

OBSAH	
OBSAH	1
CÍLE CHEMIE:	3
PRAVĚK	3
DOBA KAMENNÁ	3
<i>Paleolit</i>	3
<i>Mezolit</i>	4
<i>Neolit</i>	4
DOBA MĚDĚNÁ	4
DOBA BRONZOVÁ	4
DOBA ŽELEZNÁ	5
STAROVĚK	6
STAROORIENTÁLNÍ SVĚT	6
ANTICKÝ SVĚT	7
<i>STAROVĚKÉ ŘECKO</i>	7
<i>STAROVĚKÝ ŘÍM</i>	7
OBDOBÍ ALCHYMIE	8
VZDĚLANOST:	8
OBJEVNÉ CESTY	8
ALCHYMIE V RŮZNÝCH ZEMÍCH:	8
CÍLE ALCHYMIE:	9
PŘÍNOS ALCHYMIE PRO SOUČASNOST	9
PŮVOD SLOVA <i>ALCHYMIE</i>	9
V OBDOBÍ ALCHYMIE ODLÍŠÍME NÁSLEDUJÍCÍ ZÁKLADNÍ ETAPY:	9
SMARAGDOVÁ DESKA	10
ALCHYMIE ČÍNY	10
ALCHYMIE INDIE	10
ALCHYMIE EGYPTA	10
ISLÁMSKÁ ALCHYMIE	11
EVROPSKÁ ALCHYMIE	11
ALCHYMIE V ČECHÁCH	11
17. STOLETÍ – ZAČÁTEK VĚDECKÉ REVOLUCE	12
<i>OBDOBÍ ZRODU SAMOSTATNÝCH PŘÍRODNÍCH VĚD</i>	12
<i>PNEUMATICKÁ CHEMIE (PNEUMOCHMIE)</i>	13
18. STOLETÍ – OBDOBÍ VĚDECKÉ REVOLUCE	13
19. STOLETÍ – OBDOBÍ PRŮMYSLOVÉ REVOLUCE, STOLETÍ ATOMU	14
PRŮMYSLOVÁ CHEMIE	15
- <i>Textilní průmysl:</i>	15
- <i>Průmysl barviv:</i>	15
- <i>Kaučuk:</i>	15
- <i>Plastické hmoty:</i>	15
- <i>Metalurgie:</i>	16
- <i>Ropný průmysl:</i>	16
- <i>Zemědělství:</i>	16
- <i>Potravinářský průmysl:</i>	16
ROZVOJ CHEMIE A JEDNOTLIVÝCH CHEMICKÝCH DISCIPLÍN	16
- <i>Klasifikace chemických prvků:</i>	16
- <i>Atomová teorie:</i>	17
- <i>Relativní atomová hmotnost</i>	17
- <i>Vývoj názorů na slučování atomů –</i>	17

- Vývoj chemické symboliky a názvosloví.....	17
VÝVOJ CHEMICKÉ SYMBOLIKY	17
VÝVOJ CHEMICKÉHO NÁZVOSLOVÍ.....	18
Názvosloví anorganických sloučenin	18
Názvosloví organických sloučenin.	18
- Objev elektronu a radioaktivity	18
- Organická chemie.....	19
- Analytická chemie.....	19
- Anorganická chemie	19
- Elektrochemie.....	19
- Krystalografie:	20
- Lékařství:	20
- Fyzikální chemie:	20
- Biochemie	21
20. STOLETÍ – STOLETÍ ELEKTRONU	22
<i>Významné směry vývoje chemie ve 20 století:</i>	23
• Jaderná chemie	23
• Fyzikální chemie	23
• Analytická chemie	23
• Anorganická chemie	23
• Organická chemie	24
• Biochemie.....	24
• Průmyslová chemie	24

Historie chemie sahá k samým počátkům lidstva, až do pravěku (oheň).

Cíle chemie:

- Přispět k materiálnímu pohodlí lidstva
- Přispět k uspokojení intelektuální zvědavosti lidstva

PRAVĚK

nejdelší období lidských dějin. Začíná vývojem člověka a končí ve chvíli, kdy se na daném území začalo používat písmo (obvykle spojené s vytvořením nějaké formy státu). Proto skončil na různých místech světa v různou dobu. Období pravěku dělíme podle materiálu, ze kterého si lidé (resp. jejich předchůdci) vyráběli nástroje:

Doba kamenná

Paleolit (starší doba kamenná):

Mezolit (střední doba kamenná)

Neolit (mladší doba kamenná)

Eneolit (doba měděná)

Doba bronzová

Doba železná

DOBA KAMENNÁ

Paleolit

začal v době, kdy se člověk zručný poprvé (*Homo habilis*) naučil užívat nástrojů (rozhraní třetihor a čtvrtohor) a skončil koncem poslední doby ledové.

Podstatnou činností byl lov, zejména stádové zvěře, doplňovaný sběrem rostlin a plodů. Avšak **největším úspěchem pravěkých lidí bylo zjištění, jak ovládnout oheň**. Nejdříve byl oheň využíván jako **ochrana** před divokou zvěří a **zdroj tepla a světla**. Postupně se ale člověk naučil oheň využívat v daleko širším měřítku k nejrůznějším činnostem, především **k přípravě jídla** a dalších řemeslných dovedností.

Tím byl v dalších historických epochách umožněn vznik **hrnčířství** (8. tis. př. n. l.), **zpracování kovů** (od 6. - 7. tis. př. n. l.), **výroba kovů z rud** (od 4. tis. př. n. l.) a **výroba skla** (od 4. tis. př. n. l.)

Fosilní důkazy prvních ohnišť se datují do doby před 250 000 lety a vrstvy popela z Číny jsou staré až 400 000 let. Přesto je možné, že oheň byl využíván již před 1,5 milionem let. **Hoření bylo první chemickou reakcí, kterou člověk ovládl a využil ke svému prospěchu**. Podstata hoření zůstala ovšem tajemstvím až do dob A. L. Lavoisiera (18. století). Význam ohně je technologický, potravinářský a sociologický.

Mezolit

začíná při ústupu poslední doby ledové a je pro něj typické šíření zemědělství. V různých zemích se udává rozdílně - pro střední Evropu cca 8000 – 5000 př. n. l. Je charakteristický přizpůsobováním lovců a sběračů na rychle se oteplující klima. Výroba nástrojů této doby je rozšířena o **mikrolity** = miniaturní kamenné nástroje.

Neolit

- vzniká zemědělství a počátky chovu dobytka. Lidé začali záměrně a cílevědomě vyrábět, co potřebovali k životu. Zemědělské práce vyžadovaly nové druhy náradí. Lidé potřebovali nástroje pro rozrývání, kypření půdy a ke slizni obilí. Lidé potřebovali uskladnit přebytky vypěstovaných potravin (→ hliněné nádoby včetně vypalování). Vzniklo hrnčířství.

DOBA MĚDĚNÁ

- změny ve způsobu obdělávání půdy - použití oradla, tažné síly dobytka, užití prvních vozů.

V eneolitu se používaly dva známé druhy výrobních materiálů – tradiční kámen a nové kovy, zejména zlato, stříbro a měď, která byla v této době považována spíše za prestižní záležitost než ekonomicky významný činitel.

Zlato lidé zpracovávali na ozdoby za studena již před 6000 - 5 000 let př. n. l. Pravděpodobně bylo zlato prvním kovem, s nímž se lidstvo setkalo, ať už dobýváním nebo z náplaveb řek.

Stříbro poznali lidé později, protože se nevyskytovalo tak často ve formě čistého kovu jako zlato. Byla známa slitina zlata a stříbra (tyto kovy se v přírodě nacházely společně) pod názvem „as“, ale lidé zlato a stříbro společně přítomné ve slitině od sebe neuměli oddělit. Hlavní význam stříbra spočíval v jeho pozdějším využití - zejména v mincovnictví (v eneolitu mince ještě nebyly)

Měď nacházeli pravěcí lidé v přírodě čistou (bez příměsí jiných nerostů). Její předností bylo, že se dala snadno opracovávat.

DOBA BRONZOVÁ

Doba bronzová - slitina cínu a mědi, dnes nazývaná bronz. V této době došlo k rozšíření nové techniky výroby – odlévání kovů do forem a používání nýtů. Bronz byl znám od 4. tisíciletí př. n. l. v **Mezopotámii** a **Jižním Íránu**, odkud se jeho používání rozšířilo do celé Evropy. Bronz používaný v Jižní Americe obsahoval na rozdíl od bronzu používaného v Evropě také toxický arsen. Z toho důvodu nebyl v **Jižní Americe** využíván při výrobě nádobí.

Zpracování bronzu dosáhlo nejvyšší dokonalosti v **Číně**. Velké bohatství čínských nalezišť mědi a cínu napomohlo k dokonalosti čínského kovolijectví a kovotectví. Bronzové nádoby byly používány především při bohoslužbách. Jemné ozdoby nádob byly vytvořeny odléváním v tzv. ztracených formách. Formy byly tvořeny z vosku a vysypány tuhým, aby na určitou dobu odolaly žáru roztaveného kovu. Právě takto mohly vzniknout ty nejjemnější vzory.

