

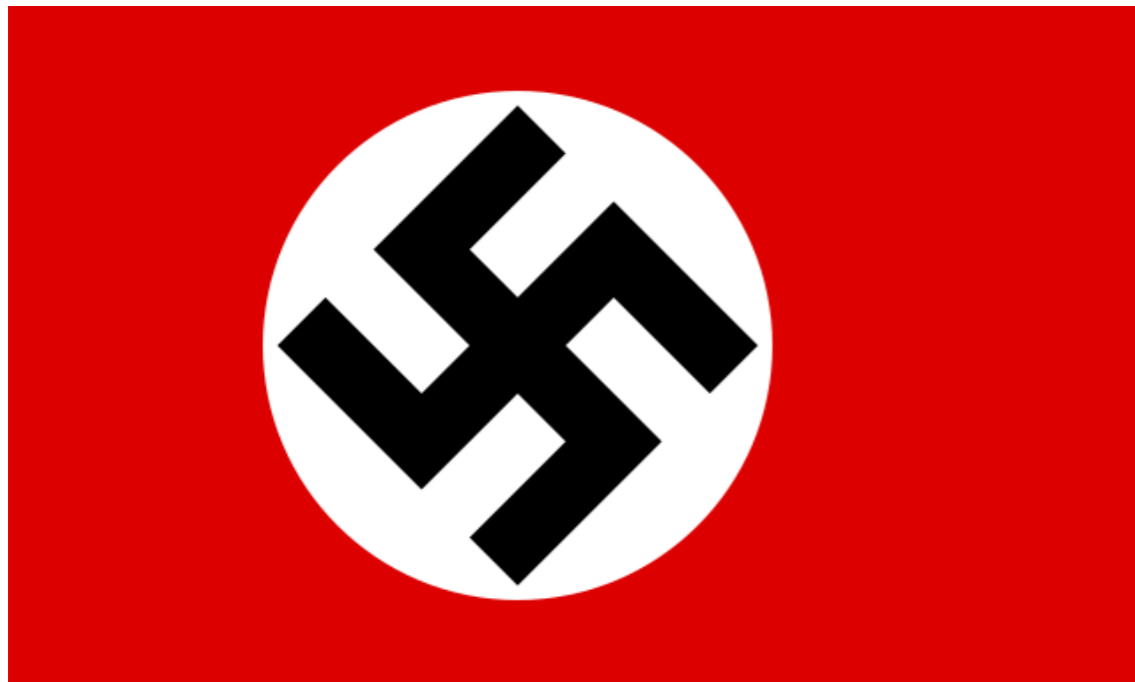
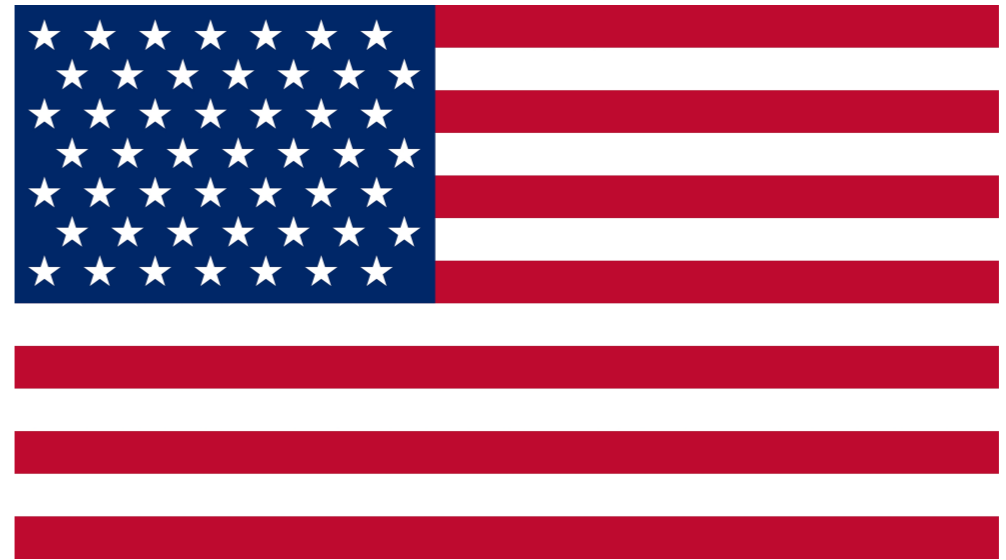
Historie chemie

20. století = století elektronu



Dějiny lidstva ve 20. století

- I. a II. světové války
- 1945 OSN (OOH)
- studená válka
- 1991 rozpad SSSR => uvolnění mezi Východem a Západem

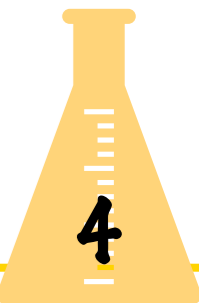


Na počátku 20. století ještě dominovaly světu evropské koloniální mocnosti. Nejmladší z nich, Německo (2. nejsilnější stát světa), však s dělením světového koláče, k němuž přišlo jako poslední, zásadně nesouhlasilo a nespokojenost dávalo najevo intenzívním zbrojením. Mnozí z těch, kteří posléze v srpnu 1914 narukovali na fronty války později označené jako 1. světová, věřili, že bude krátká a slavná. V jejím závěru však vypukla v Rusku komunistická revoluce. Tím se stalo, že mír, který po čtyřech letech zavládl, byl příliš nekompromisní i nekonstruktivní a podpořil nástup totalitních vlád. Agresivní nacistická ideologie vedla k další světové válce, avšak přinesla novou zkušenost a zároveň snahu prostřednictvím mezinárodních institucí (OSN) zastavit útočné postoje států. Poválečným létům však nakonec vštípila charakter studená válka mezi blokem států řízených komunistickým Sovětským svazem a blokem demokratických států vedených USA. Tento stav, probíhající více než tři desetiletí, nakonec zviditelňovala jen dílčí měření sil obou uskupení ve snaze posunout jazýček vah v ten či onen prospěch (Korea, Vietnam,...) a krize s neustálou hrozbou globálního jaderného konfliktu. Teprve 90. léta přinesla uvolnění mezi Východem a Západem způsobené rozpadem komunistického bloku.



Vědeckotechnické a hospodářské dějiny

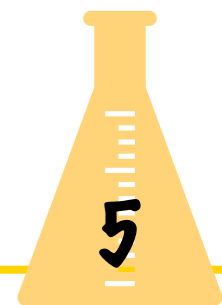
- I. a II. světové války urychlily vědeckotechnický rozvoj.
- po roce 1945 se začala 3. fáze průmyslové revoluce, charakterizující se využitím jaderné energie, mikroelektroniky a kybernetiky
- ve výrobě probíhá komplexní automatizace a robotizace



20. století - století elektronu

Objev elektronu těsně před začátkem 20. století (J. J. Thomson, 1897) měl rozhodující vliv nejen na další vývoj chemie, ale na veškeré přírodní vědy. Pokud 19. století může být charakterizováno jako století atomu, pak století dvacáté je stoletím elektronu, subatomární částice, která vztahuje atom ke spektroskopii a vede k novým možnostem chápání chemických kombinací.

Objev částice mnohem lehčí než atom vodíku vědeckou komunitu šokoval, přestože řada dřívějších objevů v chemii i fyzice tomuto objevu připravila půdu. Ukázalo se, že elektron je součástí všech druhů atomů a 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.

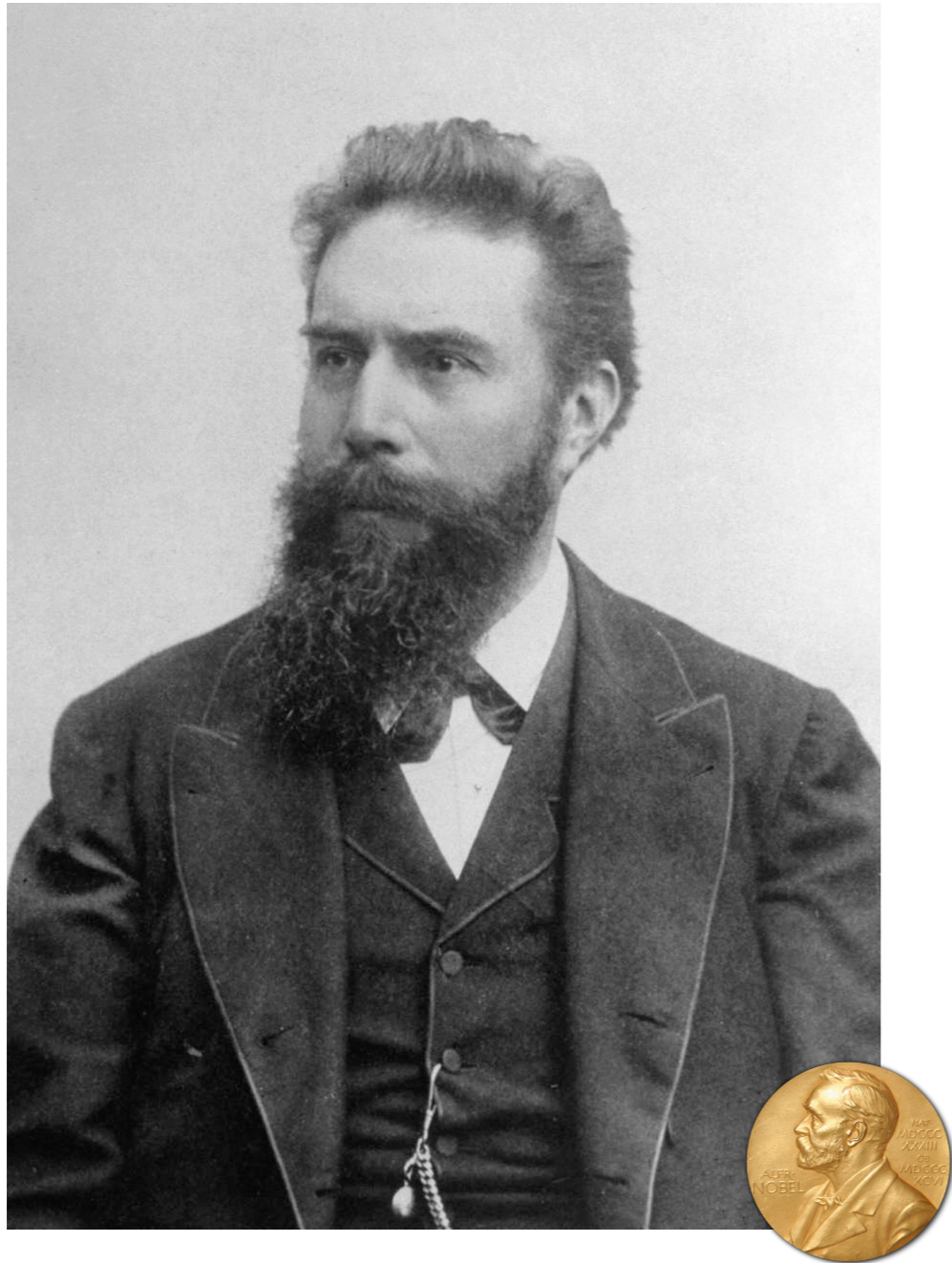


Významné směry vývoje chemie ve 20. století:

