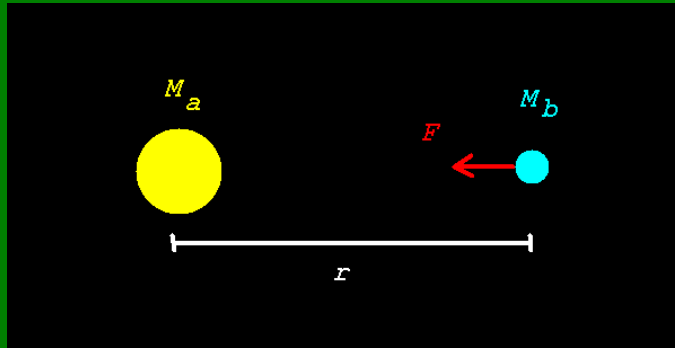


Radiační biofyzika

1. Historie
2. Vývoj představ o povaze hmoty
3. Přírodní zdroje ionizujícího záření
4. Zdroje záření vytvořené člověkem
5. Rozdělení energie deponované zářením na mikroskopické úrovni
6. Radiační chemie
7. Reparace DNA po ozáření
8. Cytogenetická úroveň účinku záření na buňku
9. Vznik bodových mutací po ozáření
10. Letální účinky záření
11. Závislost citlivosti buněk na LPE záření
12. Přežití a mutageneze při ozáření hustě ionizujícím zářením
13. Modely mutagenního účinku záření s vysokým LPE
14. Účinek záření na tkáň
15. Účinek záření na organismy
16. Žhavá témata současnosti v radiační biofyzice

Isaac Newton



$$F = G \frac{M_a M_b}{r^2}$$



Gravitační zákon,
základy klasické
mechaniky.



Isaac Newton



Isaac Newton (1643-1727), anglický fyzik, matematik a astronom. V roce 1671 zkonstruoval první zrcadlový dalekohled. Vymyslel korpuskulární teorii světla.

Anton van Leeuwenhoek, 1632-1723

První pozorování pod mikroskopem

Pracoval v obchodě, kde se používaly zvětšovací sklíčka k počítání vláken v látce.

*První viděl a popsal **bakterie, červy, spermie, krevní buňky a život v kapce vody**. Během svého života pozoroval svým mikroskopem velký počet věcí. Jeho pozorování otevřely nový svět.*



Antoine Lavoisier (1785)

1) Povaha hoření – ukázal, že se jedná o reakci s kyslíkem. Ukázal, že koroze kovů je oxidace, a že dýchání je vlastně pomalé spalování organického materiálu inhalovaným kyslíkem.

2) Experimenty s vodíkem – vzniká rosa, což je voda – to bylo důvodem pro vyvrácení teorie flogistonu.

3) Pokusy v uzavřeném prostoru – **celková hmotnost se nemění.**

Antoine Lavoisier (1743-1799), francouzský chemik, zakladatel moderní chemie, prokázal, že při spalování dochází k reakci s kyslíkem. Popraven za spekulace s pozemky.

Flogiston – Johan Becher, 1667, vysvětluje hoření (látky, které hoří obsahují flogiston a ten přechází do vzduchu, vzduch má jen určitou kapacitu pro flogiston, a proto v uzavřeném prostoru neshoří vždy vše. Kyslík – vzduch zbavený flogistonu.



Přístroj pro experimenty s hořením využívající sluneční světlo zaostřené pomocí čoček na hořlavý materiál, 1770.



Thomas Young

Thomas Young (1773-1829), anglický lékař, fyzik a filosof.

Thomas by zázračné dítě, uměl ve 2 letech číst a v 6 se začal učit latinu. V 16 uměl latinu a řečtinu a další jazyky. V 19 se rozhodl pro medicínu, v 28 profesorem a začal experimentoval se zvukem a světlem.

Objevil interferenci světla. Jeho výsledky přesvědčivě ukázaly vlnovou povahu světla. V roce 1801 navrhnula provedl tzv. „doušřbinový experiment“.

