás zajímá) a činidla (látky potřebné k přeměně).
- Produkty mají jiné fyzikální i chemické vlastnosti než reaktanty.



- průběh reakce zapisujeme - *schématem* – musí zde platit rovnost počtu atomů na levé a pravé straně rovnice ( $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ )
- dodržuje zákon zachování hmotnosti



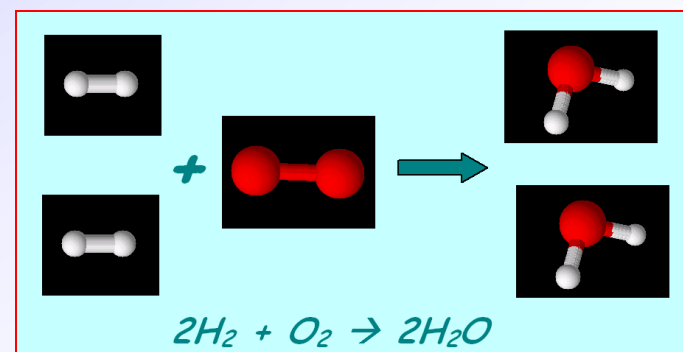
- čísla před vzorci v rovnici se nazývají *stechiometrické koeficienty*
- poměr koeficientů udává poměr látkových množství reagujících látek
- Chemické reakce lze vyjádřit:

a) slovně: uhlík reaguje s kyslíkem a vzniká oxid uhličitý

b) schématem: uhlík + kyslík → oxid uhličitý

c) modely částic: 

**POZOR!** V průběhu reakce se počet a druh atomů látek nemění. Atomy se pouze přeskupují!

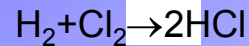
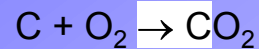




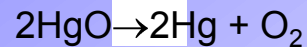
# Klasifikace chemických reakcí

## 1) podle vnějších změn při reakci

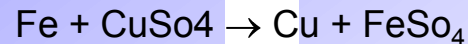
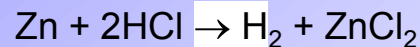
a) reakce skladná=syntéza - sloučením několika látek jednodušších vzniká látka složitější



b) reakce rozkladná=analýza - z jedné složitější látky vznikají látky jednodušší

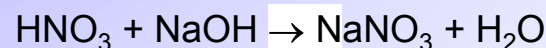


c) reakce vytěšňovací=substituce - reakce, při které jeden prvek ve sloučenině je nahrazen prvkem jiným

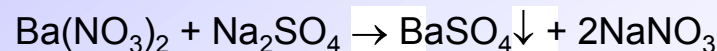


d) reakce podvojná=konverze - reakce, kdy si 2 prvky vymění místa

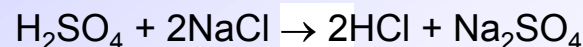
- *neutralizace*-reakce kyseliny s hydroxidem



- *srážecí reakce*



- *vytěšňování slabší kyseliny z její soli silnější kyselinou*

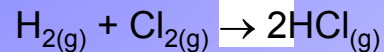
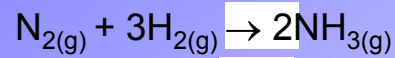




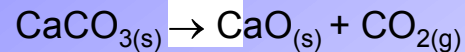
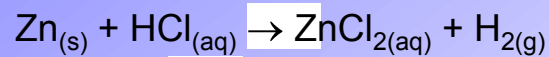
## 2) podle skupenství reagujících látek

- plynné skupenství....g
- pevné skupenství....s
- kapalná skupenství....l
- vodný roztok....aq

### a) reakce homogenní

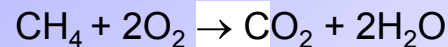
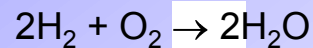


### b) reakce heterogenní

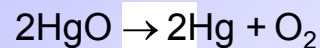


## 3) podle tepelného zabarvení (efektů)

### a) reakce exotermické -reakce, při kterých se teplo uvolňuje

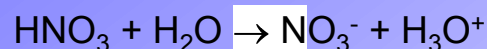
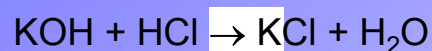


### b) reakce endotermické -teplo se při těchto reakcích spotřebovává



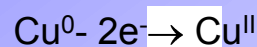
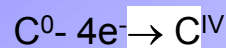
#### 4) podle druhu částic

- a) reakce acidobazické (protolytické) - reakce kyselin a zásad  
- dochází k přenosu  $p^+$  ( $H^+$ )

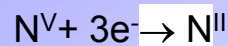
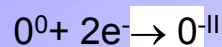


- b) reakce redoxní (oxidačně-redukční) - reakce, při kterých dochází k přenosu elektronů

- Oxidace = odevzdání elektronu, zvýšení oxidačního čísla



- Redukce = přijetí elektronu, snížení oxidačního čísla

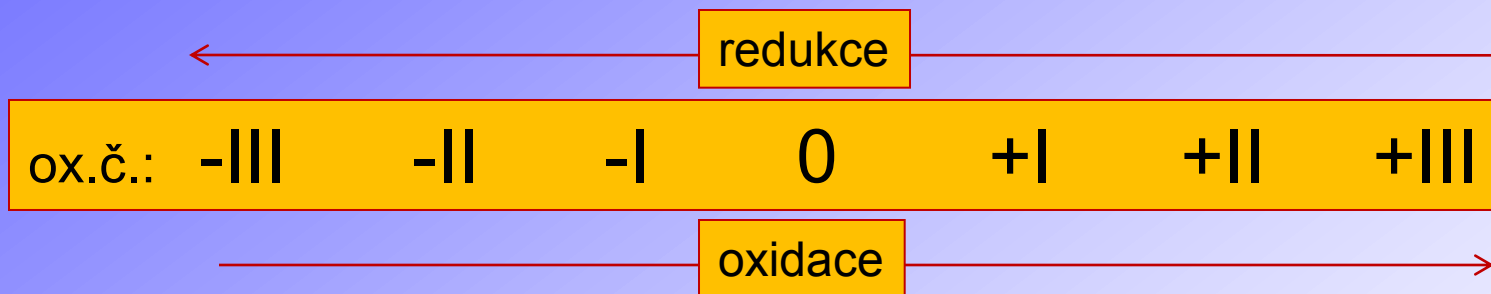


- c) reakce komplexotvorné (koordinační) - tvoří se kompletní částice, kde se uplatňují koordinačně-kovalentní vazby



# Oxidačně-redukční (redoxní) reakce

- Přenos elektronů (změna oxidačních čísel prvků)
- Dílčí děje (oxidace, redukce) probíhají současně
- Využití: elektrolýza, galvanické články



- Oxidační činidlo:  $F_2$ ,  $O_3$ ,  $HClO$ ,  $KClO_3$
- Redukční činidlo:  $H_2$ ,  $Na$ ,  $Al$ ,  $C$ ,  $CO$



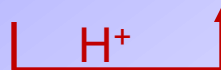
elektronové rovnice:



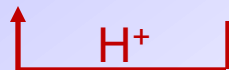
# Protolytické (acidobazické) reakce

- **Brönstedova teorie kyselin a zásad**

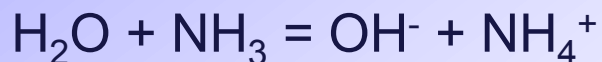
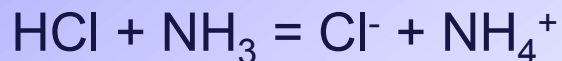
Definice kyseliny: odštěpuje  $H^+$  (donor)



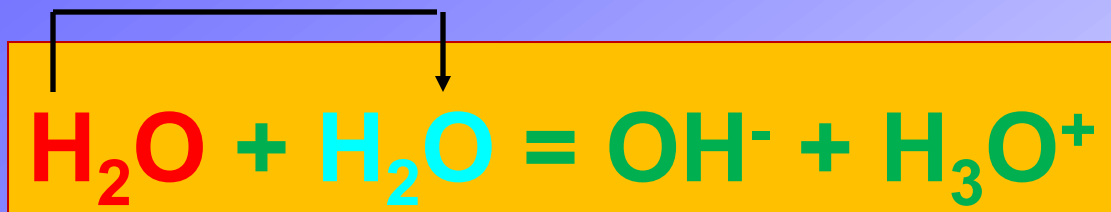
Definice zásady: přijímá  $H^+$  (akceptor)



• obecně



# Autoprotolýza vody, pH



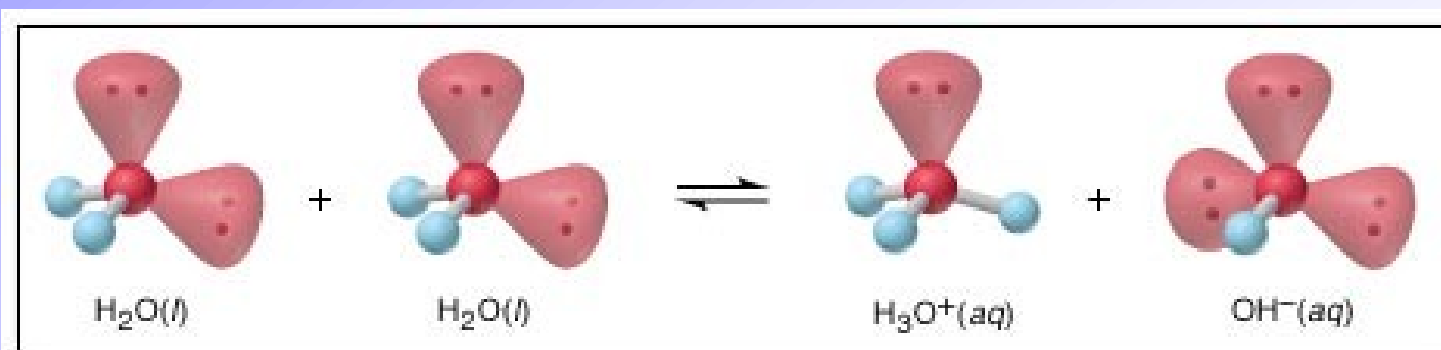
Iontový součin vody:  $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$

$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$      $\text{pH} = 7$     **neutrální**

$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$      $\text{pH} < 7$     **kyselý**

$[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$      $\text{pH} > 7$     **zásaditý**

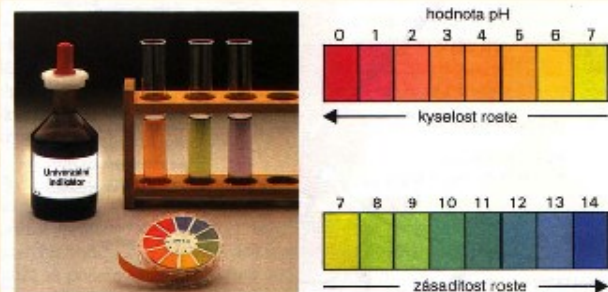
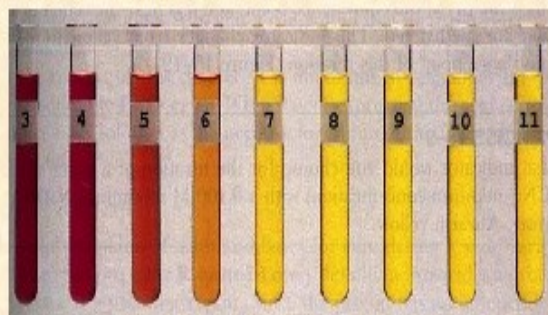


$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

# Indikátory pH

## 1. Acidobazické indikátory – barevné změny

indikátor	pH	barevný přechod
fenolftalein	8 – 9,8	bezbarvá-fialová
methylooranž	3,4 – 4,4	oranžová-žlutá



methylová červen  
(přechod pH 4,4 – 6,2)

**př.** Jaký objem 0,05M-HCl je třeba přidat k 500 ml roztoku KOH o pH 10,00, aby výsledný roztok měl pH = 7,50?

### Řešení

Výsledné pH má být pH = 7,50

$$\text{tzn. } \text{pOH} = 6,50 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 3,16 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

Řešení na základě rozdílu látkových množství  $\text{H}_3\text{O}^+$  a  $\text{OH}^-$ -iontů:

$$500 \cdot 10^{-4} - V \cdot 0,05 = (500 + V) \cdot 3,16 \cdot 10^{-7}$$

$$V(\text{HCl}) = 0,997 \text{ ml} \approx \underline{\underline{1 \text{ ml}}}$$

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}^+)$$

$$\text{pOH} = -\log c(\text{OH}^-)$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Environmental Effects	pH Value	Examples
ACIDIC	pH = 0	Battery acid
	pH = 1	Sulfuric acid
	pH = 2	Lemon juice, Vinegar
	pH = 3	Orange juice, Soda
All fish die (4.2)	pH = 4	Acid rain (4.2-4.4) Acidic lake (4.5)
Frog eggs, tadpoles, crayfish, and mayflies die (5.5)	pH = 5	Bananas (5.0-5.3) Clean rain (5.6)
NEUTRAL	pH = 6	Healthy lake (6.5)
	pH = 7	Milk (6.5-6.8) Pure water
BASIC	pH = 8	Sea water, Eggs
	pH = 9	Baking soda
	pH = 10	Milk of Magnesia
	pH = 11	Ammonia
	pH = 12	Soapy water
	pH = 13	Bleach
	pH = 14	Liquid drain cleaner

# Vyčíslování chemických rovnic - stechiometrie

## Vyčíslování chemických rovnic má svá pravidla:

- Počet atomů určitého prvku, musí být na levé i pravé straně rovnice stejný.
- Postupujeme od látek, jejichž počet známe, k látkám, jejichž počet neznáme.
- Pro **redoxní rovnice** platí, že počet odevzdaných elektronů při oxidaci se musí rovnat počtu přijatých elektronů při redukci.
- Pro **iontové rovnice a redoxní rovnice v iontovém tvaru** platí, že celkový náboj na levé straně se musí rovnat celkovému náboji na pravé straně.
- Počet molekul potažmo molů může být na pravé a levé straně odlišný.
- Hmotnost produktů (látka na pravé straně) je vždy rovna hmotnosti reaktantů (látky na levé straně).





## • Molekulární



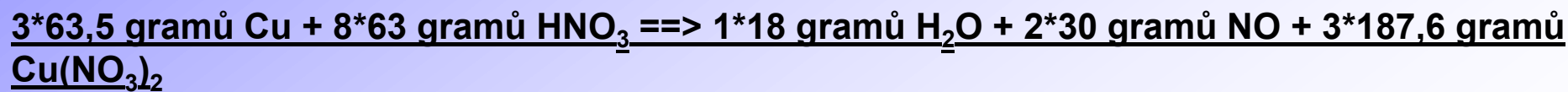
Ten nejintuitivnější pohled na chemické rovnice je z hlediska molekulového. Chemickou rovnici bereme jako zápis chemického děje, kde do reakce vstupují nějaké molekuly a nějaké molekuly z ní zase vystupují.

## • Molární



Na chemickou rovnici se díváme jako na zápis látkových množství výchozích látek (reaktantů), které vstupují do reakce, a produktů, které z reakce vystupují. Látkové množství se uvádí v molech. Jeden mol obsahuje  $6,022 \cdot 10^{23}$  molekul.

## • Hmotnostní

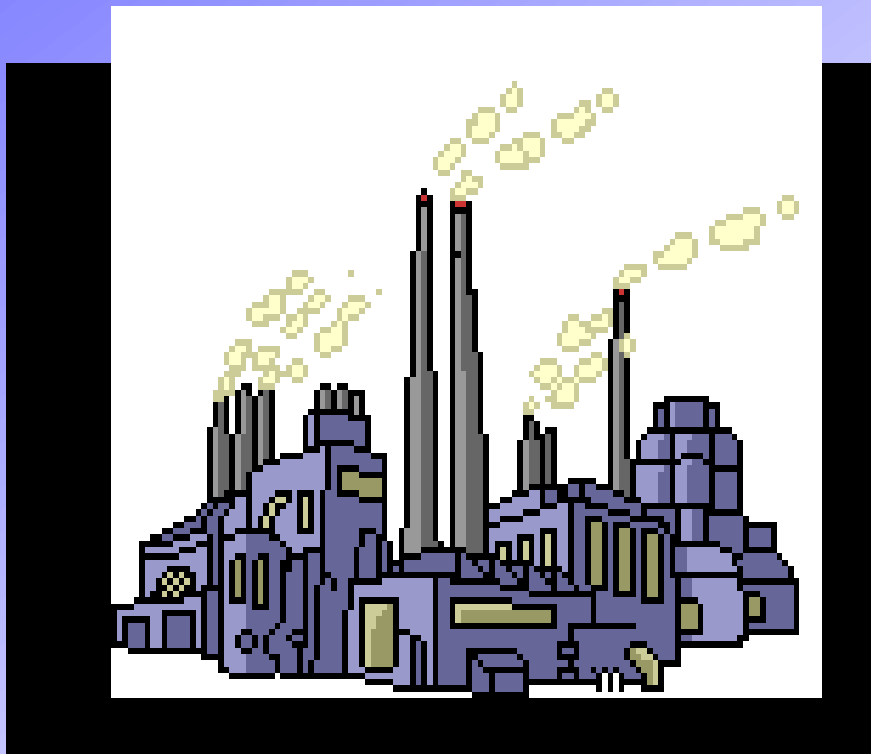


Pomocí molární hmotnosti jednotlivých látek M si můžeme chemickou rovnici napsat jako hmotností bilanci reaktantů a produktů. Tento tvar, nebo spíše aplikace hmotnostního chápání chemických rovnic je nejdůležitější, protože nám pomáhá stanovit přesnou hmotnost jednotlivých reaktantů a produktů.



# Anorganická chemie

- Věda o vzniku, složení a struktuře látek bez většiny látek z uhlíku (látky neživé přírody).



# Názvy prvků

- **podle význačné vlastnosti prvku**

brom (Br)– podle zápachu (*bromos* – zápach)

chlor (Cl)– podle barvy (*chloros* – žlutozelený)

fosfor (F)– podle světélkování par (*phosphoros* – světloňoš)

- **podle výskytu prvku**

vápník- ( latinsky *calc* – vápno)

- **na počest vědců**

einsteinium, mendelevium, curium

- **podle nápadného vzhledu**

zlato (*aurum* – lesk, třpyt)

- **podle zemí, kde byly objeveny**

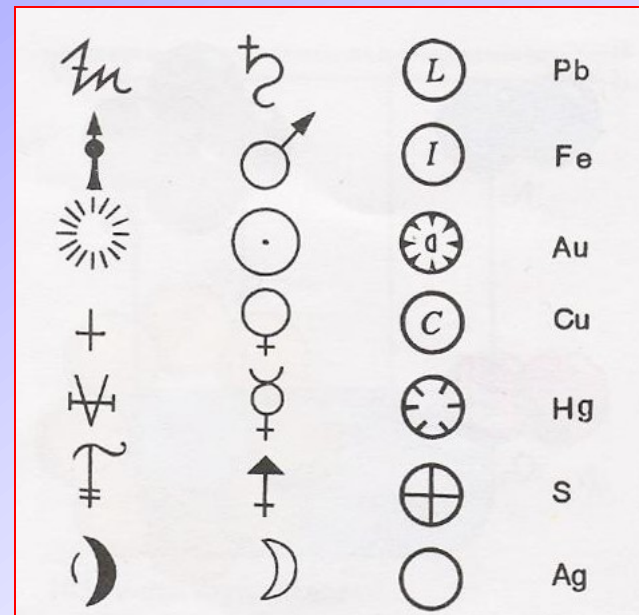
polonium, francium, germanium

- **podle světadílů**

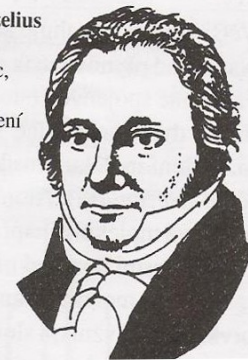
europium, americium

- **podle nebeských těles**

uran, neptunium, plutonium, helium (Slunce), selen (Měsíc)



101 J. J. Berzelius  
(1779–1848)  
Švédský vědec,  
navrhl mezi-  
národní označení  
chemických  
prvků



# Vodík

H, T, D

## Výskyt:

- nejrozšířenější prvek ve vesmíru (obal Slunce, mlhoviny).
- na Zemi jen ve sloučeninách (voda – 2/3 zemského povrchu), biogenní prvek.



## Vlastnosti:

- dvouatomové molekuly
- směs 3 izotopů:
  - **lehký vodík** –  ${}_1^1\text{H}$
  - **těžký vodík (deuterium)** –  ${}_1^2\text{H} = \text{D}$
  - **tritium** –  ${}_1^3\text{H} = \text{T}$  (radioaktivní, horní vrstvy atmosféry)
- bez barvy, chuti, zápachu, lehčí než vzduch
- hořlavý (směs se vzduchem vybuchuje)
- redukční účinky
- reaktivní prvek

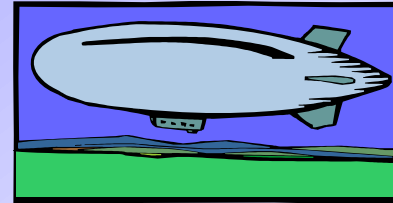


# Příprava/ výroba:

- Elektrolýza vody
- Elektrolýza vodného roztoku NaCl
- Reakce kovů s vodnými roztoky kyselin (hydroxidů)
- Reakce alkalických kovů (kovů alkalických zemin) s vodou
- Rozklad nasycených uhlovodíků
- Reakce vodní páry s rozžhaveným koksem

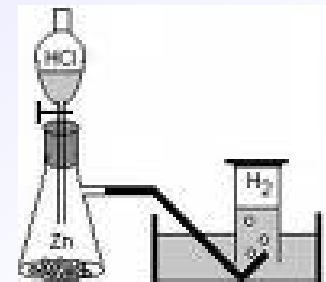
# Použití:

- Redukce kovů
- Sváření a tavení
- Syntéza organických i anorganických sloučenin
- Ztužování tuků
- Dodáván v ocelových lahvích s červeným pruhem



# Sloučeniny:

- Hydridy
- Voda



$M_A$   
 $n s^1$  $M_{AE}$   
 $n s^2$ 

# Alkalické kovy

## Kovy alkalických zemin

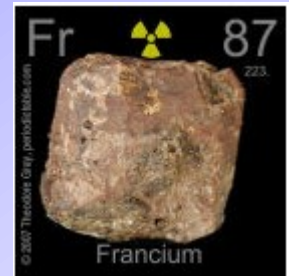
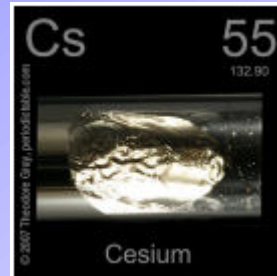
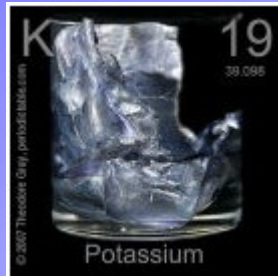
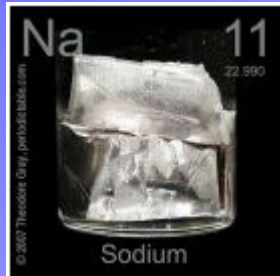
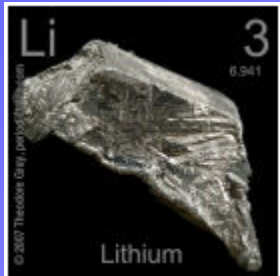
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	<b>H</b>	$n s$														<b>He</b>		
2	<b>Li</b>	<b>Be</b>											<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>
3	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	$(n-1) d$										<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>
4	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Sc</b>	<b>Ti</b>	<b>V</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Br</b>	<b>Kr</b>
5	<b>Rb</b>	<b>Sr</b>	<b>Y</b>	<b>Zr</b>	<b>Nb</b>	<b>Mo</b>	<b>Tc</b>	<b>Ru</b>	<b>Rh</b>	<b>Pd</b>	<b>Ag</b>	<b>Cd</b>	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Te</b>	<b>I</b>	<b>Xe</b>
6	<b>Cs</b>	<b>Ba</b>	<b>Lu</b>	<b>Hf</b>	<b>Ta</b>	<b>W</b>	<b>Re</b>	<b>Os</b>	<b>Ir</b>	<b>Pt</b>	<b>Au</b>	<b>Hg</b>	<b>Tl</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Po</b>	<b>At</b>	<b>Rn</b>
7	<b>Fr</b>	<b>Ra</b>	<b>Lr</b>	<b>Rf</b>	<b>Ha</b>													

<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Pm</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>
<b>Ac</b>	<b>Th</b>	<b>Pa</b>	<b>U</b>	<b>Np</b>	<b>Pu</b>	<b>Am</b>	<b>Cm</b>	<b>Bk</b>	<b>Cf</b>	<b>Es</b>	<b>Fm</b>	<b>Md</b>	<b>No</b>



# Alkalické kovy

Li, Na, K, Rb, Cs, Fr



## Výskyt:

- jen ve formě sloučenin (sůl kamenná NaCl, Glauberova sůl  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , chilský ledek  $\text{NaNO}_3$ , sylvín KCl...)

## Vlastnosti:

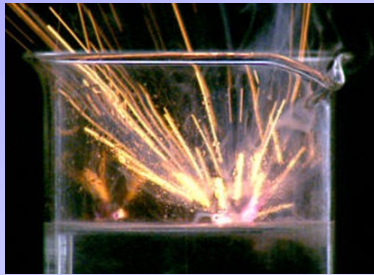
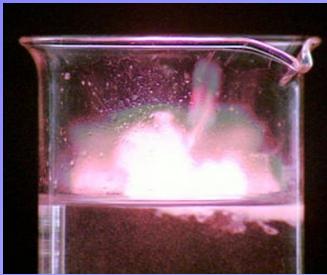
- měkké, stříbrolesklé neušlechtilé kovy
- na vzduchu se oxidují – uloženy pod inertním rozpouštědlem (petrolej)
- vodiče tepla a elektrického proudu
- reaktivní, redukční schopnosti (bouřlivá reakce s vodou)
- barví plamen



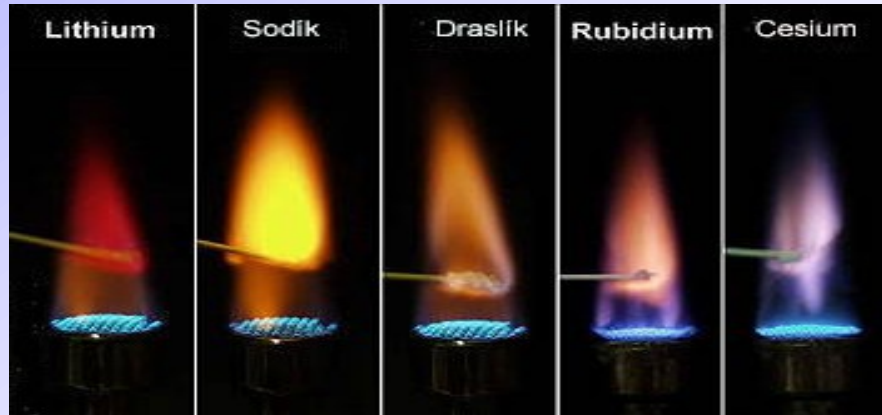


Měkké kovy – dají se krájet nožem

Redukční vlastnosti



Barvení plamene

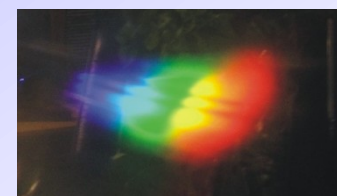


## Příprava/ výroba:

- Elektrolýza taveniny svých chloridů (Na, Li)
- Redukce KCl sodíkem a destilace draslíku ze směsi

## Použití:

- příměs do slitin (Li, K)
- redukční činidlo
- sodíkové výbojky, fotočlánky



## Sloučeniny:

- hydridy
- peroxidy
- superoxidy
- halogenidy
- sulfidy
- hydroxidy
- uhličitany, hydrogenuhličitany



# Sloučeniny:

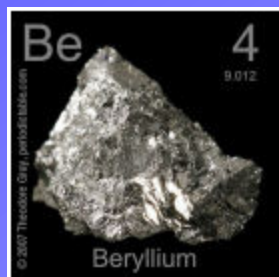
- $\text{K}_2\text{O}_2$  a  $\text{Na}_2\text{O}_2$  - bělicí účinky
- $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  – žíraviny, odmašťování kovů, výroba celulózy, tuků, plastů
- $\text{NaHCO}_3$  – jedlá soda, bílá krystalická látka, proti překyselení žaludku, kypřící prášek do těsta, šumivé přípravky, sněhové hasicí přístroje
- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – soda – nyní se vyrábí Solvayovým způsobem :  
(solanka)  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$   
soda se využívá při výrobě skla, v textilním a papírenském průmyslu.
- $\text{K}_2\text{CO}_3$  – potaš, výroba mýdel a chem. skla
- $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$  – domácnost, hnojiva
- $\text{KNO}_3$  – hnojiva
- $\text{NaNO}_3$  – čilský ledek, hnojiva ( pozn.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – ostravský ledek)
- $\text{KClO}_3$  – travex, ničí trávu a plevel
- $\text{KMnO}_4$  – hypermangan, fialová krystalická látka, desinfekce





# s<sup>2</sup> prvky

Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra



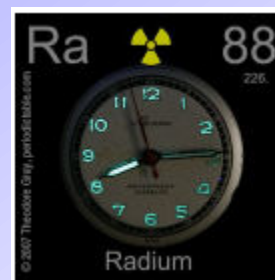
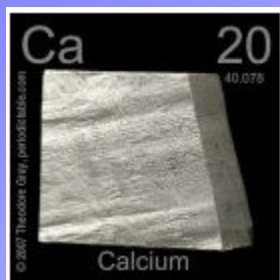
+ kovy alkalických zemin

Periodic Table of the Elements

\* Lanthanide Series  
\* Actinide Series

# Kovy alkalických zemin

Ca, Sr, Ba, Ra

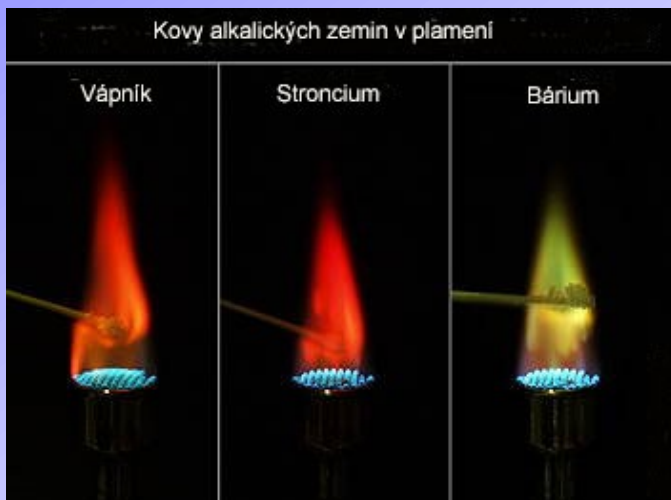
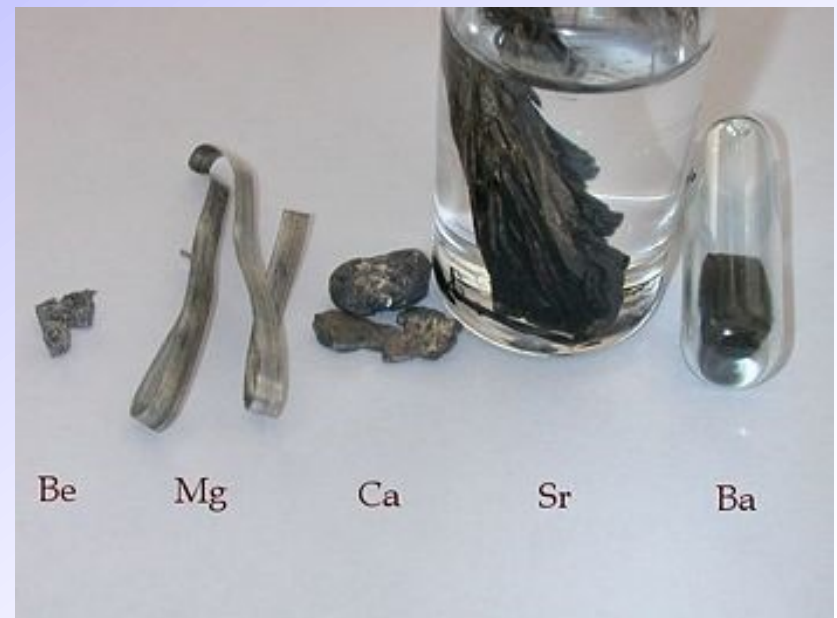
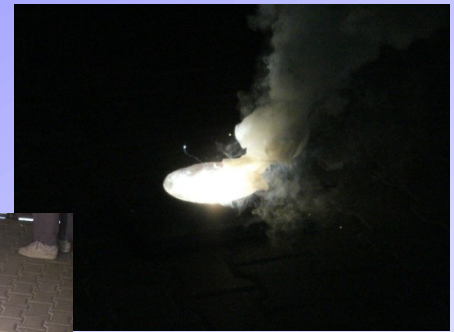


## Výskyt:

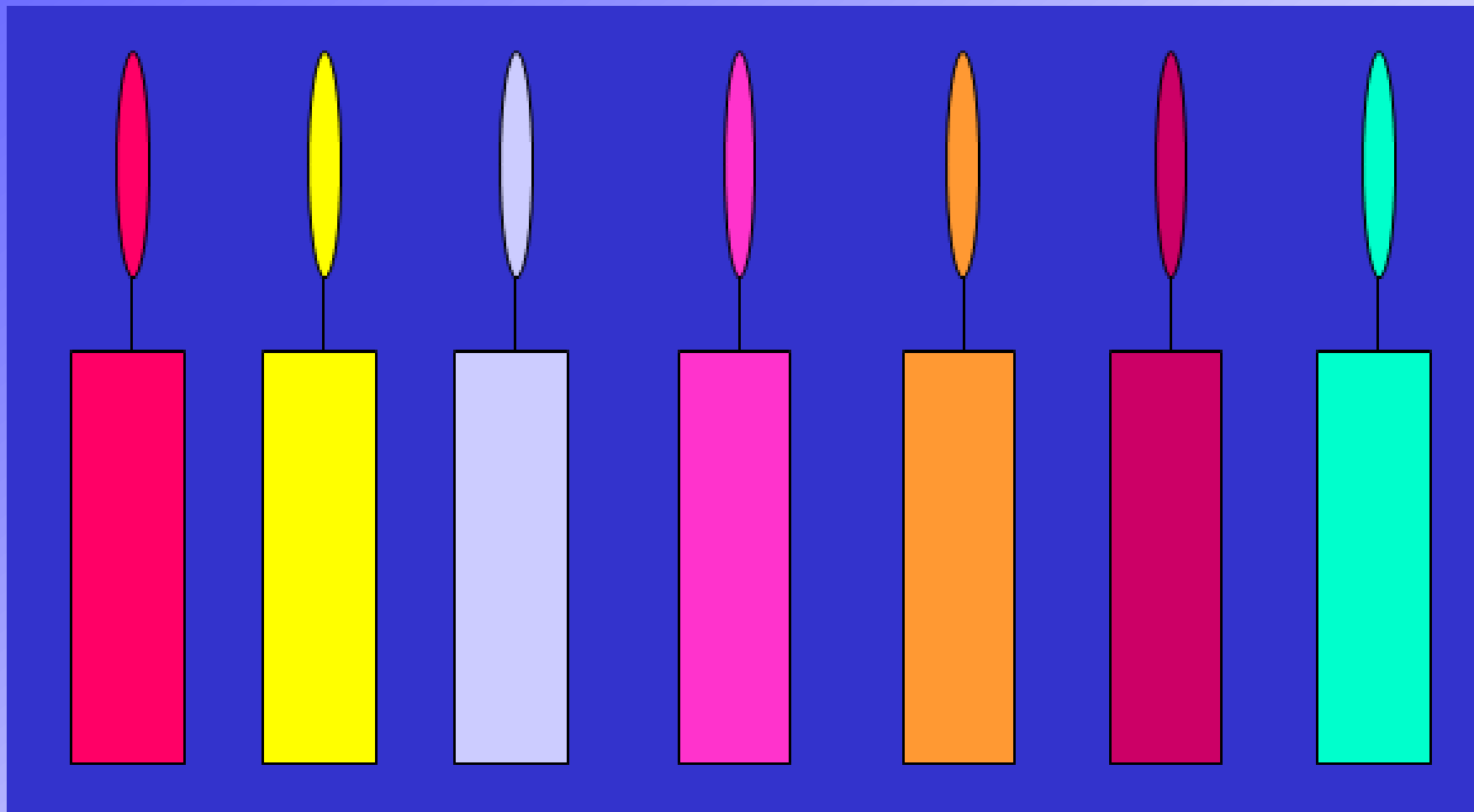
- jen ve formě sloučenin (sůl kamenná NaCl, Glauberova sůl Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O, chilský ledek NaNO<sub>3</sub>, sylvín KCl, magnezit - MgCO<sub>3</sub>, dolomit MgCO<sub>3</sub>·CaCO<sub>3</sub>, olivín (Mg,Fe)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, mastek Mg<sub>3</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>, v mořské vodě MgCl<sub>2</sub>, zelené barvivo rostlin – chlorofyl (Mg), vápenec - CaCO<sub>3</sub> - kalcit (šesterečná soustava) + aragonit (kosočtverečná soustava), sádrovec - CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, kazivec (fluorit) - CaF<sub>2</sub>, apatit - 3Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·CaCl<sub>2</sub> nebo 3Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·CaF<sub>2</sub>, smolinec...)

# Vlastnosti:

- s – prvky, valenční elektron(y) v orbitalech s
- elektropozitivní prvky
- zásadotvorné
- stříbrolesklé neušlechtilé kovy
- rozpustné soli stroncia a barya jsou jedovaté
- reaktivní, reagují s vodou podobně jako alkalické kovy (pomaleji)
- některé barví plamen



# Plamenové zkoušky



**Li**

**Na**

**K**

**Rb, Cs**

**Ca**

**Sr**

**Ba**





• dolomit

• olivín



• vápník



• sádrovec



• smolinec





# Příprava/ výroba:

- Elektrolýza taveniny chloridů
- Redukce halogenidů sodíkem



# Použití:

- Be – slitiny, okénka do RTG lamp
- Mg – lehké slitiny, antikoroziční látka, redukční činidlo
- Ca – slitiny, redukční činidlo- metalurgie, stavebnictví, lékařství
- Ba – povlaky elektrod
- Ra - radioterapie



• vápník

# Sloučeniny:

- hydridy
- oxidy
- halogenidy
- karbidy
- hydroxidy
- uhličitany, hydrogenuhlíčitany
- sírany

• hořčík



• baryum

• radium



# Sloučeniny:

- **oxid hořečnatý** - pálená magnézie, bílý prášek, nepatrně rozpustný ve vodě, ohnivzdorné kelímky, vyzdívky pecí
- **hydroxid hořečnatý** - ve vodné suspenzi (magnesiové mléko), antacidum
- **síran hořečnatý** – projímadlo v lékařství, v minerálních vodách (Šaratica)
- **chlorid vápenatý** - hexahydrát  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , rozpustný ve vodě, příprava chladicích směsí, postřik komunikací při sněhu a náledí, proti zamrzání uhlí a rud na lodích a haldách
- **chlornan vápenatý** - součást chlorového vápna  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot \text{CaCl}_2$ , desinfekce, bělení



- **oxid vápenatý** - pálené vápno - vyrábí se tepelným rozkladem vápence:  

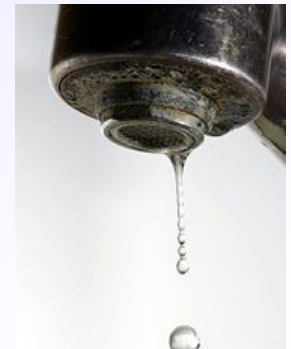
$$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2,$$
 prudce reaguje s vodou za značného vývoje tepla:  

$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$$
 - hašení vápna,  
 využití - k odstranění P, S, Si z oceli - struskotvorná látka
- **hydroxid vápenatý** -  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$  – silně exotermická reakce, silný hydroxid, „**hašené vápno**“, vodný roztok - vápenná voda, suspenze hydroxidu vápenatého ve vodě - **vápenné mléko**, mlékárenství, cukrovarnictví, změkčování vody
  - **změkčování vody** - odstranění přechodné tvrdosti:  

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Mg(HCO}_3)_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 + \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$
  - **malta** - směs písku s hašeným vápnem a vodou, na vzduchu postupně tuhne, protože odpařováním ztrácí vodu a hydroxid vápenatý reaguje se vzdušným oxidem uhličitým, tvoří se nerozpustný uhličitán vápenatý:  

$$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$



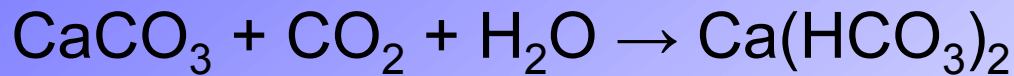
- **síran vápenatý** - obvykle jako dihydrát (sádrovec), alabastr –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , kalcinací – zahříváním ( $t = 150^\circ\text{C}$ ) ztrácí sádrovec vodu - hemihydrát - sádra  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$
- **uhličitan vápenatý** -  $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$ , nerozpustný ve vodě, výroba papíru, brusivo v zubních pastách, zdroj vápníku při dietách, složka žvýkaček
- **dusičnan vápenatý** - norský ledek, hygroskopický, dusíkaté a vápenaté hnojivo
- **fosforečnan vápenatý** – výroba hnojiv





# Krasový jev – vznik krápníků

- uhličitan vápenatý je prakticky nerozpustný ve vodě
- pokud je ve vodě protékající přes vápencové skály rozpuštěn oxid uhličitý, dochází k přeměně nerozpustného uhličitanu vápenatého na rozpustný hydrogenuhličitan vápenatý:



- roztok hydrogenuhličitanu po malých kapkách dopadá na skálu a pomalu se z něj odpařuje voda a uvolňuje oxid uhličitý
- reakce probíhá tedy v opačném směru a dochází ke vzniku krápníků:



# p<sup>1</sup> prvky

B, Al, Ga, In, Tl



## Výskyt:

- borax  $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , sasolin  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , hlinitokřemičitany (živce, slídy, jíly, hlína), bauxit (hydrát oxidu hlinitého), korund  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ...



korund

borax



- safír – modře zbarvený
- rubín – červeně zbarvený
- leukosafír – bezbarvý, průhledný
- smirek – šedočerný až černý

# Vlastnosti:

- B** • pevná, černá látka s kovovým leskem
- několik alotropických modifikací
- málo reaktivní
- chová se jako polovodič (diagonální podoba s křemíkem)

- Al** • stříbrolesklý, lehký, tažný, kujný kov
- tepelně i elektricky vodivý
- amfoterní (reakce s kyselinou – hlinité soli, reakce s bazí – hydroxohlinitany)
- redukční vlastnosti – aluminotermie
- vůči vzduchu a vodě je stálý – vrstvička oxidu, na vzduchu hoří svítivým plamenem

- Ga, In, Tl** • stříbrolesklé, měkké kovy s kovovým leskem



## Příprava/ výroba:

- Elektrolýza taveniny boritanů
- Redukce oxidu boru elektropozitivním kovem



- Elektrolýza tavenin oxidu hlinitého a kryolitu (bauxit)

## Použití:

- B – řídicí tyče v jaderných reaktorech, hutnictví neželezných kovů
- Al – aluminotermie (  $3\text{MnO}_2 + 4\text{Al} \longrightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Mn}$  ), slitina dural (90 - 96 % Al + 4 - 6 % Cu s menšími přísadami Mg, Mn), alobal
- Ga – náplň do vysokoteplotních teploměrů, elektrotechnika
- In – polovodiče
- Tl – deratizační prostředek

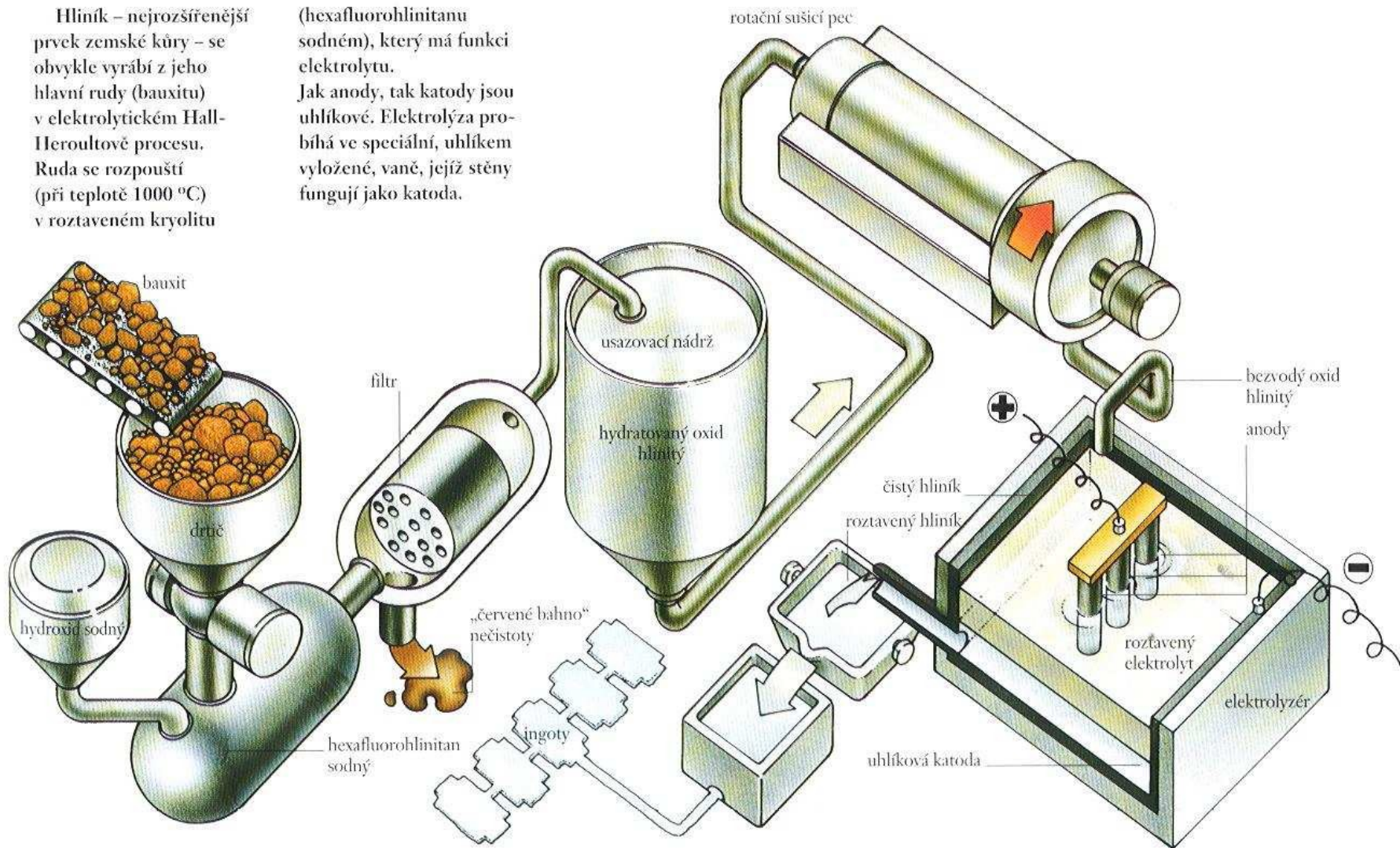
## Sloučeniny:

- boridy, borany
- oxidy
- kyseliny
- soli
- hydroxidy
- halogenidy

# Výroba hliníku

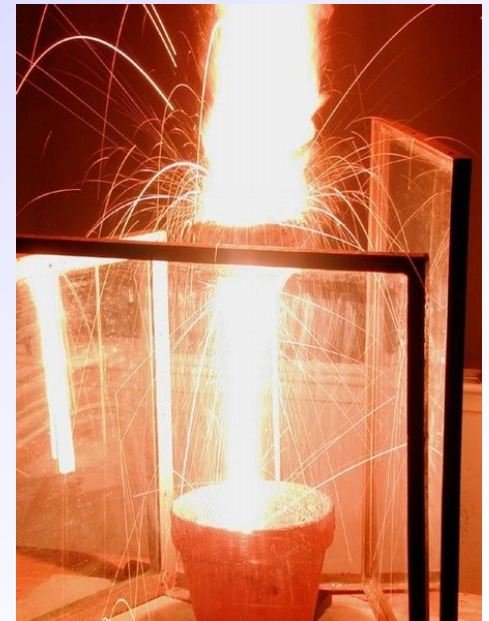
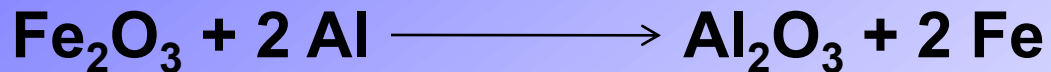
Hliník – nejrozšířenější prvek zemské kůry – se obvykle vyrábí z jeho hlavní rudy (bauxitu) v elektrolytickém Hall-Heroultově procesu. Ruda se rozpouští (při teplotě 1000 °C) v roztaveném kryolitu

(hexafluorohlinitanu sodném), který má funkci elektrolytu. Jak anody, tak katody jsou uhlíkové. Elektrolyza probíhá ve speciální, uhlíkem vyložené, vaně, jejíž stěny fungují jako katoda.



# Aluminotermie

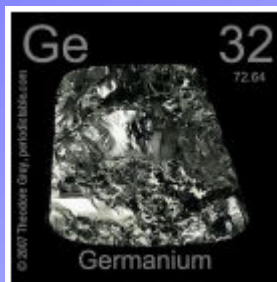
- hliník je značně afinitní ke kyslíku
- aluminotermie je druhem metalotermie
- jedná se o redukci práškovým hliníkem, která probíhá za vysoké teploty a je provázena uvolněním velkého množství tepelné a světelné energie
- používá se na výrobu kovu z jejich oxidu





# p<sup>2</sup> prvky

C, Si, Ge, Sn, Pb



## Výskyt:

- diamant, grafit, fullereny, kalcit  $\text{CaCO}_3$ , magnezit  $\text{MgCO}_3$ , oxidy uhlíku, křemen  $\text{SiO}_2$ , křemičitany, hlinitokřemičitany, galenit  $\text{PbS}$ , kasiterit  $\text{SnO}_2$ ...

## Vlastnosti:

- elektronová konfigurace  $ns^2np^2$
- C a Si jsou nekovy, Ge je polokov, Sn a Pb jsou typické kovy
- schopnost uhlíku řetězit se a tvořit různé typy vazeb - množství sloučenin uhlíku (**organická**, anorganická chemie)

	C	Si	Ge	Sn	Pb
atomové číslo	6	14	32	50	82
oxidační stupně	-IV II, IV	-IV (II), IV	II, IV	II, IV	II, IV

# Uhlík C

Protonové číslo: 6

Teplota tání: 3530 C

Teplota varu: 4200 C

El.konfigurace:  $1s^2 2s^2 2p^2$

Formy uhlíku-elementární uhlík

-anorganické sloučeniny

-organické sloučeniny

Skupina: nekovy

Skupenství: pevné

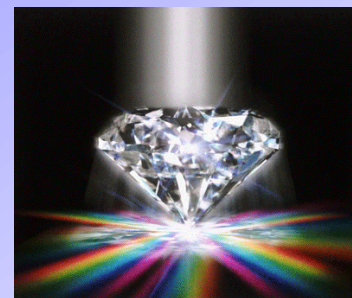
Atomová hmotnost:  $12,0107\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$



**Elementární uhlík** je typický nekovový prvek, který se vyskytuje v několika modifikacích:

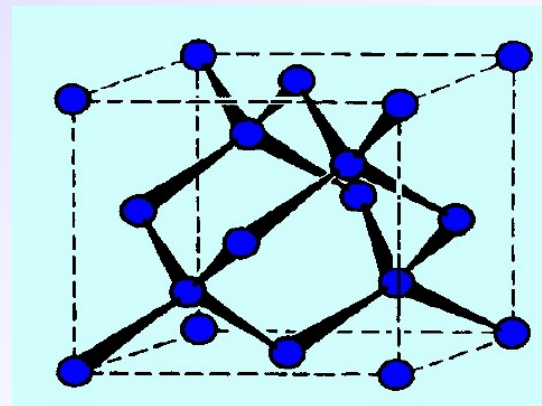
## Diamant

- průhledná krystalická forma uhlíku, krystalová soustava je kubická
- nejtvrdší přírod. látka
- atomy jsou spojeny pevnými kovalentními vazbami, které způsobují vysokou tvrdost a vysokou teplotu tání (3 750 °C)
- čisté diamanty slouží po vybroušení do brilantového tvaru pro svůj vysoký index lomu (2,42) a tvrdost jako drahokamy, hmotnost diamantů je udávána v karátech (1 karát = 0,2 g), neprůhledné či černé diamanty (bort), eventuálně diamanty vyrobené uměle se používají jako brusný materiál
- syntetické diamanty se vyrábějí z grafitu rozpuštěného v roztaveném kovu (nikl, kobalt) za vysokých teplot a tlaků (2000 - 3000 °C, 10 GPa)
- chemická reaktivita diamantů je nízká, shoří teprve zahřátím na 930 °C
- silnými oxidačními činidly (tavení s  $\text{KNO}_3$ , konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  +  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) je možno diamant zoxidovat na  $\text{CO}_2$



C—C 154 pm  
vazebné úhly jsou stejné, 109,5 °

- Uhlík je v hybridizaci  $sp^3$ , uhlík se nachází ve středu tetraedru.

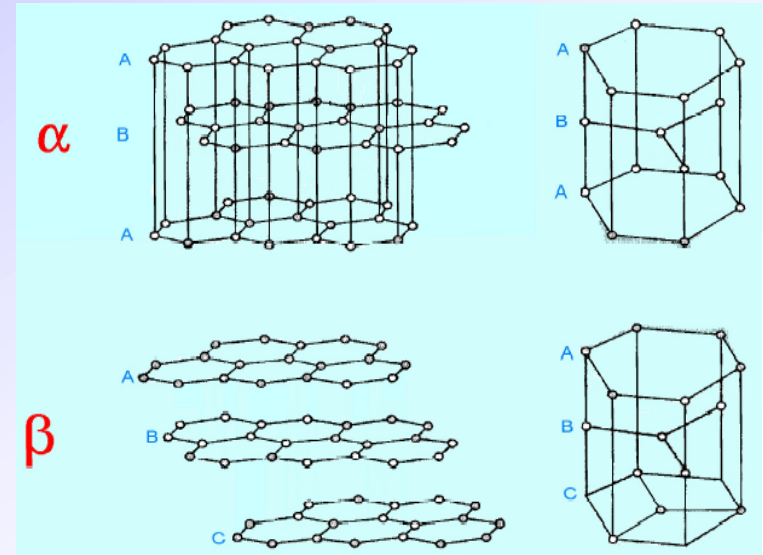
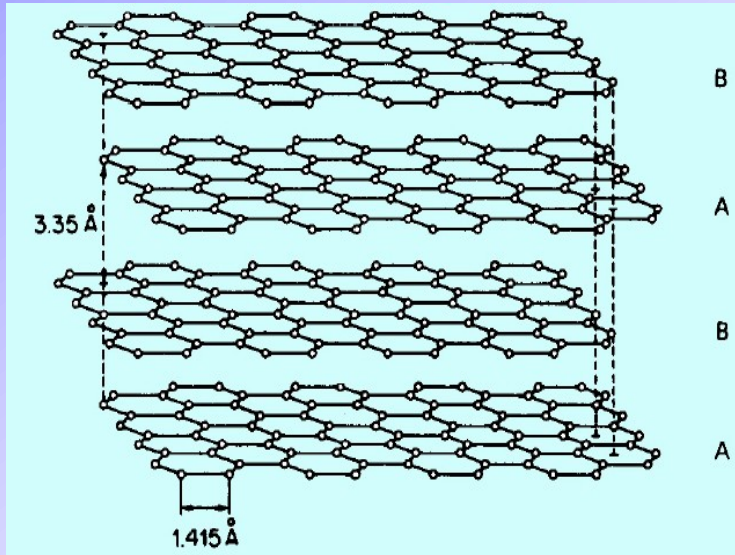


# Grafit

- šedá krystalická forma uhlíku, atomy jsou uspořádány šesterečně, hybridizace  $sp^2$  s delokalizovanými  $\pi$ -vazbami - dobrá tepelná a elektrická vodivost
- atomy jsou ve vrstvách spojeny silnými kovalentními vazbami, (avšak mezi vrstvami slabými silami, které umožňují po sobě klouzat a způsobují měkkost, otíratelnost a šupinkovitost)
- **jediný nekov vedoucí el. proud a teplo**
- vzdálenost uhlíkových atomů v rovině je 141,5 pm, což je vzdálenost kratší než odpovídá jednoduché vazbě C- C a odpovídá vazebnému řádu 1,33 (  $\Rightarrow$  delokalizace  $\pi$  - elektronové hustoty)
- použití: mazadlo, při elektrolýze, na kontakty v elektromotorech a na tužky
- černý uhlík, lesklý uhlík, saze aj. jsou mikrokrytalické formy grafitu



- vzdálenost mezi vrstvami 335 pm
- vzdálenost stejných vrstev 669 pm

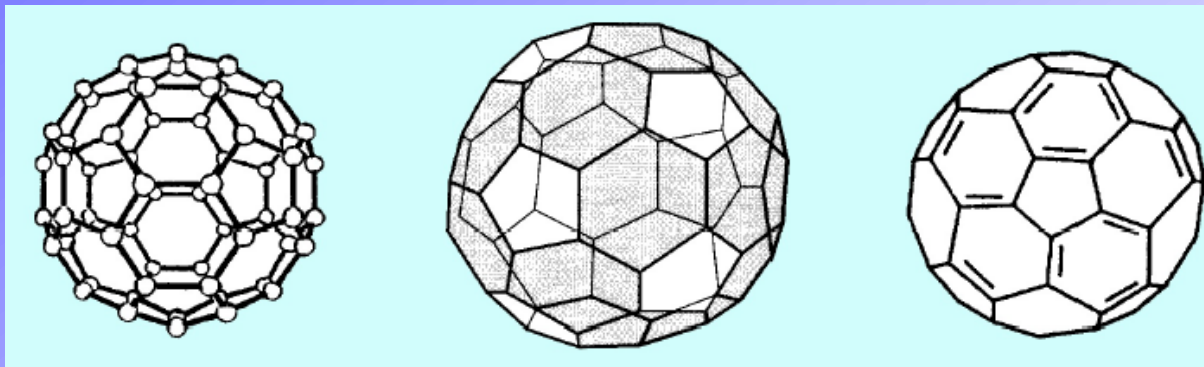




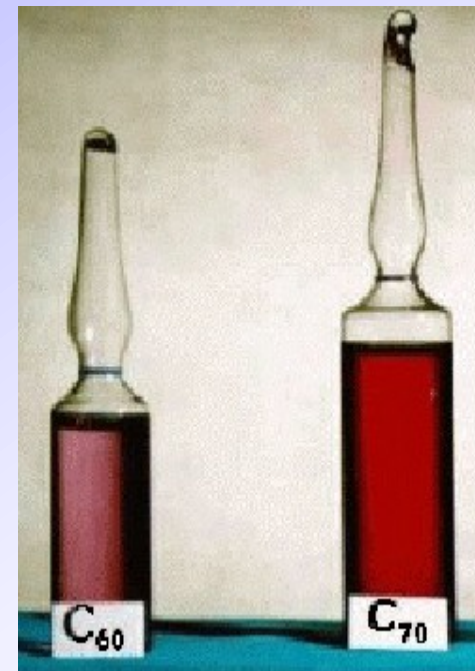
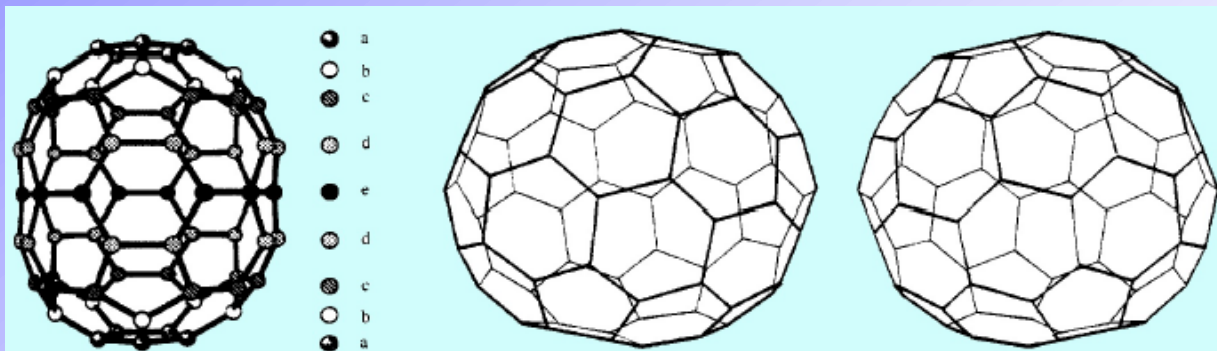
# Fullereny

- struktura fullerenů připomíná tvarem kopací míč a je tvořena pěti a šestičlennými uhlíkatými cykly
- podle poměru těchto cyklů byly identifikovány klastry o složení  $C_{60}$ ,  $C_{70}$ ,  $C_{76}$ ,  $C_{78}$ ,  $C_{90}$  ...

$C_{60}$



$C_{70}$

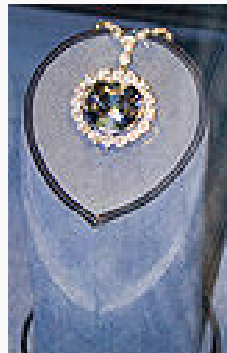


- Fullereny se uměle připravují pyrolýzou organických sloučenin laserem.
- Za objev a studium vlastností fullerenů byla roku 1996 udělena NC za fyziku.

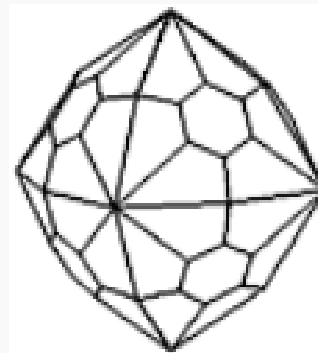
# Alotropické modifikace uhlíku



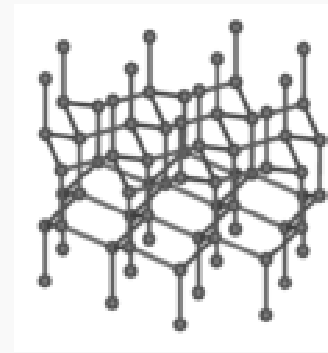
minerál grafit



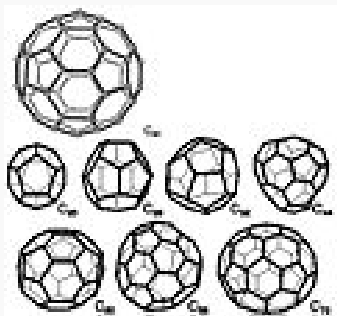
diamantový náhrdelník



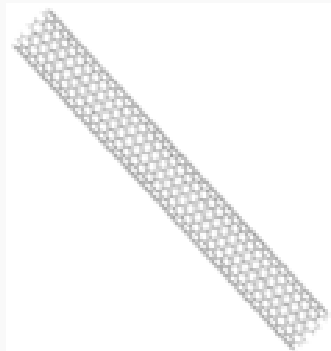
krystalový tvar diamantu



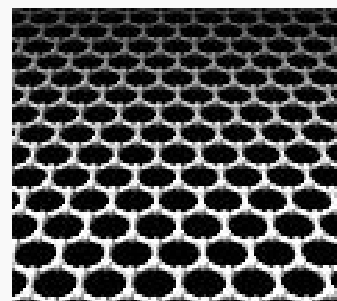
krystalová struktura  
lonsdaleitu



struktura neznámějších  
fullerenů



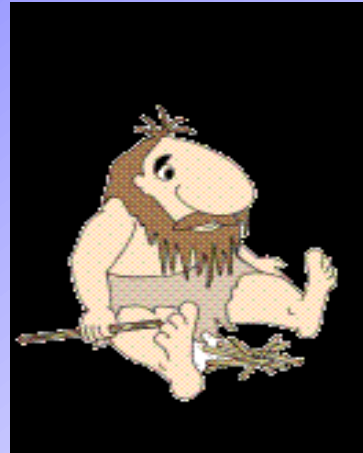
struktura uhlíkové  
nanotrubice



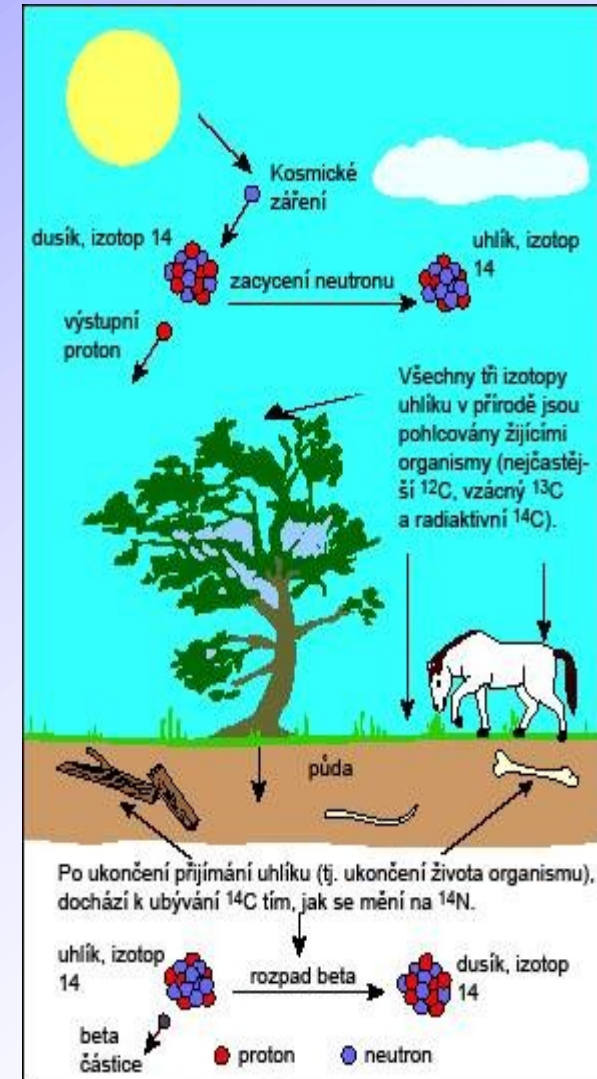
struktura grafenu

# Radiouhlíková metoda (metoda $^{14}\text{C}$ )

- Radiouhlíková metoda je pojmenování pro proces, kterým lze, pomocí poměru „obyčejného“ a radioaktivního uhlíku, zjistit přibližné stáří daného (uhynulého) organismu.

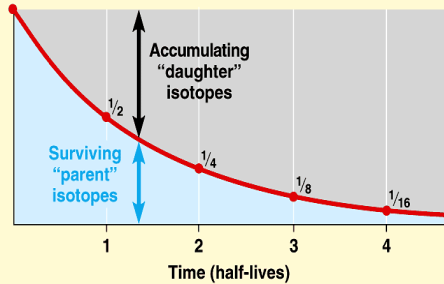
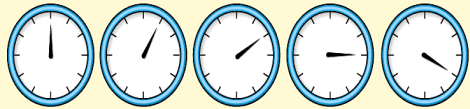
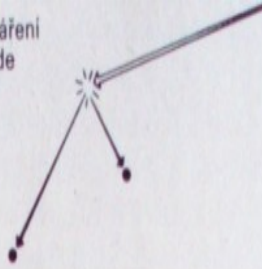


- Metodu určování stáří pomocí radioaktivního uhlíku  $^{14}\text{C}$  vyvinul Američan Willard F. Libby z University of Chicago. V roce 1960 za ni dostal Nobelovu cenu za chemii.



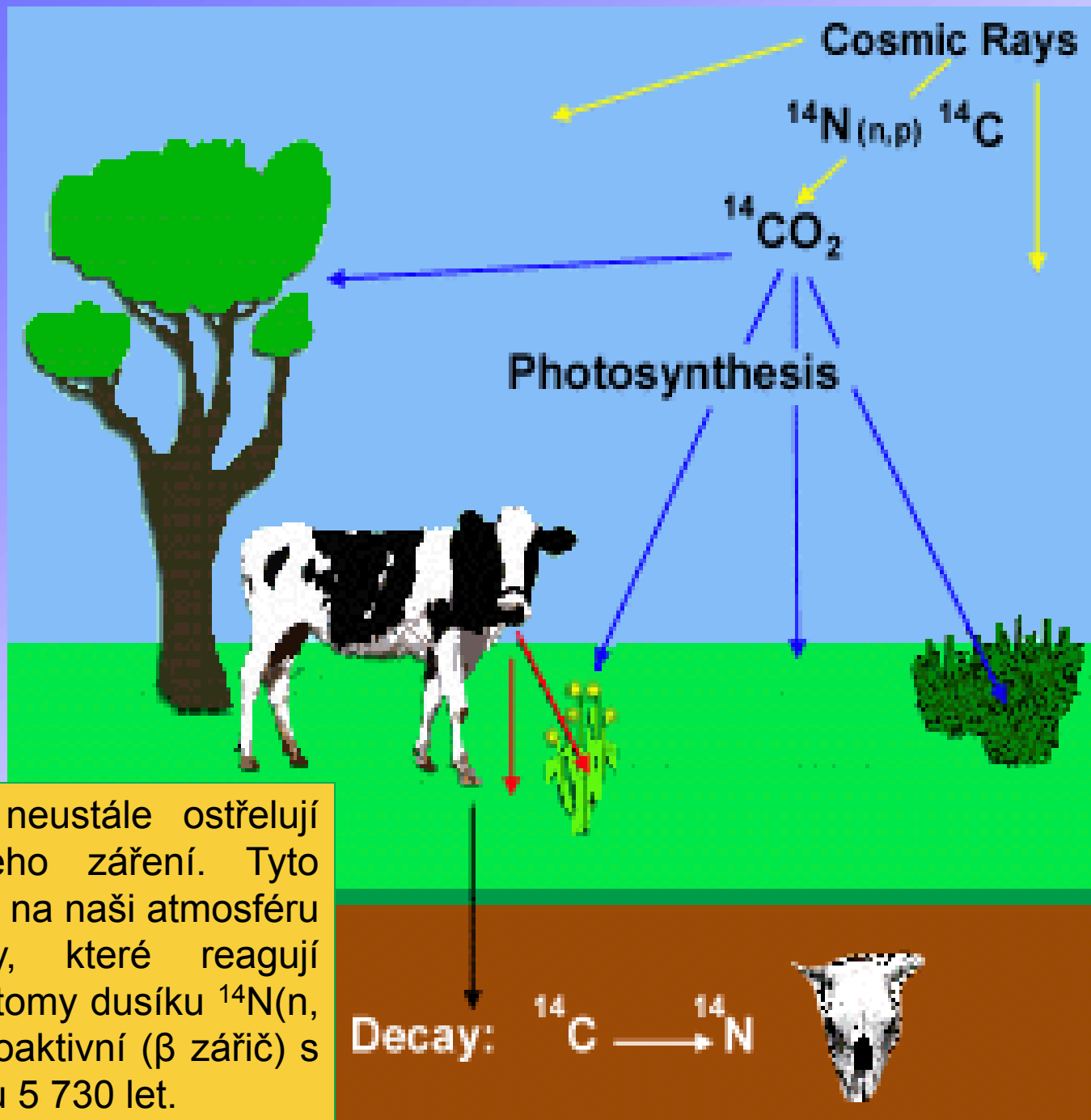
## radiouhlíková metoda

Střetnutí kosmického záření s vnější atmosférou vede ke vzniku neutronů



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

- Atmosféru Země neustále ostřelují paprsky kosmického záření. Tyto paprsky při dopadu na naši atmosféru generují neutrony, které reagují s atmosférickými atomy dusíku  $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ , který je radioaktivní ( $\beta$  zářič) s poločasem rozpadu 5 730 let.

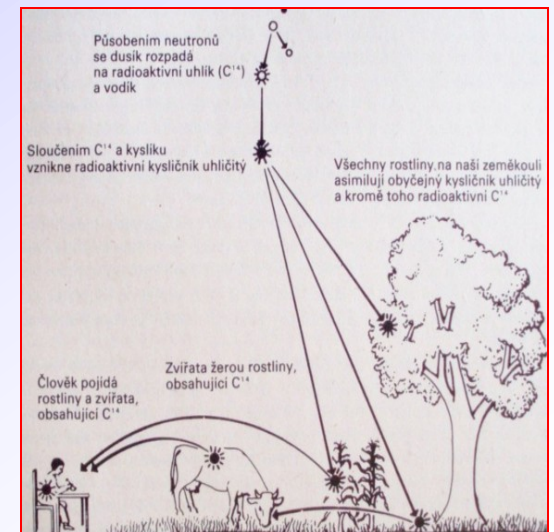




- $^{14}\text{C}$  uhlík reaguje v atmosféře s kyslíkem za vzniku  $\text{CO}_2$ , který rostliny přirozeně vážou do svých pletiv v rámci fotosyntézy. Zvířata a lidé konzumují rostliny a s nimi i  $^{14}\text{C}$ . Poměr normálního uhlíku  $^{12}\text{C}$  a radioaktivního  $^{14}\text{C}$  v atmosféře a v tělech všech živých organismů je v daném čase konstantní. Uhlík  $^{14}\text{C}$  se v tělese neustále rozpadá, avšak je neustále nahrazován novým  $^{14}\text{C}$  přijímaným v potravě. V této chvíli je v našich tělech stejně jako ve všech žijících organismech na Zemi stejná poměr  $^{12}\text{C}$  k  $^{14}\text{C}$ .

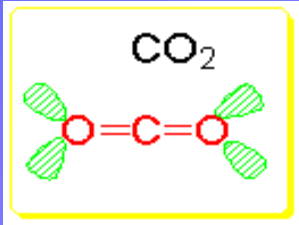
Ve chvíli kdy organismus umírá, přestává přijímat s potravou nový uhlík. V okamžiku smrti je poměr  $^{12}\text{C} : ^{14}\text{C}$  stejný jako u všech živých bytostí, avšak  $^{14}\text{C}$  se neustále rozpadá a není nahrazován,  $^{12}\text{C}$  zůstává konstantní.

- Srovnáním poměru  $\text{C}^{12} : ^{14}\text{C}$  v daném vzorku můžeme určit před kolika lety organismus zemřel.
- V 1g uhlíku izolovaném z živého organismu, proběhne 16 rozpadů za minutu. Naměříme-li tedy např. v 1g vzorku (kostry) 4 rozpady za minutu, organismus zemřel přibližně před 11 400 lety.
- Tato metoda funguje do rozsahu přibližně 60 000 let.



# Oxidy uhlíku

## oxid uhličitý



• CO<sub>2</sub> je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, slabě kyselého zápachu, stálý, nejedovatý, nedýchatelný (ale váže se na erythrocyty), těžší než vzduch.

• Vzniká:

- reakcí uhlíku s kyslíkem (spalováním):  $C + O_2 \rightarrow CO_2$ ,
- hořením CO (např. svítiplynu) nebo organických látek:  $2 CO + O_2 \rightarrow 2 CO_2$ ,  
 $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$  za vývinu tepla (spalování biomasy).
- v laboratoři se připravuje reakcí uhličitánů silnými kyselinami:
- $CaCO_3 + 2 HCl \rightarrow CO_2 + CaCl_2 + H_2O$ .
- průmyslově se vyrábí CO<sub>2</sub> tepelným rozkladem (žiháním) vápence :  
 $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ .

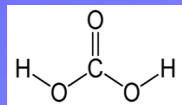
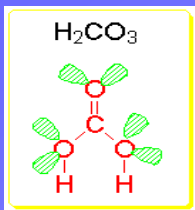
• Ve vodě se snadno rozpouští, zčásti se slučuje s vodou na kyselinu uhličitou:  
 $CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3$ .

• Je produktem dýchání většiny živých organismů, kde je spolu s vodou konečným produktem metabolické přeměny živin obsažených v potravě.

• Použití: pevný CO<sub>2</sub> – suchý led (- 78, 5 °C) – chladicí médium, kapalný CO<sub>2</sub> – náplň do sněhových hasicích přístrojů, výroba nápojů.

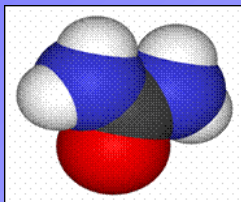
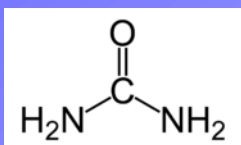


## kyselina uhličitá



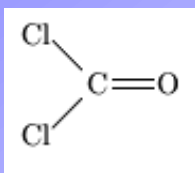
- $\text{H}_2\text{CO}_3$  vzniká rozpuštěním  $\text{CO}_2$  v  $\text{H}_2\text{O}$ . Má slabě kyselou reakci.  $\text{H}_2\text{CO}_3$  nelze z roztoku izolovat.
- Existují dvě řady solí – uhličitany a hydrogenuhličitany ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – uhličitán sodný (soda),  $\text{K}_2\text{CO}_3$  – uhličitán draselný (potaš),  $\text{CaCO}_3$  – uhličitán vápenatý (vápeneč)).

## močovina



- Derivátem  $\text{H}_2\text{CO}_3$  je močovina  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .
- V roce 1828 jí Friedrich Woehler připravil reakcí kyanatanu draselného se síranem amonným.
- Močovina je syntetizována v močovinovém cyklu v játrech.
- Močovina, v lékařství nazývaná urea, v nesprávné koncentraci v těle může způsobit nemoc *urémie*.
- Výroba:  $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{COONH}_4$ .
- Užití: výroba plastů a pryskyřic, dusíkatá hnojiva

## fosgen



$\text{COCl}_2$  (dichlorid karbonylu) je prudce jedovatý, dusivý bezbarvý plyn.

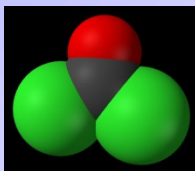
$\text{COCl}_2$  vzniká slučováním ( $t = 130\text{-}150\text{ }^\circ\text{C}$ , katalyzátor aktivní uhlí/ platina)

$\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$ , působením světla (UV) na směs plynů.

Chemické reakce:  $\text{COCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl}$ ,  $\text{COCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{HCl}$ .

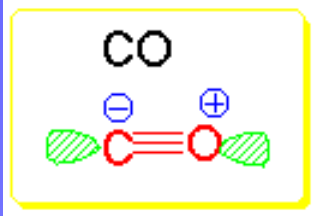
Za první světové války byl použit jako bojový plyn ( $\text{LCt}_{50} 3200\text{ mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$ ).

Hydrolyza je příčinou jedovatého účinku na lidský organizmus, ve styku s vodou vzniká kyselina chlorovodíková leptající sliznice. Při vdechnutí do plic dochází k edému s následkem smrti.





## Oxid uhelnatý



- CO je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, lehčí než vzduch, nedráždivý, ve vodě málo rozpustný. Je obsažen ve svítiplynu a ve vodním plynu. Má silně redukční vlastnosti.

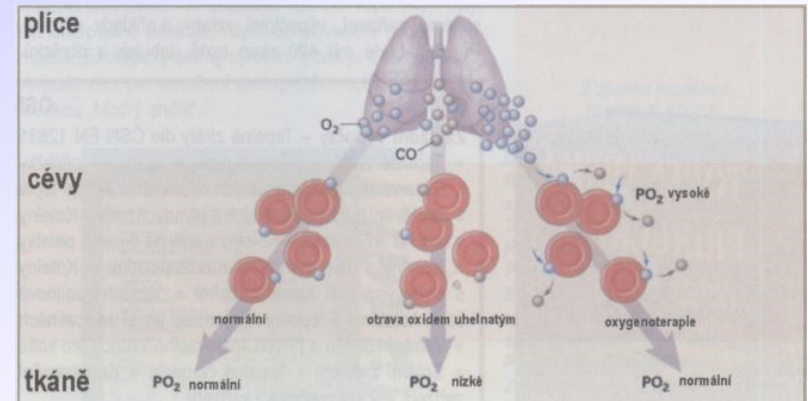
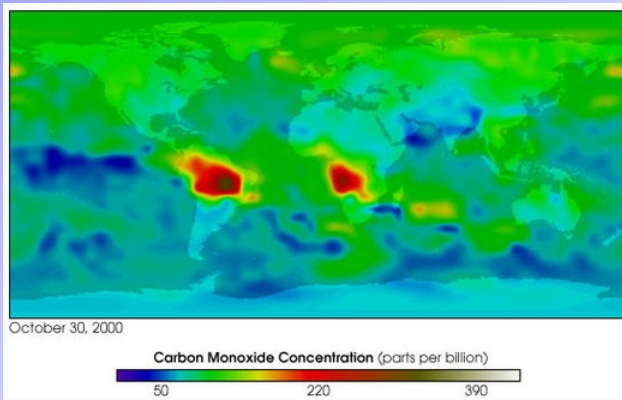
- V přírodě je přítomen v atmosféře, kde vzniká fotolýzou  $\text{CO}_2$  (UV), jako produkt nedokonalého spalování fosilních paliv, je obsažen v sopečných plynech. V mezihvězdném prostoru se vyskytuje ve značném množství. Škodlivý pro životní prostředí (katalyzátory v autech).