- **Atom: radioaktivita, stavba atomu, jaderná energie**
- **Fyzikální chemie**
- **Analytická chemie**
- **Organická chemie —> biochemie**
- **Průmyslová chemie**

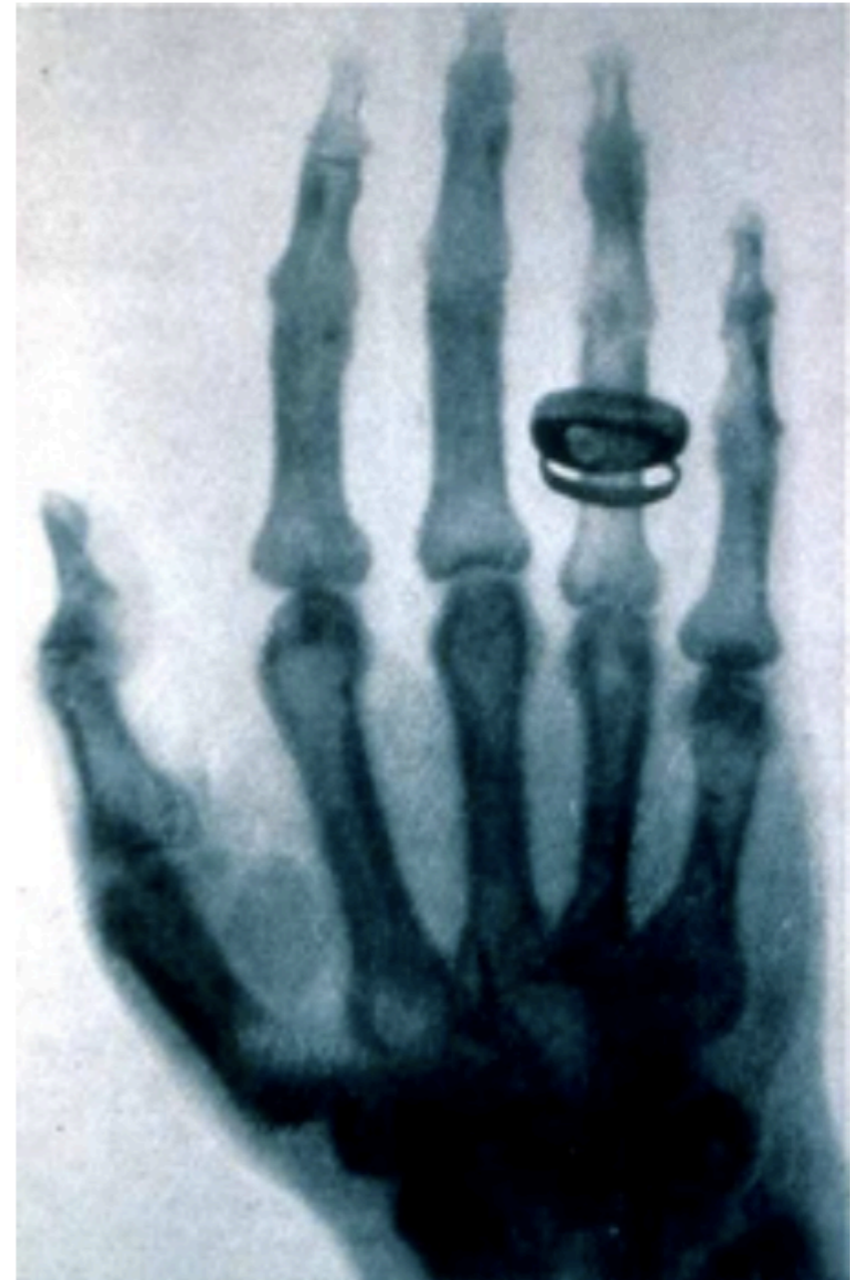


Jaderná chemie



Wilhelm Conrad Röntgen

1895 X-ray (neznámý paprsek)



Jeden z prvních rentgenů, ne-li první, byla ruka manželky Anny Berthy s prstenem



Objevili Ra (z lat. radius = paprsek)
a Po (podle Polska, rodné země
objevitelky)



Marie Curie-Skłodowska



Pierre Curie

první žena, vyznamenaná Nobelevou cenou, a to i dvakrát:

- 1903 výzkum radioaktivity (spolu s manželem)
- 1911 izolace čistého radia

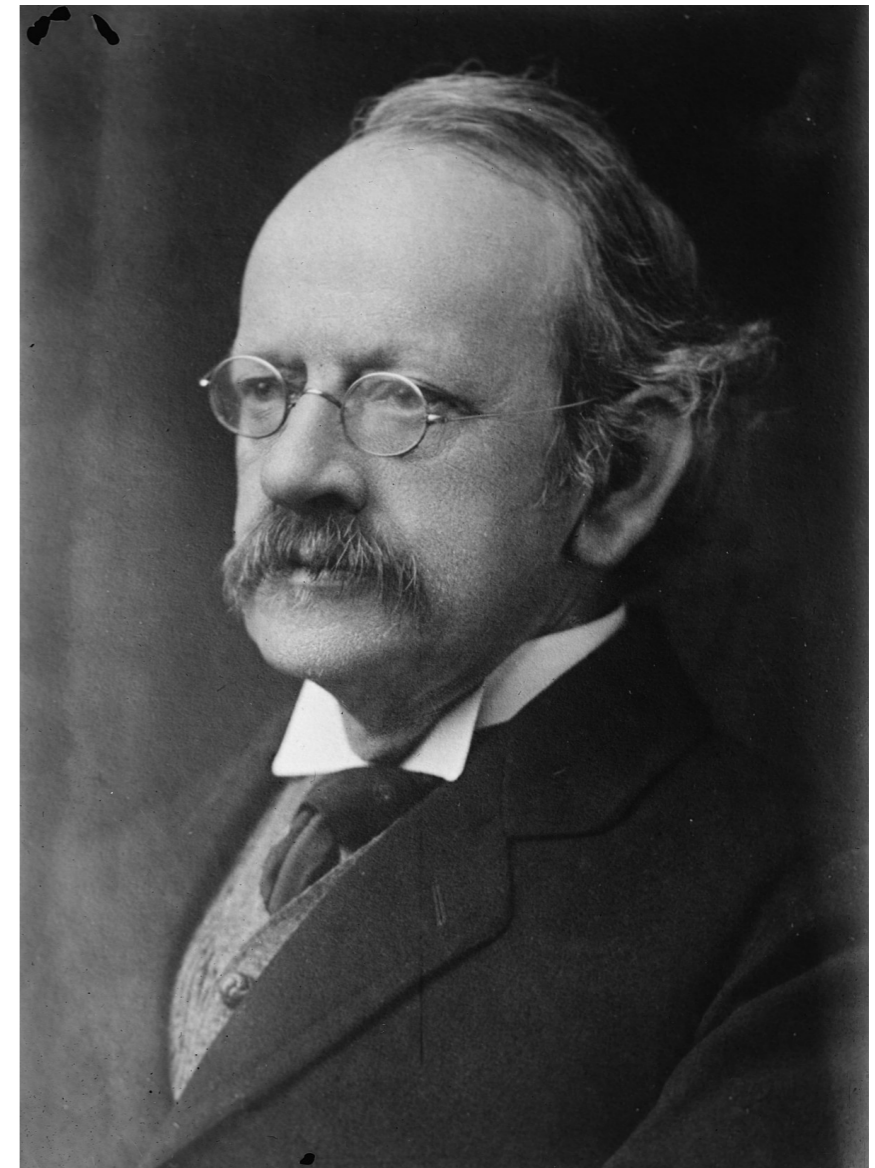
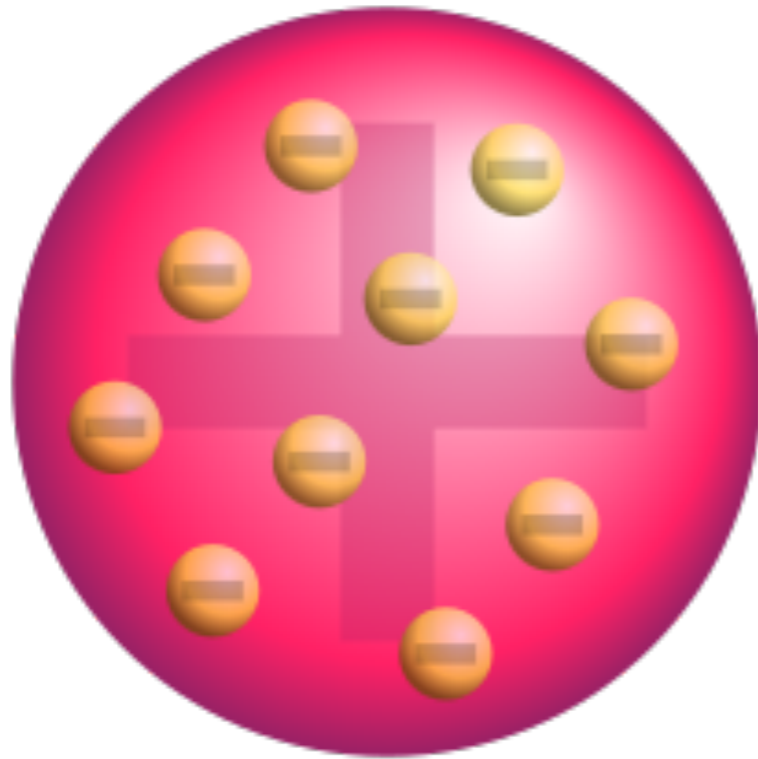


Objev radioaktivity v 19. století a vysvětlení její podstaty na začátku 20. století si vynutily změnu v nazírání na atom. Bylo třeba opustit představu o neměnném a nezničitelném atomu, na níž byla postavena fyzika i chemie 19. století.

Na počátku 20. století začínalo být jasné, že atomy nemohou být chápány jako neměnné neviditelné částice, ale jako částice, v nichž významnou roli hrají **elektrony**. Studie pomocí hmotnostní spektrometrie souhlasily se studii produktů radioaktivního rozpadu a poukázaly na **existenci izotopů**, čímž rozbily Daltonský předpoklad, že všechny atomy daného prvku jsou stejné.