Je pravděpodobné, že bronz byl znám dříve než čistý cín. Svědčí o tom nejstarší nálezy sekyr, šípových hrotů, oštěpů a jiných předmětů.

Nejstarší civilizace patrně znaly i antimon. Úlomky vázy z čistého **antimonu** se našly v **Mezopotámii** a jsou staré asi 6 000 let.

DOBA ŽELEZNÁ

Ne všechny dávné nálezy železa lze pokládat za lidské výtvoř (meteoritické železo, náhodná redukce), protože bez použití měchů nelze dosáhnout patřičné teploty pro jeho redukci.

Výroba železa - počátky u národa Chetitů v Malé Asii asi okolo 1500 př. n. l.

Chetitě dokázali jako první národ zpracovávat železo, ze kterého vyráběli zejména své proslulé a všemi obávané zbraně. Ze železa odlévali také sošky, nádoby a mísy. Výrobu železa velmi dobře střežili a k jeho rozšíření tak došlo teprve po rozpadu Chetitské říše někdy okolo roku 1200 př. n. l., kdy začíná doba železná. Od nich se výroba železa šířila na Balkán a v průběhu 7. - 6. století př. n. l. pronikla i do střední Evropy.

STAROVĚK

Vznik písma. Znalost a využívání kovů.

- staroorientální svět
- antický svět.
 - Řekové
 - Římané

Staroorientální svět

- Blízký východ (stát starých Egyptanů, pak Persie),
- Mezopotámie (dříve říše babylonská, asyrská, chetitská),
- Indie
- Čína

Antický svět

První evropskou civilizací (tj. společenstvím lidí, kteří žili ve společném státě a používali písmo) je starověké Řecko. Prošlo dlouhým vývojem začínajícím už v 16. stol. př. n. l. a teprve roku 146 př. n. l. bylo vtěleno do římské říše. Ve starověkém Řecku byly položeny základy moderních věd, jako je matematika, fyzika nebo historie (tehdy nedílných součástí filozofie). Starořecká demokracie a kultura jsou inspirativní dodnes. V průběhu svého vývoje Řekové pilně kolonizovali pobřeží Středoziemního moře a v tzv. helénském období (323 - 31 př. n. l.) vytvořili rozsáhlé říše sahající od Egypta až po Indii.

Římané, obyvatelé Apeninského poloostrova, mnohé převzali od svých vyspělejších sousedů Etrusků i řeckých kolonistů a dále tyto znalosti a dovednosti podle vlastních potřeb rozvinuli. V průběhu více než tisíc let trvajících vývoje (753 př. n. l. – 476 n. l.) se toto malé království přeměnilo nejprve v republiku a posléze v impérium vnímané podle tehdejších znalostí o velikosti Země jako světové.

STAROORIENTÁLNÍ SVĚT

Zlato bylo pravděpodobně prvním kovem, s nímž se lidstvo setkalo (před 6000 - 5 000 let př. n. l.), ať už dobýváním nebo z náplaveb řek. Lidé je zpracovávali na ozdoby za studena. Obliba zlata je všeobecně známa ve starém Egyptě, kam bylo dováženo z nalezišť v Nubii.

Prvním kovem získaným z rud byla měď. Postupně byla nahrazována slitinou mědi a cínu – bronzem.

Na Blízkém východě se objevilo železo. Nejprve zpracování meteoritického železa. Sumerové mu proto říkali „kov z nebes“. Železo na ocel dovedli zpracovat Číňané, Egyptané i Chetitové, kteří v té době ještě prožívali dobu pravěku. Kolem roku 1 000 př. n. l. se ocel vyráběla v Indii a přes město Damašek se dovážela do Evropy (tzv. Damascenská ocel).

Olovo v Babylonii znali již ve 3. tisíciletí př. n. l. Sulfidem olovnatým (PbS) si Egypťanky malovaly obočí a olovenou bělobou ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) se líčily. V té době již byla známá i rtuť. V Egyptě byl cín znám od 3 000 př. n. l. Cín obsažený v egyptském bronzu pocházel z Íránu a později ze Zadní Indie.

ANTICKÝ SVĚT

STAROVĚKÉ ŘECKO

Relativně vysoký rozvoj vědy. Začaly se objevovat první veřejné vědecké instituce a ty počaly přebírat úlohu vědeckých center místo klášterů. Vědomosti nejen o chemii byly soustředěny v písemné formě v Alexandrijské knihovně.

Hledání pralátky: Ionští filozofové – Thalés, Anaximénés a Herakleitos: základní pralátkou je buď voda, vzduch nebo oheň.

Teorie čtyř živlů: V 5. století př. n. l. k těmto třem pralátkám přidal Empedoklés ještě zemi a položil tak základ teorii čtyř živlů. Dle Empedokla byly všechny látky složeny z těchto čtyř pralátek v různém poměru.

Démokritos: myšlenky o atomech - základ materialismu a částicové teorie hmoty. Atomy jsou podle Démokrita velmi malé, nepřetržitě se pohybují v prázdném prostoru, jsou různě těžké a pohyblivé, mají schopnost se shlukovat a sdružovat, čímž vznikají všechny pozorované hmotné útvary.

Metalurgie železa se dostala do Řecka na přelomu 13. – 12. století př. n. l. Výrobu železa a oceli popsal např. Aristotelés.

Do Řecka se vozilo olovo z Kypru a Římané je těžili v dolech v Lauvionu. Sloužilo na výrobu vodovodního potrubí, mincí a psacích tabulek. Řekové používali i síru, hlavně při bohoslužbách jako vykuřovadlo.

V Řecku byly objeveny zákony šíření, odrazu a lomu světla. Ke stavbě domů se začaly používat pálené cihly. Řekové znali také sklo a keramiku.

STAROVĚKÝ ŘÍM

Římané se na rozdíl od Řeků dívali na vědu s pohrdáním. Řím byl vojenský stát, proto Římané byli zdatní zejména v technice zpracování kovů. Římané v této době znali zlato a pojmenovávali jej *aurum*, a také stříbro, které nazývali *argentum*. Uměli od sebe oddělit stříbro a olovo z jejich společné slitiny. Měď nazývali *kov kyperský* podle naleziště mědi na Kypru. Římané také těžili měděné rudy ze španělských ložisek v Rio Tinto. Olovo těžili v dolech v Lauvionu. Rtuť vyráběli z rumělky (HgS).

OBDOBÍ ALCHYMIE

Období alchymie není samostatným historickým obdobím. Zasahuje svými počátky do starověku, prochází celým středověkem a její stopy nalézáme ještě v prvním století raného novověku.

Vzdělanost:

Hlavním proudem středověké filozofie a teologie v Evropě v 9. - 15. století byla scholastika¹. V roce 1088 byla v italském městě **Bologna** založena **první** evropská a současně i **světová univerzita**. V příštích staletích vznikly po celé Evropě desítky dalších univerzit, včetně **Univerzity Karlovy v Praze (1348)**. V té době se na univerzitách přednášelo právo, teologie, filozofie a podobně; přírodní vědy se začaly vyčleňovat až během 17. století a důsledně se osamostatnily až v 19. století.

Objevné cesty

Ještě v průběhu pozdního středověku (přibližně 14. – 15. stol.) docházelo k postupnému růstu těžebních a na ně navazujících výrobních odvětví. Závěr středověku (přibližně 15. stol.) zastihl Evropu s již relativně vyčerpanými zdroji surovin (zejména drahých kovů) a ztíženými podmínkami obchodu, závistivě sledující bohatý a vyspělý Dálný východ.

Potřeba tuto situaci změnit ve prospěch Evropanů motivovala v následujícím období výzkumy. Zatímco portugalští mořeplavci si v 15. a 16. století razili cesty na východ, španělští následovníci Kolumba (objev Ameriky 1492) záhy ovládli indiánské říše v Americe a posléze byla prvním obeplutím světa dokázána jeho kulatost. Už tehdy byla zjištěna nesmírná bohatost nerostných zdrojů Jižní Ameriky, která ohromuje dodnes. Touha Evropanů po nerostném bohatství, zejména po drahých kovech, byla podnětem k drancování vyspělých indiánských civilizací a vedla téměř k jejich postupné likvidaci.

Alchymie v různých zemích:

- Alchymie Číny (4. století př. n. l. – 12. století n. l.)
- Alchymie Indie (8. století n. l. - 13. století n. l.)
- Alchymie Egypta (3. století př. n. l. – 7. století n. l.)
- Islámská alchymie (8. století n. l. – 17. století n. l.)
- Evropská alchymie (polovina 11. století n. l. – 15. století), v ní pro nás významné místo zaujímá • Alchymie v Čechách (14. – 17. století n. l.)