- Připravuje se spalováním:  $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$ , reakcí vodní páry s uhlíkem za vysokých teplot (příprava vodního plynu):  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$ .

- S kyslíkem se prudce slučuje (hoří namodralým plamenem) :  
 $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$  za uvolnění tepla.

- CO je značně jedovatý, jedovatost je způsobena silnou afinitou k hemoglobinu - tvoří karboxyhemoglobin, čímž znemožňuje přenos kyslíku. Vazba CO na hemoglobin je 200x – 300x silnější než kyslíku.

- Užití: plynné palivo



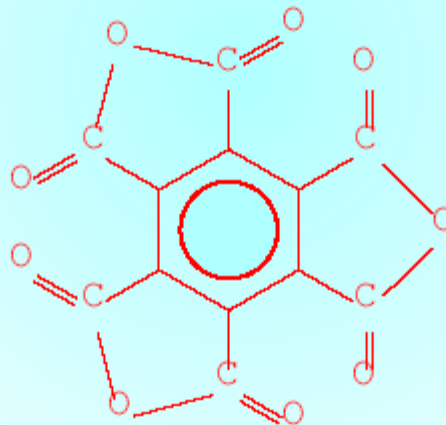
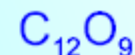
# Suboxydy uhlíku

- $C_3O_2$ ,  $C_5O_2$  či  $C_{12}O_9$  (nemají praktický význam)

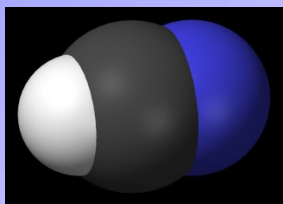


anhydrid kyseliny malonové

anhydrid kyseliny mellitové



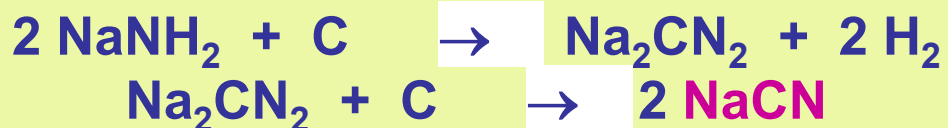
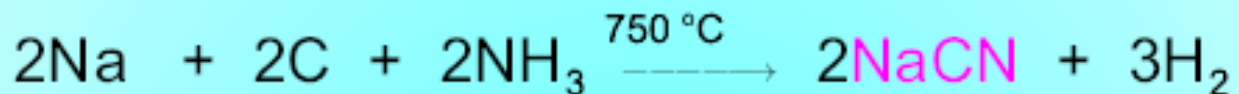
## kyanovodík



- HCN je bezbarvá, lehce těkává kapalina (bod varu je 26,5 °C) s intenzivním pachem hořkých mandlí. Soli kyanovodíku – **kyanidy** se mohou rozkládat za vzniku kyanovodíku. Roztok kyanovodíku ve vodě je označován jako **kyselina kyanovodíková**.
- Vyrábí se reakcí  $NH_3$  s  $CO$  ( $t = 500-700$  °C).
- Kyanovodík je velmi silný jed ( $LD_{50} = 1,5$  mg/kg). Toxický účinek spočívá v blokování enzymů tkáňového dýchání. Transport kyslíku v krvi je zachován, ale nastává tkáňová hypoxie.
- Využití: organická syntéza, pesticid, bojový plyn, při vykonávání trestu smrti v plynových komorách

# Kyanidy

Výroba:



Vlastnosti:

- kyanidový anion je izostrukturální a izoelektronový s molekulou CO
- je výborným ligandem
- vodné roztoky alkalických kyanidů reagují v důsledku hydrolyzy silně zásaditě
- kyanidy jsou jedovaté
- kyanidy těžkých kovů jsou explozivní

Loužení zlata z rud – kyanidový způsob:



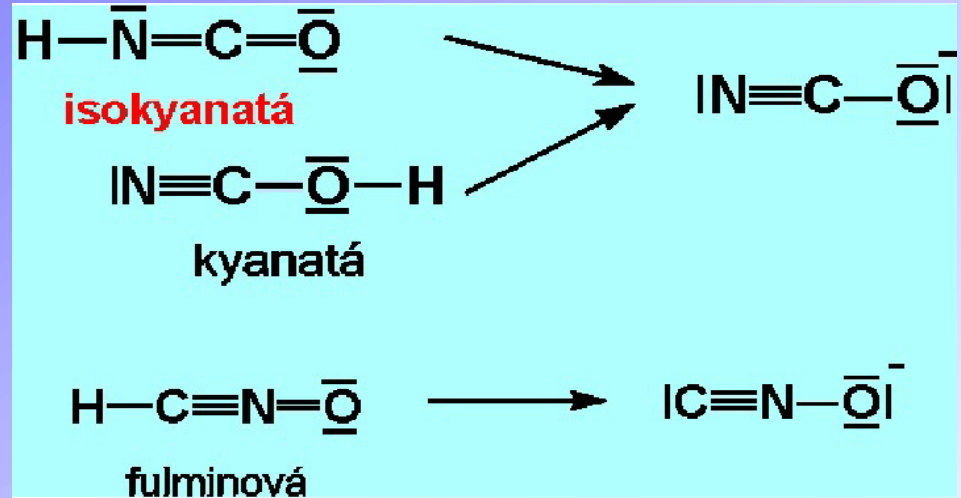
# CN sloučeniny

## Kyselina kyanatá a její izomery

Vzniká odštěpením  
amoniaku z močoviny



- izomery jsou rozlišitelné u esterů



**Kyanatany** se snadno připravují oxidací kyanidů :



**Thiokyanatany** (rhodanidy) jsou soli kyseliny thiokyanaté  $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{S}$ .

Připravují se oxidací kyanidů sírou  $\text{KCN} + \text{S} \rightarrow \text{KNCS}$

Ion  $\text{SCN}^-$  je častým ligandem v komplexech, může vytvářet  $\sigma$ -vazbu elektronovým párem dusíku nebo síry, vytváří i můstky.

Od krvavě červených komplexů s  $\text{Fe}^{3+}$  dostaly rhodanidy jméno.

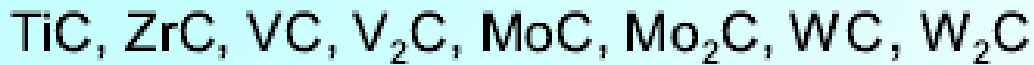
**Kyselina thiokyanatá  $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{S}$  je silnou kyselinou.**

# Karbidy

## Iontové karbidy (především acetylidy)



## Intersticiální karbidy



$r > 130 \text{ pm}$

K zaplňování kovové struktury uhlíkem může docházet postupně  $\Rightarrow$  proto mohou vznikat i látky nestechiometrického složení

Obvykle si uchovávají elektrickou vodivost, velmi vzrůstá teplota tání, tvrdost a jiné fyzikální konstanty.

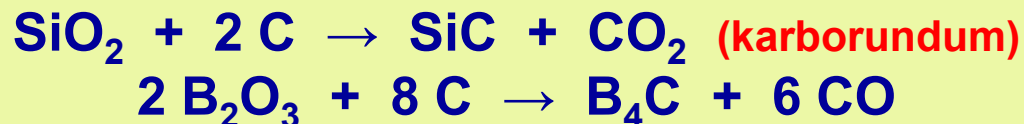
## Přechodné karbidy



$r < 130 \text{ pm}$

Tvoří přechod mezi skupinou intersticiálních a iontových karbidů.

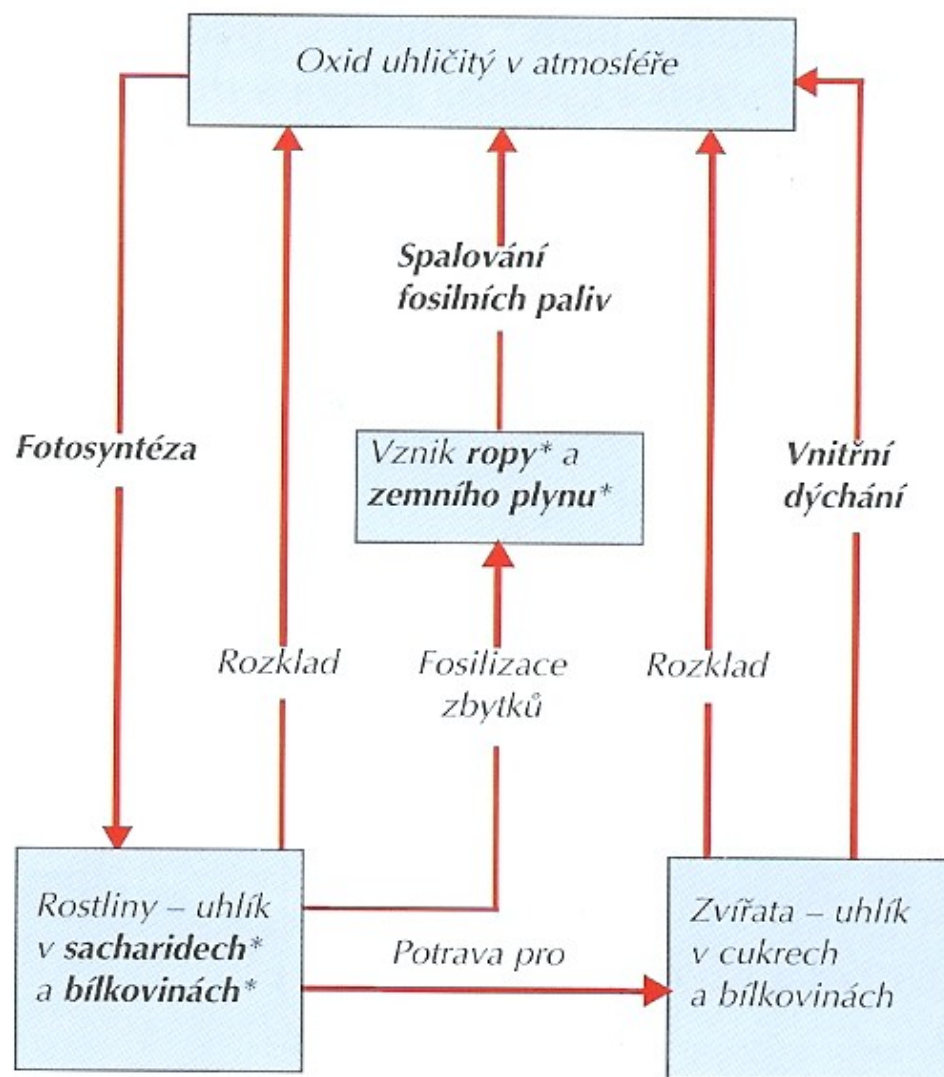
## Kovalentní karbidy



- tvrdé (struktura diamantu)
- chemicky odolné, vysoké t.t.
- brusný materiál

# Uhlíkový cyklus

Stálá cirkulace uhlíku vzduchem, půdou a těly rostlin a živočichů.





# Organické sloučeniny uhlíku

Organické sloučeniny jsou chemické látky, které obsahují vazbu C-C. Každý atom uhlíku je schopný tvořit celkem 4 tzv. jednoduché vazby, mimo to i vazbu dvojnou C=C a vazbu trojnou. Mohou tedy tvořit dlouhé řetězce s lineární nebo rozvětvenou strukturou. Spolu s uhlíkem se v organických sloučeninách vyskytují i prvky - vodík, kyslík, dusík, síra a fosfor, halogeny, křemík... Existuje proto velké množství organických sloučenin.

• Uhlovodíky jsou sloučeniny, které v molekule obsahují atomy uhlíku a vodíku.

Dělení uhlovodíků:

- **Alifatické** – lineární uhlovodíky
- **Alicyklické** – cyklické uhlovodíky

Dělení uhlovodíků podle vazeb:

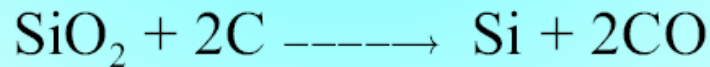
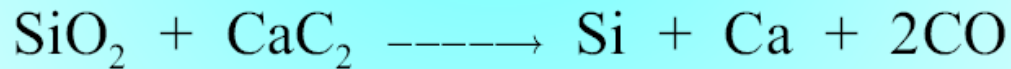
- **Alkany** - nasycené uhlovodíky s molekulou bez násobných vazeb C-C. (dvojných a/nebo trojných) mezi atomy uhlíku (v uhlíkovém řetězci). Obecný vzorec alkanů je obecný vzorec pro alkeny je  $C_nH_{2n+2}$ . Dříve se alkany nazývaly **parafiny**.
- **Alkeny** - nenasycené uhlovodíky, které mají mezi atomy uhlíku v molekule s otevřeným řetězcem jednu dvojnou vazbu C=C. Názvy alkenů jsou zakončeny na **-en**, obecný vzorec pro alkeny je  $C_nH_{2n}$ . Dříve se nazývaly **olefiny**.
- **Alkiny** - Alkiny jsou uhlovodíky, které v otevřeném uhlíkatém řetězci mají mezi atomy uhlíku jednu trojnou vazbu  $C \equiv C$ . Název alkinů je zakončen na koncovku **-in**, obecný vzorec pro alkiny je  $C_nH_n$ .
- **Alkadieny** – v molekule je přítomno více násobných vazeb
- **Aromatické uhlovodíky** – obsahují aromatické jádro s delokalizovanými  $\pi$  elektrony



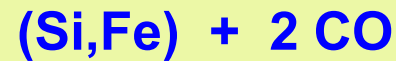
# Křemík

• Druhý nejrozšířenější prvek na Zemi (po kyslíku). V přírodě se vyskytuje jen v podobě kyslíkatých anorganických sloučenin (křemen  $\text{SiO}_2$ , křemičitany, hlinitokřemičitany).

Výroba  
křemíku:



• v elektrické peci



• ferrosilicium

Výroba  
čistého  
křemíku:

- redukce  $\text{SiCl}_4$  vodíkem v žáru
- termický nebo rozklad  $\text{SiH}_4$
- redukce  $\text{SiCl}_4$  hořčíkem
- exotermní reakcí



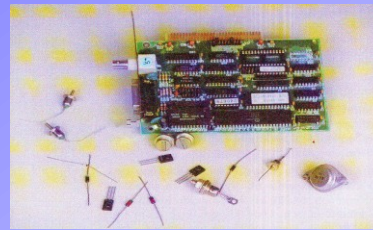
Výroba  
extrémně  
čistého  
křemíku:

extrémně čistý křemík (čistoty 99,99 % pro elektrotechnické účely) se získává tzv. zonální tavbou

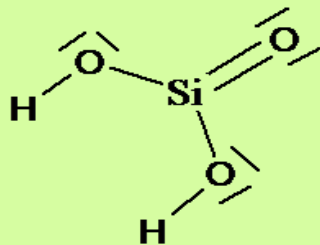
- Si je polokov, tmavošedý, kovově lesklý, tvrdý, vazby mají kovalentní charakter, nejčastější mocenství  $\text{Si}^{+4}$ , ne moc reaktivní, rezistentní vůči kyselinám (mimo HF).
- Použití: základní materiál pro výrobu polovodičových součástek, ale i jako základní surovina pro výrobu skla a významná součást keramických a stavebních materiálů.

# Sloučeniny:

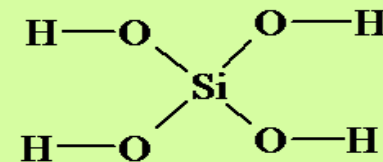
- **Silicidy** – Si + kov
- **Silany** – Si + H
- **halogenidy křemičité**
- **oxid křemičitý** – SiO<sub>2</sub> je pevná, tvrdá, chemicky odolná, obtížně tavitelná, tetraedrická látka. V přírodě se vyskytuje jako písek, záhněda, ametyst, citrín, růženín, křišťál. Používá se na výrobu skla, porcelánu, stavebních hmot.
- **Kyselina křemičitá** – vznik okyselením vodných roztoků alkalických křemičitanů nebo hydrolyzou halogenidů křemičitých, silikagel (adsorbent)
- **Křemičitany, hlinitokřemičitany** – ostrůvková, řetězová, vrstevnatá, prostorová struktura
- **Silikony** – syntetické hydrofobní organopolymerní sloučeniny



kyselina křemičitá:



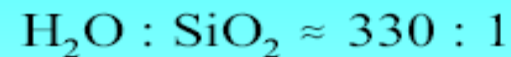
kyselina metakřemičitá

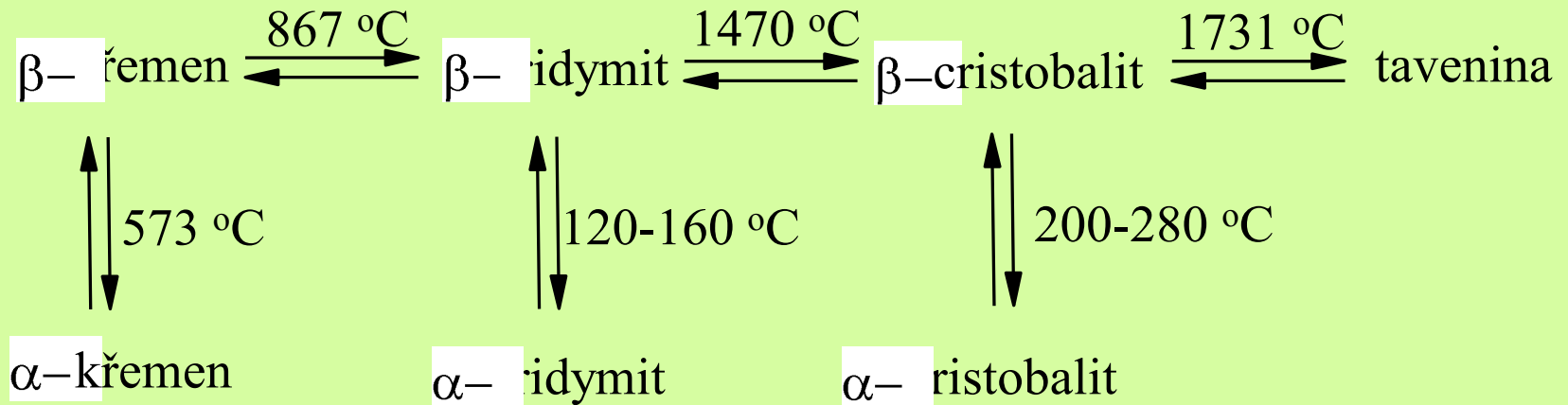


kyselina orthokřemičitá



sol/gel





## Křemenné sklo

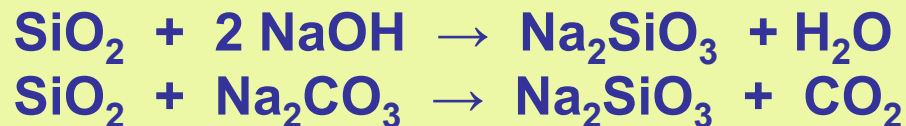
- Roztavením a rychlým ochlazením dochází u křemene k zborcení krystalové struktury a náhodnému pospojování tetraedrů  $\text{SiO}_4$  za vzniku křemenného skla.
- Na rozdíl od zákonité krystalové stavby křemene (nebo tridymitu či kristobalitu) vzniká sklovitá amorfní látka, mající některé pro praktické účely velmi výhodné vlastnosti (nízký koeficient roztažnosti, vysokou teplotu tání, propustnost pro UV oblast spektra).
- Dlouhodobým zahříváním (temperováním) skla blízko teploty tání dochází k tvorbě zárodečných krystalů, sklo se „rozesklívá“.

**Amorfní oxid křemičitý (silikagel)** - je možno získat termickou dehydratací gelů kyseliny křemičité (obvykle je pak částečně hydratovaný)

- má výrazné schopnosti adsorpce na svém povrchu
- V přírodě se nachází celá řada krystalických i amorfních, bezvodých i částečně hydratovaných minerálů  $\text{SiO}_2$ .
- Některé slouží jako polodrahokamy (např. **drahý opál.**)

### Vlastnosti oxidu křemičitého

- Všechny formy  $\text{SiO}_2$  jsou chemicky neobyčejně odolné (viz energie vazby Si-O).
- Redukuje se uhlíkem či Mg, eventuálně Al, za vysokých teplot.
- $\text{SiO}_2$  reaguje pouze s HF a s alkalickými hydroxidy či uhličitany, štěpí se vazby **Si—O—Si**, vazby **Si—O** však zůstávají zachovány.



**Použití:** Technický oxid křemičitý (písek) slouží k výrobě skla a ve stavebnictví.



# Cín

- Vyskytuje se na Zemi jako kasiterit (cínovec)  $\text{SnO}_2$ .
- Je stříbrolesklý, tažný, odolný.
- Vyrábí se redukcí oxidu cíničitého.
- Používá se k výrobě bronzu ( $\text{Cu} + \text{Sn}$ ).



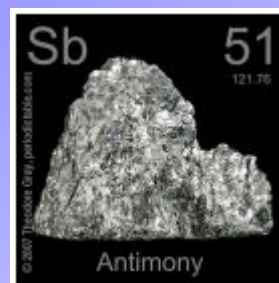
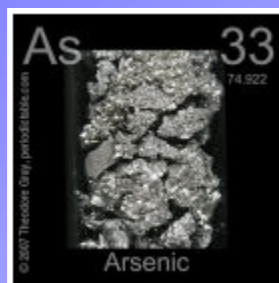
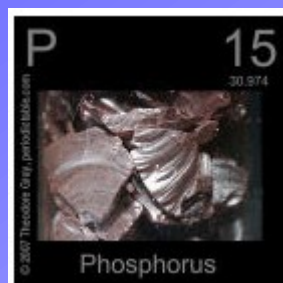
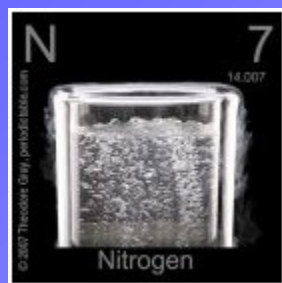
# Olovo

- Vyskytuje se na Zemi galenit  $\text{PbS}$ .
- Je šedý, měkký kov, odolný (rozpouští se v  $\text{HNO}_3$ ).
- Vyrábí se pražením galenitu na oxid olovnatý a jeho redukcí.
- Používá se k výrobě obalů kabelů, elektrod pro akumulátory, obaly na RTG
- Sloučeniny  $\text{Pb}$  jsou jedovaté. Oxid olovnato-olovičitý  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  (suřík / minium) – výroba antikoročních nátěrových směsí



# p<sup>3</sup> prvky

N, P, As, Sb, Bi



## Výskyt:

- atmosferické plyny, sopečné plyny, apatit, fluoroapatit, dusičnany, amoniak, Chilský ledek ( $\text{NaNO}_3$ ), guano

## Vlastnosti:

- elektronová konfigurace  $ns^2np^3$
- N a P jsou nekovy (tvoří kovalentní vazby), As, Sb jsou polokovy, Bi je typický kov. As a Sb jsou amfotery. V oxidačním stupni V mají oxidační vlastnosti. As upřednostňuje koordinační číslo 4, Sb v antimoničnanech má většinou koordinační číslo 6.

	N	P	As	Sb	Bi
atomové číslo	7	15	33	51	83
oxidační stupně	-III až +V	-III až +V	-III, +III, +V	-III +III +V	-III +III +V

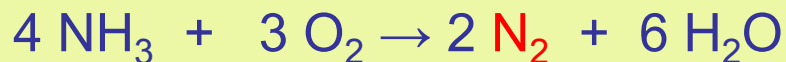
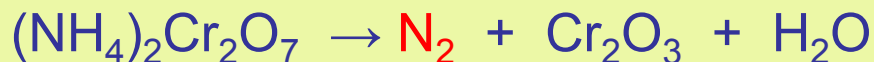




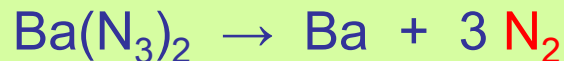
## Vlastnosti:

- Dusík je plyn bez barvy, chuti a zápachu. Není toxický ani nebezpečný.
- Tvoří dvouatomové molekuly, které jsou spojené velmi pevnou trojnou vazbou - nízká reaktivita. Nejčastější oxidační stav je – III do V.
- Dusík je inertní plyn. Za laboratorní teploty reaguje pouze s Li a Pu. Naproti tomu atomární dusík je velmi reaktivní a nelze ho uchovávat.
- Dusík má po kyslíku a fluoru třetí největší hodnotu elektronegativity a proto u něj převládá schopnost vytvářet anion - nitridový ion  $N^{3-}$ . Pouze ve sloučeninách s kyslíkem a fluorem je schopen tvořit ionty, kde se uplatňuje v kladné valenci (v dusičnanech  $N^{5+}$ ).

## Příprava:



Příprava velmi čistého dusíku:



**Výroba:** frakční destilací zkapalněného vzduchu

	t.v., °C
$N_2$	- 196
$O_2$	- 183

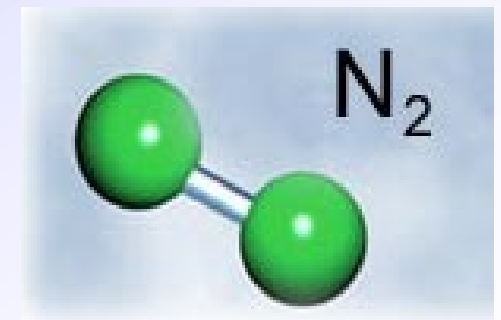
## Použití:

• Dusík ve směsi s argonem se používá na plnění žárovek. Dusík je výchozí surovina pro výrobu amoniaku, kyseliny dusičné a jejich solí (průmyslová dusíkatá hnojiva), inertní atmosféra, chladicí médium...



## Sloučeniny:

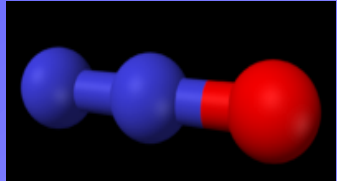
- Amoniak - *amidy, imidy, nitridy, hydrazin, hydroxylamin hydroxid amonný, močovina*
- Halogenidy dusíku
- Oxidy dusíku – oxid dusný, oxid dusnatý, oxid dusitý, oxid dusičitý
- Kyseliny dusíku – kyselina dusičná, kyselina dusitá, kyselina dusičitýdusičná, kyselina azidvodíková
- Organické sloučeniny – nitrosloučeniny, nitrososloučeniny, aminy, amoniové soli, kyanatany, isokyanatany, thiokyanatany, azosloučeniny, diazoniové soli, laktamy...
- Heterocyklické sloučeniny



# Oxidy dusíku

- Oxidy dusíku jsou známy od  $N^{+1}$  až do  $N^{+5}$ .
- Nejčastějšími jsou oxidy:  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_5$ ,  $N_2O_3$ ,  $N_2O$ .

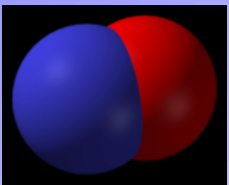
## Oxid dusný



- $N_2O$  (rajský plyn) je bezbarvý plyn, slabého zápachu, nasládlé chuti, který byl užíván jako narkotikum při operacích a dnes se používá jako hnací plyn ve sprejích.

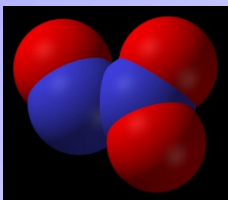


## Oxid dusnatý

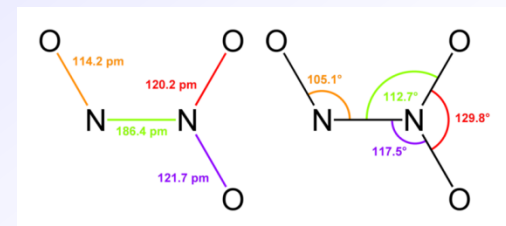


- $NO$  je bezbarvý plyn, velmi jedovatý, při kontaktu s kyslíkem reaguje na oxid dusičitý. Ve vodě je málo rozpustný, patří mezi inertní oxidy. Je to důležitý meziprodukt při výrobě kyseliny dusičné.

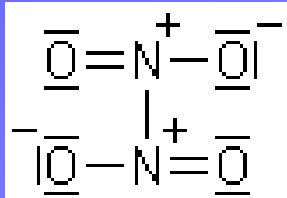
## Oxid dusitý



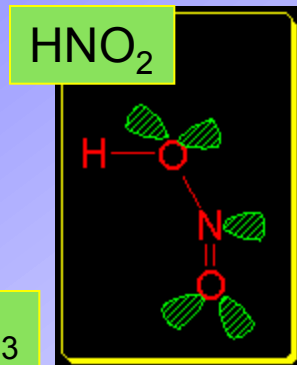
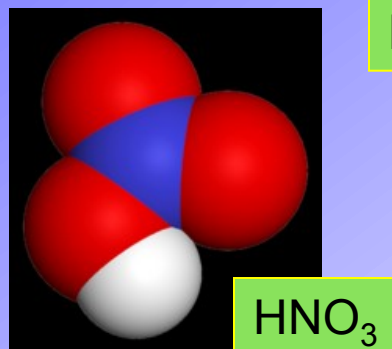
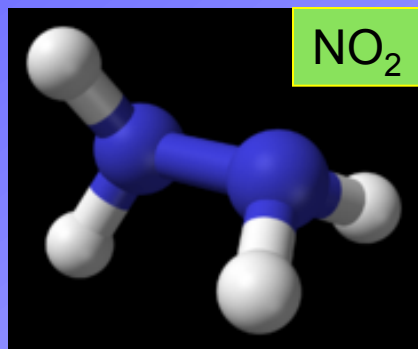
- $N_2O_3$  je temně modrá kapalina, za pokojové teploty se rychle rozkládá na  $NO$  a  $NO_2$ .



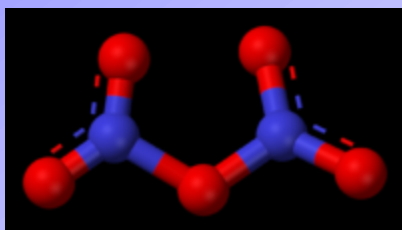
## Oxid dusičitý



•NO<sub>2</sub> je hnědočervený, jedovatý plyn charakteristického zápachu, za pokojové teploty dimeruje na N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, který je bezbarvý. NO<sub>2</sub> je posledním meziproduktem při výrobě kyseliny dusičné a snadno se rozpouští ve vodě za vzniku kyseliny dusité a dusičné.



## Oxid dusičný

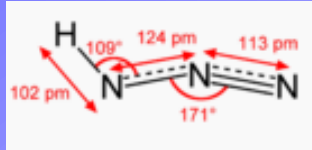
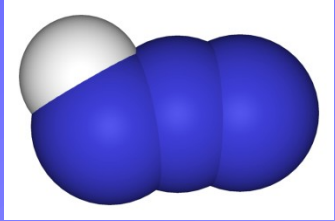


•N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> je bezbarvá krystalická, na vzduchu rychle rozplývavá látka. N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> není stabilní a může bez vnější příčiny explodovat. Při reakci s ozonem lze získat sloučeninu s větším množstvím kyslíku, která má složení NO<sub>3</sub> a nazývá se **peroxid nitrosylu**. Snadno se rozkládá a nelze ji získat v čistém stavu.



# Kyseliny dusíku

## Kyselina azidovodíková



- $\text{HN}_3$  je bezbarvá, ostře páchnoucí kapalina s jedovatými parami, snadno explodující.
- Ve vodném roztoku je kyselina azidovodíková stálá, slabá kyselina (ještě slabší než kyselina octová). Její soli azidy jsou ve vodě dobře rozpustné.

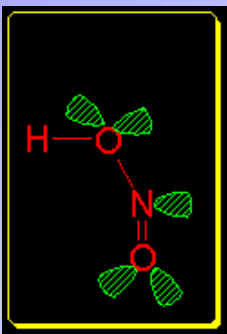
## Kyselina dusná

- $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$  je bílá krystalická látka, v suchém stavu krajně explozivní. Dobře se rozpouští ve vodě a lihu. Je to velmi slabá kyselina. Její soli dusnany neboli hyponitridy jsou znatelně stabilnější.

## Kyselina dusnatá

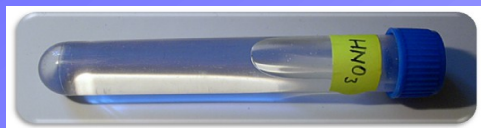
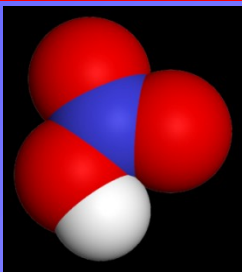
- $\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_4$  je zatím známá pouze v podobě svých solí.

## Kyselina dusitá



- $\text{HNO}_2$  je stálá jen v chladných, silně zředěných roztocích. Při vyšší teplotě nebo ve větší koncentraci se rozkládá na kyselinu dusičnou, oxid dusnatý a vodu. Soli jsou dusitany (nitridy) - stabilnější s praktickým využitím při organických syntézách (diazotace).

## Kyselina dusičná



•  $\text{HNO}_3$  je v bezbarvá kapalina, ve větší koncentraci se na světle rozkládá na oxid dusičitý, vodu a kyslík. Kyselina je silné oxidační činidlo. Jedna z průmyslově nejvyráběnějších látek - použití v průmyslu (výroba výbušnin pomocí nitrace, dusíkatých hnojiv, barviv, léků a různých organických sloučenin. V chemickém průmyslu a laboratořích se používá jako okysličovadlo).  
Soli jsou dusičnany (nitráty).



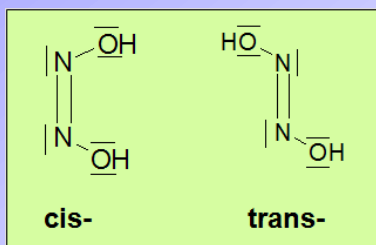
• Rozdíly v chování zředěné (pod 5 %) a koncentrované  $\text{HNO}_3$ .



• průběh závisí na koncentraci  $\text{HNO}_3$

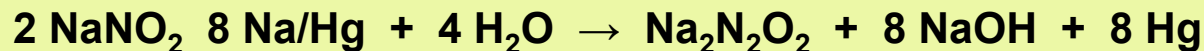
• **Lučavka královská** - směs **konc.HCl a konc.HNO<sub>3</sub> (3:1)** - mnohem silnější oxidační vlastnosti, reaguje i se Au a Pt.

## Kyselina didusná



•  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$  je slabá dvojsytná kyselina, v suchém stavu nestálá kyselina (rozklad za výbuchu).

• Stálejší soli vznikají redukcí dusitanů či dusičnanů ve vodném prostředí sodíkovým amalgámem:



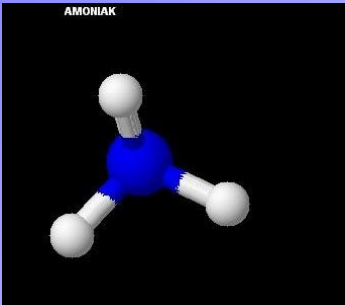
# Organické sloučeniny dusíku

- Nitrosloučeniny obsahují v molekule skupinu  $-\text{NO}_2$ . Jsou to silná oxidační činidla některé jsou explozivní (nitroglycerin, trinitrotoluen...).

- Nitrososloučeniny obsahují skupinu  $-\text{NO}$  a jsou to deriváty uhlovodíků, které vznikají náhradou atomu vodíku na terciárním atomu uhlíku.

Nitrosobenzen

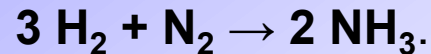
## Amoniak $\text{NH}_3$



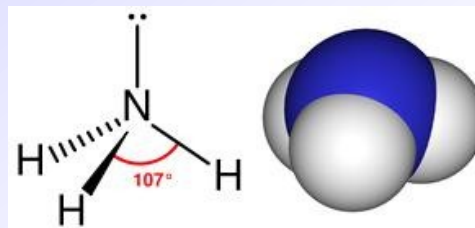
- $\text{NH}_3$  (*amoniak, azan, čpavek*) je bezbarvý, štiplavý plyn, toxická, nebezpečná látka zásadité povahy. Je lehčí než vzduch. S alkalickými kovy tvoří modré roztoky.

Vznik:  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ,  
 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

Průmyslově se vyrábí katalytickým slučováním dusíku a vodíku (t, p, katalyzátor) - **Haber-Boschova syntéza:**



Použití: chladicí médium, rozpouštědlo, led na zimních stadionech, hnojiva, výbušniny, barviva, kyselá dusičná





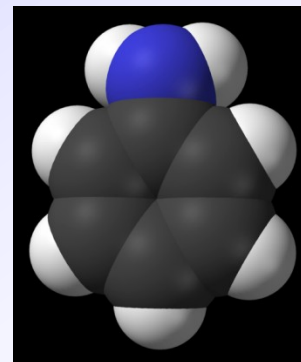
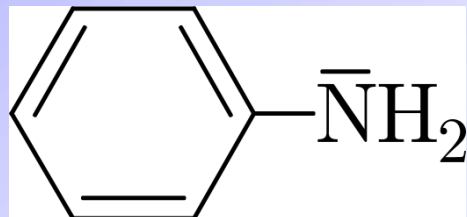
• Aminy jsou deriváty amoniaku, které vznikají náhradou atomů vodíku v jeho molekule

- primární se skupinou  $\text{-NH}_2$
- sekundární se skupinou  $\text{=NH}$
- terciární se skupinou  $\text{=N-}$

Aminoskupina je přítomna ve všech aminokyselinách, které jsou základní stavební jednotkou bílkovin. Nejdůležitějším aromatickým aminem je anilín. Atom dusíku v aminech má stejně jako v amoniaku volný elektronový pár. Aminy jsou tedy zásadami, mohou poutat  $\text{H}^+$  a tvořit amoniové soli.

## Anilin

• **Anilin** (aminobenzen) je bezbarvá olejovitá kapalina, na vzduchu oxiduje a barví na žlutou až hnědou barvu. Je toxický, má zásaditou reakci. V přírodě se nachází v černouhelném dehtu, průmyslově se vyrábí redukcí nitrobenzenu. Používá se při výrobě barviv, léčiv a polyuretanů.



# Fosfor

- výskyt:

- jeden z nejméně rozšířených prvků na Zemi, vázaný ve sloučeninách tvoří přibližně 0,09% hmotnosti litosféry, vyskytuje se jako apatit  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ , hydroxyapatit  $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ , fosforit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- patří mezi biogenní prvky, tvoří část nukleových kyselin a ATP

- výroba:

- z apatitu redukcí uhlíkem za přítomnosti  $\text{SiO}_2$
- elementární fosfor se vyrábí redukcí fosforečnanu vápenatého uhlíkem při vysoké teplotě (elektrická pec, inertní atmosféra) za přítomnosti oxidu křemičitého:



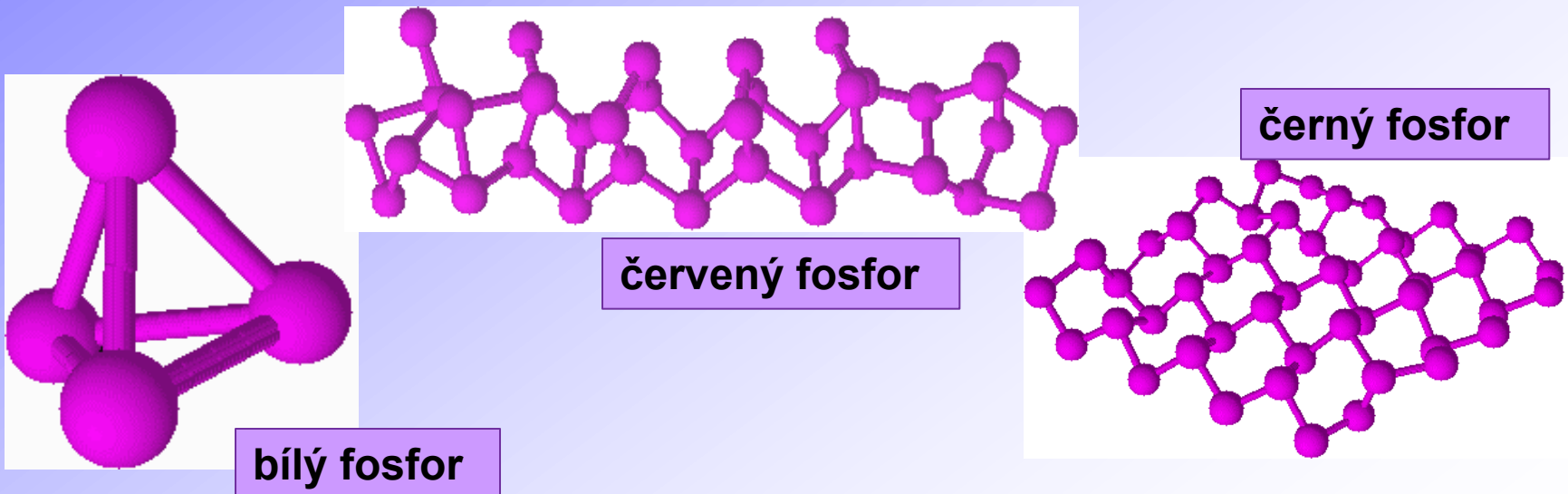
- za těchto podmínek se fosfor uvolňuje z reakční směsi v plynném skupenství, páry poté kondenzují na bílý fosfor



kouř bílého fosforu nad Gazou



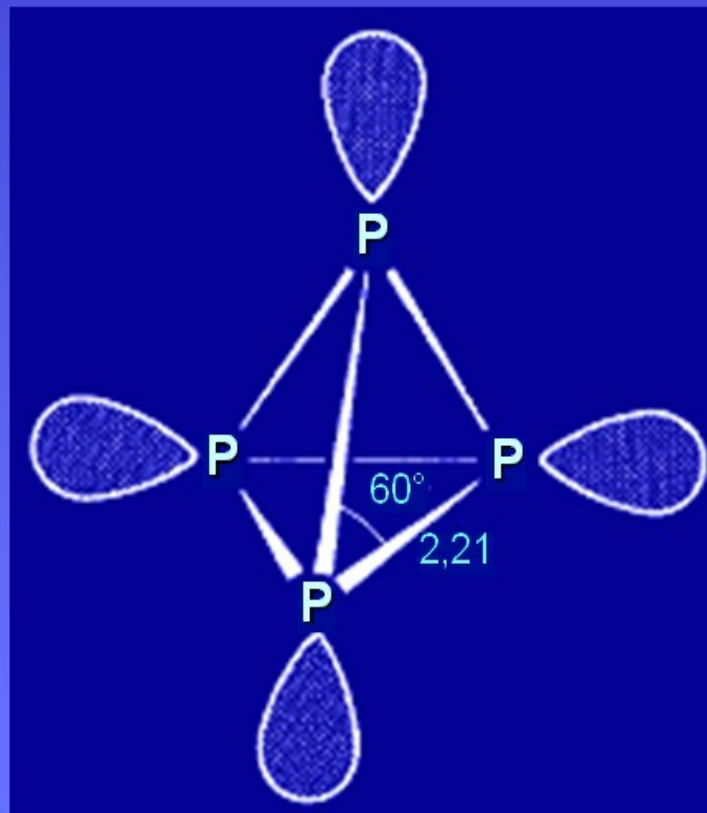
- Fosfor existuje v 3 modifikáciách:
- **Bílý fosfor (elementární fosfor)**- bílá, měkká, toxická, chemicky velmi reaktivní látka, ve styku se vzduchem samozápalný, uchovává sa proto pod vodou, je nestabilní
- **Červený fosfor** - stabilní modifikace prvku, vzniká pomalou samovolnou přeměnou bílého fosforu, složený z polymerních řetězců s kovalentně vázaným fosforem
- **Černý fosfor (krystalický)** - má polokovové vlastnosti, vzniká z bílého fosforu působením vysokého tlaku, při zvýšené teplotě (bez přístupu vzduchu), je nejméně reaktivní.



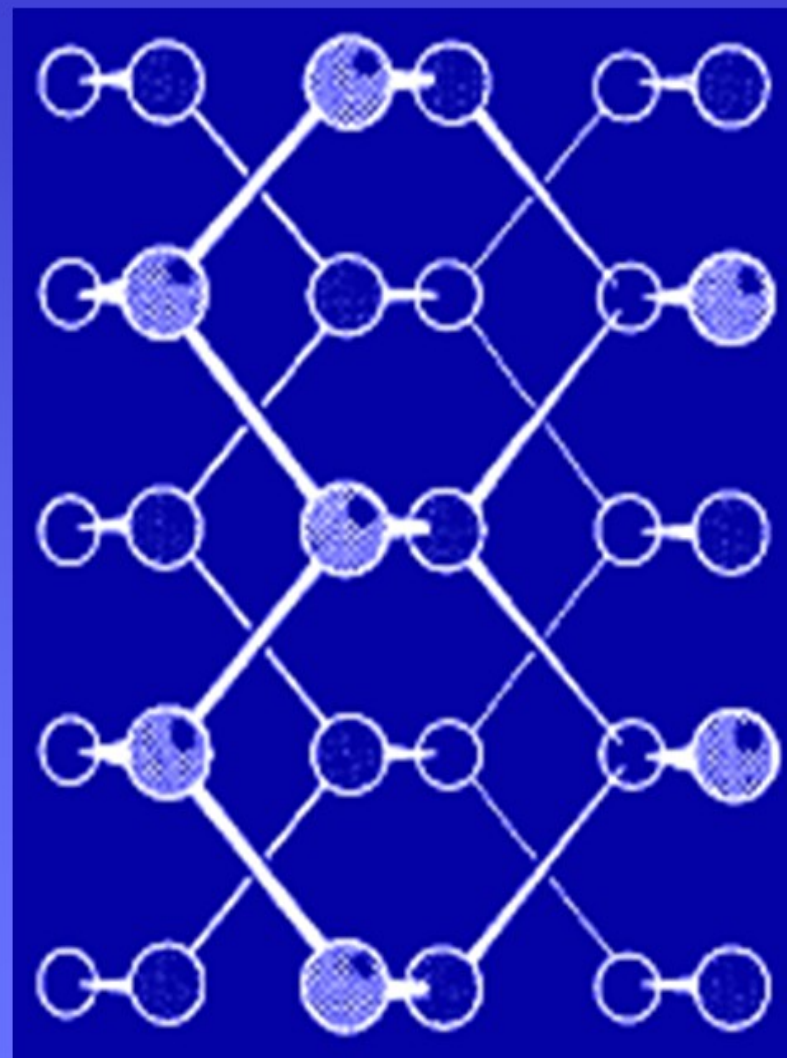
**bílý P** – *b.t.* 44,1 °C

*b.v.* 280,5 °C

úhel P–P–P 60°



**černý P**

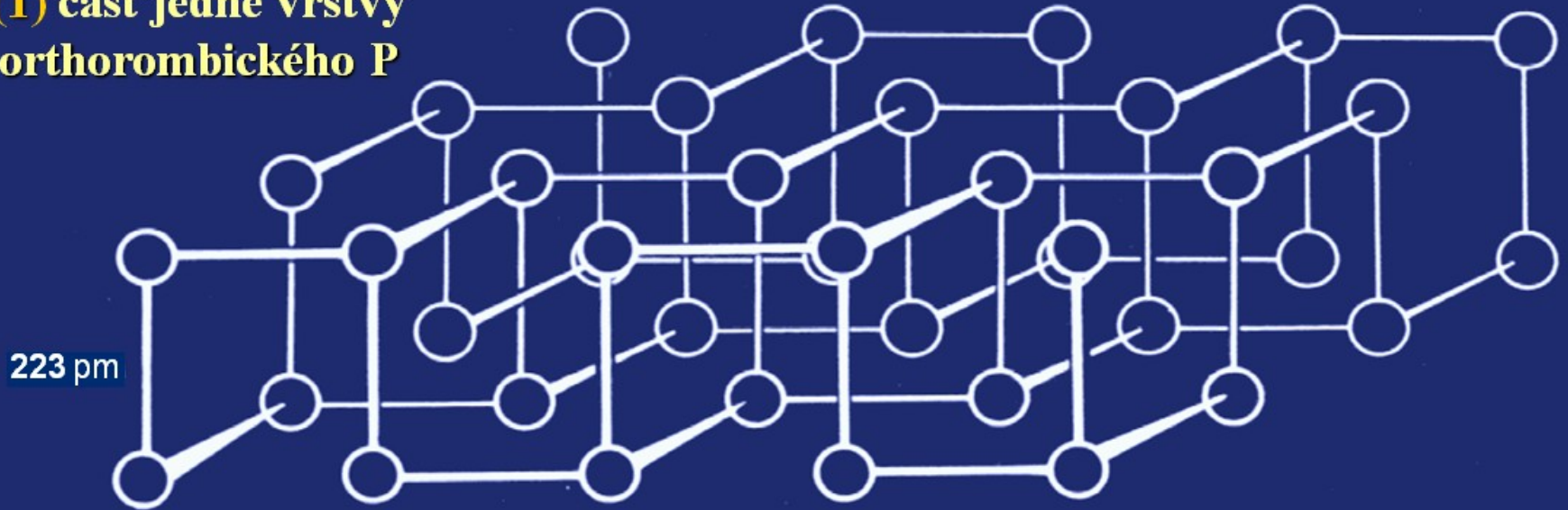


**fosfor červený**



# černý fosfor

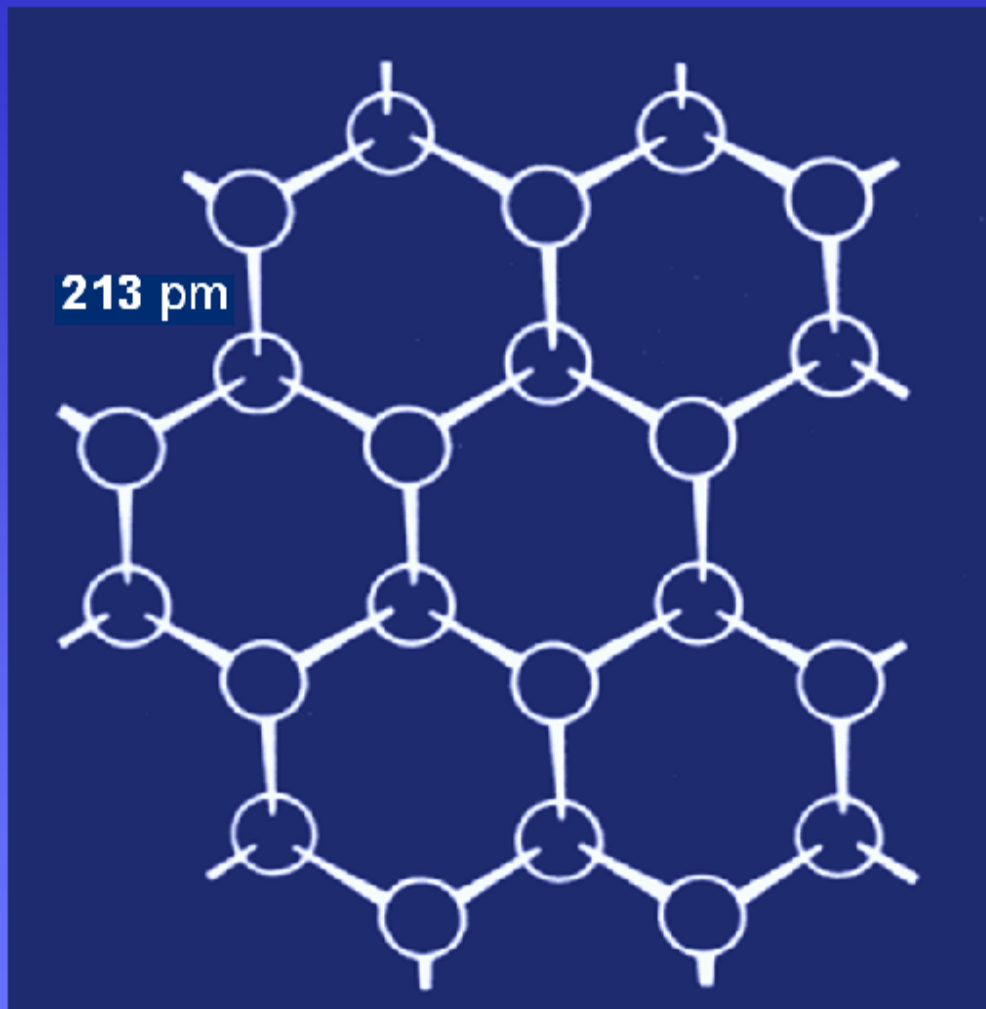
**(1) část jedné vrstvy  
orthorombického P**



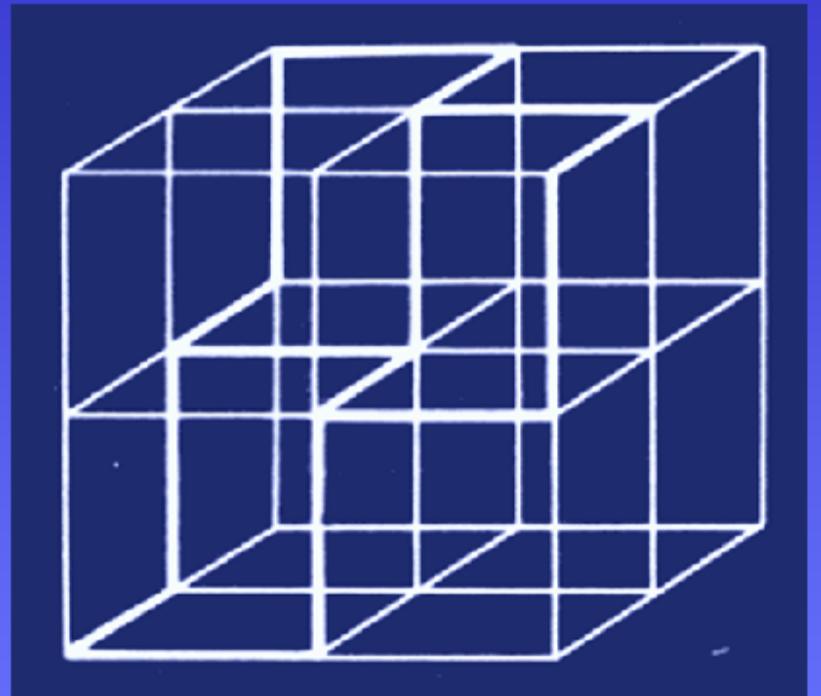
**(2) kubická  
forma,  
4 elementární  
buňky**

**(3) distorze (1)  
na kubickou  
formu**





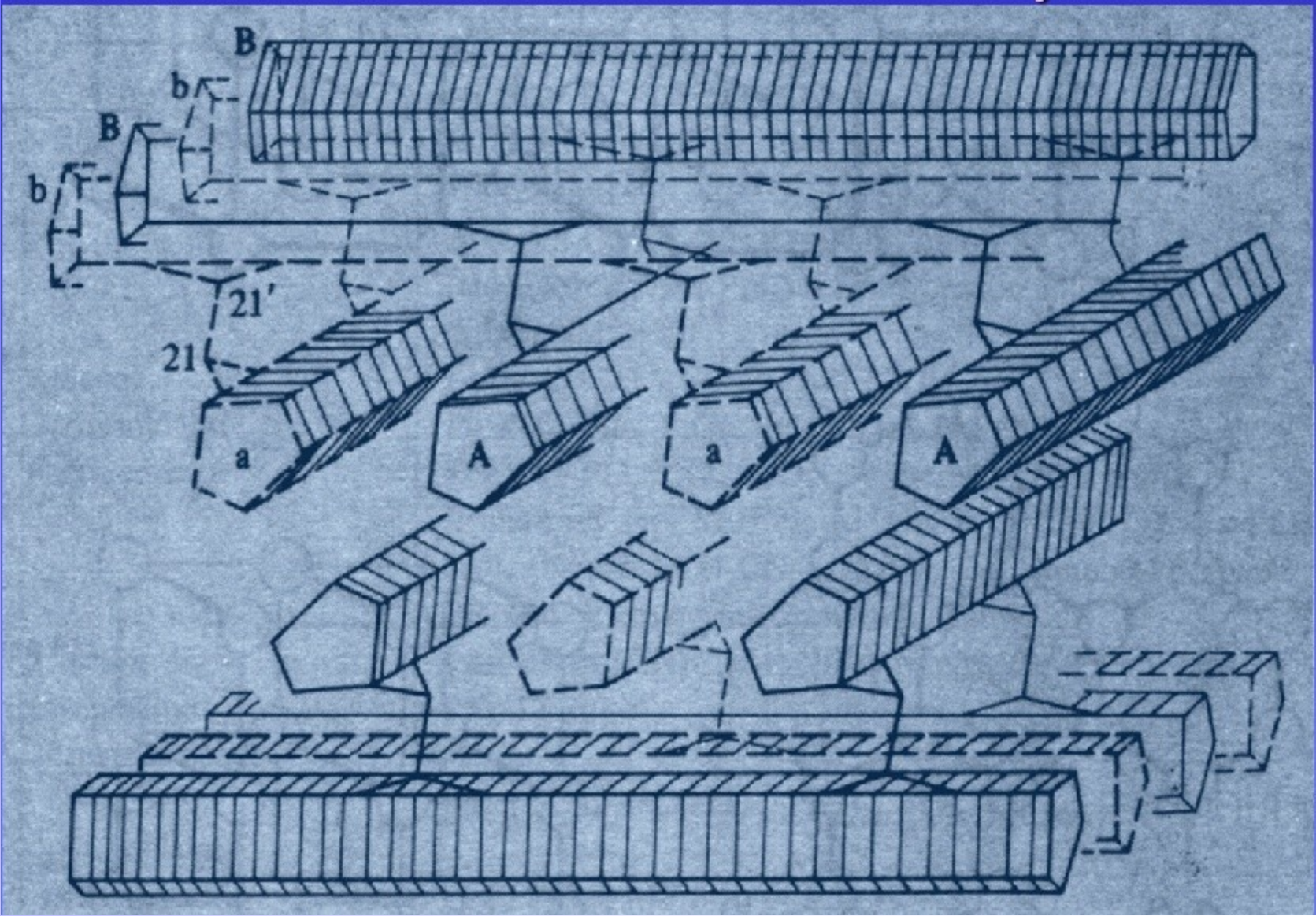
**romboedrická forma,**  
část hexagonální vrstvy



**distorze**  
na kubickou formu



fialový fosfor



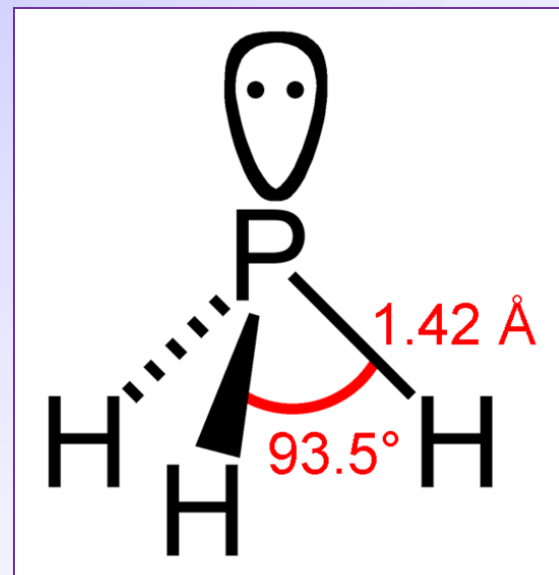
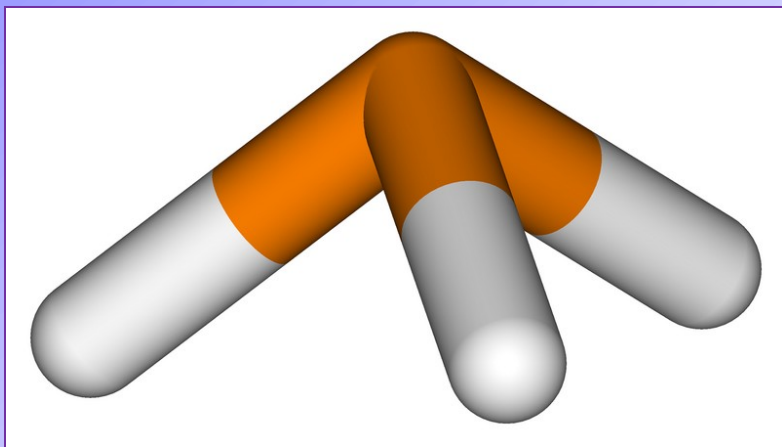
- sloučeniny:

- **Fosfan  $\text{PH}_3$**  - vzniká rozkladem fosfidů kovových prvků vodou:



Molekuly mají podobný tvar jako molekula amoniaku. Fosfan je však méně stálý a je slabší zásadou než  $\text{NH}_3$ , se silnými kyselinami vytváří soli fosfonia.

- **Difosfan  $\text{P}_2\text{H}_4$**  vzniká spolu s fosfanem při rozkladě fosfidů kovových prvků účinkem vody. Má podobný tvar molekul jako hydrazin, nemá však zásadité vlastnosti.

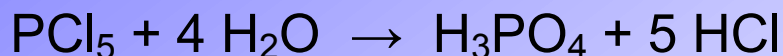


- **Halogenidy fosforité  $PX_3$**  vznikají přímým slučováním prvků.  $PF_3$  lze připravit reakcí  $PCl_3$  s  $AsF_3$ .

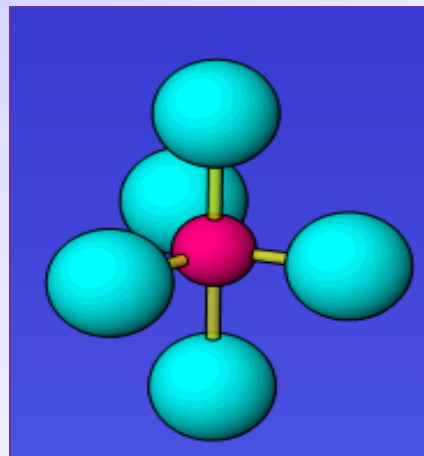
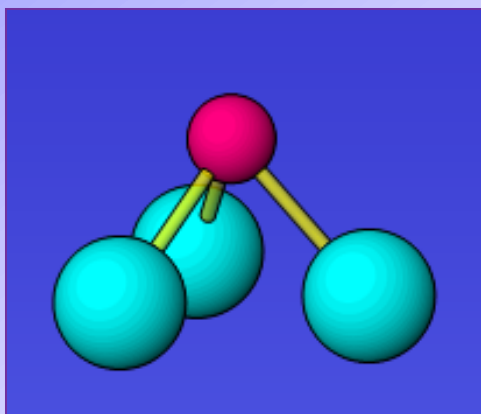
Ve styku s vodou halogenidy fosforité hydrolyzují. S halogeny, kyslíkem a sírou se oxidují na příslušné fosforečné sloučeniny:



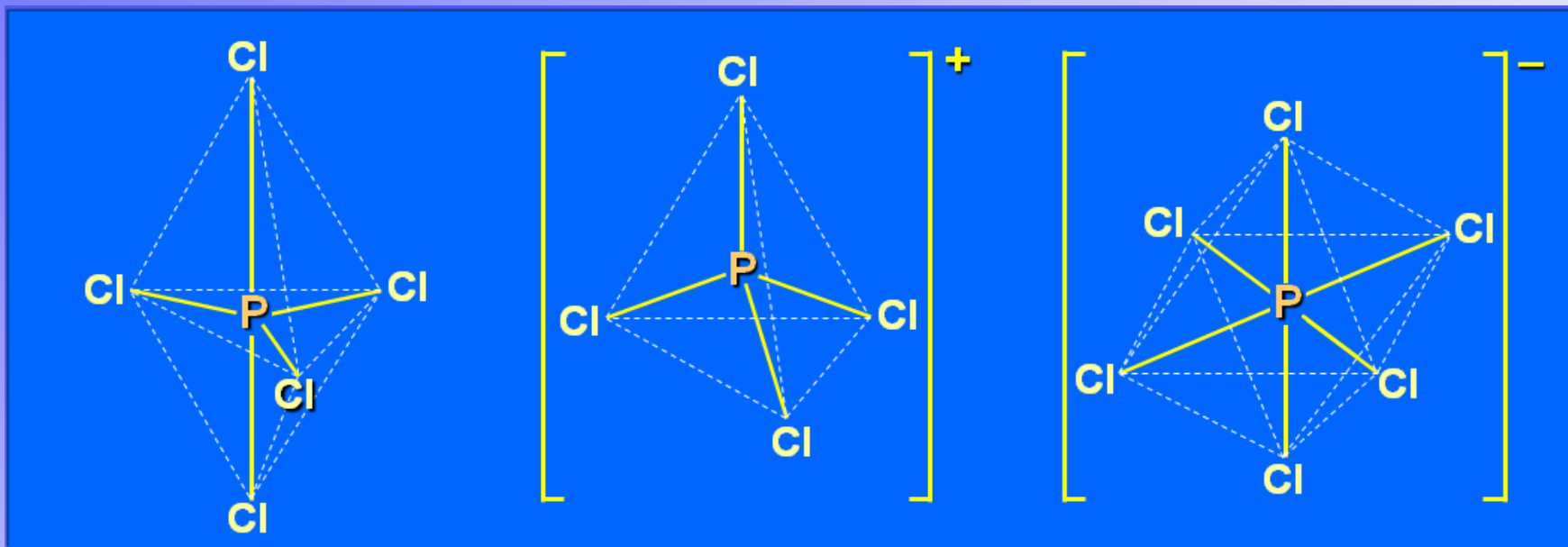
- **Halogenidy fosforečné  $PX_5$**  se připravují oxidací halogenidů fosforitých příslušným halogenem. V plynném skupenství s vyskytují molekuly ve tvaru trigonální bipyramidy, v pevném skupenství se vyskytují v iontové podobě. Ve styku s vodou halogenidy fosforečné hydrolyzují na halogenid-oxidy fosforečné nebo až kyselina trihydrogenfosforečná.



- **Halogenid-oxidy fosforečné (halogenidy fosforylu)  $POX_3$**  lze považovat za halogenidy kyseliny trihydrogenfosforečné.

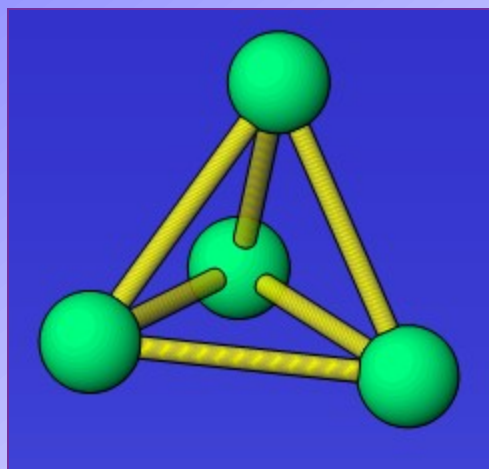


<b>PF<sub>3</sub> (g)</b>	<b>PF<sub>5</sub> (g)</b>	
<b>PCl<sub>3</sub> (l)</b>	<b>PCl<sub>5</sub> (s)</b>	<b>P<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub> (l)</b>
<b>PBr<sub>3</sub> (l)</b>	<b>PBr<sub>5</sub> (s)</b>	
<b>PI<sub>3</sub> (s)</b>		<b>P<sub>2</sub>I<sub>4</sub> (s)</b>

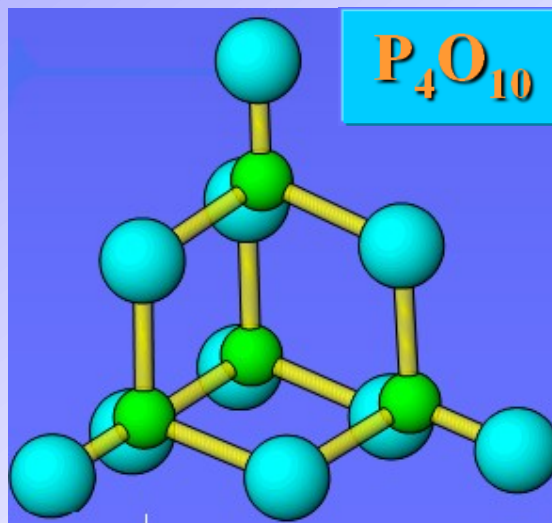




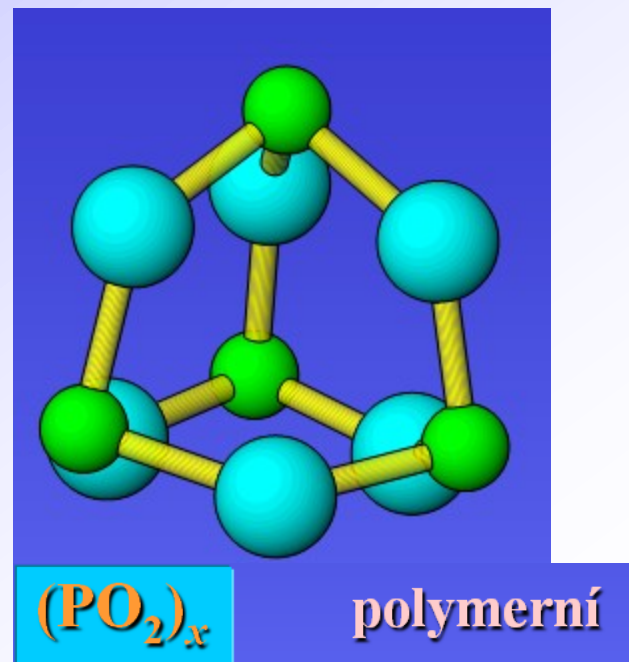
- **Oxid fosforitý** ( $\text{P}_2\text{O}_3$ )<sub>2</sub>, resp.  $\text{P}_4\text{O}_6$  - vzniká nedokonalým spalováním fosforu. Je anhydridem kyseliny fosforité, na kterou se mění při reakci se studenou vodou. Při reakci s vodou nastává složitá disproportionační reakce. Při zahřívání se oxiduje atmosferickým dikyslíkem na oxid fosforečný. Zahříváním bez přístupu vzduchu se oxid fosforitý rozkládá na červený fosfor a oxid fosforičitý.
- **Oxid fosforičitý** ( $\text{PO}_2$ )<sub>n</sub> - má polymerní strukturu a není anhydridem kyseliny fosforičité.
- **Oxid fosforečný** ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )<sub>2</sub>, resp.  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  - se vyrábí spalováním fosforu s nadbytkem vzduchu. Jeho molekuly mají podobnou strukturu jako oxid fosforitý. Je anhydridem fosforečných kyselin. Prudce reaguje s vodou, používá se jako vysušovadlo a je výchozí látkou při výrobě mnohých sloučenin fosforu.



$\text{P}_4\text{O}_6$

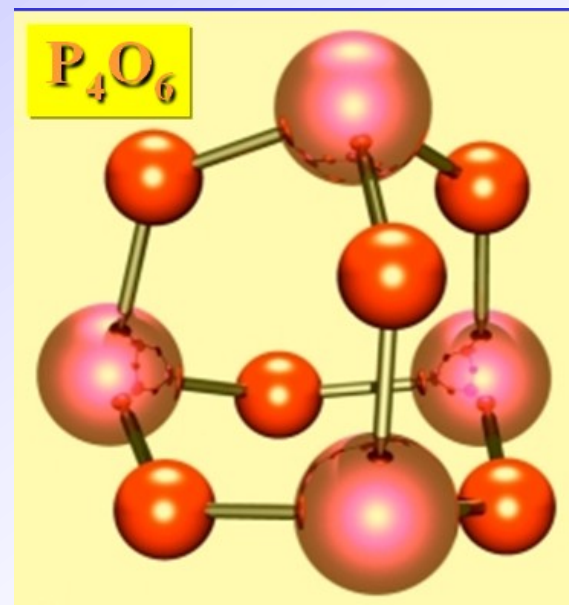
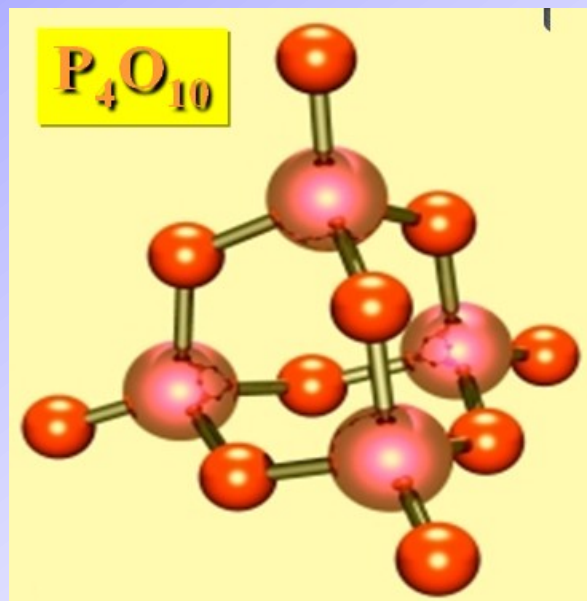
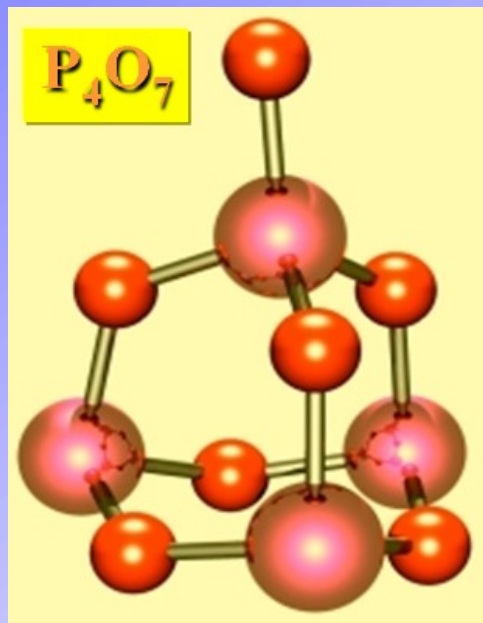
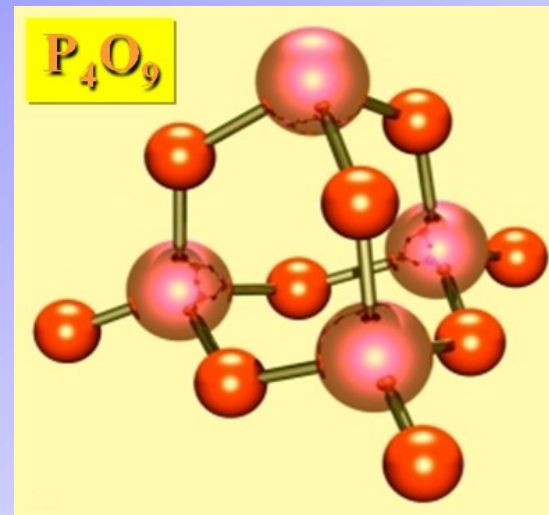
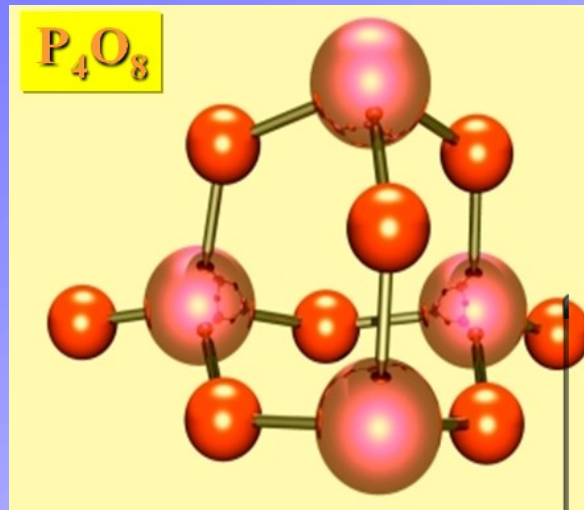
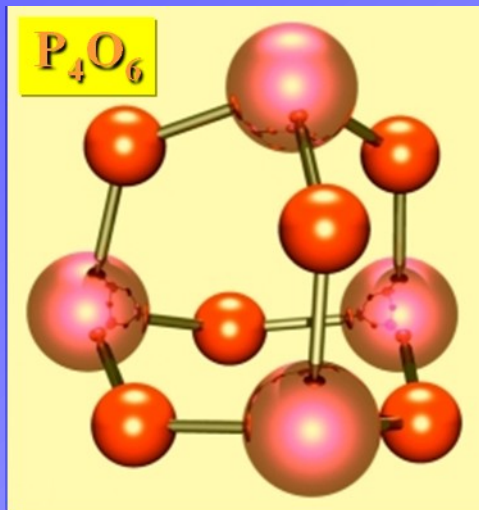


$\text{P}_4\text{O}_{10}$



( $\text{PO}_2$ )<sub>x</sub>

polymerní

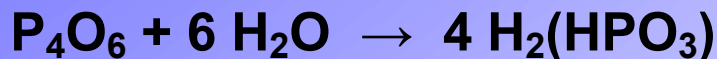




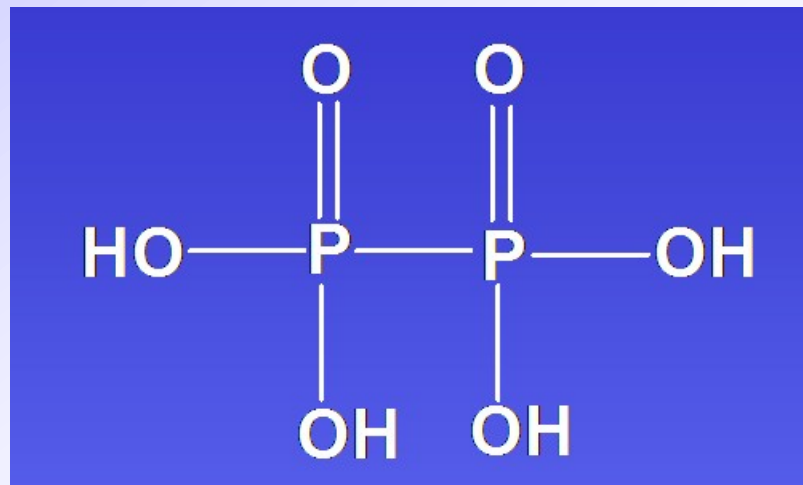
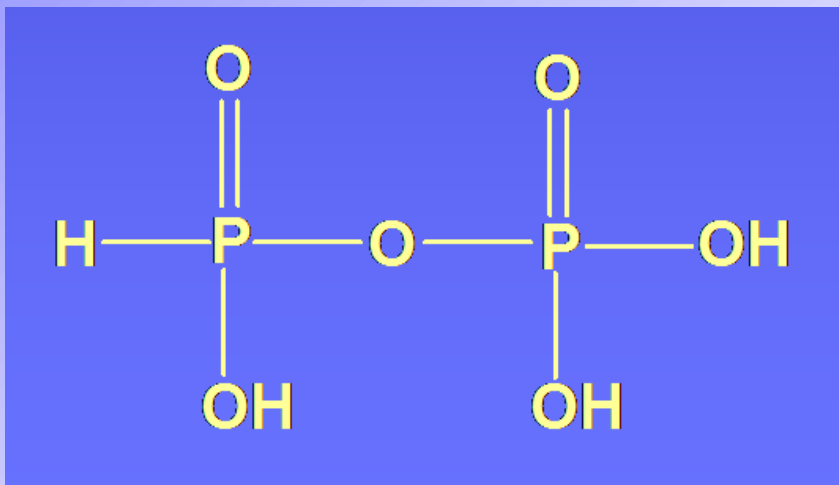
- **Kyselina fosforitá  $\text{H}(\text{H}_2\text{PO}_2)$**  – kyselina hydrogen-dihydrido-dioxofosforečná – je jednosytná kyselina. Je středně silnou kyselinou a má redukční vlastnosti. Připravuje se oxidačně-redukční disproportionací  $\text{P}_4$  v zásaditém roztoku:



- **Kyselina fosforitá  $\text{H}_2(\text{HPO}_3)$**  – dihydrogen-hydrido-trioxofosforečná – je středně silná dvojsytná kyselina. Vzniká účinkem studené vody na oxid fosforitý, nebo hydrolýzou halogenidů fosforitých:

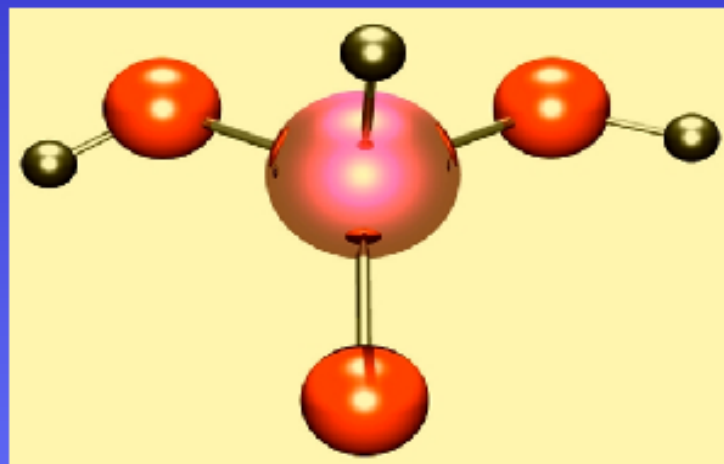
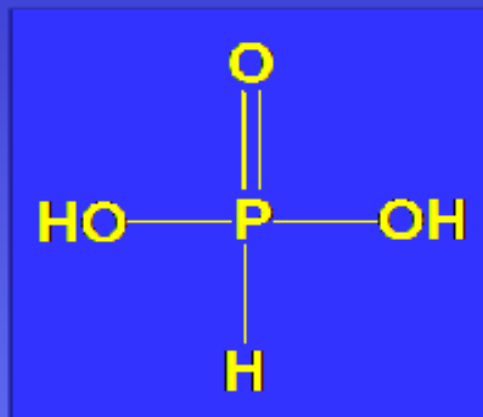
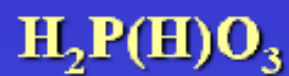
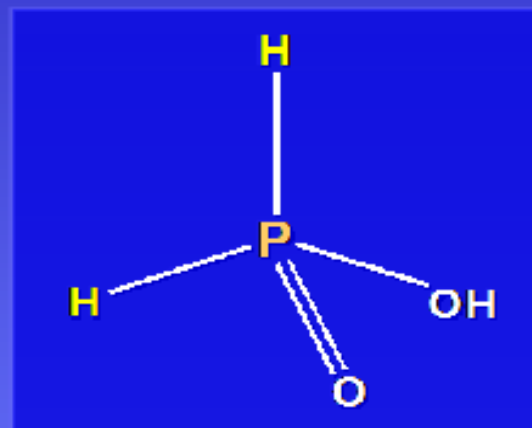
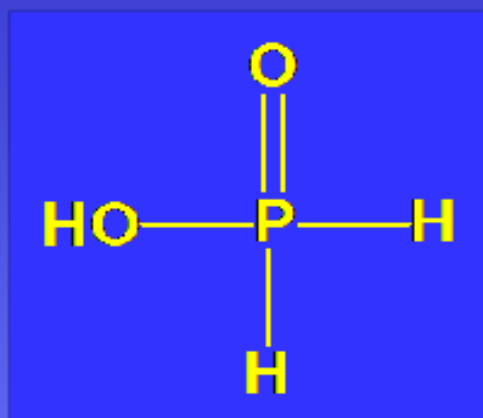


- **Kyselina tetrahydrogendifosforičitá  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$**  se připravuje nejčastěji ve formě disodné soli  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_6$  oxidací červeného fosforu chlornanem sodným v zásaditém roztoku.




$$\text{p}K_{\text{A}} \sim 2$$

tetraedr



- **Kyselina fosforečná** - vzniká reakcí oxidu fosforečného s různým množstvím vody. Při nadbytku vody přechází všechny formy fosforečných kyselin na kyselinu trihydrogenfosforečnou.