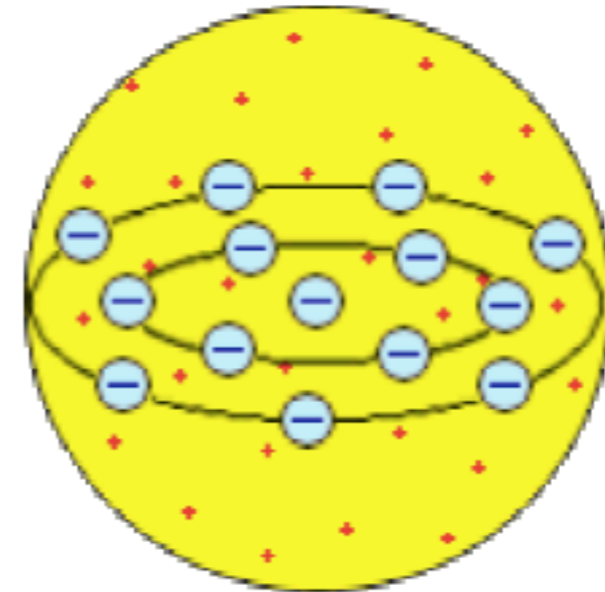


Thomsonův model atomu, 1904

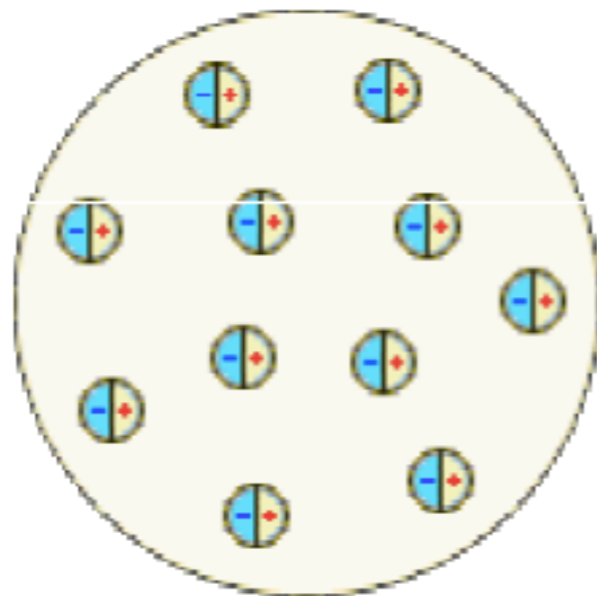


První model atomu navrhl **J. J. Thomson**, když poznal, že elektrony lze uvolnit z atomu kteréhokoli prvku a jsou tedy jeho nezbytnou součástí. Podle tohoto modelu je atom kulový, kladně nabitý útvar, v němž jsou rozptýleny záporně nabitě elektrony. Jejich náboj kompenzuje náboj kladně nabitého útvaru. Tento model umožnil vysvětlit ionizaci atomu, původ rentgenového záření i elektrické vlastnosti látek.

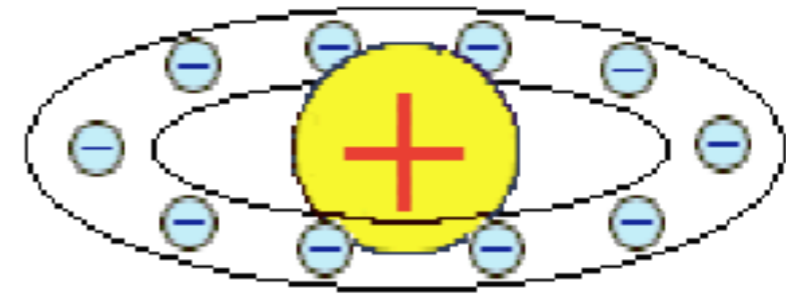
Jiné názory na stavbu atomu 1902- 1904



W. Thomson, 1902



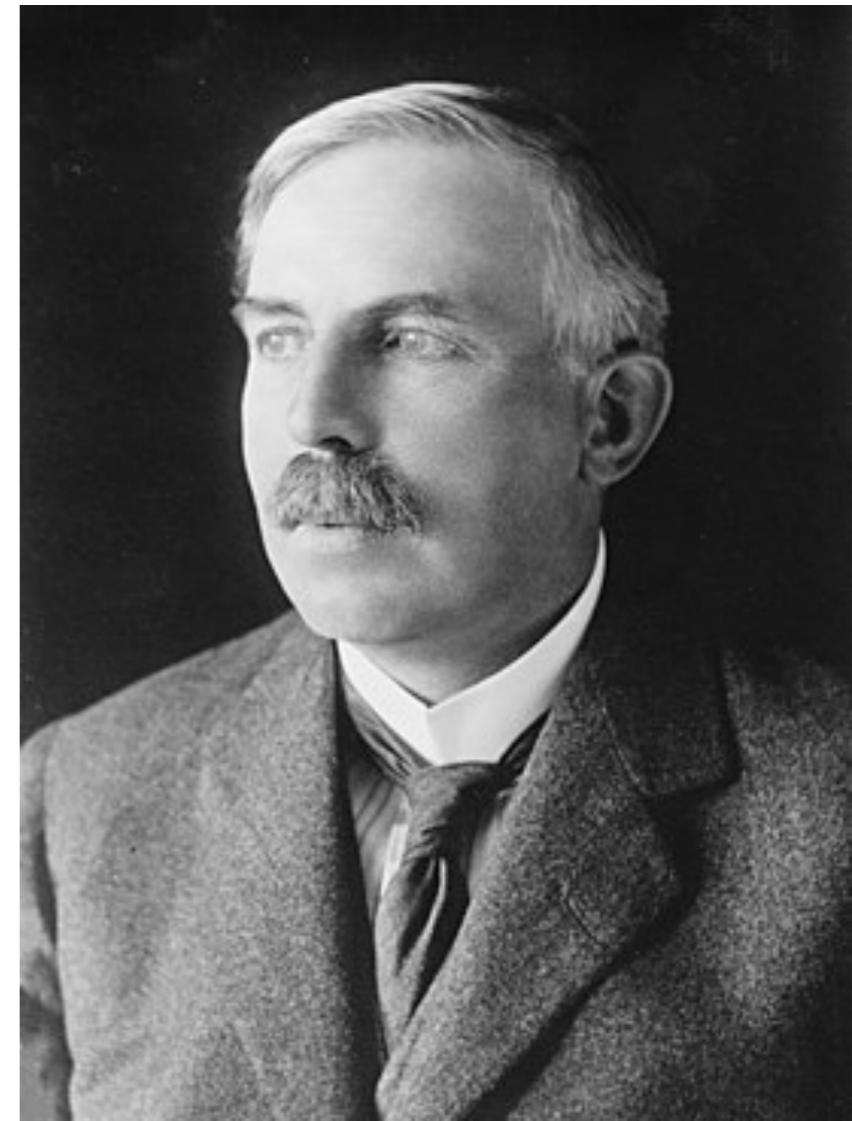
F. Lenarda, 1904



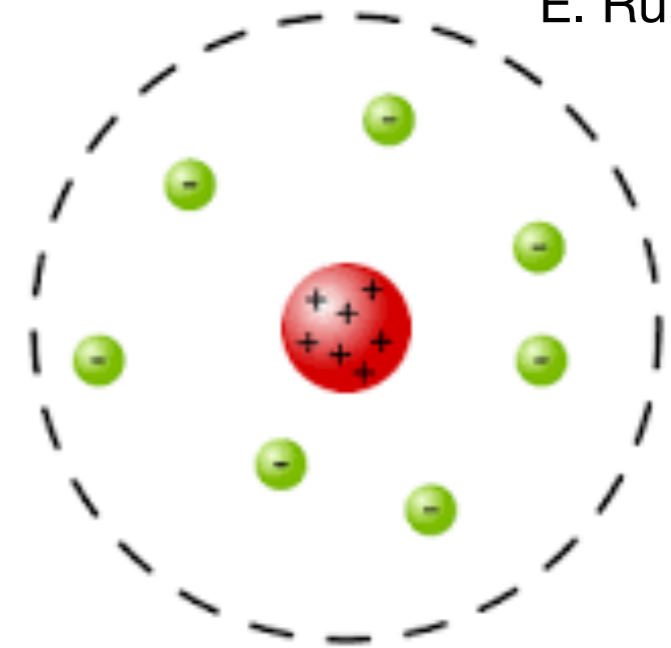
Hantaró Nagaoka, 1904

Rutherfordův (planetární) model

V roce 1909 byly prováděny pokusy, pod vedením E. Rutherforda, které vedly k myšlence, že atom má nepatrné, ale masivní centrum, které nese elektrický náboj. Tento objev byl podnětem k tomu, že **Rutherford** roku **1911** vytvořil planetární model atomu. Podle jeho představ se každý atom skládal z kladně nabitého jádra, kolem něhož obíhaly záporně nabitě elektrony – podobně jako obíhají planety kolem Slunce. Tento model však odporoval poznatkům klasické fyziky o elektřině. Pohybem elektronů kolem jádra by se totiž měla měnit jejich energie. Postupnou ztrátou kinetické energie by se elektron velmi rychle blížil k jádru, až by s ním nakonec zcela splynul