¹ **Scholastika** (lat. scholasticus = patřící škole) je hlavní proud středověké evropské filozofie a teologie, uplatňovaný v 9. - 15. století, představující neživotný, strnulý a dogmatický způsob myšlení nebo výkladu. Základ tvořila **dogmata**, tj. myšlenky formulované určitou autoritou. Jejich správnost nebylo možno dokázat, byla založena na víře v její správnost a neomylnost určité autority. Scholastika je spjata se vznikem univerzit v Evropě, např. v Boloni, Oxfordu, Cambridge, Krakově, Vídni, Lipsku aj. Dělíme ji do tří období:

- **raná scholastika** (11. – 12. století) – *spor o univerzálie* (obecné pojmy)
- **vrcholná scholastika** (13. století) – *sumarizační snahy* (shrnutí všech vědomostí do knih – sumy), představitelé: Roger Bacon, Albert Veliký, Tomáš Akvinský aj.
- **pozdní scholastika** (14. – 15. století) – stagnace scholastiky, rozvoj přírodních věd a křesťanské mystiky.

Alchymie zahrnovala kromě chemie také fyziku, medicínu, magii, mineralogii, metalurgii, spiritismus, přírodovědu aj.

Cíle alchymie:

- zhotovení kamene mudrců – sloužícího k přeměně obyčejných kovů ve zlato
- příprava univerzálního rozpouštědla
- příprava tekutého zlata = léku dodávajícího tělu odolnost vůči všem nemocem
- získání elixíru života – látky způsobující omlazení organismu a prodloužení života
- příprava hermetických (mystických) léků
- palingeneze – rekonstrukce organismů z jejich popela
- homunkulus – uměle vytvořená živá bytost

Přínos alchymie pro současnost

Každý alchymista pracoval utajeně a výsledky své práce neposkytoval nikomu, pouze je konzultoval s jiným alchymistou. Pro utajení používali různé symboly a značky, kterým rozuměli jen oni sami.

Alchymie nahromadila velké množství chemicko-technologických zkušeností.

Alchymisté **vypracovali** dodnes běžně užívané **metody izolace látek** (sublimace, destilace, krystalizace aj.), různé způsoby žihání a rozpuštění, **vytvořili velké množství chemického nádobí** (třecí miska, baňky, nálevky, kádinky a další).

Již kolem roku 1200 n. l. **znali řadu prvků** (zlato, měď, železo, cín, rtuť, stříbro, síru apod.), **uměli připravit řadu látek**, např. kyselinu sírovou, dusičnou, chlorovodíkovou, znali výrobu sody, louhů, ledku nebo alkoholu.

V 16. století začala být alchymie postupně nahrazována vědeckým přístupem ke studiu látek a jejich vzájemných přeměn.

Původ slova alchymie.

Předpona **al-** je asi z arabštiny a znamená zázračnou moc.

Původ slovního základu nejasný:

- a) odvozen od staroegyptského slova **khemi** (černá země), starý název Egypta
- b) odvození od řeckých slov **als** (sůl) a **chymia** (roztavení, rozpuštění)

V období alchymie odlišíme následující základní etapy:

- Alchymie Číny (4. století př. n. l. – 12. století n. l.)
- Alchymie Indie (8. století n. l. - 13. století n. l.)
- Alchymie Egypta (3. století př. n. l. – 7. století n. l.)
- Islámská alchymie (8. století n. l. – 17. století n. l.)
- Evropská alchymie (polovina 11. století n. l. – 15. století), v ní pro nás významné místo zaujímá
 - Alchymie v Čechách (14. – 17. století n. l.)

Smaragdová deska

Smaragdová deska, latinsky *Tabula Smaragdina*, je považována za jeden z nejstarších alchymistických textů.

O objevení desky existuje několik legend. Mimo jiné měla být objevena v hrobce Herma Trismegista.

Hermes Trismegistos je označován za autora mnoha děl, která vznikla přibližně okolo začátku letopočtu a jsou shrnuta v tzv. [Corpus Hermeticum](#). Různá další díla (převážně alchymistická) mu byla připisována i později. Často bývá označován za zakladatele [alchymie](#) a někdy též [astrologie](#). O jeho životě existuje mnoho různých legend, ale nic konkrétního není známo, a to ani to, zda skutečně existoval.

Hermes v traktátech popisuje umění, jak dělat zlato. Zmiňuje se o tajemné látce, zvané **Kámen mudrců** (*Lapis philosophorum*), která má moc změnit kov ve [zlato](#).

Do češtiny se o překlad smaragdové desky zasloužil **Bavor Rodovský mladší z Hustiřan**, pán na dvoře Rudolfa II.

ALCHYMIE ČÍNY

- Ve 12. století př. n. l. se v Číně objevila představa pěti živlů nazývaná **wu-sing**: dřevo, oheň, země, kov a voda. Z nich byla složena veškerá hmota. K teorii pěti živlů se o šest století později přidala dvojice dynamických sil, které jsou v protikladu: [jin-jang](#).
- Čínská alchymie byla zaměřena především na **hledání cesty vedoucí k prodloužení života**. Od 4. století př. n. l. se pátralo po elixírech k prodloužení života či k získání nesmrtelnosti.
- Čínští alchymisté vypracovali techniky destilace, sublimace a krystalizace. Dokázali vyrobit kyselinou dusičnou, připravit 80% alkohol a destilovat hlavně [rtuť](#).

ALCHYMIE INDIE

- Představa [čtyř živlů](#) – oheň, voda, vzduch a země.
- V Indii alchymie vznikla v područí léčitelství. Avšak vliv samotného léku se nepokládal za dostatečný bez božské pomoci. Stejně jako čínská alchymie se i indická snažila najít preparát na dlouhověkost a nesmrtelnost.
- Indští alchymisté považovali [zlato](#) za látku poskytující zdraví a dlouhověkost.
- Posvátné knihy *Védy* jsou důkazem nejstarší indické vzdělanosti. Podle nich je pojmenováno nejstarší chemické období v Indii – doba védická. Počátky alchymie jsou v jedné ze čtyř částí *Védy*, v Atharvě, která se zabývá čarodějnictvím a zaklínáním démonů, zločinců a nepřátel, spolu s radami k získání lásky žen aj.
- Práce s kovy byla v Indii na vysoké úrovni. Pověstná byla indická ocel, známá ve světě jako tzv. [Damascenská ocel](#), podle města Damašek, přes který byla dovážena do Evropy.

ALCHYMIE EGYPTA

- Spojení egyptských metalurgických, barvířských, sklářských aj. znalostí se starou řeckou filozofií.
- Nejstarší známá egyptská alchymistická literatura **Leydenský papyrus** (zpracování kovů) a **Stockholmský papyrus** (návody na moření a barvení látek), zvaných dle místa jejich uložení, pochází z 3. století n. l. Oba vykazovaly vysoký stupeň chemismu. Charakter poznatků v nich uvedených měl hlavně **praktický ráz**.

- Byli zruční ve výrobě kovů a slitin (výroba amalgamů, slitiny zlata a stříbra aj.). Staroegyptští skláři dovedli vhodným barvením skel vědomě napodobovat drahokamy.
- Alchymistický spisovatel Zosimos z Panopole (konec 3. století n. l.)

ISLÁMSKÁ ALCHYMIE

- Patří k alchymickým poměrně vyspělým - pokroky v alchymii, matematice, astronomii, lékařství.
- Rukopisy a zprávy získávali vojenskými výboji. Přijímali vzdělanost podrobených i sousedních národů a zpracovávali ji po svém. Navazovali na Aristotela. Jeho spisy překládali do arabštiny a horlivě studovali.
- Zakládání lékáren, první známá lékárna vznikla v Bagdádu v 8. století n. l.
- Učencem světového jména byl Abu Musa Džafar al Sofi, mezi Araby zvaný **Džafar**, mezi křesťany **Geber**. Další významný alchymista: Avicenna (napsal 450 prací, z toho 40 o medicíně.).
- Rozpracování experimentálních metod (filtrace, sublimace, destilace, různých druhů žhání,...), objev nebo příprava mnoha látek, např. fosfor. Znali lučavku královskou.
- Vliv arabské vědy na evropskou vědu a filozofii lze sledovat až do 17. století n. l. Řada slov dnes užívaných v chemii je arabského původu. Avicennův Kánon medicíny patřil k základním dílům západního lékařství až do novověku.

EVROPSKÁ ALCHYMIE

- Základ evropské alchymie položila alchymie arabská. V Evropě se nejdříve překládala arabská díla a teprve později začali tvořit evropští alchymisté svá díla vlastní.
- Evropští středověcí alchymisté nepřinesli v teorii mnoho nového, většinou rozvíjeli teorie arabských a egyptských alchymistů.
- Za nejstarší evropskou alchymistickou literaturu je považován rukopis ***Compositiones ad tingenda musiva***, návod k barvení mozaiky.
- Osobnosti: Albertus Magnus, Roger Bacon aj.
- Přínos byl především v rozpracování laboratorních metod a v přípravě nových sloučenin. Vypracování způsobů získávání kyselin (H₂SO₄, HNO₃). Bismut a platina.
- S koncem středověku (15. století) začíná v Evropě úpadek alchymistických věd, kterým vyhovovalo dogmatické středověké myšlení spolu s neomezenou vírou v autority.