Kyselina trihydrogenfosforečná  $\text{H}_3\text{PO}_4$  je středně silná kyselina, tvoří 3 řady solí:

- *Fosforečnany* - fosforečnany alkalických kovů (mimo  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  a  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ) a jsou dobře rozpustné ve vodě. Fosforečnany ostatních kovových prvků jsou málo rozpustné ve vodě.
- *Hydrogenfosforečnany*
- *Dihydrogenfosforečnany* – dobře rozpustné ve vodě

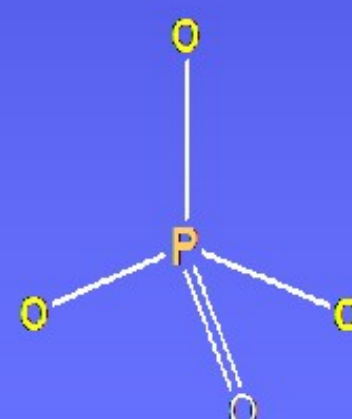
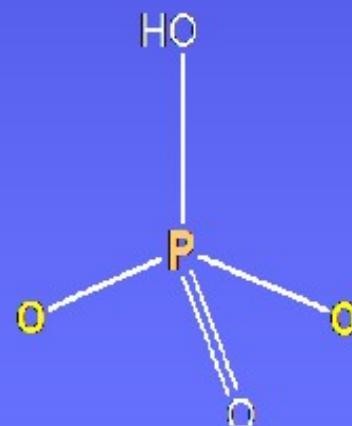
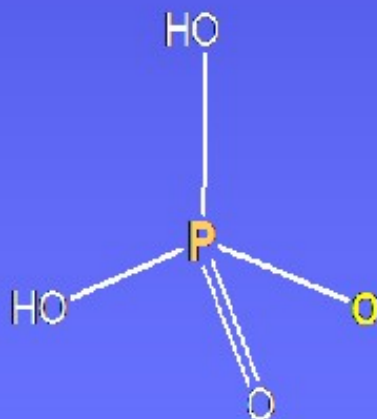
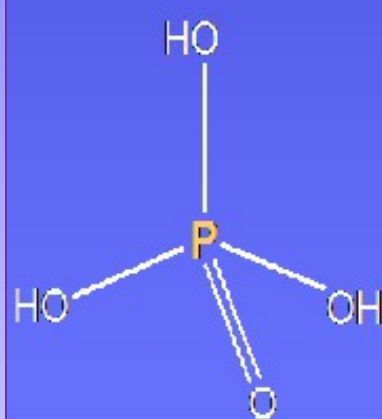
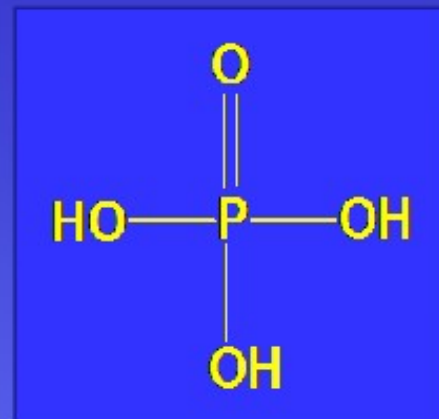
Bezvodá kyselina fosforečná je bezbarvá krystalická látka, dobře rozpustná ve vodě.

- **Kyselina tetrahydrogendifosforečná  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$**  - vzniká částečnou tepelnou dehydratací bezvodé kyseliny trihydrogenfosforečné nebo neúplnou hydratací  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ . Je to čtářsytná kyselina, tvoří 2 řady solí:
  - *Difosforečnany*
  - *Dihydrogendifosforečnany*

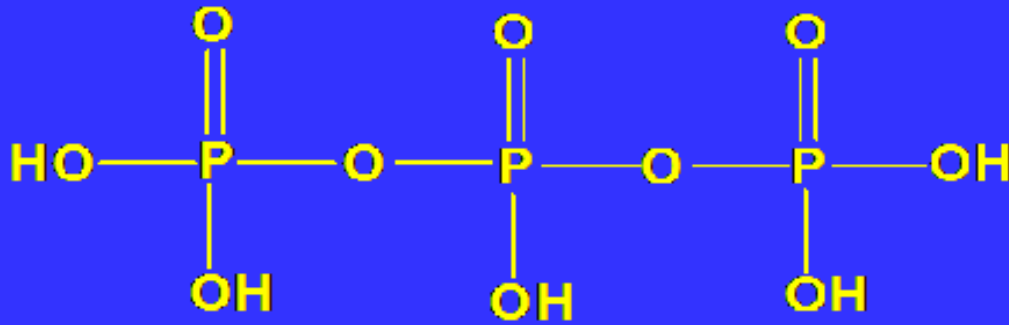
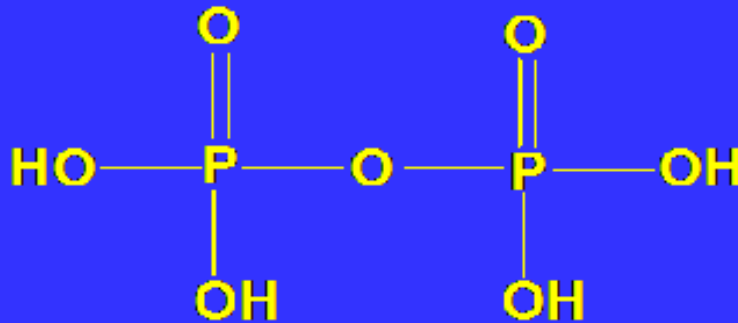
# Kyseliny fosforečné



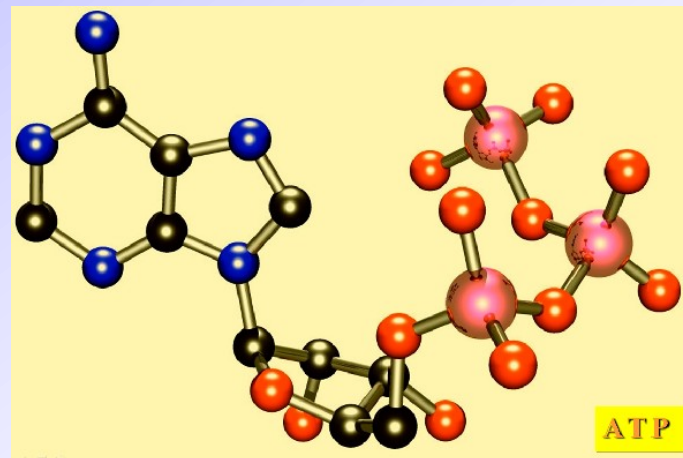
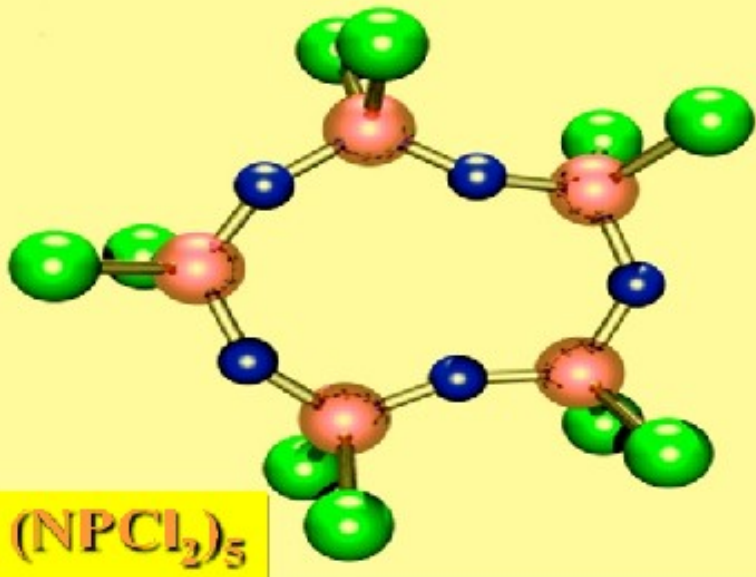
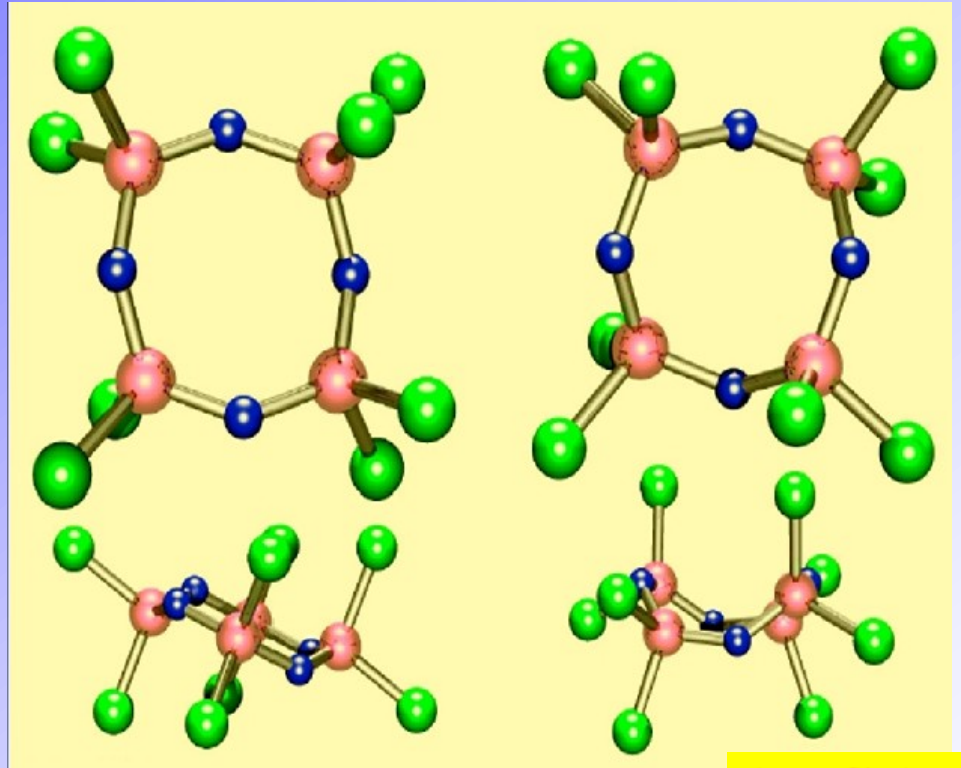
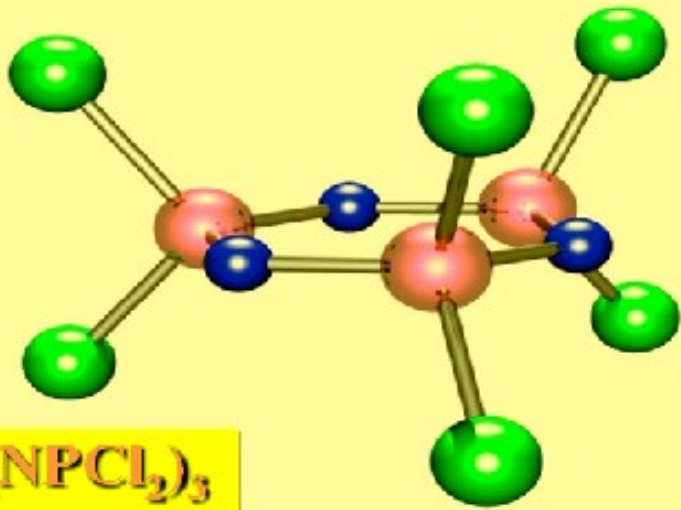
výroba: extrakční, termická



- **Kyselina hydrogenfosforečná ( $\text{HPO}_3$ )<sub>n</sub>** – vzniká tepelnou dehydratací kyseliny tetrahydrogendifosforečné, je bezbarvá sklovitá látka. Známe jsou některé soli: cyklo-trifosforečnan trisodný  $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$  nebo cyklo-tetrafosforečnan trisodný  $\text{Na}_4\text{P}_4\text{O}_{12}$ .
- **metafosforečnany** - využívané v praxi na změkčování vody



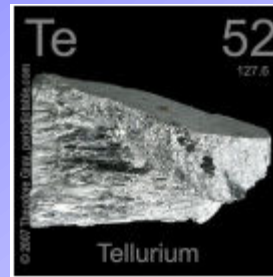
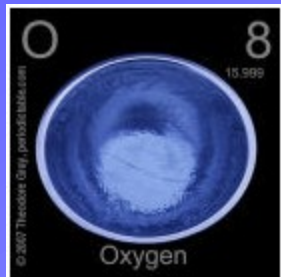
• další sloučeniny fosforu – fosfazeny a ATP





# p<sup>4</sup> prvky- chalkogeny

O, S, Se, Te, Po



## Výskyt:

- síra – elementární, sírany, sulfidy ( Glauberova sůl  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , sádrovec  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , anhydrit  $\text{CaSO}_4$ , Baryt  $\text{BaSO}_4$ , sfalerit  $\text{ZnS}$ , galenit  $\text{PbS}$ , rumělka  $\text{HgS}$ , pyrit  $\text{FeS}_2$ ), biogenní prvek
- kyslík – atmosféra, voda, organické, anorganické sloučeniny, biogenní prvek
- selen, tellur – příměs sloučenin síry
- polonium – uranové rudy



Pechblende, La Creusa/Wallis, Foto und Copyright: Thomas Seilnacht



# Charakteristika:

- s rostoucím protonovým číslem

– stoupá:

- molární hmotnost (g / mol)
- hustota
- kovový charakter
- bod tání a bod varu
- reaktivita k O<sub>2</sub>

– klesá:

- kyselý charakter oxidů

- konfigurace valenčních elektronů: ns<sup>2</sup> np<sup>4</sup>
- skupenství prvků (při 30 C): kromě kyslíku (plyn) pevné látky
- kyslík, síra = nekovy, selen, tellur = polokovy, polonium = radioaktivní kov
- většina chalcogenů jsou prvky alotropní
  - síra – kosočtverečná, jednoklonná
  - selen – červený, šedý

I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIIIA	
Hydrogen 1 1,00784(7)	Lithium 3 Li 6,941(2)	Beryllium 4 Be 9,012182(3)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                     Kyslík 8 15,9994(3)                 </div> <div>                     — název prvku                      — protonové číslo                      — značka prvku                      — relativní atomová hmotnost                 </div> </div>										Bor 5 B 10,811(7)	Uhlík 6 C 12,0107(8)	Dusík 7 N 14,00644(4)	Kyslík 8 O 15,9994(3)	Fluor 9 F 18,9984032(5)	Neon 10 Ne 20,1797(8)
Sodík 11 Na 22,989770(2)	Magnesium 12 Mg 24,3050(6)	Scandium 21	Titan 22	Vanad 23	Chrom 24	Mangan 25	Zinko 26	Kobalt 27	Nikl 28	Měď 29	Cinek 30	Gallium 31	Germanium 32	Arzen 33	Selen 34	Brom 35	Krypton 36	
Draslík 19 K 39,0983(1)	Vápník 20 Ca 40,078(4)	Scandium 21 Sc 44,955910(8)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(2)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938044(9)	Zinko 26 Zn 65,38(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(5)	Nikl 28 Ni 58,6934(2)	Měď 29 Cu 63,546(2)	Cinek 30 Zn 65,38(2)	Gallium 31 Ga 69,723(1)	Germanium 32 Ge 72,61(2)	Arzen 33 As 74,921595(2)	Selen 34 Se 78,96(2)	Brom 35 Br 79,904(1)	Krypton 36 Kr 83,80(1)	
Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Strontium 38 Sr 87,62(1)	Yttrium 39 Y 88,90585(2)	Zirkonium 40 Zr 91,224(2)	Niob 41 Nb 92,90638(2)	Molibden 42 Mo 95,94(1)	Technetium 43 Tc (98,9063)	Ruthenium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550(2)	Paládium 46 Pd 106,42(1)	Rhénium 47 Re 107,8682(2)	Kadmium 48 Cd 112,411(8)	Indium 49 In 114,818(3)	Cin 50 Sn 118,710(7)	Antimon 51 Sb 121,760(1)	Tellur 52 Te 127,60(3)	Jod 53 I 126,90447(3)	Xenon 54 Xe 131,29(2)	
Cesárium 55 Cs 132,90545(2)	Baryum 56 Ba 137,327(7)	Lanthan 57 La 138,9048(3)	Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantal 73 Ta 180,94788(1)	Wolfram 74 W 183,84(1)	Rhenium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,222(1)	Platina 78 Pt 195,084(2)	Zlato 79 Au 196,966569(2)	Hlutí 80 Hg 200,59(2)	Thalium 81 Tl 204,3833(2)	Olovo 82 Pb 207,2(1)	Bismut 83 Bi 208,980386(2)	Polonium 84 Po (209,9824)	Astat 85 At (208,9871)	Radon 86 Rn (222,0176)	
Francium 87 Fr (223,0187)	Rádium 88 Ra (226,0254)	Aktinoidy	Rutherfordium 104 Rf (261,108)	Dubnium 105 Db (268,1144)	Seaborgium 106 Sg (269,1098)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1088)	Mitrium 109 Mt (268)	Ununnilium 110 Uun (288)	Ununnilium 111 Uuu (272)	Ununbium 112 Uub (277)							
Lanthanoidy:			Cer 58 Ce 140,118(1)	Praseodym 59 Pr 140,90766(2)	Neodym 60 Nd 144,242(1)	Prometium 61 Pm (144,9127)	Samarium 62 Sm 150,36(2)	Europium 63 Eu 151,964(1)	Gadolium 64 Gd 157,25(3)	Terbium 65 Tb 158,92534(2)	Dysprosium 66 Dy 162,50(3)	Hoium 67 Ho 164,93032(2)	Erbium 68 Er 167,258(2)	Thulium 69 Tm 168,93402(2)	Ytterbium 70 Yb 173,054(3)	Lutecium 71 Lu 174,967(1)		
Aktinoidy:			Thorium 90 Th 232,0381(1)	Protaktinium 91 Pa 231,036886(2)	Uran 92 U 238,02891(3)	Neptunium 93 Np (237,0482)	Plutonium 94 Pu (244,0642)	Amerikium 95 Am (243,0614)	Kurcium 96 Cm (247,0703)	Berkelium 97 Bk (247,0703)	Kalifornium 98 Cf (251,0794)	Einsteinium 99 Es (252,0830)	Fermium 100 Fm (257,0931)	Mendelevium 101 Md (258,1064)	Noibium 102 No (259,1011)	Livermorium 103 Lv (260,111)		

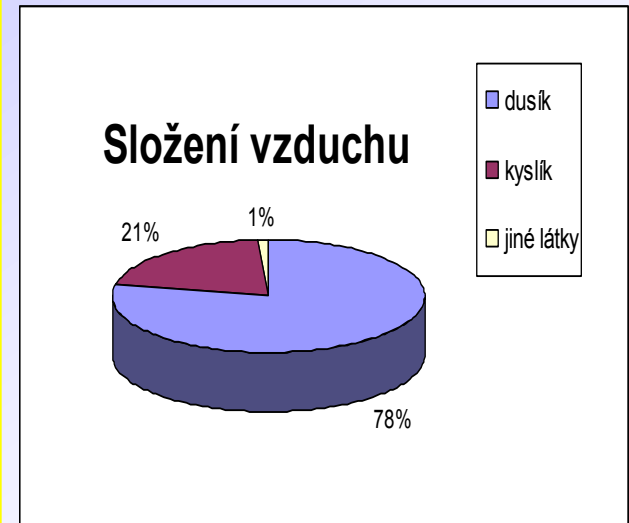


# Kyslík

- Kyslík objevili téměř současně 1771 - 1774 při žíhání kyslíkatých sloučenin  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{HgO}$
- 15. století - Leonardo da Vinci pozoroval, že vzduch má několik složek, z nichž jedna podporuje hoření.
- 1777 - A. L. Lavoasier: vytvořil název oxygenium (domníval se, že kyslík je nezbytnou složkou kyselin)
- 1781 - H. Cavendish: zjistil, že voda je sloučenina kyslíku a vodíku
- české pojmenování prvku: J. S. Presl

## Výskyt:

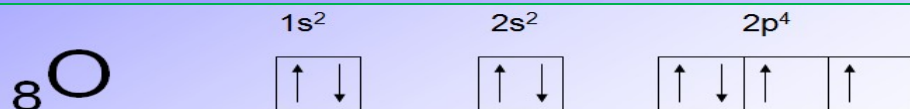
- nejrozšířenější prvek v zemské kůře (49%)
  - v atmosféře 23% hmotnosti, 21% objemu
  - hydrosféra 89% hmotnosti
  - litosféra (nerosty a horniny)
  - makrobiogenní prvek
  - vzniká asimilací zelených rostlin (fotosyntéza)
- Přírodní kyslík je směsí tří izotopů:  $^{16}_8\text{O}$  (99, 76%)  
 $^{17}_8\text{O}$  (0, 04%)  
 $^{18}_8\text{O}$  (0, 20%)



# Vlastnosti:

**O<sub>2</sub>**

- velmi reaktivní bezbarvý plyn, těžší než vzduch, bez chuti a zápachu, reaguje téměř se všemi prvky (výjimkou jsou halogeny, vzácné plyny a některé přechodné kovy)
- při teplotě -183 C kondenzuje na modrou kapalinu
- hoření (prudká oxidace za vývoje tepla a světla)
- elektronová konfigurace a vysoká hodnota elektronegativity ( $X_0 = 3, 5$ ) ovlivňují vazebné možnosti kyslíku ve sloučeninách
- oxidační číslo -II, (v peroxidech -I)



kapalný kyslík



**O<sub>3</sub>**

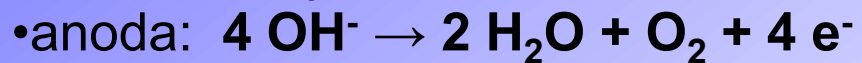
- namodralý plyn, ostrého zápachu, jedovatý
- vzniká v horních vrstvách atmosféry účinkem kosmického záření na dikyslík  $\text{O}_2 + \text{O} \rightarrow \text{O}_3$
- reaguje prudčeji než dikyslík:  $\text{O}_3 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{KOH} + \text{O}_2$

	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
Teplota tání °C	-219	-193
Teplota varu °C	-183	-112



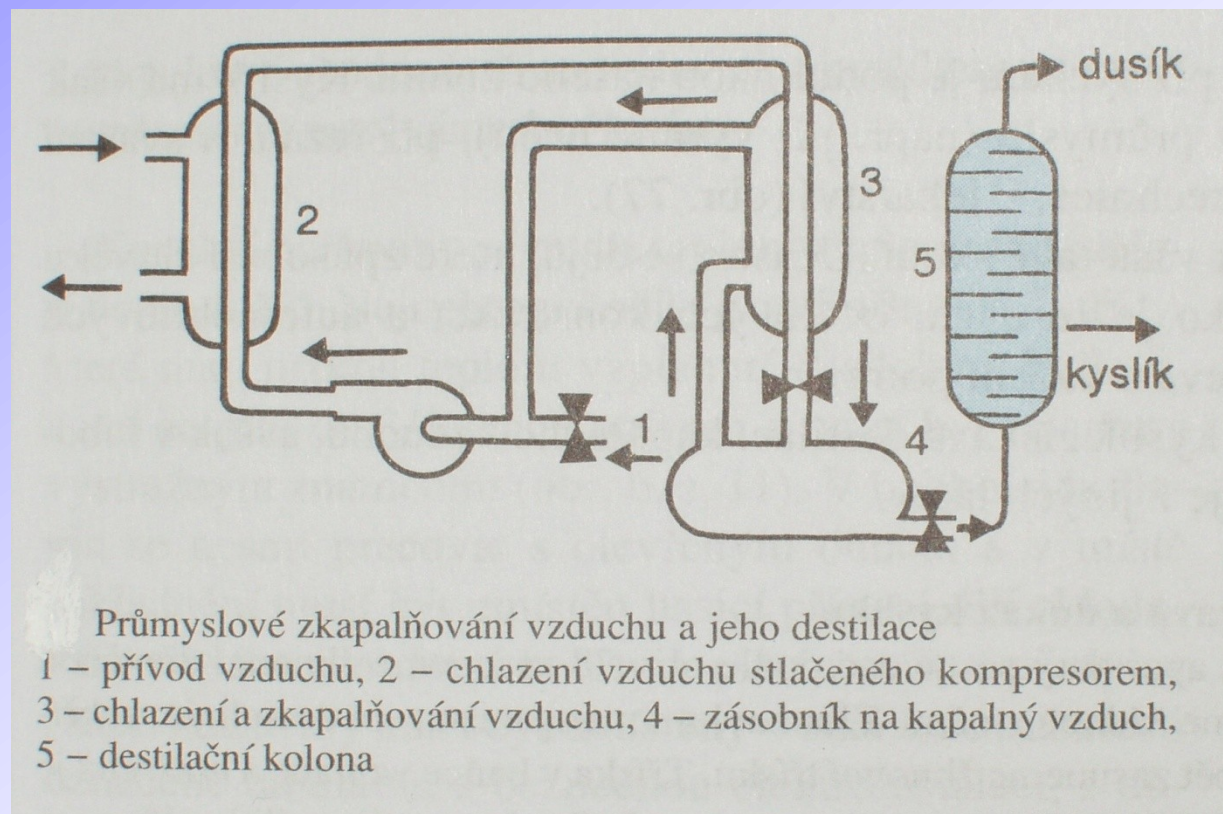
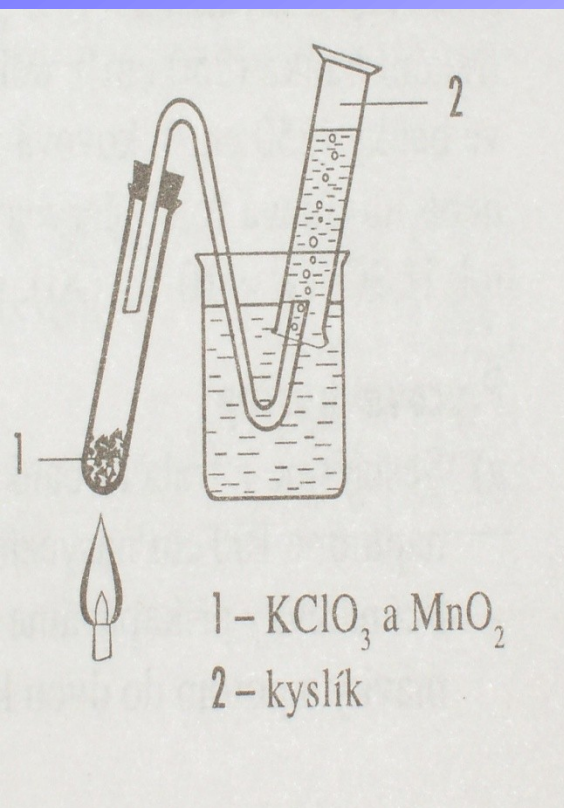
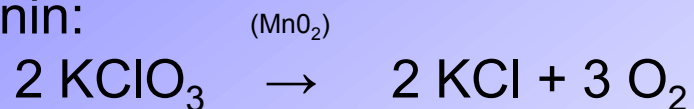
# Příprava:

• elektrolýzou vody:

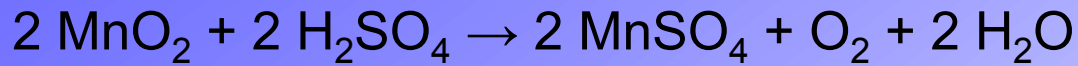


• frakční destilací zkapalněného vzduchu

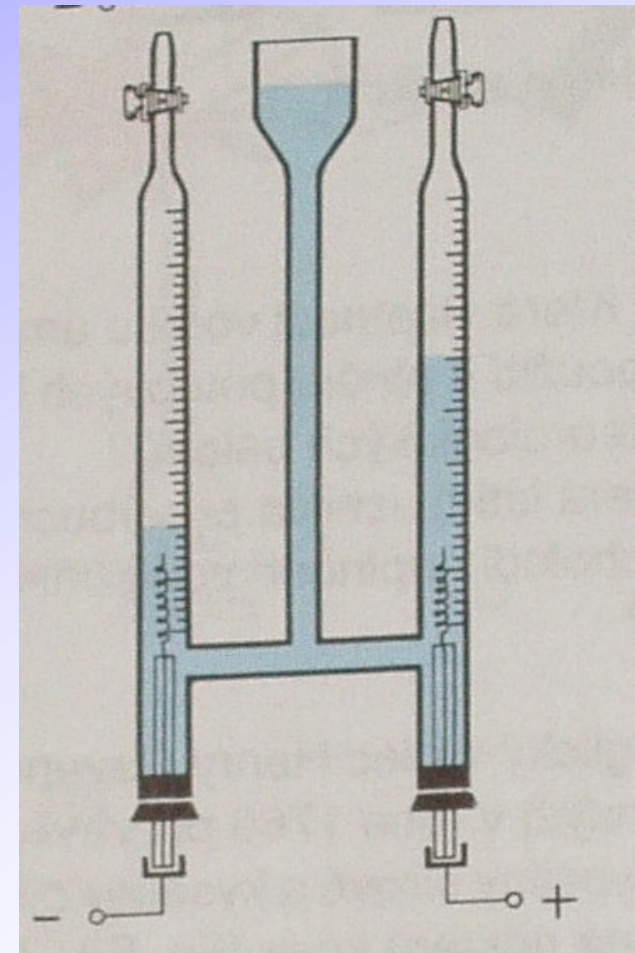
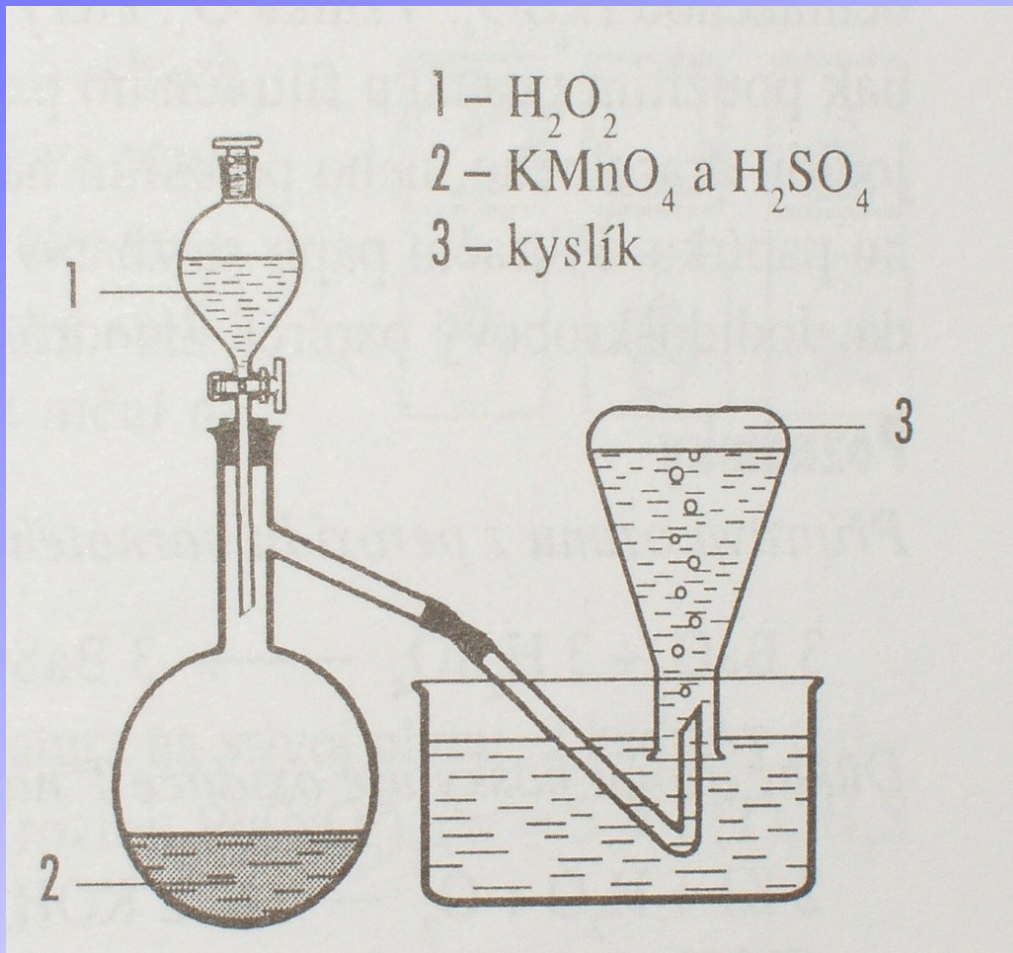
• tepelný rozklad sloučenin:



- redukce kyslíkatých sloučenin:



- elektrolýzou vody v Hoffmanově přístroji





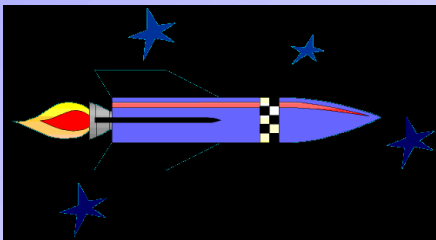
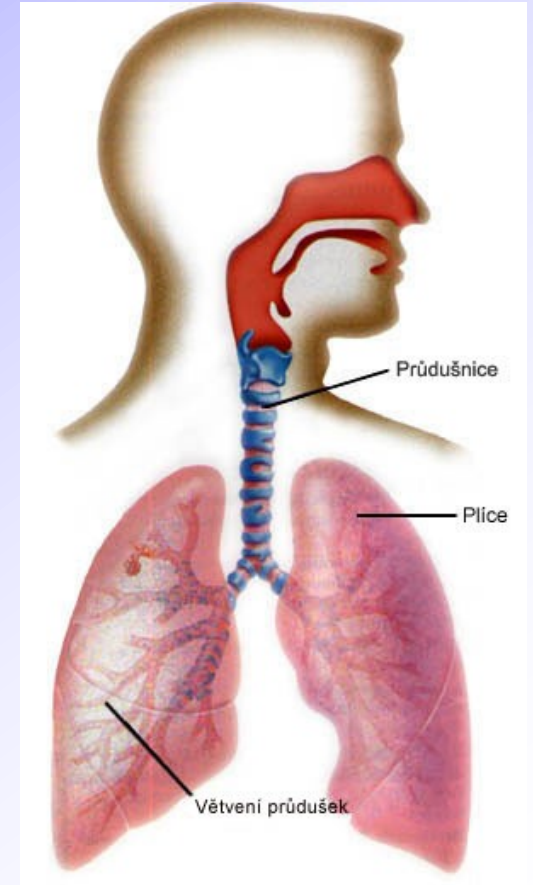
# Použití:

**O<sub>2</sub>**

- sváření a řezání kovů
- kyslíkové přístroje ve zdravotnictví, letectví, hornictví, kosmonautice
- k pohonu raket (kapalný kyslík)
- k urychlení chemických procesů (výroba oceli)

**O<sub>3</sub>**

- dezinfekce H<sub>2</sub>O a vzduchu
- bělení textilních vláken



# Sloučeniny:

## • Oxidy: $O^{II-}$

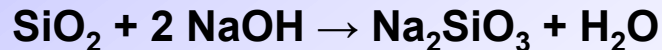
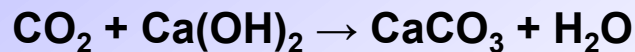
a) podle struktury

- molekulové oxidy - (mezi jednotlivými molekulami existují většinou jen slabé van der Waalsovy interakce)  
-oxidy nekovů např.  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$
- kovalentní krystaly - (atomy tvoří trojrozměrné mřížky, pevné látky, velmi tvrdé)  
-např.  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$
- iontové krystaly - (pevné látky, v pevném stavu el. nevodivé, v tavenině vedou elektrický proud)  
-např.  $Na_2O$ ,  $BaO$

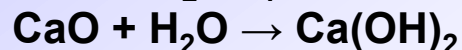
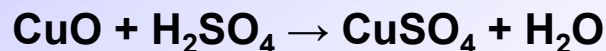
b) podle acidobazických vlastností



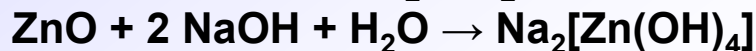
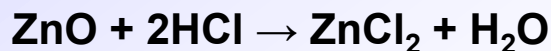
• oxidy kyselé



• oxidy zásadité



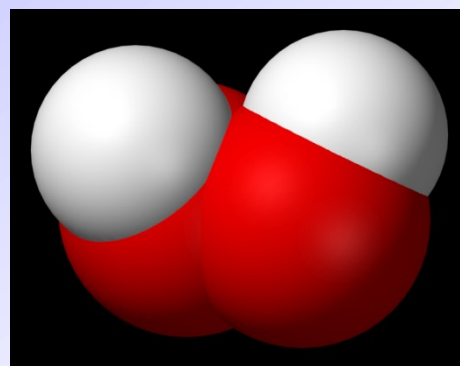
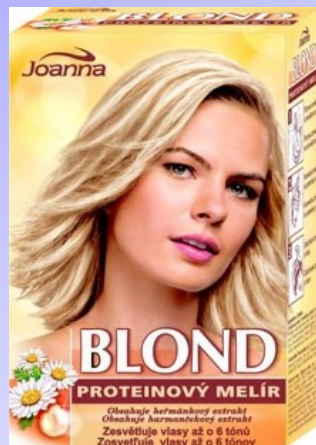
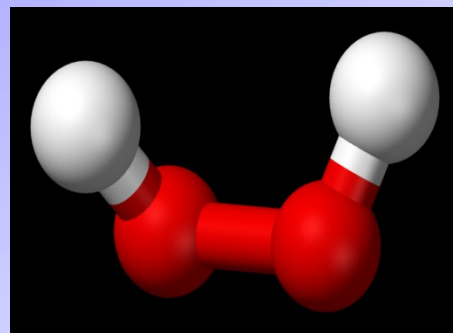
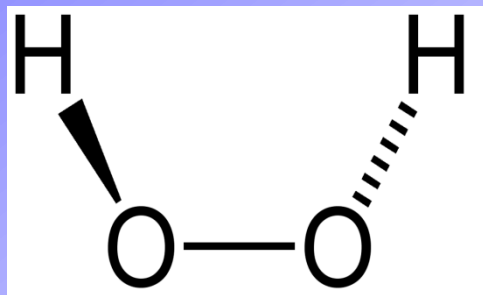
• oxidy amfoterní - reagují s kyselinami i se zásadami, vzniká sůl a voda



• oxidy netečné - nereagují s vodou, kyselinami, bázemi  
-např.  $CO$ ,  $NO$ ,  $N_2O$ ,  $ClO_2$

## • Peroxid vodíku $H_2O_2$ :

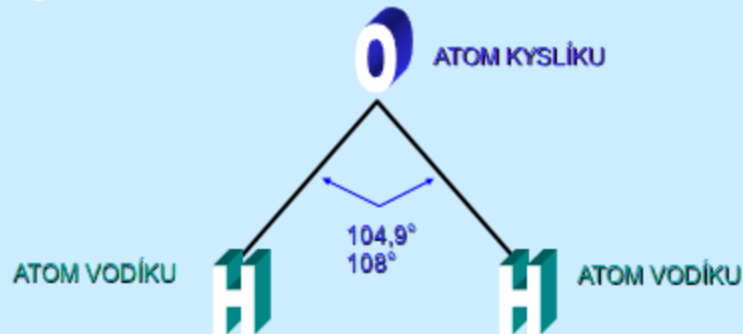
- velmi reaktivní, bezbarvá kapalina, nestálý  $2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$
- oxidační účinky -  $PbS + 4 H_2O_2 \rightarrow PbSO_4 + 4 H_2O$
- redukční účinky -  $Ag_2O + H_2O_2 \rightarrow 2 Ag + H_2O + O_2$
- laboratorní příprava:  $BaO_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + H_2O_2$
- použití: bělicí a dezinfekční prostředek, 3% roztok v lékařství, kadeřnictví



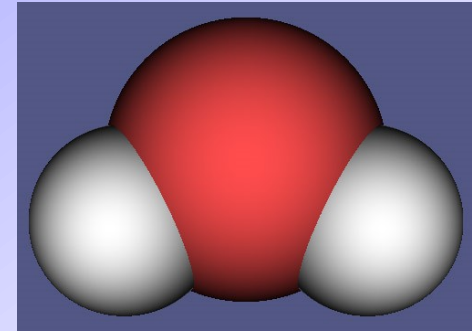
## • Voda H<sub>2</sub>O:

- výskyt: nejdůležitější a nejrozšířenější látka, 2/3 zemského povrchu, vodní pára atmosféry, součást živých organismů
- struktura vody: atom kyslíku s vodíkovými atomy kovalentní vazba (úhel 105°), molekuly se spojují vodíkovými můstky, jednotlivé molekuly jen v plynném skupenství, kapalné a pevné – složitá struktura

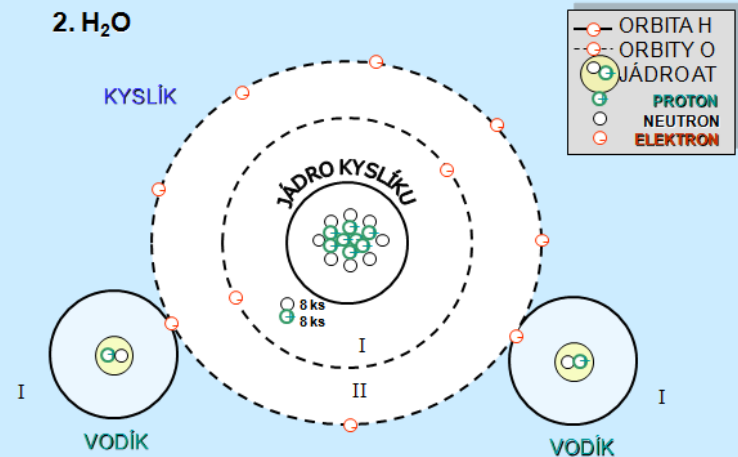
### 1. H<sub>2</sub>O



Molekula vody – atomární skladba



### 2. H<sub>2</sub>O



Molekula vody – skladba částic atomů



- druhy vod:
  - měkká x tvrdá
  - tvrdost vody je způsobena rozpuštěnými solemi Ca a Mg.
    - tvrdost:
      - karbonátová (přechodná), hydrogenuhličitany
      - nekarbonátová (trvalá), sírany
      - vliv varu
  - napájecí x pitná – (tvrdost 10 – 20 stupňů, zdravotně nezávadná, limity na bakterie a ionty)
  - změkčování vody:
    - dekarbonizace - Varem,  $\text{HCO}_3$  na nerozpustné  $\text{CO}_3$
    - srážení
      - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2 \text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
      - $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
      - $\text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CaSO}_4$
    - iontoměniče

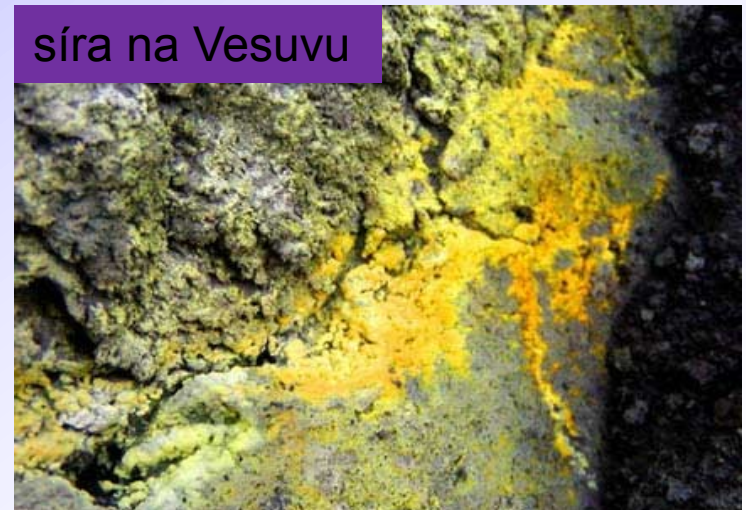


# Síra

- Síru znali již staří Řekové a Římané, od zničení Sodomy a Gomory sirným deštěm, až k objevu, že síra spolu s kyselinou sírovou je hlavní složkou atmosféry planety Venuše. V roce 1245 objevil Friar Bacon střelný prach, který se skládal z ledku, práškovitého dřevěného uhlí a síry. Poprvé byl použit v bitvě u Kresčaku. V roce 1746 zavedl John Roebuck výrobu kyseliny sírové v Anglii.
- výskyt:
  - čistá síra v sirných dolech (USA, Mexiko)
  - sulfan v ropě, zemním plynu
  - sulfidické minerály např.: pyrit, galenit, sfalerit, rumělka, sádrovec



kosočtverečná síra



síra na Vesuvu



- průmyslová výroba:

- v první polovině 20. století – metoda H. Frasche – vháněním přehřáté vodní páry do ložisek síry a vytlačováním zkapalněné síry horkým vzduchem na povrch
- ze zemního plynu, který obsahuje 15 - 20% sulfanu a z ropy

- fyzikální vlastnosti:

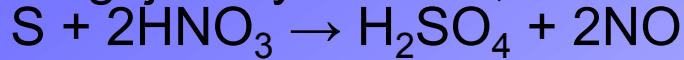
- síra má 4 stabilní izotopy  $^{32}\text{S}$ ,  $^{33}\text{S}$ ,  $^{34}\text{S}$  a  $^{36}\text{S}$
- žlutá látka nerozpustná ve vodě, dobře rozpustná např. v ethanolu
- dobrý tepelný a elektrický izolant
- vyskytuje se v několika formách:
  - **kosočtverečná síra** - stálá při laboratorní teplotě
  - **jednoklonná síra** - vzniká z kosočtverečné síry při teplotě  $95^\circ\text{C}$   
*obě tyto formy mají v krystalech cyklické osmiatomové molekuly*
  - zahříváním jednoklonné síry nad  $119\text{C}$  připravíme tzv. **kapalnou síru** (hustá, viskózní kapalina), jejímž dalším zahříváním vznikají hnědé páry síry
  - prudkým ochlazením těchto par vzniká **sirný květ**, který má podobu žlutého prášku
  - při prudkém ochlazení kapalné síry dostaneme síru **plastickou**, není stálá a postupně přechází na modifikaci kosočtverečnou



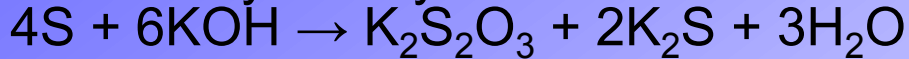
- chemické vlastnosti:

- síra hoří na vzduchu modrým plamenem za vzniku oxidu siřičitého a v malém množství i oxidu sírového

- reaguje s kyselinami, které mají oxidační vlastnosti:



- reakcí s hydroxidy vzniká thiosíran a sulfid:



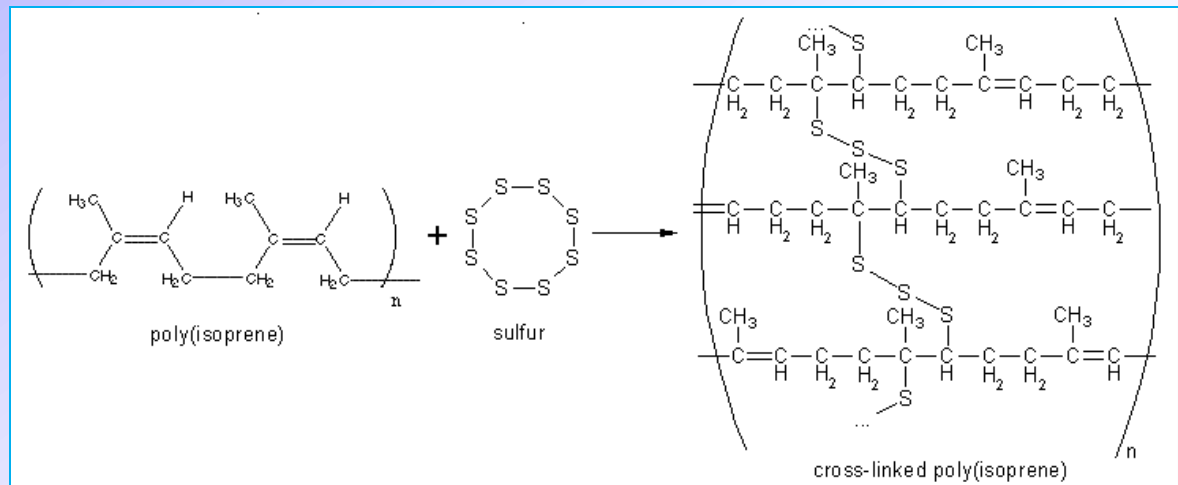
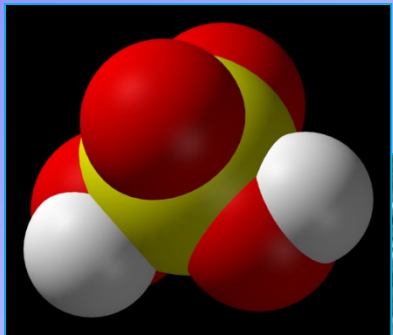
- využití:

- vulkanizace kaučuku

- výroba oxidu siřičitého

- výroba kyseliny sírové

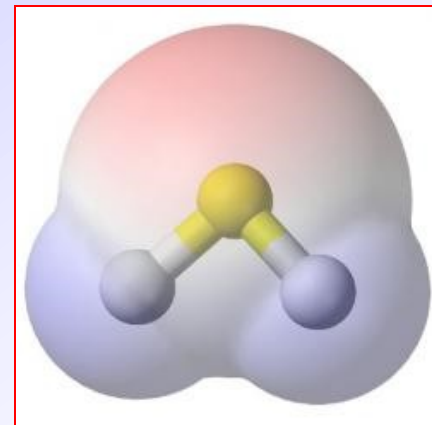
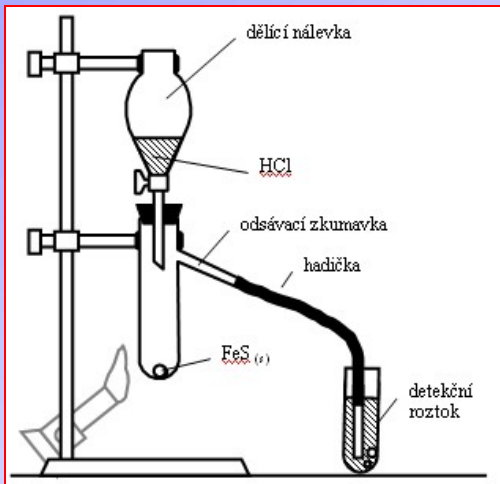
- insekticidy, fungicidy, léčiva např. na kožní onemocnění



# • sloučeniny:

## – Sulfan

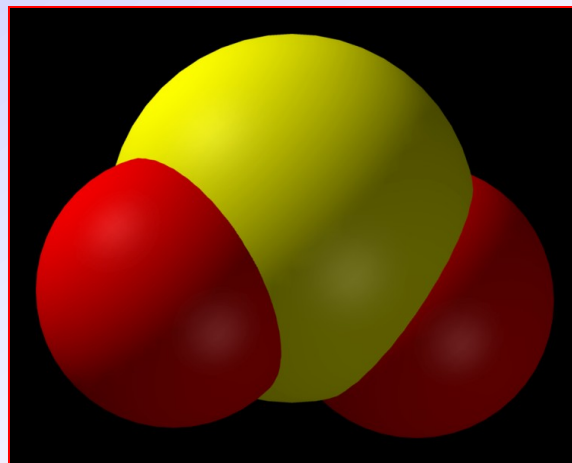
- bezbarvý, nepříjemně páchnoucí plyn, velmi jedovatý, v sopečných plynech, v minerálních vodách, při rozkladu bílkovin
- příprava působením kyselin na sulfidy:  $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$
- plynný  $\text{H}_2\text{S}$  na vzduch hoří namodralým plamenem za vzniku oxidu siřičitého a vody:  $\text{H}_2\text{S} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- sulfan reaguje s vodou za vzniku kyseliny sulfanové
- dvojsytná kyselina, která existuje pouze ve vodném roztoku
- tvoří dva druhy solí: **sulfidy** a **hydrogensulfidy**
- sulfidy alkalických kovů a kovů alkalických zemin jsou rozpustné ve vodě, sulfidy těžkých kovů jsou nerozpustné a většinou barevné



- oxidy - 13 oxidů síry

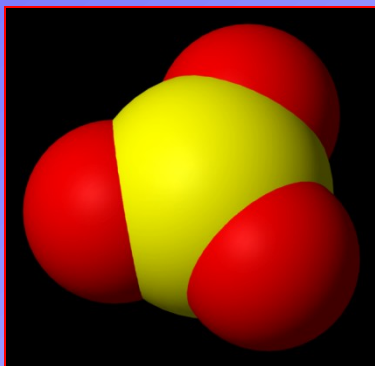
- **oxid siřičitý**

- vyrábí se spalováním síry nebo sulfanu:  $S + O_2 \rightarrow SO_2$ ,  
 $H_2S + 3/2 O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$ , vzniká při spalování uhlí obsahující síru (znečišťování ovzduší)
    - bezbarvý jedovatý plyn, dusivého zápachu
    - dobře rozpustný ve vodě, reakcí s vodou vzniká vodný roztok „kyseliny siřičité“
    - oxiduje se na oxid sírový:  $SO_2 + 1/2O_2 \rightarrow SO_3$  (katalyzátor Pt nebo  $V_2O_5$ )
    - využití - výroba kyseliny sírové, bělicí činidlo – např. recyklovaného papíru (výroba novin ), dezinfekční činidlo (vinařství), konzervační činidlo v potravinářském průmyslu (výroba marmelád, sušeného ovoce, nealko nápojů)



## – oxid sírový

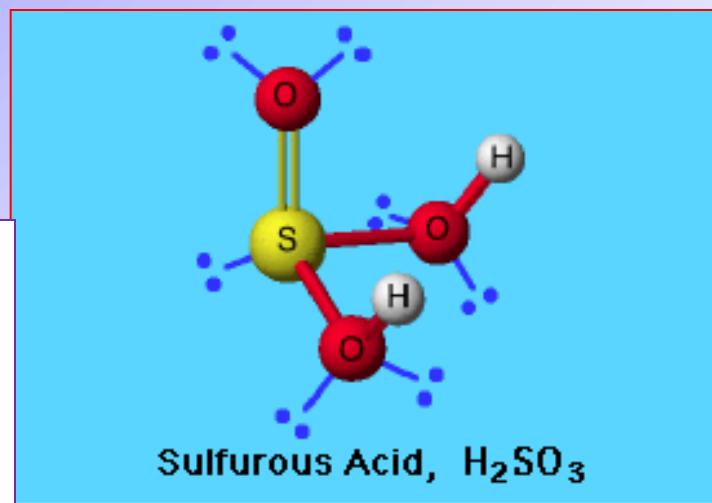
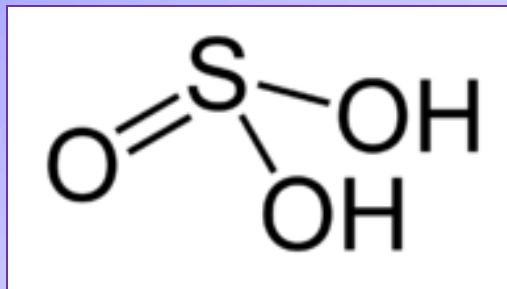
- připravuje se oxidací oxidu siřičitého:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$   
( katalyzátor Pt nebo  $\text{V}_2\text{O}_5$  )
- meziprodukt při výrobě kyseliny sírové
- s vodou reaguje za vzniku kyseliny sírové, s organickými látkami dochází k extrakci vody a k zuhelnatění organického materiálu



## • kyseliny

### – kyselina siřičitá

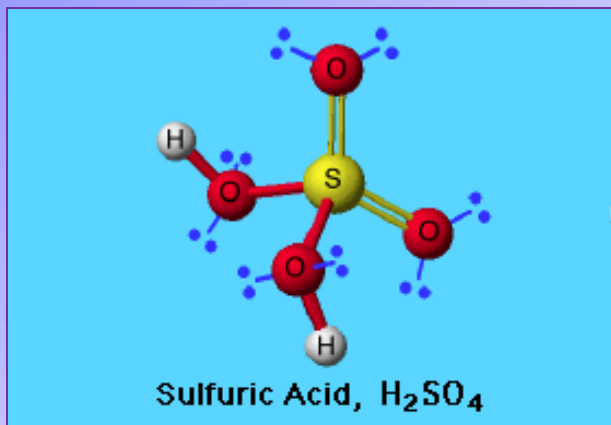
- příprava - zaváděním oxidu siřičitého do vody:  
 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
- pouze jako vodný roztok
- silné redukční činidlo
- tvoří dvě řady solí: **siřičitany** a **hydrogensiřičitany**





## – kyselina sírová

- bezbarvá olejovitá kapalina, neomezeně se mísí s vodou, je oxidačním činidlem, má dehydratační účinky, zuhelnatuje organické látky
- má vysokou elektrickou vodivost – způsobenou autoprotolýzou:  
$$2\text{H}_2\text{SO}_4 \leftrightarrow (\text{HSO}_4)^- + (\text{H}_3\text{SO}_4)^+$$
- zředěná kyselina oxiduje a rozpouští neušlechtilé kovy za vývoje vodíku:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
- horká koncentrovaná kyselina oxiduje a rozpouští některé ušlechtilé kovy:  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- zlato, platina, olovo účinkům konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  odolává
- využití: výroba hnojiv, elektrolyt do akumulátorů
- tvoří dvě řady solí - sírany a hydrogensírany





# Výroba kyseliny sírové

Síra, S

1. ↓

Oxid siřičitý  $\text{SO}_2$   
 $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$

2. ↓

Oxid sírový,  $\text{SO}_3$   
 $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$

3. ↓

Oleum

4. ↓

Kyselina sírová,  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
 $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

1) Spálení síry

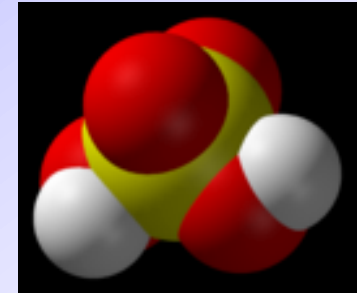
2) Oxid siřičitý je smísen s dalším vzduchem. Poté je za teploty 450 °C veden přes čtyři až pět oddělených ploch katalyzátoru, který tvoří kuličky oxidu vanadičného.

3) Vzniklý oxid sírový se pohlcuje v kyselině sírové za vzniku olea. Oleum je hustá dýmavá kapalina.

4) Oleum je opatrně smíseno s vodou za vzniku koncentrované kyseliny sírové.



Výrobná kyseliny sírové



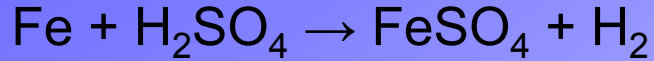
likvidace zbytků  $\text{H}_2\text{SO}_4$



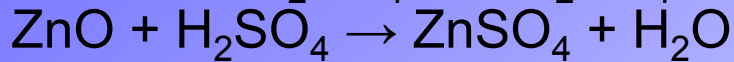
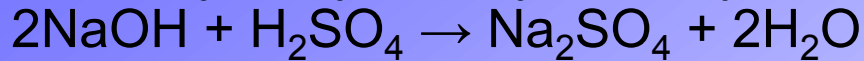
Kyselina sírová je vyráběna na nejmodernějším zařízení

## – sírany

- příprava rozpouštěním kovu ve vodném roztoku kyseliny:



- reakcí kyseliny s oxidy nebo hydroxidy kovů:

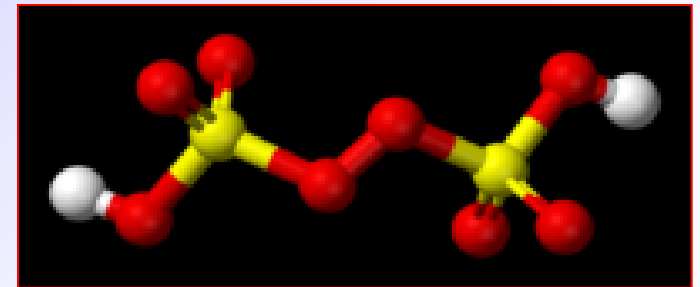


- většina síranů je ve vodě dobře rozpustná, jsou to krystalické látky



## – kyselina peroxodisírová

- bezbarvá pevná látka
- soli: peroxodisírany - oxidační a bělicí činidla

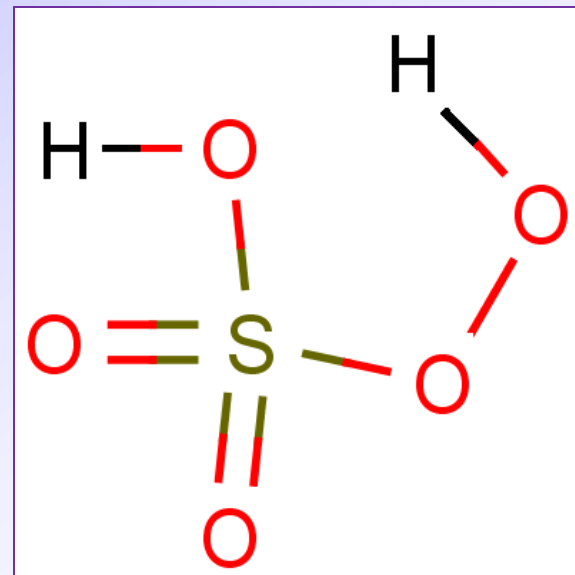


## – kyselina thiosírová

- nestálá látka
- soli: thiosíraný
- silnější oxidační činidla oxidují thiosíran až na hydrogensíran:  
 $(\text{S}_2\text{O}_3)^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2(\text{HSO}_4)^- + 8\text{HCl}$
- tato reakce se využívá při odstraňování přebytku chlóru z vlákna při průmyslovém bělení
- hydratovaný thiosíran sodný ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )
  - bílá krystalická látka
  - snadno rozpustná ve vodě



thiosíran sodný



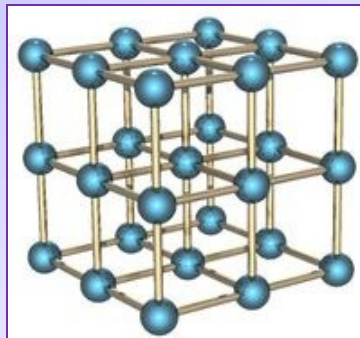
## – kyselina peroxosírová (Caroova)

- silná jednosytná kyselina
- bezbarvá krystalická látka



# Selen

- výskyt: ve formě minerálů, tyto minerály se vyskytují v přírodě společně s minerály obsahujícími síru
- fyzikální vlastnosti: polokov, pevná krystalická látka, v různých formách, např. šedý, černý nebo červený selen, nerozpustný ve vodě
  - 3 červené monoklinické polymorfní formy červený selen (alfa, beta, gama), z kruhů  $\text{Se}_8$
  - šedá „kovová“ - hexagonální krystalická forma
  - červený amorfní - spirálové poněkud deformované řetězce
  - sklovitý černý selen - nejdostupnější modifikace, má strukturu složenou z kruhů, které obsahují až tisíc atomů v jednom kruhu
  - selen má v organizmu esenciální význam pro tvorbu enzymu glutathionperoxidázy - nejvíce selenu obsahují mořské ryby a para ořechy



- využití:

- výroba fotočlánků – ve fotočlánku jsou atomy selenu schopny uvolňovat elektrony po ozáření viditelným světlem, fotočlánek se tak stává zdrojem el. Energie
- fotočláanky se využívají v solárních panelech, v kopírkách
- selen se také využívá pro výrobu světlocitlivého válce v laserových tiskárnách



mezinárodní vědecká stanice ISS

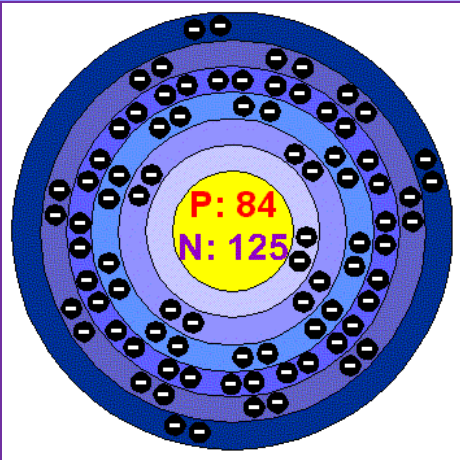


elektrárna využívající solární panely (Bavorsko)



# polonium

- historie: Marie Curie-Sklodovská v roce 1898 izolovala dva prvky ze smolince, jeden prvek pojmenovala podle své vlasti polonium, druhý podle vlastnosti (radioaktivity) radium
  - za tento objev získala v roce 1911 Nobelovu cenu za chemii
- výskyt:
- polonium se vzhledem ke svému krátkému poločas rozpadu v přírodě téměř nevyskytuje
- v přírodě v uranových rudách se vyskytuje pouze izotop  $^{210}\text{Po}$
- $^{210}\text{Po}$  je těkavé, má krátký poločas rozpadu, takže uranové rudy jej obsahují pouze 0,1 mg v 1t rudy



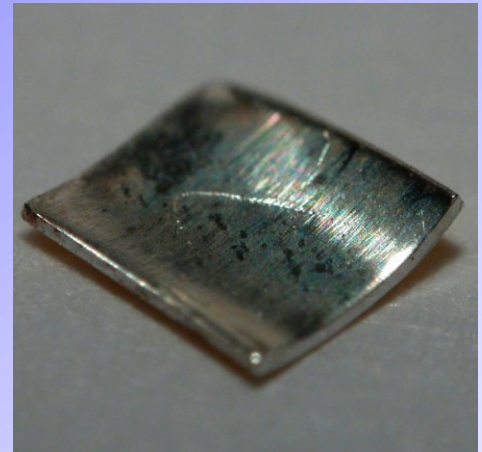
smolince – obsahuje oxid uraničitý





- fyzikální vlastnosti:

- kovový prvek
- tvoří stříbřité bílé krystaly
- větší elektrická vodivost než u telluru
- nemá žádný stabilní izotop
- $^{209}\text{Bi}(n; \gamma) \rightarrow ^{210}\text{Bi} \rightarrow (\beta) ^{210}\text{Po} \rightarrow (\alpha) ^{206}\text{Pb}$



- chemické vlastnosti:

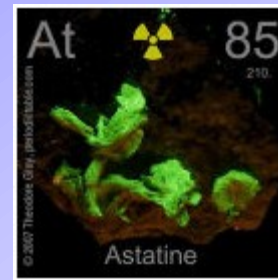
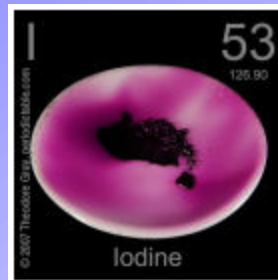
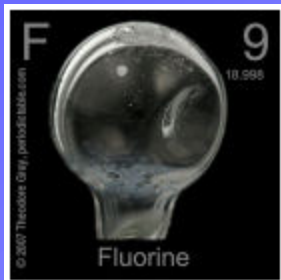
- všechny sloučeniny polonia by měly být považovány za potencionálně toxické, usazuje se v ledvinách, slezině a játrech a již v nepatrných koncentracích způsobují bolesti hlavy, nevolnosti, zvracení a podráždění sliznic; LD50 = 7.10-12 g

- využití: je to téměř čistý zářič  $\alpha$



# p<sup>5</sup> prvky – halogeny

F, Cl, Br, I, At



## Charakteristika

- p prvky (VII.A = 17.sk.) - celkem 7 val. elektronů v orbitalech s a p, elektronegativita jejich atomů roste od astatu k fluóru
- jejich atomy jsou reaktivní, do oktetu jim chybí pouze 1 elektron, který získávají od atomu prvku se kterým vstupují do vazby, tvoří dvouatomové molekuly (X<sub>2</sub>), téměř všechny jsou biogenní, nekovy
- v přírodě se nevyskytují čisté, ale v minerálech
- slovo halogen je odvozeno z řeckých slov hals a ganeo, sůl a tvořím – solitvorné prvky
- používají se v nejširších odvětvích průmyslu

	F	Cl	Br	I	At
atomové číslo	9	17	35	53	85
At. hmotnost rel.	18,998403	35,453	79,904	126,9045	209,99
teplota tání C	-218,6	-101,0	-7,25	113,6	302
teplota varu C	-188,1	-34,0	59,50	185,2	330

# Fluor

- název od minerálu fluoritu, který se používal jako tavidlo (z latinského *fluo* = téci)
  - v hutích snížení teploty při tavení rud
- výskyt:
  - fluorit = kazivec -  $\text{CaF}_2$  - po zahřátí světlo (*fluorescence*)
  - kryolit -  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$
  - fluoroapatit -  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$



fluorit



kryolit

- fyzikální vlastnosti:
  - světle zelenožlutý plyn
  - molekula biatomická  $\text{X}_2$
  - nejčastěji v plynném stavu
  - jedovatý, pronikavě dráždivý zápach



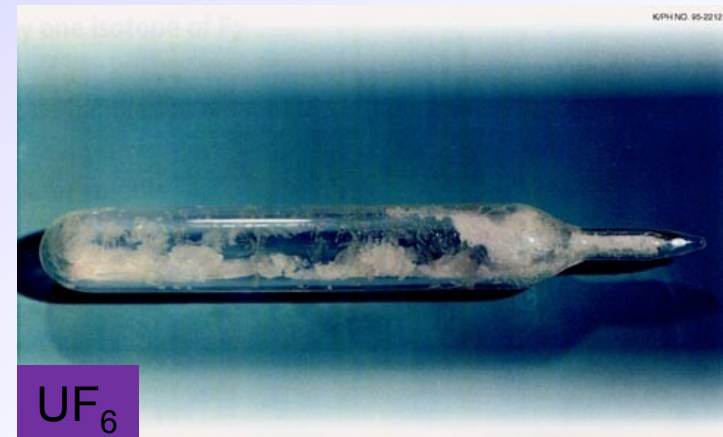


- chemické vlastnosti:

- nejreaktivnější ze všech prvků, reaguje se všemi prvky vyjma helia, argonu a neonu, s některými za vzniku tepla a světla
- monoizotopický
- velmi silné oxidační činidlo
- s vodíkem se slučuje i v temnu a při nízkých teplotách explozivně - tendence odebírat vodík jiným sloučeninám:  
$$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{F}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{HF} \dots \text{leptá sklo}$$

- využití:

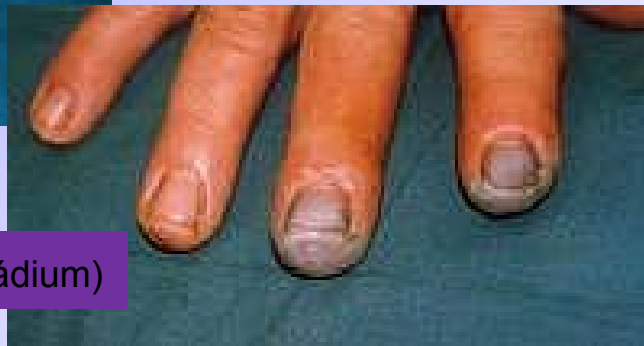
- většina vyrobeného fluoru (70 – 80%) - výroba fluoridu uranového ( $\text{UF}_6$ ) pro potřeby jaderných elektráren
- výroba teflonu



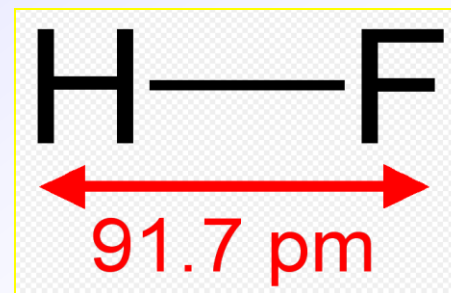
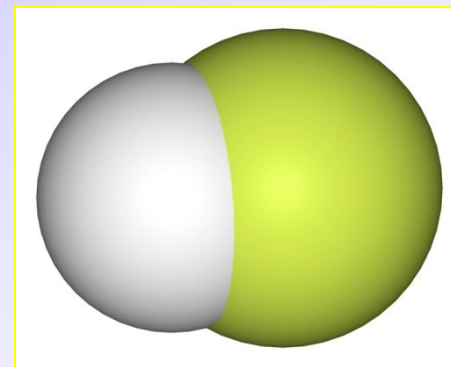
## • sloučeniny:

### – Fluorovodík HF

- silně páchnoucí bezbarvý plyn, bezvodý fluorovodík se vyrábí působením kyseliny sírové na kazivec=fluorit:  
 $\text{CaF}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightarrow 2\text{HF}(\text{g}) + \text{CaSO}_4(\text{s})$  - reakce endotermická
- fluorovodík leptá sklo:  $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- kyselina fluorovodíková je bezbarvá kapalina, lze ji připravit rozpouštěním fluorovodíku ve vodě
- fluorovodík i kyselina silně leptají tkáň
- použití k výrobě syntetického kryolitu (zvýšená výroba hliníku), při leptání skla, k výrobě fluoridů a kyselých pracích prostředků



poleptání HF (1. a 3. stádium)



## – fluorid sodný NaF

- fluoridace vody, konzervování dřeva, výroba insekticidů a fungicidů

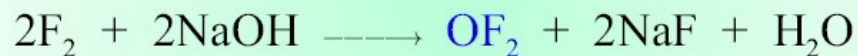
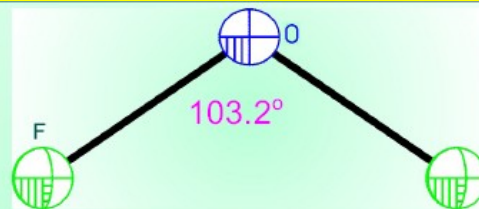
## – fluorid cínatý

- do zubních past k prevenci tvorby zubního kazu

## – difluorid kyslíku

Difluorid kyslíku  $\text{OF}_2$

b.v.  $-145\text{ }^\circ\text{C}$



Difluorid dikyslíku  $\text{O}_2\text{F}_2$

Difluorid tetrakyslíku  $\text{O}_4\text{F}_2$



### průmyslová výroba:

- Moissanova metoda - elektrolýza směsi KF a bezvodého HF - nádoba z měkké oceli je katodou, anoda je tyč z kompaktního negrafitizovaného uhlíku



# Chlor

- název chlóru vychází z barvy plynu (řecké chloros = nažloutlý, světle zelený)
- výskyt:
  - vyskytuje se pouze ve sloučeninách
  - největší zásoby chloridů v mořské vodě - sylvín – KCl, halit - NaCl
  - v žaludeční šťávě je asi 0,5% HCl (aktivuje pepsin)

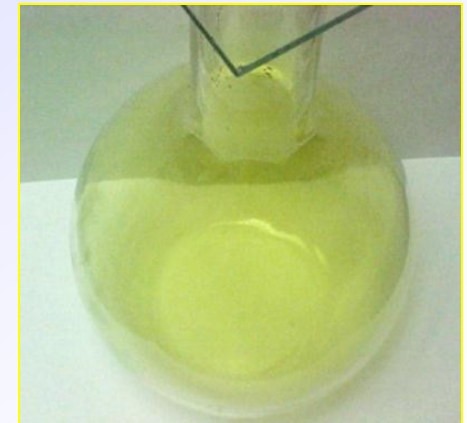


halit



sylvín

- fyzikální vlastnosti:
  - žlutozelený plyn charakteristického zápachu
  - ve vyšších koncentracích toxický
  - biatomická molekula
  - dvaapůlkrát těžší než vzduch



- chemické vlastnosti:

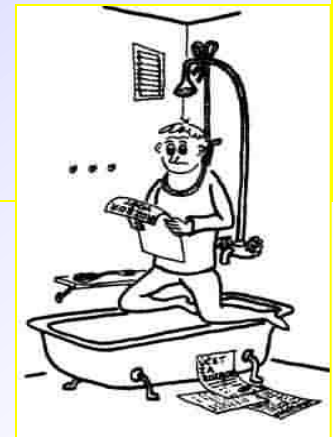
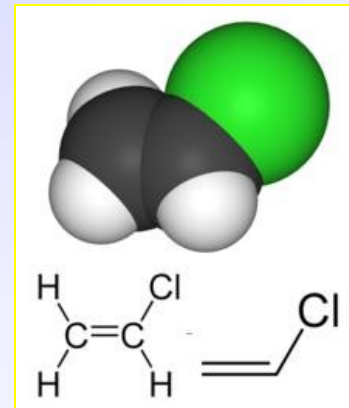
- velmi reaktivní - reaguje se všemi prvky kromě kyslíku, dusíku, vzácných plynů a platinových kovů
- oxidační činidlo
- ve vodě rozpustný, reaguje s vodou a vzniká chlorová voda:  
 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$  na světle pokračuje rozklad kyseliny chlorné na kyselinu chlorovodíkovou a kyslík:  $\text{HClO} \rightarrow \text{HCl} + \text{O}$

- využití:

- výroba chlorovaných organických sloučenin (vinylchlorid)
- bělení papíru, textilu a celulózy
- dezinfekce pitné a užitkové vody (v plaveckých bazénech, vodárnách a odpadních stokách)

- průmyslová výroba:

- elektrolýza taveniny NaCl
- elektrolýza vodného roztoku NaCl



## • sloučeniny:

### – chlorovodík HCl

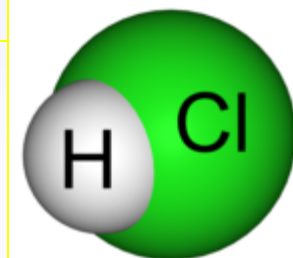
- vznik spalováním vodíku v chloru:  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ , vytěsňováním chlorovodíku z chloridu sodného koncentrovanou kyselinou sírovou:  $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$  (600 °C)
- bezbarvý plyn ostře štiplavého zápachu, těžší než vzduch

### – kyselina chlorovodíková HCl

- výroba - reakcí chlorovodíku a vody
- silná kyselina, koncentrovaná 37%, 42% - dýmavá kyselina
- výroba chloroprenu a PVC, příprava chloridů

### – chloridy

- soli kyseliny chlorovodíkové
- podle způsobu vazby rozdělujeme chloridy: iontové, kovalentní
- podle rozpustnosti ve vodě:
  - chloridy nerozpustné ve vodě (Ag, Hg, Pb)
  - chloridy rozpustné ve vodě ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ )



- **kyselina chlorná**

- slabá kyselina, málo stálá, známá pouze ve vodných roztocích

- **soli – chlornany**

- silná oxidační činidla

- desinfekční a bělicí činidla

- vznikají zaváděním chlóru do roztoků hydroxidů:



- **NaClO** – obsažen např. v Savu

- **Ca(ClO)<sub>2</sub>** – bělení papíru

- **soli - chlorečnany**

- vznikají zaváděním chlóru do hydroxidu:



- **NaClO<sub>3</sub>** - herbicid, sušení sojových bobů

- **KClO<sub>3</sub>** - složka zápalných směsí pro hlavičky zápalek

NaClO<sub>3</sub>

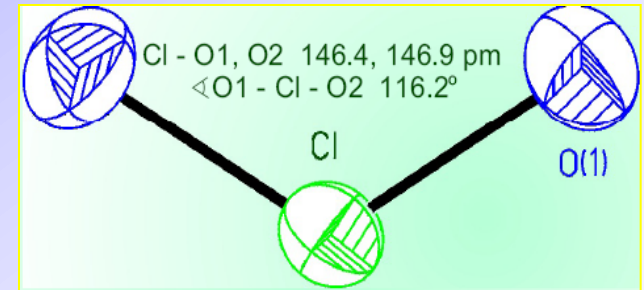
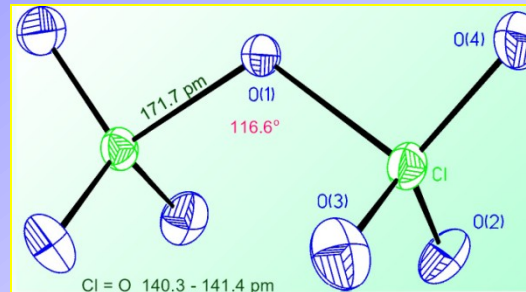




- **solí – chloristany**
  - silná oxidační činidla
  - **chloristan amonný** - oxidační činidlo pro raketové palivo
  - **chloristan draselný** - složka pyrotechnických směsí pro ohňostroje
  - **chloristan hořečnatý** - silně hygroskopický, sušidlo *anhydron*
  - **chloristan hořečnatý** - elektrolyt v tzv. suchých článcích
- **$\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**  - chlorové vápno - bělení a desinfekce

- **oxidy**

- oxid chloristý
- oxid chlorový
- oxid chloričitý



# Brom

- název z řeckého *brómos* = zápach
- výskyt:
  - velmi reaktivní proto se vyskytuje pouze ve sloučeninách
  - hlavním přírodním zdrojem brómu jsou bromidy z mořské vody
  - Minerály
- laboratorní příprava
  - zahřívání bromidu draselného s oxidem manganičitým:  
$$2\text{KBr} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- průmyslová výroba
  - oxidací bromidů chlorem:  $\text{KBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl} + \text{Br}_2$

- fyzikální vlastnosti:
  - biatomické molekuly
  - tmavě červená zápachající kapalina
  - leptá sliznice a dráždí ke kašli
  - rozpustný ve vodě – nasycený roztok se nazývá **bromová voda**





- chemické vlastnosti:

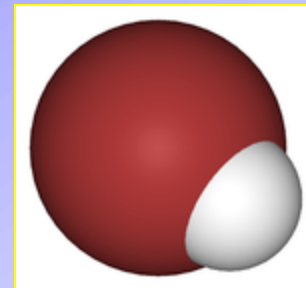
- má oxidační vlastnosti
- monoizotopický

- využití:

- výroba bromovaných organických sloučenin – účinné nematocidy (prostředek k hubení červů), pesticidy
- výroba léčiv - Bromhexin



## • sloučeniny:



### – bromovodík

- bromovodík je bezbarvý plyn pronikavého zápachu
- vyrábí se katalyzovanou syntézou vodíku a brómu  
$$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr} \quad (200 - 400 \text{ }^\circ\text{C} / \text{Pt})$$
- mezi molekulami nedochází k vytváření vodíkových vazeb
- katalyzátor v organické chemii

### – kyselina bromovodíková

- roztok plynného bromovodíku, který se připravuje přímou syntézou vodíku a bromu:  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr}$ , reakcí fosforu s bromem a hydrolyzou:



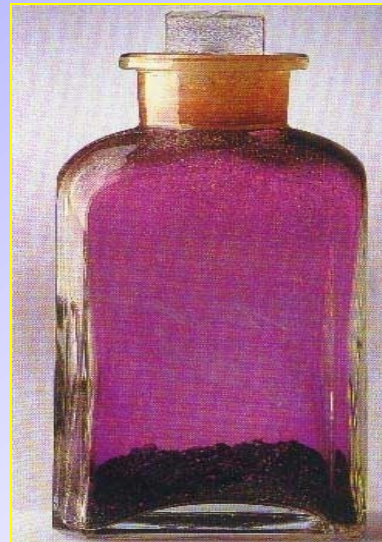
- silná kyselina

### – bromidy

- většinou bezbarvé látky, pokud zabarvení není způsobeno kationtem
- většina bromidů je rozpustných ve vodě, nerozpustný je bromid stříbrný (fotografování), rtuťný a měďný

# Jod

- připraven vyluhováním popela mořských chaluž kyselinou sírovou a pojmenován podle charakteristické fialové barvy
- **výskyt:**
  - v chilském ledku, v řasách
  - jodobromové vody – lázně Darkov, Klimkovice
  - minerály
- **fyzikální vlastnosti:**
  - jemná černofialová, páchnoucí krystalická látka
  - jedovatý, leptavý, snadno sublimuje, ve vodě málo rozpustný



- chemické vlastnosti:

- biatomická molekula
- reaguje s méně prvky než fluór, chlór, bróm
- slabé oxidační činidlo
- při reakci se škrobovým roztokem vzniká intenzivní modré zbarvení, to při zahřátí zmizí, ale po ochlazení se obnoví (změna struktury škrobu) - důkaz jódu nebo škrobu

- využití:

- asi 1/2 se zpracovává na organické sloučeniny
- doplněk stravy dobytka a drůbeže, člověka (přídavek do soli kuchyňské) – při nedostatku poruchy štítné žlázy
- výroba léků
- Dezinfekce (jodová tinktura = jód + ethanol (6,5% lihový roztok) = účinné antiseptikum)





## • sloučeniny:

### – jodovodík

- bezbarvý plyn, páchne, dráždí ke kašli, leptá sliznici
- ve vodě se rozpouští na **kyselinu jodovodíkovou**

### - jodidy

- většina jodidů ve vodě rozpustná, nerozpustné jodid stříbrný, jodid thalný, jodid olovnatý

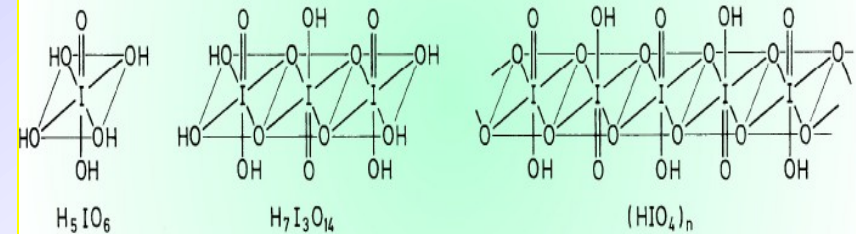
### – kyselina jodičná ( $\text{HIO}_3$ )

- tvoří bílé krystalky, dobře rozpustné ve vodě, silné oxidační činidlo

### – kyselina jodistá ( $\text{HIO}_4$ )

### – kyselina pentahydrogenjodistá

- bezbarvá krystalická látka, silné oxidační činidlo



kyselina  
orthoiodistá

kyselina  
metajodistá

# Astat

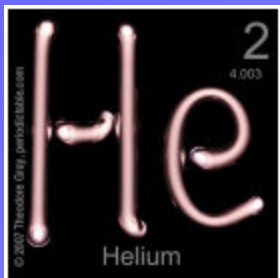
- astat z řeckého *astatos* - nestálý
- je známo 24 izotopů astatu, od  $^{196}\text{At}$  až k  $^{219}\text{At}$
- všechny mají krátký poločas rozpadu
- výskyt:
  - astat je článkem radioaktivních rozpadových řad, produkt rozpadu uranových a thoriových rud
- využití:
  - radiologie, nedostupnost a vysoká cena preparátů obsahujících astat omezují jejich praktické použití





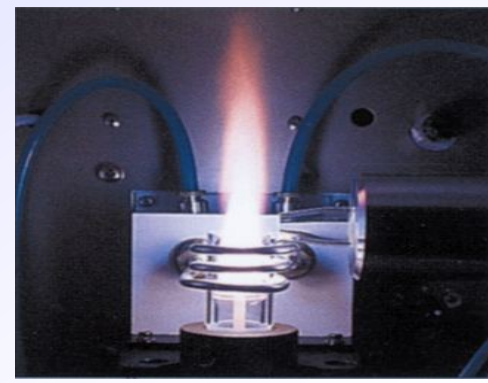
# p<sup>8</sup> prvky – vzácné plyny

He, Ne, Ar, Kr, Xe, Ra



## charakteristika:

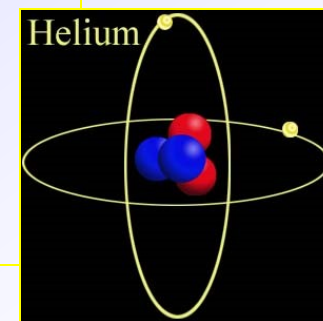
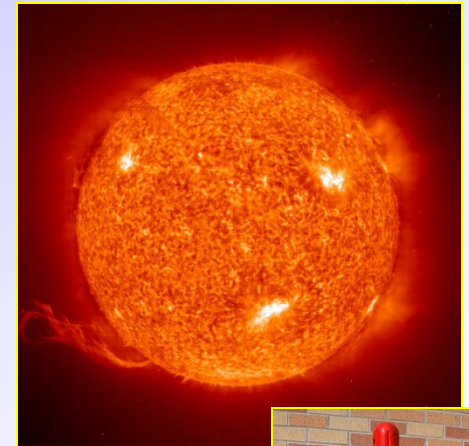
- p prvky – celkem 8 elektronů mají v orbitalech **s** a **p** – proto jejich atomy netvoří vazby s jinými atomy
- byly považovány za nereaktivní = inertní, bylo však připraveno několik sloučenin xenonu, kryptonu a radonu
- bez barvy a zápachu, velmi lehké plyny



# Helium

- název z řeckého helios – Slunce – objeveno ve spektru Slunce
- výskyt:
  - druhý nejrozšířenější prvek ve vesmíru
  - malé množství v zemské atmosféře (0,5 ml na 100 l vzduchu)
- průmyslová výroba:
  - vedlejší produkt při frakční destilaci zkapalněného vzduchu

- fyzikální vlastnosti:
  - monoatomické molekuly
  - bezbarvý, nehořlavý plyn bez chuti, bez zápachu
  - těžko zkapalnitelný
  - supratekuté, tzn. bez tření protéká libovolnými předměty, supravodivé, tzn. dokáže vést elektrický proud bez ztrát (má neměřitelný elektrický odpor)
  - schopnost difundovat řadou materiálů (pryž, PVC, sklo)



- chemické vlastnosti:
  - mimořádně netečný plyn
  - netvoří žádné sloučeniny

- využití:

- chladio
- plnění osvětlovacích trubic a výbojek
- příprava speciální vzduchové směsi pro hloubkové potápěče – pro snížení tlaku kyslíku v krvi (nedochází ke vzniku tzv. kesonové nemoci)
- plnění meteorologických balónů
- při práci s hořlavinami



# Neon

- název z řeckého néon – nový
- výskyt:
  - v zemské atmosféře (1,8 ml ve 100 l vzduchu)
- průmyslová výroba:
  - destilací zkapalněného vzduchu

- fyzikální vlastnosti:
  - monoatomické molekuly
  - bezbarvý, bez chuti, bez zápachu
- chemické vlastnosti:
  - netvoří žádné sloučeniny
  - chemicky mimořádně netečný plyn

- využití:
  - plnění žárovek, osvětlovacích trubic a výbojek





# Argon

- název z řeckého argón – líný
- výskyt:
  - v zemské atmosféře (1 l ve 100 l vzduchu)

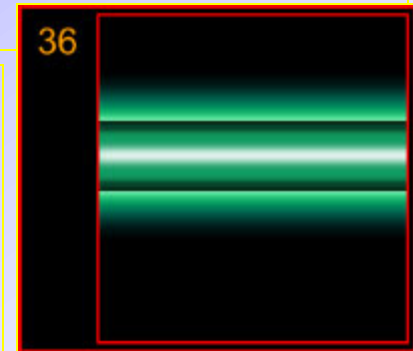
- fyzikální vlastnosti:
  - monoatomické molekuly
  - bezbarvý, bez chuti, bez zápachu
- chemické vlastnosti:
  - chemicky netečný plyn

- využití:
  - plnění žárovek, osvětlovacích trubíc a výbojek
  - inertní atmosféra při vysokoteplotních metalurgických procesech



# Krypton

- výskyt:
  - malém množství v zemské atmosféře (0,114 ml ve 100 l vzduchu)
- průmyslová výroba:
  - jako vedlejší produkt při frakční destilaci vzduchu
- fyzikální vlastnosti:
  - pouze jednoatomové molekuly, těžko zkapalnitelný
- chemické vlastnosti:
  - chemicky netečný plyn
  - tvoří pouze jednoatomové molekuly
- využití:
  - převážně na plnění žárovek, osvětlovacích trubic a výbojek





# Xenon

- výskyt:
  - malém množství v zemské atmosféře (0,008 ml na 100 l vzduchu)
- průmyslová výroba:
  - vedlejší produkt při frakční destilaci zkapalněného vzduchu

- fyzikální vlastnosti:
  - bezbarvý plyn
  - těžko zkapalnitelný
- chemické vlastnosti:
  - chemicky netečný, ale vytváří několik sloučenin



- využití:
  - plnění žárovek, osvětlovacích trubic a výbojek

- sloučeniny:
  - oxid xenonový - v pevném stavu velmi explozivní (srovnatelný s TNT)



# Radon

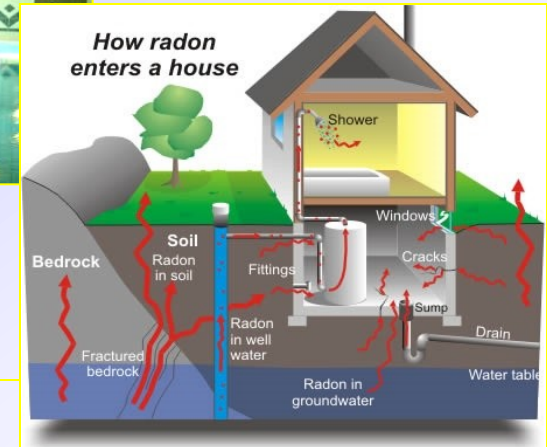
- výskyt:
  - v malém množství v zemské atmosféře
  - v přírodě spíše společně s radiem, z něhož také vzniká radioaktivním rozpadem
- průmyslová výroba:
  - vedlejší produkt při frakční destilaci vzduchu



- fyzikální vlastnosti:
  - bezbarvý plyn
  - radioaktivní
  - těžko zkapalnitelný



- chemické vlastnosti:
  - mimořádně chemicky netečný
  - tvoří pouze jednoatomové molekuly



- využití:
  - dříve při léčbě rakoviny k ozařování, léčba onemocnění pohybového aparátu soli radia - zdroj gama záření
  - radonové koupele (protizánětlivý a analgetický účinek)

# d prvky

## d – PRVKY

1 I A	2 II A
Vodík 1 <b>H</b> 1,00794(7)	
Lithium 3 <b>Li</b> 6,941(2)	Beryllium 4 <b>Be</b> 9,012182(3)
Sodík 11 <b>Na</b> 22,989770(2)	Hořčík 12 <b>Mg</b> 24,3050(6)
Draslík 19 <b>K</b> 39,0983(1)	Vápník 20 <b>Ca</b> 40,078(4)
Rubidium 37 <b>Rb</b> 85,4678(3)	Stroncium 38 <b>Sr</b> 87,62(1)
Cesium 55 <b>Cs</b> 132,90545(2)	Baryum 56 <b>Ba</b> 137,327(7)
Francium 87 <b>Fr</b> (223,0197)	Radium 88 <b>Ra</b> (226,0254)

3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B
Skandium 21 <b>Sc</b> 44,955910(8)	Titan 22 <b>Ti</b> 47,867(1)	Vanad 23 <b>V</b> 50,9415(1)	Chrom 24 <b>Cr</b> 51,9961(6)	Mangan 25 <b>Mn</b> 54,938049(9)	Železo 26 <b>Fe</b> 55,845(2)	Kobalt 27 <b>Co</b> 58,933200(9)	Nikl 28 <b>Ni</b> 58,6934(2)	Měď 29 <b>Cu</b> 63,546(3)	Zinek 30 <b>Zn</b> 65,39(2)
Yttrium 39 <b>Y</b> 88,90585(2)	Zirkonium 40 <b>Zr</b> 91,224(2)	Niob 41 <b>Nb</b> 92,90638(2)	Molybden 42 <b>Mo</b> 95,94(1)	Technecium 43 <b>Tc</b> (98,9063)	Ruthenium 44 <b>Ru</b> 101,07(2)	Rhodium 45 <b>Rh</b> 102,90550(2)	Palladium 46 <b>Pd</b> 106,42(1)	Stříbro 47 <b>Ag</b> 107,8682(2)	Kadmium 48 <b>Cd</b> 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 <b>Hf</b> 178,49(2)	Tantal 73 <b>Ta</b> 180,9479(1)	Wolfram 74 <b>W</b> 183,84(1)	Rhenium 75 <b>Re</b> 186,207(1)	Osmium 76 <b>Os</b> 190,23(3)	Iridium 77 <b>Ir</b> 192,217(3)	Platina 78 <b>Pt</b> 195,078(2)	Zlato 79 <b>Au</b> 196,96655(2)	Rtuť 80 <b>Hg</b> 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 <b>Rf</b> (261,110)	Dubnium 105 <b>Db</b> (262,1144)	Seaborgium 106 <b>Sg</b> (263,1186)	Bohrium 107 <b>Bh</b> (264,12)	Hassium 108 <b>Hs</b> (265,1306)	Mitnerium 109 <b>Mt</b> (268)	Ununnilium 110 <b>Uun</b> (269)	Unununium 111 <b>Uuu</b> (272)	Ununbium 112 <b>Uub</b> (277)

13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0
					Helium 2 <b>He</b> 4,002602(2)
Bor 5 <b>B</b> 10,811(7)	Uhlík 6 <b>C</b> 12,0107(8)	Dusík 7 <b>N</b> 14,00674(7)	Kyslík 8 <b>O</b> 15,9994(3)	Fluor 9 <b>F</b> 18,9984032(5)	Neon 10 <b>Ne</b> 20,1797(6)
Hliník 13 <b>Al</b> 26,981538(2)	Křemík 14 <b>Si</b> 28,0855(3)	Fosfor 15 <b>P</b> 30,973761(2)	Síra 16 <b>S</b> 32,066(6)	Chlor 17 <b>Cl</b> 35,4527(9)	Argon 18 <b>Ar</b> 39,948(1)
Gallium 31 <b>Ga</b> 69,723(1)	Germanium 32 <b>Ge</b> 72,61(2)	Arsen 33 <b>As</b> 74,92160(2)	Selen 34 <b>Se</b> 78,96(3)	Brom 35 <b>Br</b> 79,904(1)	Krypton 36 <b>Kr</b> 83,80(1)
Indium 49 <b>In</b> 114,818(3)	Cín 50 <b>Sn</b> 118,710(7)	Antimon 51 <b>Sb</b> 121,760(1)	Tellur 52 <b>Te</b> 127,60(3)	Jod 53 <b>I</b> 126,90447(3)	Xenon 54 <b>Xe</b> 131,29(2)
Thallium 81 <b>Tl</b> 204,3833(2)	Olovo 82 <b>Pb</b> 207,2(1)	Bismut 83 <b>Bi</b> 208,98038(2)	Polonium 84 <b>Po</b> (208,9824)	Astat 85 <b>At</b> (209,9871)	Radon 86 <b>Rn</b> (222,0176)

3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B
Skandium 21 <b>Sc</b> 44,955910(8)	Titan 22 <b>Ti</b> 47,867(1)	Vanad 23 <b>V</b> 50,9415(1)	Chrom 24 <b>Cr</b> 51,9961(6)	Mangan 25 <b>Mn</b> 54,938049(9)	Železo 26 <b>Fe</b> 55,845(2)	Kobalt 27 <b>Co</b> 58,933200(9)	Nikl 28 <b>Ni</b> 58,6934(2)	Měď 29 <b>Cu</b> 63,546(3)	Zinek 30 <b>Zn</b> 65,39(2)
Yttrium 39 <b>Y</b> 88,90585(2)	Zirkonium 40 <b>Zr</b> 91,224(2)	Niob 41 <b>Nb</b> 92,90638(2)	Molybden 42 <b>Mo</b> 95,94(1)	Technecium 43 <b>Tc</b> (98,9063)	Ruthenium 44 <b>Ru</b> 101,07(2)	Rhodium 45 <b>Rh</b> 102,90550(2)	Palladium 46 <b>Pd</b> 106,42(1)	Stříbro 47 <b>Ag</b> 107,8682(2)	Kadmium 48 <b>Cd</b> 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 <b>Hf</b> 178,49(2)	Tantal 73 <b>Ta</b> 180,9479(1)	Wolfram 74 <b>W</b> 183,84(1)	Rhenium 75 <b>Re</b> 186,207(1)	Osmium 76 <b>Os</b> 190,23(3)	Iridium 77 <b>Ir</b> 192,217(3)	Platina 78 <b>Pt</b> 195,078(2)	Zlato 79 <b>Au</b> 196,96655(2)	Rtuť 80 <b>Hg</b> 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 <b>Rf</b> (261,110)	Dubnium 105 <b>Db</b> (262,1144)	Seaborgium 106 <b>Sg</b> (263,1186)	Bohrium 107 <b>Bh</b> (264,12)	Hassium 108 <b>Hs</b> (265,1306)	Mitnerium 109 <b>Mt</b> (268)	Ununnilium 110 <b>Uun</b> (269)	Unununium 111 <b>Uuu</b> (272)	Ununbium 112 <b>Uub</b> (277)

1s,  
2s, 2p,  
3s, 3p,  
4s, 3d, 4p,  
5s, 4d, 5p,  
6s, 4f, 5d, 6p,  
7s, 5f, 6d, 7p ...



## Charakteristika:

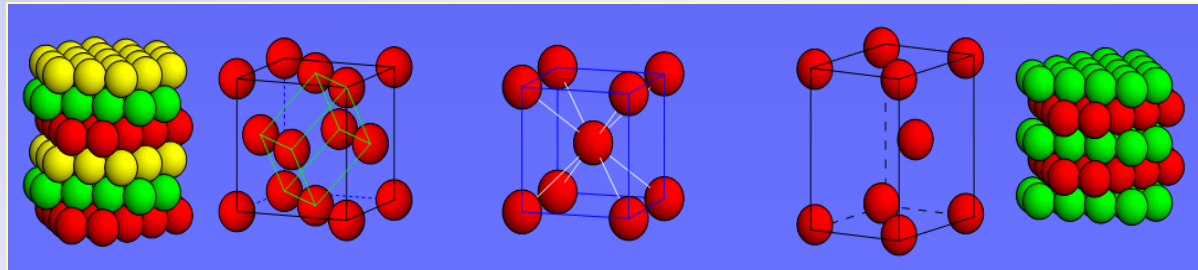
- valenční elektrony **ns (n-1)d** uspořádány ve třech úplných řadách, čtvrtá řada je neúplná, vytváří deset skupin
- orbitaly se zaplňují nepravidelně (počet elektronů často nesouvisí s číslem sloupce)

## Společné vlastnosti:

- kovová vazba (realizují se elektrony z neúplně obsazených orbitalů)
- těžké kovy, vysoká teplota tání a varu (mimo Zn, Cd, Hg), dobré vodiče tepla a elektřiny
- oxidační čísla různá
- ionty a sloučeniny d prvků jsou většinou barevné (způsobeno přechody d elektronů při pohlcení viditelného světla), pouze ionty s prázdnými nebo plnými orbitaly jsou bezbarvé
- často tvoří koordinační sloučeniny – komplexy
- užívají se jako katalyzátory v organické chemii a jaderné chemii
- jsou součástí významných přírodních látek (hemoglobin, B<sub>12</sub>)

## Krystalové mříže:

- Kubická plošně centrovaná
- Kubická tělesně centrovaná
- Hexagonální

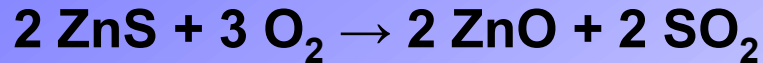


## Výskyt:

- volně jako ryzí kovy (Au, Ag, Pt)
- vázané ve sloučeninách (oxidy, sulfidy, disulfidy, soli)

## Výroba:

- převážně redukcí



- aluminoterií



- magneziotermií (pomocí Mg)

## Užití:

- zatím nenahraditelné, užívají se buď čisté nebo ve slitinách (ocel, mosaz, bronz, liteřina, amalgamy ...)
- strojírenství, stavebnictví, mincovny, klenoty, elektrotechnika, chemický průmysl (katalyzátory)



## Prvky III. B skupiny

### Skandium – Sc

- velmi vzácný kov



### Yttrium – Y

- používá se do laserových krystalů a jako přísada do hliníkových slitin na výrobu vysokonapětních vodičů pro zvýšení vodivosti

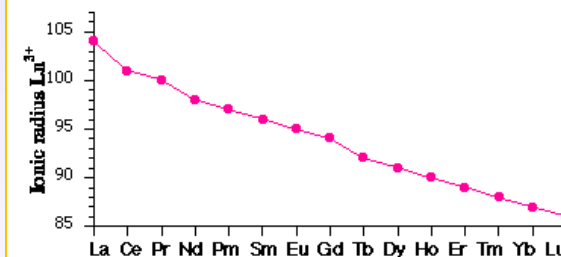
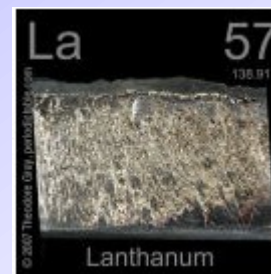


### Lanthan – La

- vlastnostmi velmi podobný hliníku, jeden ze skupiny lanthanoidů, fotografická technika používá sklo s oxidem lanthanitým ( $\text{La}_2\text{O}_3$ )

**Lanthanoidy** - skupina prvků vzácných zemin. Kovy s stříbrolesklou barvou, měkké. Výskyt v monazitových pískách. Použití v metalurgii, sklářském průmyslu, při výrobě barevných televizních, v jaderné energetice a při výrobě laserů.

*Lanthanoidová kontrakce* = jev, kdy se s postupným zvyšováním atomového čísla prvku zmenšuje poloměr atomů.





## Prvky IV. B skupiny

### Titan – Ti

- Výroba pevných a antikoročních slitin s vysokou teplotou tání, které se uplatňují při výrobě letadel, umělých kloubů, golfových holí, kardiostimulátorů a v klenotnictví



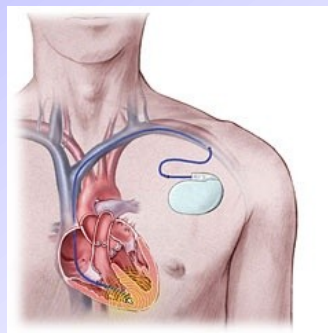
### Zirkonium – Zr

- vzácný kov, používá se do slitin brusných materiálů, při nehořlavé úpravě materiálů a k pohlcování neutronů v jaderných reaktorech



### Hafnium – Hf

- používá se na výrobu řídicích tyčí v jaderných reaktorech, protože pohlcuje neutrony, speciální slitiny na řezné stroje



# Prvky V. B skupiny

## Vanad – V

- tvrdý, bílý kov, který se přidává do oceli pro zvýšení tvrdosti a pevnosti
- oxid vanadičitý je katalyzátorem při kontaktním způsobu výroby kyseliny sírové, v přírodě je vzácný



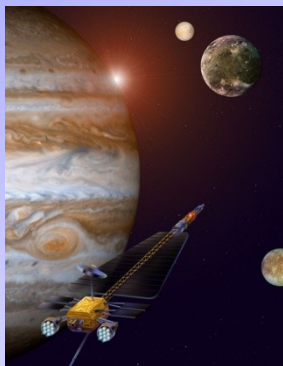
## Niob – Nb

- vzácný šedý kov, který se v malých množstvích přidává do speciálních ocelí odolávajících korozi při vysokých teplotách, jeho slitiny našly uplatnění při konstrukci tryskových a raketových motorů



## Tantal – Ta

- vzácný, světle šedý kov, vyrábí se z něj vlákna žárovek, je rovněž používán v chirurgii jako náhrady kostí a jako vodivá spojení přerušovaných nervů



# Prvky skupiny chromu

## Charakteristika

- VI. B skupina, prvky Cr, Mo, W
- maximální oxidační číslo VI., převládá amfoterní povaha, nižší oxidy zásadotvorné, oxidy s vyšším oxidačním číslem - anhydridy silných kyselin

## Chrom – Cr

**Vlastnosti** – tvrdý, stříbřitě lesklý kov, na vzduchu stálý, v přírodě doprovází železo, Cr<sup>VI</sup> je vysoce toxický, Cr<sup>III</sup> je biogenní prvek

**Užití** – nerez slitiny (Fe, Cr a Ni), galvanické pokovování

### **Sloučeniny**

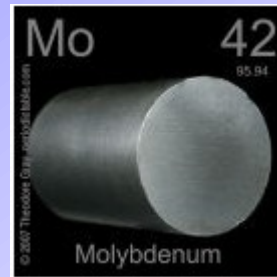
- **Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** – zelená látka, tzv. chromová zeleň, vzniká rozkladem (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, užívá se k tisku bankovek,  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$  (sopka)
- **CrO<sub>3</sub>** - červený, krystalický, hyroskopický, silné oxidovadlo
- **H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>** – soli chromany (žluté), dichromany (oranžové), které vznikají okyselením, silná oxidační činidla; chromany, které jsou rozpustné, jsou jedovaté, užívají se k činění kůží, k výrobě žlutých pigmentů





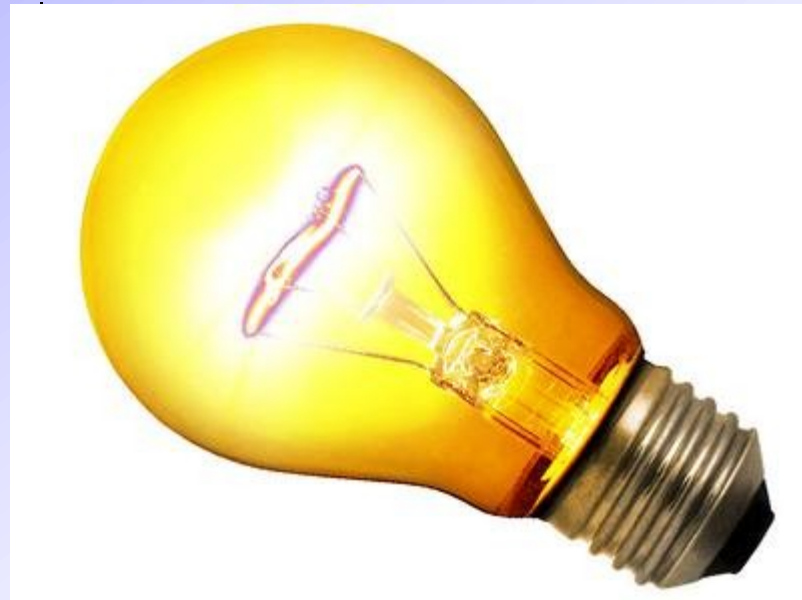
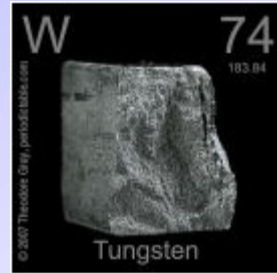
## Molybden – Mo

- tvrdý, bílý kov, používaný do speciálních ocelí pro výrobu kuličkových ložisek, vyrábí se z něj žárovková vlákna



## Wolfram – W

- tvrdý, šedý kov nepodléhající korozi, používá se do slitin a na výrobu žárovkových vláken



## Mangan – Mn

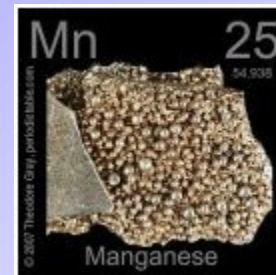
**Výskyt** – buřel  $\text{MnO}_2$

**Vlastnosti** – ředý, tvrdý, křehký kov

**Užití** – manganové oceli (uřlechtilé), odporové spirály

### Sloučeniny

- $\text{MnO}_2$  – řerný prášek, oxidační činidlo, katalyzátor, fialově barví sklo
- $\text{MnO}_4^{2-}$  – manganany, tvoří zelené roztoky
- $\text{MnO}_4^-$  – manganistany,  $\text{KMnO}_4$  – fialové krystalky, silné oxidační vlastnosti, užívá se v analytické chemii, desinfekční prostředek



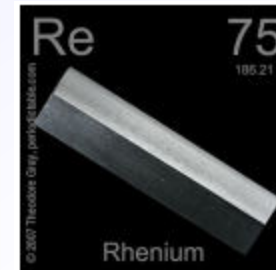
## Technecium – Tc

- existuje pouze jako nestabilní izotop, produkt štěpení uranu, v lékařství se používá k lokalizaci nádorů



## Rhenium – Re

- tvrdý, těžký kov ředé barvy, který se používá do termočlánků, katalyzátorů, při výrobě vysokooktanového benzínu
- s wolframem vytváří slitinu na vlákna bleskových žárovek



## Prvky VIII. B skupiny

### Rozdělení

- triáda železa – Fe, Co, Ni
- lehké platinové kovy – Ru, Rh, Pd
- těžké platinové kovy – Os, Ir, Pt

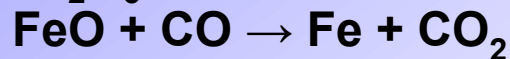
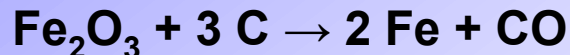
## Železo – Fe

### Výskyt

- $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – magnetovec – magnetit, černý
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – krevet, hematit – krvavě červený
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – hnědel, limonit – hnědý
- $\text{FeCO}_3$  – ocelek, siderit
- $\text{FeS}_2$  – pyrit
- čtvrtý v zemské kůře

**Vlastnosti** – stříbrolesklý kov, těžký, kujný, magnetický, na vzduchu koroduje, slučuje se s nekovy – sírou a halogeny, reaguje se zředěnými kyselinami za vzniku  $\text{H}_2$ , stopový prvek – důležitý pro dýchání

**Výroba** – vyrábí se ve vysokých pecích redukcí kyslíkatých rud uhlíkem (koksem) a oxidem uhelnatým za teploty 400 – 1700 C a přítomnosti struskotvorných přísad (vápenec), vzniká surové železo, není kujné, obsahuje hodně C ve formě  $\text{Fe}_3\text{C}$  (karbid železa), proto se zpracovává na litinu a z větší části na ocel





**Výroba oceli** – ke snížení obsahu uhlíku pod hranici 1,7 % se užívají tři způsoby – v konvertorech, v Martinských pecích (zpracování šrotu) a v elektrických pecích (nejkvalitnější ocel). Takto vyrobená ocel se dále zkvalitňuje – zpracováním, přísadami nebo povrchovou úpravou.

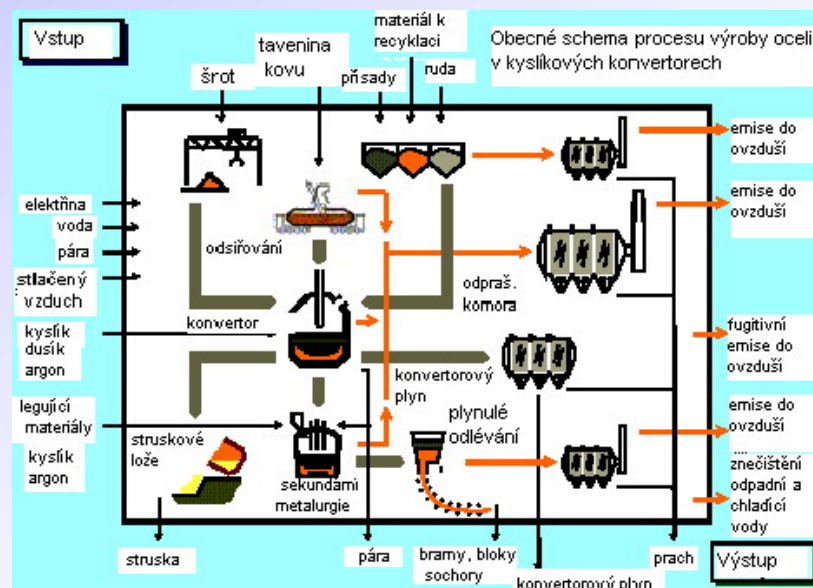
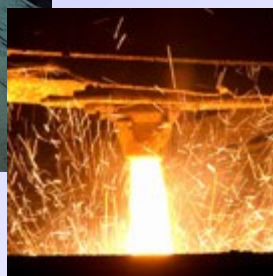
**Kalená ocel** – zahřátá na vysokou teplotu a prudce ochlazená, je tvrdá, ale křehká

**Popouštěná ocel** – pomalé zahřátí kalené oceli na 300 C, tvrdá, ale není křehká

**Legované (ušlechtilé) oceli** – obsahují další kovy (Cr, Mn, V, Ni), mají různé vlastnosti

### **Sloučeniny**

- $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  – zelená skalice – desinfekce, barvy
- $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – Mohrova sůl – užití v analytické chemii
- $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  – v pitné vodě, oxiduje se na  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – rezavý kal
- $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  – kamenec amonnoželezitý – fialové krystalky



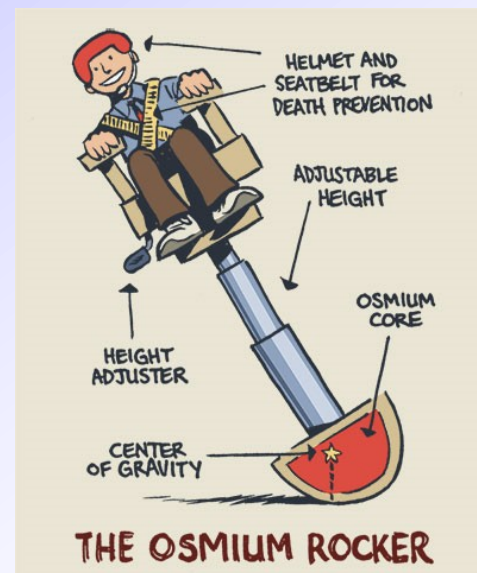
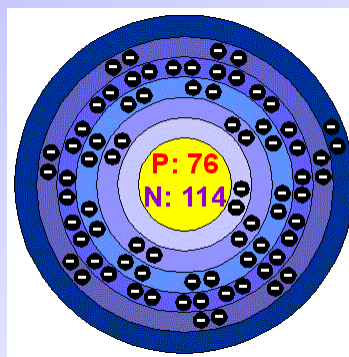
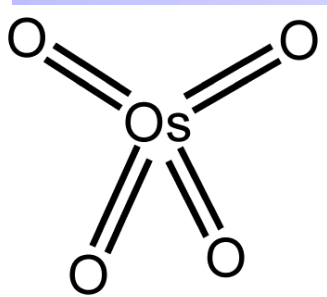
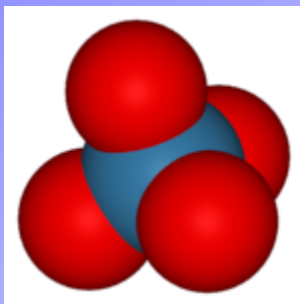
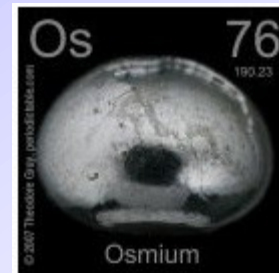
## Ruthenium – Ru

- tvrdý, křehký kov, používá se do slitin a jako katalyzátor, oxidační číslo IV



## Osmium – Os

- bílý, tvrdý, krystalický kov, prvek s největší hustotou, v přírodě doprovází platinu, jeho slitiny s platinou a iridiem se užívají v elektrotechnice na kontakty, oxid osmičelý se používá při léčení zánětlivých onemocnění



# Platinové kovy

## Charakteristika

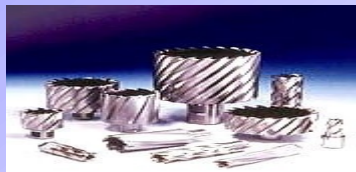
- ušlechtilé kovy, tvoří komplexní sloučeniny, velká hustota, odolné vůči chemikáliím (Rh a Ir se nerozpouští ani v lučavce královské)
- v přírodě se nachází ryzí, slitiny s převahou Pt
- největší význam má platina – katalyzátor, elektrody, elektrické kontakty, šperky, léky

## Kobalt – Co

- tvrdý, magnetický stříbrolesklý kov, v přírodě ve sloučeninách se sírou a arsenem, výroba slitin, radioizotop k léčbě rakoviny
- chlorid kobaltnatý - důkaz vody, kobalt - barví sklo, keramiku na modro

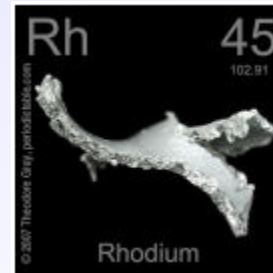


chlorid kobaltnatý



## Rhodium – Rh

- oxidační číslo III, tvrdý stříbrolesklý kov, používá se jako katalyzátor, do speciálních ocelí a na výrobu vysoce kvalitních zrcadel



## Iridium – Ir

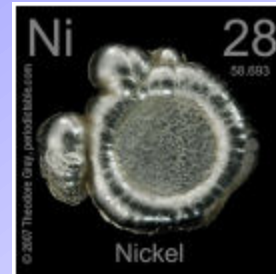
- vzácný, tvrdý, nereaktivní kov, jeho radioizotop se používá k léčení nádorových onemocnění a spolu s platinou na výrobu kardiostimulátorů, jeho slitiny slouží k výrobě špiček per, oxidační číslo III, IV





## Nikl – Ni

• magnetický kov, v přírodě se vyskytuje jako sulfid nikelnatý (NiS), používá se jako katalyzátor, na slitiny, pokovování, na výrobu baterií, ze slitiny niklu se razí mince a přidává se nerezových ocelí



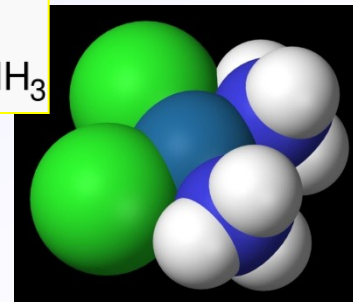
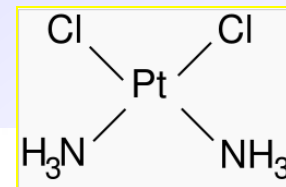
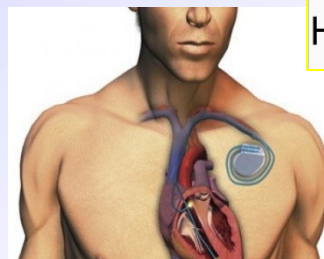
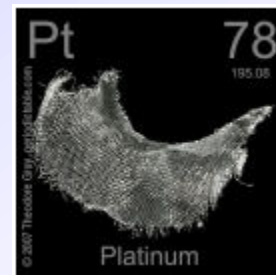
## Paladium – Pd

• oxidační číslo II, stříbrolesklý kov, používá se na výrobu slitin pro telefonní relé a vysoce kvalitních chirurgických nástrojů, katalyzátor tvořený paladiem a platinou snižuje obsah oxidu uhličitého a uhlovodíků ve výfukových plynech automobilů



## Platina – Pt

• oxidační číslo II, IV, tvrdý, stříbrolesklý kov požívaný jako katalyzátor, na výrobu elektrických kontaktů, ve šperkařství, v chirurgii na různé spoje kostí a spolu s indiem na elektrody kardiostimulátorů, *cis*-platina - cytostatikum



# Prvky skupiny mědi

## Charakteristika

- skupina I. B, patří sem prvky Cu, Ag, Au
- valenční elektrony ns1 (n-1) d10 (př. Cu: [Ar] 3 d10 4 s1)
- vyšší hustota, jsou kujné, tažné, vodivé, málo reaktivní (ušlechtilé kovy)

## Měď – Cu

Výskyt – ryzí i ve sloučeninách

Vlastnosti – těžký kov červené barvy, na povrchu se pvléká měděnkou (zelená), reaguje pouze s kyselinami s oxidačními vlastnostmi ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ )

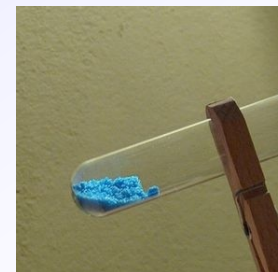
Užití – elektrotechnika (vodič), potravinářství (trubky, kotle, plechy, nádobí), umělecká řemesla, mince, slitiny (mosaz Cu + Zn, bronz Cu + Sn, alpaka Cu + Ni)

Sloučeniny

**$Cu_2O$**  – červený prášek, v  $H_2O$  nerozpustný, používá se k barvení skla

**$CuO$**  – černý prášek, v  $H_2O$  nerozpustný, barvení skla (modrá, zelená), výroba emailu

**$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$**  – skalice modrá, v  $H_2O$  výborně rozpustná, bezvodá je šedobílá, používá se ke galvanickému pokování, jako postřík nebo mořidlo (vinaři)



# Stříbro – Ag

Výskyt – ryzí nebo jako argentit  $\text{Ag}_2\text{S}$  (příměs v  $\text{PbS}$ ), nachází se vázaný s jinými prvky

Vlastnosti – těžký, stříbrolesklý kov, na vzduchu černá (působením  $\text{H}_2\text{S}$ ), nejlepší vodič, měkký, bílý kov

Užití – výroba šperků, mincí, kuchyňské náčiní (příbory), zrcadla, fotochemikálie, na výrobu  $\text{HgNO}_3$ , jako katalyzátor, v elektrotechnice

Sloučeniny –  $\text{AgNO}_3$  – bílá, krystalická látka, výborně rozpustná v  $\text{H}_2\text{O}$ , užití v analytické chemii, v lékařství pod názvem lapis – k leptání bradavic





# Zlato – Au

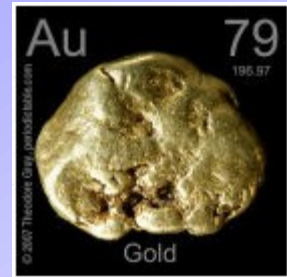
Výskyt – většinou ryzí zarostlé v horninách, po rozpadu se dostalo do písků, z nichž se rýžuje; nyní se izoluje z hornin dvěma způsoby  
– *amalgamace* – Au se rozpustí v Hg za vzniku amalgamu, pak se Hg oddestiluje

– *kyanidování* – Au se rozpustí v KCN za přístupu vzduchu, vyloučí se pomocí Zn,  $4 \text{ Au} + 8 \text{ KCN} + \text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ K}[\text{Au} (\text{CN}_2)] + 4 \text{ KOH}$

Vlastnosti – žlutý, lesklý, měkký, kujný, tažný, vodivý, ušlechtilý kov, odolný vůči chemikáliím, rozpouští se v lučavce královské

Užití – klenoty, mince, lékařství výroba slitin; ryzost se určuje v karátech (24 karátů = 100% zlato)

Sloučeniny –  $\text{AuCl}_3$  - vzniká rozpouštěním Au v lučavce královské, používá se na výrobu Cassiova purpuru (koloidně rozptýlené molekuly Au v  $\text{H}_2\text{S}_4\text{O}_3$ , barví sklo rubínově červeně)



# Prvky skupiny zinku

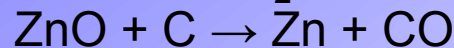
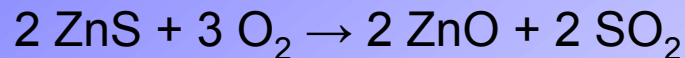
## Charakteristika

- II. B skupina, prvky Zn, Cd, Hg
- mají dva valenční elektrony v orbitalu d, menší atomové poloměry než prvky II. A skupiny, jsou to stříbrolesklé kovy s nízkou teplotou tání, jsou málo reaktivní, jejich oxidační číslo je II, tvoří komplexní sloučeniny

## Zinek – Zn

Výskyt – jako ZnS – sfalerit, ZnCO<sub>3</sub> – smitsonit

Výroba – pražením a následnou redukcí



Vlastnosti – stříbrolesklý kov, reaktivní (amfoterní), sloučeniny zinku jsou jedovaté

Užití – výroba Zn plechů, pozinkovaných železných předmětů, slitin (mosaz- Cu + Zn), sloučenin ve kterých se vyskytuje dvoumocný kation zinku

Sloučeniny

- ZnO – bílý prášek, v H<sub>2</sub>O nerozpustný, pigment (tzv. zinková běloba)
- ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O – tzv. bílá skalice, užití na galvanické pozinkování
- Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> – výroba televizních obrazovek
- ZnCO<sub>3</sub> · Zn(OH)<sub>2</sub> – v lékařství, příprava mastí



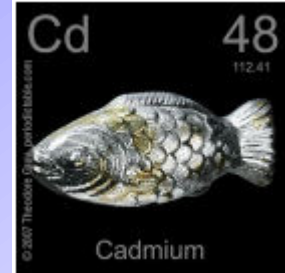
## Cadmium – Cd

Výskyt – v ZnS jako příměs ve formě CdS

Vlastnosti – měkký kov (lze ho krájet nožem), sloučeniny jsou jedovaté

Užití – do niklo – cadmiových akumulátorů (alkalické)

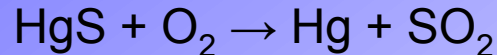
Sloučeniny – CdS – kanárkově žlutý prášek, nerozpustný v H<sub>2</sub>O, užívá se jako pigment (kadmiová žluť)



## Rtuť – Hg

Výskyt – ryzí ve formě kapek ( minimálně), HgS – rumělka (cinabarit)

Výroba – pražením HgS



Vlastnosti – stříbrolesklá kapalina, teplota tání – 39 C, vypařuje se , páry jsou jedovaté, chemicky stálá, používá se na výrobu slitin – amalgámy, sloučeniny jedovaté

Užití – teploměry, tlakoměry, relé, amalgámy (stomatologie), extrakce

Au a Ag z rud

Sloučeniny

- HgO – 2 modifikace (žlutý, červený), používá se v kožním lékařství
- Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> – kalomel, bílý nerozpustný, výroba kalomelových elektrod
- HgCl<sub>2</sub> – sublimát, rozpustný v H<sub>2</sub>O, prudký jed, mořidlo obilí



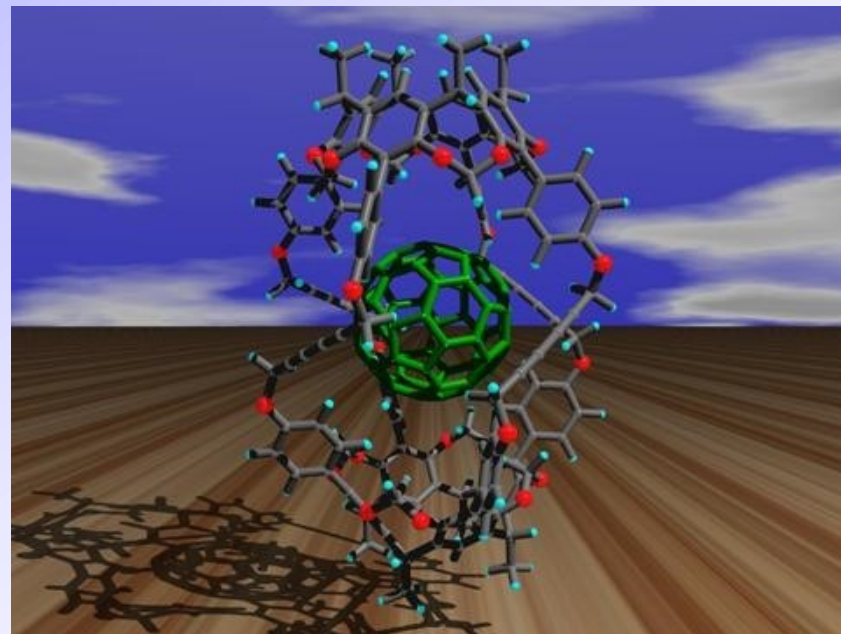
rumělka





# Organická chemie a biochemie

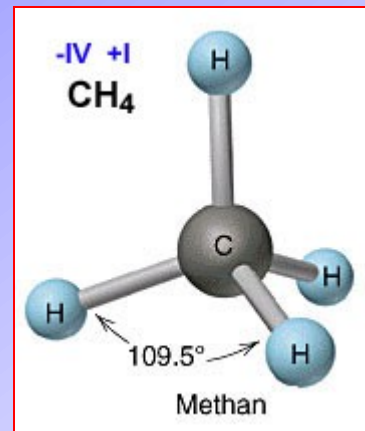
- Věda o zabývající se strukturou, vlastnostmi, přípravou a využitím sloučenin uhlíku.
- Věda studující chemické pochody v přírodě.



## alkany:

- systematické názvosloví: přípona **-an**  
uhlovodíkový zbytek: přípona **-yl**

Název alkanu:	Molekulový vzorec:	Název alkanu:	Molekulový vzorec:
metan	C H <sub>4</sub>	hexan	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
ethan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	heptan	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>
propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	oktan	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>
butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	nonan	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>
pentan	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	dekan	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>



- fyzikální vlastnosti:

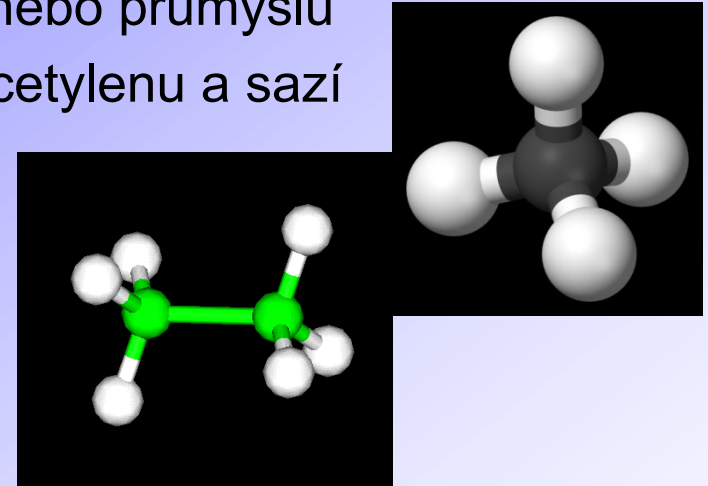
- nepolární sloučeniny  
nerozpustné ve vodě
- kapalně rozpouštějí oleje a tuky
- reakce:
  - Oxidace (dehydrogenace)
  - Chlorace - S<sub>R</sub>

- **S<sub>R</sub>** – substituce radikálová

- Iniclace (zahájení, vznik radikálů)  
 $\text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{Cl}^*$
- Propagace (šíření reakce)  
 $\text{Cl}^* + \text{CH}_4 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_3\text{C}^*$   
 $\text{H}_3\text{C}^* + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}^*$
- Terminace (ukončení)  
 $2 \text{Cl}^* \rightarrow \text{Cl}_2$   
 $\text{Cl}^* + \text{H}_3\text{C}^* \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$   
 $\text{H}_3\text{C}^* + \text{H}_3\text{C}^* \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3$

## Methan:

- bezbarvá, plynná látka
- hlavní součást zemního plynu, bahenního plynu a bioplynu
- využívá se jako palivo v domácnostech nebo průmyslu
- chemická surovina pro výrobu vodíku, acetylenu a sazí

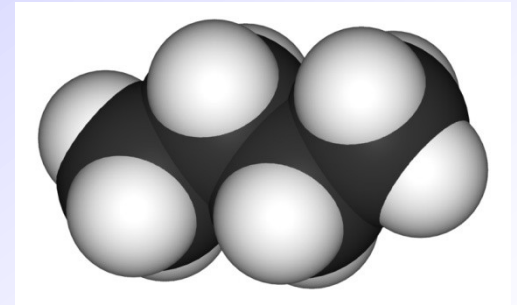
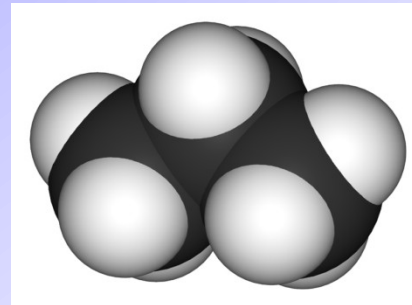


## Ethan:

- součást zemního plynu
- chemická surovina pro výrobu ethylenu

## Propan + butan:

- bezbarvé, plynné látky
- větší hustota než vzduch
- vysoce hořlavé
- jejich stlačená, kapalná směs se používá jako palivo (vařiče, sporáky, lampy, motory)





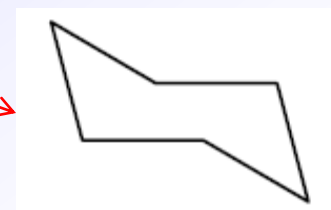
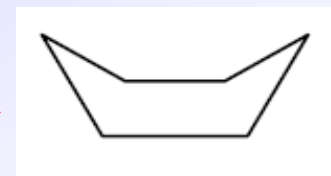
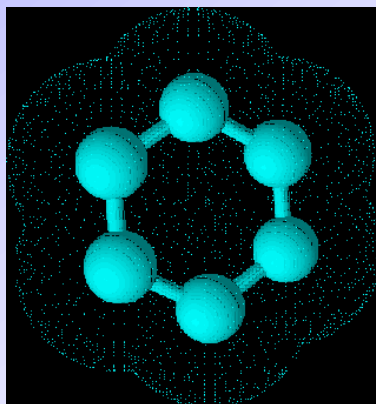
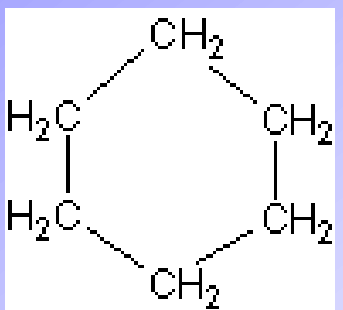
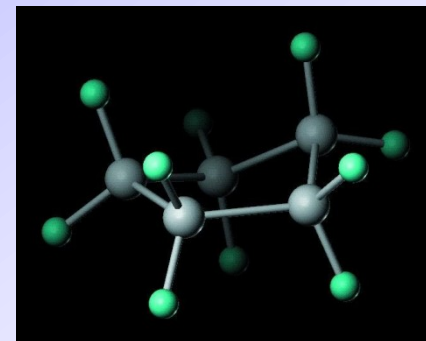
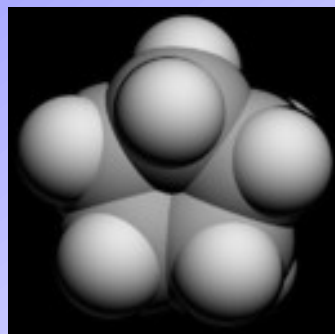
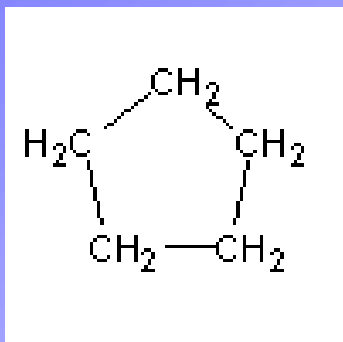
## cykloalkany:

systematické názvosloví:

- předpona **cyklo-**
- přípona **-an**
- uhlovodíkový zbytek: přípona **-yl**

• fyzikálně chemické vlastnosti:

- obdobné alkanů
- v přírodě **cyklopentan** a **cyklohexan**

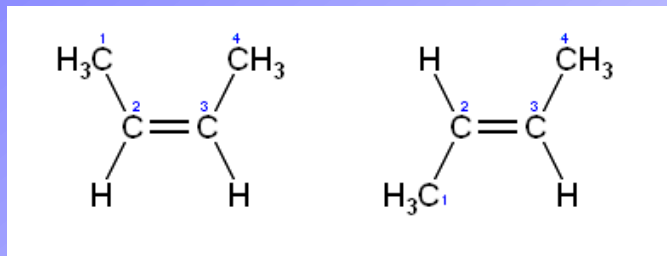


## alkeny:

- systematické názvosloví: přípona **-en**  
uhlovodíkový zbytek: přípona **-enyl**

- izomery:

- 1-buten
- 2-buten (**cis-trans**)
- 2-methyl-1-propen



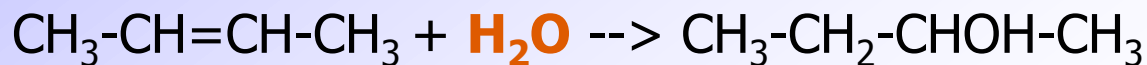
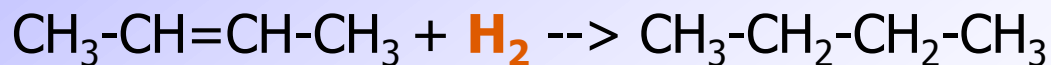
**polohová izomerie**

**řetězcová izomerie**

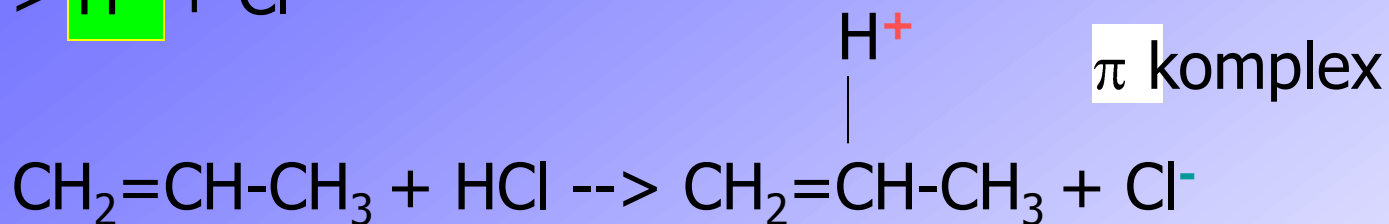
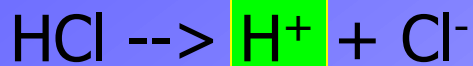
- fyzikálně chemické vlastnosti:

- obdobné alkanů
- **elektrofilní adice** - s  $\text{H}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- **oxidace** - kyslíkem, manganistanem, ozónem reakční podmínky určují stupeň oxidace
- **polymerace**

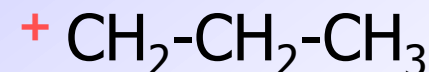
- hydrogenace
- hydratace
- halogenace
- oxidace
- polymerace na folii



## Alkeny – elektrofilní adice



*stabilní  
karbokation*



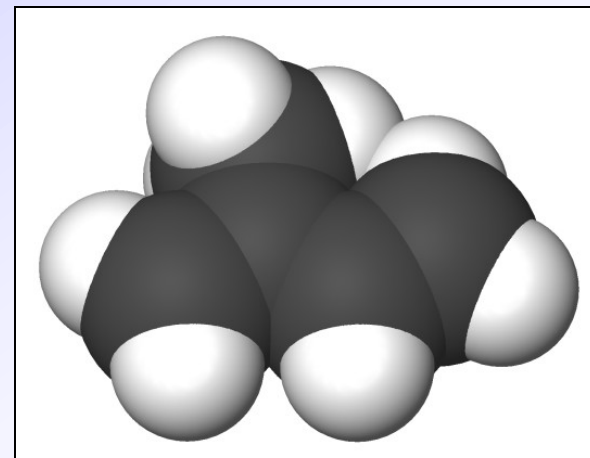
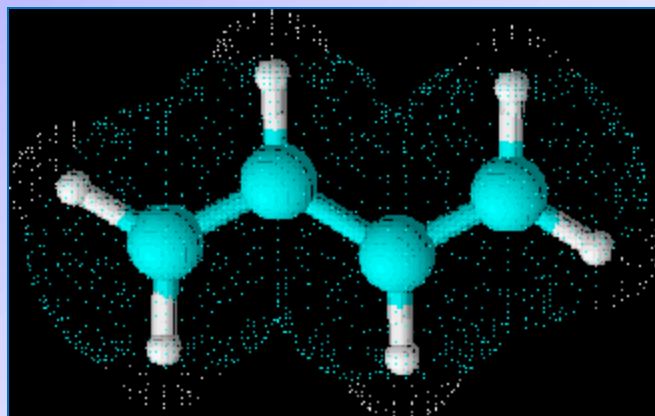
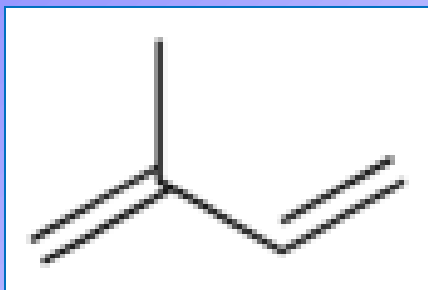
*nestabilní  
karbokation*

**Markovnikovo pravidlo:**  
Elektronegativnější část adované molekuly se připojuje na uhlík, který nese méně vodíků

## alkadieny:

systematické názvosloví: přípona **-dien**  
číslicí označit uhlíky s dvojnou vazbou

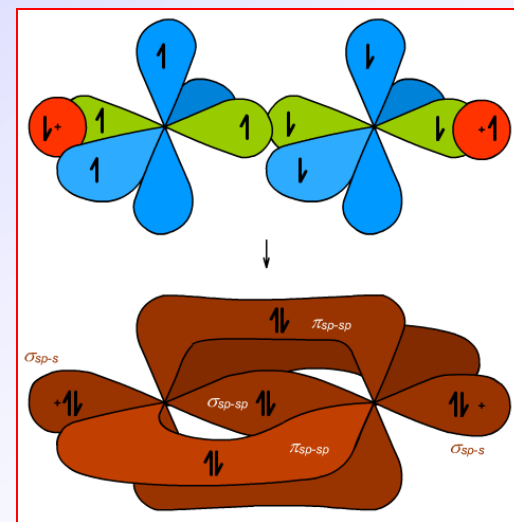
- fyzikálně chemické vlastnosti:
  - obdobné alkenů
- významné sloučeniny:
  - **1,3-butadien** - plyn, výroba syntetických kaučuků
  - **isopren** (2-methyl-1,3-butadien) – součást:
    - **terpenů** (např. vit. A, karotenoidy, přírodní pryž)
    - **steroidů** (např. cholesterol, žlučové kyseliny, kortikoidy)



## alkiny:

- systematické názvosloví: přípona **-in**
- uhlovodíkový zbytek: přípona **-inyl**

- fyzikálně chemické vlastnosti:
  - obdobné alkenů
  - **adice** - s různými mechanismy, nejčastěji elektrofilní
  - **oxidace**
  - vznik acetylidů
- významné sloučeniny:
  - **ethin** - (acetylen) bezbarvý plyn, svařování, výroba výbušnin (díky snadnosti odštěpení vodíků => kyselý charakter)



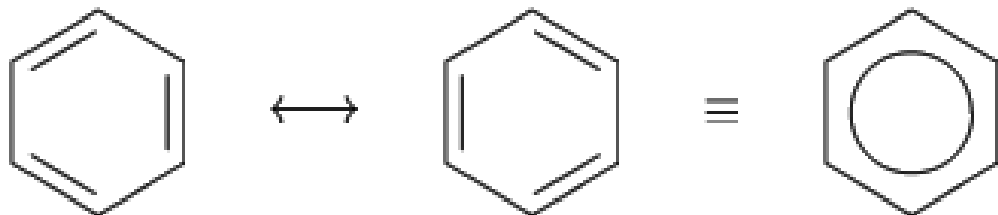


## areny:

• systematické názvosloví: neužívá se *triviální názvy*

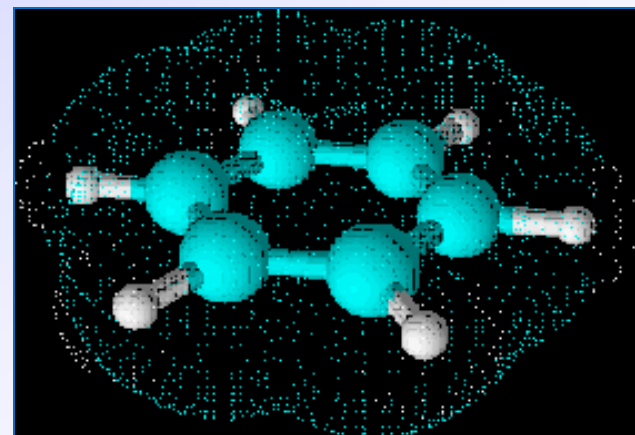
• fyzikálně chemické vlastnosti:

- **benzen** a jeho deriváty - kapaliny silně lámající světlo.
- **kondenzované** areny - pevné látky
- nerozpustné ve vodě
- většinou zdraví škodlivé
- **aromatický charakter**
  - platí všechny 3 body:
    - a) cyklické (= planární) molekuly, atomy tvořící kruh v jedné rovině
    - b) existují nejméně 2 rezonanční struktury,  $\pi$  vazby jsou delokalizovány
    - c) Hückelovo pravidlo: Celkový počet elektronů v obvodu cyklu musí být roven  $4n + 2$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )



$$4n + 2 = 6$$

$n = 1 \dots$  aromatický charakter

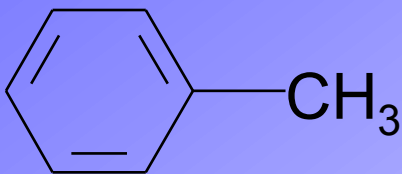


# areny – monocyklické:

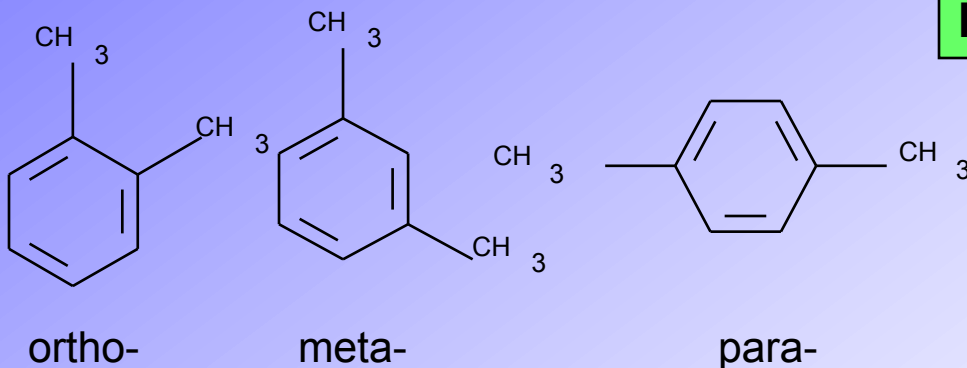
benzen



toluen



xylen



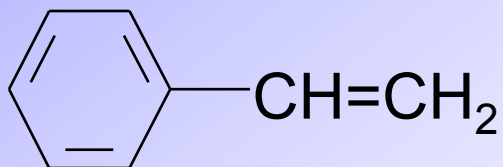
ortho-

meta-

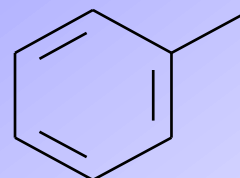
para-

styren

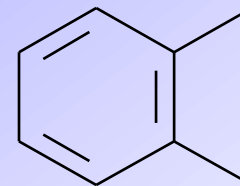
vinylbenzen



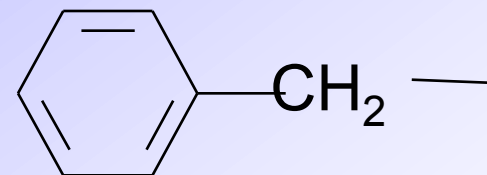
fenyl



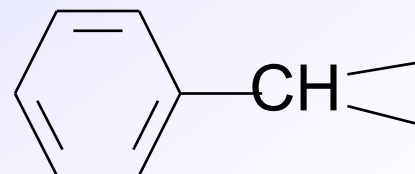
fenylen



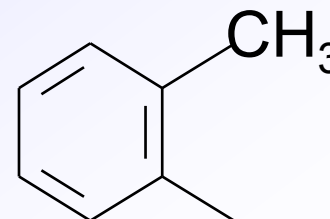
benzyl



benziliden



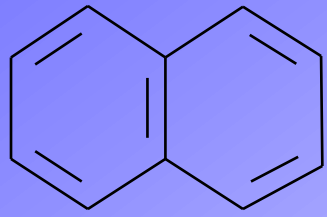
tolyl



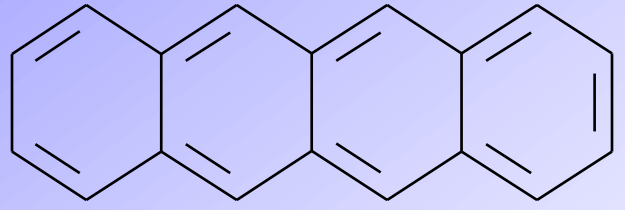
**areny – polycyklické:**

• **kondenzované**

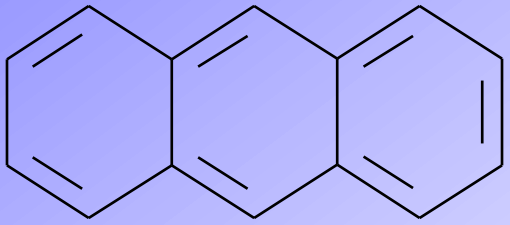
**naftalen**



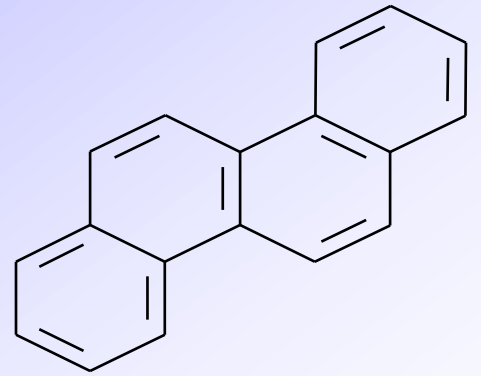
**tetracen**



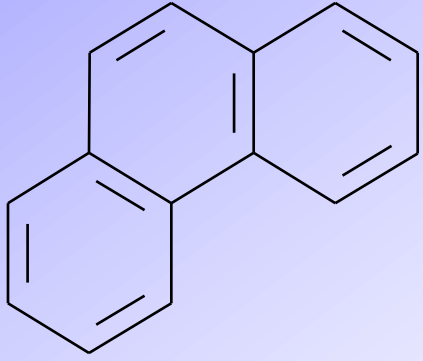
**anthracen**



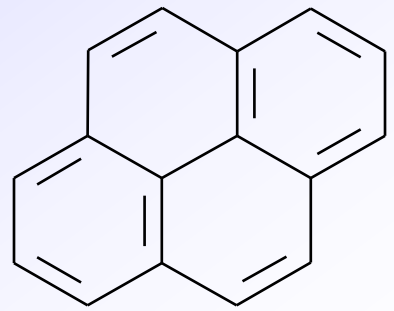
**chrysen**



**fenanthren**

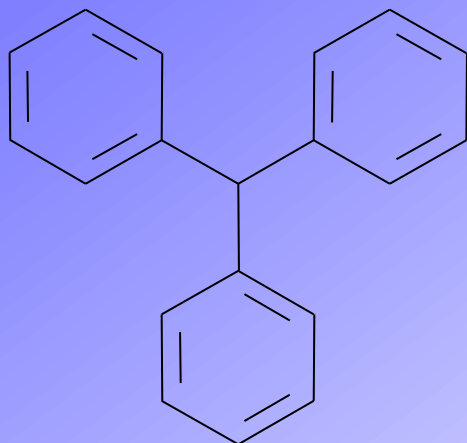


**pyren**

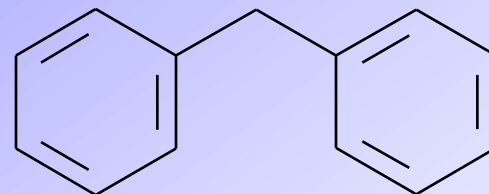


- spojené alifatickým můstkem

trifenylmethan

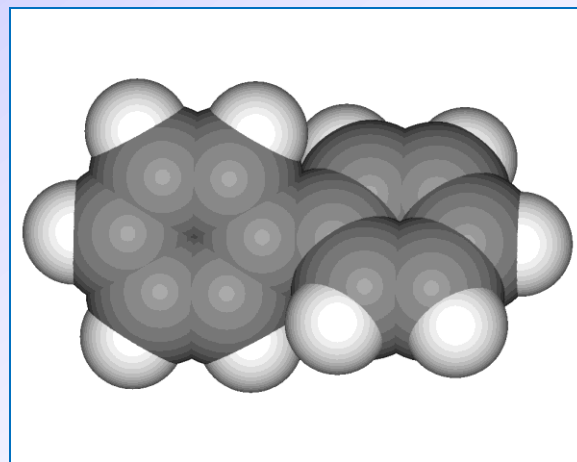
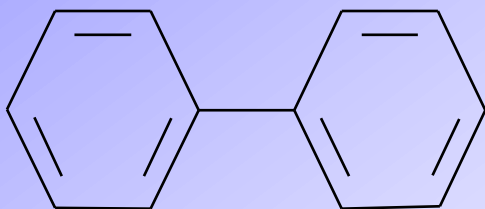


difenylmethan



- spojené svazky

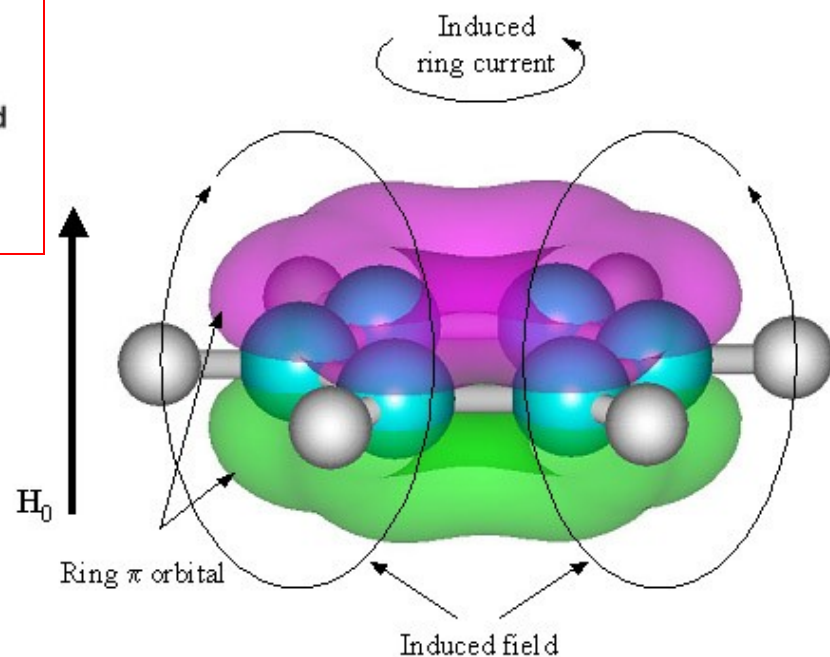
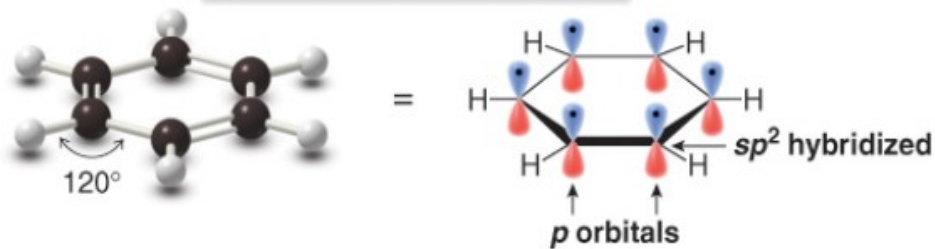
bifenylyl



• chemické vlastnosti:

- benzen a některé jeho homology jsou kapaliny s charakteristickým zápachem
- kondenzované (2 a více jader) jsou tuhé látky
- nepolární → prakticky nerozpustné ve vodě
- aromatické jádro představuje díky  $\pi$ -elektronovému systému místo se zvýšenou elektronovou hustotou, proto přitahuje elektrofilní činidla
- adice nemohou probíhat díky stabilitě aromatického systému