Před ním to navrhovali:

- Robert Hooke (objasnění barev na tenkých vrstvách)
- Christian Huygens (objasnění konečné rychlosti světla změřené Roemerem podle zákrytů Jupiterových měsíců)

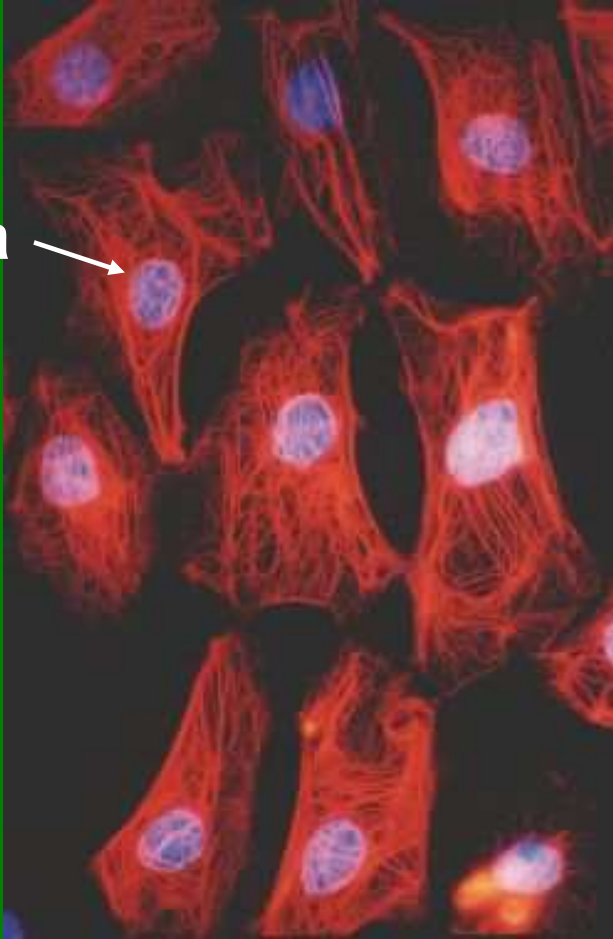
Neprosadili se proti uznávanému Newtonovi.

První přiřadil výrazu mv^2 energii a výrazu $F \cdot x$ vykonanou práci úměrnou energii. Zabýval se pružností materiálů. V roce 1814 zanechal lékařské praxe, aby se mohl věnovat pokusům.

Robert Brown, 1828

Buňky a jejich jádra

jádra



- 1) *Výprava do Austrálie*
- 2) *Objev Brownova pohybu*
- 3) *Objev jádra buňky*



Robert Mayer (1842)

Zabýval se **kinetickou teorií plynů**, zjistil, že **mechanická energie se mění na teplo** – našel ekvivalent. Podobné experimenty prováděl také Joule a o prioritě se vedly spory. Mayer také odvodil rovnici pro specifické teplo plynu při konstantním tlaku a objemu:

$$C_p - C_v = R$$



Julius Robert von Mayer (1814-1878), německý lékař a fyzik. Zabýval se kinetickou teorií plynů

Charles Darwin, 1838

Anglický přírodovědec, na svých cestách se zabýval rozdělením různých forem života a fosílií na povrchu Země. Vymyslel **teorii přirozeného výběru** (1838) a přesvědčil vědeckou komunitu, že druhy se vyvíjejí v čase ze společného předchůdce – teorie evoluce.

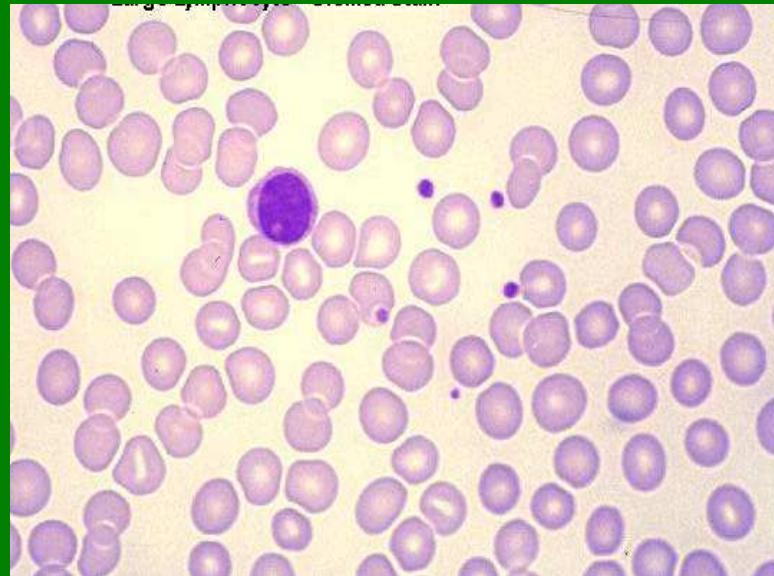
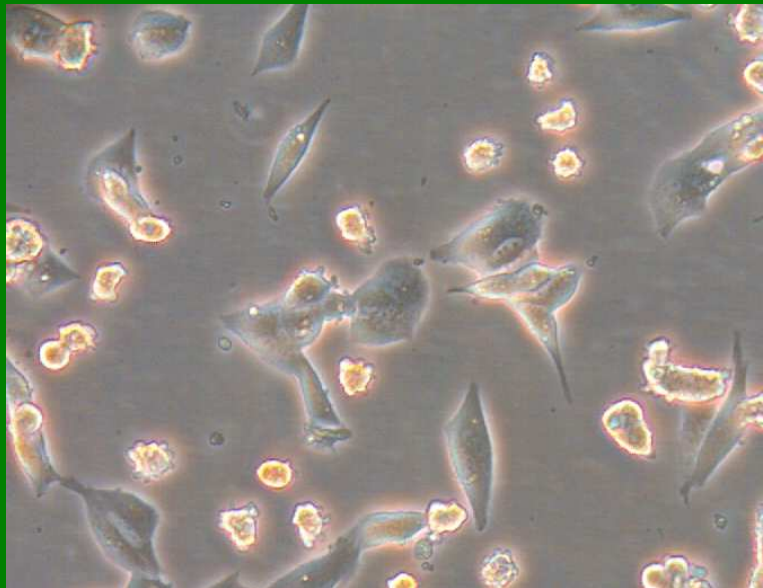
Na obr.: Iod' Beagle u břehu Jižní Ameriky, trasa lodi.