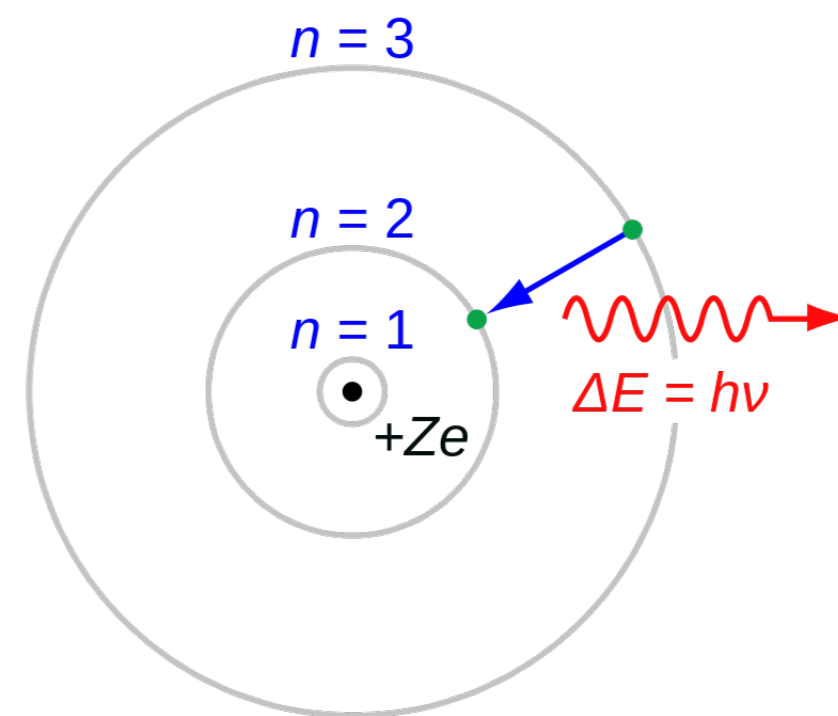


E. Rutherford

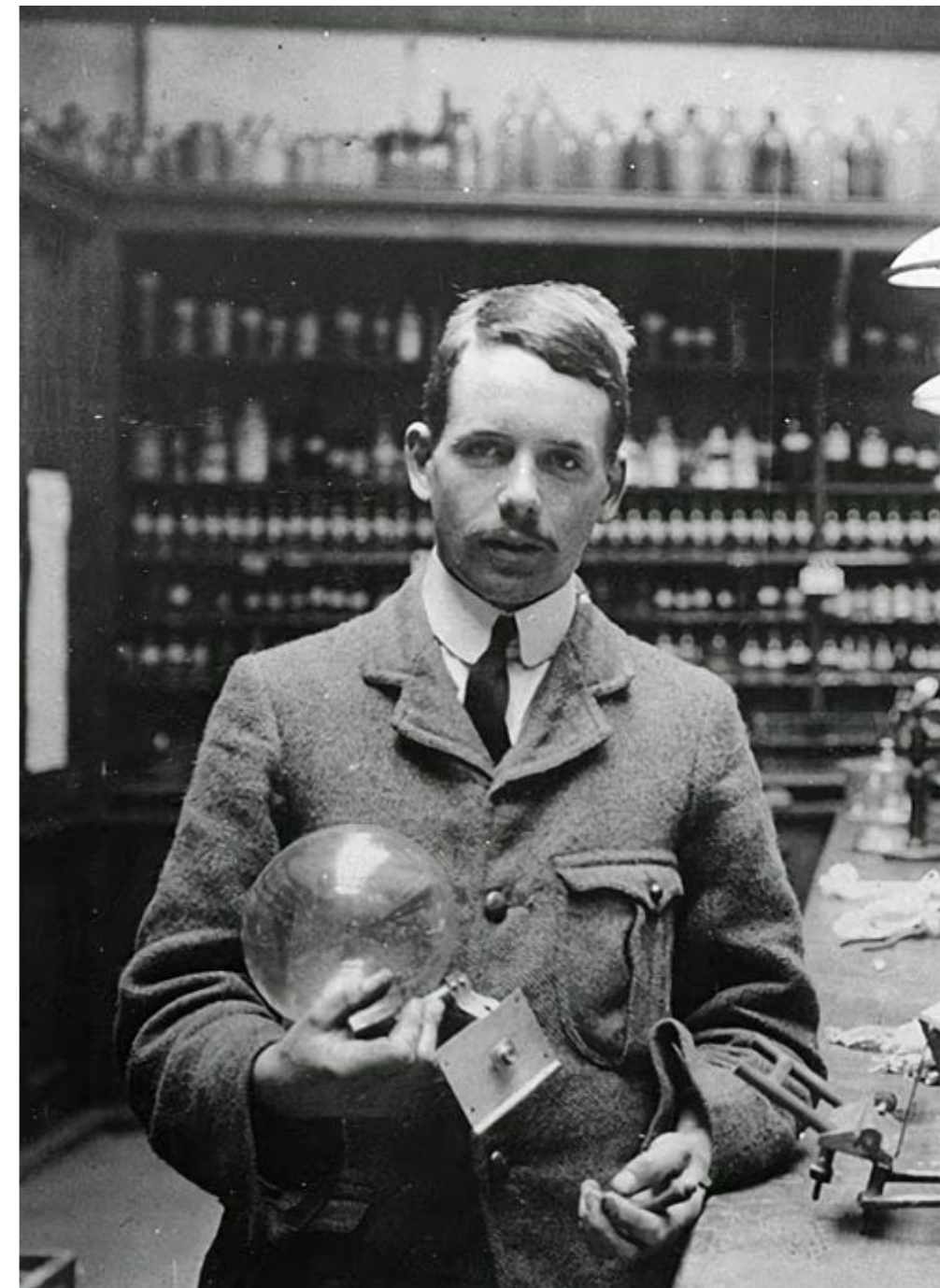
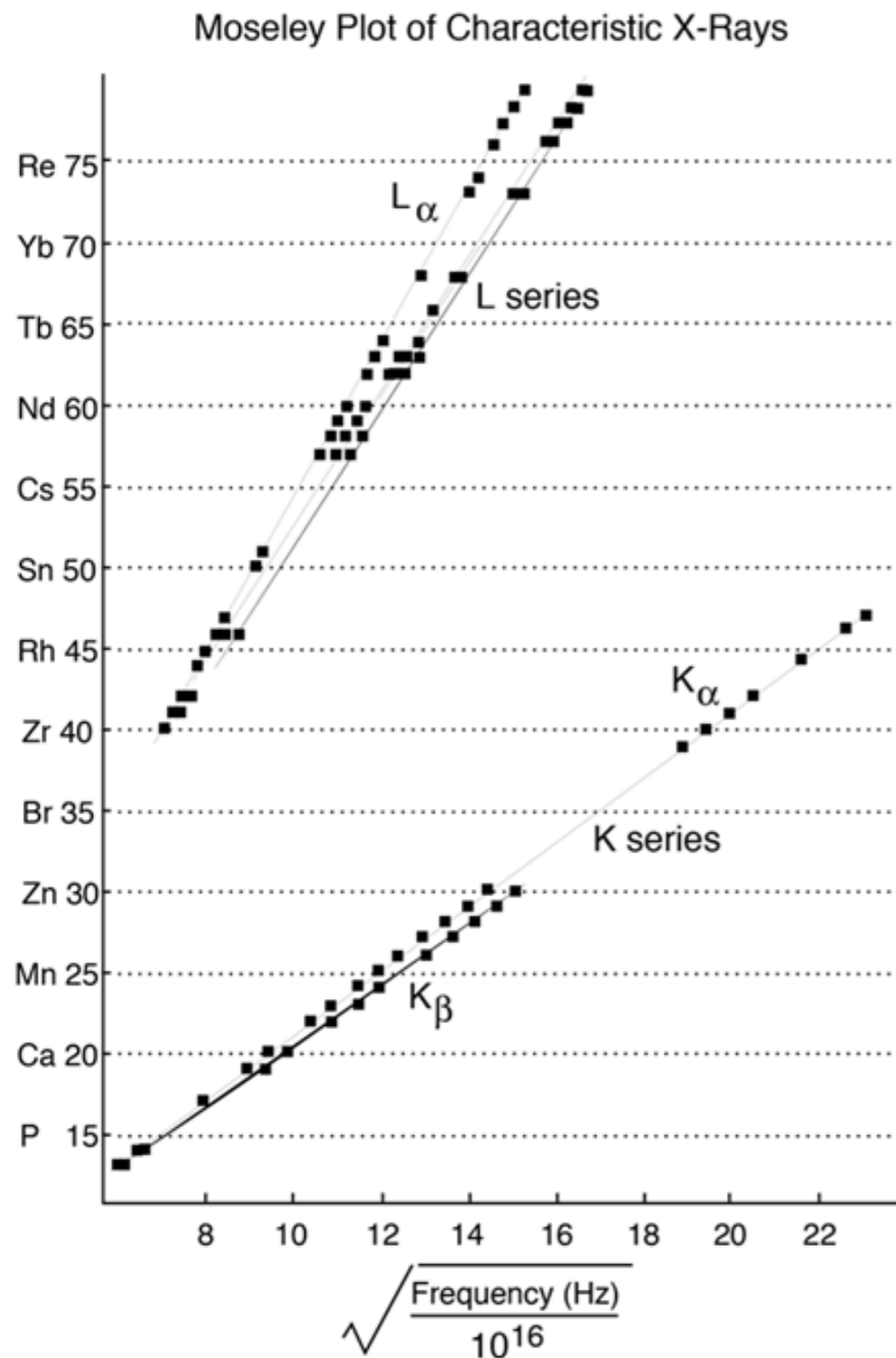


Bohrův model

Rozpory E. Rutheforda odstranil **N. Bohr**, který s ním v letech **1912-1913** spolupracoval. Vyslovil hypotézu, že zákony klasické mechaniky a elektrodynamiky makroskopických těles neplatí pro částice atomových jader a elektrony. Podle jeho teorie se mohou elektrony pohybovat pouze po tzv. stacionárních drahách o určité energii a jejich moment hybnosti může nabývat pouze určitých hodnot. Dále vycházel z předpokladu, že elektrony na těchto drahách nevyzařují žádnou energii. Jen tehdy, když elektron mění svou dráhu, vyzařuje nebo absorbuje atom energii o určitých dávkách - kvantech. Model umožnil vysvětlit i chemické chování prvků. Kvantová čísla, zavedená k popisu elektronové struktury, představovala užitečnou pomůcku, ale chyběl jim reálný fyzikální význam. Tento model sice některé problémy objasnil, vyvolal však řadu dalších otázek.



Moseleyho zákon, 1914



Henry Moseley

$$\sqrt{\nu} = a(Z - b)$$

1. světová válka

28. července 1914 — 11. listopadu 1918



1926

Schrödingerova rovnice (Schrödinger 1926):

$$\hat{H}\psi = E\psi$$

$$\hat{H} = -\frac{h^2}{8\pi^2m} (d^2/dx^2 + d^2/dy^2 + d^2/dz^2) + E_p$$



Schrödinger

Louis de Broglie

Werner Heisenberg

Představou o vlnové povaze elektronu v atomu se podařilo vysvětlit chování atomů, vlastnosti atomů, jako je jejich značná stabilita vůči nárazům a zásahům zvenčí a schopnost zachovávat si svou chemickou identitu a podařilo se také velmi přesně předpovědět charakteristické frekvence vyzařované atomy.