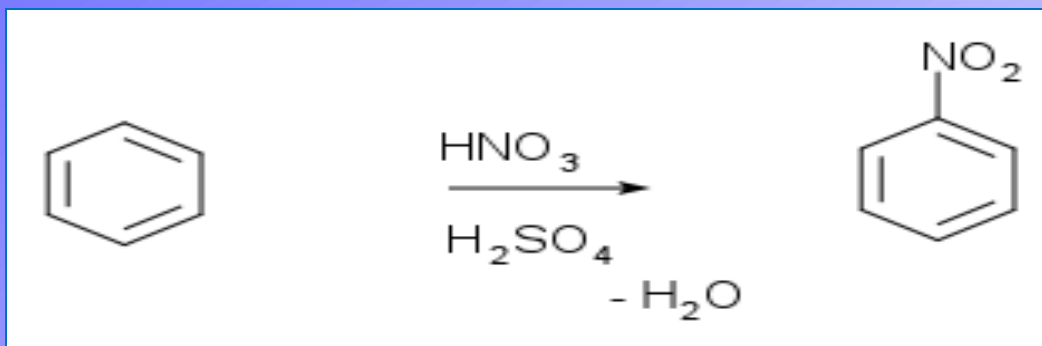
Benzene—A planar molecule



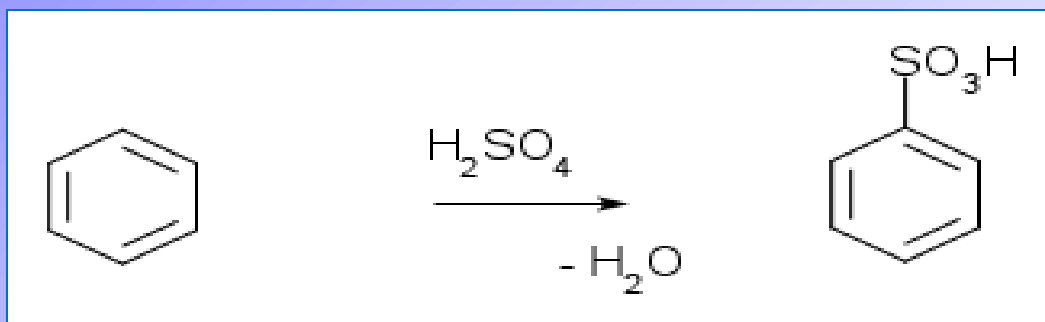


## areny – reakce:

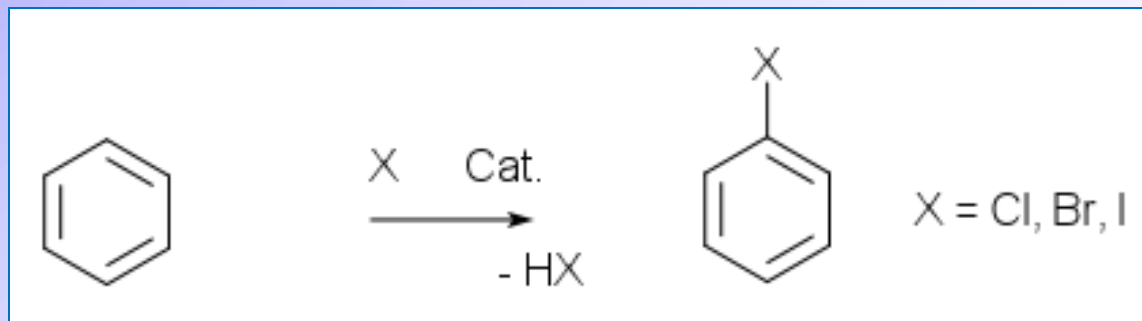
- nitrace



- sulfonace

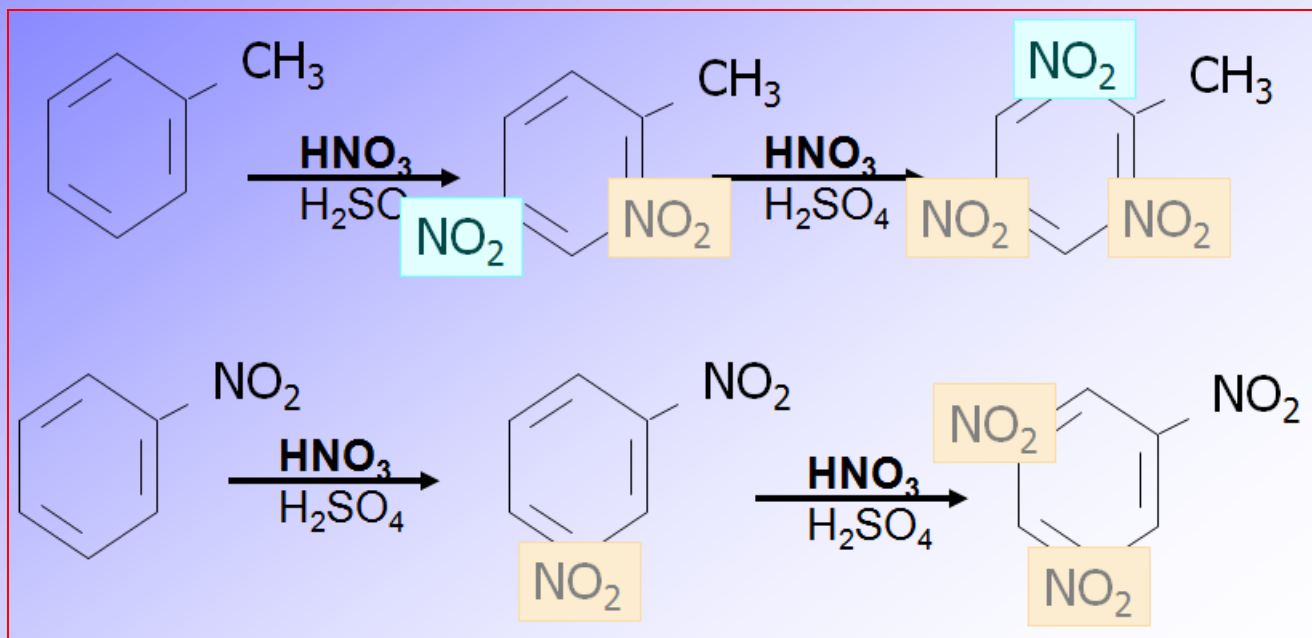


- halogenace



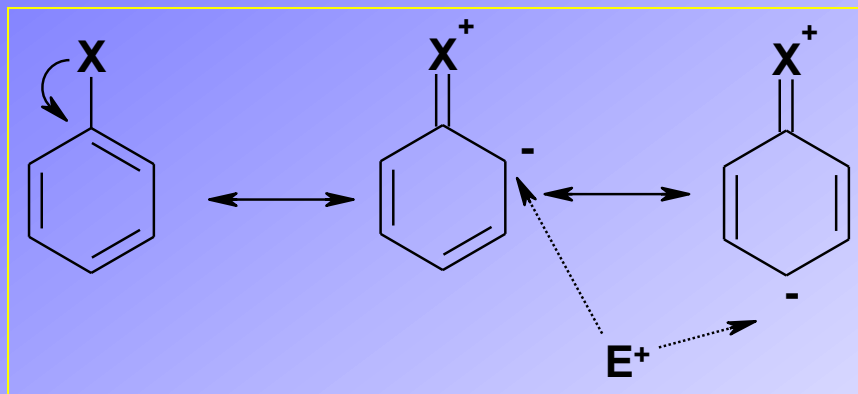
- substituce

Přítomný substituent na arenu	nový substituent v poloze	ovlivnění substituce
<b>I. třída</b> -OH -OR -NH <sub>2</sub> -NHR -NR <sub>2</sub> -NO alkyly	<b>o, p</b>	usnadňují
-X		znesnadňují
<b>II. třída</b> -NO <sub>2</sub> -SO <sub>3</sub> H -COOH -CN -COOR -CNO -COR	<b>m</b>	znesnadňují



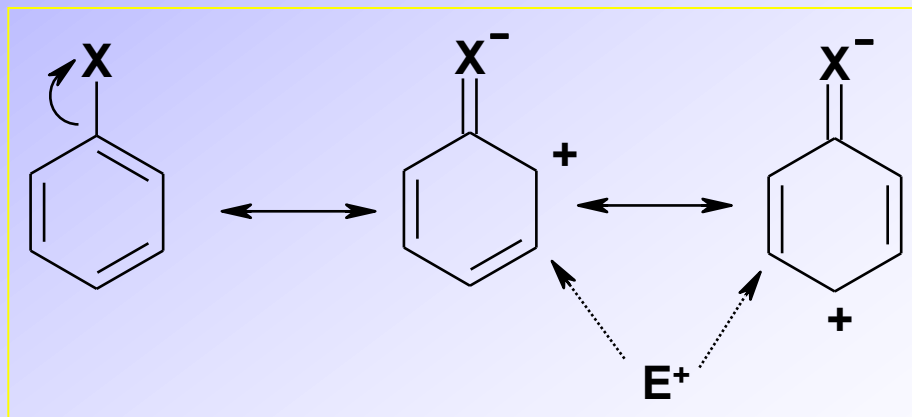
## Substituenty 1. třídy (X = OH, NH<sub>2</sub>, halogen, alkyl)

- vykazují kladný mezomerní efekt → tlačí elektrony do jádra
- dochází ke zhuštění elektronů v polohách o- a p-, tyto polohy přitahují elektrofilní činidlo

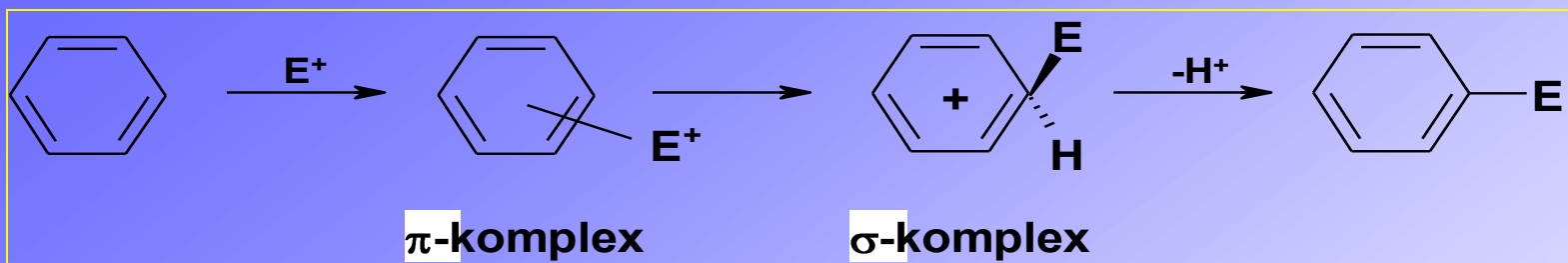


## Substituenty 2. třídy (X = COOH, CHO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>H)

- vykazují záporný mezomerní efekt → vytahují elektrony z jádra
- dochází ke zředění elektronů v polohách o- a p-, tyto polohy odpuzují elektrofilní činidlo, proto se váže do polohy m-

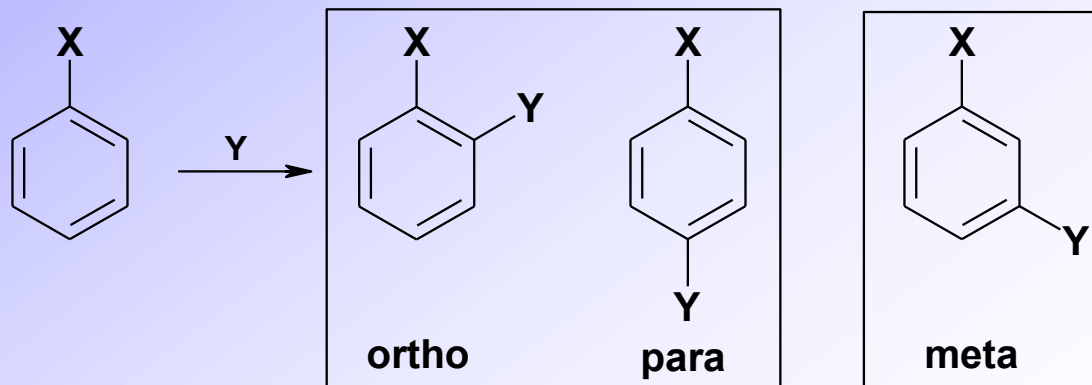


• **elektrofilní substituce** - náhrada vodíku elektrofilní částicí



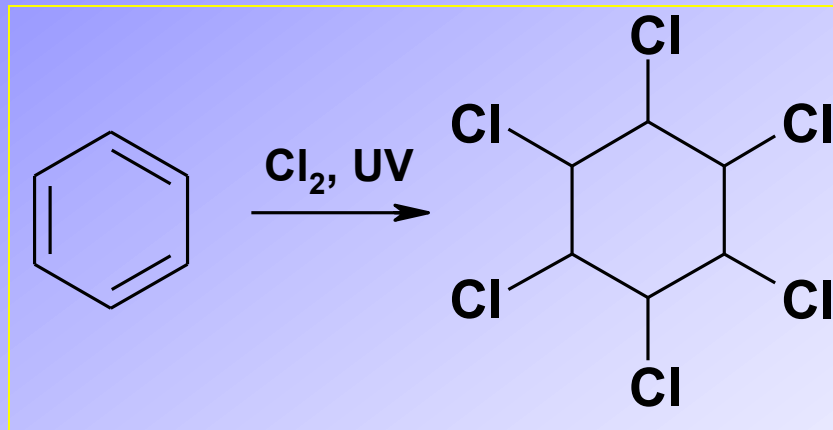
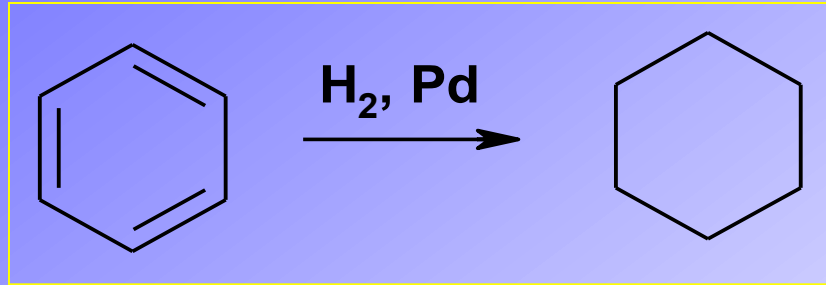
reakce	$E^+$	činidlo
Friedel-Craftsova alkylace	$R^+$	$RCI + AlCl_3$
Friedel-Craftsova acylace	$RCO^+$	$RCOCl + AlCl_3$
chlorace, bromace	$Cl^+, Br^+$	$X_2 + AlX_3$
nitrace	$NO_2^+$	$HNO_3 + H_2SO_4$
sulfonace	$SO_3$	$SO_3$

• orientace při elektrofilních substitucích:



- **radikálové adice**

- radikálově lze na areny adovat vodík a halogeny
- dochází k zániku aromatického systému



- **zástupci důležitých arenů:**

- všechny významné areny se získávají izolací z černouhelného dehtu nebo chemickými přeměnami (formováním) ropných frakcí
- všechny areny jsou více nebo méně karcinogenní

- **benzen** ( $C_6H_6$ ) je bezbarvá, hořlavá, jedovatá, zapáchající kapalina s teplotou varu 80 C. Má rakovinotvorné účinky a její páry jsou na vzduchu výbušné. Používá se jako nepolární rozpouštědlo, k výrobě léčiv, plastů, výbušnin, pesticidů, barviv a dezinfekčních přípravků.

- **naftalen** ( $C_{10}H_8$ , 2 benzenové kruhy) je bílá krystalická, charakteristicky páchnoucí látka, připravuje se z černouhelného dehtu. Slouží k výrobě přípravků proti molům, barviv, plastů, dezinfekce.

- **toluen** ( $C_6H_5CH_3$ ) je bezbarvá, zdraví škodlivá kapalina. Se vzduchem tvoří výbušnou směs. Je návyková, při vdechování poškozuje dýchací a nervovou soustavu. Slouží k výrobě barviv, laků, plastů, výbušnin (TNT) a umělého sladidla sacharinu. Používá se také jako rozpouštědlo.

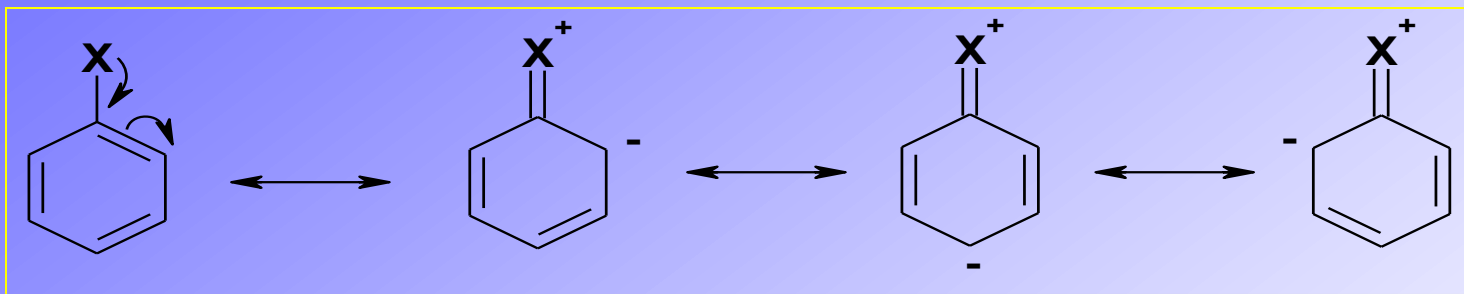
- **xylen** ( $C_6H_4(CH_3)_2$ ) tvoří izomery, jsou kapaliny používané jako rozpouštědla.

- **styren** ( $C_6H_5CH=CH_2$ ) je bezbarvá až nažloutlá kapalina s pronikavě nasládlým zápachem. Slouží k výrobě polystyrenu, barviv, plastů a syntetického kaučuku v gumárenském průmyslu.



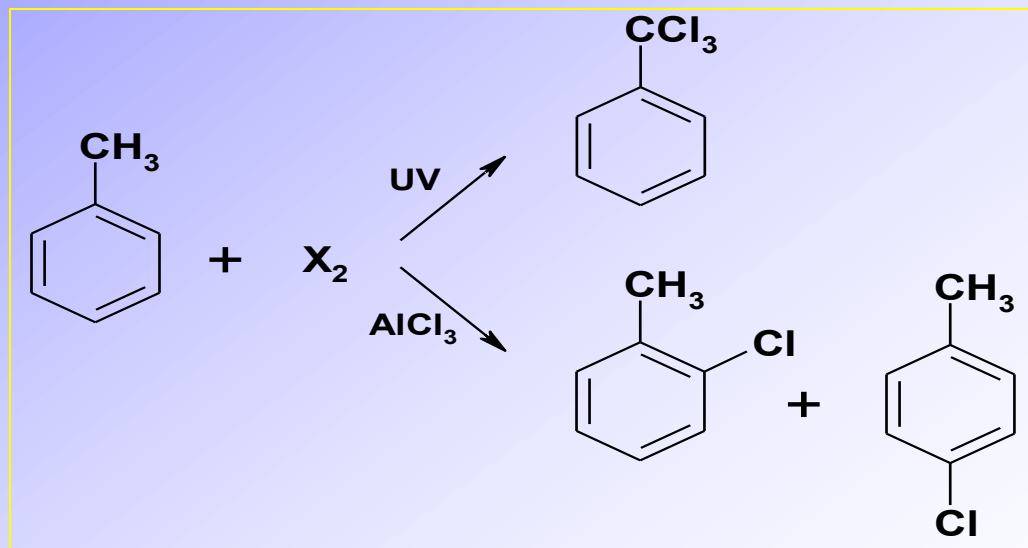
## Halogenové deriváty - arylhalogenidy

- halogeny usnadňují elektrofilní substituci na aromatickém jádře
- orientují ji do poloh o- a p-
- nukleofilní substituce probíhá obtížně



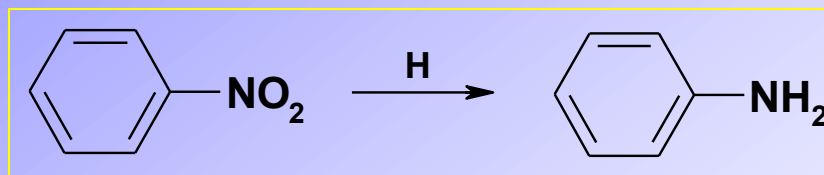
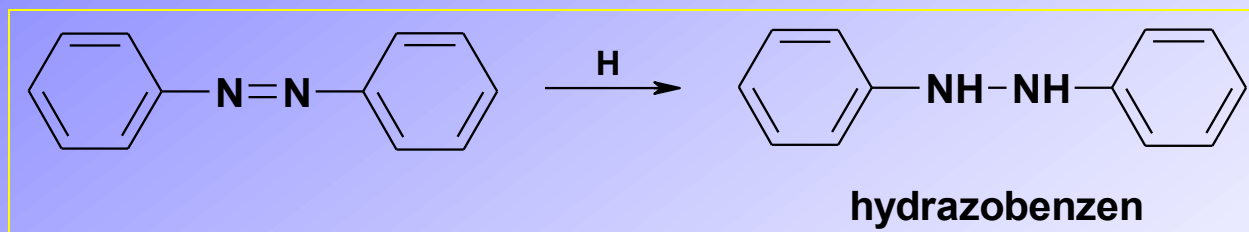
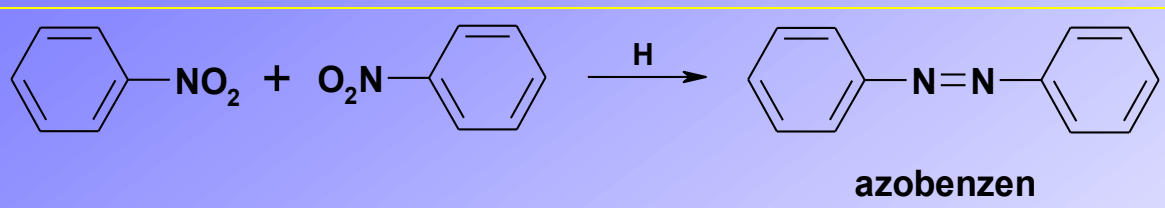
### • příprava

- elektrofilní substituce vede k halogenaci jádra
- radikálová substituce vede k halogenaci postranního řetězce

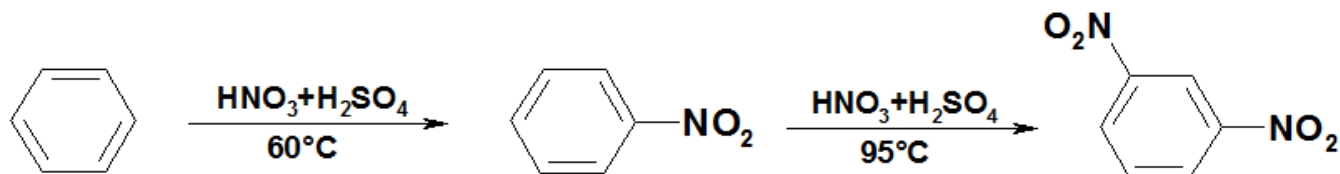


# Nitrosloučeníny

- Nitrosloučeníny lze redukovat do různých stupňů - azosloučeníny, hydrazosloučeníny, aminy atd.
- Aromatické nitrosloučeníny podléhají běžným elektrofilním substitucím, skupina  $\text{NO}_2$  je substituent 2. třídy



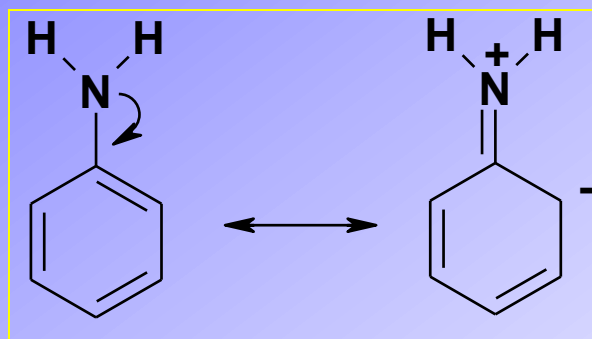
- příprava - kyselinou dusičnou nebo nitrační směsí ( $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ) ( $\text{S}_E$ )



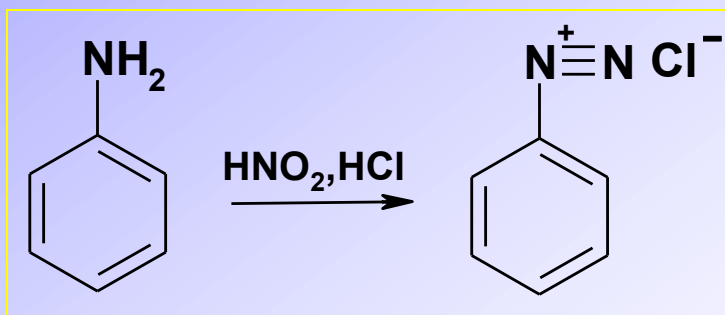
# Aminy

- chemické vlastnosti:

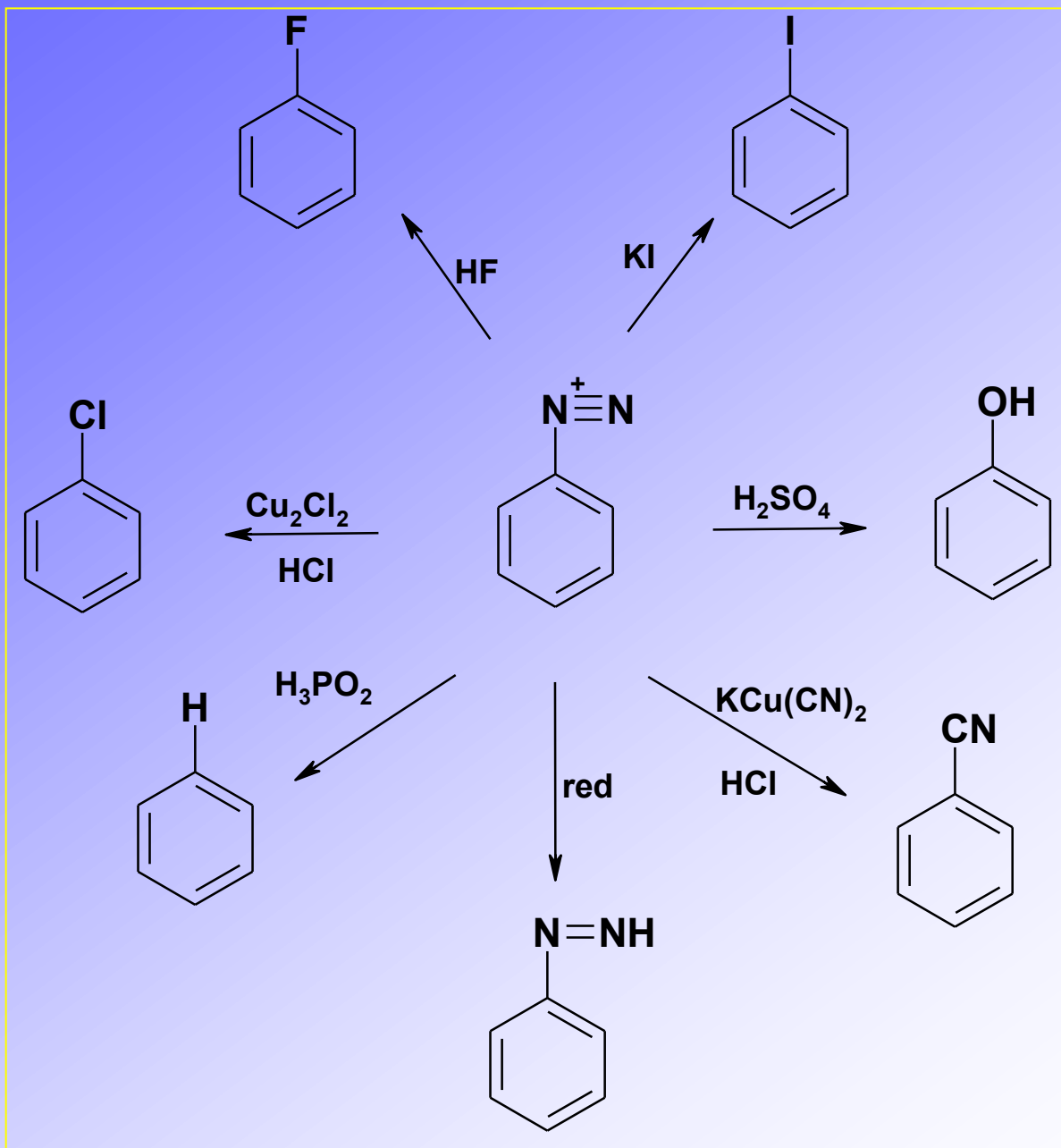
- *bazicita - dusík má díky volnému elektronovému páru schopnost vázat vodíkový kation*
- *aromatické aminy jsou slabší zásady díky vtahování elektronového páru do aromatického jádra*



- **diazotace: reakce s dusitanem sodným v kyselém prostředí - vznikají diazoniové soli**

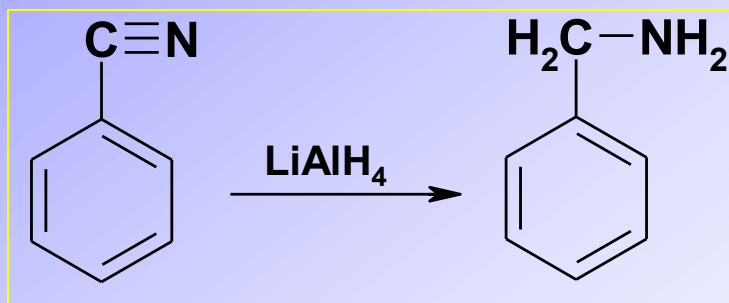
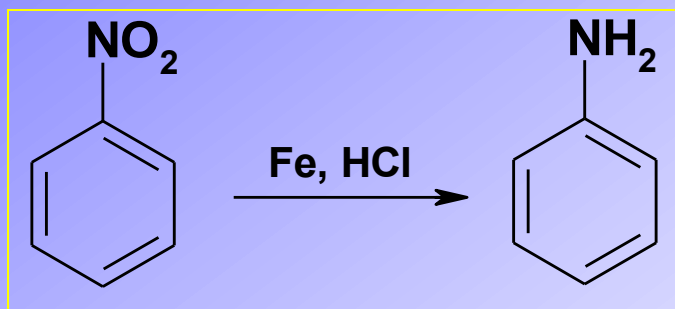


- velký preparativní význam, lze je převést na jiné skupiny



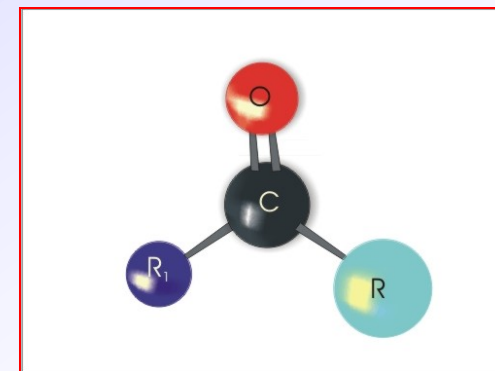
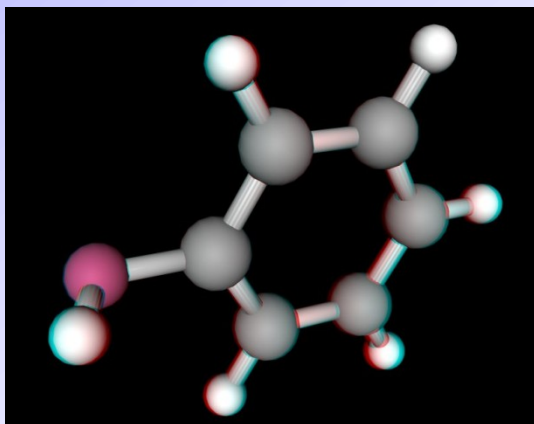
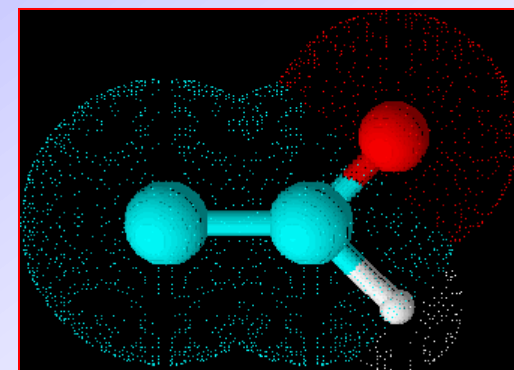
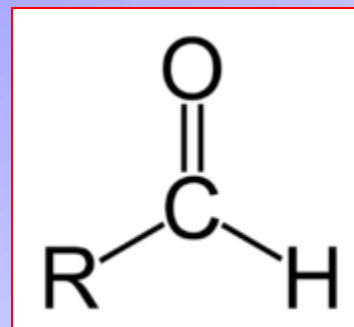
• **příprava aminů:**

- redukce nitrosloúčenin - neúšlechtilé kovy v minerální kyselině
- redukce nitrilů - alkalickými kovy, komplexními hydridy, vodíkem - vznikají primární aminy



# kyslíkaté deriváty

- A) Hydroxyderiváty : Aa) alkoholy  
Ab) fenoly
- B) Etery
- C) Oxosloučeniny : Ca) aldehydy  
Cb) ketony  
Cc) organické kyseliny





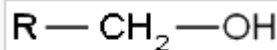
## alkoholy, fenoly, enoly:

- Podle druhu uhlovodíku, na kterém je vázaná hydroxylová skupina:
  - Alkoholy – odvozené od alifatických a alicyklických uhlovodíků
  - Fenoly – OH skupina je vázána přímo na benzenové jádro, jestliže je OH skupina vázána v postraním řetězci aromatického uhlovodíku, jde o aromatické alkoholy
  - Enoly – OH skupina je na uhlíku, který je vázán se sousedním uhlíkem dvojnou vazbou
- Rozdělujeme podle vazebného místa v řetězci :
  - Primární – OH skupina vázaná na primárním uhlíku
  - Sekundární – OH skupina je na sekundárním uhlíku
  - Terciální – OH skupina je na terciálním uhlíku
- Podle počtu hydroxylových skupin:
  - Monohydroxyderiváty
  - Dioly
  - Trioly
  - Tetroyly
  - Polyoly

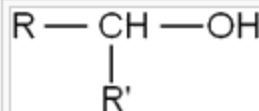


# alkoholy:

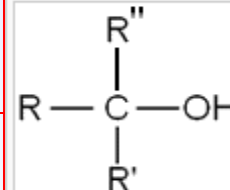
- Alkoholy jsou organické uhlovodíky s jednou či více na uhlíkový atom navázanými hydroxylovými skupinami (-OH).
- Podle počtu hydroxylových skupin se dělí:
  - jednosytné
  - dvojsytné
  - trojsytné
  - vícesytné
- Podle počtu atomů vodíku na uhlíku s -OH skupinou se dělí:
  - primární
  - sekundární
  - terciární
- V průmyslu i v laboratoři patří alkoholy k velmi používaným rozpouštědlům a využívá se jich v řadě případů i jako reakčních činidel. Některé z nich jsou velmi nebezpečné látky: jsou hořlavé, mají omamný účinek a jsou jedovaté.
- Alkoholy jsou hojně rozšířeny v přírodě, zejména ve formě esterů (tuky, vosky, pryskyřice, steroidy, sacharidy atd.)
- Získávají se kvasnými pochody (ethanol, butanol), hydrogenací fenolů (cyklohexanol), esterů a dalších derivátů karboxylových kyselin, redukcí karbonylových sloučenin, hydrolýzou halogenderivátů atd.



Strukturní vzorec  
primárního alkoholu



Strukturní vzorec  
sekundárního alkoholu

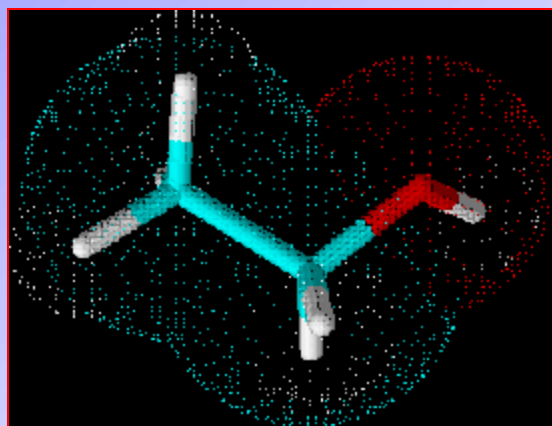


Strukturní vzorec  
terciárního alkoholu



- chemické a fyzikální vlastnosti:

- nižší alkoholy jsou bezbarvé kapaliny charakteristického zápachu, vyšší jsou tuhé látky
- vysoké teploty tání a varu souvisejí s asociací molekul vodíkovými vazbami
- prodlužováním uhlovodíkového řetězce se snižuje rozpustnost alkoholů ve vodě
- polarita vazby mezi kyslíkem a vodíkem v OH skupině vyvolává slabě kyselí charakter
- mají schopnost tvořit soli – alkoholáty
- acidita alkoholů klesá od primárních k terciálním, bazicita alkoholátového aniontu naopak v tomto pořadí stoupá



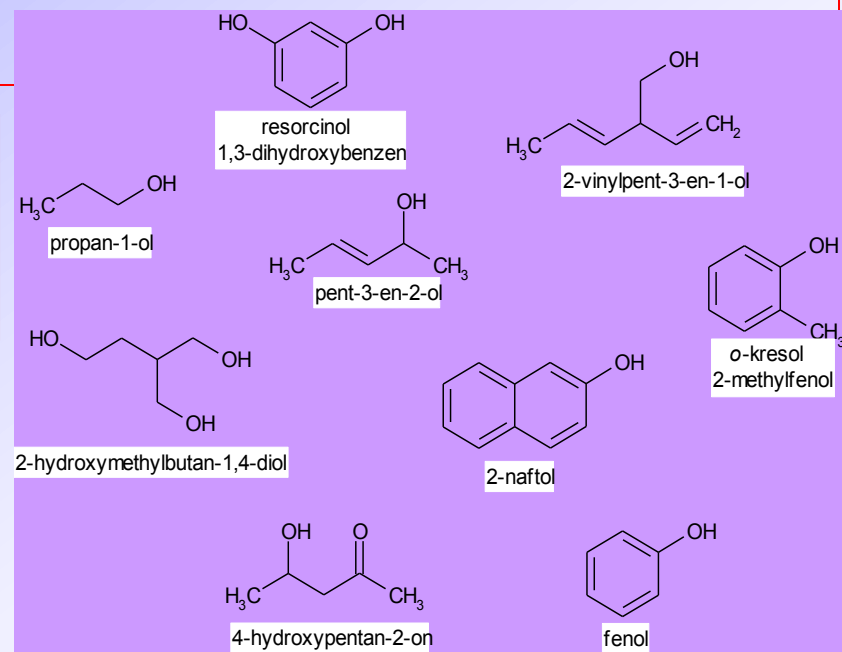
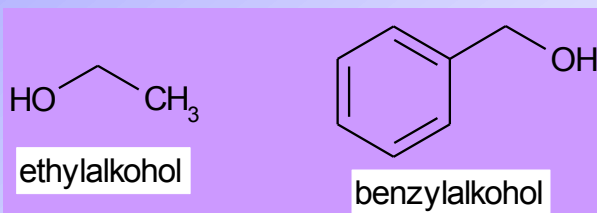
- názvosloví:

- substituční – doporučeno k používání

- název se skládá z názvu základního uhlovodíku a koncovky – **ol**
- hlavní řetězec je substituován maximálním počtem funkčních skupin.
- hlavní řetězec se čísluje tak, aby hydroxyskupina měla nejnižší číslo
- není-li hydroxyskupina hlavní skupinou v molekule, pak se její přítomnost vyjádří předponou **hydroxy-** s příčným lokantem
- pro aromatické hydroxysloučeniny – **fenoly** – se často používají triviální názvy

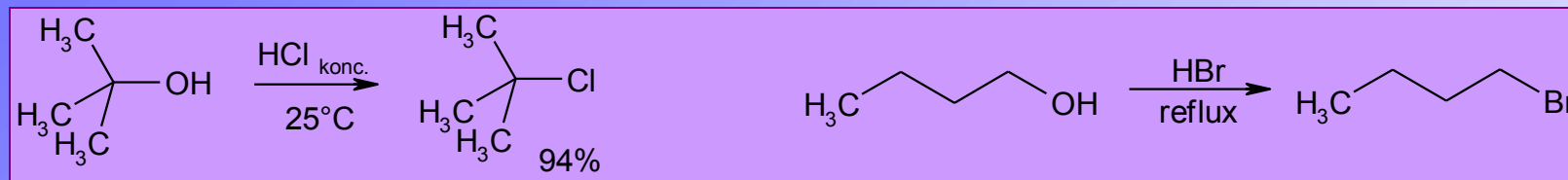
- funkční skupinové – nedoporučeno

- název z uhlovodíkového zbytku a z přípony **–alkohol**

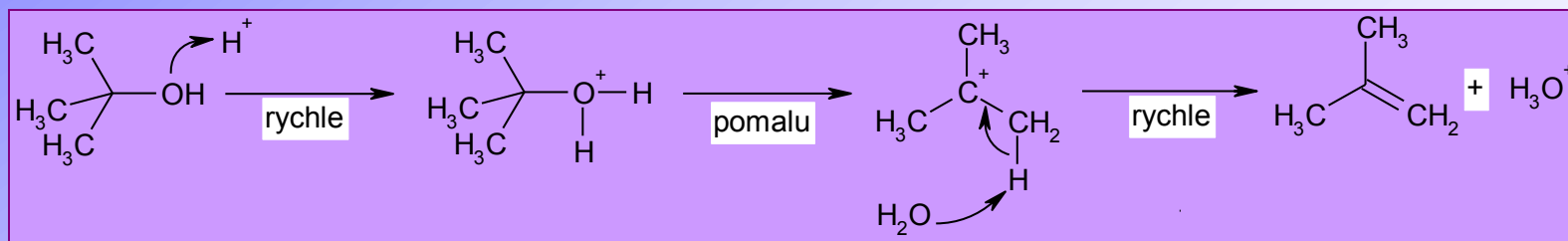


- reaktivita:

- **Nukleofilní substituce** – přeměna na alkylhalogeny primární alkoholy reagují  $S_N2$  mechanismem, ostatní zpravidla  $S_N1$ . Reakce běží požadovaným směrem pouze v přítomnosti kyseliny (Lewisovy kyseliny).



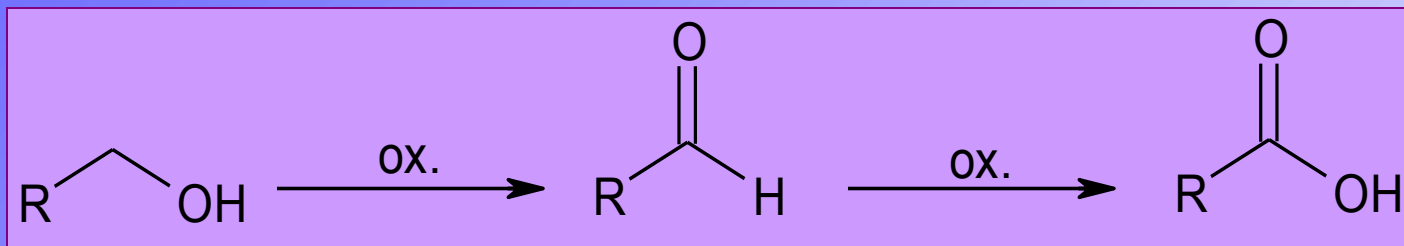
- **Eliminace** – dehydratace silnou kyselinou ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) nebo dehydratačním činidlem ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Rychlost dehydratace je nejvyšší u terciálních, nejnižší u primárních alkoholů. Většinou vyžadují vyšší teploty. Často doprovázeny přesmyky.



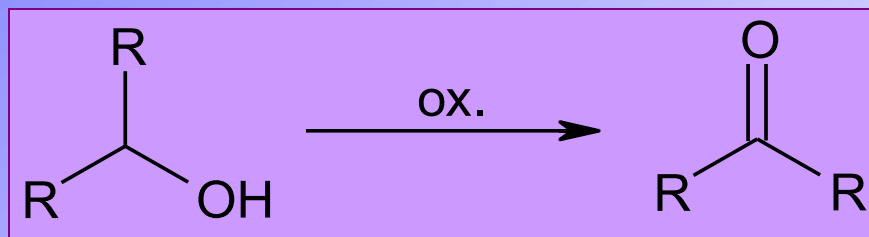
- **Oxidace** - jako oxidační činidla se používají sloučeniny  $\text{Cr}^{\text{VI}}$ 
  - primární alkoholy lze oxidovat mírnými činidly na aldehydy a dále na kyseliny
  - sekundární alkoholy se oxidují na ketony
  - terciální alkoholy se neoxidují (aniž by došlo k rozpadu uhlíkaté kostry)



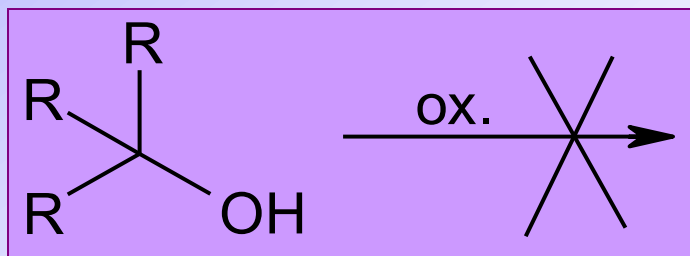
- primární alkoholy



- sekundární alkoholy



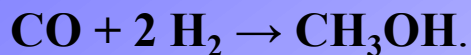
- terciální alkoholy



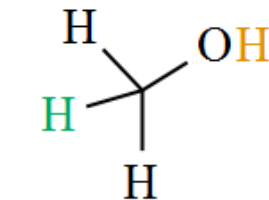


## • Methanol

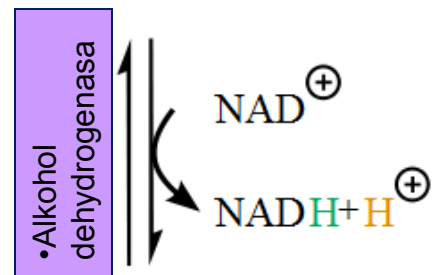
- Je to bezbarvá, alkoholicky páchnoucí kapalina, neomezeně mísitelná s vodou. Je těkavý, hořlavý a silně jedovatý.
- Původně se vyráběl suchou destilací dřeva - triviální název dřevný líh.
- V současné době se průmyslově vyrábí katalytickou hydrogenací oxidu uhelnatého z vodního plynu, tj. směsi vodíku a oxidu uhelnatého za vysokých teplot (250 °C) a tlaků (5 až 10 MPa) a za přítomnosti katalyzátorů.



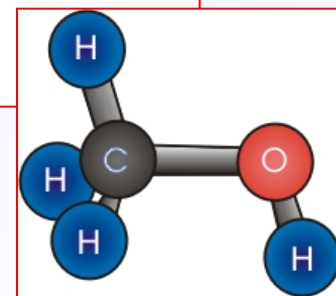
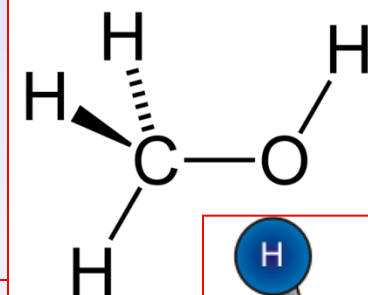
- Methanol má širokou škálu použití, mj. jako:
  - rozpouštědlo
  - přísada do nemrznoucích směsí
  - přísada do pohonných látek nebo jako samostatná pohonná látka
  - surovina pro výrobu jiných organických látek:
    - formaldehyd
    - kyselina mravenčí
    - dimethylether (ekologický hnací plyn pro aerosolové spreje)



Methanol



Formaldehyd

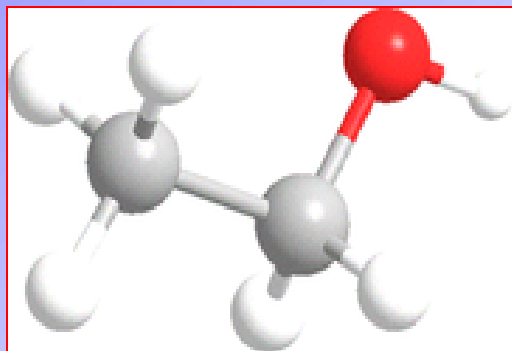
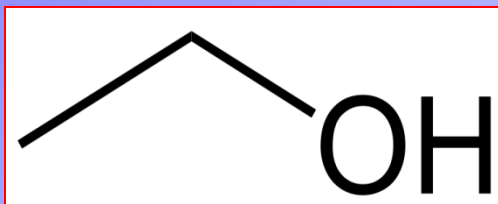


## • Ethanol:

- Je bezbarvá, zápalná chemická látka, hořlavina 1. třídy, látka příjemné vůně.
- Pokud se 0,5-1,5% dostane do těla, snižuje vnímavost a zpomaluje pohyby.
- Získává se z brambor a z cukrové třtiny a kvalitní ethanol se připravuje kvašením cukernatého roztoku:

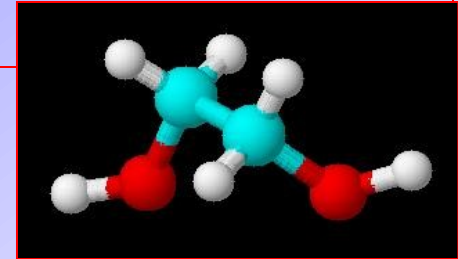
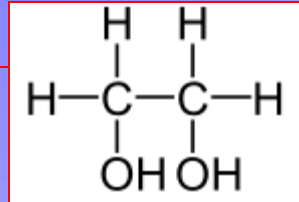


- Nejznámějším použitím ethanolu je výroba alkoholických nápojů, také se používá pro zlepšení výkonu motoru jako přídavek do pohonných hmot. V lékařství se používá jako rozpouštědlo, (např. jódu, tím vzniká tzv. jodová tinktura) u některých kapalných přípravků, kde je pak potřeba dát pozor a bezprostředně po jejich užití neřídít motorová vozidla. V oblasti kosmetiky se uplatňuje při výrobě voňavek. Alkohol má své místo i při výrobě čisticích prostředků, např. Okeny. Pokud se jedná o další chemické sloučeniny, tak se z něj připravují především kyselina octová a kaučuk.



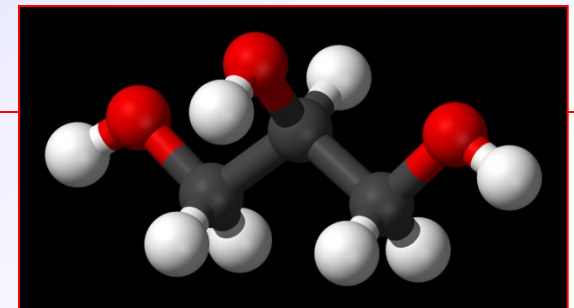
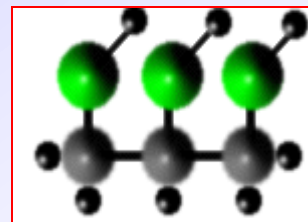
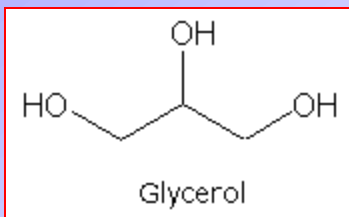
## • Glykol:

- velmi jedovatá, bezbarvá, olejovitá kapalina neomezeně mísitelná s vodou
- používá se jako složka do nemrznoucích chladicích přístrojů a jako surovina pro výrobu plastů.



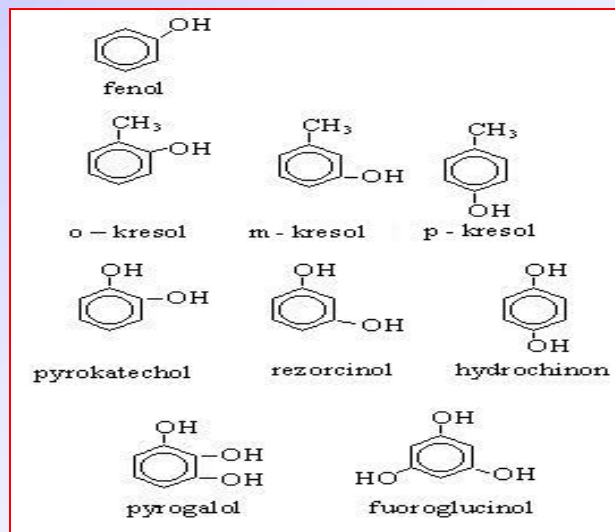
## • Glycerol:

- Bezbarvá, olejovitá kapalina s nasládlou chutí.
- Využívá se k výrobě výbušnin, kosmetice a často býval využívan též potravinářským průmyslem k "vylepšování" vlastností likérů a desertních vín (dodává nasládlou chuť a vazkost tekutiny). V České republice stejně jako v jiných vyspělých zemích je používání glykolů v potravinářské výrobě zakázáno.
- V lidském organismu se glykoly postupně metabolizují až na kyselinu šťavelovou, která odčerpává z krve i kostí vápník a vylučuje se jako nerozpustný šťavelan vápenatý v ledvinách, jejichž činnost ochromuje.
- Hlavním zdrojem glycerolu byly přírodní tuky.



# fenoly:

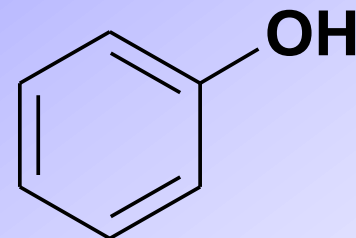
- Fenoly jsou hydroxyderiváty s HO skupinou vázanou na uhlík aromatického jádra.
- Fenoly jsou krystalické látky ve vodě málo rozpustné. Hydroxylová skupina fenolů se nachází na  $sp^2$  uhlíku - tautomerie s oxoskupinou.
- Ve srovnání s alkoholy je acidita fenolů vyšší.
- Soli fenolů – fenoláty vznikají už s roztoky alkalických hydroxidů
- Fenoly se získávají z kamenouhelného dehtu a používají se jako dezinfekční prostředky (lyzol). Přidávají se do zubních past, vyrábějí se z nich plasty (polymerací fenolu a formaldehydu vzniká bakelit). Redukční vlastnosti se využívají při přípravě fotografických vývojek.





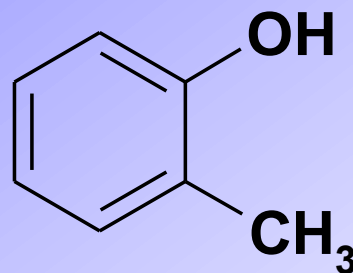
## •fenol

- kdysi nazýván kyselina karbolová, syntetizován r.1834 z dehtu,
- dříve desinfekce
- bezbarvá krystalická látka (b.t. 43°C), na vzduchu tmavne
- fenolplasty, základ pro polyamidy, polykarbonáty, epoxidy
- 2,4,6-trinitrofenol (*kyselina pikrová*)



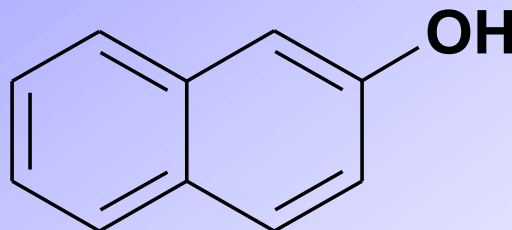
## •kresol (methylfenol)

- dezinfekční účinky



## •1-naftol, 2-naftol

- výroba barviv

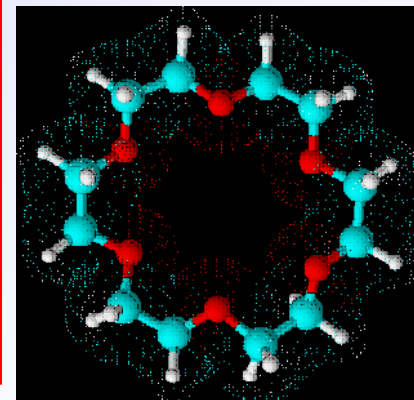


## ethery:

- Obsahují mezi alkylovými skupinami kyslík obsahující dva elektronové páry. Z hlediska Lewisovy teorie kyselin a zásad jsou zásadou. S kyselinami vytváří dialkyxoniové kationty. Jsou mnohem těkavější než s nimi izomerní alkoholy, protože nemohou vytvářet mezi sebou vodíkové můstky. Reagují snadno s radikálovými činidly a směsi těkavých etherů se vzduchem po zapálení vybuchují. Samovolně se oxidují, za vzniku peroxidu etheru. Vůči iontovým činidlům jsou ethery stálé. Výjimkou je reakce se silnými minerálními kyselinami, při těchto reakcích vznikají oxoniové soli, která se nadbytkem vody hydrolyzují zpět na ethery.
- příprava:
  - Ethery se připravují z alkoholátů nebo fenolátů nukleofilní substitucí alkylačními činidly, jako jsou halogenderiváty, alkylsírová kyselina a její soli nebo estery sulfonových kyselin.

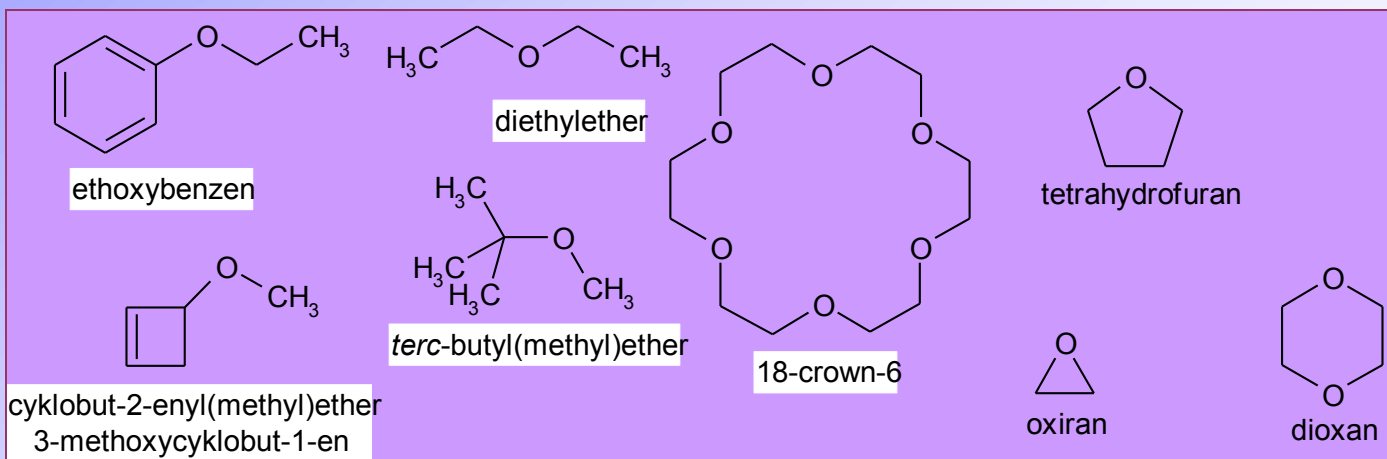
Etherová vazba a okolní atomy prvků vytvářejí elektronové posuny- reakce :

- a) Elektrofilní napadení kyslíkového atomu
- b) Nukleofilní substituci uhlíkových atomů
- c) Nukleofilní eliminaci atomů vodíku na vzdálenějších uhlících
- d) Radikálovou substituci atomů vodíku vázaných na atomy uhlíku bezprostředně tvořící etherovou vazbu





- návosloví:
  - substituční – lze-li jeden ze zbytků vázaných na kyslík hodnotit jako nadřazený
    - název se skládá z předpony **alkoxy-** a názvu nadřazeného uhlovodíku.
  - funkční skupinové
    - název tvoří abecedně seřazené **názvy** obou uhlovodíkových **zbytků** a skupinový název **-ether**
  - názvosloví cyklických etherů se řídí principy názvosloví heterocyklů
  - speciální třídu tvoří tzv. crown-ethery, kde má název tvar X-crown-Y, číslo X vyjadřuje počet atomů v kruhu a číslo Y počet kyslíkových atomů, předpokladem je maximální možná symetrie



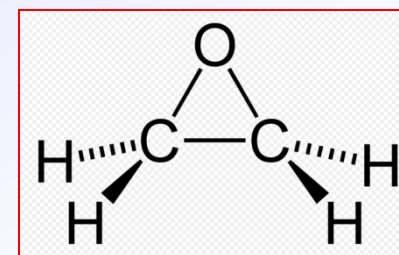
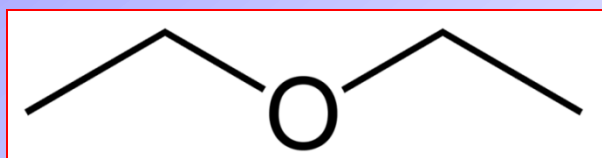
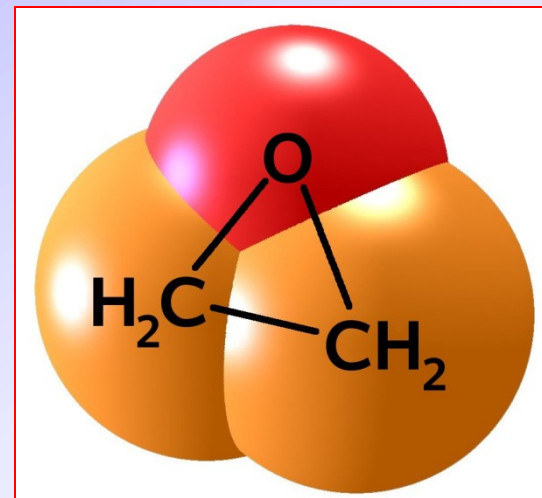
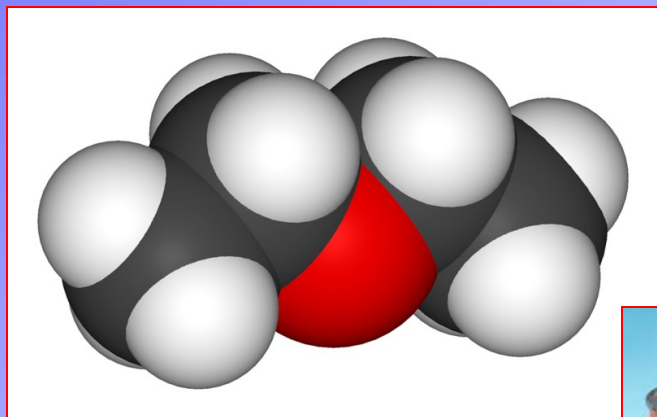
- zástupci:

- **diethylether, dietyléter,  $C_2H_5OC_2H_5$**

- často zvaný pouze éter, těkavá, velmi hořlavá kapalina lehčí než voda; vynikající rozpouštědlo, vyrábí se dehydrogenací ethanolu, má narkotické účinky, t.v.  $35\text{ }^\circ\text{C}$

- **ethylenoxid  $(CH_2)_2O$**

- je jedovatý plyn, účinkem vody se v přítomnosti kyselých katalyzátorů štěpí jeho tříčlenný cyklus na ethylenglykol



## aldehydy:

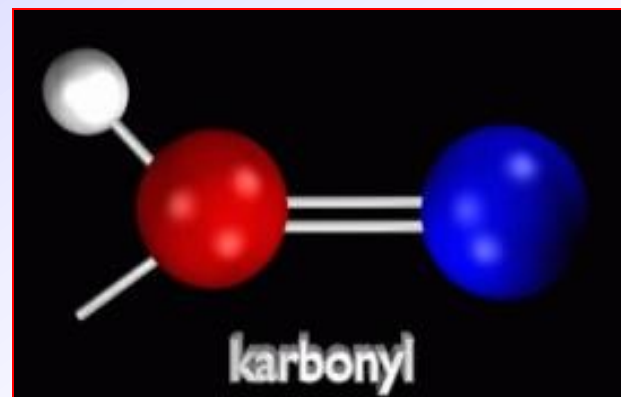
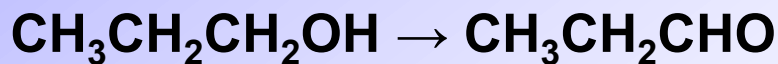
- **Aldehydy** jsou sloučeniny s funkční skupinou (-COH) na konci uhlovodíkového řetězce. Radí se mezi karbonylové sloučeniny (spolu s ketony, které obsahují karbonylovou skupinu C=O uvnitř řetězce). Jak aldehydy tak ketony jsou v přírodě velmi běžné (vonné součásti rostlinných silic, intermediáty biochemických reakcí Krebsova cyklu). Využívají se v průmyslovém měřítku pro organické syntézy uhlíkatých skeletů.

- názvosloví:

- Systematické názvy - kmen názvu uhlovodíku, s koncovkou *-al*, pokud karbonylová skupina není součástí hlavního řetězce – koncovka - *karbaldehyd*. V případě přítomnosti skupiny s vyšší prioritou, přítomnost aldehydické skupiny - předpona *formyl-* (pokud karbonylová skupina není součástí hlavního řetězce) nebo *oxo-* (jestli karbonylová skupina je součástí hlavního řetězce).

- příprava a výroba:

- Aldehydy můžeme získat několika způsoby, základním procesem je oxidace nebo dehydrogenace primárních alkoholů, přičemž dehydratace se stala základem průmyslové výroby těchto sloučenin:

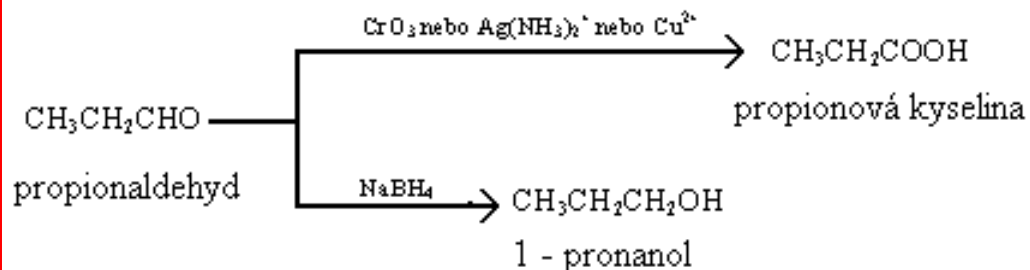
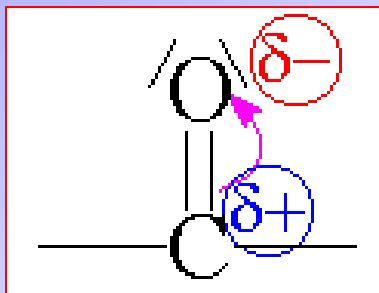


- fyzikální vlastnosti:

- Nejnižší aldehydy jsou kapaliny s výjimkou plynného formaldehydu, ty vyšší a nejvyšší pak pevné látky. Mají vyšší body varu než příslušné alkany a cykloalkany, nižší než teploty varu příslušných alkoholů. Rozpustnost ve vodě závisí na počtu atomů uhlíku obsažených v molekule aldehydu. S rostoucím počtem těchto atomů rozpustnost značně klesá. Tyto sloučeniny se také dobře rozpouštějí v ethanolu a diethyletheru.

- chemické vlastnosti:

- Reaktivita aldehydů je značně vysoká. Způsobuje ji přítomnost karbonylové skupiny, v níž jsou  $\pi$ -elektrony posunuty k atomu kyslíku, který má oproti uhlíku vyšší elektronegativitu, díky tomu na atomu uhlíku dochází k tvorbě kladného parciálního náboje. Reaktivita aldehydů postupně klesá s rostoucím počtem atomů uhlíku, tj. nejreaktivnější je formaldehyd.
- Většina aldehydů je zdraví škodlivá.



- reaktivita:

- **Oxidace** probíhá u aldehydů velmi lehce, produktem je pak příslušná karboxylová kyselina. Oxidace aldehydů účinkem Tollensova (amoniakální roztok  $\text{AgNO}_3$ ) nebo Fehlingova činidla se užívá k jejich důkazu. V pozitivním případě dochází k vyredukování stříbra nebo vznikne červenohnědý roztok, který obsahuje oxid měďný.

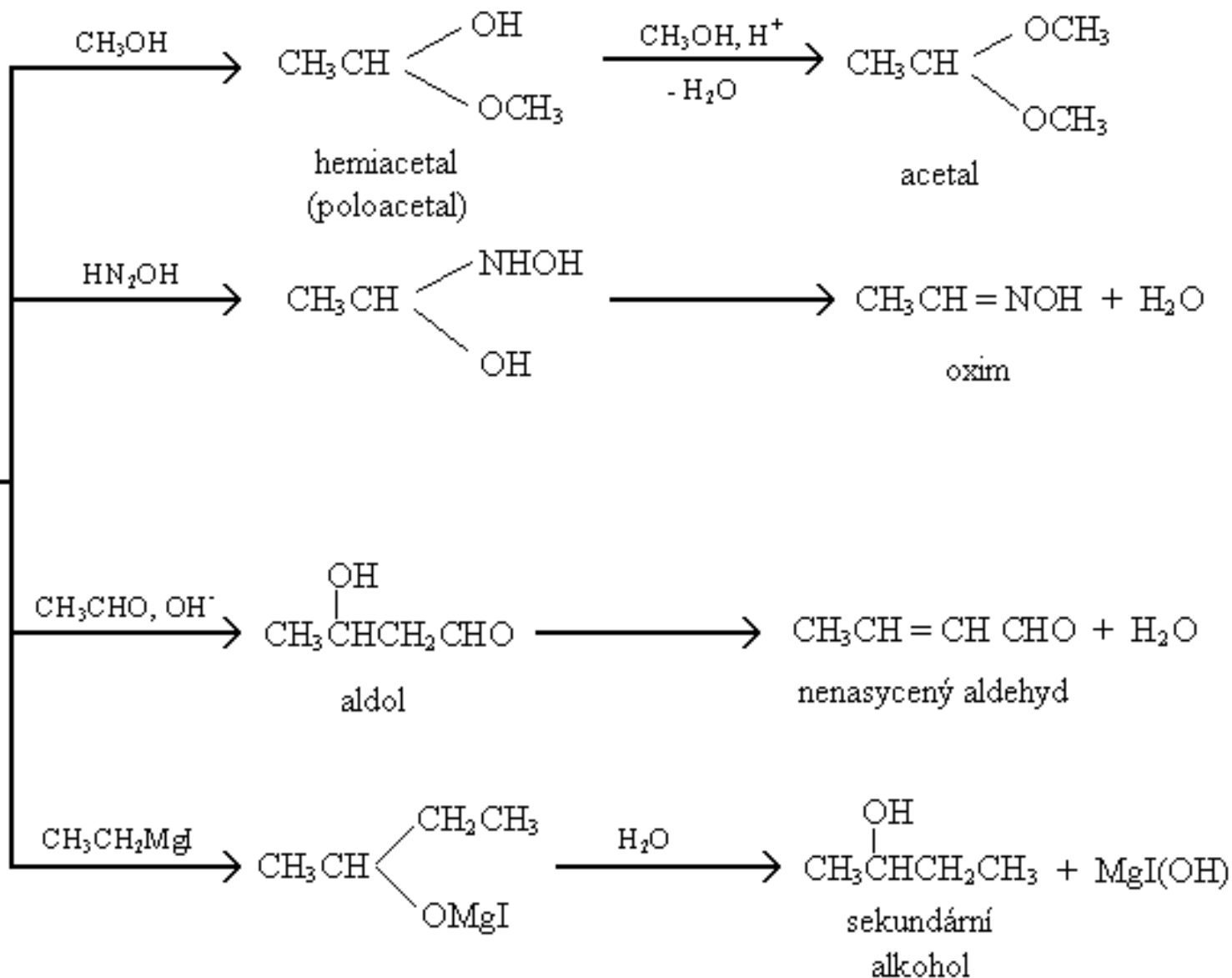


- **Redukce** aldehydů poskytuje primární alkoholy.

- **Reakce s alkoholy** - katalýza malým množstvím  $\text{HCl}$ . V průběhu reakce dochází ke vzniku poloacetalu. Poloacetal je sloučenina, která obsahuje jednu hydroxylovou skupinu, která může reagovat s protonem za vzniku acetalu.

- **Adice** u aldehydů probíhá nukleofilním mechanismem, lze ji rozdělit do dvou fází. Nejdříve se nukleofilní částice připojí na uhlík vázaný s kyslíkem v karbonylové skupině, čímž dojde k zániku dvojné vazby, výsledkem je anion, ten reaguje s elektrofilní částicí v kyselém prostředí, protože touto částicí je nejčastěji proton.

CH<sub>3</sub>CHO  
Acetaldehyd

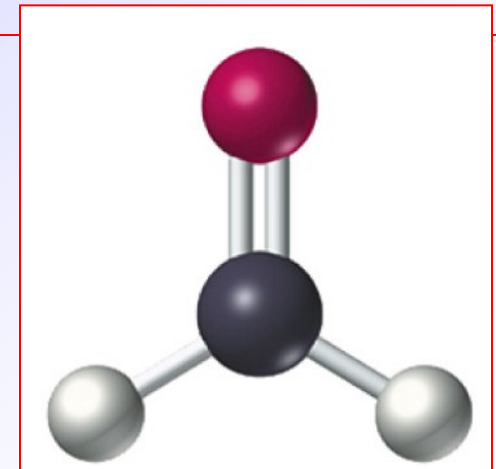
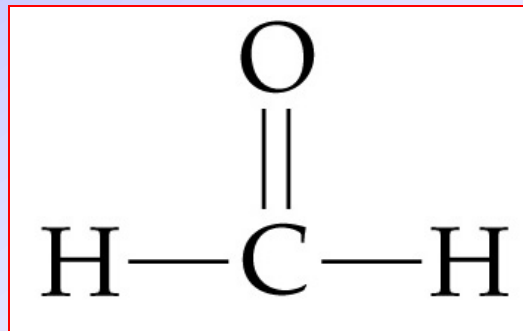




## zástupci

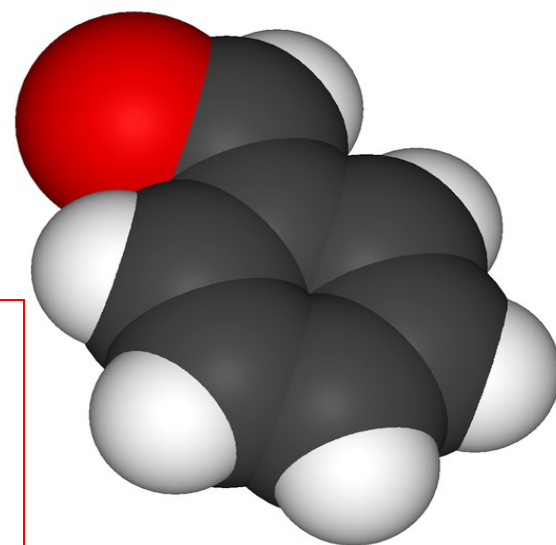
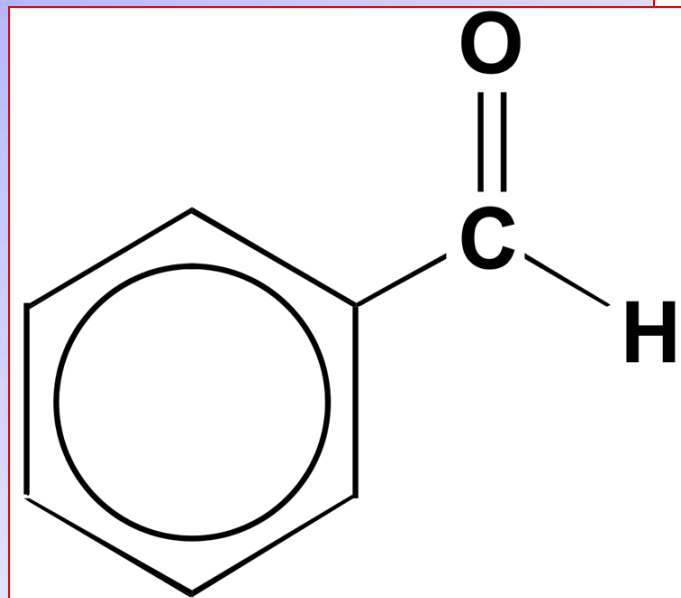
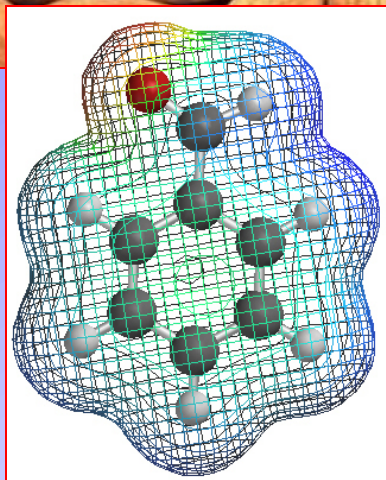
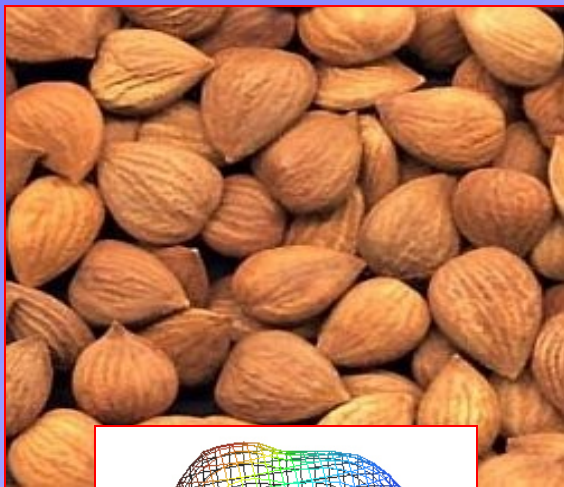
- **Metanal (formaldehyd)**

- $\text{CH}_3\text{OH}$  je nejjednodušším aldehydem.
- Metanal vzniká oxidací methanolu, při této reakci se používá atomární kyslík:  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O} \rightarrow \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O}$
- Také se může připravit za přítomnosti katalyzátorů ze syntézního plynu:  $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{HCHO}$
- Metanal je bezbarvý, štiplavě páchnoucí, jedovatý plyn. Ve vodě je dobře rozpustný, jeho rozpouštěním vzniká 35-45% roztok. Ten se nazývá formalín, polymerizací se mění na bílou pevnou látku nazývanou paraformaldehyd. Má oxidační i redukční účinky.
- Používá se na výrobu fenolických pryskyřic, aminoplastů, polyacetalových pryskyřic, ke sterilizaci půdy, k uchovávání preparátů v lékařství.



- **Benzenkarbaldehyd (benzaldehyd, fenylmethanal)**

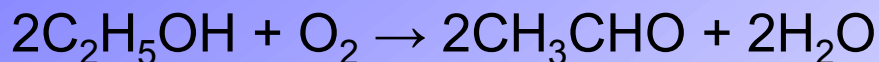
- $C_6H_5CHO$  je nejjednodušší aromatický aldehyd s velkým uplatněním v průmyslu. Za pokojové teploty to je bezbarvá, ve vodě málo rozpustná kapalina zapáchající po hořkých mandlích. Tvoří hlavní součást extraktu z hořkých mandlí a může být izolován z mnoha přírodních materiálů, které ho obsahují, např. z meruňky, třešně, broskve, ořechy a různá další semena.



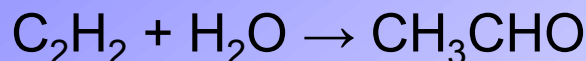
- **Acetaldehyd (ethanal či aldehyd kyseliny octové)**

- $\text{CH}_3\text{CHO}$  je bezbarvá těkavá hořlavá kapalina štiplavého zápachu. V přírodě se vyskytuje ve zralém ovoci, kávě. Je produkován rostlinami jako součást jejich metabolismu. V lidském organismu vzniká při metabolizování ethanolu.

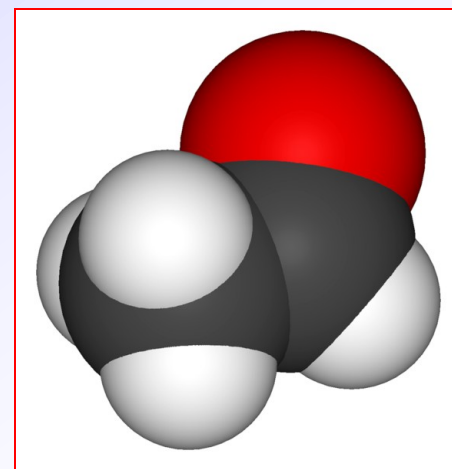
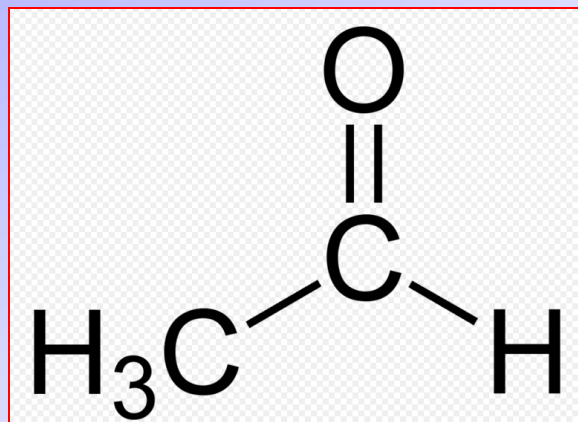
- Acetaldehyd se připravuje oxidací ethanolu kyslíkem nebo oxidem měďnatým:



Může se také připravovat hydratací acetylenu (ethynu):

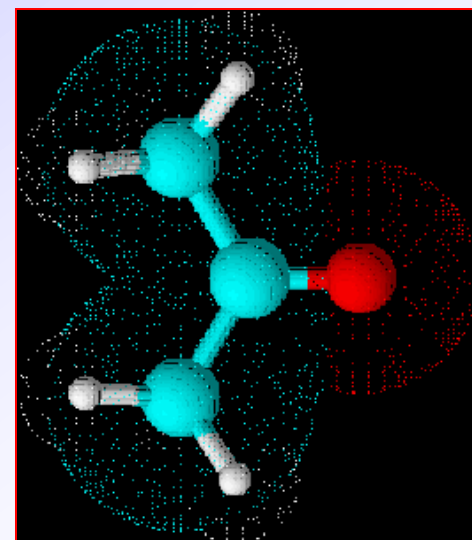
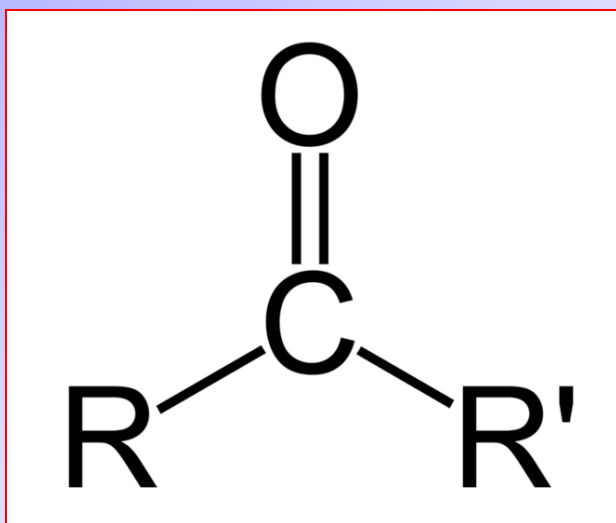


- Acetaldehyd je důležitým meziproduktem, používá se při výrobě kyseliny octové, která vzniká jeho oxidací. Polymer paraldehyd se používá jako uspávací prostředek, metaldehyd se používá jako moluskocid.