ALCHYMIE V ČECHÁCH

- Datuje se od 14. do 17. stol. n. l.
- Zájem o alchymii vzrostl na přelomu 15. - 16. století v důsledku stagnace těžby stříbra. Důležitou roli sehrál i zájem o vzdělání. Nejvýznamnějším mecenášem alchymie, kromě císaře **Rudolfa II.** (1552-1612), byl jihočeský šlechtic **Vilém z Rožmberka** (1535 – 1592), který v Českém Krumlově a Třeboni zřídil laboratoře. Vystřídalo se zde několik domácích i cizích alchymistů, kteří postupně „rozpouštěli“ Vilémovo jmění. S přibývajícími léty Vilém snil více o elixíru mládí.
- Na Pražském hradě, za vlády císaře Rudolfa II., byla zřízena alchymistická laboratoř. Vůdčím činitelem byl Tadeáš Hájek z Hájků. Působilo zde kolem čtyřiceti alchymistů, kteří se zabývali výrobou zlata, aby císaři mohli zaplnit

prázdníci se pokladnice. Alchymisté nebyli soustředěni pouze v jedné laboratoři, ale byli rozptýleni v menších dílnách. Začala být zřejmě poprvé budována týmová vědecká spolupráce, která pravděpodobně byla počátkem vzniku vědeckých sdružení (akademií) ve světě.

- Nadějně období rozvoje alchymie v Čechách skončilo porážkou českého stavovského protihabsburského povstání v letech 1618 – 1620. Alchymie nezankla, ale změnila cíle, kterých chtěli alchymisté dosáhnout. Nešlo již o výrobu zlata, ale o nové směry, z nichž se postupně vyvinula např. iatrochemie aj.

17. STOLETÍ – začátek vědecké revoluce

- Třicetiletá válka. Z konfliktu vyšlo oslabeno zejména koloniální Španělsko, posílena vyšla Francie, Anglie byla Třicetiletou válkou téměř netknuta.
- 17. století = koloniální dobývání světa v čele s Francií a Anglií. Francie teprve v tomto období skutečně osidluje území v Severní Americe a Indii, předtím zabraná formálně. Také Anglie zabírá území ve stejném prostoru, což v následujícím století vede k válečným sporům.
- Španělsko a Portugalsko jsou již v 17. století v útlumu.
- **Vědecká revoluce**. Postupný konec slepé víry v dogmata. Zájmy vědy široké (poznání povahy světla, nebeská mechanika, objevení mikrosvětla,...).
- Pokrok některých výrobních odvětví umožnil vznik prvních vědeckých měřicích přístrojů,
- zdokonalily se výzkumné postupy (induktivní postup²)
- Věda získala soustavnější pozornost panovníků/vlád (např. založení *Královské společnosti pro vědecké činnosti* v Londýně roku 1660).
- Konstituovaly se jednotlivé přírodní vědy a začaly se formulovat základní teoretické představy.
- Část vědců, představitelů přírodních věd, se stále více distancovala od praktických technických úkolů, zejména výrob. Tím se přírodní vědy začaly štěpit na dvě větve:
 - věda užitá (směřuje k přímému využití, provázela lidstvo od prvopočátků jeho existence)
 - věda čistá (směřuje především k pochopení pozorovaných skutečností)
- Evropská **chemie** v 16. století a na počátku 17. století spadá do vrcholného období alchymie, někdy považovaného za samostatné období nazývané iatrochemie (lékařská chemie).
- Období 17. století můžeme z hlediska vývoje chemie rozdělit na:
 - Období zrodu samostatných přírodních věd
 - Období pneumatické chemie

OBDOBÍ ZRODU SAMOSTATNÝCH PŘÍRODNÍCH VĚD

- První krok: astronomie - příspěvky k pádu dogmat.
 - *Mikuláš Koperník* (16. stol.): Země není středem světa. Otáčí se kolem své osy a obíhá kolem pevně stojícího Slunce. V roce 1604 oznámil G. Galilei svou podporu Koperníkovu prohlášení.
- Kromě astronomie, fyziky a matematiky se v tomto období rozvíjela také geografie, mineralogie, botanika a zoologie.

² **Dedukce** - vyvození závěrů pro konkrétní případ z obecných pravidel.

Např.: *Sokrates je člověk - člověk je smrtelný - Sokrates je smrtelný.*

Indukce - jde opačnou cestou než dedukce - od jednotlivého k obecnému.

- Chemie: Z osobností je třeba zmínit zejména lékaře [Agricolu](#) a později jednoho z vynikajících teoretiků a experimentátorů, kterým byl [Robert Boyle](#).
- K charakteristickým jevům tohoto období patřilo:

- **vznik vědecké a technické literatury**

Vědecké traktáty v 17. století měly již charakter **učebnic**. Rýsoval se trend směřující ke vzniku vyčerpávajících **encyklopedických děl**, které dokumentovaly vědu a techniku na vrcholné úrovni doby, ve které vznikly.

- **zakládání akademii**

- V roce 1663 byla založena **Londýnská královská společnost**, tzv. Royal Society. Jejími členy byli např. I. Newton nebo R. Boyle. Jejich hlavním cílem bylo úsilí o rozvoj věd. V roce 1666 vznikla v **Paříži Akademie věd** a po ní v různých zemích Evropy další instituce zvané rovněž „Akademie“.
- V Praze vznikla v roce 1769 **Soukromá učená společnost**, která byla základnou pro **Královskou českou společnost nauk**.
- Společnost pokračovala pod stejným názvem i po vzniku Československa (1918). Byla nucena skončit až v roce 1952 (vznik státní **Československé akademie věd**).

PNEUMATICKÁ CHEMIE (PNEUMOCHMIE)

- Velmi významný mezník rozvoje chemie jako vědy. Mezi zakladatele patří [J. B. van Helmont](#).
- Název pochází z řeckého *pneuma* = vánek, dech, vzduch.
- Zabývala se vlastnostmi plynů. Objev hmotnosti vzduchu, vakua, vývěvy, jímání plynů nad vodou, měření jejich objemu.
- *G. Galilei*, zjistil, že vzduch má hmotnost, věřil však nadále v nemožnost vakua.
- Jeho žák *E. Torricelli*: 1644 barometrický tlak, vynález rtuťového barometru, důkaz existence vakua.
- Objev vývěvy
- [R. Boyle](#) (od r. 1680 prezident Londýnské královské společnosti) např. dokázal, že za nepřítomnosti vzduchu se nemůže šířit zvuk, na světlo a magnetismus vakuum nepůsobí. **Také vyslovil názor, že život a spalování ve vakuu nejsou možné = jedno z východisek k velké chemické a fyziologické revoluci v 18. století.**

18. STOLETÍ – období vědecké revoluce

- 18. století - zápas Anglie a Francie o koloniální panství. Vítěz = Velká Británie. Svět stával den ode dne „angličtější“.
- V Británii 18. století – průmyslová revoluce, od konce 18. stol. se šířila dál do Evropy. Tradiční agrární společnost se začala měnit v moderní průmyslové národy. Uplatnění koncentrovaného kapitálu, mechanizace a tovární výroby. Parní stroj (James Watt, 1765 – ale parní stroj znám už dříve).
- Británie měla pro rozvoj masové velkovýroby ideální předpoklady (dostatek uhlí i vhodný terén pro budování dopravních sítí, zejm. levných vodních).
- **Ve 2. pol. 18. stol.** Došlo k rychlému rozvoji výroby a přechodu od ruční práce k využití. Projevilo se to v metalurgii, při obrábění kovů, ve využívání parních strojů, následně pak rozvojem dopravy, růstem textilního průmyslu.
- Dalším významným průmyslovým úspěchem bylo **používání ropy** (bez další úpravy) na svícení v lampách.

- Počínající populační exploze vyvolala **intenzifikaci zemědělské výroby**. Byl opuštěn úhorový cyklus a začala se využívat **hnojiva** a pěstovat nové plodiny. To vše kladlo **větší nároky na rozvíjející se chemický průmysl**.
- **Hranice mezi jednotlivými obory byly velmi vágní, navíc zůstávaly v rámci filozofie**. Filozofové tedy byli zároveň vědci a naopak. Stejně jako v předchozím století to byli nadšenci, kteří jen zřídka přednášeli na univerzitách.
 - Spíše než „proč“ vědce zajímalo „jak“.
 - Mezi bohatými se stávalo módou vlastnit fyzikální či chemickou laboratoř.
 - Pokroku průmyslu však v tomto století přispívala věda jen velmi omezeně a před technikou si uchovávala značný, oddělený předstih.
 - **Chemie** - důkladně řešila **problém spalování** → **flogistonová teorie**:
 - Z řeckého *phlox* = plamen. Každá látka schopná hoření musela dle této teorie obsahovat látku zvanou **flogiston**. Každá z hořlavých látek byla tedy složena ze dvou částí:
 - *specifické* (*calx*) = ta část, která po hoření zbyla
 - *obecné* (flogiston) = ta část, která způsobovala hořlavost a při hoření unikala.
 - Tvzení, že při spalování se ztratí část hořlavých látek, odporovalo zjištěným faktům, že při žíhání kovů dochází ke zvětšování hmotnosti. Zastánci teorie proto v obdobných případech připsali flogistonu zápornou hmotnost.
 - Flogistonová teorie shrnula do jednoho systému hoření, žíhání kovů a dýchání (všechny děje, kde dnes hovoříme o slučování s **kyslíkem** či o oxidaci). Obdobně byla považována redukce nebo odnímání kyslíku za přijímání flogistonu.
 - Tato teorie se sice neosvědčila, ale boj proti ní způsobil oživení experimentální činnosti i vědeckého myšlení a byl proto velmi užitečný pro další rozvoj chemické vědy.
 - Na konci 18. století se flogistonovou teorií podařilo definitivně vyvrátit **A. L. Lavoisierovi**, který ji nahradil dodnes platnou teorií hoření – **teorií oxidace**.
 - **Fyzika – parní stroj** (1765), **elektřina**: odlišení vodičů a nevodičů (1731), objev kondenzátoru (1745), odlišení „kladné a záporné elektřiny“ (1758), objev Coulombova zákona (1785).