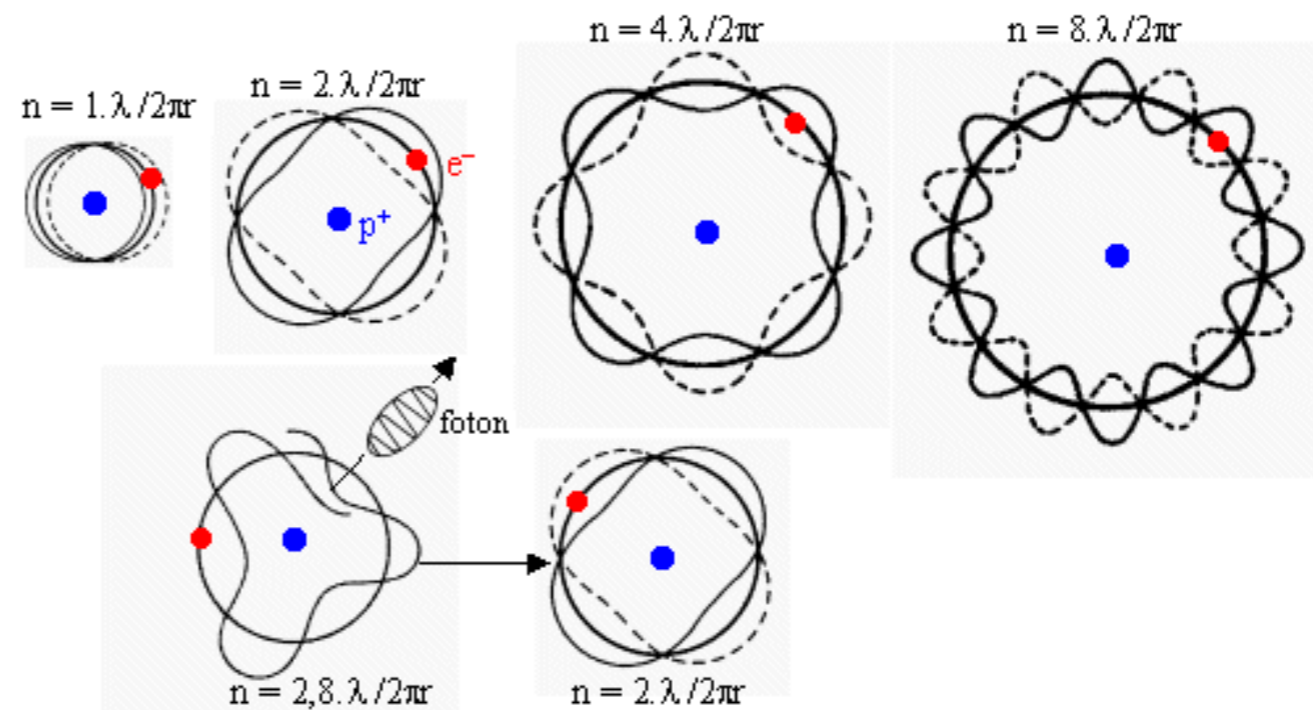
Podle myšlenky E. Schrödingera roku 1926 by elektron neměl jednou provždy definovaný tvar, nýbrž by přijímal takový, jaký mu vymezuje působící silové pole (v případě atomu je jím elektrické pole kladně nabitého jádra).

Zásadní změnu v nazírání na povahu elektronu a celkově všech hmotných částic přinesly práce **L. de Broglieho** kolem roku **1922**. Všiml si, že spíše než planetu obíhající kolem Slunce připomíná elektron v atomu chování stojatého vlnění, prostorově omezeného na bezprostřední okolí kladně nabitého jádra. Je-li vlnění vázáno na určitý omezený prostor, nemůže kmitat s libovolnými frekvencemi, nýbrž pouze s takovými, jaké jsou určeny tvarem a rozměry omezujícího prostoru. V atomu je elektron poután k jádru elektrickou silou a elektronová vlna, která podle de Broglieho elektronu přísluší, je tím prostorově omezena na bezprostřední okolí jádra. Vzniká stojaté vlnění; přitom tvar a velikost atomu, v němž je elektron vázán, určuje přípustné kmitové stavy, v nichž se elektron může nacházet. Tyto přípustné frekvence vypočetl rakouský fyzik **E. Schrödinger** roku **1926**. Je-li elektronová vlna v určitém kmitovém stavu, pak atom nezáří. Pouze při přechodu z vyššího kmitového stavu do nižšího atom vysílá elektromagnetické záření.



Kvantovo-mechanicky model atomu

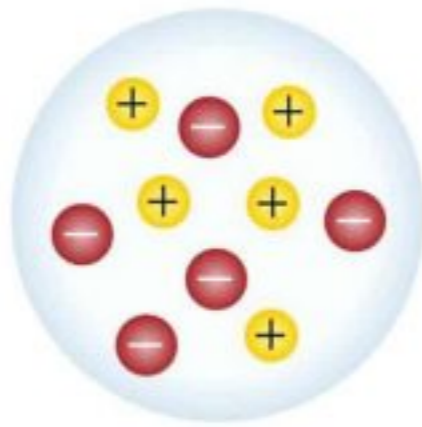
Zkoumání elektronových stavů v atomu potvrdilo intuitivní názor, že při popisu elektronových stavů nevystačíme s představou kulovitého tělíska, nezavedeme-li současně pojem elektronové vlny. **De Broglie** postuloval, že vlnová délka příslušející letícímu elektronu je určena jeho hybností ($\lambda = h/p$): čím je hybnost větší, tím je vlnová délka menší. Tato de Broglieova hypotéza je v podstatě výrokem o dualistické povaze částic, povaze korpuskulární a povaze vlnové. Elementární částice se někdy chovají jako částice (korpuskule), jindy jako vlny; každému druhu částic přísluší vlnění o jiné vlnové délce.



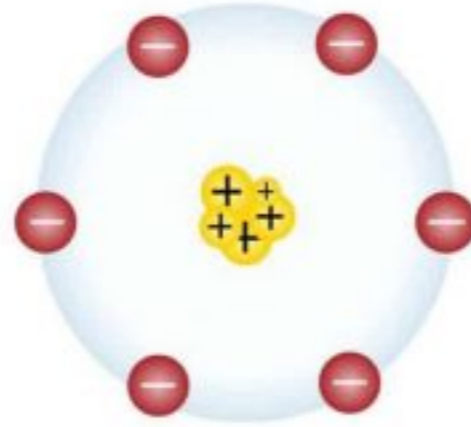
Nejdůležitější názory na stavbu atomu



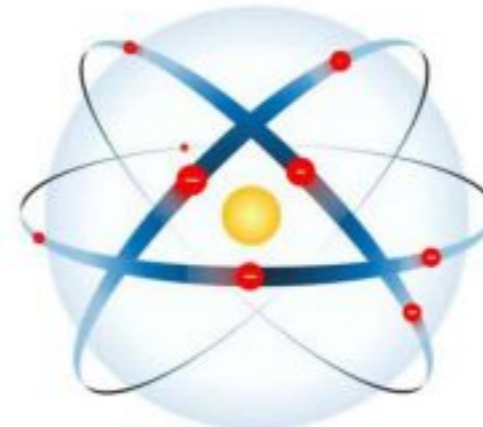
JOHN DALTON, 1803



J.J THOMSON, 1904



ERNEST RUTHERFORD, 1911



NIELS BOHR, 1913



ERWIN SCHRÖDINGER, 1926

2. světová válka

1. září 1939 — 2 září 1945



S mírovým využíváním jaderné energie se začalo brzy po válce.

První jaderný reaktor v Evropě postavil v Paříži **F. Joliot-Curie** v roce **1948**.



Organická chemie

Vývoj organické chemie získal od roku 1900 na spádu jako velmi významné pole chemického výzkumu. Zlepšení aparatur, dostupnost reagensů a vývoj analytických metod umožňují atakovat komplexní problémy (reakční mechanismy, stereochemie, syntézy, studium přírodních látek – sacharidy, proteiny, aminokyseliny, steroidy,...)

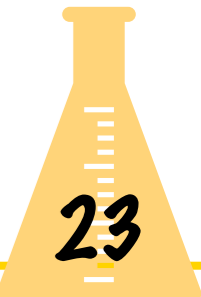
Biochemie

- vitaminy
- fotosyntéza
- nukleové kyseliny



Fyzikální chemie

- první mezioborová věda; později se stala prototypem dalších mostů mezi vědami
- zvláště významnou pozici měla termodynamika
- Kvantová mechanika
- Rozvoj přístrojové techniky
 - > difrakce rentgenového záření jako prostředek studia struktury krystalů
 - > Spektroskopie => využívání infračervené, mikrovlnné a Ramanovy techniky
- Teorie roztoků podléhala řadě velkých změn, avšak do 1950 neexistoval vhodná teorie pro popis vlastností koncentrovaných roztoků.
 - teorie elektrolytické disociace
 - teorie kyselin a zásad
 - > Chemická kinetika
 - > koloidní chemie (posun průmyslu polymerů)



Analytická chemie

Po třech neúspěšných desetiletích pokročila analytická chemie rázně kupředu. Rychlost, citlivost i selektivita analytických metod byly zlepšeny díky většímu využití **teoretických základů, přístrojové techniky** a dostupnosti **radioaktivních izotopů** jako prostředků chemické analýzy. Nastal zřetelný trend k obecnému používání **mikrotechnik**, v případě radiochemie pak **ultramikrotechnik**.

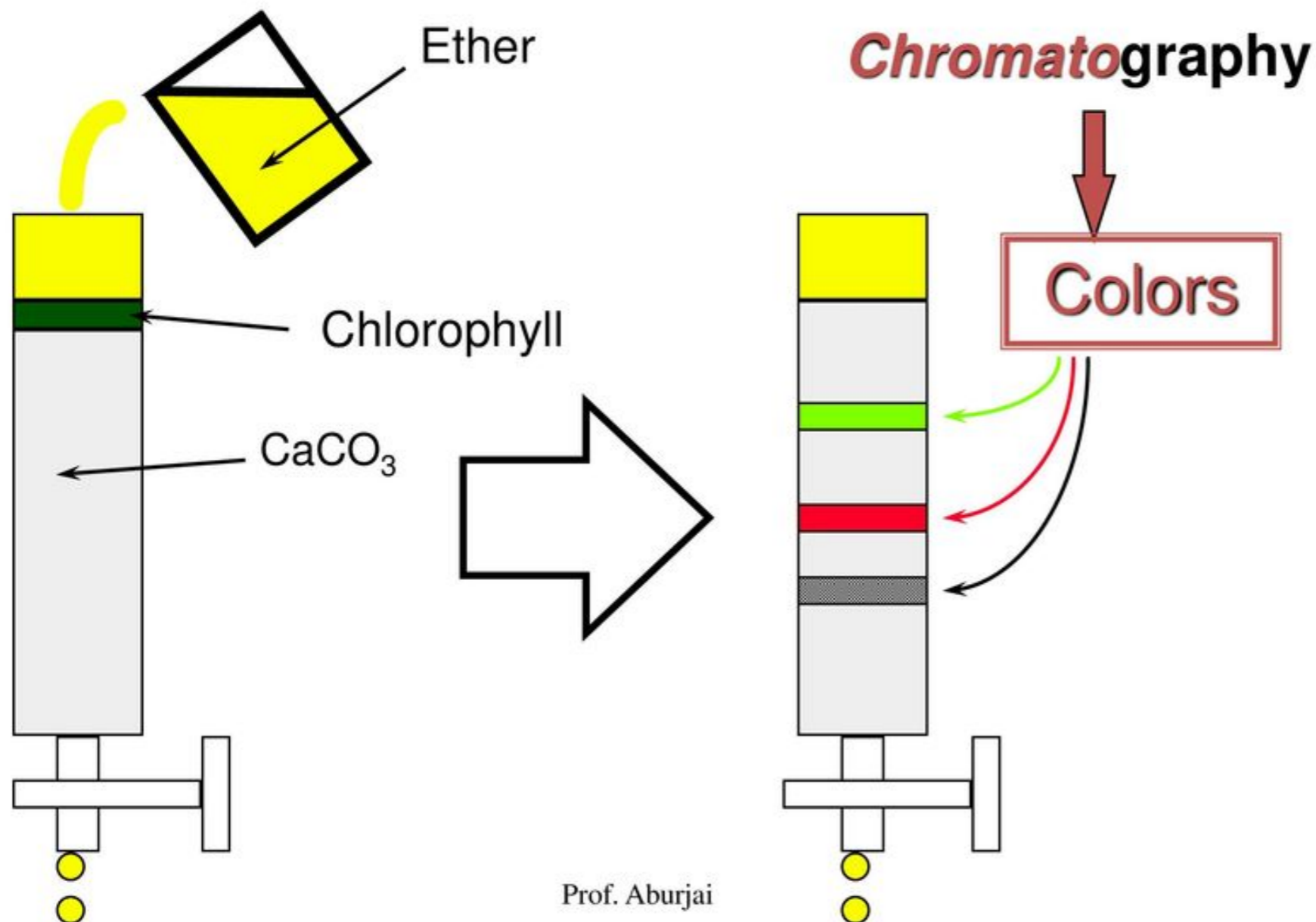
Zvláště významná se ukázala být **chromatografie**. Ve svých počátcích byla využívána převážně jako separační metoda, ale časem se prosadila v kvalitativních a dokonce i kvantitativních metodách. Zavedení plynové chromatografie v 50. letech 20. století umožnilo rychlé analýzy směsí, které dříve byly analyzovány jen s největšími obtížemi (např. látky způsobující vůni ovoce a zeleniny). Studia přírodních látek se díky chromatografii stala běžnou záležitostí.