# ketony:

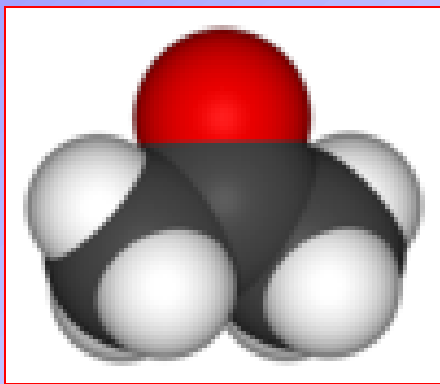
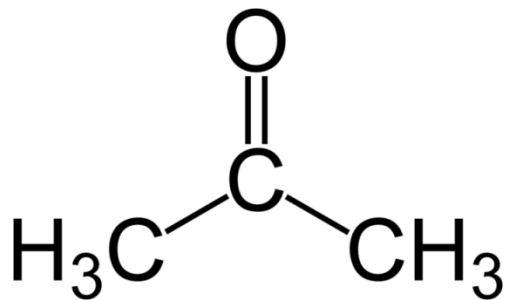
- **Ketony** jsou organické sloučeniny, které obsahují ketoskupinu ( $\text{C}=\text{O}$ ) uprostřed uholovodíkového řetězce. Řadí se mezi karbonylové sloučeniny (spolu s aldehydy, které obsahují karbonylovou skupinu  $-\text{CHO}$  na konci řetězce).
- V chemickém názvosloví se u ketonu přidává koncovka „-on“.
- **Rozlišení od aldehydů**
  - Ketony se od aldehydů odliší Fehlingovým činidlem ( $\text{CuSO}_4$  v prostředí vinanu sodnodraselného a  $\text{NaOH}$ ) nebo Tollensovým činidlem ( $\text{AgNO}_3$  v prostředí amoniaku).





## zástupci:

- **Aceton** (propan-2-on, dimethylketon)
  - Charakteristickou skupinou je karbonyl. Aceton je bezbarvá kapalina specifického zápachu, hořlavá, s vodou neomezeně mísitelná. Směs par s kyslíkem je výbušná. Používá se jako rozpouštědlo organických látek. Aceton je toxický a karcinogenní!



- chemické vlastnosti:

- Aceton z chemického hlediska je zajímavý jako organické rozpouštědlo nebo výchozí surovina syntéz. Reaktivitu acetonu dodává přítomnost karbonylové skupiny. Kyslík má větší elektronegativitu než uhlík, a proto tuto vazbu polarizuje tak, že na kyslíku je parciální záporný a na uhlíku parciální kladný náboj. Aceton tedy reaguje s nukleofilními činidly, které mají přebytek elektronů.  
Aceton vykazuje keto-enol tautomerii, rovnováha této reakce je posunuta ve prospěch keto formy.

- výskyt:

- V lidském organismu vzniká aceton dekarboxylací acetacetátu, látky, která vzniká v játrech při zpracování mastných kyselin (z tuků). Slouží jako alternativní zdroj energie pro buňky během hladovění. Aceton je vydycháván v plicích. Při diabetu se tvoří zvýšené množství ketolátek, proto je dech diabetiků cítit po acetonu.

- využití v průmyslu:

- Syntéza acetonkyanhydrinu, který působením kyseliny sírové přechází na methakrylamid sulfát, ten reaguje s methanolem za vzniku methylmetakrylátu - methyl esteru kyseliny akrylové = základní stavební prvek polymeru tzv. plexiskla.

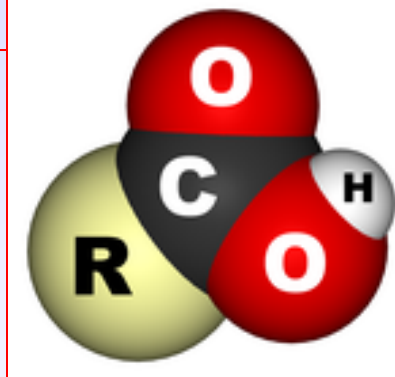


## karboxylové kyseliny:

- Organické kyseliny, které obsahují karboxylovou skupinu -COOH. Tvoří nezbytnou součást živých organismů.
- V porovnání s minerálními kyselinami jsou kyselinami výrazně slabšími.
- Při disociaci se odštěpuje proton z karboxylové skupiny a vzniká karboxylátový anion:  $\text{R-COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{R-COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- Karboxylová skupina je polární a vytváří proto vodíkové můstky - vliv na body varu i tání. Body varu rostou s délkou řetězce.
- Převažuje u nich lipofilní charakter a jsou tedy ve vodě nerozpustné. Dikarboxylové (např. kyselina šťavelová) nebo aromatické kyseliny (např. kyselina benzoová) jsou za laboratorních podmínek tuhé.

### názvosloví:

- Systematický název každé látky, která obsahuje skupinu -COOH, se skládá ze slova kyselina a přídatného jména s koncovkou -ová, resp. karboxylová. Pokud některá karboxylová skupina není započítána do základního řetězce, používá se předpona karboxy-.
- Mnoho karboxylových kyselin má své triviální.



## Nasyčené monokarboxylové kyseliny

Triviální název	Systematický název	Latinský název	Vzorec	Aniont*
kyselina mravenčí	kys. methanová	acidum formicum	HCOOH	formiát
kyselina octová	ethanová kyselina	acidum aceticum	CH <sub>3</sub> COOH	acetát
kyselina propionová	propanová kyselina	acidum propionicum	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	propionát
kyselina máselná	butanová kyselina	acidum butyricum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	butyrát
kyselina valerová	pentanová kyselina	acidum valericum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	valerát
kyselina kapronová	hexanová kyselina	acidum capronicum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	kapronát
kyselina enanthová	heptanová kyselina	acidum enanthicum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> COOH	enanthát
kyselina kaprylová	oktanová kyselina	acidum caprylicum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	kaprylát
kyselina pelargonová	nonanová kyselina	acidum pelargonicum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	pelargonát
kyselina kaprinová	dekanová kyselina	acidum caprinicum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	kaprinát
kyselina undecylová	undekanová kyselina	acidum undecylicum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> COOH	undekylát
kyselina laurová	dodekanová kyselina	acidum lauricum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	laurát
kyselina tridecylová	kyselina tridekanová	-	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> COOH	-
kyselina myristová	tetradekanová kyselina	acidum myristicum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	myristát
kyselina pentadecylová	kyselina pentadekanová	-	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>13</sub> COOH	-
kyselina palmitová	hexadekanová kyselina	acidum palmiticum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	palmitát
kyselina heptadecylová		kyselina heptadekanová	-	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> COOH
kyselina stearová	oktadekanová kyselina	acidum stearicum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	stearát
-	kyselina nonadekanová	-	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>17</sub> COOH	-
kyselina arachová	ikosanová kyselina	acidum arachidicum	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	arachiát

## Nasycené dikarboxylové kyseliny

Triviální název	Systematický název	Latinský název	Vzorec	Aniont*
kyselina šťavelová	ethandiová kyselina	acidum oxalicum	$(\text{COOH})_2$	oxalát
kyselina malonová	propandiová kyselina	acidum malonicum	$\text{COOH}(\text{CH}_2)\text{COOH}$	malonát
kyselina jantarová	butandiová kyselina	acidum succinicum	$\text{COOH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	sukcinát
kyselina glutarová	pentandiová kyselina	acidum glutaricum	$\text{COOH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	glutarát
kyselina adipová	hexandiová kyselina	acidum adipicum	$\text{COOH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	adipát
kyselina pimelová	heptandiová kyselina	acidum pimelicum	$\text{COOH}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	pimelát
kyselina suberová	oktandiová kyselina	acidum subericum	$\text{COOH}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	suberát
kyselina azelaová	nonandiová kyselina	-	$\text{COOH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-
kyselina sebaková	dekandiová kyselina	acidum sebacicum	$\text{COOH}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	sebakát

### Mononenasycené monokarboxylové kyseliny

- kyselina akrylová (propenová kyselina, lat. acidum acrylicum) -  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$
- kyselina metaakrylová (2-methylpropenová kyselina, lat. acidum metaacrylicum) -  $\text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_3\text{COOH}$
- kyselina krotonová (trans-2-butenová) -  $\text{CH}_3\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$
- kyselina palmitoolejová (cis-9-hexadecenová) -  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$
- kyselina olejová (cis-9-oktadecenová kyselina, lat. acidum oleicum) -  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- kyselina elaidová (trans-9-oktadecenová kyselina) -  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- kyselina eruková (cis-13-dokosenová kyselina) -  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$

### Polynenasycené monokarboxylové kyseliny

- kyselina linolová (cis,cis-9,12-oktadekadienová, lat. acidum linoleicum) -  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- kyselina gama-linolenová (cis,cis,cis-6,9,12-oktadekatrienová, lat. acidum linolenicum) -  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
- kyselina alfa-linolenová (cis,cis,cis-9,12,15-oktadekatrienová, lat. acidum linolenicum) -  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- kyselina arachidonová (cis,cis,cis,cis-ikosa-5,8,11,14-tetraenová, lat. acidum arachidonicum)

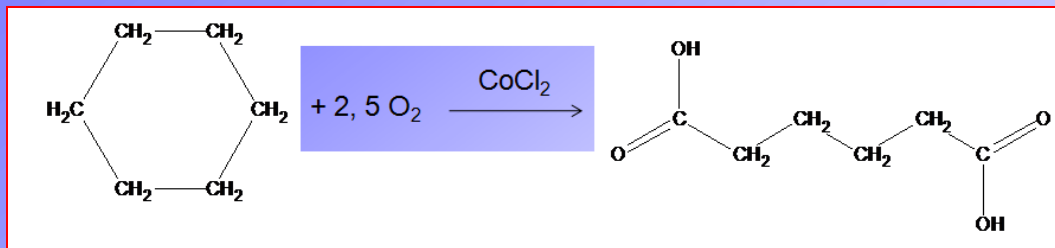
### Nenasycené polykarboxylové kyseliny

- kyselina maleinová (cis-butendiová, lat. acidum maleinicum) -  $\text{COOH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$
- kyselina fumarová (trans-butendiová, lat. acidum fumaricum) -  $\text{COOH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$
- kyselina akonitová (propentrikarboxylová kyselina)

## • příprava kyselin z uhlovodíků

### 1. oxidací nasycených

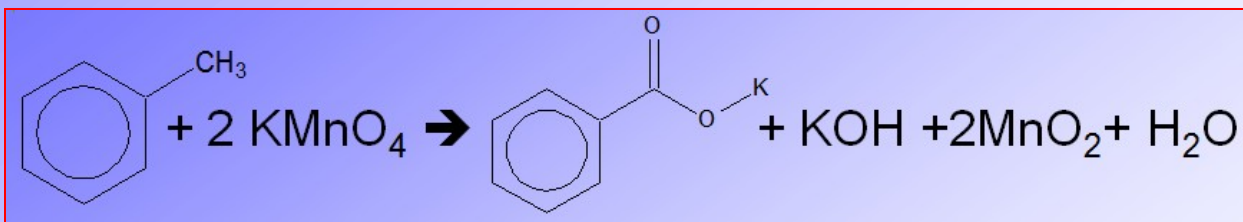
- obtížná vzhledem k nízké reaktivitě
- neselektivní – vzniká směs kyselin



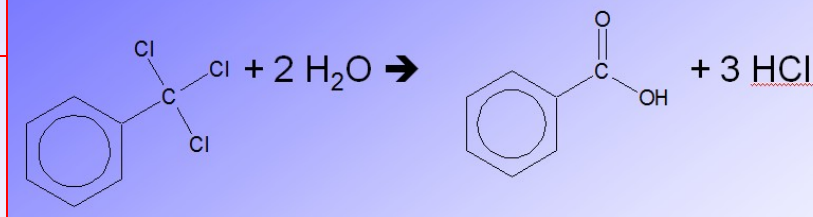
### 2. oxidací nenasyčených



### 3. oxidací aromátů

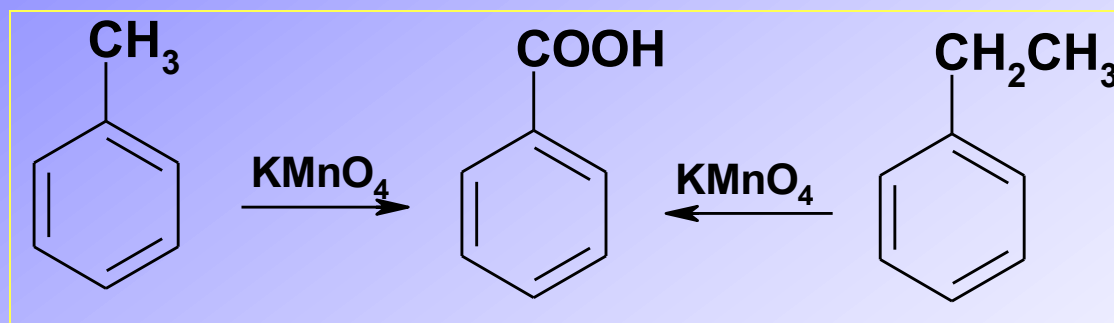
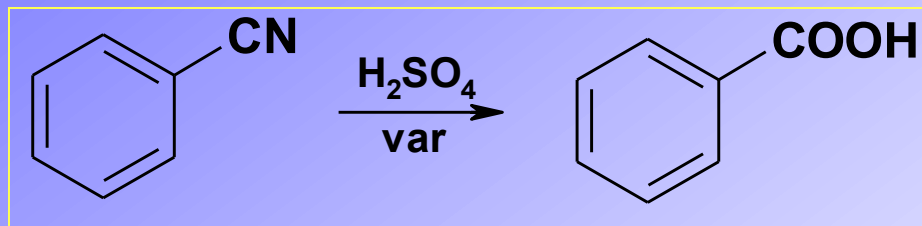


### 4. z geminálních trihalogenderivátů



## •vznik a příprava:

- Karboxylové kyseliny vznikají z uhlovodíků postupnou oxidací přes alkohol a aldehyd:  $\text{R-CH}_3 \rightarrow \text{R-CH}_2\text{-OH} \rightarrow \text{R-CH=O} \rightarrow \text{R-COOH}$
- Hydrolýza nitrilů - příslušné nitrily je třeba získávat z aminů



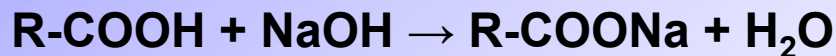
- fyzikálně chemické vlastnosti:

- nižší alifatické jsou kapaliny
- vyšší jsou tuhé látky
- aromatické jsou nerozpustné
- nižší alifatické jsou rozpustné ve vodě
- vodíkové můstky jsou silnější než v alkoholech – zvýšení bodu varu

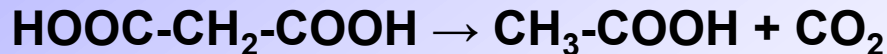


- reakce typické pro karboxylové kyseliny:

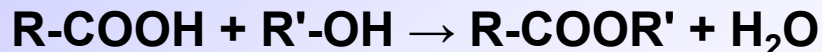
- **neutralizace** - reagují se zásadou v reakci, při které vzniká voda a sůl kyseliny. Jedná se o zvratnou reakci. Soli vyšších karboxylových kyselin se nazývají mýdla.



- **dekarboxylace** - karboxylová kyselina ztrácí karboxylovou skupinu:

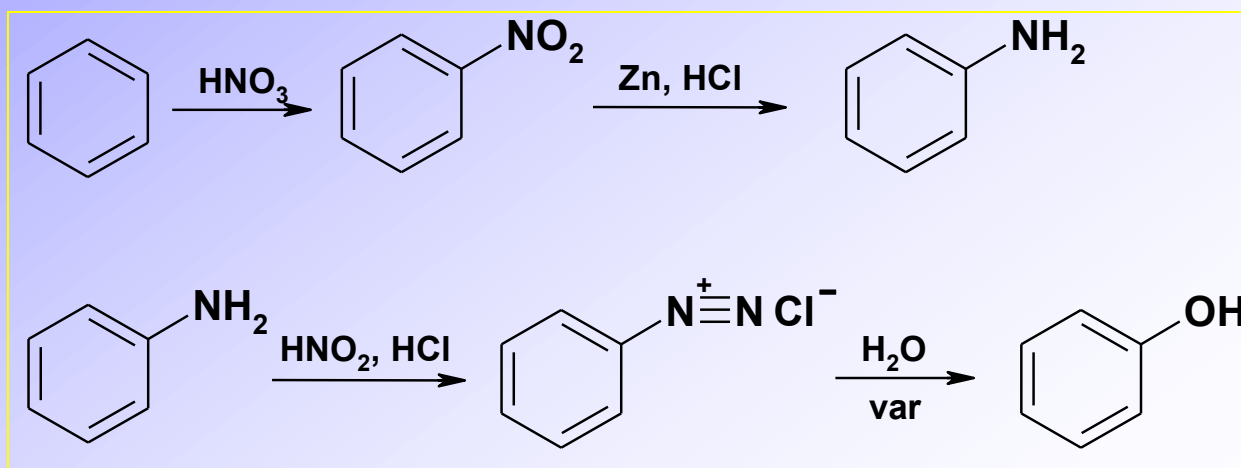
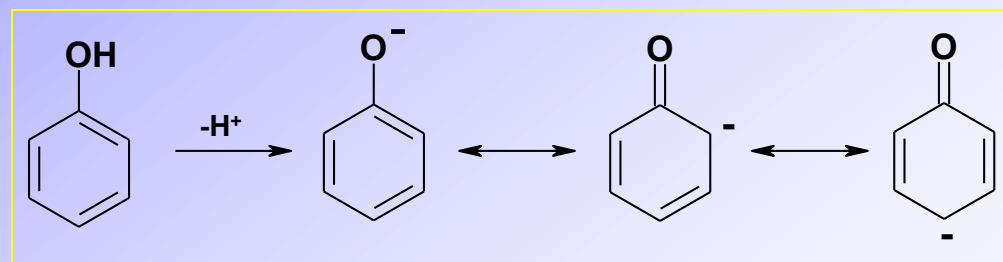
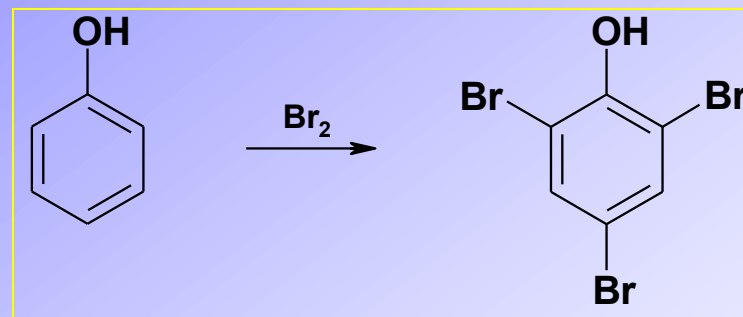
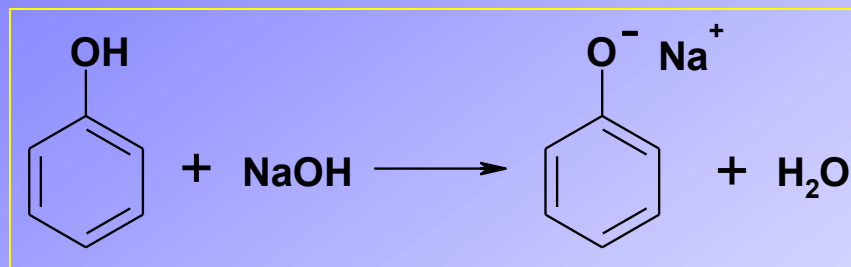
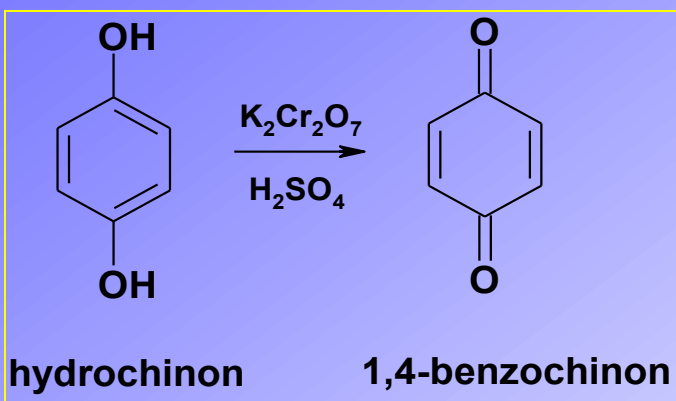
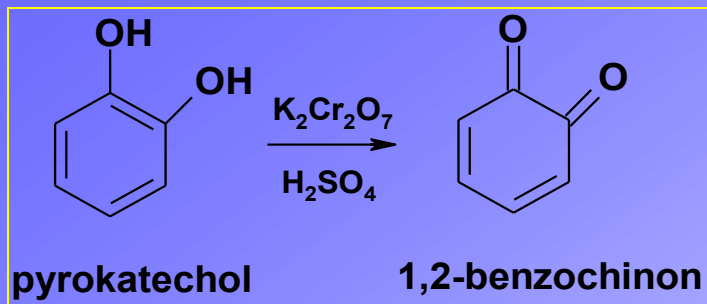


- **esterifikace** - alkoholy a karboxylové kyseliny reagují za vzniku esterů. Reakce je zvláštní tím, že vodík OH skupiny alkoholů je kyselejší než karboxylová skupina, karboxylová kyselina se tedy v reakci chová jako zásada.



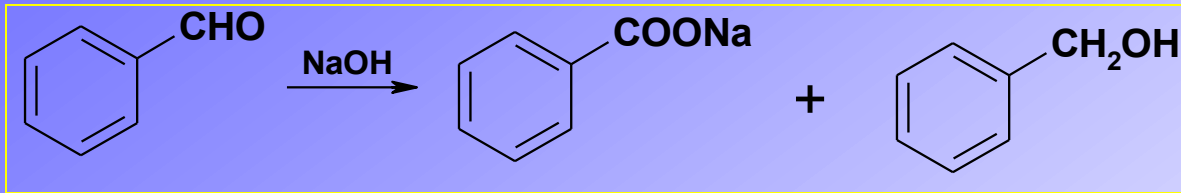


• ukázky reakcí:



## Canizzarova reakce

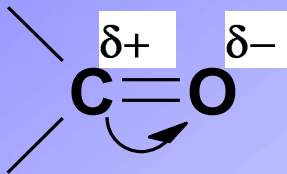
- aldehydy, které nemají vodík na  $\alpha$ -uhlíku (aromatické)
- v alkalickém prostředí dochází k disproportionaci
- jedna molekula se oxiduje na kyselinu, druhá se redukuje na alkohol



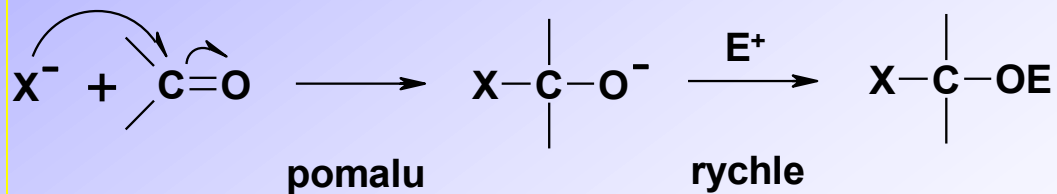
(aldehydy s  $\alpha$ -vodíkem podléhají za stejných podmínek aldolové kondenzaci)

## adice na vazbu C=O

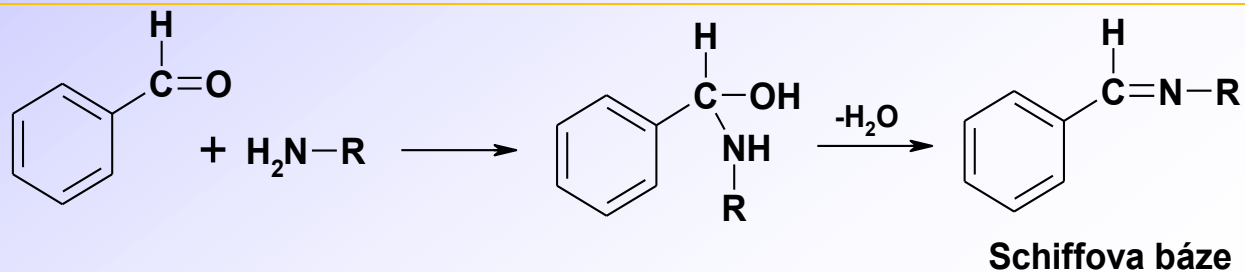
- karbonylová skupina je polarizována



- uhlík je atraktivní pro nukleofilní činidla - nukleofilní adice

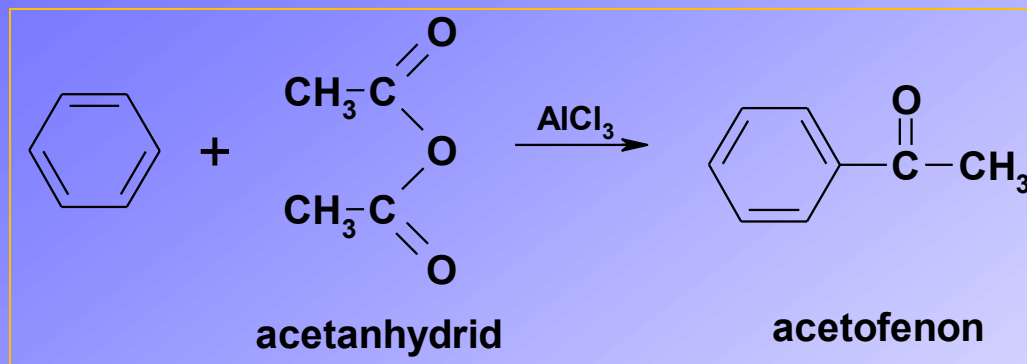


- vznik tzv. Schiffovy báze



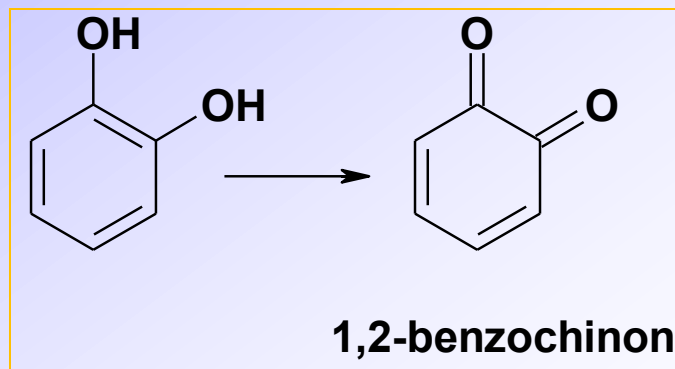
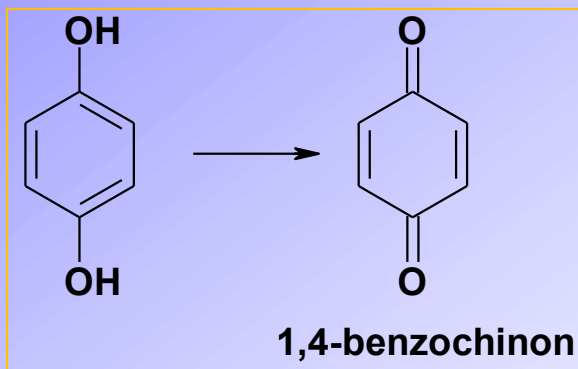
## Friedel-Craftsova acylace arenů

- vznikají aromatické ketony (fenony)



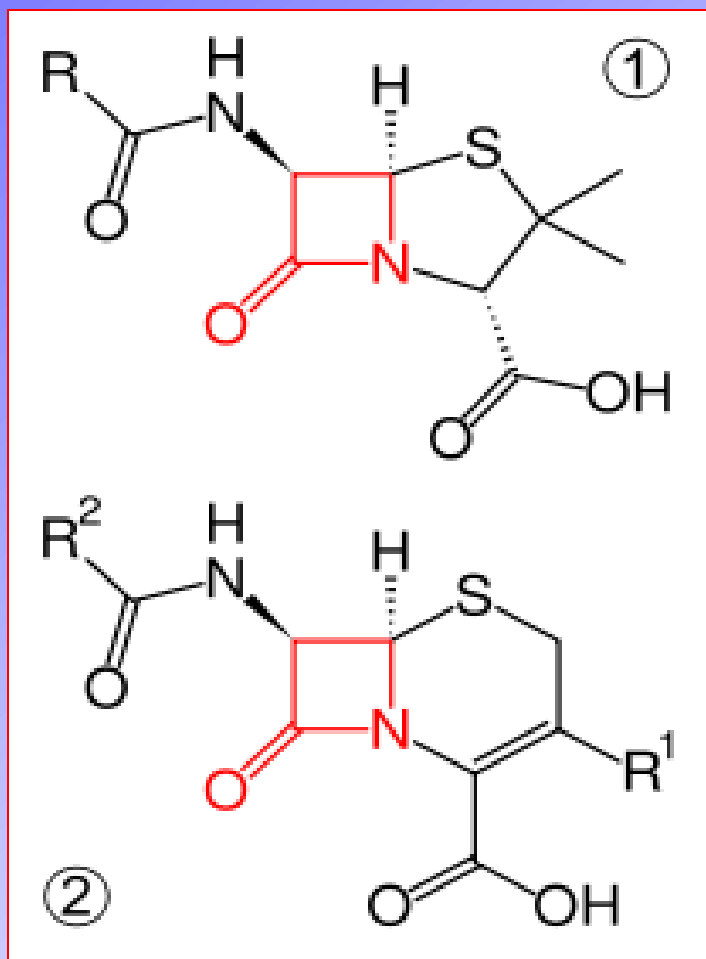
## Chinony

- cyklické diketony s konjugovaným systémem dvojných vazeb
- odvozují se od dvojsytných fenolů (o- a p-)

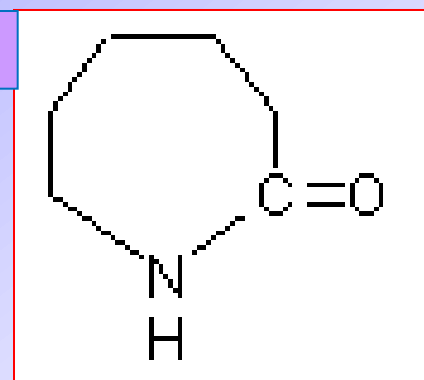


# Laktamy

• Laktamy neboli vnitřní amidy vznikají zacyklením, nejčastěji 4-8 uhlíkatého, aminů karboxylových kyseliny. Na jednom konci uhlíkatého řetězce je aminoskupina a na druhém karboxylová skupina. Laktam vznikne reakcí karboxylové skupiny a aminoskupiny v jedné molekule.

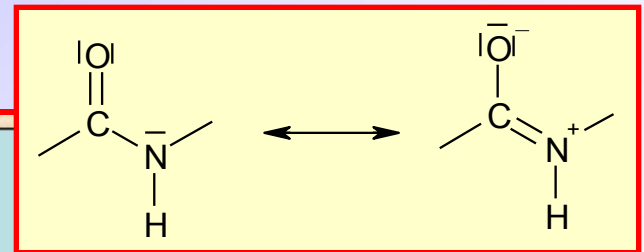
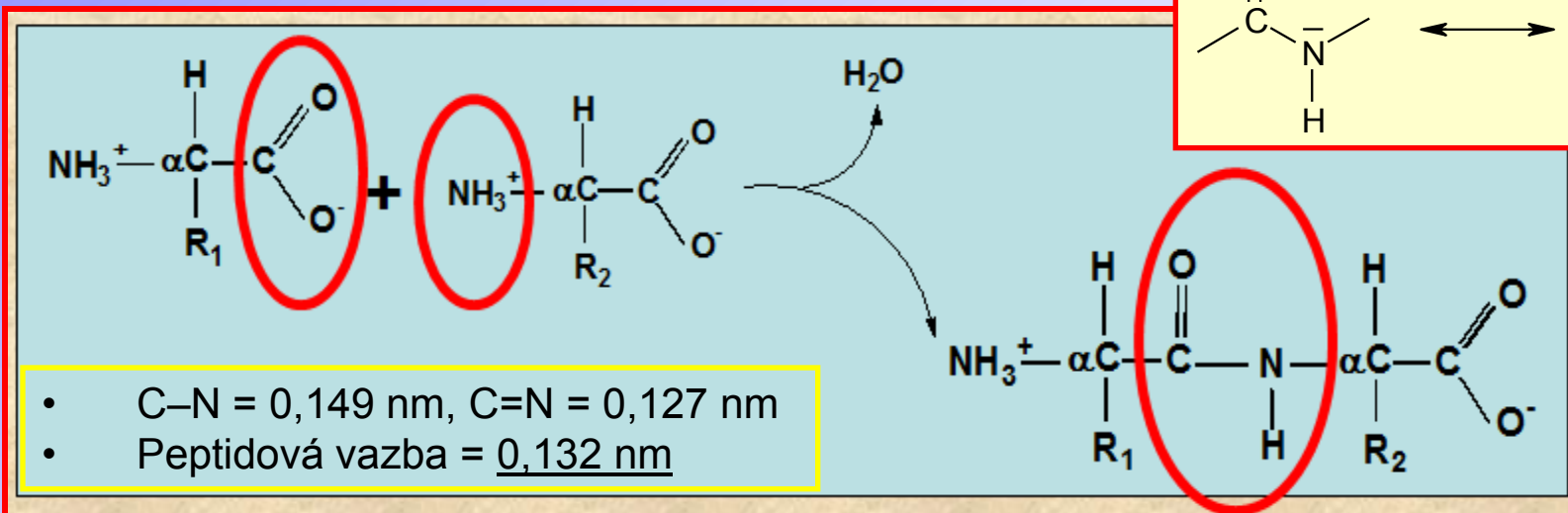


kaprolaktam



# Aminokyseliny

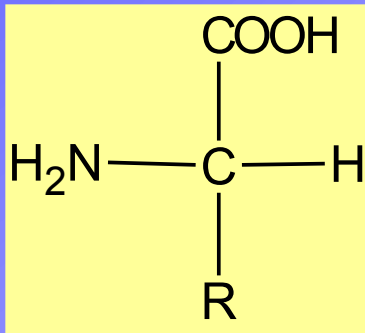
- **Aminokyselina** je v chemii obecně jakákoliv molekula obsahující karboxylovou (-COOH) a amino (-NH<sub>2</sub>) funkční skupinu.
- Aminokyseliny se snadno rozpouštějí v polárních rozpouštědlech (voda, ethanol), v nepolárních rozpouštědlech jsou nerozpustné.
- Aminokyseliny se prokazují reakcí s ninhydrinem nebo fluorescaminem.
- Vznik peptidové vazby je reakce, při které reagují alfa-karboxylová skupina jedné aminokyseliny s alfa-aminovou skupinou druhé za odštěpení molekuly vody. Toto řetězení aminokyselin je principem spojování v peptidy a dále v proteiny (bílkoviny). Je to nejdůležitější reakce aminokyselin.
- Přenos genetické informace (DNA, RNA).



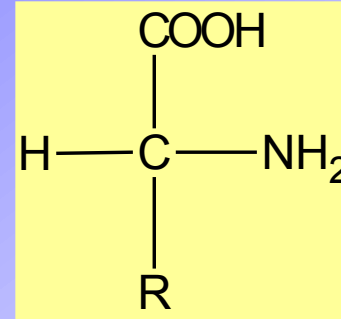
<b>Název</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>P-postradatelná, E-Esenciální, PP-podmíněně postradatelná</b>
<b>Alanin</b>	<b>Ala</b>	<b>A</b>	<b>P</b>
<b>Arginin</b>	<b>Arg</b>	<b>R</b>	<b>P (v dětství E)</b>
<b>Asparagin</b>	<b>Asn</b>	<b>N</b>	<b>P</b>
<b>Asparágová</b>	<b>Asp</b>	<b>D</b>	<b>P</b>
<b>Cystein</b>	<b>Cys</b>	<b>C</b>	<b>PP</b>
<b>Glutamin</b>	<b>Gln</b>	<b>Q</b>	
<b>Glutamová</b>	<b>Glu</b>	<b>E</b>	<b>P</b>
<b>Glycin</b>	<b>Gly</b>	<b>G</b>	<b>E</b>
<b>Histidin</b>	<b>His</b>	<b>H</b>	<b>P (v dětství snad E)</b>
<b>Leucin</b>	<b>Leu</b>	<b>L</b>	<b>E</b>
<b>Isoleucin</b>	<b>Ile</b>	<b>I</b>	<b>E</b>
<b>Lysin</b>	<b>Lys</b>	<b>K</b>	<b>E</b>
<b>Methionin</b>	<b>Met</b>	<b>M</b>	<b>E</b>
<b>Fenylalanin</b>	<b>Phe</b>	<b>F</b>	
<b>Prolin</b>	<b>Pro</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
<b>Serin</b>	<b>Ser</b>	<b>S</b>	<b>P</b>
<b>Threonin</b>	<b>Thr</b>	<b>T</b>	<b>E</b>
<b>Tryptofan</b>	<b>Trp</b>	<b>W</b>	<b>E</b>
<b>Tyrosin</b>	<b>Tyr</b>	<b>Y</b>	<b>PP</b>
<b>Valin</b>	<b>Val</b>	<b>V</b>	<b>Aminokyseliny 2008/2009</b>



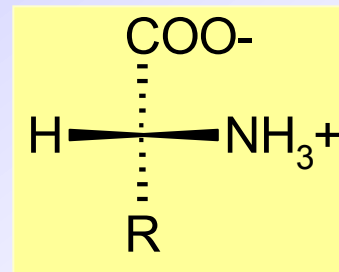
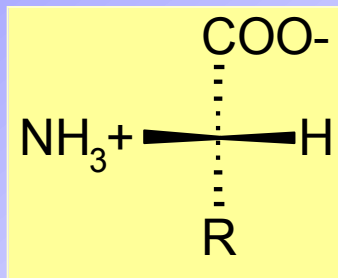
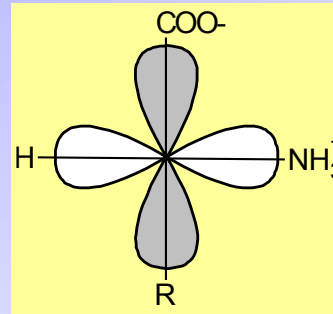
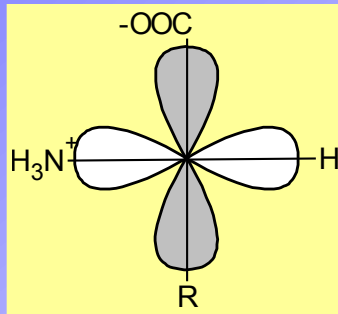
# Optická izomerie aminokyselin



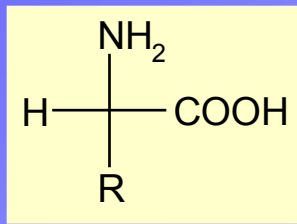
L-řada



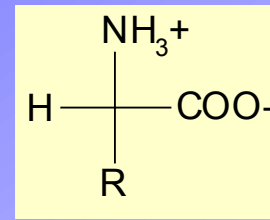
D-řada



•V živých organismech se vyskytují převážně L-formy AMK.

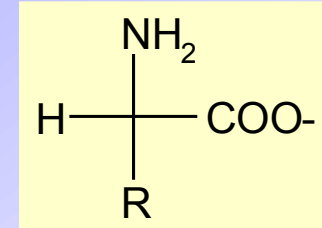
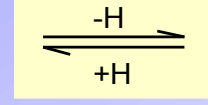
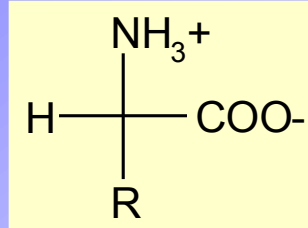
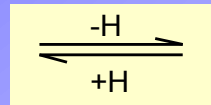
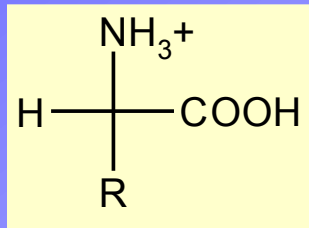


nedisociovaná forma



disociovaná forma (amfoion)

• R – postranní řetězec



převažuje při pH ~ 1

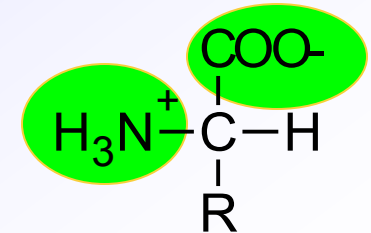
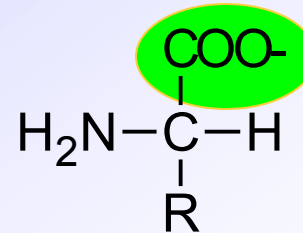
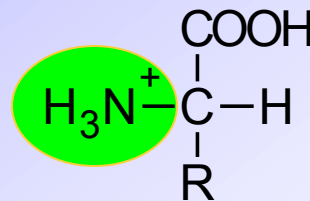
převažuje při pH ~ 7

převažuje při pH ~ 11

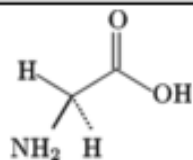
• **AMK se chovají jako amfionty – mohou nést kladný i záporný náboj.**

**Izoelektrický bod (pI)** – pH, při kterém jsou si disociace obou skupin rovny- látka se jeví jako elektricky neutrální dipól – nepohybuje se v elektrickém poli (nejmenší stálost-srážení)

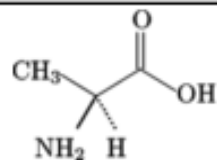
- kyselé prostředí:
- alkalické prostředí:
- neutrální prostředí:



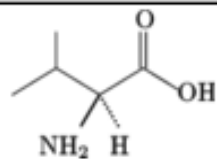
## Biogenní aminokyseliny



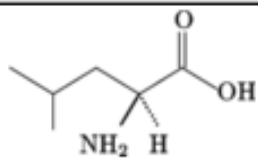
Glycin



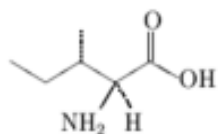
Alanin



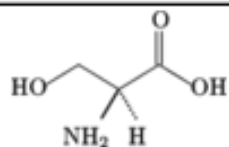
Valin



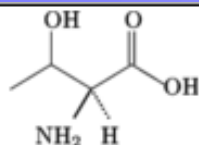
Leucin



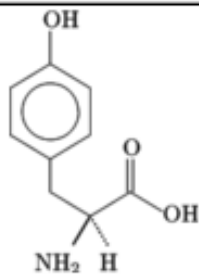
Isoleucin



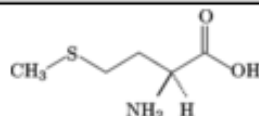
Serin



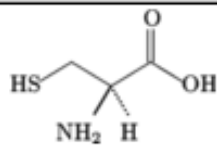
Threonin



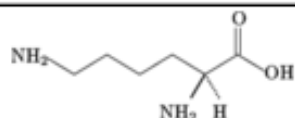
Tyrosin



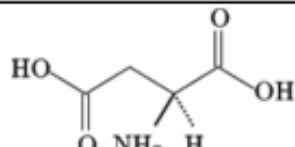
Methionin



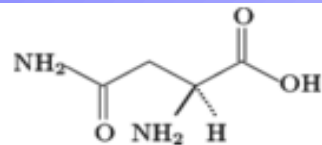
Cystein



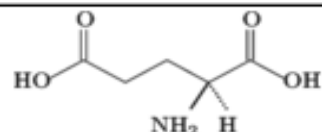
Lysin



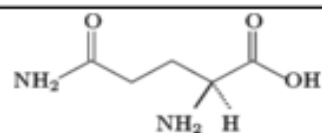
Kyselina asparagová



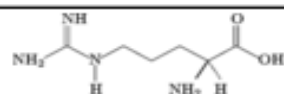
Asparagin



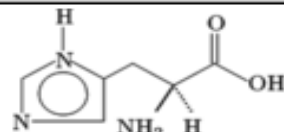
Kyselina glutamová



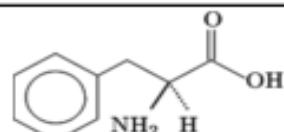
Glutamin



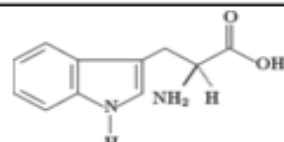
Arginin



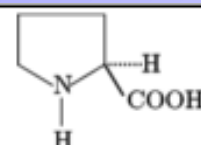
Histidin



Fenylalanin



Tryptofan

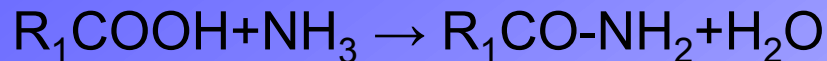


Prolin

## ***Amidy, imidy, nitrily a hydrazidy kyselin***

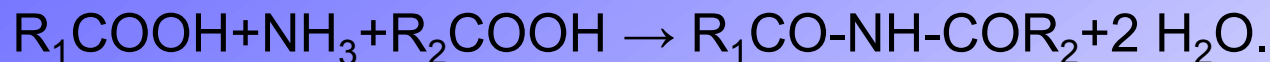
• **Amidy** jsou dusíkaté deriváty, které obsahují amidovou skupinu  $-\text{CO}-\text{NH}_2$ .

Amid vzniká reakcí karboxylové kyseliny s amoniakem



• **Imidy** jsou dusíkaté deriváty, které obsahují imidovou skupinu  $-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-$ .

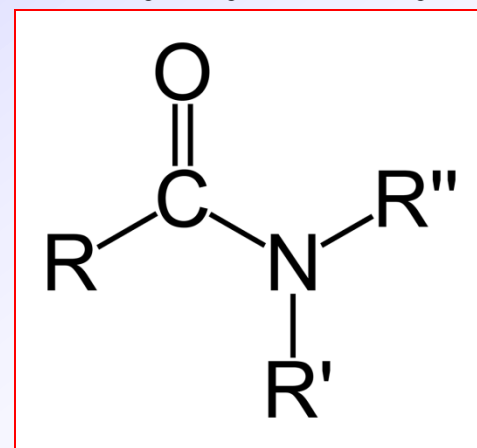
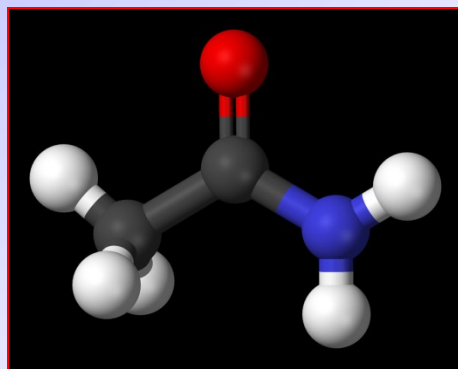
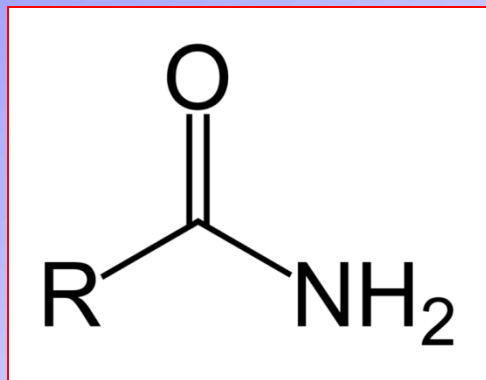
Ta vzniká reakcí dvou karboxylových kyselin s amoniakem



• **Nitrily** jsou dusíkaté deriváty, které obsahují nitrilovou skupinu  $-\text{C}\equiv\text{N}$ .

Pokud pojmenováváme tyto sloučeniny jako nitrily, tak se uhlík vázaný na dusík zahrnuje do názvu uhlovodíkového zbytku. Pokud bychom chtěli pojmenovávat tyto sloučeniny jako kyanidy, tak se uhlík vázaný na dusík nezahrnuje do názvu uhlovodíkového zbytku.

• **Hydrazidy** jsou dusíkaté deriváty, které obsahují hydrazidovou skupinu  $\text{R}-\text{CO}-\text{NH}-\text{NH}_2$ . V hydrazinu mohou být nahrazeny až všechny čtyři atomy vodíku.

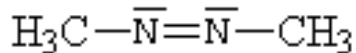


# Dusíkaté sloučeniny

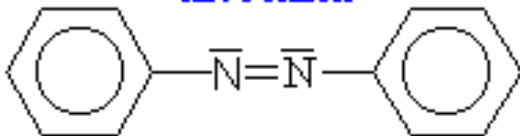
## Azosloučeniny a diazoniové soli

- Azosloučeniny jsou dusíkaté deriváty obsahující skupinu  $-N=N-$ , na tuto skupinu se mohou vázat dva stejné nebo různé uhlovodíkové zbytky. Např. 4-[4-(dimethylamino)fenylazo]benzen-1-sulfonová kyselina neboli triviálně methyloranž jehož sodná sůl se používá jako indikátor.
- Diazoniové soli jsou dusíkaté deriváty obsahující funkční skupinu  $-N^+\equiv N$ .

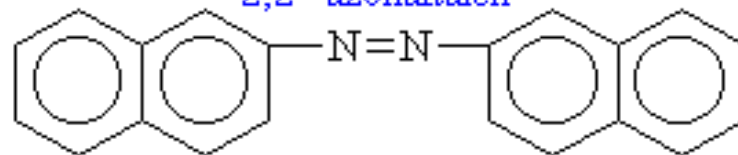
azomethan



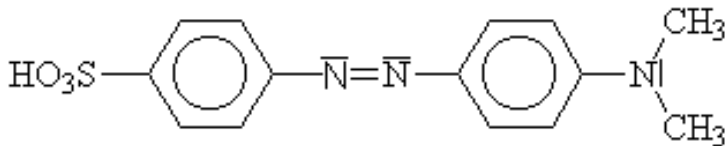
azobenzen



2,2'-azonaftalen

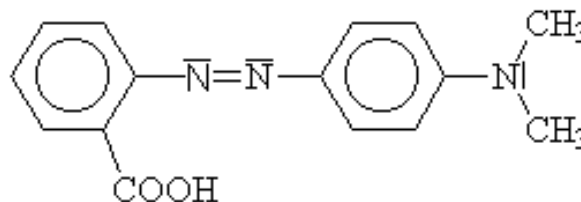


4'-(N,N-dimethyl)-azobenzen-4-sulfonová kyselina



methyloranž

4'-(N,N-dimethyl)-azobenzen-2-karboxylová kyselina



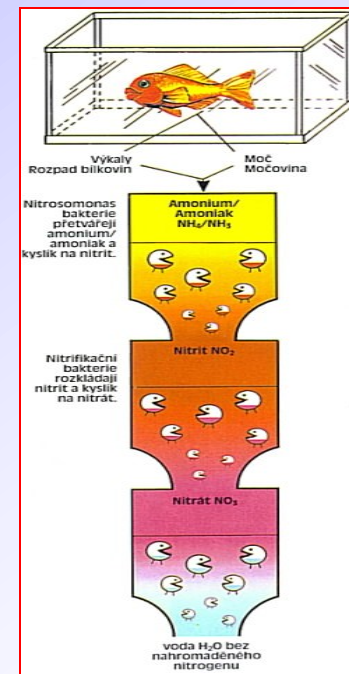
methylčerveně

## Kyanatany a jejich deriváty

- Kyanatany vznikají nahrazením atomu vodíku v uhlovodíku skupinou  $-O-C\equiv N$
- Izokyanatany vznikají nahrazením atomu vodíku v uhlovodíku skupinou  $-N=C=O$
- Thiokyanatany vznikají nahrazením atomu vodíku v uhlovodíku skupinou  $-S-C\equiv N$
- Izothiokyanatany vznikají nahrazením atomu vodíku v uhlovodíku skupinou  $-N=C=S$

## Nitráty

- Nitráty jsou dusíkaté deriváty, které obsahují nitroskupinu  $-O-NO_2$ . Nitráty uhlovodíků vznikají tzv. nitrací, která se provádí v prostředí kyseliny sírové a dusičné (nitrační směs). Nitráty hydroxysloučenin se provádí reakcí alkoholů nebo fenolů s kyselinou dusičnou.

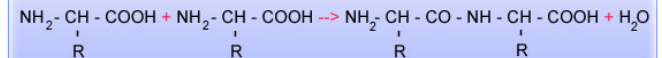




# Bílkoviny - proteiny

- 15% potravy
- obsahují vodík, uhlík, kyslík a dusík, síru, fosfor a některé kovové prvky
- tvorba bílkovin je závislá výhradně na příjmu potravou na rozdíl od sacharidů, které se mohou tvořit z bílkovin a tuky ze sacharidů
- minimální denní dávka je 0,6g na kilogram hmotnosti
- při nedostatku příjmu dochází k odbourávání proteinů a využívání vzácných aminokyselin k tvorbě energie (glukoneogeneze)

- Skládají se z 20 základních aminokyselin, které se dělí do 4 skupin:
  - Hydrofobní (např. Fenylalanin)
  - Polární (např. Cystein)
  - Bazické (např. Lysin)
  - Kyselé (např. kyselina glutamová)



Vznik peptidové vazby

## Funkce:

- Stavební (Kolagen, Elastin, Keratin)
- Transportní a skladovací (Hemoglobin, Transferin)
- Zajišťující pohyb (Aktin, Myosin)
- Katalytické, řídicí a regulační (Enzymy, hormony)
- Ochranné, obranné (Imunoglobulin, Fibrin, Fibrinogen)



## • **Bílkoviny:**

- **Živočišné bílkoviny** – v potravinách živočišného původu: mase, rybách, mléce, mléčných výrobcích a vejcích.
- **Rostlinné bílkoviny** - zdrojem jsou brambory, semena olejnatých rostlin, sója, obiloviny a obilné klíčky.



### – **Jednoduché**

- Prolaminy
- Albuminy - často přítomny s globuliny.
- Globuliny - obsaženy ve většině bílkovinných látek
- Histony - obsaženy v plazmě buněčného jádra a chromozomech
- Gluteliny - spolu s prolaminy tvoří bílkovinu lepku (gluten)
- Protaminy - vyskytují ve vaječných buňkách ryb
- Skleroproteiny - podpůrná hmota buňky



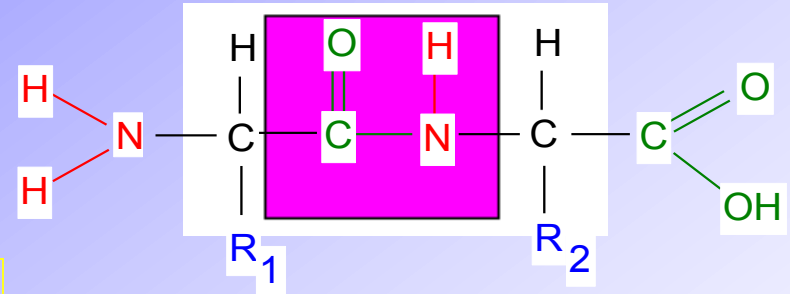
### - **Složené**

- Fosfoproteiny
- Glykoproteiny - obsahující sacharidovou prostetickou skupinu
- Chromoproteiny - obsahují prostetickou skupinu barviva - hemoglobin, katalázy, myoglobin, cytochromy, peroxidázy, a flavoproteiny
- Lipoproteiny - mají na protein navázaný neutrální tuk nebo jiné lipidy. Mají velký fyziologický význam v metabolismu při transportu tuků v krvi.
- Nukleoproteiny - spojení bílkovin s nukleovými kyselinami. Hrají roli v dědičnosti
- Metaloproteiny - obsahují vázaný kov (ceruloplasmin, feritin)

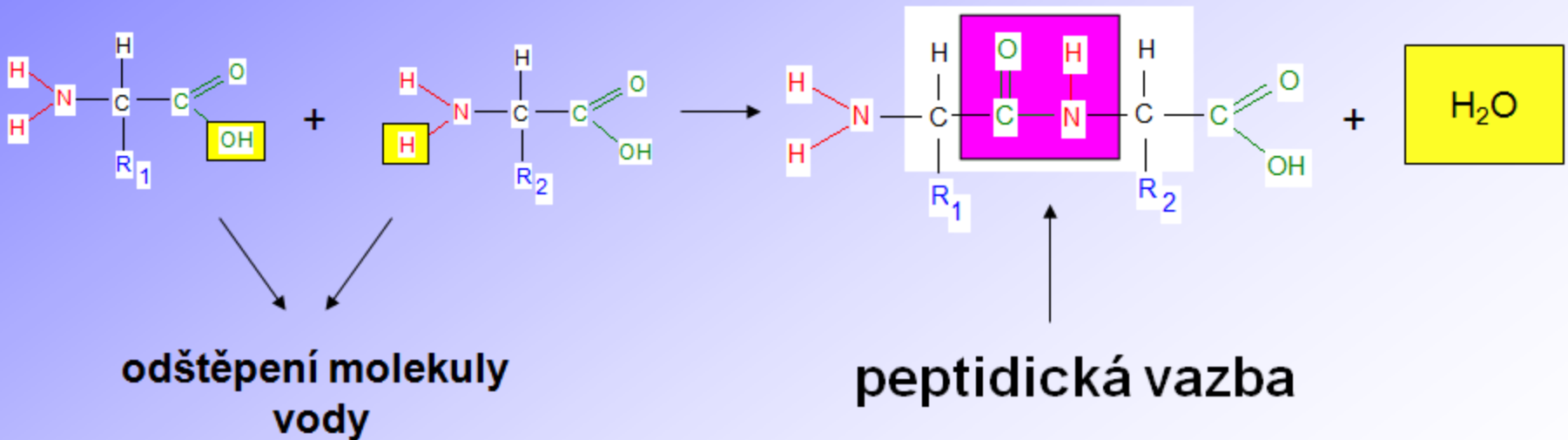
# Peptidická vazba



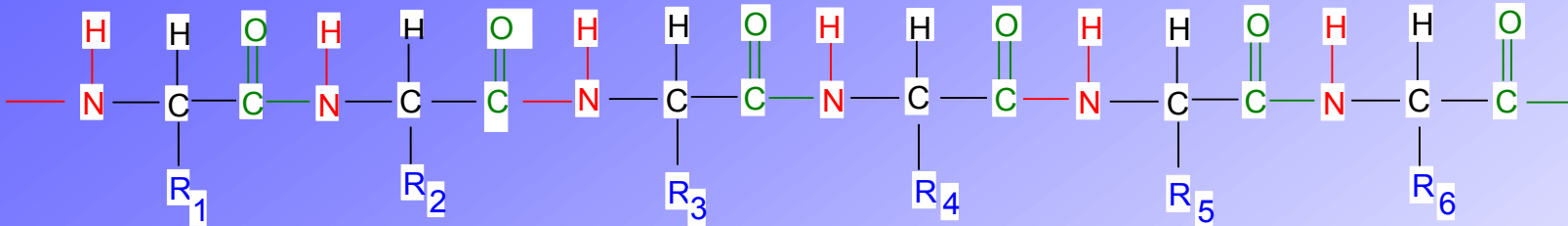
- aminokyseliny
  - vzájemně se spojují peptidickou vazbou
  - vytvářejí řetězce ( dipeptidy, tripeptidy, polypeptidy ...)



- dipeptidy
  - vznikají spojením dvou aminokyselin



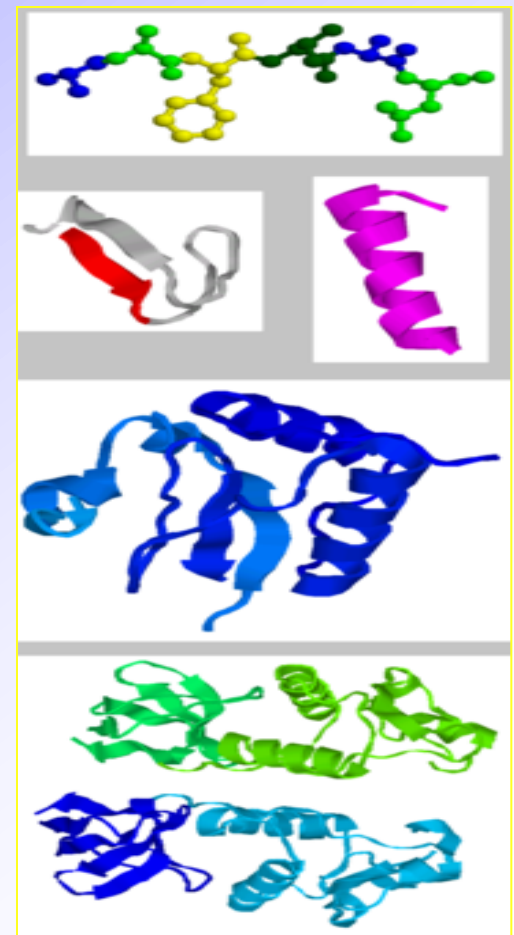
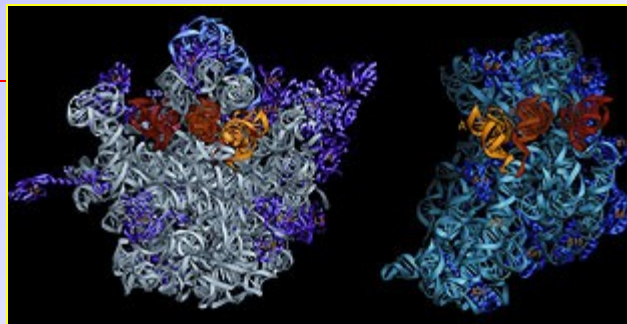
- peptidy  
vznikají spojením více aminokyselin



- proteiny (bílkoviny)
  - řetězce složené z více než sta aminokyselin

### • Struktura bílkovin:

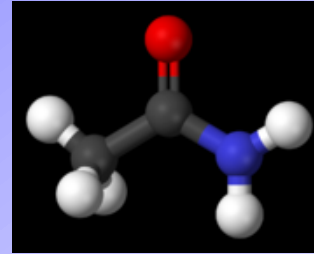
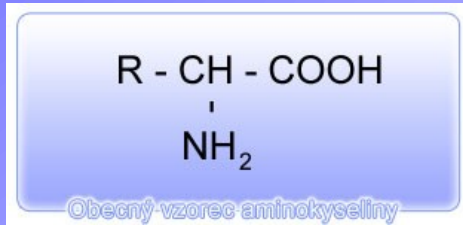
- **primární** – určuje pořadí aminokyselin v řetězci
- **sekundární** – prostorové uspořádání úseků řetězce – šroubovice, skládaný list
- **terciární** – prostorové uspořádání celého řetězce – vláknitá, tvar klubka
- **kvarterní**



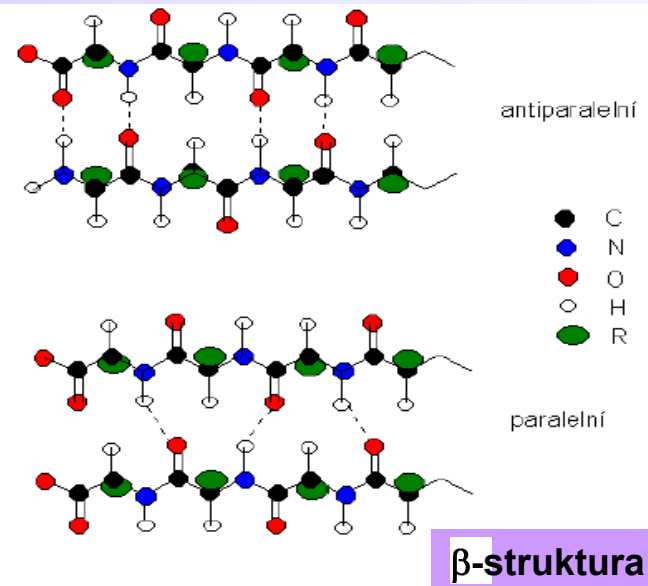
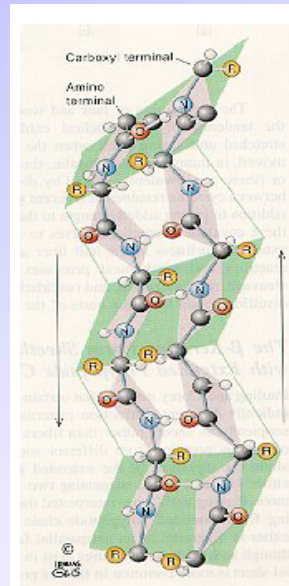
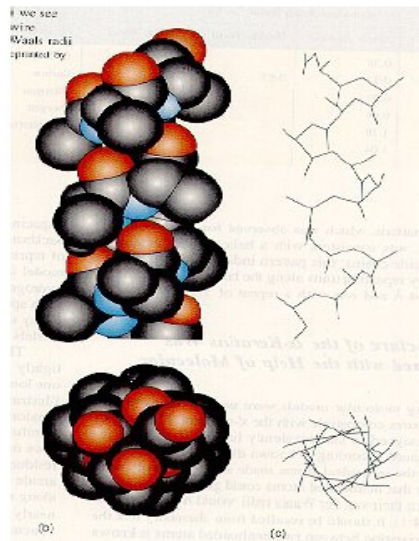
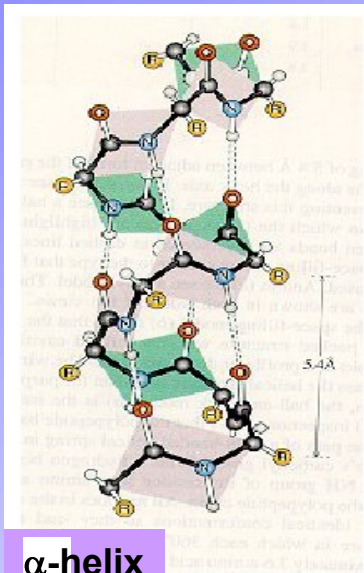


# Struktura bílkovin

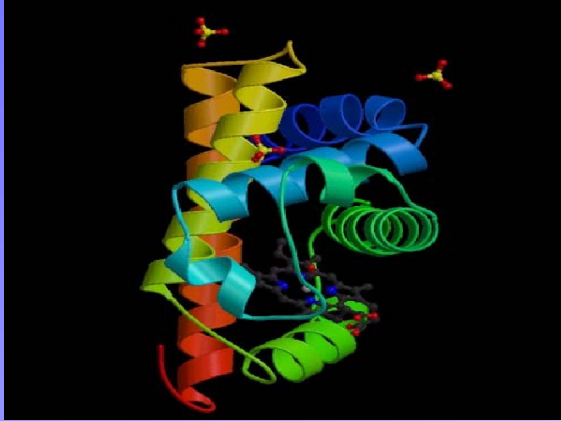
Primární struktura (chemická): pořadí aminokyselin v řetězci, další detaily (umístění disulfidických můstků, prosthetických skupin, glykosylace).



Sekundární struktura: vzájemný prostorový vztah sousedních nebo blízkých aminokyselin. Typické struktury:  $\alpha$ -helix,  $\beta$ -struktura. Stabilizace pouze vodíkovými můstky.

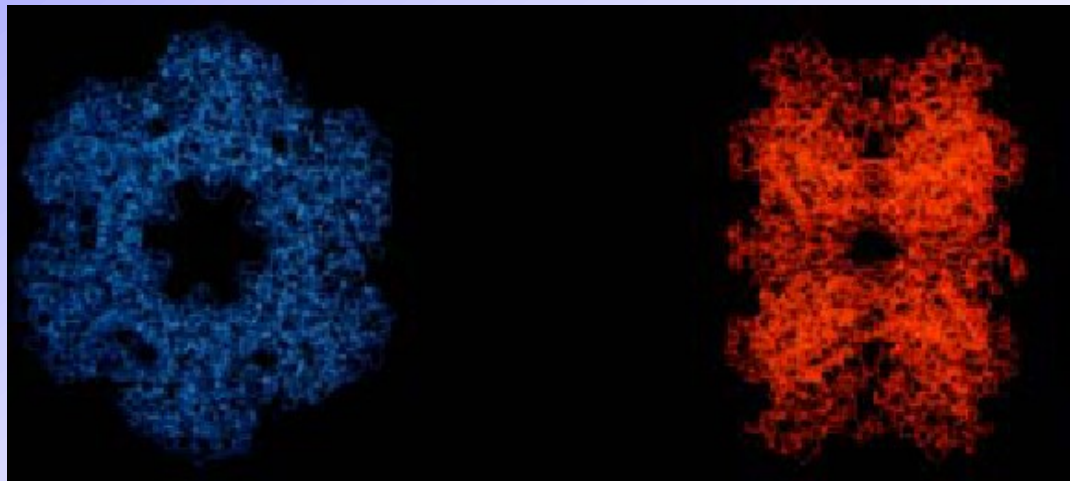


Terciární struktura: vzájemný prostorový vztah vzdálených částí řetězce. Stabilisace vodíkovými můstky, iontovými interakcemi, hydrofobními interakcemi a disulfidickými můstky.



•terciální struktura myoglobinu

Kvartérní struktura: prostorové uspořádání molekulových podjednotek, které tvoří celistvé molekuly (např: 2  $\alpha$  a 2  $\beta$  řetězce hemoglobinu)





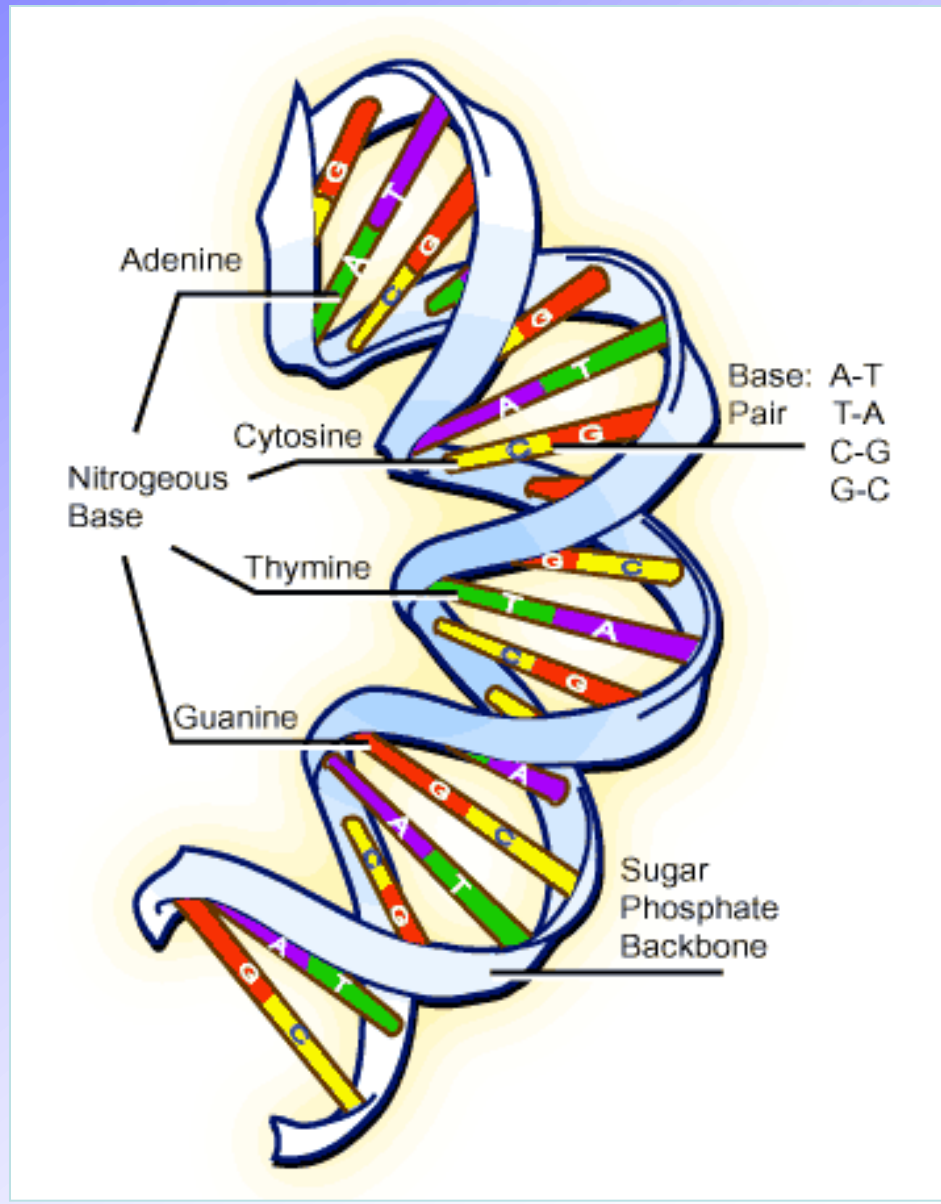
# Struktura DNA



Francis  
Harry  
Compton  
Crick

James  
Dewey  
Watson

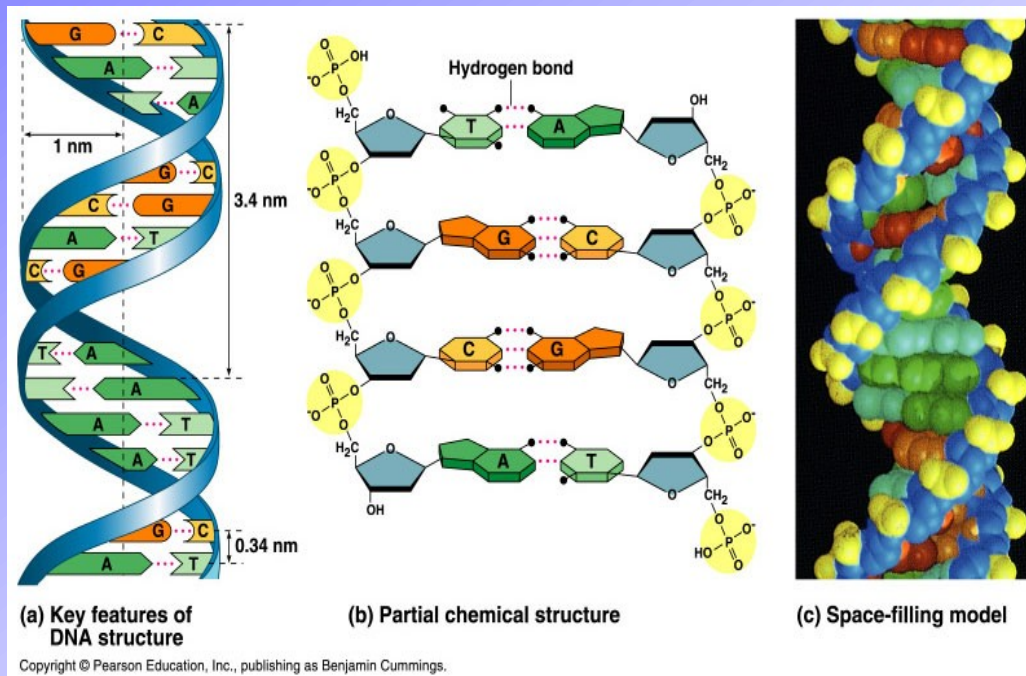
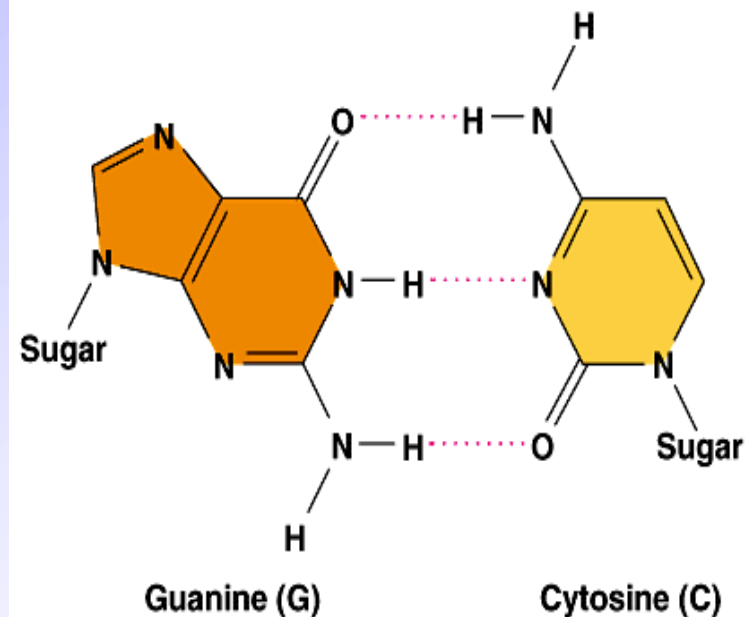
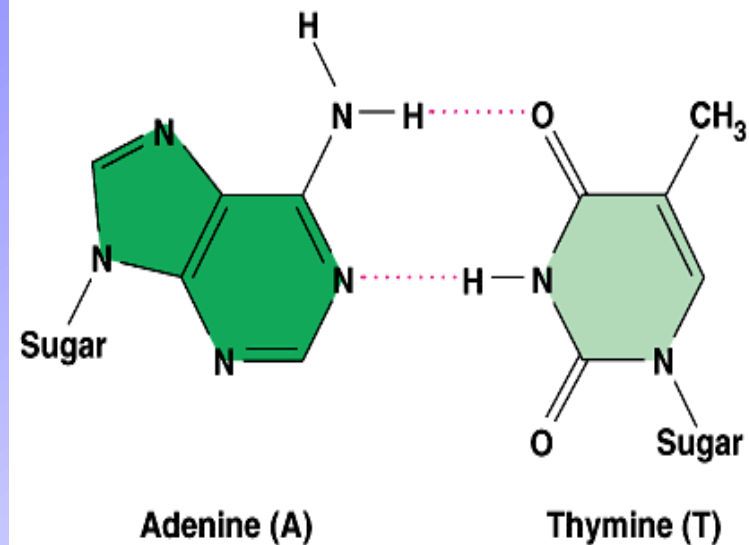
Maurice  
Hugh  
Frederick  
Wilkins



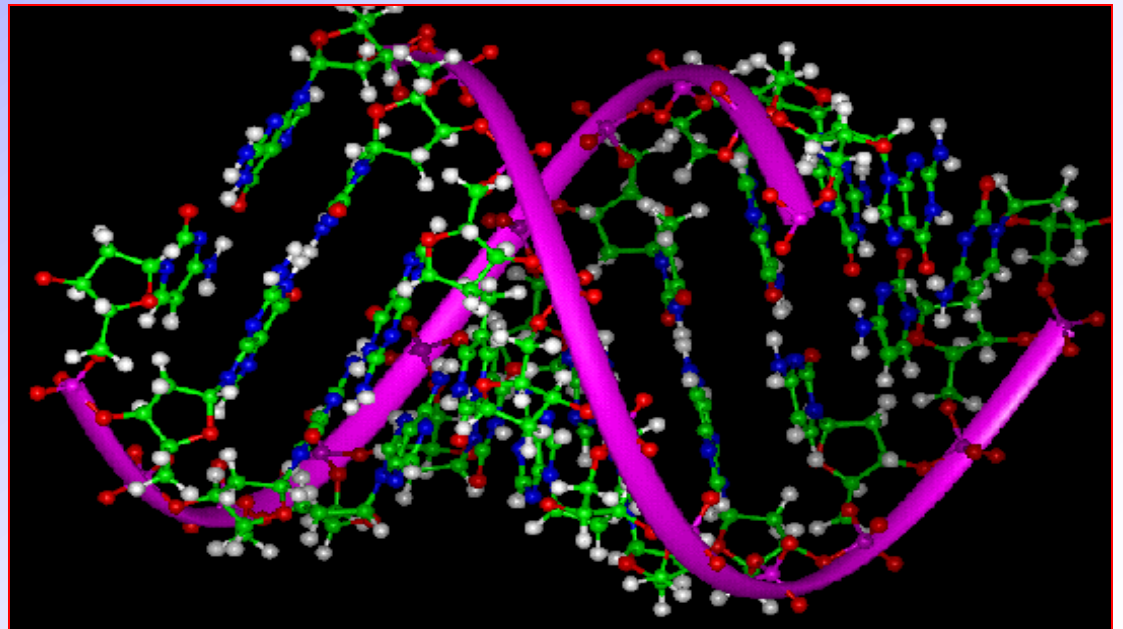
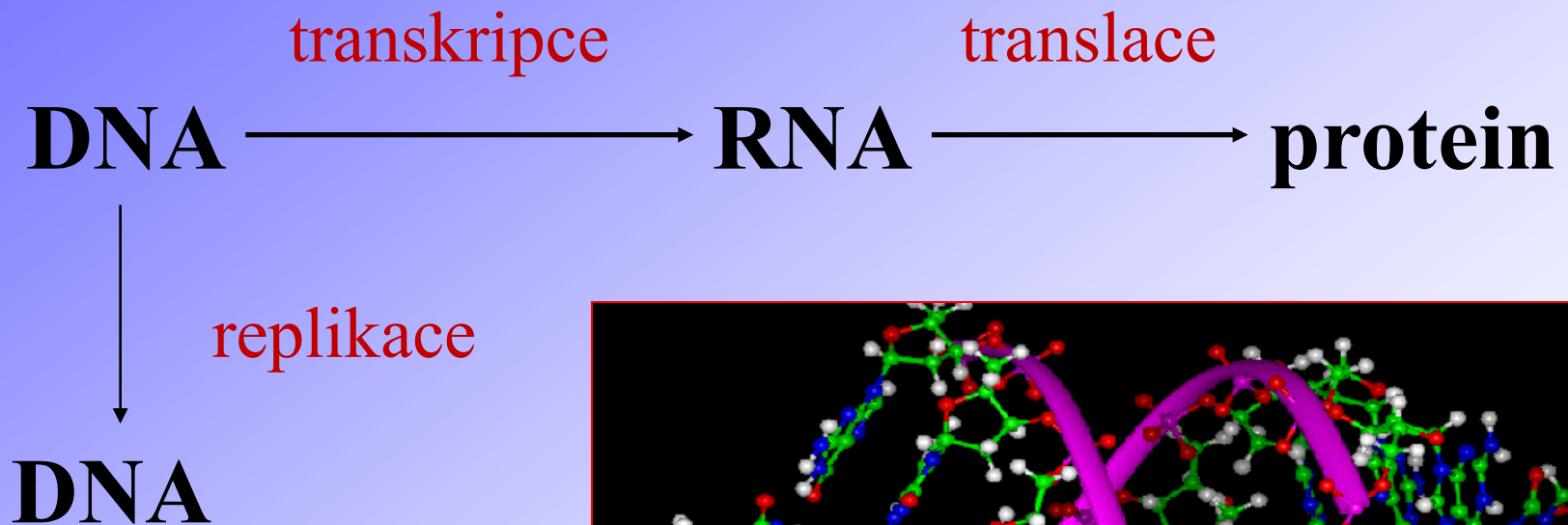
•Vodíkové můstky drží dvojšroubovici pohromadě

•Mezi thyminem a adeninem jsou dva vodíkové můstky.