19. STOLETÍ – období průmyslové revoluce, STOLETÍ ATOMU

- Přelom a začátek 19. století: války hlavních evropských velmocí (Anglie, Rusko, Rakousko, Prusko) s napoleonskou Francií. V době Napoleonova pádu (1815) již byla Británie považována za „dílnu světa“ (velký objem výroby: těžba uhlí, textilní výroba, výroba železa).
- Od 20. let 19. stol. těžební a výrobní postupy průmyslové revoluce byly rozšířené ve většině zemí Evropy. Po r. 1830: velký rozvoj železniční sítě → převoz surovin a výrobků ve velkém.
- **Po r. 1870 druhá vlna industrializace (1867: Siemens – dynamo): využití elektřiny a spalovacího motoru** → zefektivnění výroby (pásová výroba apod., nástup vědy v roli výrobní síly).
- Německá říše nemá žádné významnější kolonie, ale zachytí novou vlnu průmyslové revoluce a během třiceti let se umístí mezi nejvýkonnějšími ekonomikami světa. O to bude v následujícím století její nespokojenost s rozdělením světa, vyjádřená hrozivým zbrojením, nebezpečnější.
- 19. stol. je **obdobím průmyslové revoluce**: parní čerpadlo; parní lokomotiva, Watt – parní stroj.

- Průmyslová revoluce **zasáhla nejdříve textilní výrobu**. Objev mechanických spřádacích a tkacích strojů poháněných parními stroji umožnil prudké zvýšení výroby. Poptávka po textilních výrobcích stimulovala rozvoj železářského a chemického průmyslu (*barviva, bělicí prostředky*) což vyžadovalo zvýšení těžby uhlí a výroby koksu i dokonalejší dopravu.
- **Chemii jako hlavní pomocnou vědu textilního průmyslu můžeme nazvat vědou 19. století**. Následně začala pronikat i do jiných odvětví, např. zemědělství a lékařství.
- Koncem 19. stol.: **chemický výzkum je podstatná část chemického průmyslu**.
- Jednotlivé přírodovědné vědy neměly mezi sebou v 19. století ještě jasně definované hranice. Chemie se v této době nesmírně rozrostla a začala se rozčleňovat na jednotlivé obory.
- Vývoj chemie v 19. století začleníme do následujících čtyř základních oblastí:

Průmyslová chemie

- *Textilní průmysl:*

zvýšení poptávky po pracích a bělicích prostředcích → zvýšit produkci H₂SO₄ (čištění vlny před barvením, výroba chemikálií pro bělení vlny), produkci sloučenin **chloru** (bělicí účinky), **sody** (výroba pracích prostředků a barviv) apod. Nedostatek surovin pro rozvíjející se textilní průmysl vedl v 2. pol. 19. stol. ke snahám o výrobu **syntetických vláken**. Ta byla objevena až po roce 1929.

- *Průmysl barviv:*

do konce 18. stol. Se používala přírodní barviva: tmavomodré indigo získávané z rostlin – indigoovník pravý – západní Afrika, fialový purpur získávaný z mořských plžů – ostranka jaderská – střeozemní moře, žije 5-50 m hluboko, na 1 plášť bylo potřeba asi 100 000 ostranek – přírodní barviva byla drahá a vzácná). Barviva syntetická byla levnější a dostupnější. **Prudký rozvoj barvářské chemie a technologie: anilinová barviva (1856), pak azobarviva (1858 objev diazotace, 1870 kopulace) a benzidinová barviva (kancerogenní, dnes zakázaná, ne všechny země to respektují).**

- *Kaučuk.*

v Evropě znám od roku 1496 (přivezl jej Kolumbus). Pružné kaučukové míče používali Indiáni ke hrám. **V pol. 18. stol. V Evropě použití na gumování písma z papíru**, po rozpuštění v terpentinu → **lepidlo**. Konec **18. stol.: impregnace textilu. Vynález pneumatik (1888)** - přírodního kaučuku nedostatek³ – hledání syntézy umělého kaučuku.

- *Plastické hmoty:*

1835 připraven první syntetický plast – **polyvinylchlorid (PVC)**. Průmyslově vyráběn až roku 1925. **U zrodu průmyslu plastů byl kulečník** - v 2. pol. 19. stol. nesmírně populární → nedostatek slonoviny na výrobu kulečnickových koulí → vypsalí newyorští výrobci kulečnicku soutěž na dokonalou náhradu slonoviny. Přitom objeven

³ **Kaučukovníky**, z nichž se získávala kapalina zvaná latex, která se vyschnutím přeměnila na pevný kaučuk, se až do **2. pol. 19. stol.** pěstovaly jen v Jižní Americe, později i Jihovýchodní Asii.

celuloid. Z kaseinu z mléka a formaldehydu byl připraven galalit – imitace slonoviny, dřeva, → knoflíkářský průmysl, klávesy pián, ale daly se s ním imitovat i drahokamy.

- Metalurgie:

popsán chemismus dějů ve vysoké peci. 1856 navrženy **konvertory** pro zkujňování roztaveného **železa** vzduchem (Bessemer). 1877 – výápná vyzdívka konvertorů umožnila zpracování Fe rud obsahujících **fosfor** (do té doby netěžených). Od 80. let se postupně zavádí **legování oceli**.

- Ropný průmysl:

1859 první vrtací ropná věž (do této doby se ropa těžila vědry ze studní) → řádově lépe dostupná ropa. Od poč. 18. stol. použití bez další úpravy na svícení v lampách, od 90. let 19. stol. palivo do motorů. Pak vývoj technologií zpracování/frakcionace ropy.

- Zemědělství:

Více lidí zejména v průmyslových městech – nutno zlepšit zemědělství. **Šlechtitelství** → **J. G. Mendel** (dědičnost - pokusy s křížením odrůd hrachu, 1865). Velký vliv měla právě chemie. Do zač. 19. stol. se předpokládalo, že prvek vody se přeměňuje v prvek dřeva nebo země. Po roce bylo 1790 dokázáno, že to je omyl. Koncem 18. století: myšlenka, že půda potřebuje kromě organického hnojiva i hnojivo neorganického původu → návrh na přidávání anorganických solí do půdy (**J. von Liebig** – zakladatel agrochemie). Liebigova zpráva zavedla rozdělení živé tkáně včetně potravin do skupin **sacharidů**, **tuků** a **bílkovin**. Pro rostliny hovořil o dusíku, fosforu a draslíku (NPK). Vzniká velký **průmysl fosfátových hnojiv** - superfosfátů.

- Potravinářský průmysl:

Sušení, nasolení, vaření a mrazení – známy již v době kamenné, ale nestačilo to na dlouhou dobu pro mnoho lidí. **L. Pasteur** v 2. pol. 19. stol. ukázal, že vyloučíme-li ze vzduchu neviditelné mikroby, je možné dlouho udržovat rostlinné a živočišné látky, aniž shnijí. Tím teoreticky vysvětlil zkušenosti slavného kuchaře Apperta (1810), který zavařoval potraviny do zapečetěných skleněných nádob → základ **konzervářského průmyslu**. Mladá termodynamika → využití tepelného stroje i k výrobě **umělého chladu**.

Rozvoj chemie a jednotlivých chemických disciplín

- Klasifikace chemických prvků:

Od pol. 18. stol. do pol. 19. století objevování mnoha nových prvků → zkomplikování chemie, snaha objevit vztahy mezi prvky. **Již první snahy o klasifikaci chemických prvků byly založeny na jejich atomových hmotnostech**. Zpočátku nezdary: nepřesné určení atomových hmotností, hodně prvků ještě nebylo známo. **D. I. Mendělejev** a **J. L. Meyer**, za použití odlišných přístupů, našli cestu k získání užitečné klasifikační metody. Mendělejevovo schéma publikované 1869 bylo natolik dobré, že mu umožnilo předpovědět vlastnosti několika dosud neobjevených prvků. Ještě za jeho života bylo několik z nich objeveno a jeho předpovědi se ukázaly být pozoruhodně přesné. Jeho systém byl také natolik univerzální, že umožnil včlenění celé "rodiny" prvků po objevu vzácných plynů. Periodický systém klasifikace prvků,

který byl odvozen na empirických základech, navrhl systematické vztahy mezi různými prvky, ale **vysvětlit, proč tomu tak je, se nepodařilo ještě téměř celých následujících 50 let.**

- Atomová teorie:

První představy o atomu vyslovil již starověký řecký filozof Démokritos. Vědeckou formu atomové teorii poskytl na začátku 19. století John Dalton, podle kterého se každý chemický prvek skládá ze stejných atomů, které nelze měnit ani ničit, ale lze je skládat do složitějších struktur (sloučenin). I když fyzika 20. století vyvrátila Daltonovu představu o nedělitelných atomech a objev izotopů vyvrátil i tvrzení o shodnosti atomů téhož prvku, sehrála atomová teorie při rozvoji chemie významnou roli.