21. března 1903

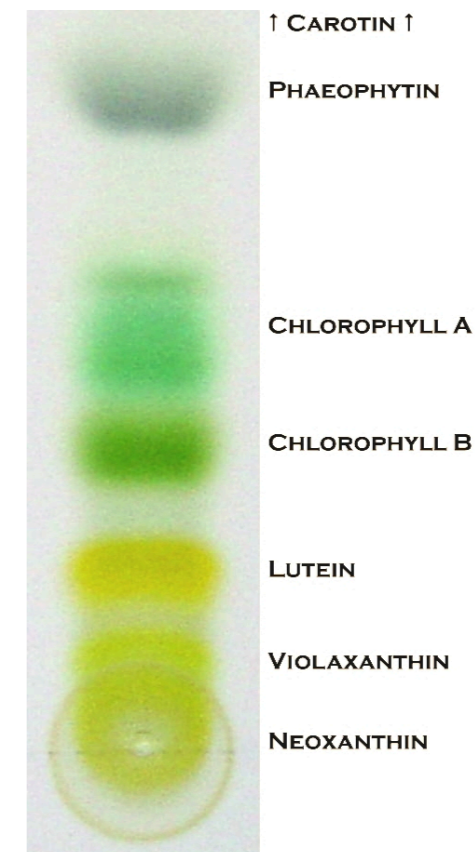
"O nové kategorii adsorpčních jevů a jejich použití v biochemické analýze" - zpráva na zasedání biologického oddělení Varšavské společnosti přírodovědců (datum objevu chromatografie).



Michail Semjonovič Cvět



Prof. Aburjai



Anorganická chemie

Moderní anorganická chemie prošla svou renesancí po **zavedení kvantové chemie do teorie chemické vazby**. Díky aplikaci těchto myšlenek je možné **zkoumat strukturu** nejen **klasických anorganických sloučenin**, ale i například **koordinační sloučeniny, cheláty, klathráty a π -komplexy**.

Dvacáté století **zbořilo hranici mezi anorganickou a organickou chemií**, protože řada zajímavých sloučenin obsahuje atomy kovu vázané na organické skupiny.

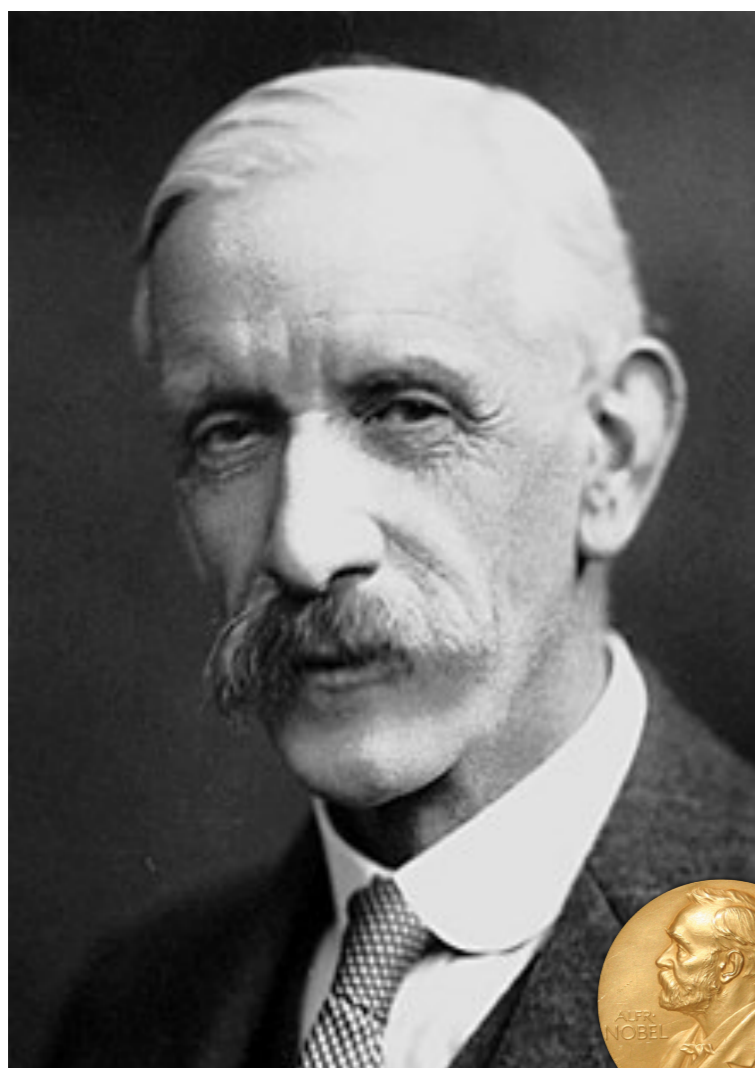
Od roku 1900 byla periodická tabulka nejen doplněna, ale také rozšířena. Došlo k tomu částečně v důsledku usilovných snah o doplnění chybějících prvků, ale hlavně díky úspěšným jaderným přeměnám vyvolaným bombardováním vysokoenergetickými částicemi. Pozice v periodické tabulce odpovídající prvkům s protonovým číslem 43, 61, 85 a 87 byly totiž podle přírodních zákonitostí odsouzeny zůstat prázdné až do té doby, než mohly být nalezeny produkty jaderných přeměn, které tato prázdná místa zaplnily. Poločasy rozpadů těchto prvků 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.



Vitaminy

objev vitamínů



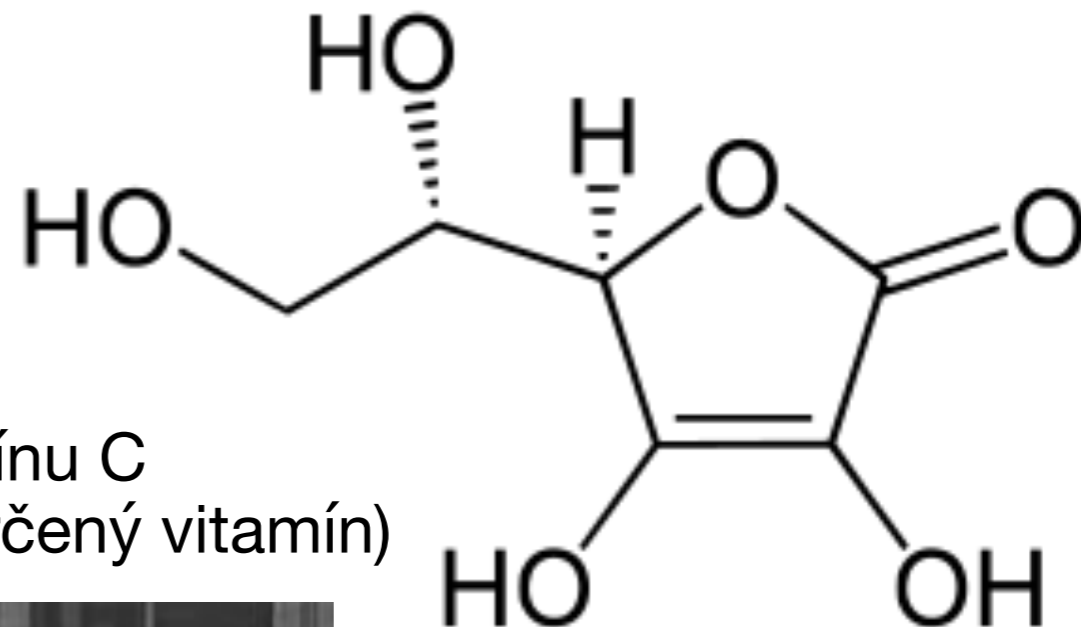
Frederick Hopkins



Albert Szent-Györgyi



struktura vitamínu C
(1. chemicky určený vitamín)