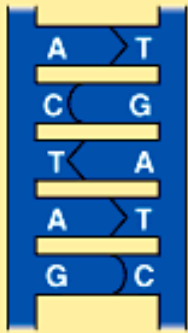
•Mezi guaninem a cytosinem jsou tři vodíkové můstky.



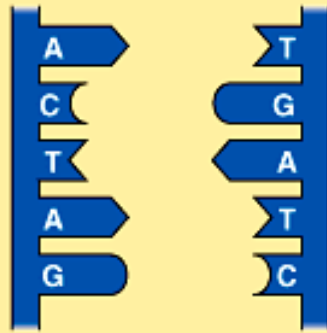
# Přenos genetické informace



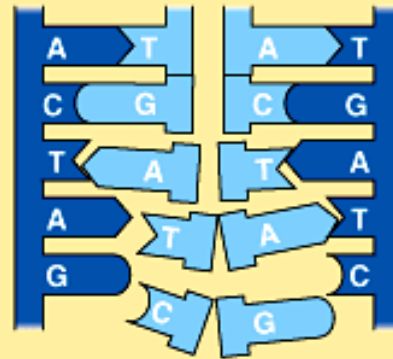
# Model replikace DNA



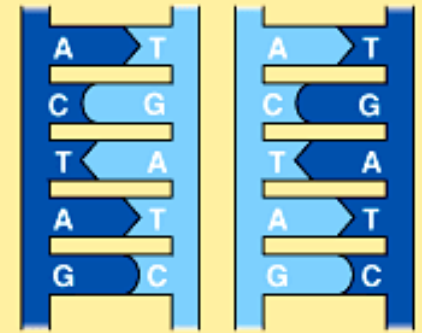
(a) The parent molecule has two complementary strands of DNA. Each base is paired by hydrogen bonding with its specific partner, A with T and G with C.



(b) The first step in replication is separation of the two DNA strands.



(c) Each parental strand now serves as a template that determines the order of nucleotides along a new complementary strand.

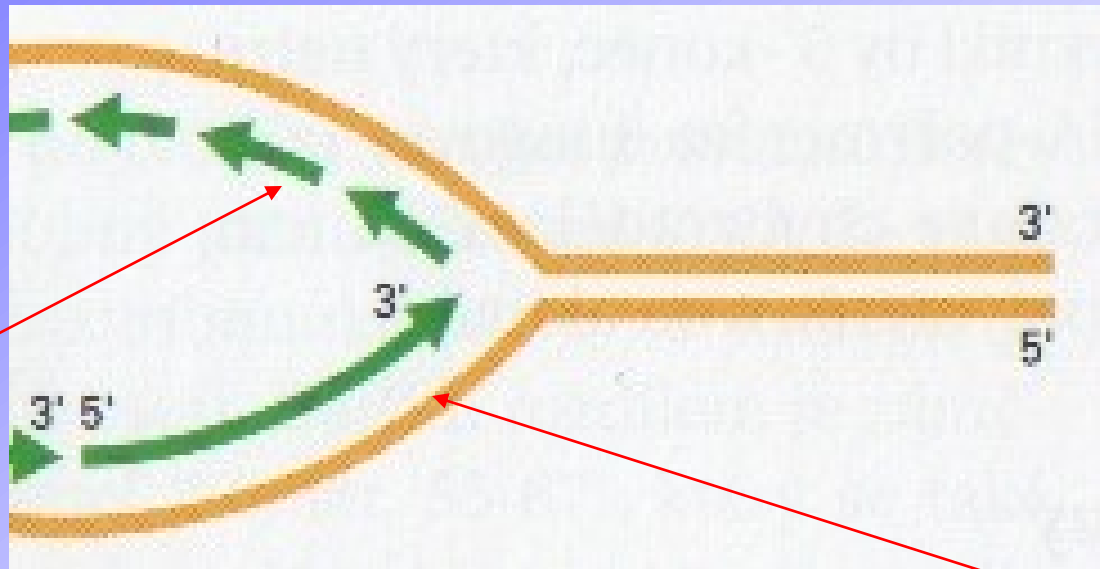


(d) The nucleotides are connected to form the sugar-phosphate backbones of the new strands. Each "daughter" DNA molecule consists of one parental strand and one new strand.

• Molekula DNA má dva komplementární řetězce. A se páruje s T a C se páruje s G. Prvním krokem replikace je oddělení obou řetězců. Každý z řetězců nyní může sloužit jako matrice pro nový řetězec. Nové nukleotidy jsou potom spojeny cukr-fosfátovou kostrou. „Dceřinná“ molekula tak má jeden „rodičovský“ řetězec a jeden nový.

## Replikační vidlička

- Při replikaci DNA může DNA-polymeráza jednoduše přidávat k jednomu z řetězců nukleotidy ve směru 5' → 3'. Tomuto řetězci se říká vedoucí řetězec



opožďující se  
řetězec

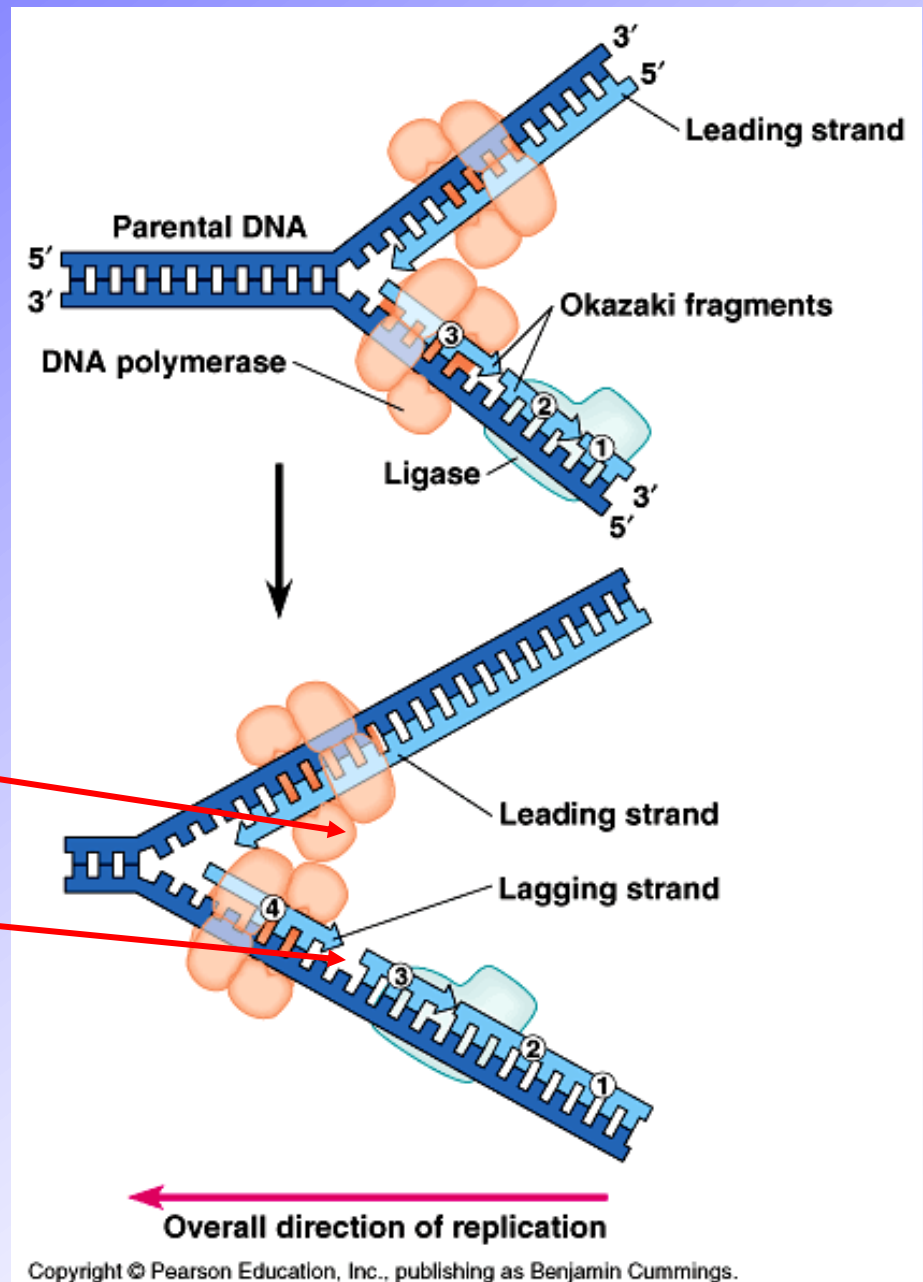
vedoucí řetězec

- Při elongaci druhého vlákna nové DNA se ale DNA-polymeráza musí pohybovat ve směru pryč od replikační vidličky. Řetězec takto syntetizované DNA se nazývá opožďující se řetězec



# Syntéza vedoucího a opožďujícího se řetězce DNA

- vedoucí řetězec
- opožďující se (váznoucí) řetězec

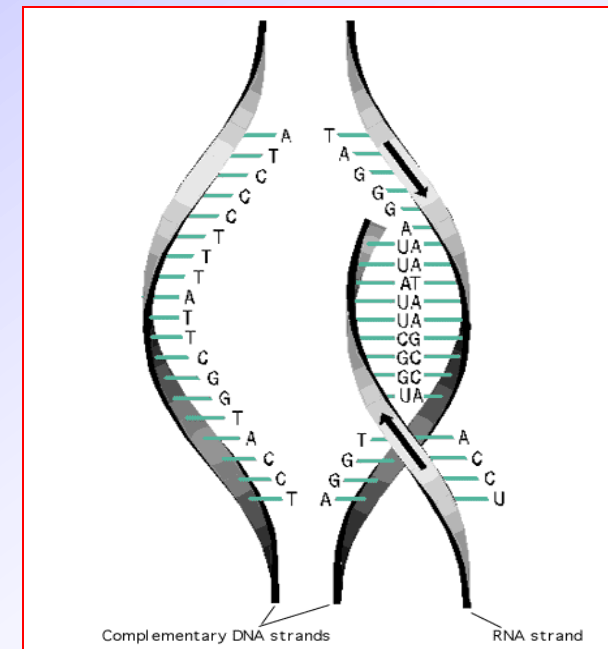
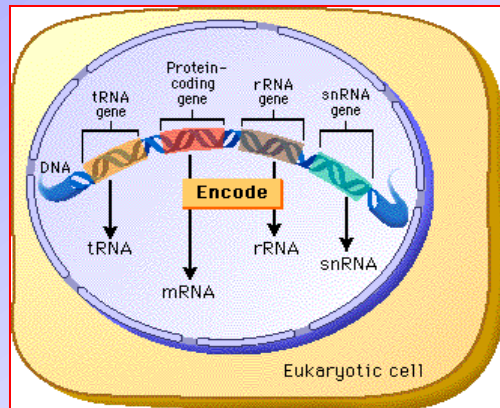
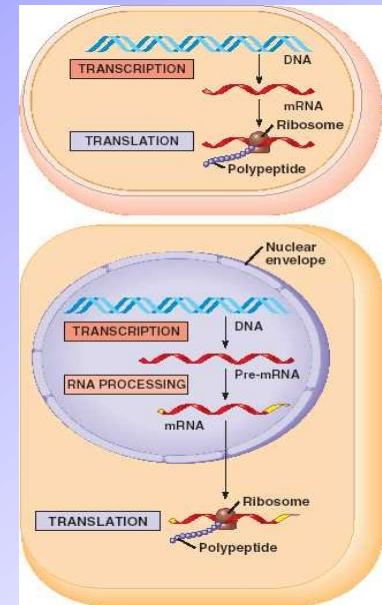




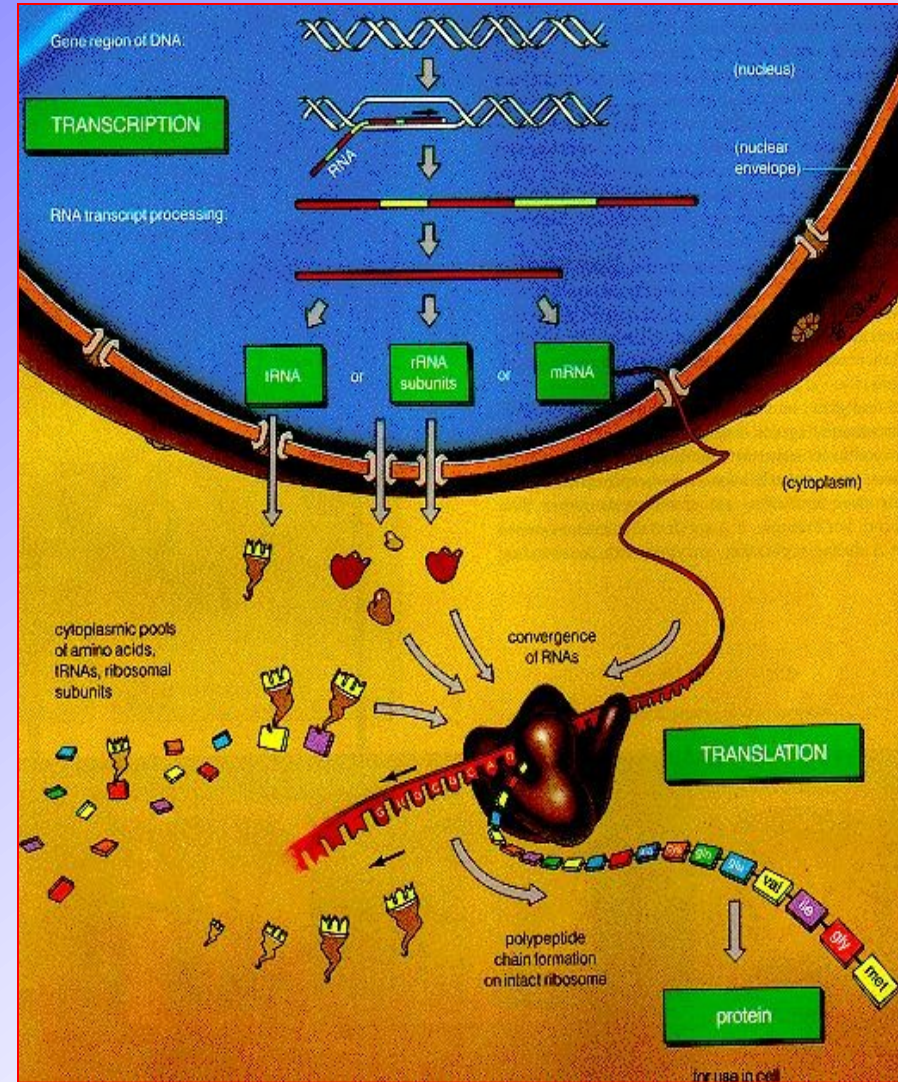
# Transkripce

- přepis genetické informace z DNA do mRNA
- Úsek, který se přepíše 1 transkripcí začíná startovacím nukleotidem a končí posledním nukleotidem v terminátoru. Terminátor je regulační oblast, na které transkripce končí. 2. regulační oblast je promotor – před startovacím nukleotidem = nepřepisuje se. Promotor obsahuje specifické sekvence nukleotidu, na které se váže RNA-polymeráza a případně i jiné proteiny ovlivňující začátek transkripce. Transkripční jednotka obsahuje 1 nebo více genu .

- Genetická informace se převádí z pořadí nukleotidů v DNA do pořadí nukleotidů v RNA
- Výsledek = tzv. primární transkript je dále upravován



- Transkripce probíhá v jádře buňky.
- Nejdříve se rozplete dvoušroubovice DNA.
- řetězec, který bude sloužit jako matrice pro transkripci se označuje jako templátový nebo negativní.
- Skládá se z jednotlivých genů, které jsou přepisovány do mRNA.
- Každý gen je ohraničen regulačními oblastmi. Na počátku se nachází promotor, což je sekvence nukleotidů, jež není transkribována do mRNA, ale na níž nasedá enzym RNA polymeráza, který začne na již kódující nukleotidy DNA, připojovat komplementární nukleotidy mRNA .
- Když se do mRNA přepíše celý gen, zakončený tzv. terminátorem - regulační oblast, jež zajistí odpojení RNA polymerázy a ukončení transkripce, tak se jednořetězcová lineární molekula mRNA odpojí a putuje do cytoplazmy k pokračování procesu proteosyntézy.



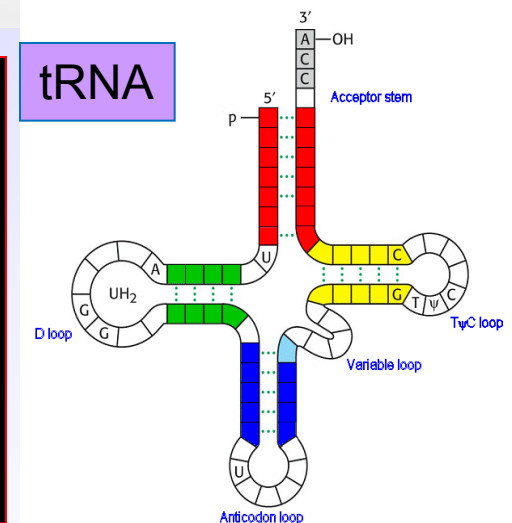
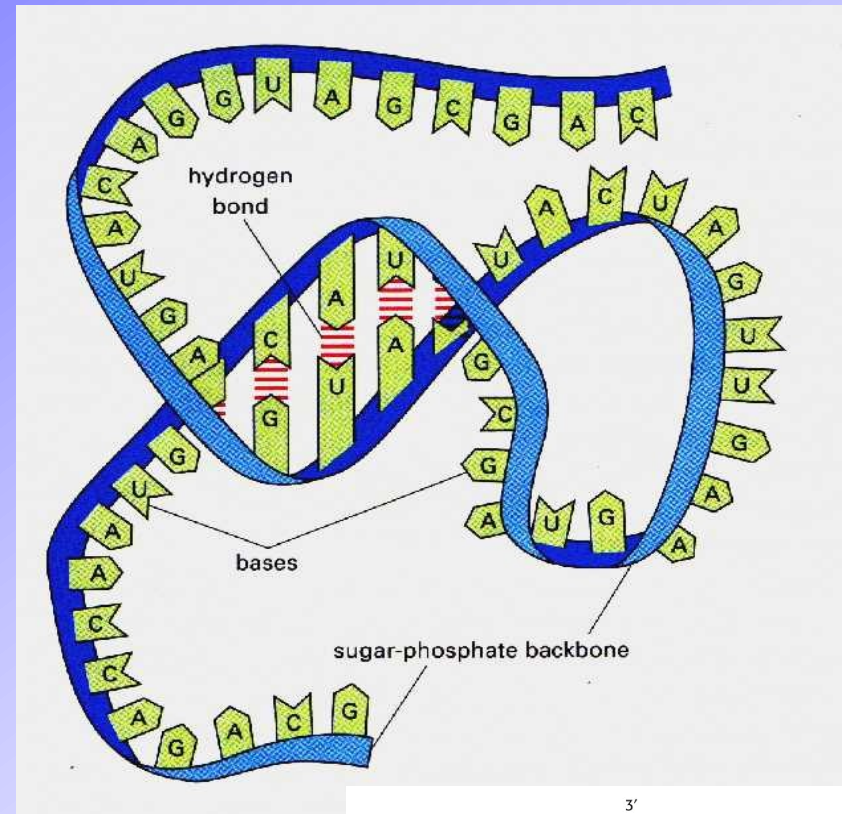
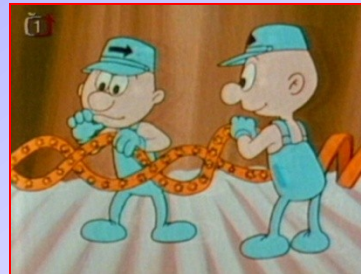


## • **Transkripce**

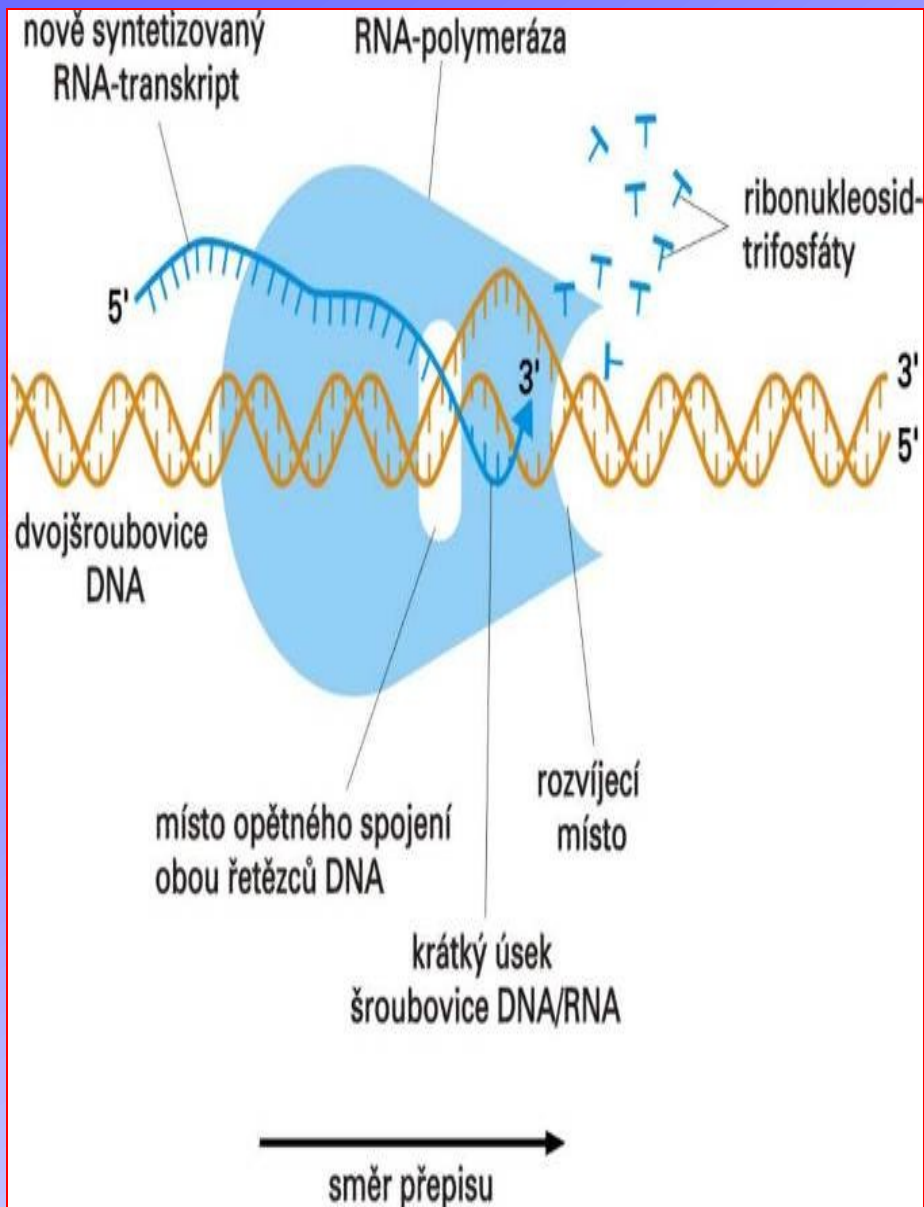
- Inicace
  - RNA – polymeráza, iniciační místo
- Elongace (prodlužování)
  - Templát
  - Transkripční bublina
  - Směr 5 3
- Terminace
- Postranskripční modifikace

## • **Translace**

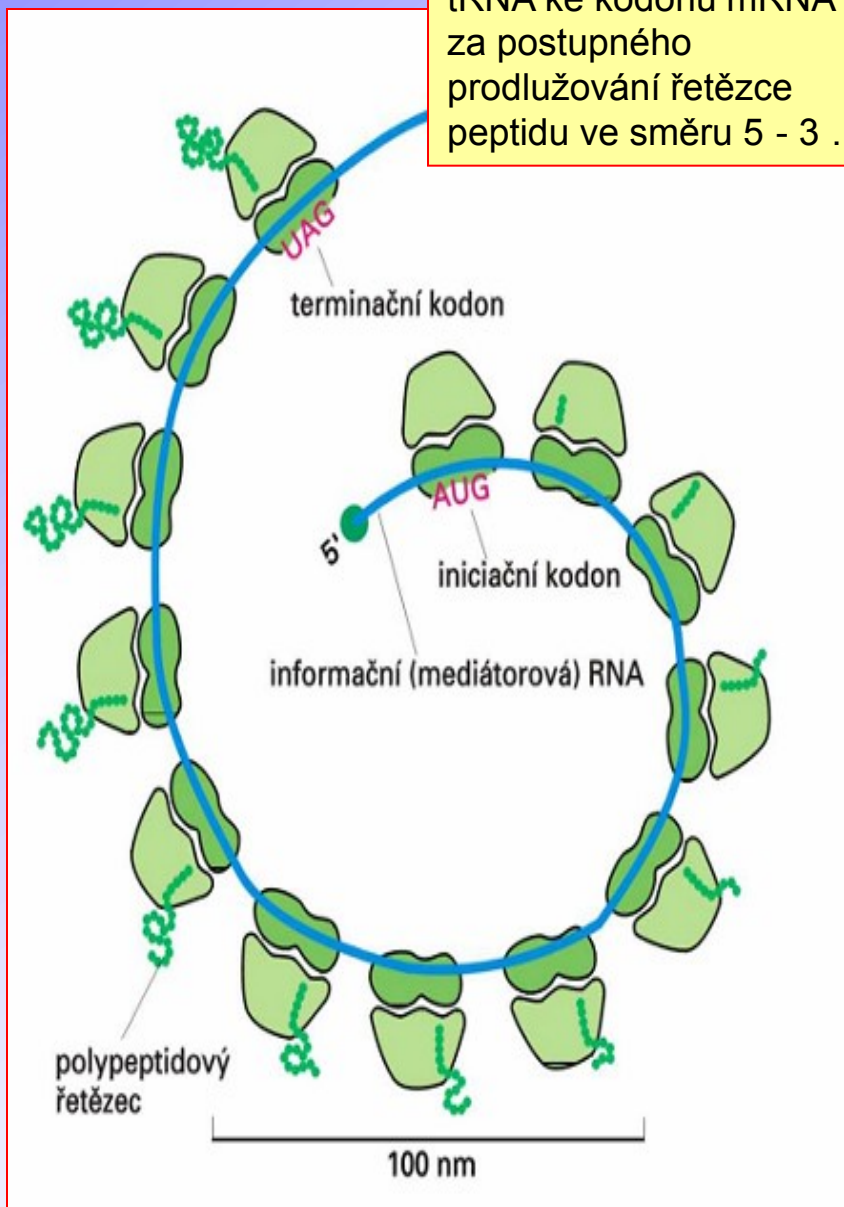
- Biosyntéza polypeptidů řízená na mRNA
- = překlad genetické informace z pořadí nukleotidů v RNA do pořadí aminokyselin v bílkovině
- mRNA – kodon
- tRNA – antikodon
- tRNA – AK
- Degenerovaný kód
- Iniciační a terminační kód



## •transkripce



## •translace



Ribosom pomáhá připojovat antikodon tRNA ke kodonu mRNA za postupného prodlužování řetězce peptidu ve směru 5 - 3 .

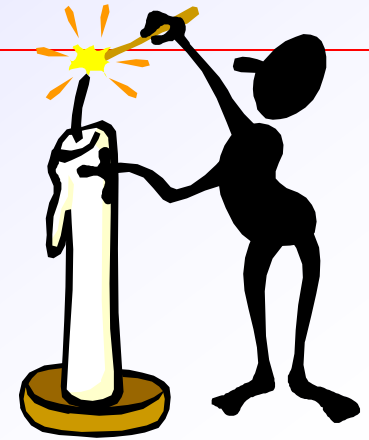
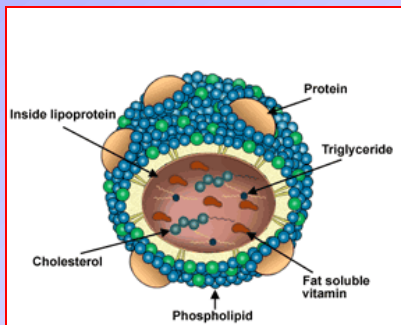
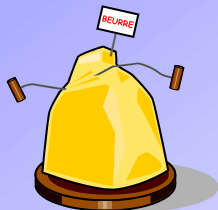
# Tuky - lipidy

- 20% potravy
- doporučená denní dávka silně závisí na hmotnosti
- charakteristickou vlastností je hydrofobnost (jsou nerozpustné ve vodě, dobře rozpustné v organických rozpouštědlech)
- zdroj a zásoba energie
- jsou součástí biomembrán nebo jinými stavebními složkami
- ochranné a izolační funkce

**Lipidy jsou estery alkoholů a vyšších mastných kyselin.**

Mastné kyseliny vázané v lipidech jsou:

- Jednosytné, se sudým počtem uhlíků
- nasycené – kyselina palmitová ( $C_{16}$ ) a kyselina stearová ( $C_{18}$ )
- nenasycené – kyselina olejová ( $C_{18}$  jedna dvojná vazba) a kyselina linolová ( $C_{18}$  dvě dvojná vazby)



## • Lipidy

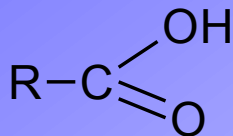
- **Rostlinné tuky** (oleje) - tvořeny nenasycenými mastnými kyselinami, které neobsahují cholesterol
- **Živočišné tuky** (máslo, sádlo, lůj, maso, mléko) - obsahují více nasycených mastných kyselin, jsou zdrojem cholesterolu. Urychlují rozvoj aterosklerózy (kornatění tepen)
  
- **Jednoduché lipidy** = estery mastných kyselin s alkoholy
  - Tuky (triglyceroly) – estery mastných kyselin s glycerolem
  - Vosky – estery mastných kyselin s vyššími alkoholy než glycerol (např. vosk včelí, palmový, lanolín z ovčí vlny, vorvaňovina...)
- **Složené lipidy** = estery mastných kyselin s alkoholy a dalšími látkami
  - Fosfolipidy
  - Glykolipidy
- **Odvozené lipidy** = získané z výše uvedených
  - Steroidy (steroly, žlučové kyseliny, steroidní hormony, vitamíny D)
  - Karotenoidy – rostlinné pigmenty



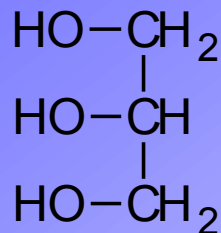


- **TUKY** - estery vyšších mastných kyselin a glycerolu.

• vyšší mastná kyselina



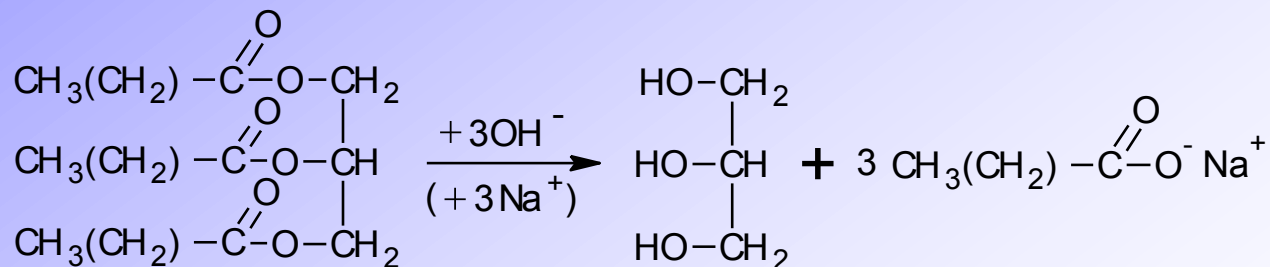
• glycerol



- tuky pevné – loje
- tuky polotekuté - sádla
- tuky kapalné - oleje



Tuky snadno reagují s hydroxidy za tvorby *mýdel* – tato reakce bývá označována jako *zmýdelnění tuků*.



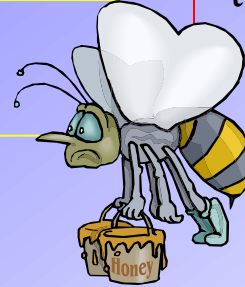
*Ztužování tuků* je proces hydrogenace tuků, který spočívá v adici vodíků na dvojně vazby nenasycených kyselin za vzniku nasycených kyselin a zvýšení odolnosti tuků proti žluknutí.

*Žluknutí tuků* – je rozklad tuků způsobený vzdušným kyslíkem a mikroorganismy. Podléhají mu nejnádhněji oleje obsahující nenasycené mastné kyseliny, při této reakci se uvolňují ostře zapáchající nižší mastné kyseliny

- **VOSKY** – estery vyšších mastných kyselin a vyšších jednosytných alkoholů (s 16 a více uhlíkovými atomy v molekule).

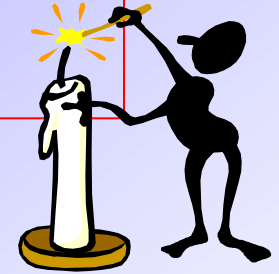
- *Včelí vosk*: obsahuje myricin (ester kyseliny palmitové a myricylalkoholu -  $C_{30}H_{61}OH$ )

- *Vorvaňovina*: ester kyseliny palmitové a cetylalkoholu ( $C_{16}H_{33}OH$ )



- tuhé a nerozpustné
- ochranná funkce
- tvoří hydrofobní vrstvu

- rostlinné
- živočišné

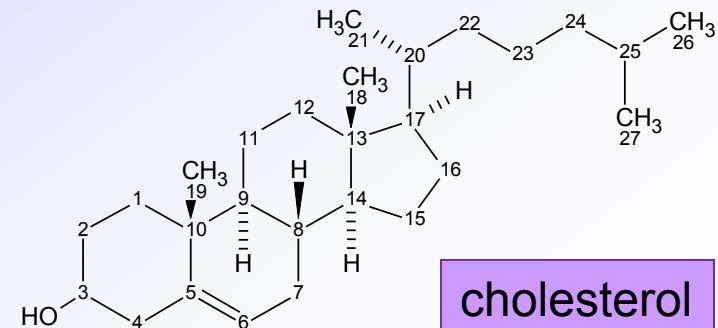
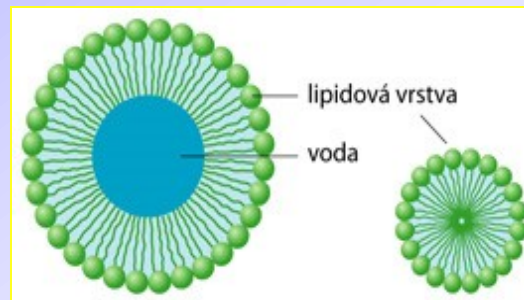


- **CERAMIDY** - amidy vyšších mastných kyselin a 18C aminoalkoholu sfingosinu.

- **SLOŽENÉ LIPIDY** - vedle hydrofobní části (acyly mastných kyselin) mají i část hydrofilní, **polární lipidy**, mají amfipatickou (amfifilní) povahu - mohou tvořit micely, filmy nebo dvojvrstvy

- jsou základními stavebními jednotkami fázových předělů v organismech

- fosfolipidy
- sfingolipidy
- glykolipidy
- lipoproteiny
- isoprenoidy



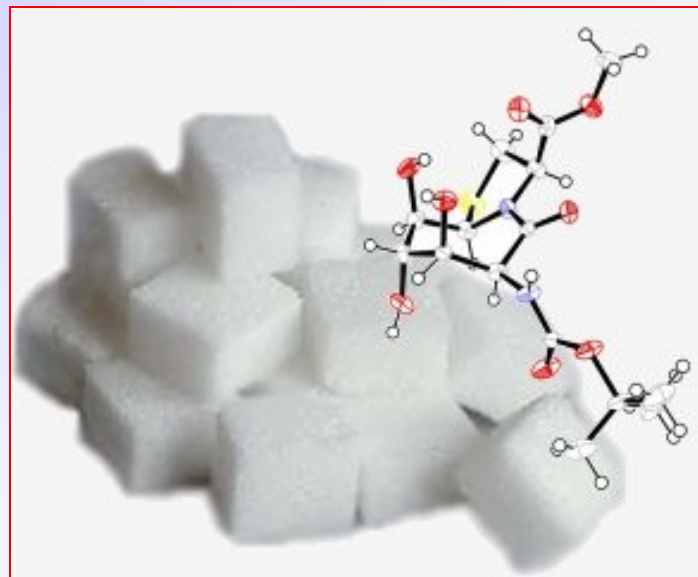
# Cukry - sacharidy

- 65% potravy
- minimální denní příjem sacharidů je 50 g, při nižším příjmu dochází k úbytku svalové hmoty
- většina energetického příjmu člověka
- slouží jako zásobárna energie
- potřebujeme přijímat hlavně jednoduché cukry
- sladkou chuť cítíme pouze z jednoduchých cukrů (díky ptyalinu), proto nám například nepřijdou sladké brambory (obsahují složité cukry)
- nejvíce kazí zuby

**Jsou to nejrozšířenější organické látky, tvoří hmoty na Zemi.**

**největší podíl organické**

- Funkce:
  - zásobní látky v organismu (zdroje energie)
  - stavební látky
  - součást makromolekul odpovědných za přenos genetické informace
  - součást bioregulátorů (hormony, vitamíny)

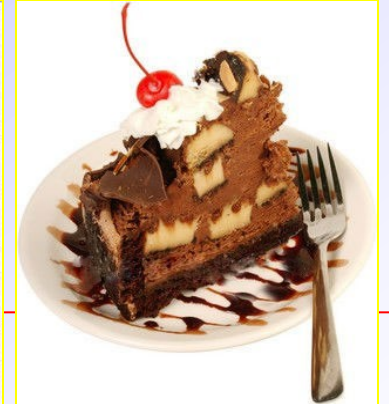
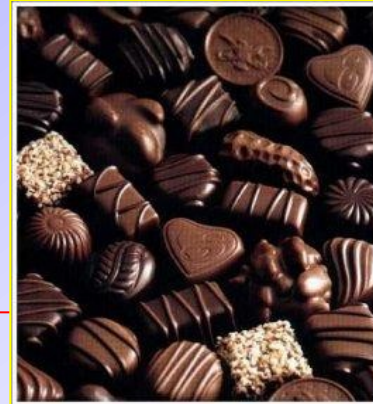


- Chemicky odvozeny od jednoduchých uhlovodíků nahrazováním některých jejich vodíků následujícími funkčními skupinami: hydroxylovou (-OH), aldehydickou (-COH), ketonickou (-CO-) a karboxylovou (-COOH). V tzv. aminocukrech obsahují také funkční skupinu amidovou (-NH<sub>2</sub>).
- **obecný vzorec**  $C_x(H_2O)_y$

## • **Sacharidy:**

### • **Rostlinné sacharidy**

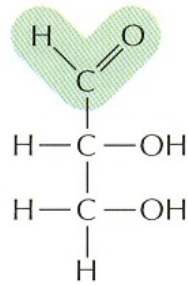
- Monosacharidy - sladkosti a moučníky, cukr, bílé pečivo, bílá mouka, slazené limonády
- Disacharidy - řepný a třtinový cukr
- Oligosacharidy
- Polysacharidy - škrob, vláknina
- **Živočišné sacharidy** – jen málo



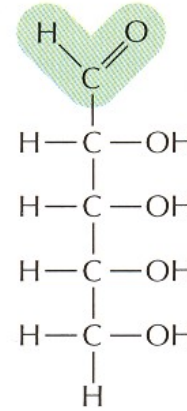


# cukry - sacharidy

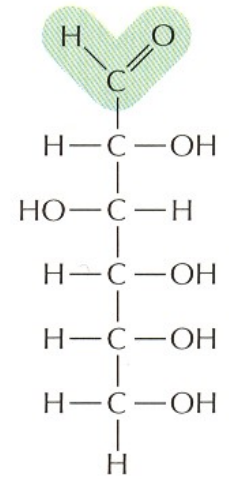
• aldózy



glyceraldehyd

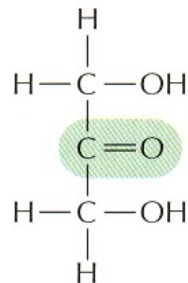


ribosa

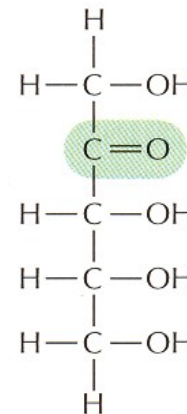


glukosa

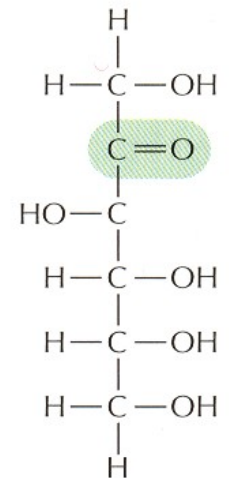
• ketózy



dihydroxyaceton  
(glyceron)

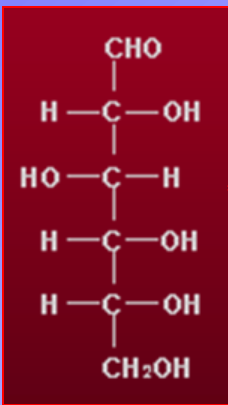


ribulosa

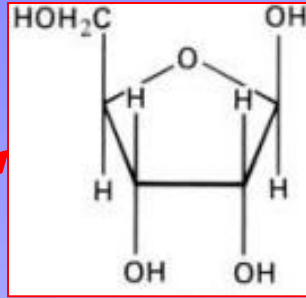


fruktosa

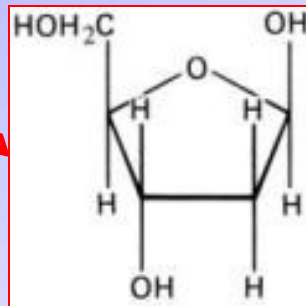
**MONOSACHARIDY:** rozlišujeme je podle toho, kolik atomů uhlíku obsahoval původní uhlovodíkový řetězec, na di-, tri-, tetra-, pentózy (ribóza, deoxyribóza) hexózy (glukóza, fruktóza, galaktóza, manóza, aminohexózy)



glukóza



ribóza



deoxyribóza

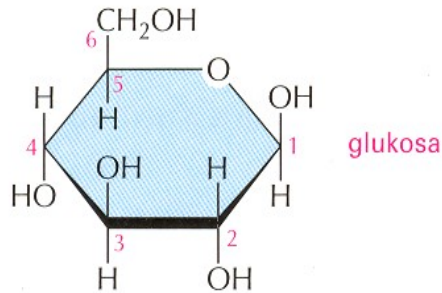
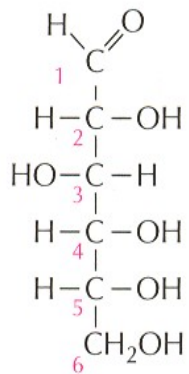




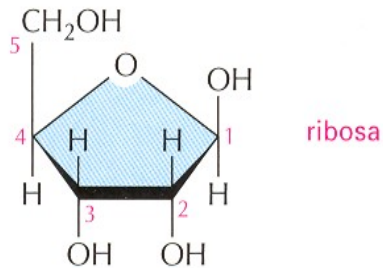
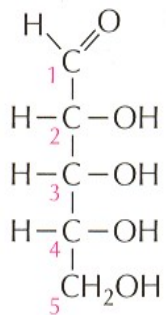
• Glukóza se vyskytuje v tělních tekutinách jako tzv. transportní cukr. Do krevního oběhu se dostává buď z trávicí soustavy z rozložené potravy nebo ze tkání jako produkt štěpení glykogenu. Z tělních tekutin se vstřebává do buněk, kde se buď oxiduje, nebo dochází k jejímu spojování na glykogen.

• Fruktóza (ovocný cukr) je důležitý meziprodukt v metabolismu glukózy.

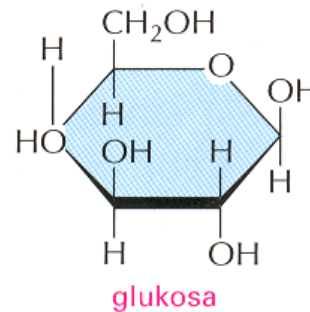
• Ribóza se vyskytuje především v nukleových kyselinách (nositelky dědičnosti). A to jako ribóza v RNA nebo deoxyribóza v DNA



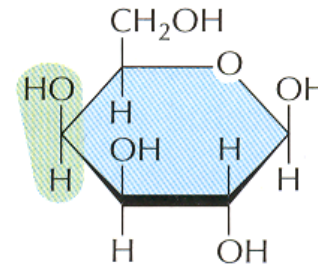
glukosa



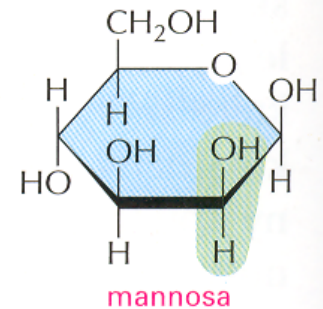
ribosa



glukosa



galaktosa



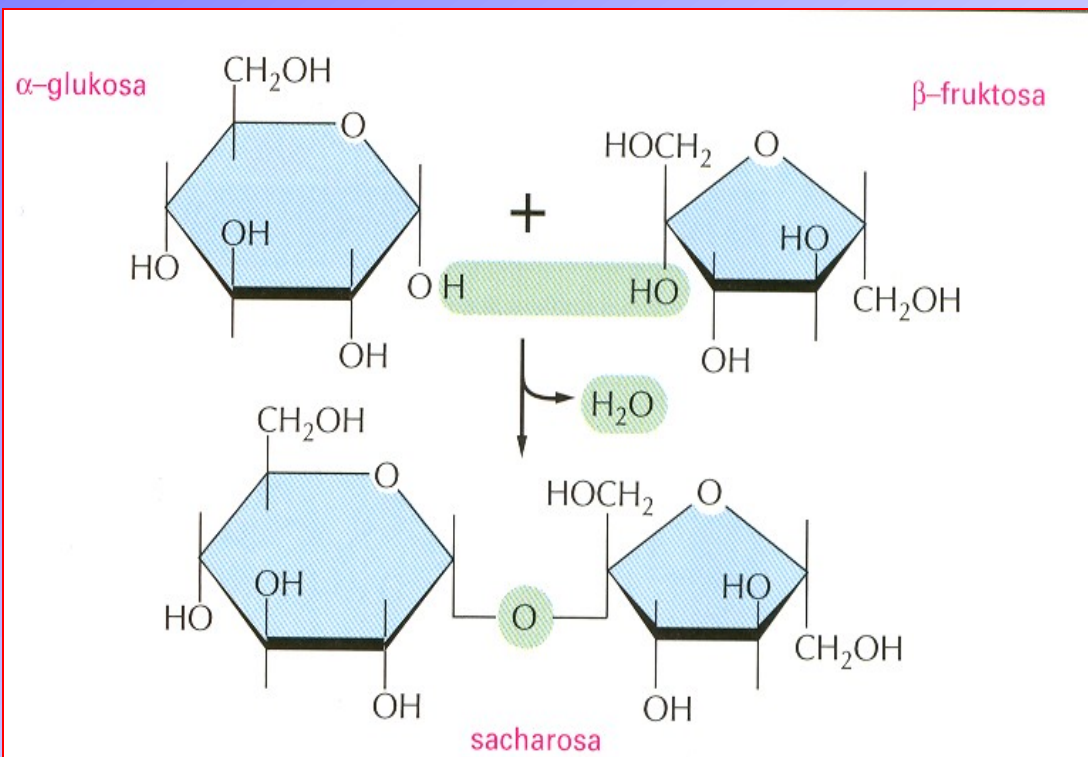
mannosa

## OLIGOSACHARIDY: sacharóza, maltóza, laktóza, trehalóza, cellobióza

• Sacharóza (*disacharid*) vzniká spojením glukózy a fruktózy v tzv. poloacetátové (cyklické) formě tzv. glykosidickou vazbou. Běžný cukr, obsažený v mnoha rostlinách.

• Maltóza disacharid (cukr sladový) se skládá ze dvou zbytků glukózy. V těle vzniká nejčastěji jako meziprodukt při štěpení škrobu a glykogenu.

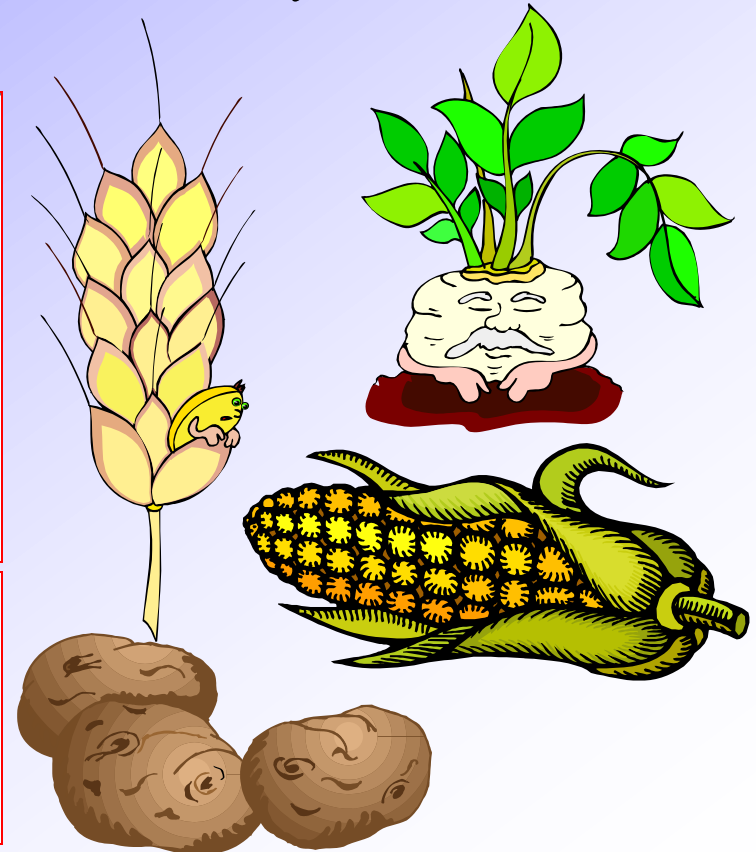
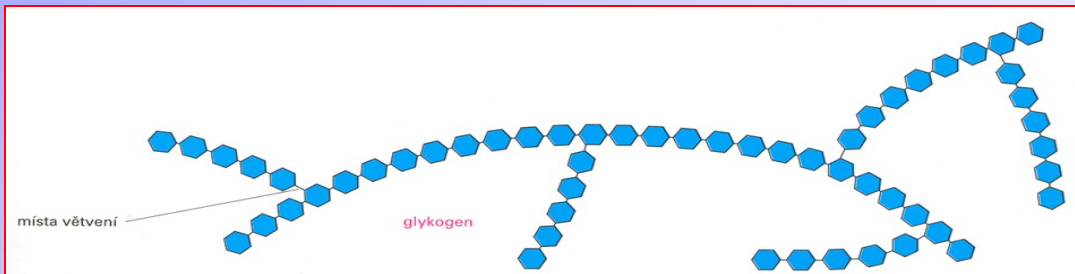
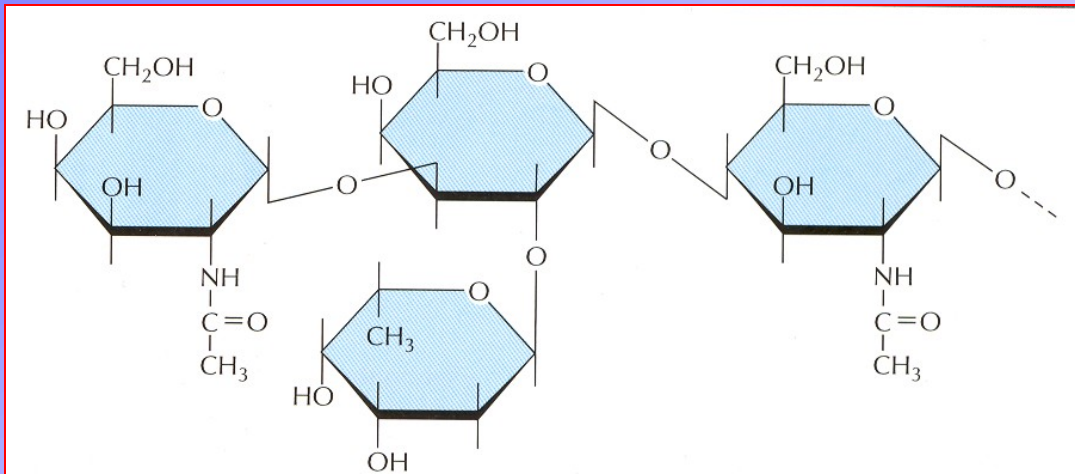
• Laktóza disacharid (cukr mléčný) vzniká polykondenzací jedné molekuly glukózy a jedné molekuly galaktózy. Je hojná v mléce savců.



# POLYSACHARIDY

(glykogen, tunicin, celulóza, chitin, galaktogen)

Obsahují mnoho monosacharidových jednotek (obvykle v pyranózové formě, tj ve formě šestičtného kruhu) spojených glykosidickou vazbou. Patří mezi nejrozšířenější sacharidy. Molekuly zásobních polysacharidů (škrob v rostlinách, glykogen u živočichů) jsou kulovitěho tvaru a jsou rozpustné ve vodě. Naopak molekuly strukturálních polysacharidů (celulóza, chitin) se vyskytují ve formě vláken, navzájem pospojovaných vodíkovými vazbami a uložených rovnoběžně ve fibrilách, a jsou ve vodě nerozpustné.



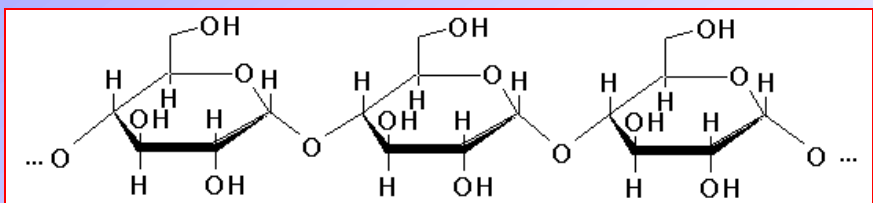


• Celulóza – obsahuje jen glukózové jednotky. Je to nejhojnější polysacharid u rostlin, tvoří buněčné stěny rostlinných buněk. Bavlna je čistá celulóza. Dřevo je celulóza s příměsmi ligninu, pryskyřice a hemicelulózy. Celulóza je nestravitelná, ale přesto je důležitá pro trávení, protože podporuje peristaltiku střev

Chitin - se skládá z velkého počtu zbytků acetylglukosaminu. Štěpí se nejprve na disacharid chitobiózu. Je to strukturální polysacharid. Vyskytuje se hojně v krovkách členovců. Slouží jako potrava živočišného původu některým druhům hmyzu, měkkýšům a bakteriím.

• Glykogen (živočišný škrob) – je makromolekulární polysacharid, který obsahuje podobně jako amylopektin rozvětvené řetězce glukózy. Rozvětvení u molekuly glykogenu je však mnohem častější, takže řetězce glukózy jsou kratší. Konce řetězců obsahují asi 6–7 jednotek glukózy. Čistý glykogen je bílý prášek, který ve vodě snadno vytváří koloidní roztok. V alkoholu je zcela nerozpustný. V živočišném těle se ukládá jako rezerva cukrů hlavně v jaterní tkáni a ve svalovině.

• Škrob - je makromolekulární polysacharid, který je složen ze dvou makromolekulárních podjednotek a to z amylosy a amylopektinu. Amylosa je složena z lineárního řetězce molekul glukosy, amylopektin je složen z rozvětvených řetězců glukosy. V rostlinném těle je uložen především v semenech a plodech. Je to zásobní polysacharid.



# Heterocyklické sloučeniny

• **Heterocyklické sloučeniny** jsou organické cyklické látky, které mimo atomů uhlíku obsahují v cyklu i jiné atomy, tzv. **heteroatomy**. Podle druhu heteroatomu můžeme tyto sloučeniny rozdělit na kyslíkaté, dusíkaté, sirné... Podle počtu heteroatomů je rozdělujeme na jednosytné, dvojsytné a vícesytné. Heterocykly jsou nejčastěji pětičlenné a šestičlenné. Jsou známy i aromatické heterocyklické sloučeniny. Heterocyklické sloučeniny se často vyskytují v přírodních látkách a některé jsou nezbytné pro život.

## • Pětičlenné heterocykly s jedním heteroatomem

- furan
- thiofen
- pyrrol (aromatický)

## • Pětičlenné heterocykly se dvěma heteroatomy

- pyrazol
- thiazol
- imidazol

## • Šestičlenné heterocykly s jedním heteroatomem

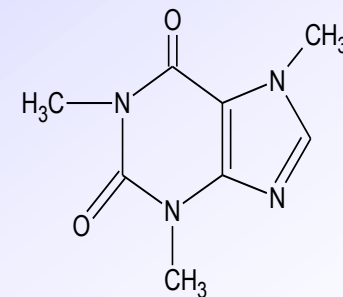
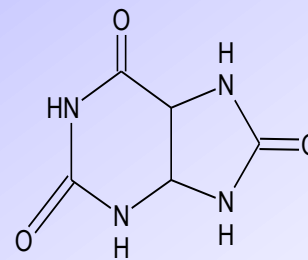
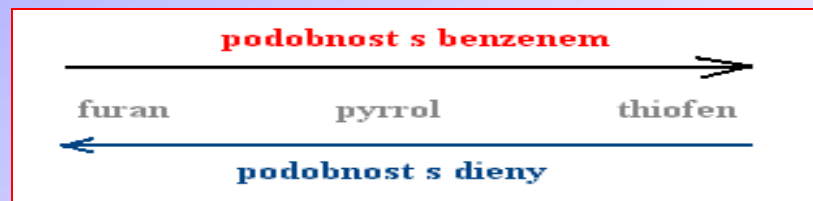
- pyridin
- 2H-pyran
- 4H-pyran

## • Šestičlenné heterocykly se dvěma heteroatomy

- pyrimidin

## • Kondenzované heterocykly se dvěma heterocykly

- purin - skládá se z pyrimidinu a imidazolu



kys. močová

kofein

- kys. močová – pevná, bílá, krystalická látka, konečný produkt přeměny N plazů a ptáků; u savců – ledvinové kameny, dna
- kofein – povzbuzuje CNS, obsažen v čaji, kávě...



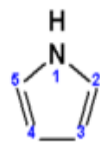
# Heterocyklické sloučeniny



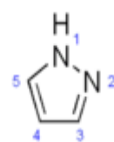
furan  
oxacyklo-  
penta-2,4-dien  
oxol



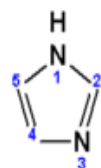
thiopen  
thiacyklo-  
penta-2,4-dien  
thiol



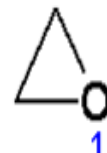
pyrrol  
azacyklo-  
penta-2,4-dien  
azol



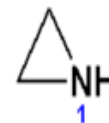
pyrrazol  
1,2-diazacyklo-  
penta-2,4-dien  
1,2-diazol



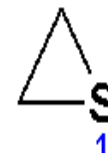
imidazol  
1,3-diazacyklo-  
penta-2,4-dien  
1,3-diazol



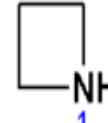
oxiran  
oxacyklopropan



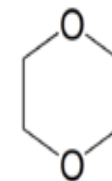
aziridin  
azacyklopropan



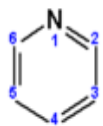
thiiran  
thiacyklopropan



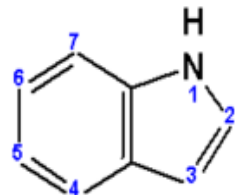
azetidin  
azacyklobutan



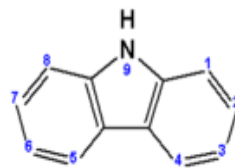
1,4-dioxan  
1,4-dioxyklo-  
hexan



pyridin  
azabenzen  
azin



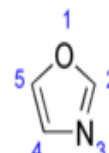
indol



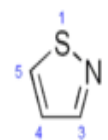
karbazol



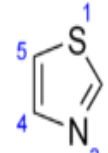
isoxazol  
1-oxa-2-azacyklo-  
penta-2,4-dien  
1,2-oxazol



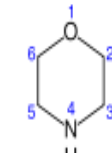
oxazol  
1-oxa-3-azacyklo-  
penta-2,4-dien  
1,3-oxazol



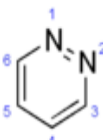
isothiazol  
1-thia-2-azacyklo-  
penta-2,4-dien  
1,2-thiazol



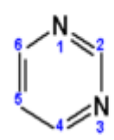
thiazol  
1-thia-3-azacyklo-  
penta-2,4-dien  
1,3-thiazol



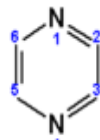
morfolin  
1-oxa-4-azacyklo-  
hexan  
1,4-oxazin



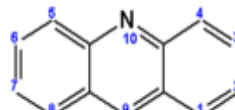
pyridazin  
1,2-diazabenzen  
1,2-diazin



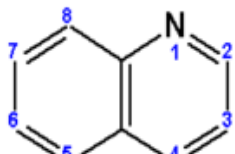
pyrimidin  
1,3-diazabenzen  
1,3-diazin



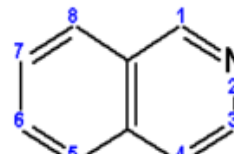
pyrazin  
1,4-diazabenzen  
1,4-diazin



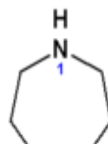
akridin  
10-azantracen



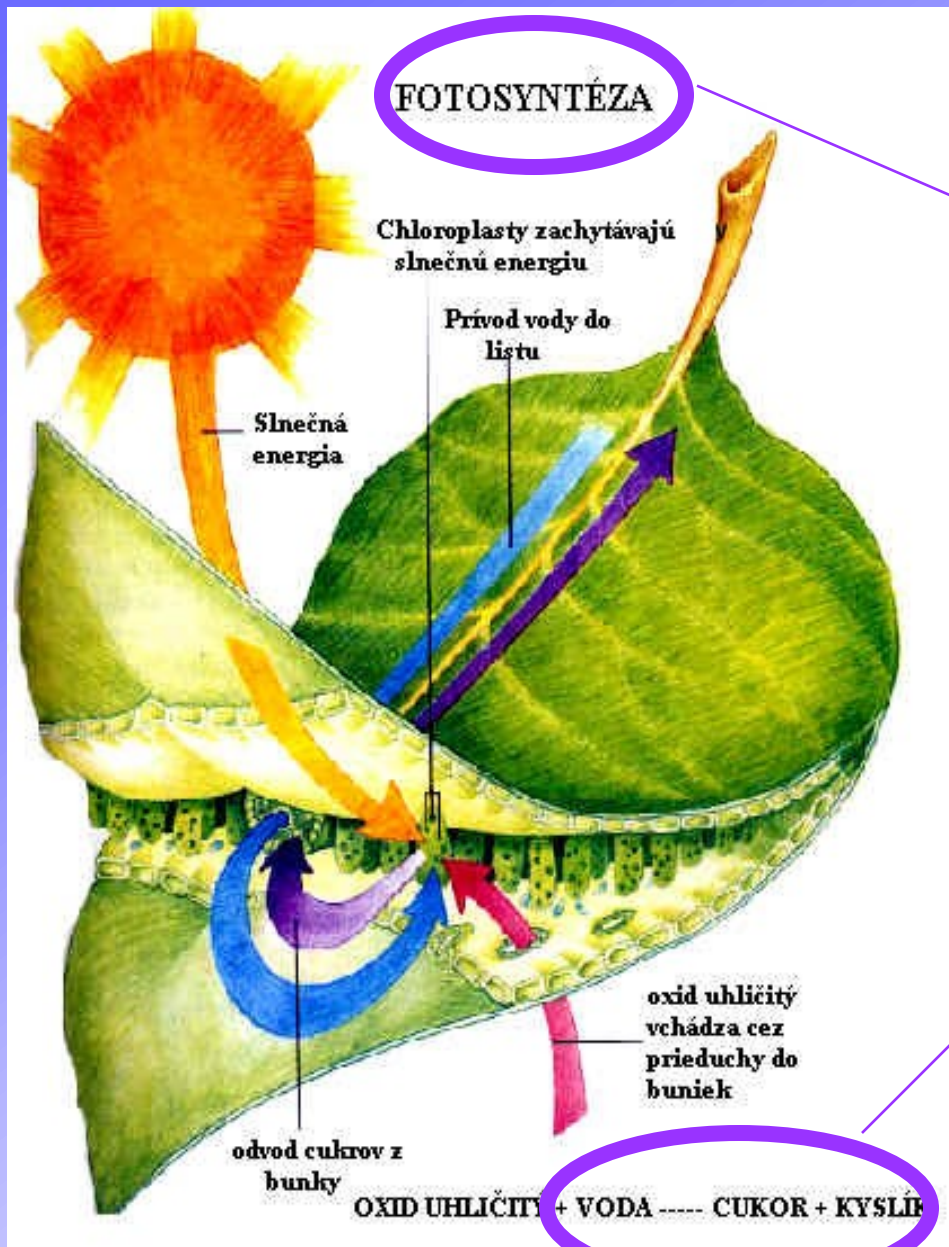
chinolin  
1-azanaftalen



isochinolin  
2-azanaftalen



perhydroazepin  
azacykloheptan

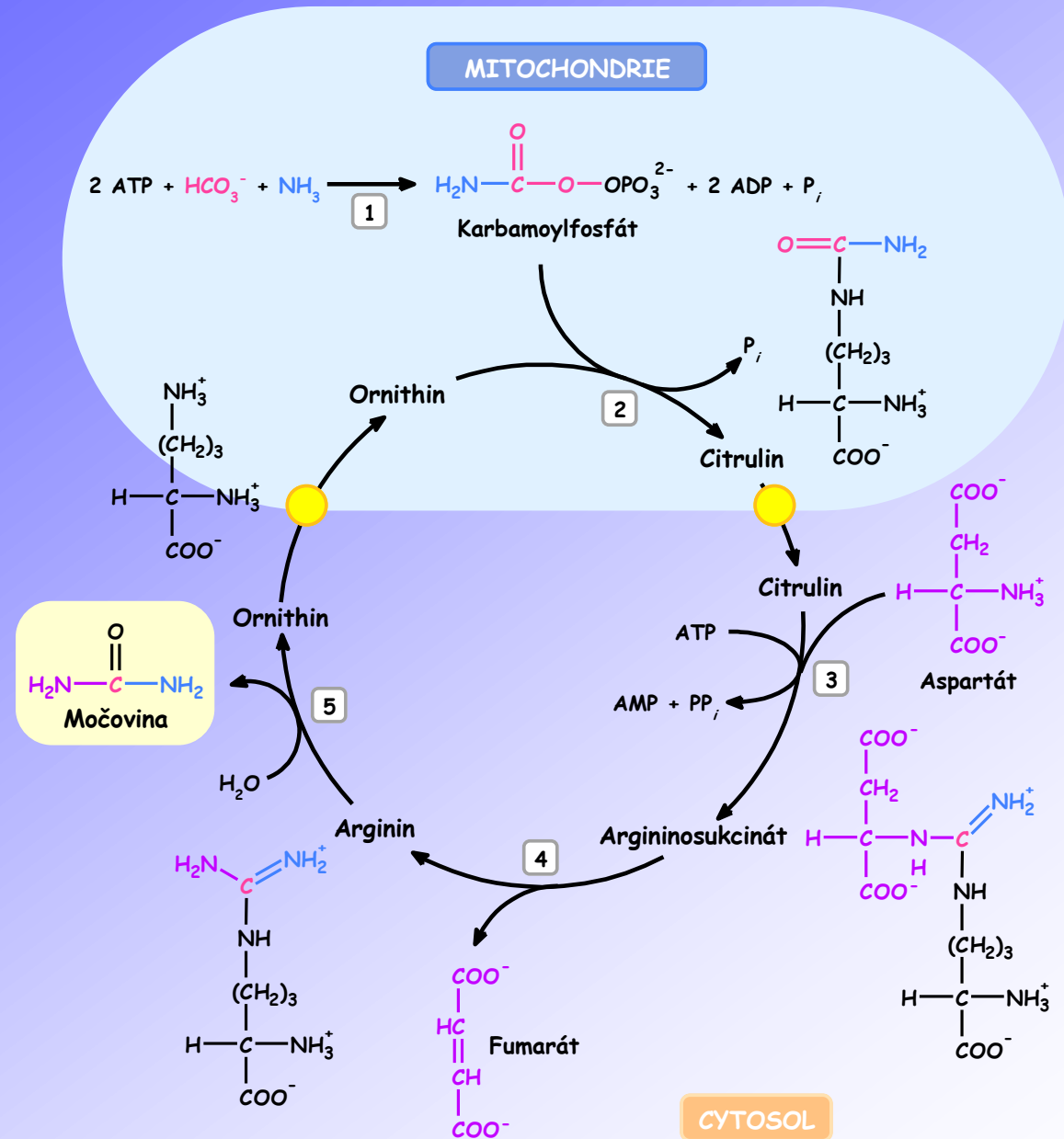


Je druh **asimilace** oxidu uhličitého. Je to biochemický proces zachytávania energie slnečného žiarenia a jej využívania na fixáciu oxidu uhličitého v zelených rastlinách.

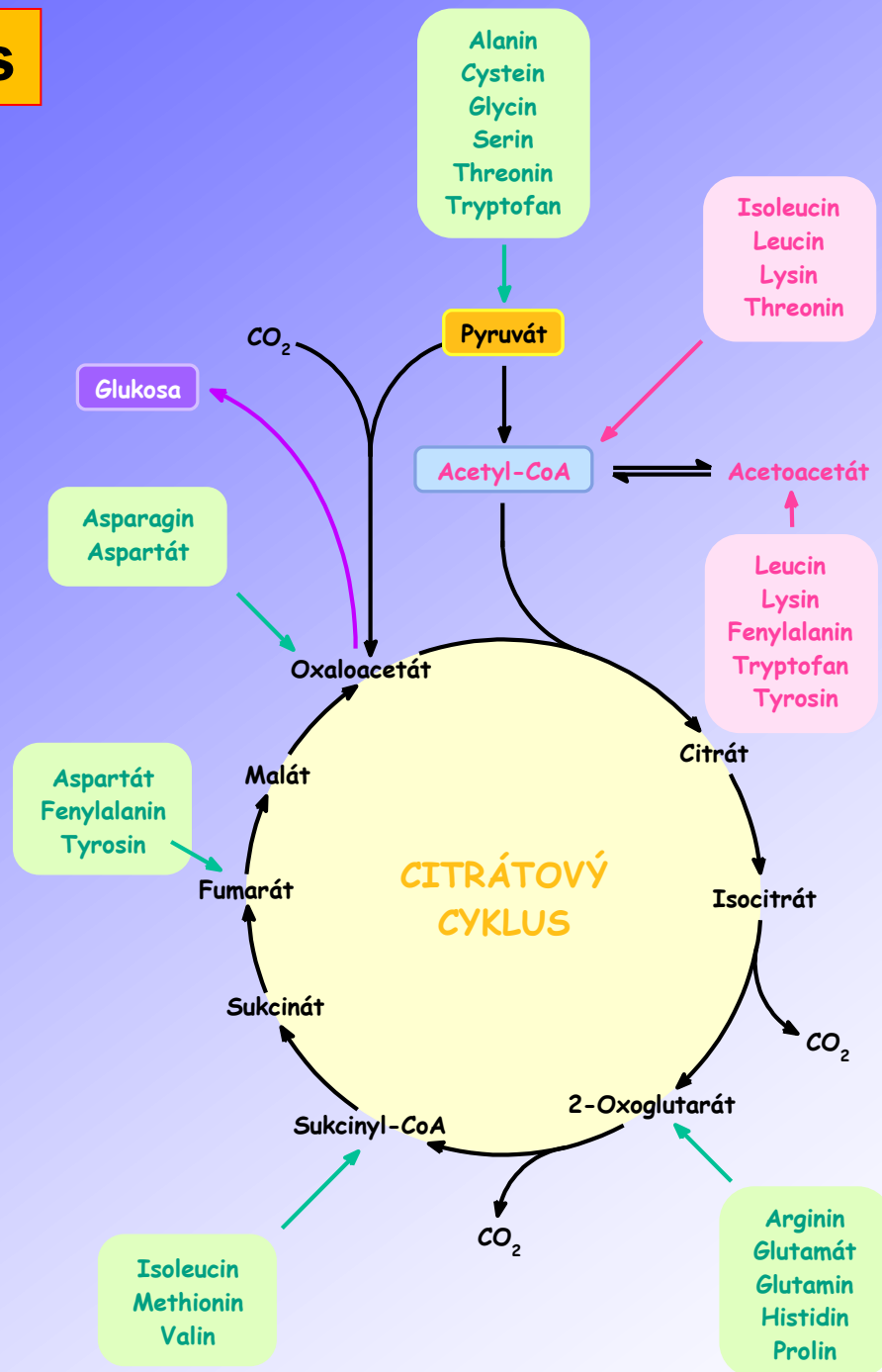
Koncentrácia **oxidu uhličitého** ( $\text{CO}_2$ ) v ovzduší je 0,03 %. Táto zložka atmosféry je základom výživy celého organického sveta. Jeho množstvo sa v ovzduší zvyšuje produkciou baktérií, rozkladom organických látok, dýchaním a spalovaním fosilných palív.

Z chemického hľadiska sa fotosyntéza vyjadruje rovnicou:  $12 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

# Ornithinový (močovinový) cyklus

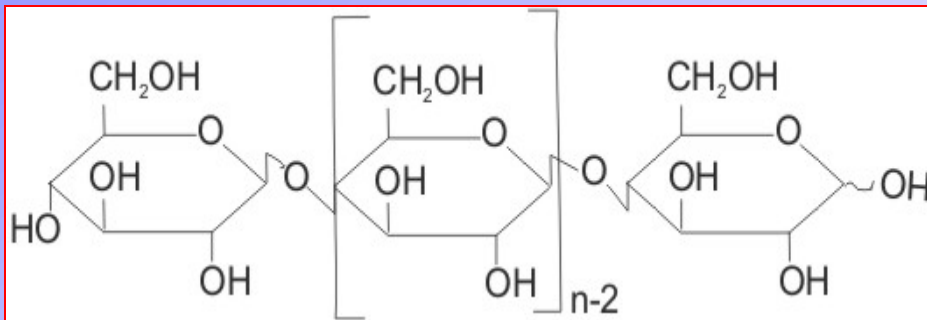


# Citrátový cyklus



# Ekologie a polymery

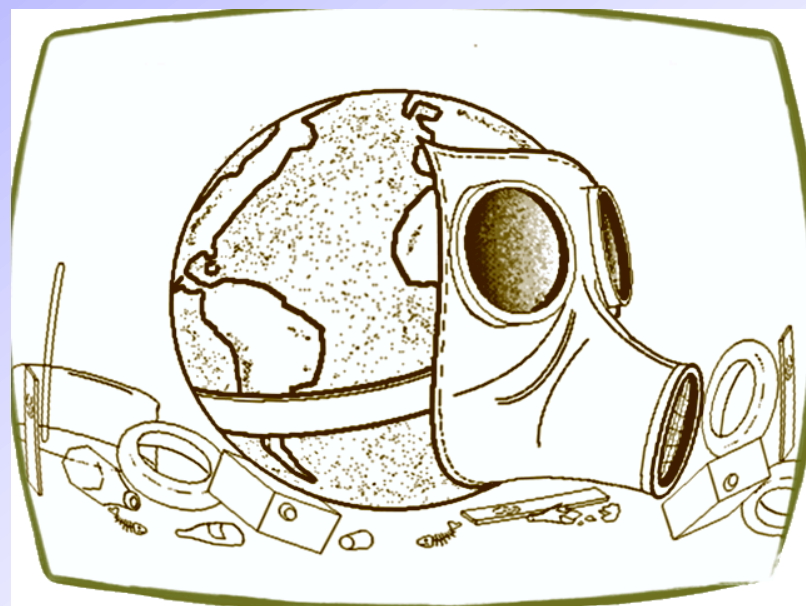
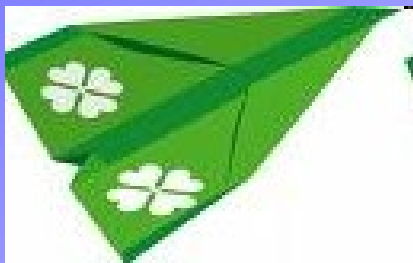
- Věda zabývající se vztahem organismu s prostředím.
- Věda o makromolekulárních látkách.



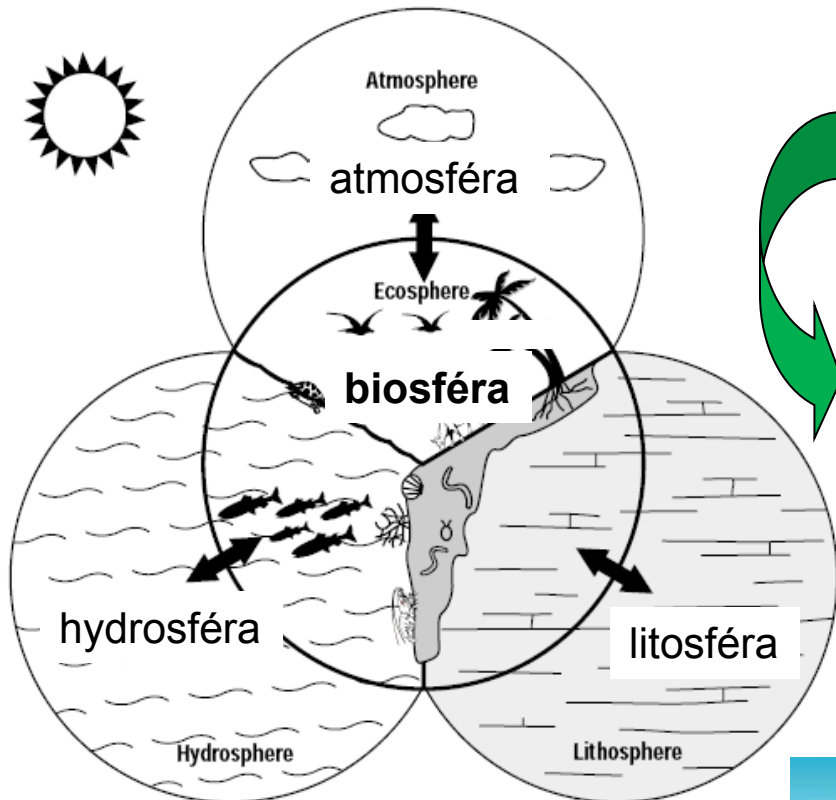


# Ekologie

- Pokud nezačneme něco dělat proti klimatickým změnám za Zemi, za deset let už bude pozdě.
- Každý by měl začít sám u sebe. Všichni jsme zodpovědní za budoucnost planety Země.