- Relativní atomová hmotnost

Nejdůležitějším pokrokem atomové teorie bylo zavedení tzv. atomové váhy, dnes označované jako relativní atomová hmotnost, která se stala jednou z nejdůležitějších veličin používaných v chemii vůbec. Protože skutečné hmotnosti atomů byly v 19. století experimentálně nedostupné, začali chemikové odvozovat tzv. atomové váhy z **hmotnostních poměrů prvků ve sloučenině**. Jako první uveřejnil tabulku atomových vah běžných prvků J. Dalton. Za **základ pro stanovení** atomových vah si Dalton zvolil **vodík** – nejjednodušší prvek. Atomová váha jiných prvků pak udávala, kolikrát je hmotnost atomu prvku větší, než hmotnost atomu vodíku. Dalton ale neměl možnost experimentálně zjistit skutečné poměry počtu atomů prvků ve sloučeninách. Domníval se tedy například, že v H_2O , NH_3 i C_2H_4 jsou poměry počtu atomů prvků 1:1. Z těchto chybných předpokladů vyplývaly i chybné hodnoty atomových vah a to zpochybňovalo platnost atomové teorie. Švédský chemik J. J. Berzelius provedl a správně interpretoval mnoho analýz, za základ stanovení hodnot atomových vah zvolil **kyslík**. Roku 1826 vydal tabulku atomových vah prvků, které až na několik výjimek odpovídají hodnotám dnešním. Od roku 1961 byl přijat nový standard – **uhlík**. Současně bylo doporučeno změnit název veličiny na "**relativní atomová hmotnost**".

- Vývoj názorů na slučování atomů –

uvažovaly o elektrickém náboji atomů při vzniku vazby a vedly např. k rozvoji elektrochemie.

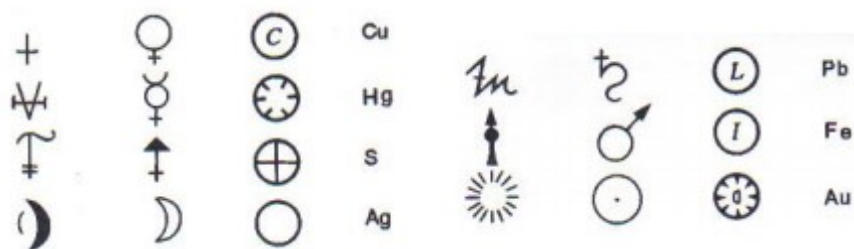
- Vývoj chemické symboliky a názvosloví

VÝVOJ CHEMICKÉ SYMBOLIKY

- **Ještě v 18. století se používaly v chemii staré alchymistické symboly.** Znaků bylo přes 4000 a navíc se u jednotlivých autorů od sebe lišily. K pokusům o zjednodušení vedly práce Lavoisierovy, jeden ze zjednodušujících návrhů pochází od J. Daltona z roku **1808**.

Pro každý z tehdy známých prvků zavedl zvláštní úpravu kroužku. Sloučeninu označoval takovým počtem kroužků daného prvku, kolik atomů tohoto prvku podle

tehdejších znalostí sloučenina obsahovala ve své nejmenší částici. I tak ale byly



symboly složité.

- R. 1811 značky prvků nahradil J. J. Berzelius **začátečními písmeny latinského názvu prvku**. V této formě jsou v podstatě chemické značky používány **dodnes**. Kolem r. **1826** se na návrh francouzského chemika **J. B. A. Dumase** začalo používat zápisu chemických dějů pomocí **chemických rovnic** v podobě používané **dodnes**.

VÝVOJ CHEMICKÉHO NÁZVOSLOVÍ

Názvosloví anorganických sloučenin

Na reformě chemické nomenklatury pracovala např. francouzská pracovní skupina vedená A. L. Lavoisierem. Základem jejich názvoslovného systému je **podvojně názvosloví chemických sloučenin**, vycházející ze stejných zásad jako názvoslovné systémy botanický a zoologický. Při tvorbě názvů vycházeli autoři z **francouzských** názvů chemických prvků. Na návrh **J. J. Berzelia** bylo názvosloví chemických sloučenin založeno na **latinských** názvech prvků a **k odlišení různých sloučenin téhož prvku** byly použity odlišné **přípony**, eventuálně **předpony**. Na rozdíl od českého názvosloví nepoužívá mezinárodní názvosloví pro anorganické sloučeniny charakteristický název pro jednotlivá oxidační čísla, rozlišuje pouze nižší a vyšší hodnotu oxidačního čísla daného prvku. Pokud jde o **české názvosloví anorganických sloučenin**, velká je zásluha **profesora Emila**. Je považováno za **nejdokonalejší a nejdůmyslnější chemické názvosloví v národním jazyce vůbec**.

Názvosloví organických sloučenin

První názvy organických sloučenin byly zavedeny dříve, než bylo cokoli známo o struktuře látek. Byly proto používány tzv. **triviální názvy** (močovina, olejová kyselina, citronová kyselina, vinná kyselina, chlorofyl,...). **Radikálové názvy** (1. pol. 19. stol): methylalkohol, methylethylketon, etylchlorid aj.). Pro složitější molekuly tento systém nestačil. **1892** přijat nový systém – **systematické názvosloví**, založený na **substitučním** principu (základ většiny dnes používaných národních názvoslovných systémů).

- Objev elektronu a radioaktivity

Objev radioaktivity v 19. století a její podstaty na začátku 20. století → nutno opustit představu o neměnném a nezničitelném atomu (názor fyziky i chemie 19. století).
1891: elektron = **nejmenší elektrické množství** přenášené **iontem**.
1897: elektron = **elementární částice obsažená v atomu** (objev **J. J. Thomson**).

Objev radioaktivity

W. C. Roentgen – konec 19. stol. – objevil nový druh záření (dnes zvané rentgenové). Měl řadu následovníků: **H. Becquerel** r. 1896 objevil u uranu záření, které se chovalo podobně jako rentgenové paprsky. Francouzský fyzik **P. Curie** a

jeho pozdější žena, polská fyzička **Marie Sklodowska-Curie**, prokázali tuto schopnost u dalších prvků a podařilo se jim izolovat z jáchymovského smolince polonium a radium (1898) Pro záření navrhli označení **radioaktivita**. Ale ani oni nedokázali vysvětlit podstatu tohoto záření.

Klíčem k řešení byl výzkum vlastností radioaktivního záření – jednotlivé druhy paprsků se lišily pronikavostí, chováním v magnetickém poli i hmotností a k odlišení proto bylo použito označení paprsků **alfa, beta, gama**.

Další poznání podstaty radioaktivního záření spadá do 20. století a je spojeno např. se jmény E. Rutheforda, F. Soddyho, K. Fajanse, A. S. Russela aj.

- Organická chemie

1. pol. 19. stol. – chaos, jen snaha o přípravu nových látek. . Potřebovala znalosti o atomu, elektrochemii, chemické vazbě, ... Ale nic z toho známo nebylo – neměla na čem stavět. Nepřesná znalost atomových hmotností – marné snahy o analýzu organických látek (identifikovat organickou látku je mnohem obtížnější než anorganickou – barva, rozpustnost, tvrdost, teplota tání, ...). Vědci se ve svých teoriích částečně mýlili a ostatní jejich myšlenkám jen málokdy rozuměli.

Základy dnešní organické chemie položil F. A. Kekulé, (spolutvůrce teorie chemické struktury společně s **A. M. Butlerovem**). Dle něj: organická chemie = chemie sloučenin uhlíku, teorie valence chemických prvků, objevem čtyřvalnosti **uhlíku**, způsobu řetězení uhlíkových atomů, návrh strukturního vzorce benzenu.

Rok 1858, kdy Kekulé zveřejnil své názory, se často označuje jako začátek rozvoje organické chemie. Vynikl jako učitel, jeho učebnice organické chemie napsaná v letech 1861-1867 měla zásadní vliv na celou generaci. **Na jeho podnět se r. 1860 konal první světový kongres chemiků** - mezi cca 130 přítomnými byli také Liebig, **Wöhler**, Mendělejev, Cannizzaro (přispěl k určování atomové hmotnosti z hustoty plynu) – kongres definoval termíny atom, molekula, a vyřešil některé nomenklaturní otázky.