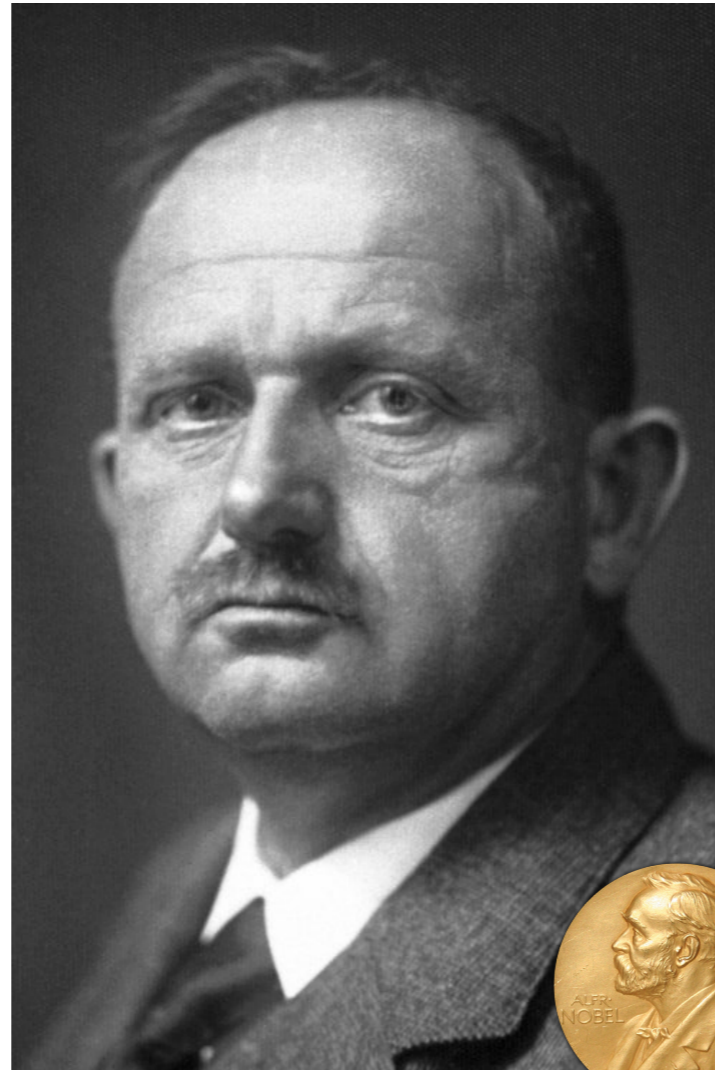
Fotosyntéza

role světla a chlorofylu
v fotosyntéze



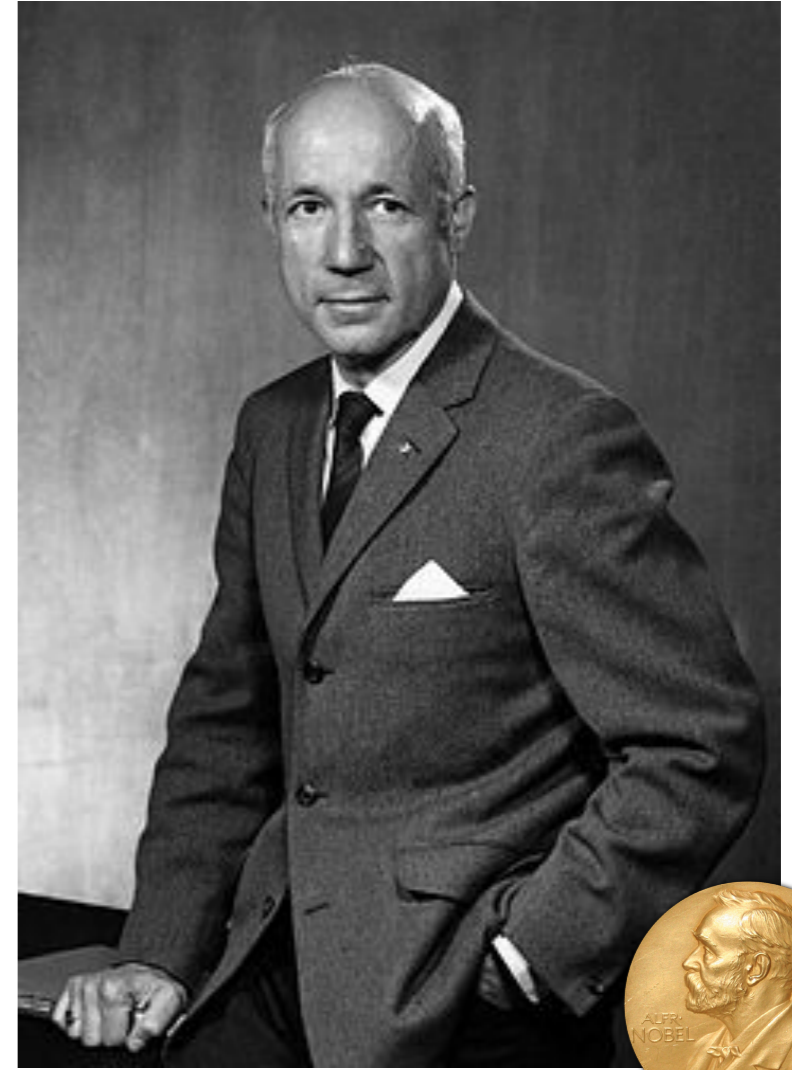
Kliment Arkadjevič
Timirjazev

objev struktury chlorofylu



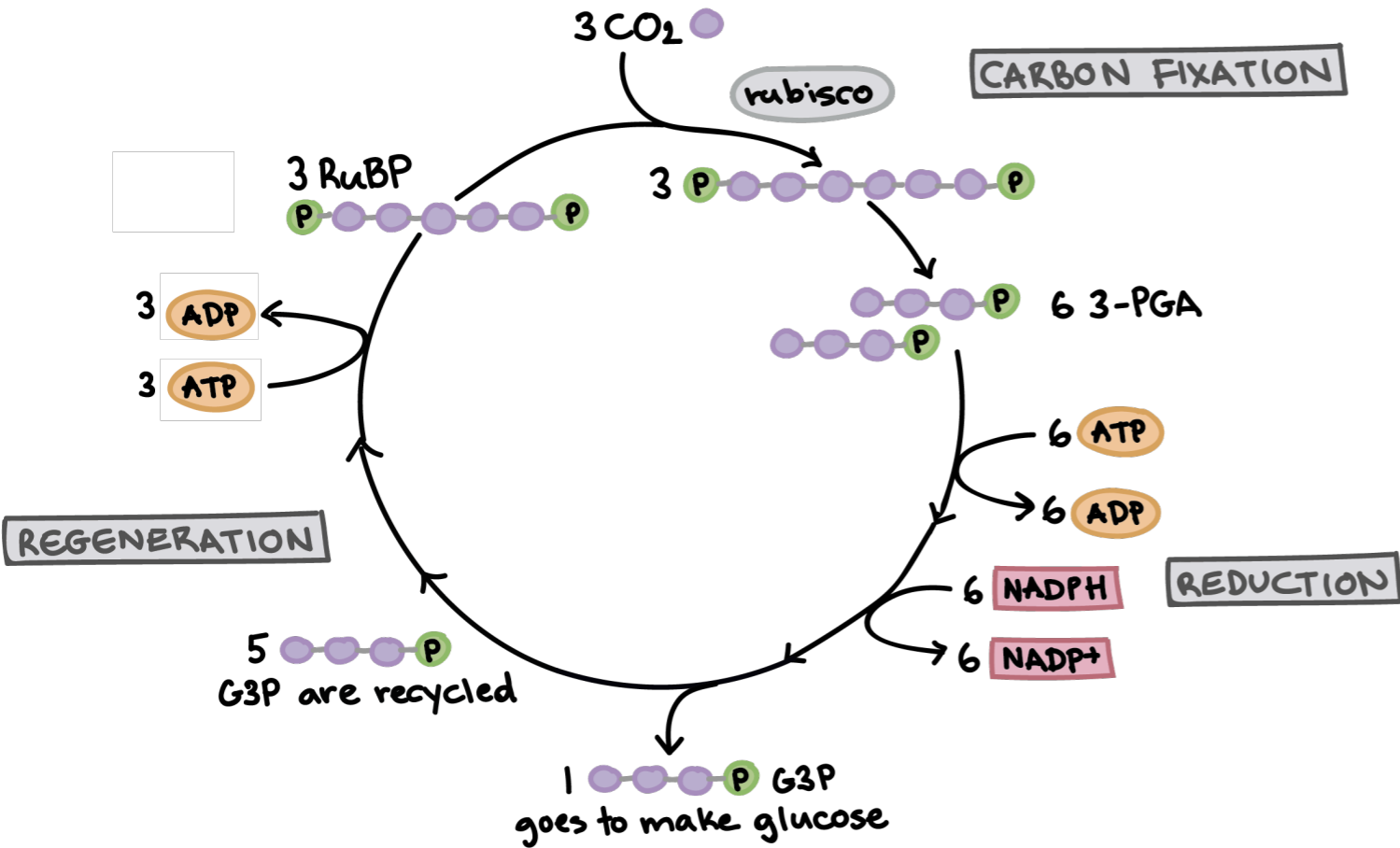
Hans Fischer

Calvinův cyklus

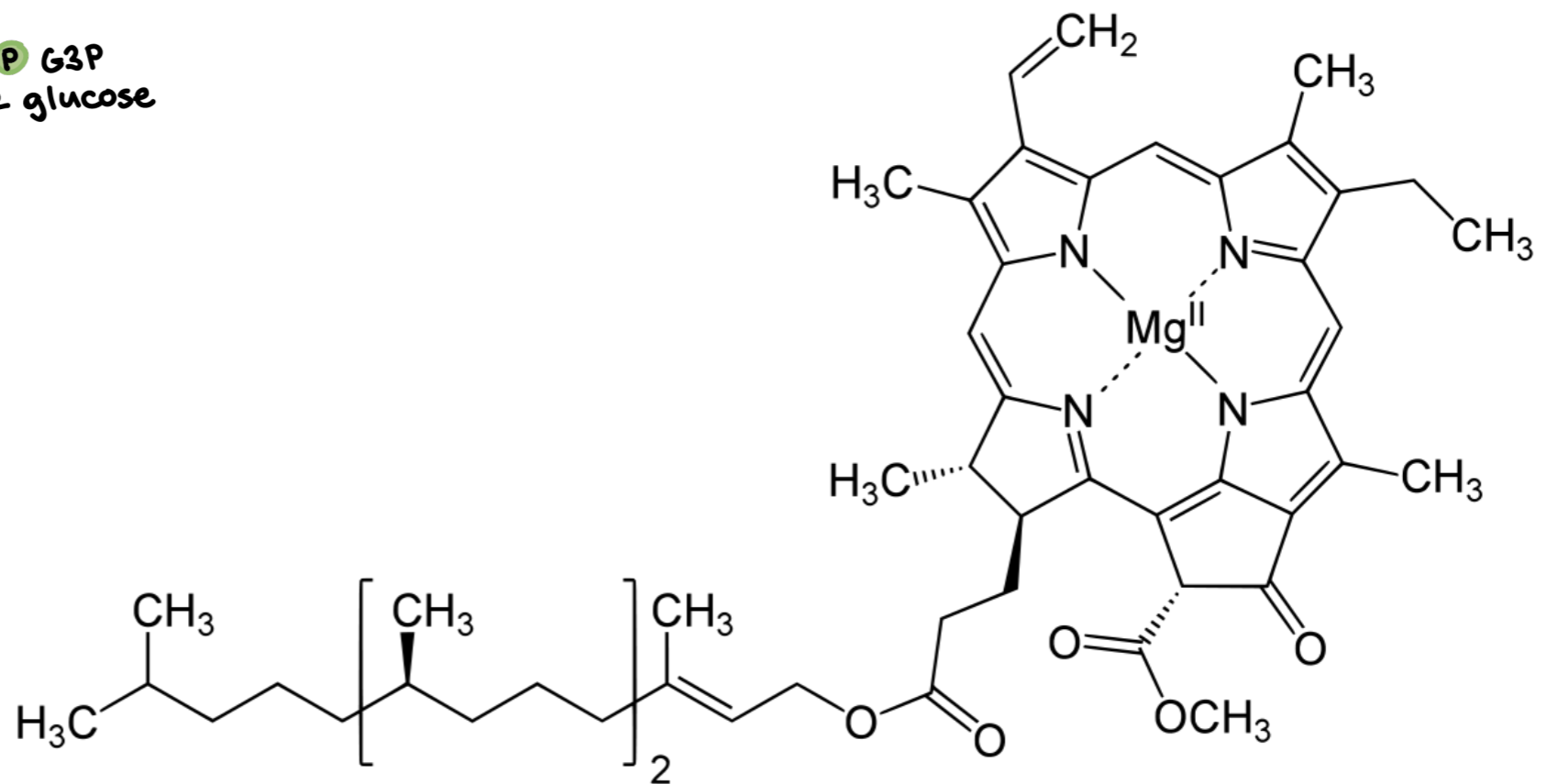


Melvin Calvin

Calvinův cyklus



Chlorofyl a



Studená válka

1947 - 1991



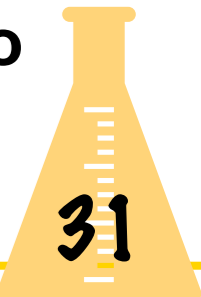
Nukleové kyseliny

Dalším významným biochemickým úspěchem bylo určení struktury nukleových kyselin. První pokusy učinil F. Miescher, který později s A. A. Piccardem objevil v mlíčí první purinovou bázi - guanin. Roku 1929 zjistili P. A. Levene a T. Mori deoxypentosu, identifikovanou později jako D-2-deoxyribosa. Časem **byly rozlišovány** dvě kyseliny - deoxyribonukleová (**DNA**) a ribonukleová (**RNA**).

Americký biochemik **E. Chargaff** v roce 1950 objevil pomocí rentgenových paprsků periodickou **strukturu DNA**.

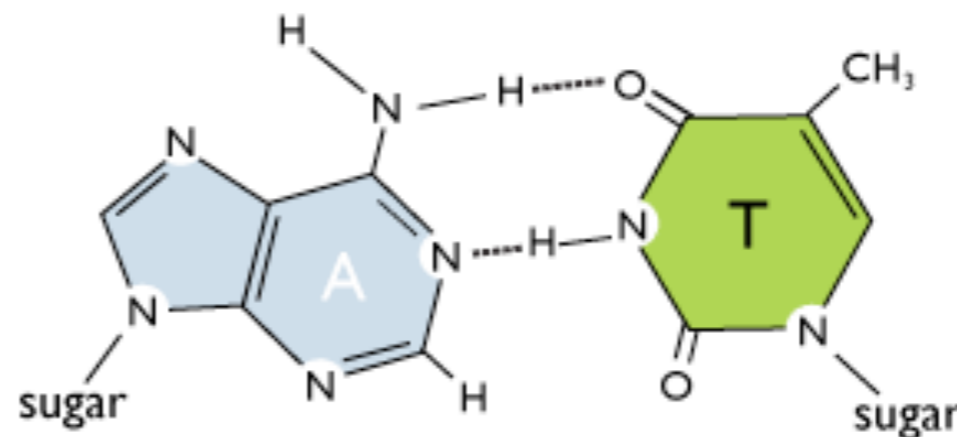
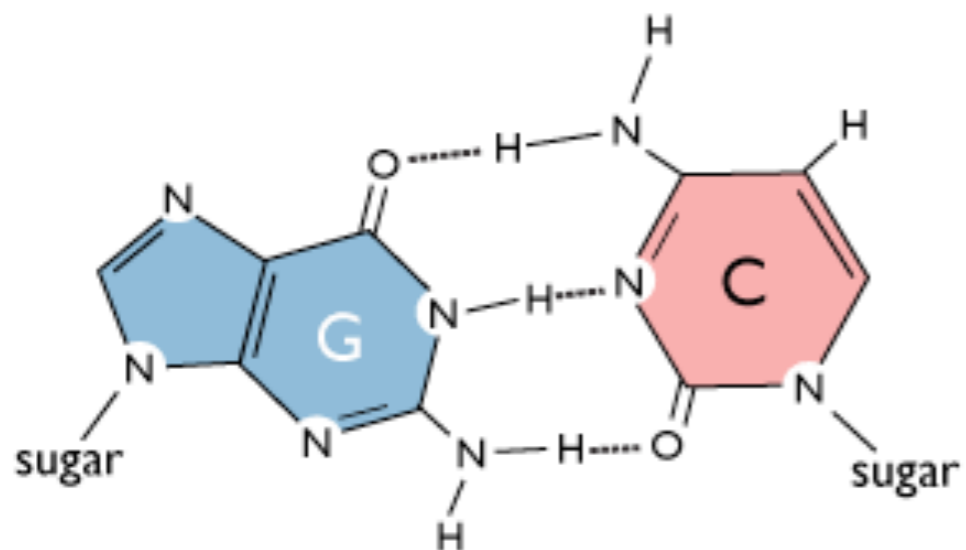
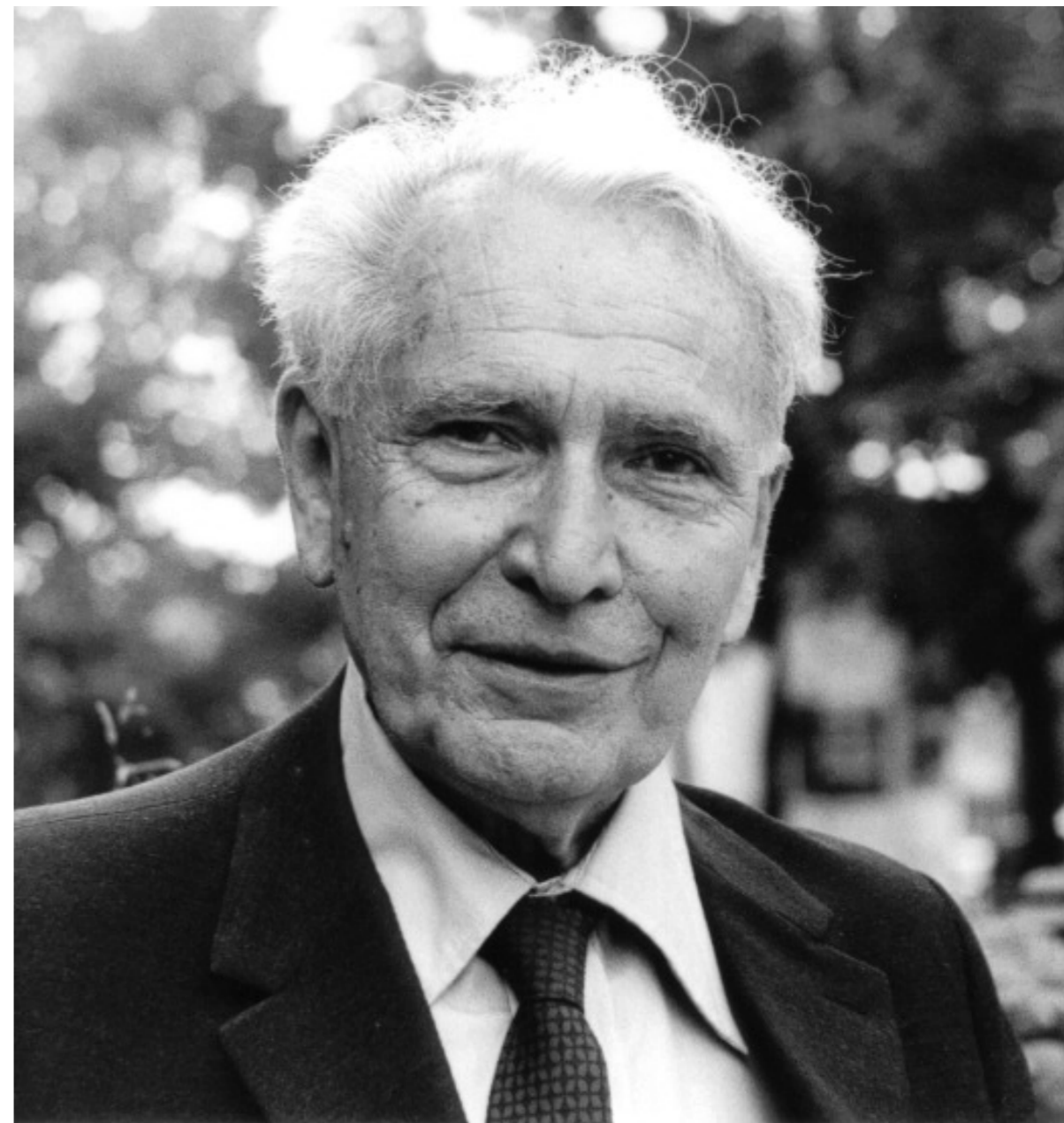
Na základě toho a dalších skutečností vytvořili roku 1953 J. D. Watson a F. H. C. Crick model DNA, složený ze dvou polynukleotidových řetězců. Jejich práce, oceněná Nobelovou cenou, se stala základem pro vznik nového vědního oboru - **molekulární biologie**.