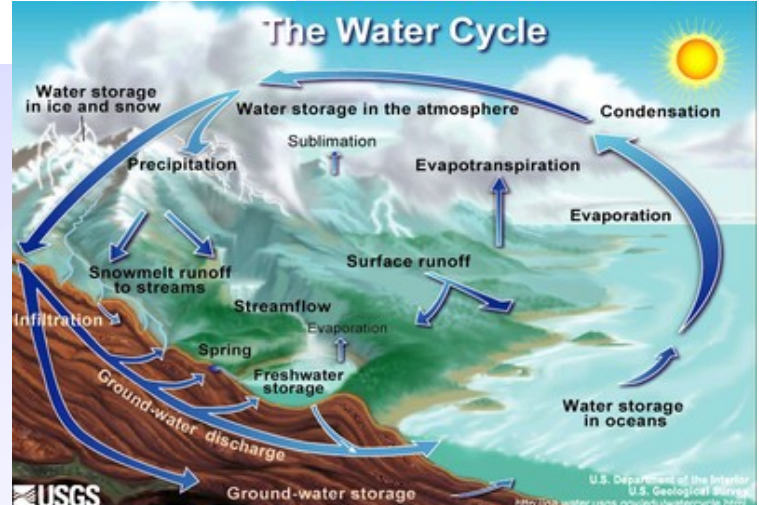
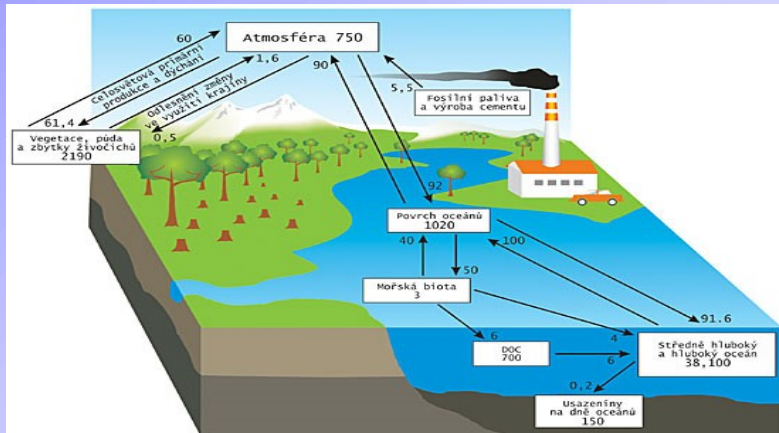


# globální koloběhy



Anorganické prvky & sloučeniny jsou přijímány autotrofy a přeměňovány na komplexní organické molekuly

komplexní organické molekuly jsou přeměňovány v potravních řetězcích a částečně uvolňovány zpět ve formě prvků nebo anorganických sloučenin







# Třídění odpadu



## Kontejnery:

- **Zelený – sklo**
- **Modrý – papír**
- **Oranžový – bioodpad**
- **Žlutý – plasty**
- **Bílý - kovy**



## Přírodní zdroje znečištění:

- Sopky -  $\text{SO}_2$ , pevné částice
- Lesní požáry -  $\text{CO}$  a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , pevné částice
- Rostliny - uhlovodíky, pyly
- Odumírající rostliny -  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$
- Půda - prach a viry
- Oceán - slané aerosoly, pevné částice



## Antropogenní zdroje znečištění:

- Oxid uhelnatý ( $\text{CO}$ )
- Fotochemický / los Angeleský smog (oxidační)
- Průmyslový / londýnský smog (redukční)
- Těkavé organické látky (VOC)
- Pevné částice (PM)

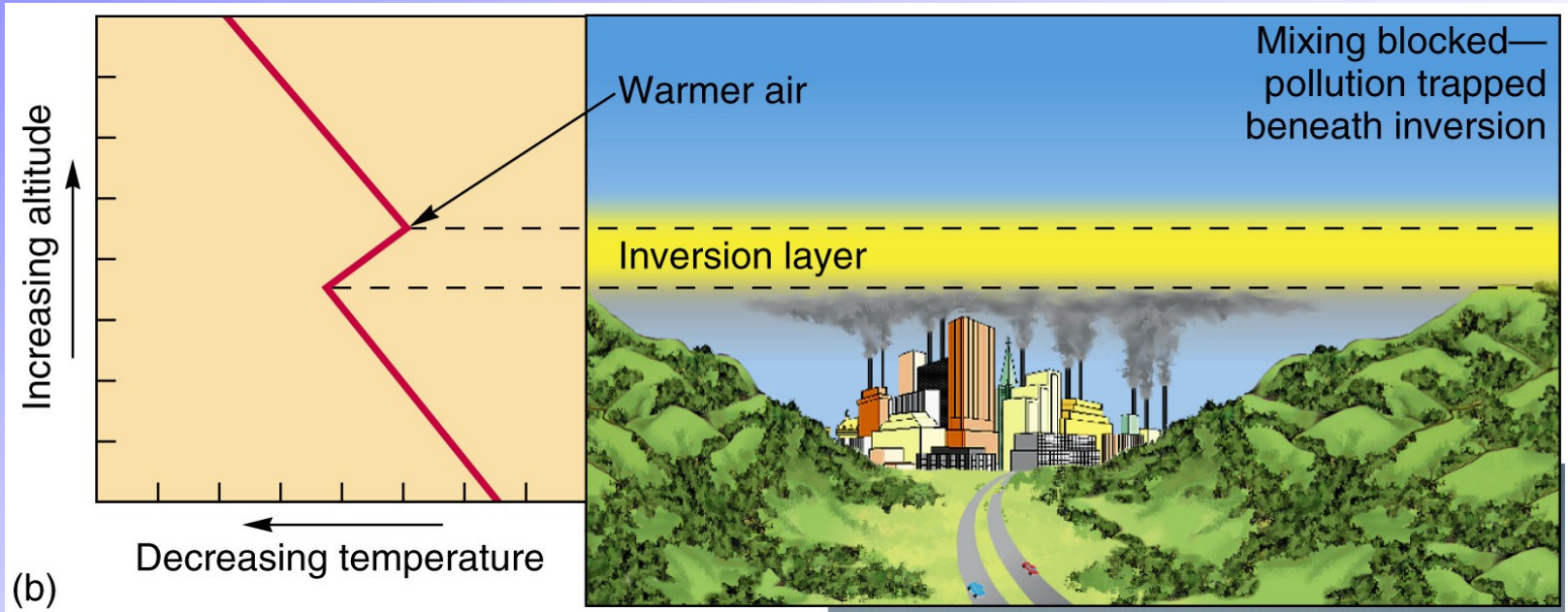
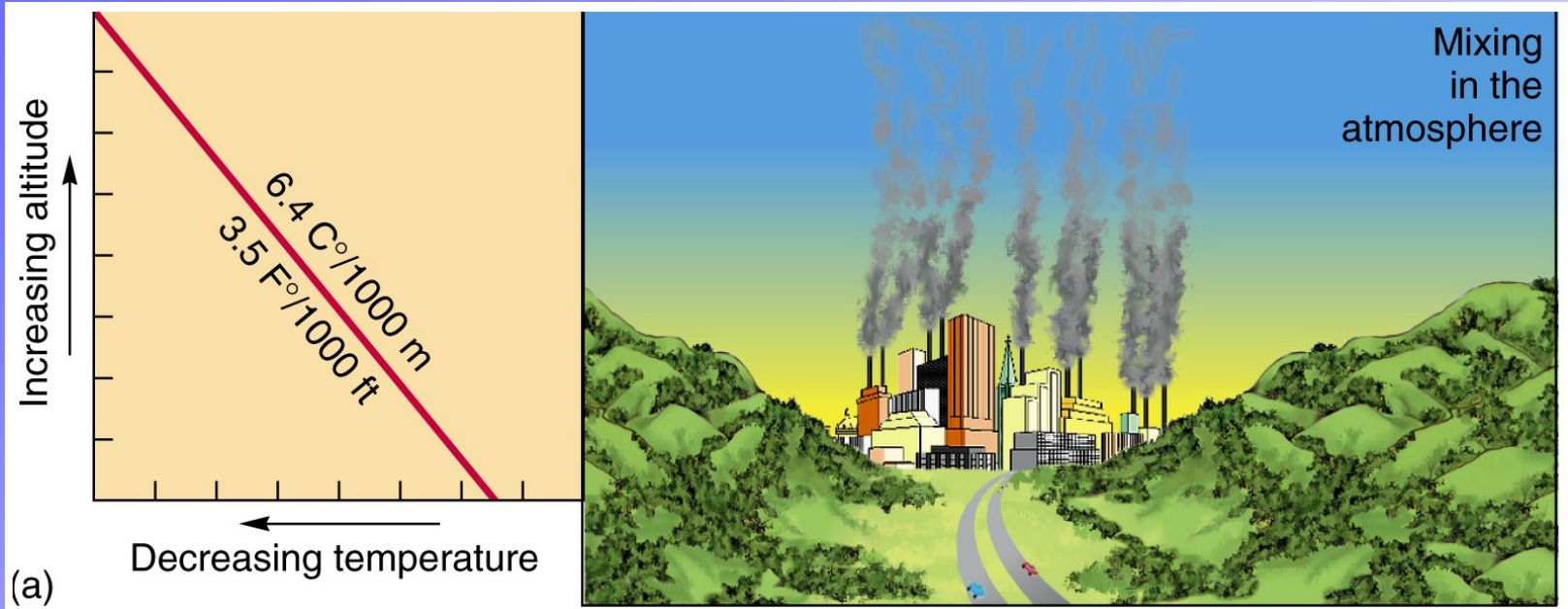
## Na jejich šíření mají vliv zejména:

- Vítr
- Krajinový reliéf
- Teplotní inverze

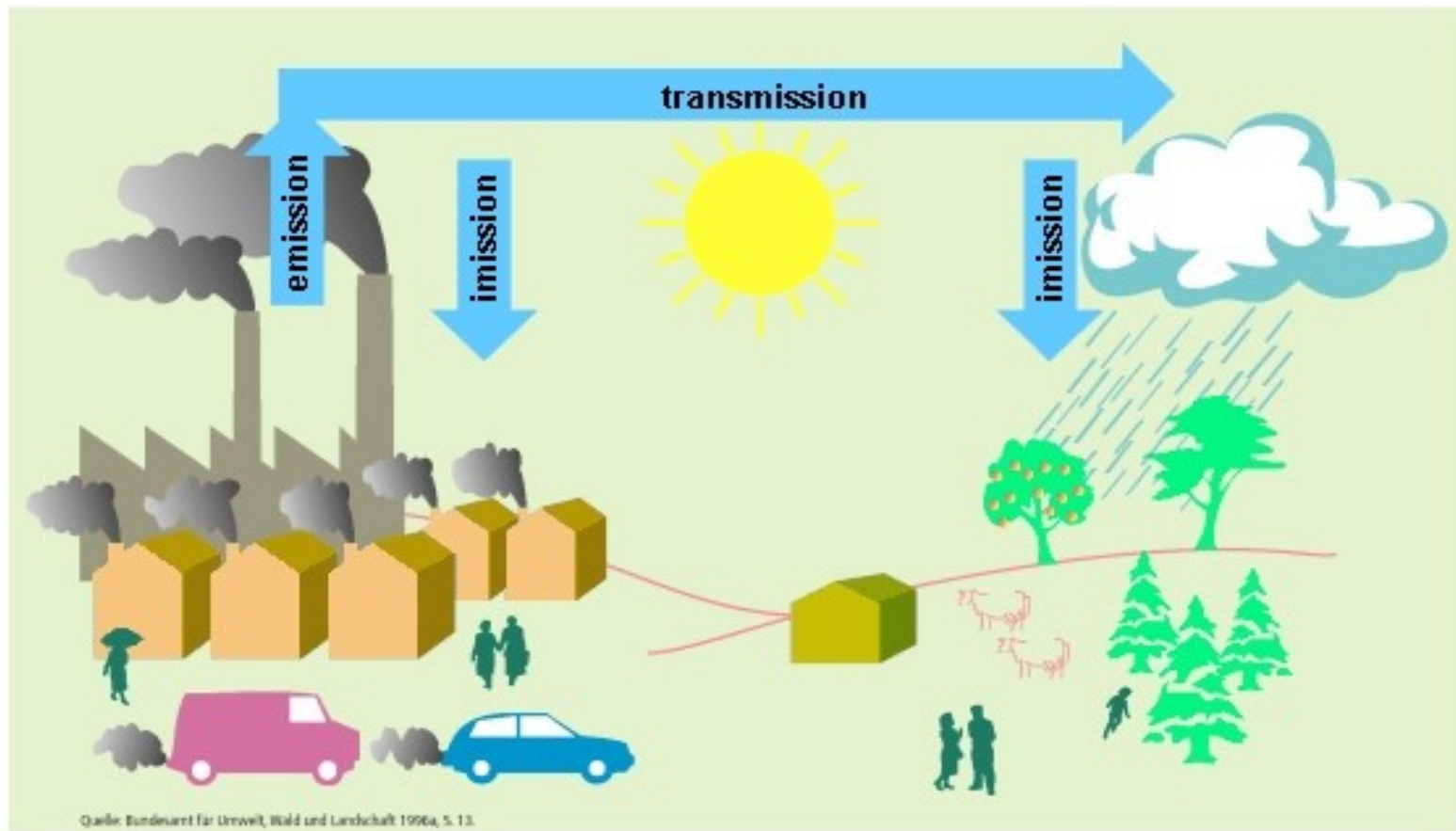




# Teplovní inverze

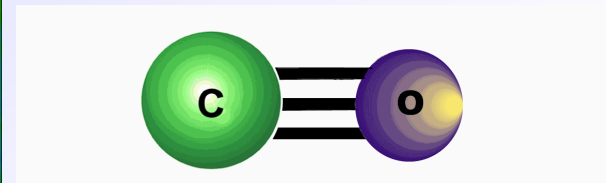
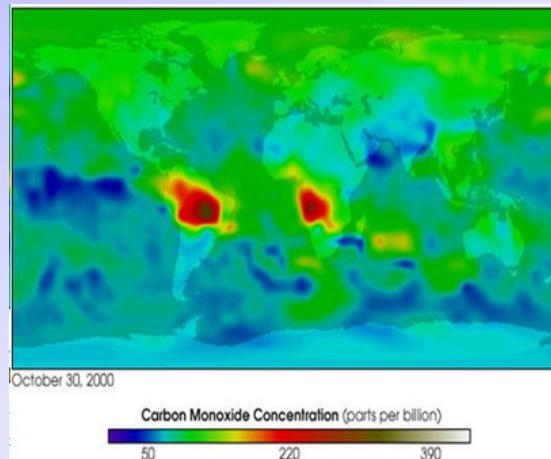
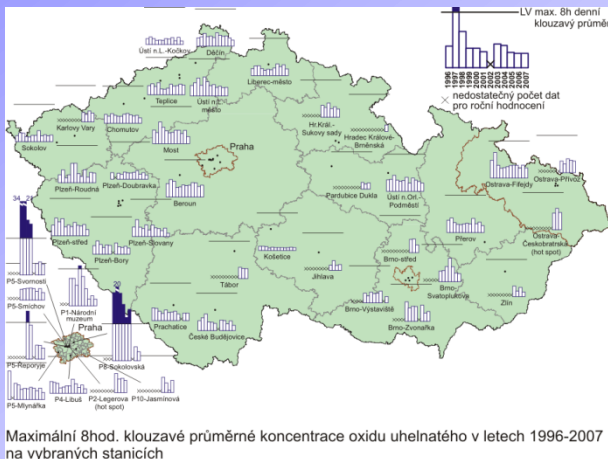


- **Emise** – vypouštění znečišťujících látek do ovzduší
- **Imise** – přítomnost nebo obsah látek v ovzduší a jejich účinek na biosféru, tedy důsledek emisí
- **Transmise** – přenos látek v atmosféře



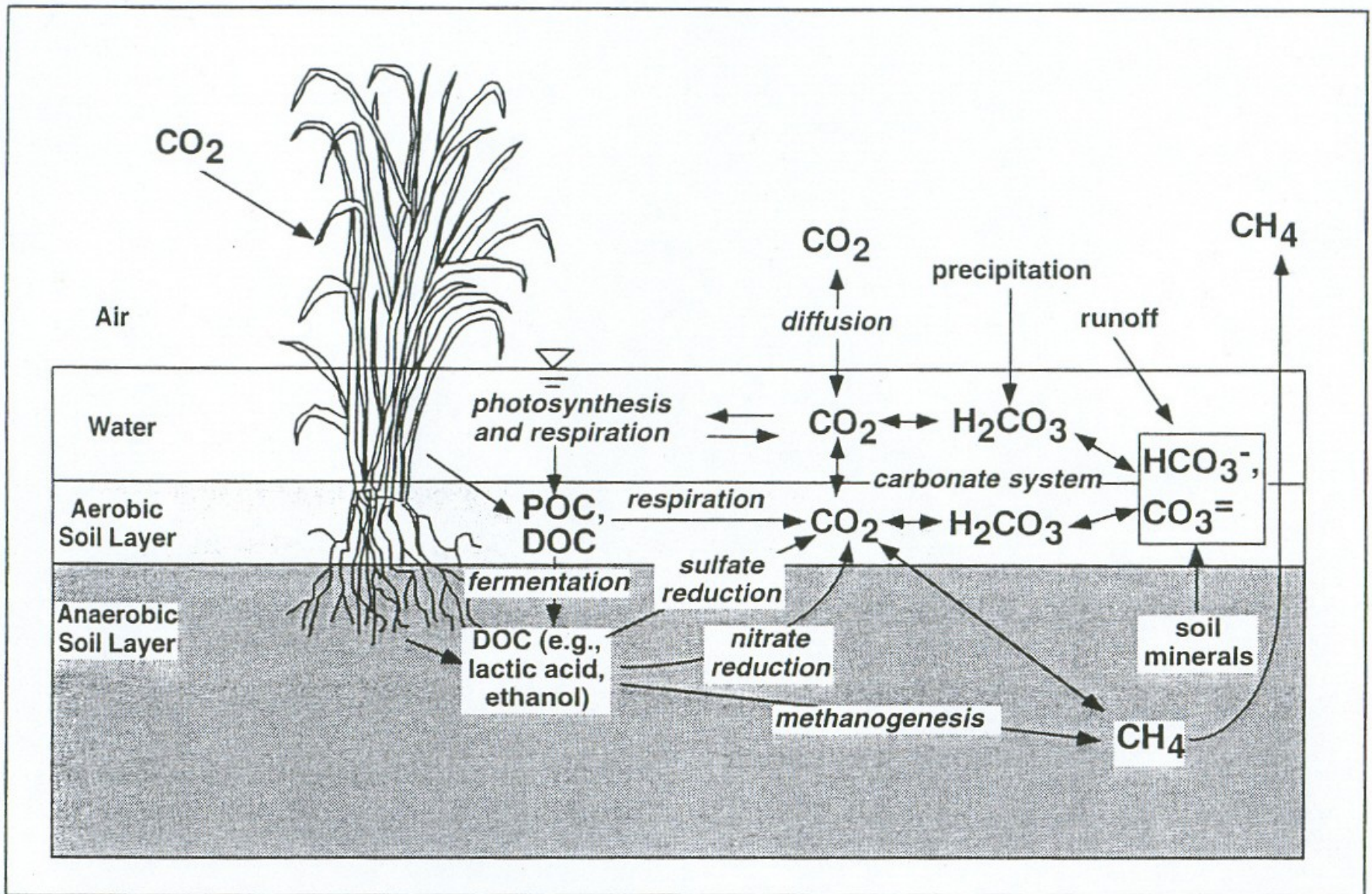
# Oxid uhelnatý CO

- Vyskytuje se především v troposféře, oxiduje se na oxid uhličitý.
- CO je **vysoce toxický**, vznětlivý až výbušný, bezbarvý plyn, bez zápachu.
- CO vzniká nedokonalým spalováním materiálů s obsahem uhlíku, obvykle fosilních paliv. CO je součástí tzv. **suchého smogu** losangelského typu, je složkou **důlních plynů**, kde spolu s methanem způsobuje jejich mimořádnou **výbušnost**.
- CO se snadno váže na Fe v hemoglobinu, vzniká karboxyhemoglobin. Vazba CO na hemoglobin je 200 – 300x silnější než vazba kyslíku. Hyperbarické komory. CO je tudíž extrémně nebezpečný při expozici.



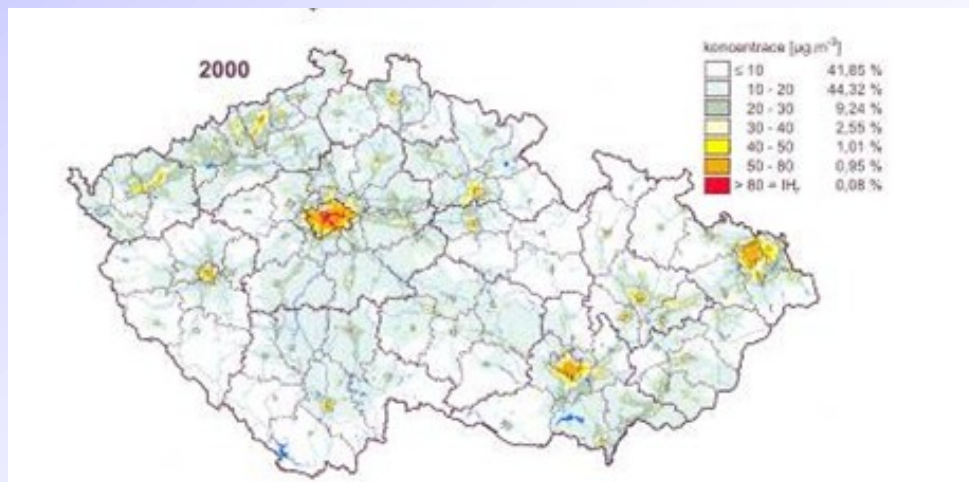
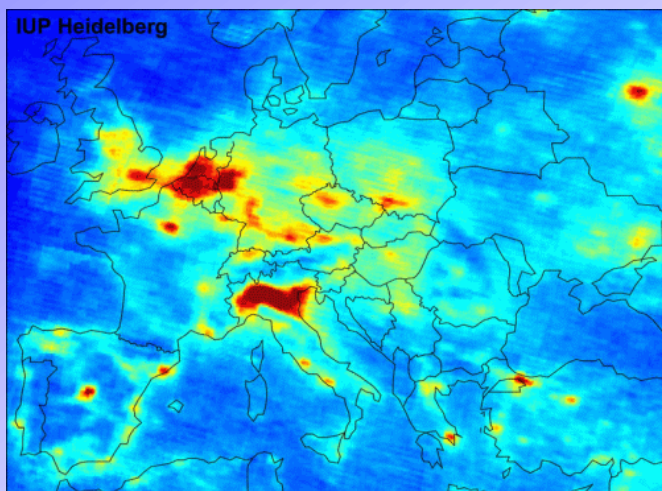


# Cyklus uhlíku



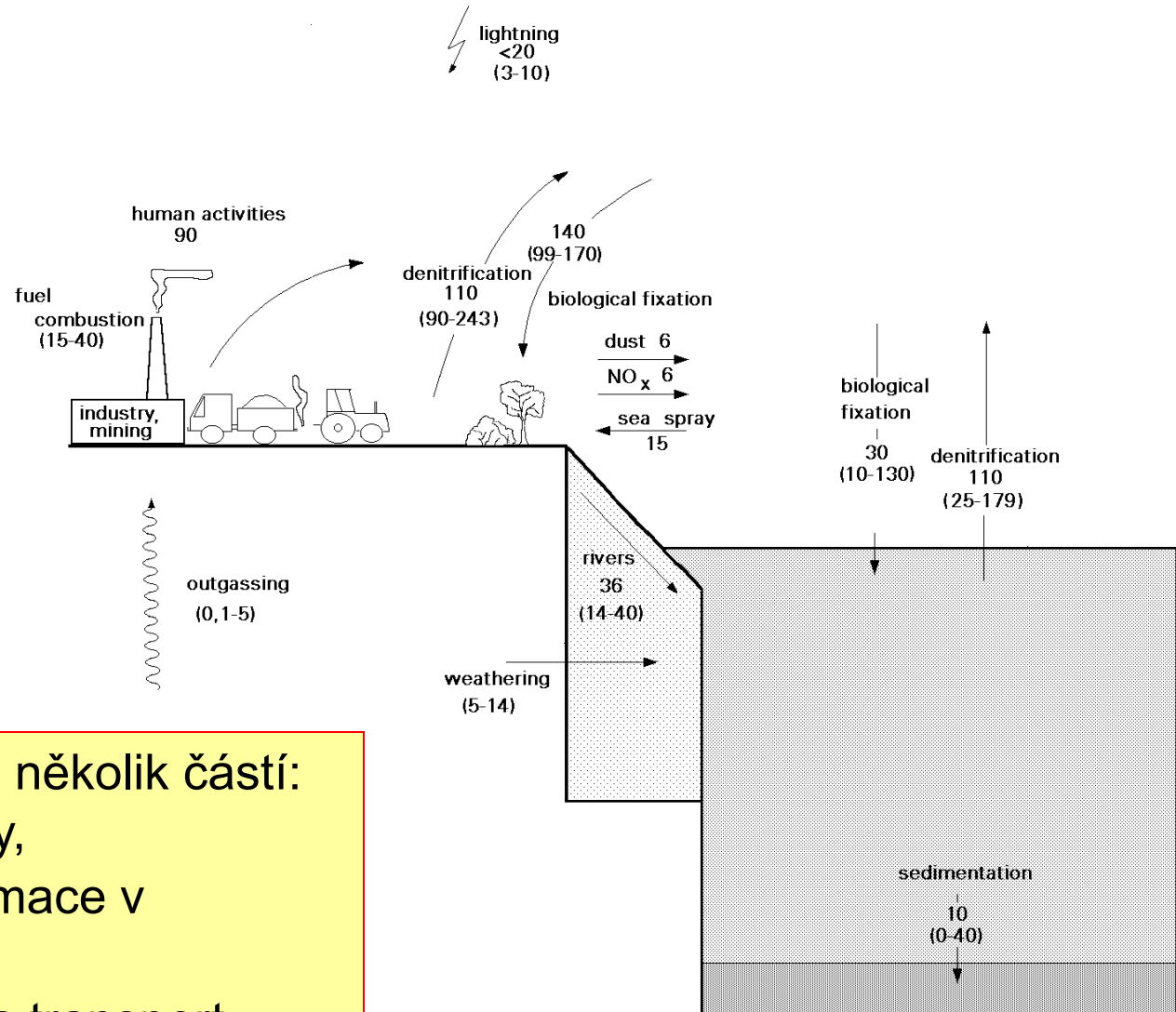
# Oxidy dusíku $N_xO_y$

- Hlavním antropogenním zdrojem je energetika a automobilová doprava.
- $NO_2$  (oxid dusičitý) je žlutohnědý plyn, dráždivý, toxický, je součástí fotochemického smogu.
- $NO$  (oxid dusnatý) je bezbarvý plyn, rovněž je součástí fotochemického smogu, působí zejména na centrální nervovou soustavu.
- $N_2O$  (oxid dusný) je poměrně málo reaktivní, má dlouhou dobu setrvání v troposféře a proniká i do stratosféry, kde může mít vliv na koncentraci ozonu.
- Oxidy dusíku jsou prekurzorem fotochemického smogu.





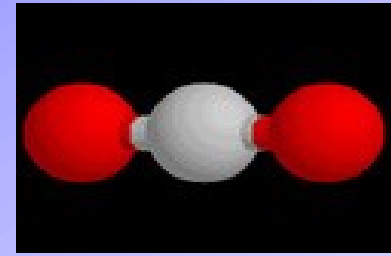
# Cyklus dusíku



Cyklus dusíku zahrnuje několik částí:

- biologické procesy,
- abiotické transformace v atmosféře,
- fyzikální procesy a transport sloučenin dusíku

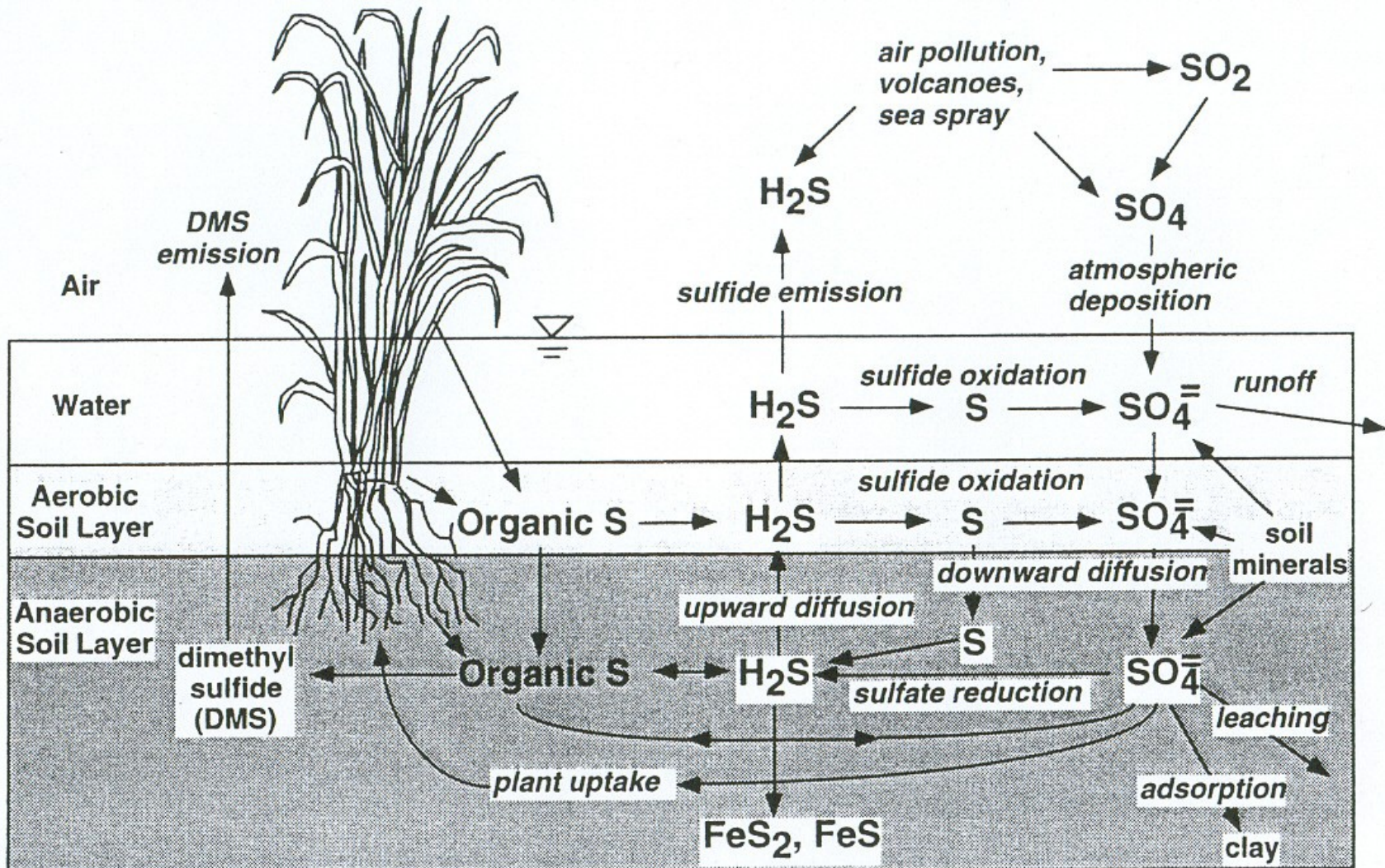
## Oxid siřičitý SO<sub>2</sub>



- SO<sub>2</sub> je bezbarvý, štiplavě páchnoucí, jedovatý plyn.
- SO<sub>2</sub> se průmyslově připravuje spalováním síry  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ , pražením pyritu  $4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2$ , redukcí kyseliny sírové některými kovy  $2 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} \rightarrow \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4$ .
- Ve vodě se rozpouští za vývoje tepla a vzniku kyseliny siřičité  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ . S kyslíkem reaguje za vzniku oxidu sírového  $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$ . Za žáru ho lze vodíkem zredukovat na síru:  $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2 \rightarrow \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$ .
- SO<sub>2</sub> se vyskytuje v sopečných plynech a rozpuštěný jako kyselina siřičitá v podzemních (minerálních) vodách ve vulkanicky aktivních oblastech. V malém množství byl spektroskopicky zjištěn v atmosféře Venuše.
- Oxid siřičitý je základní surovinou pro výrobu kyseliny sírové. Má desinfekční a bělicí účinky, používá se k desinfekci (tzv. síření) sudů a sklepních prostor pro skladování ovoce a zeleniny, k ošetřování osiv proti plísním a na bělení přírodních materiálů.
- Působí dráždivě zejména na horní cesty dýchací, dostavuje se kašel, v těžších případech může vzniknout až edém plic. Značně toxický je oxid siřičitý pro rostliny, neboť reaguje s chlorofylem a narušuje tak fotosyntézu. V ovzduší pozvolna oxiduje vzdušným kyslíkem za přítomnosti vody na kyselinu sírovou, která je spolu s kyselinou siřičitou příčinou kyselých dešťů.



# Cyklus síry

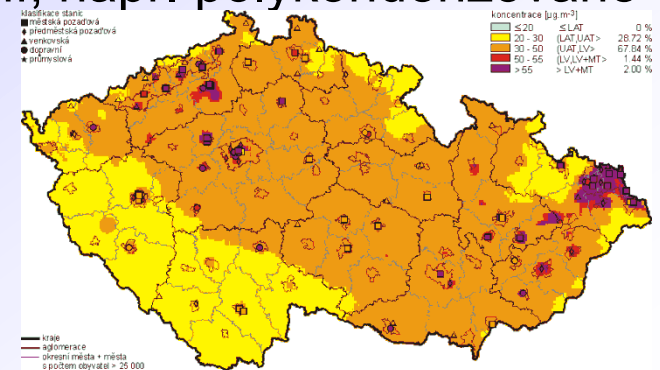


# Těkavé organické látky VOC

- Patří mezi ně především organické sloučeniny s vysokým tlakem nasycených par a nízkou teplotou varu: aldehydy, ketony, uhlovodíky a jejich deriváty (např. formaldehyd, aceton, toluen, tetrachloroetylen...)
- VOC jsou v převážné míře antropogenního původu, některé vznikají i přirozenou cestou.
- Jsou zčásti kancerogenní, většina má dráždivé účinky a způsobují chronická onemocnění.
- Ve vzduchu poměrně rychle degradují na oxidační produkty.

# Tuhé částice PM a aerosoly

- Prachové částice z oxidů kovů nebo solí (zvláště síran amonný), saze. Sorbují na sebe další atmosférické znečištění, např. polykondenzované aromatické uhlovodíky. Velikost do 10  $\mu\text{m}$ .



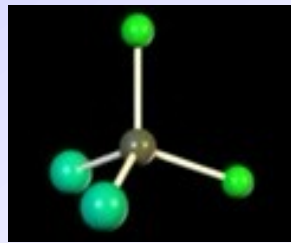
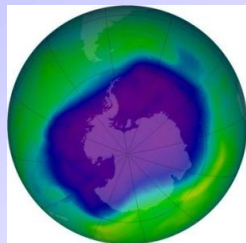
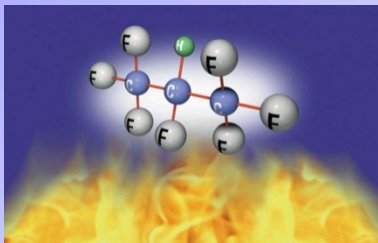
• rozložení emisí  $\text{PM}_{10}$  v ČR

Pole 36. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{PM}_{10}$  v roce 2004

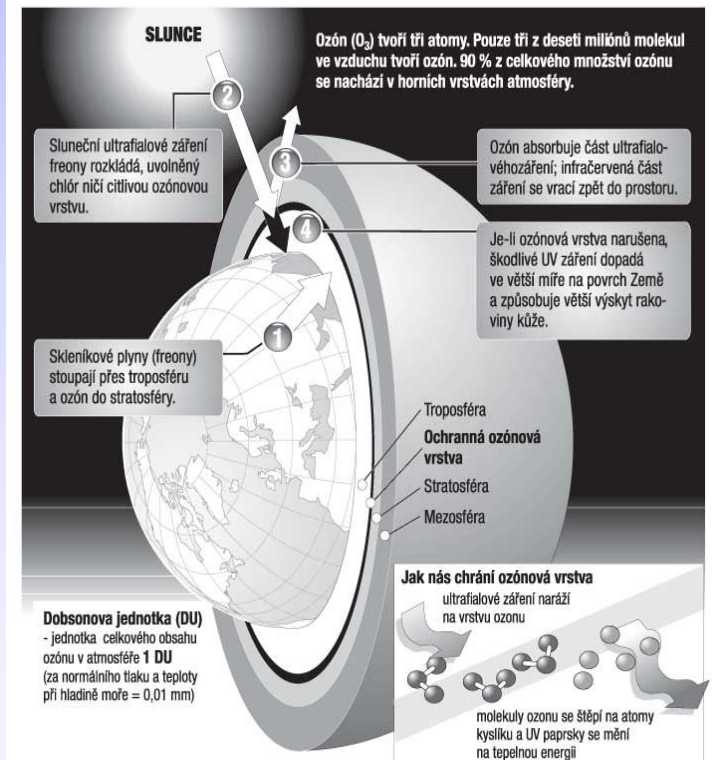


# Freony

- výroba od r. 1932 (Thomas Midgley, DuPont – původně General Motors, vynálezce tetraethylolova)
- nehořlavé, netoxické, chemicky inertní
- použití: klimatizace, chladicí zařízení, rozprašovače, hasicí přístroje, čističidla...
- životnost v atmosféře nejméně 50 let –difúze do všech částí stratosféry
- 1970 Paul Crutzen - mechanismus katalytického odbourávání ozónu (na příkladu oxidů dusíku)
- 1974 Mario Molina a Sherwood Rowland - destrukce ozonu dichlordifluormethanem  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  ( $\tau = 139$  let), trichlormonofluormethanem  $\text{CFCl}_3$  ( $\tau = 77$  let)
- Montrealský protokol (16. 9. 1987) – vyloučení výroby a spotřeby regulovaných látek (96 chemických látek), které poškozují ozonovou vrstvu.

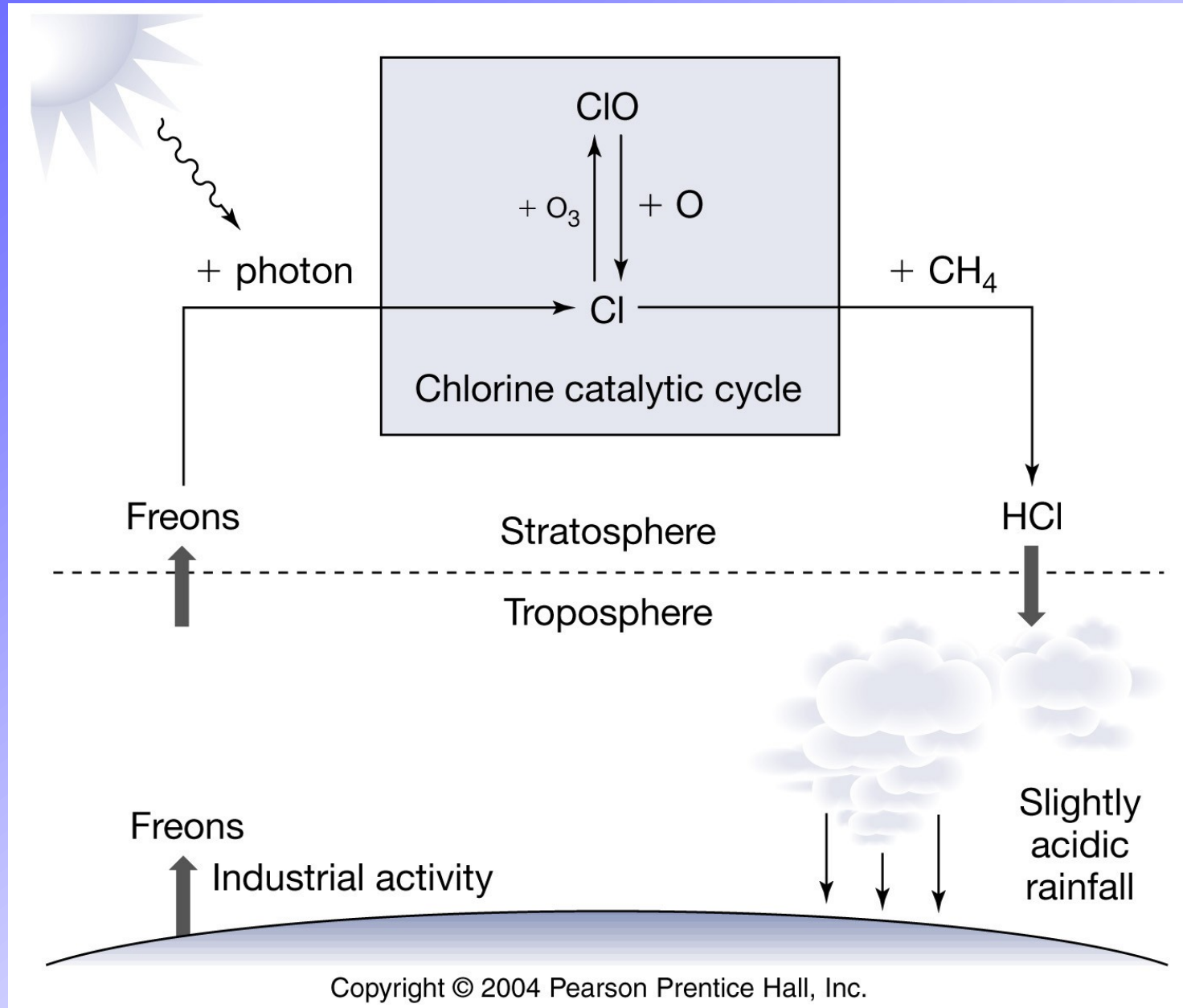


## Jak je poškozována ozónová vrstva

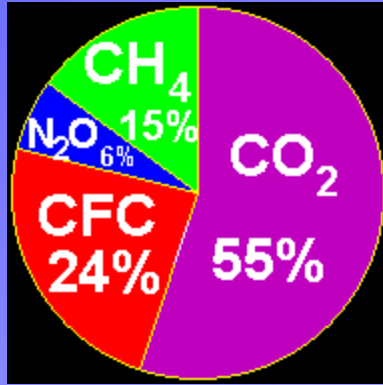




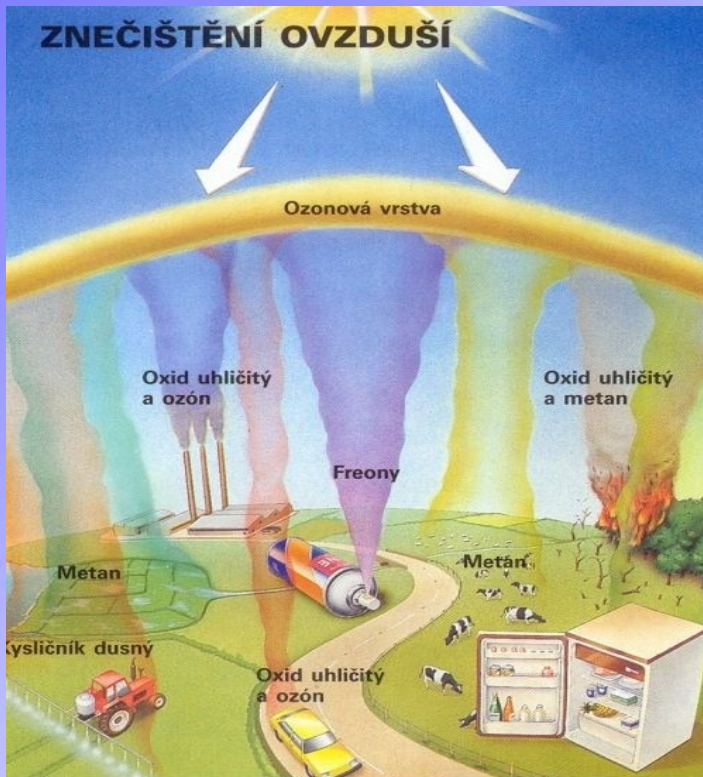
# Životní cyklus freonů v atmosféře



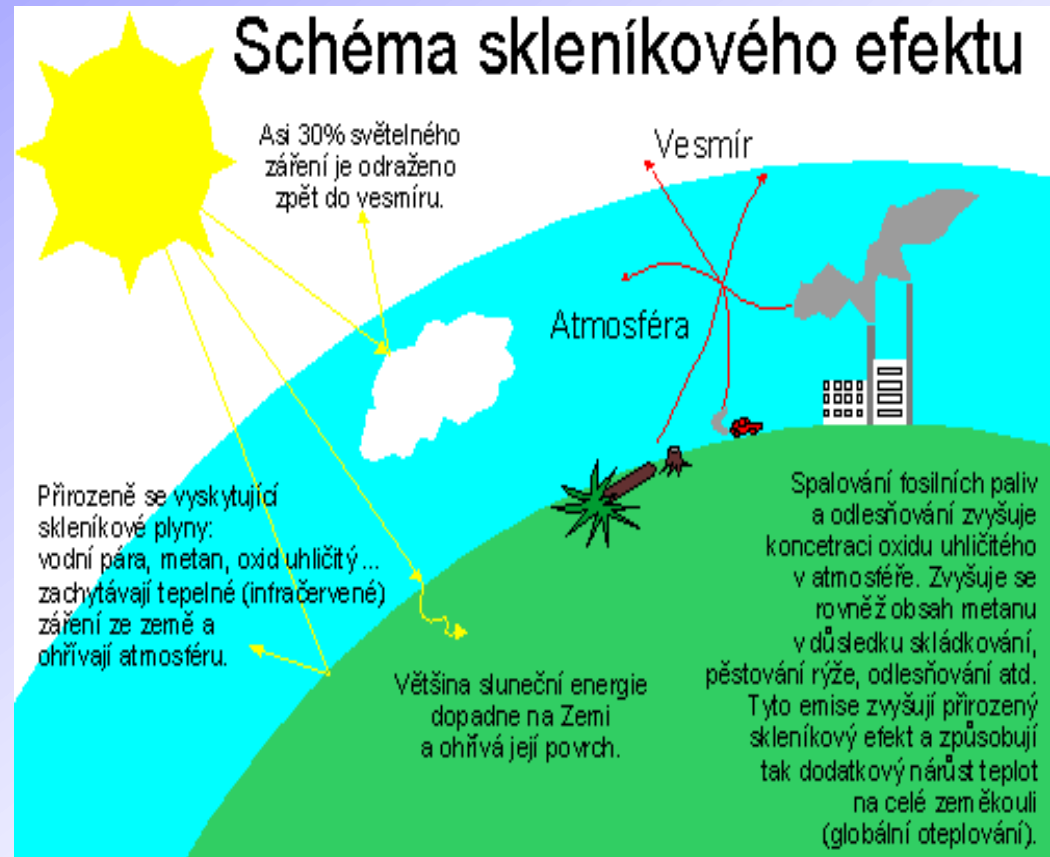
# Skleníkový efekt atmosféry



Skleníkový efekt umožňuje život na zemi tím, že částečně zabraňuje teple odcházet do vesmíru. Jak můžete vidět na schématu, tak světlo ze slunce - světelné záření - dopadá z větší části na zemský povrch, kde je absorbováno, odraženo nebo vyzářeno ve formě tepelného záření, které je zachytáváno skleníkovými plyny. Tento životadárný mechanismus může však způsobit, že se země začne přehřívat, pokud se v atmosféře naakumuluje příliš velké množství skleníkových plynů pocházejících zejména z fosilních zásob uhlíku (uhlí, ropa, zemní plyn).



vodní páry, plyny (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>)



## Oxidační smog

- (fotochemický, los Angeleský smog) – vytváří se v městských oblastech vlivem dopravy a slunečního záření, hlavní složkou je fotochemicky vzniklý ozón, reakce je katalyzovaná  $\text{NO}_x$
- poškozují sliznici, ztěžuje dýchání, způsobuje alergická onemocnění

## Redukční smog

- (průmyslový, londýnský smog) – vzniká interakcí městského a průmyslového kouře s mlhou, vyskytující se zimních podmínkách s výraznými přízemními inverzemi teploty. Hlavní složkou je  $\text{SO}_2$ , PM a kyseliny (sírová, dusičná, chlorovodíková).
- ztěžuje dýchání, dráždí sliznice, dušení
- v roce 1952 zemřelo v Londýně během 3 dnů 4000 lidí

oxidační smog



redukční smog

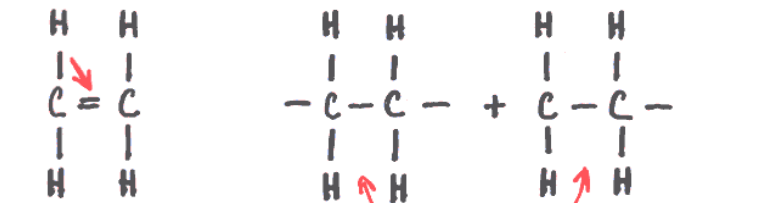


# Polymery

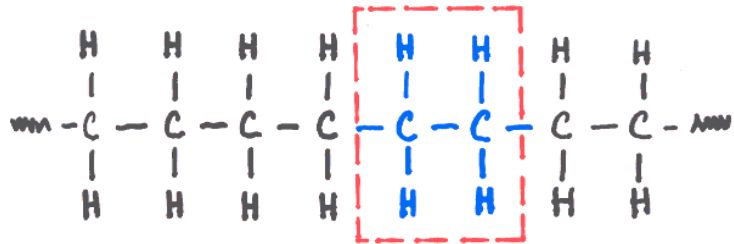
- Polymery – makromolekulární látky, vyrobené polymerizací (chem. reakcí) – monomerních chemických sloučenin.
- Vzniká tzv. makromolekulární řetězec.
- Počet monomerů v řetězci –  $10^3 - 10^5$ .



- Tři hlavní skupiny plastů:
  - **Termoplasty** - např. polyetylen (PE), polyvinylchlorid (PVC)
  - **Reaktoplasty** (dříve termosety) – např. bakelit, epoxidová pryskyřice
  - **Elastomery** – kaučuk, guma



monomer  
(etylén)



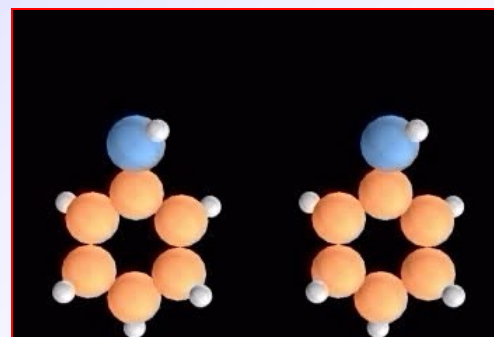
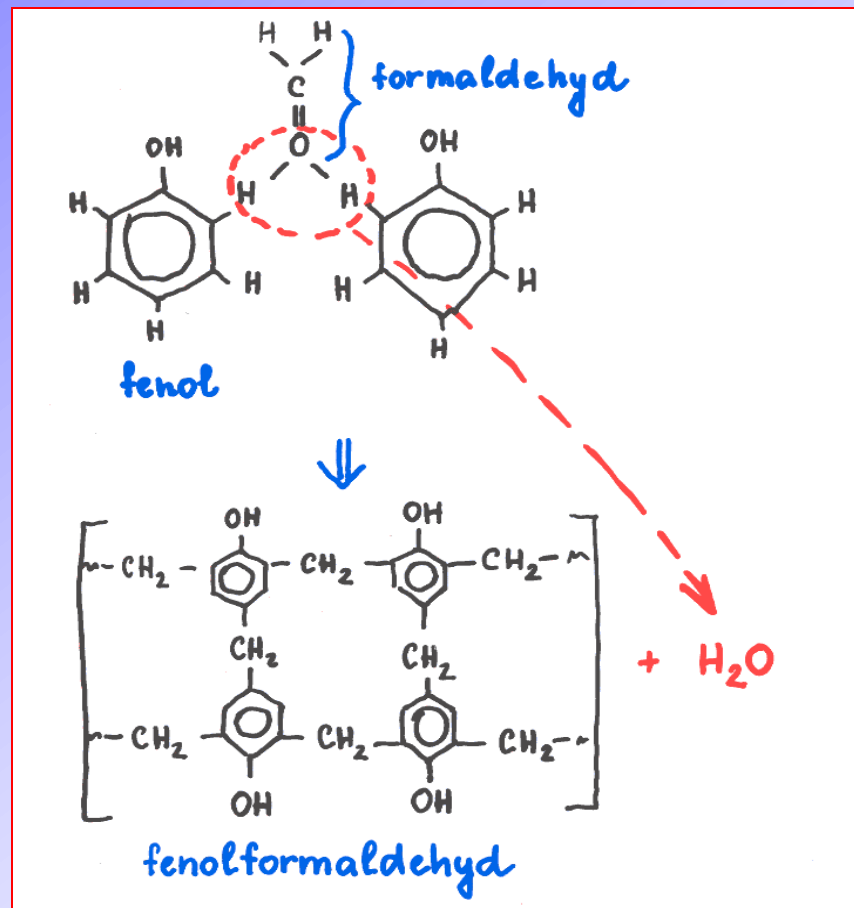
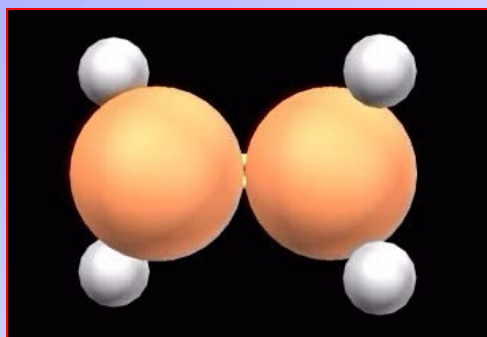
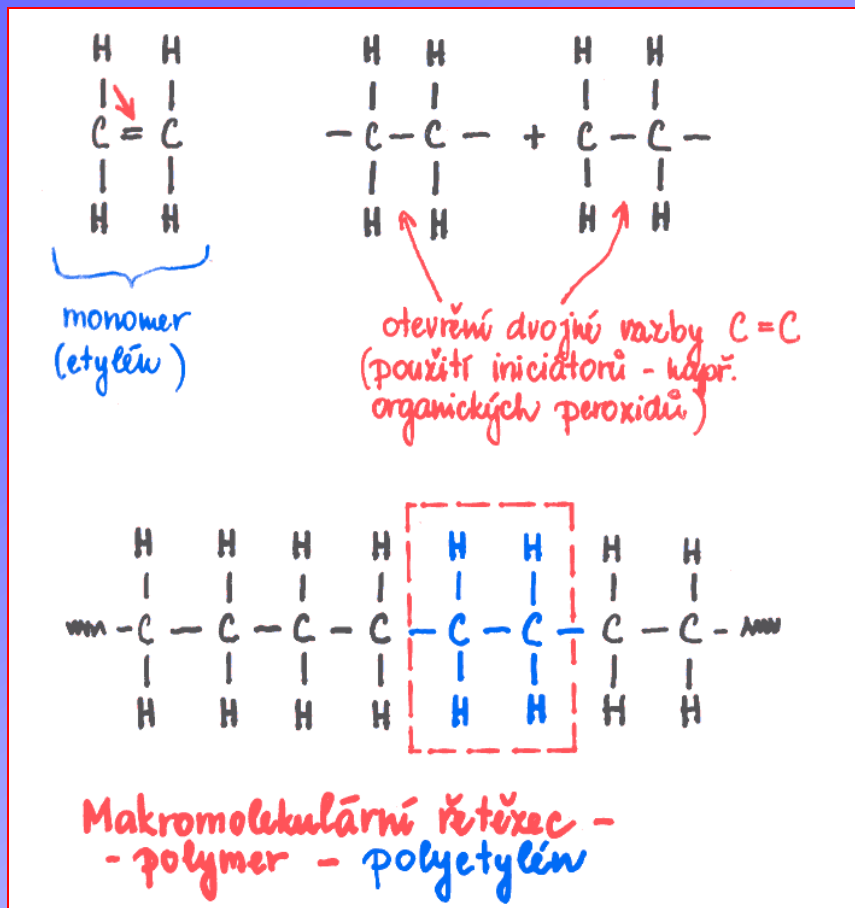
Makromolekulární řetězec -  
- polymer - polyetylén

- Polymerizace:
  - **Aditivní polymerizace** – nevzniká meziprodukt
  - **Kondenzační polymerizace** – vzniká (odštěpuje se) meziprodukt, např. voda



• Aditivní polymerace

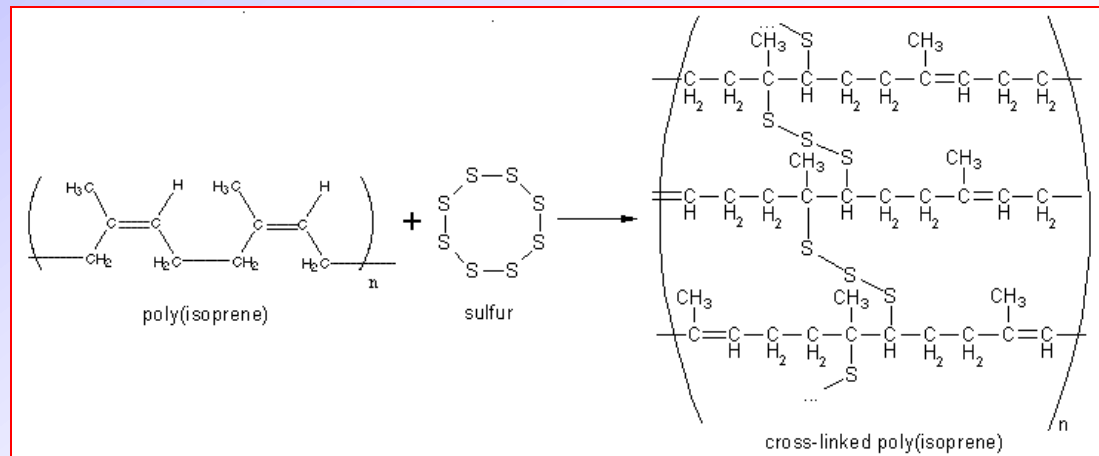
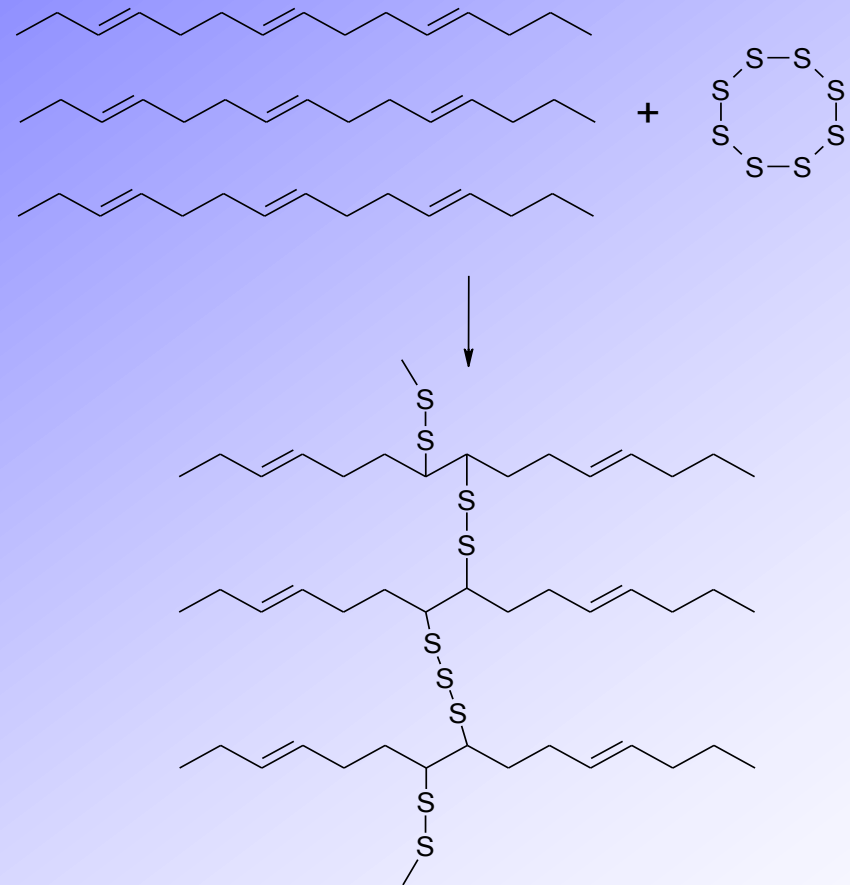
• Kondenzační polymerace





## • Vulkanizace

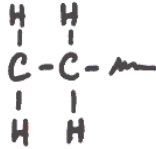
- **Vulkanizace** je proces zpracování syntetického i přírodního kaučuku.
- Hnětením za tepla vzniká pryž. V místech, kde v uhlíkových řetězcích polymeru zůstaly dvojně vazby, vznikají při vulkanizaci polysulfidické můstky. Výrobek tak získává větší pružnost.
- Vulkanizace probíhá pomocí dvou proti sobě se točících válců, mezi něž je vsunut kaučuk a jsou do něj vmíchány saze, olej a síra (umožňuje vulkanizaci). Vulkanizovanou gumu již nelze tvarovat.



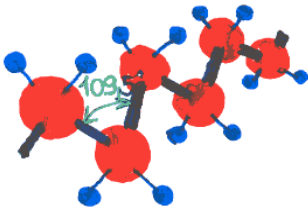
# • Stavba polymerů

- Vnitřní stavba polymerního řetězce
  - Mezi atomy v řetězci – kovalentní vazba
  - Mezi různými řetězci – van der Waalsovy vazby

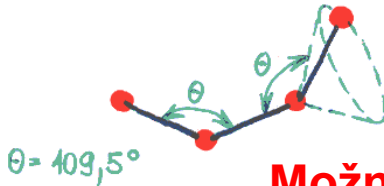
Příklad řetězce polyetylénu  $\sim\sim\sim - \text{C} - \text{C} - \sim\sim\sim$



● - C  
● - H



Poloha atomů C v makromolekulárním řetězci



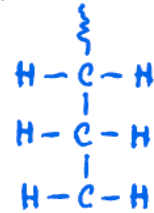
**Možnost pohybu - rotace**

a)



nejvyšší E

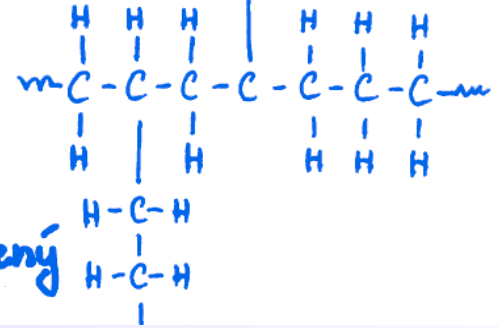
řetězec lineární



b)



**Kovalentní vazba**  
řetězec rozvětvený  
(nižší E)



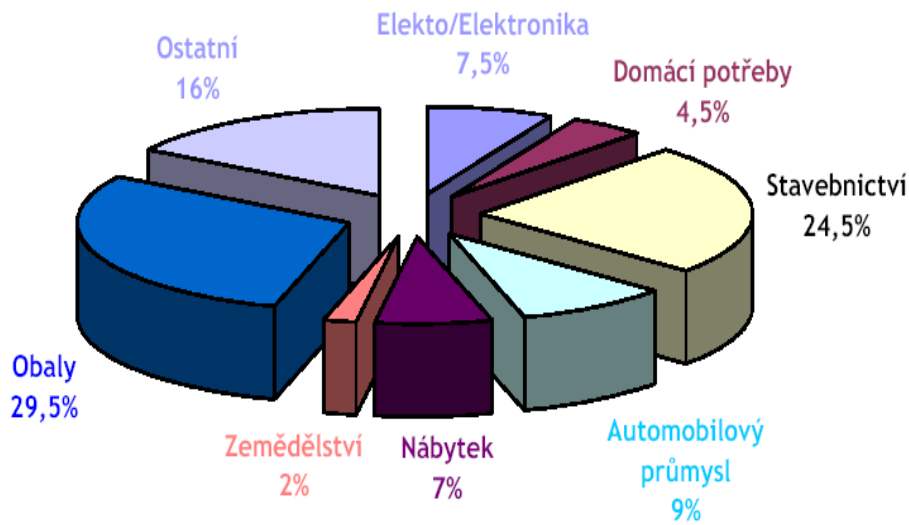
Zesílení struktury – kovalentní vazby i mezi!!! řetězci



# Dělení plastů

- Podle původu
  - přírodní
  - syntetické
- Podle složení a teplot.chování
  - termoplasty
  - reaktoplasty
  - elastomery
- Podle výroby
  - polymeráty
  - polykondenzáty
  - polyadukty
- Podle molekulární struktury
  - lineární
  - větvené
  - síťované
- Podle aplikací
  - standardní
  - hi-tech,...
- Podle chemického složení

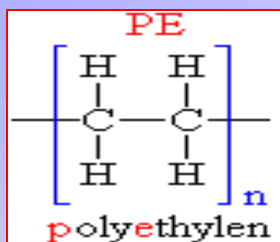
## • Historie:

- Celuloid – 1.plast, z celulózy (1862)
- 1.syntetické polymery – bakelit (1907)



Vzorec monomeru	Název monomeru	Vzorec polymeru	Obchodní název
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	<i>ethylen</i>	$[\text{CH}_2 - \text{CH}_2]_n$	<i>Polyethylen PE</i>
$\text{CH}_2 = \text{CH}$ 	<i>styren</i>	$[\text{CH}_2 - \text{CH}]_n$ 	<i>Polystyren</i>
$\text{CH}_2 = \text{CH}$   Cl	<i>vinylchlorid</i>	$[\text{CH}_2 - \text{CH}]_n$   Cl	<i>PVC - polyvinylchlorid Novodur Igelit</i>
$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$	<i>tetrafluorethylen</i>	$[\text{CF}_2 - \text{CF}_2]_n$	<i>Teflon</i>
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	<i>1,3 - butadien</i>	$[\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2]_n$	<i>Buna</i>
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} = \text{CH}_2$   CH <sub>3</sub>	<i>2-methyl-1,3-butadien (isopren)</i>	$[\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} = \text{CH}_2]_n$   CH <sub>3</sub>	<i>Kaučuk</i>
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} = \text{CH}_2$   Cl	<i>2-chlor-1,3-butadien (chloropren)</i>	$[\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} = \text{CH}_2]_n$   Cl	<i>Neopren</i>

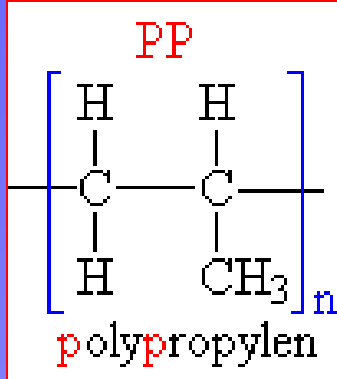
## Polyethylen



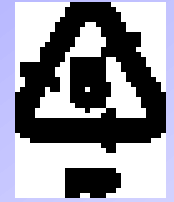
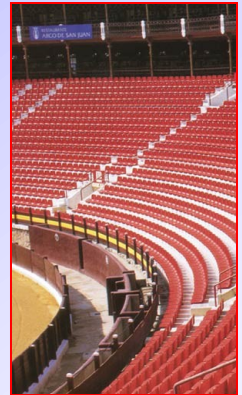
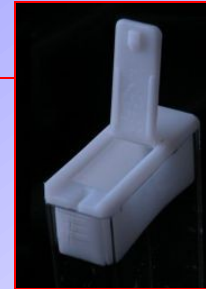
- Pevný, odolný proti vodě, chemikáliím a mrazu, výborný elektroizolátor, HDPE – vysokohustotní, LDPE - nízkohustotní
- PET lahve, Mikroten – obalové folie, potrubí, gramofonové desky, chráničky kabelů, přepravky, trubky pro rozvod vody



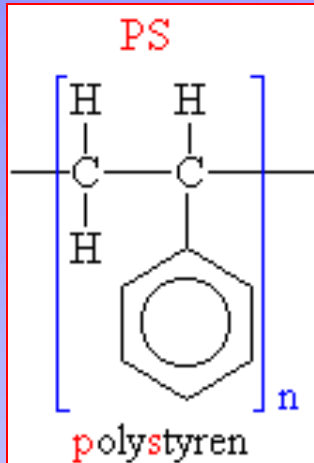
## Polypropylen



- Podobný PE, pevnější
- Zdravot.potřeby (dá se sterilizovat)
- Text.vláknna
- Obaly – na CD
- Plenkové kalhotky – vrstva, která neprosákne 😊
- Moira



## Polystyren

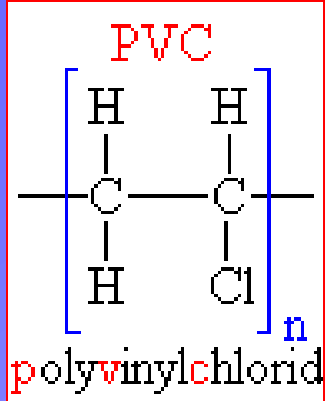


- Výborný vzhled, dobře se barví
- Spotřební zboží (hračky, kelímky,...), speciální betonové směsi, pěnový PS – izolace
- Modely letadel
- Skřínky rádií a TV





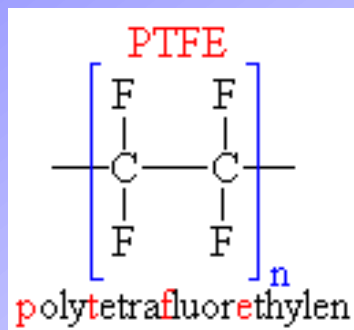
## PVC



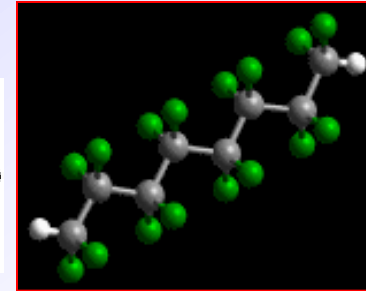
- Výborně se tvaruje za tepla
- Není moc odolný proti teplotě nad 45°C a mrazu
- Neměkčené PVC – Novodur (trubky, desky, nádrže)
- Měkčené PVC – Novoplast (linolea, hračky, filmy, ubrusy)
- Kopolymerace vinylchloridu a vinylacetátu – Vinyl
- Netříditelný – obsahuje Cl – zplodiny
- Okenní rámy, billboardy, klimatizace



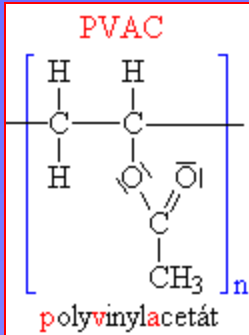
## PTFE - teflon



- Tepelně a chemicky odolný
- Těsnění pro chemický průmysl
- Zdravotnictví – kostní náhrady
- Pánve – tenká vrstva teflonu
- Povrchová úprava lyží, ložiska mostů

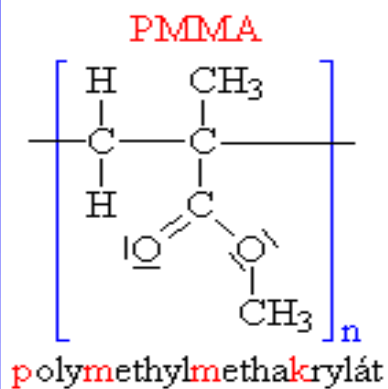


## PVAC - polyvinylacetát



- Výborná přilnavost
- Hydrolýza – PVA (lepidla – Herkules)
- Trubky na pohonné hmoty
- Výroba latexů – rozpustné ve vodě, nezávadné

## PMMA - polymethylmetakrylát

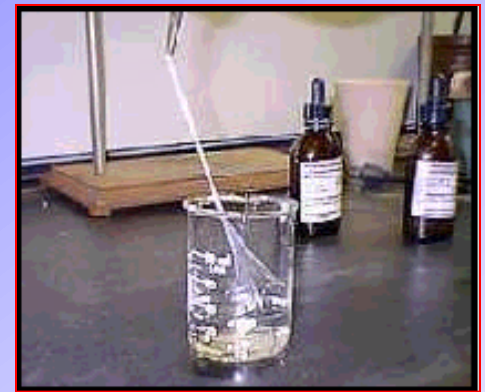


- Organické sklo (plexisklo) – výborná propustnost světla – světelné reklamy, lampy, zaskl.balkony
- Kontaktní čočky, zubní protézy,...
- Rámy oken – na PVC, drží barevnost



## Nylon

- Punčochy, prádlo, košile
- Vlasce, padáky
- Nitě pro chirurgy



## Silon

- 1941 (Otto Wichterle)

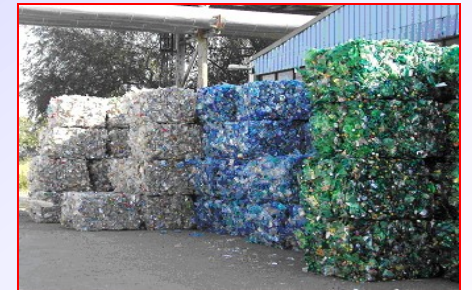


## Polyestery

- Lineární – textilie (s bavlnou), fleece, lana, filmy, magnetofonové pásky
- Zesíťované – nátěrové hmoty, lamináty

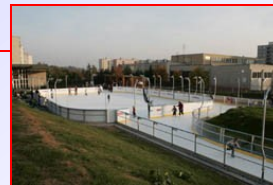
## PET - polyethylentereftalát

- Syntetická vlákna
- Obalové materiály



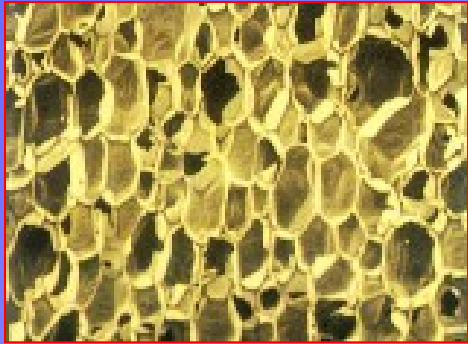
## PC - polykarbonáty

- Mantinely, zasklení, bezpečnostní zasklení (neprůstřelné sklo), ochranné štíty

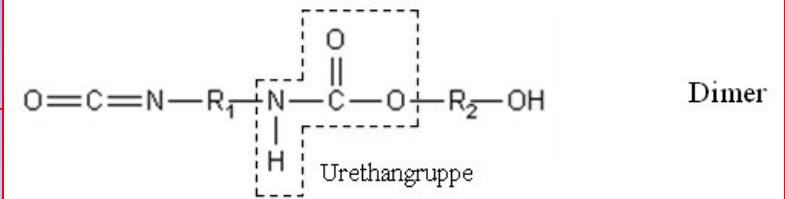
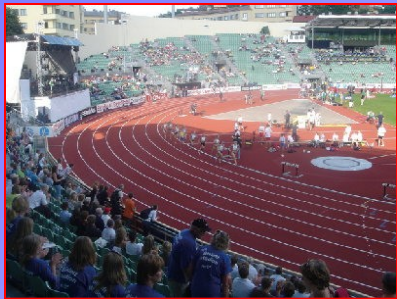
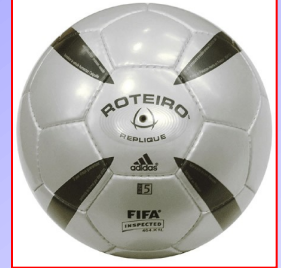




## PU - polyuretany

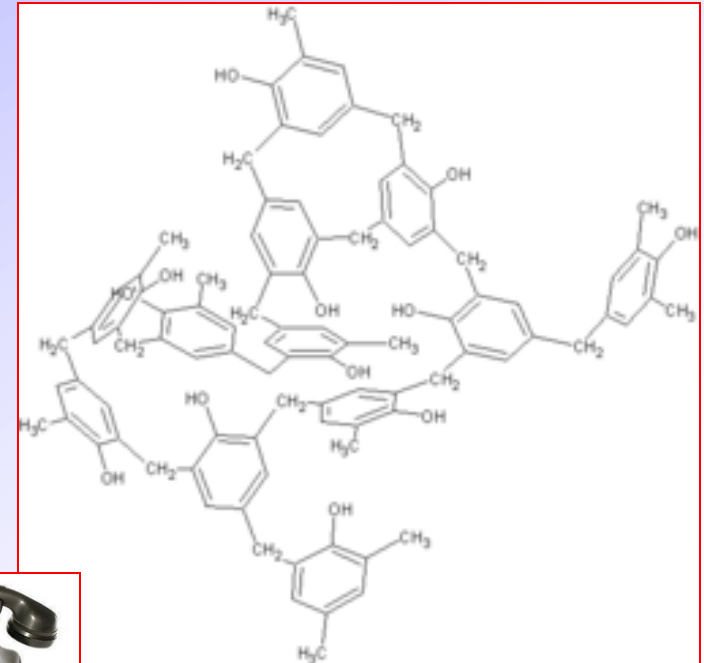


- Výplň lednic, izolace
- Odolnost vůči agresivnímu prostředí
- Toxický (izokyanát + alkohol)
- Lyže – výplň
- Matrace, umělý povrch-stadiony, autosedačky
- Fotbalové míče
- Bowlingové koule



## Fenoplasty

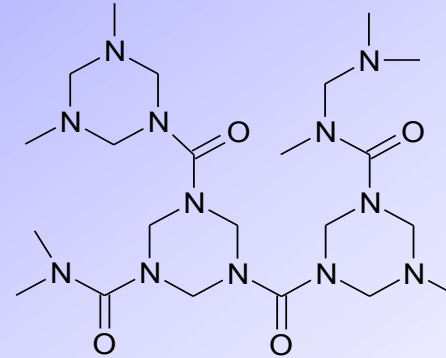
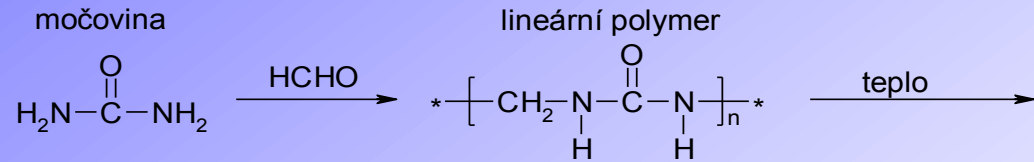
- Nejdéle známé plasty (1907)
- Fenol + formaldehyd
- Lineární – nátěrové hmoty, lepidla
- Síťované – nerozpustné pryskyřice – Bakelit (spotřební předměty, elektronika)



•struktura Bakelitu

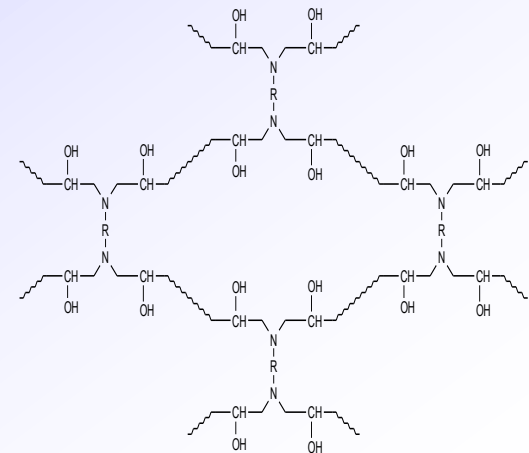
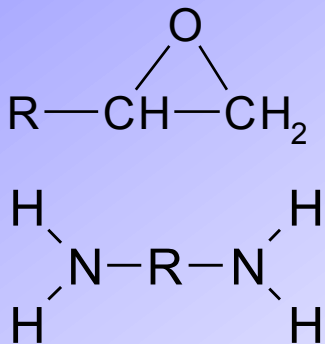
## Aminoplasty

- Formaldehyd + aminosloučeniny
- Močovinoformaldehydové pryskyřice
- Tmely, lepidla, nátěrové hmoty
- Nanášení na vhodný podklad – vrstvený materiál - Umakart



## Epoxidové pryskyřice

- Lepidla, tmely
- Epoxidová skupina + diamin
- Zesíťovaná struktura
- Pevné, tvrdé
- Výborná lepidla (lepí i kovy)
- Ochranné povlaky
- Výroba kompozitů



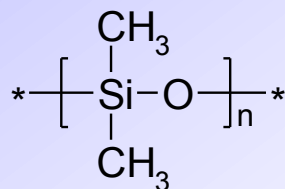
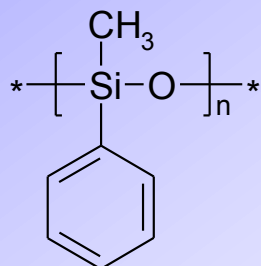
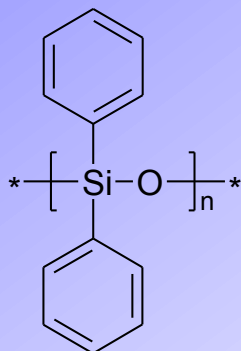


## Kaučuky

- Z kaučukovníku brazilského – bílá šťáva – latex
- 90% se vyrábí synteticky
- Poly -1,3 – butadien, polyizopren
- Butadien – styrenový kaučuk, nejběžnější, podrážky bot, pneumatiky
- Vulkanizace – S můstky mezi vlákny, tvrdost
- Měkká pryž – guma na gumování, prezervativy, chirurgické rukavice



## Anorganické polymery – polysiloxany (silikony)



- Si-O – pevná a pružná vazba
- Silikonové kaučuky a oleje – tepelně odolné
- Vlasové kondicionery
- Separátory (oddělení od formy – např. v gumárnách)