Po r. 1860: prudký rozvoj metod syntézy, **rozvoj průmyslu umělých barviv, lepší k pochopení chemie přírodních látek** (např. uhlovodíky, terpeny, puriny, proteiny, cukry, ...). Nárůst počtu známých sloučenin → klíčový problém je klasifikace, názvosloví, ...

- Analytická chemie

Některé poznajíž ze starověku a z období alchymie.

19. stol.: Pokroky při řešení problému **atomových hmotností** (Cannizzaro) a **vzorců**.

Rozvíjely se a využívaly: **gravimetrie, volumetrie** od 2. pol. 19. stol. – již šlo využít **indikátory**).

Instrumentální metody - konec 19. stol. (možnost využít elektřinu). **Spektroskop, refraktometr, polarimetr, mikroskop. Rychlost a citlivost instrumentální analýzy** zcela jasně **oprávnily vysoké finanční náklady** na tyto přístroje, zvláště tam, kde se prováděly **opakované analýzy**.

- Anorganická chemie

zkoumá přípravu a vlastnosti chemických sloučenin kromě uhlovodíků a jejich derivátů. Překrývá se s analytickou a fyzikální chemií, částečně i s fyzikou.

- Elektrochemie

!! objev elektronu až 1897 (J. J. Thomson).

1800: A. Volta: **galvanický článek** (Voltův sloup) - nadlouho se stal nejdůležitějším zdrojem elektrického proudu.

1834: **M. Faraday** - **zákony elektrolýzy**.

1867: Siemens – dynamo

1879: T. A. Edison - žárovka.

Studium vodivosti roztoků - mimo jiné **S. A. Arrhenius**: teorie elektrolytické disociace, ta následně vedla ve 20. století k definicím kyselin a zásad.

1889: teorie elektrochemických reakcí, Nernstovy rovnice,...

Elektrolýza: elektrolýza soli (1803), **příprava** kovového **sodíku** a **draslíku** (1807), kovového **hliníku** (1827). Výroba byla zahájena až po zajištění dostatečného množství elektrického proudu (Siemens, 1867 dynamo). V 80. letech byla zavedena **výroba chloru** a **hydroxidu sodného** diafragmovým (Bauer, 1884) a rtuťovým (Billiter, 1892) způsobem, dále pak výroba **jodoformu**, **manganistanu**, kovového **hliníku** a **mědi**.

o **Rozvoj oborů souvisejících s chemií**

- Krystalografie:

17. stol.: známa **neměnnost úhlů mezi ploškami krystalu**. Huygens: 17. stol: krystal je seskupením identických částic hmoty. 1824: mřížka krystalu je tvořena z atomů a ne z molekul. Vyzdvižena souvislost vlastností krystalů s jejich strukturou a s vlastnostmi látek. **1850** bylo popsáno všech 14 typů prostorových mřížek krystalů a dokázáno, že víc jich není. **Paprsky X**, (**konec 19. stol.**, **W.C. Röntgen**) – nástroj ke zkoumání vnitřního uspořádání krystalů. Krystalografie – se stala užitečným pomocníkem chemie.

- Lékařství:

zpočátku kladen hlavní důraz na fyziologii a anatomii. Existence mikrobů dlouho nebyla neuznávána. 1796: první úspěšné očkování (proti neštovicím). V 19. stol.: **L. Pasteur** – **boj proti mikrobům**. Napřed byly jeho názory odmítány, prosazení základních antiseptických opatření v nemocnicích bylo velmi pracné. Za pravdu mu daly jeho výsledky imunizace proti sněti u dobytka a proti vzteklině u člověka, což nakonec lékaře donutilo přijmout jeho názory. **Revoluce zahájená Pasteurem znamenala prakticky založení vědeckého lékařství**. Bakteriologie jako věda tak vstoupila do lékařské praxe a stala se její podstatnou součástí. Mj. umožnila nahromadění lidí v průmyslových městech 19. století.

Claude Bernard (1813-1878): důležité **vnitřní funkce těla** jsou podmíněny složitou **rovnováhou chemických reakcí**. Mnohé z nich popsal.

Další směr: studium mechanismu **nervové činnosti**.

Hledání a uplatňování stále lepších léků proti nemocem: 1897 objeven aspirin ve formě vez nežádoucích vedlejších účinků (funkce výtažku z vrbové kůry známa již v 5. stol. př. n. l., jeho funkce vysvětlena až 1971 a v r. 1982 oceněna Nobelovou cenou). 1803 izolován z opia lék využívaný především pro tlášení bolestí – morfin. Objev antibiotik je připisován sice 20. století, ovšem první krůčky k jejich objevu a pochopení jejich funkce učinili vědci již v 19. století.

o **Rozvoj interdisciplinárních věd**

- Fyzikální chemie:

1. interdisciplinární věda

1885 vydána učebnice W. Ostwalda *Lehrbuch der allgemeinen Chemie* poprvé shrnující zákonitosti fyzikální chemie a 1887 založen odborný časopis *Zeitschrift für physikalische Chemie*, u jehož vzniku stáli např. W. Ostwald, J. H. van't Hoff a S. Arrhenius.

1. pol. 19. stol.: zkoumáno **stavové chování reálných plynů, podařilo se zkapalnit** většinu plynů (zbytek po roce 1869 – objevena **kritická teplota; He: 1908**).

Počátky **termodynamiky** sice v 17. stol. (R. Boyle), ale skutečný rozvoj až po odlišení teploty a tepla (18. stol.). 1. pol. 19. stol.: **termochemické zákony** a **1. a. 2. věta termodynamická** → Gibbsova energie → odhad uskutečnitelnosti chemických dějů, výpočet hodnoty rovnovážné konstanty chemických dějů.

Konec 19. stol.: F. W. Ostwald formuloval teorii katalýzy, ale katalytické děje (fermentace - enzymy) využívány už ve starověku.

17. stol.: známo černání AgCl na světle, 1. pol. 19. stol. formulován 1. fotochemický zákon, 1835 objev fotografie, 1912: zákon fotochemické ekvivalence.

Nauka o elektřině a **elektrochemii** se dlouho vyvíjely společně. Základní pilíře byly položeny již v 18. století (vodiče a nevodiče, kondenzátor, kladný a záporný náboj, Coulombův zákon). Studium iontových dějů spadá přibližně do druhé poloviny 19. století (1834 **Faradayovy zákony**, 1887 **teorie elektrolytické disociace**, 1889 **teorie elektrochemických reakcí**)

Konec 19. stol. = konec období tzv. klasické fyziky. Pracemi J. C. Maxwella byla vybudována **jednotná teorie elektromagnetismu**, která spojila nauku o elektřině, magnetismu a optice s termikou. **Kinetická teorie** Maxwella-Bolzmannova vysvětlila chování látek v různých skupenských stavech i zákonitosti dříve empiricky poznané. Termodynamika začala ovlivňovat nejen konstrukce tepelných zařízení, ale pronikla i do chemie a chemické technologie. Teoretických poznatků se začalo hojně využívat v praxi (dynamo a elektrické motory, rozvod elektrické energie, bezdrátový přenos informací, konstrukce spalovacích motorů apod.).

Vědcům se zdálo, že vše podstatné již bylo objeveno, ale k zásadně novým objevům došlo teprve tehdy, když se začala studovat doposud málo prozkoumaná odvětví fyziky, např. elektrické výboje v plynech. Nové poznatky v této oblasti vedly nakonec k revoluci ve vědě a k narušení celé pečlivě vytvořené soustavy klasické fyziky (**krize fyziky**), svým rozsahem značně ovlivnily vývoj chemie 20. století.

- Biochemie

jako samostatná moderní věda **vznikla počátkem 40. let 19. stol.** Vliv na její vývoj měl **J. von Liebig** (minerální teorie). V 19. století vysvětlena podstata kvašení. Chemickou činností živých organismů se ve 2. pol. 19. stol. zabýval francouzský profesor chemie **L. Pasteur**. V 19. stol. též výzkum **fotosyntézy** a objev a výzkum **nukleových kyselin**.

20. STOLETÍ – STOLETÍ ELEKTRONU

1. a 2. světová válka, Ruská komunistická revoluce, Studená válka mezi blokem států řízených komunistickým Sovětským svazem a blokem demokratických států vedených USA (cca 40 let), hrozba globálního jaderného konfliktu. 90. léta – rozpad komunistického bloku.

Vědeckotechnické a hospodářské dějiny 20. století se ocitají ve výrazném vleku politického vývoje. Překotný rozvoj dopravy, vědy, komunikace a nových technologií zavedených do výroby na sklonku 19. století umožnil doslova závody ve zbrojení iniciované Německem (završené postupně dvěma světovými válkami), přičemž válečné konflikty byly naopak urychlovacím článkem pro další rozvoj vědy a techniky (k válečným účelům). Po roce 1945 nastává **3. fáze průmyslové revoluce**, v níž **věda předbíhá technickou realizaci a výrobu**. Jejím nejzřetelnějším projevem se stává využití jaderné energie, mikroelektroniky, kybernetiky a chemie. Ve výrobě probíhá komplexní automatizace a robotizace.