Velmi rychle pak pokračoval výzkum různých typů DNA a RNA. Dlouho se však nedařilo stanovit sled nukleotidů v nukleových kyselinách. Teprve roku 1977 zjistil F. Sanger kompletní nukleotidovou sekvenci u malého viru X-174-fagu, který obsahuje jednovláknovou kruhovou DNA, složenou z 5 386 nukleotidových jednotek. Tento objev umožnil základní studie v molekulární genetice - především výzkum dědičných nemocí a zhoubných nádorů. Umožnil tak i rychlý **rozvoj genového a genetického inženýrství** a poukázal na obrovské perspektivy teoretické a aplikované biologie a biochemie.



- **E. Chargaff** v roce 1950 objevil pomocí rentgenových paprsků periodickou strukturu DNA

Objevil dvě pravidla, nazývaná Chargaffova pravidla, která pomohla k objevu dvoušroubovicové struktury nukleové kyseliny nesoucí genetickou informaci, tedy DNA.



model DNA, složený ze dvou polynukleotidových řetězců, 1953



J. D. Watson a F. H. C. Crick

Průmysl

- **odklon od kamenouhelného dehtu** jako primárního zdroje syntézy organických látek; **jeho místo převzaly ropné produkty a produkty zemědělství**
- **Obě světové války stimulovaly expanzi průmyslu.**
yperit – bojový plyn; dusíkatý yperit – základ léku proti rakovině
- **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

Použitá literatura

CÍDLOVÁ, KOHOUTKOVÁ, KŘIVÁNKOVÁ, ŠTĚPÁNEK a VALOVÁ. *Historie chemie* [online]. 2011

LEVČENKOV. *Kratkij očerk istorii chimii (Краткий очерк истории химии)*. 2008