Objev elektronu (J. J. Thomson, 1897) měl rozhodující vliv na veškeré přírodní vědy. Objev elektronu vědce šokoval. Ukázalo se, že hlavní teoretické problémy chemie i fyziky jsou spojeny s rolí elektronu ve struktuře atomů, v chemických reakcích a v elektrických i optických jevech. Pochopení role elektronů v elektrických jevech vedlo k **vývoji neuvěřitelného množství elektrických přístrojů**, které následně našly uplatnění v chemickém výzkumu i v řízení průmyslu → vědecká "exploze", která zasáhla prakticky všechny přírodní vědy, ale i průmysl, zemědělství, medicínu,...

Vědecká "exploze" změnila i organizaci vědy. Zatímco na počátku 20. století byl výzkum pojmán jako činnost profesorů v době mezi vyučováním, po První světové válce se stal nedílnou součástí univerzitního života, občas až do té míry, že výuka začala být chápána jako nezbytné zlo mezi výzkumem.

Dvě světové války a ekonomická krize ve 20. století stimulovaly vědu a zásadně ovlivnily zkoumané oblasti. Válka směřovala výzkum k potenciálně vojenským možnostem využití. Když byl např. poprvé v První světové válce využit bojový otravný plyn, byli povoláni chemici jak k tvorbě ochranných prostředků, tak i k tvorbě dalších bojových plynů. Během Druhé světové války se pak věda zachovala skutečně bezhlavě, když lidstvu poskytla zbraně schopné během nezodpovědného okamžiku zničit vše živé na této planetě. **Na druhou stranu však mnohé válečné vynálezy, určené k zabíjení lidí, našly následně neocenitelné mírové použití** (hledání průmyslové výroby NH_3 mělo původně vést k výrobě levného střeliva pro válečné účely, ale následně bylo využito pro výrobu hnojiv. Podobně využití Yperitu jako bojovného otravného plynu vedlo k objevu jeho cytostatických vlastností – zejména u jeho dusíkaté obdoby - a následně k rozvoji chemoterapie).

Fyzika: 1879-1955 Albert Einstein. Vedle I. Newtona nejvýznamnější fyzik světa. 1905 speciální teorie relativity, 1915 obecná teorie relativity, 1905 vysvětlení fotoelektrického jevu (Nobelova cena 1921), 1905 – vztah mezi hmotností a energií, ... Po smrti se pitvou ukázalo, že mu chyběla část mozku a kompenzovala to jiná část, která byla o 15 % větší než obvykle. Tento zvětšený lalok obsahuje centra pro matematickou představivost...

Významné směry vývoje chemie ve 20 století:

• Jaderná chemie

Prokázána **existence izotopů**, čímž rozbily Daltonský předpoklad, že všechny atomy daného prvku jsou stejné. Proton objeven 1918, neutron až 1932.

Postupně se vyvíjely a upřesňovaly představy o atomu: 1904 Thomsonův model, 1911 Rutherfordův model, 1913 Bohrovův model, 1923 Louis de Broglie: dualita vlna-částice (původně studoval dějepis, ale Nobelovu cenu dostal za kvantovou fyziku), 1925 Schrodingerova rovnice, 1927 Heisenberg – princip neurčitosti, Dirac – předpověděl existenci antihmoty – 1933 Nobelova cena),...

Objev radioaktivity → objev protonu a neutronu, **umělé radioaktivity, přeměny těžkých prvků, uvolnění jaderné energie, produkce transuranů. Objev umělé radioaktivity → dostupnost nových izotopů.** Vysokoenergetické urychlovače částic → **připravena řada subnukleárních částic** → zkomplikování představ o atomovém jádru.

• Fyzikální chemie

První mezioborová věda. Zahrnula elektrochemii, chemickou termodynamiku a termochemii, stala se základem pro nová odvětví chemického průmyslu.

Kvantová mechanika obrovsky získala na významu v souvislosti s problematikou atomové struktury a chemické vazby.

Rozvoj přístrojové techniky otevřel nové cesty získávání informací o molekulách. **Difrakce rentgenového záření** se ukázala být mocným prostředkem studia struktury krystalů, zvláště po nástupu rychlých počítačů. **Spektroskopie** také získala nově na významu. Další rozvoj **teorie roztoků. Chemická kinetika. Chemie makromolekul. Koloidní chemie.** Úspěchy této části chemie se odrážejí v **posunu průmyslu polymerů** od převážně empirického stadia k důmyslnému vědecky podloženému odvětví.

• Analytická chemie

Lepší využití **teoretických základů, přístrojové techniky a dostupnosti radioaktivních izotopů** jako prostředků chemické analýzy. Nastal zřetelný trend k obecnému používání **mikrotechnik**, případně **ultramikrotechnik**.

Zvláště významná se ukázala být **chromatografie**. (separační i kvantitativní využití, rozvoj studia přírodních látek). 1922 objevena **polarografie** (současně kvalitativní i kvantitativní měření, velká rychlost, citlivost, nízká cena vybavení, nenáročná na přípravu vzorků – Nobelova cena Jaroslav Heyrovský 1959).

• Anorganická chemie

Zkoumány nově **koordinační sloučeniny, cheláty, klathráty a π -komplexy.**

Zvláštní pokrok byl dosažen zejména v porozumění **vzácným zeminám, vzácným plynům, křemíku, boru, fluoru a méně známým přechodným prvkům**, jako je např. zirkonium nebo hafnium. Dvacáté století **zbořilo hranici mezi anorganickou a organickou chemií**, protože řada zajímavých sloučenin obsahuje atomy kovu vázané na organické skupiny.

Ve 20. stol. byla objevena řada prvků, hlavně díky úspěšným jaderným přeměnám vyvolaným bombardováním vysokoenergetickými částicemi. Poločasy rozpadů

prvků s protonovými čísly 43, 61, 85 a 87 jsou totiž příliš krátké, než aby se uvedené prvky mohly ve větší míře nacházet v přírodě.

Od roku 1900 prošla vývojem chemie všech prvků, ale zvláštní pokrok byl dosažen zejména v porozumění **vzácným zeminám, vzácným plynům, křemíku, boru, fluoru a méně známým přechodným prvkům**, jako je např. zirkonium nebo hafnium.

• Organická chemie

Prudký rozvoj - zlepšení aparatur, dostupnost reagensů a vývoj analytických metod umožňují řešit složitější problémy (reakční mechanismy, stereochemie, syntézy, studium přírodních látek – sacharidy, proteiny, aminokyseliny, steroidy,...)

• Biochemie

Pokrok ve studiu **hormonů** a **výživy**. Pracnost byla neuvěřitelná⁴ a pokrok v porozumění vitamínům pomalý - teorie stopových živin byla neznámá, nelze dlouhodobě přijímat izolovaně jednu potravinu (nelze zkoumat jeden faktor). Problematika vitamínů i přesto byla z větší části vyřešena kolem roku 1940.

Problematice **fotosyntézy** a **metabolismu** začala být zvláštní pozornost věnována po roce 1940 díky využití izotopového značení.

Výzkum **nukleových kyselin**: - r. 1953 objasněna struktura - vznik molekulární biologie.

• Průmyslová chemie

Na počátku 20. století byl chemický průmysl dominantou Německa a během První světové války narostl do celosvětových proporcí. Významným trendem byl **odklon od kamenouhelného dehtu** jako primárního zdroje syntézy organických látek; **jeho místo převzaly ropné produkty a produkty zemědělství**.

Obě světové války stimulovaly expanzi průmyslu. Byly zkoumány a využívány nové přírodní zdroje a byly vyráběny nové látky, aby uspokojily nenasytné potřeby válečného úsilí. Po příchodu míru využívání nových přírodních materiálů pokračovalo a bylo vynaloženo značné úsilí, které odklonilo využívání nových produktů k mírovým účelům (např. yperit – bojový plyn; dusíkatý yperit – základ léku proti rakovině). Zejména Druhá světová válka měla obrovské požadavky na chemický průmysl, nejen na tradiční výbušniny a ostatní chemické látky, ale také na lehké kovy, syntetický kaučuk, vysoce kvalitní letecké benzíny, syntetické oleje a tuky, léčiva a čisté izotopy pro nukleární zbraně.

Období studené války mělo také značný vliv na chemický průmysl, který musel vyhovět požadavkům jaderného výzkumu, poskytnout vhodná paliva pro trysková letadla a rakety,... **Kosmický věk** obrátil pozornost na řadu prvků a sloučenin, které dříve bývaly vzácnými zajímavostmi v laboratořích jedinců. Tím se takové kovy jako titan nebo zirkonium a paliva jako hydrazin nebo borany náhle staly předmětem poptávky.

Vývoj průmyslové ch. 20. stol. se týká **výroby standardních chemikálií, průmyslových plynů, rozpouštědel, řady dalších organických látek, chemických látek získávaných z produktů zemědělství, nových kovů a slitin, syntetických léků, výbušnin a dalších bojových látek, průmyslu ropy, plastů, textilií, průmyslu kaučuku a látek důležitých pro zemědělství**.

⁴ V 50. letech 20. stol. se např. vitamín B₁₂ získával z jater a vaječných žloutků a na 20 mg čistého vitamínu bylo potřeba tuny surovin.