Schleiden, Schwann, Virchow a další

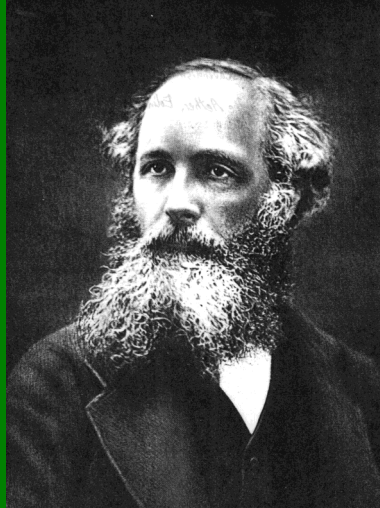
Buněčná teorie – 1. polovina 19. století

- Všechny formy života jsou tvořeny jednou či více buňkami*
- 2) Buňky vznikají pouze z jiných buněk*
- 3) Buňka je nejmenší formou života*



James Maxwell

- 1) Kinetická teorie plynů – formuloval nezávisle na Boltzmannovi. Jeho rovnice udává část molekul plynu, jež se pohybuje určitou rychlostí pro libovolnou teplotu.
- 2) Dynamická teorie elektromagnetického pole – světlo je elm. vlnění a jeho rychlost je 300000000 m/s.
- 3) Přispěl k barevné fotografii (3 projekce s různými filtry).



$$\epsilon_0 \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = q$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 0$$

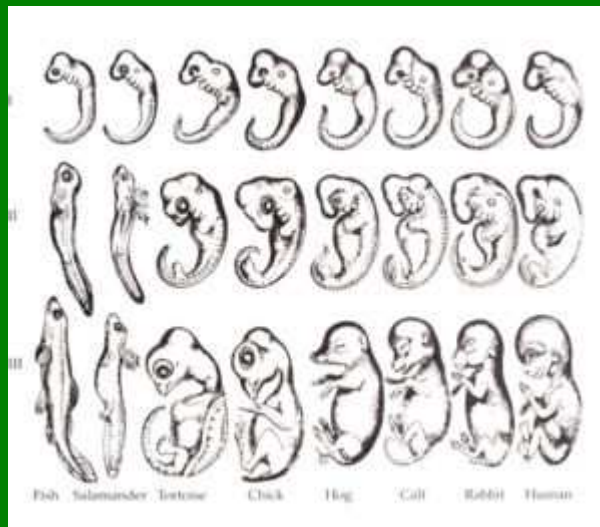
$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 i$$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

Maxwell's Equations

Ernst Haeckel 1866 – dědičná informace je v jádře

*Ernst Haeckel byl německý biolog, filosof a fyzik. Objevil tisíce druhů, zmapoval genealogický strom všech form života. Je autorem **teorie recapitulace** (ontogeneze opakuje fylogenezi – viz obrázek dole vlevo).*



*Na obrázku – sasanky z knihy
„Kunstformen der Natur“*



Friedrich Miescher, 1869 - nuclein

Miescher objevil nukleovou kyselinu – molekulární substrát genetického kódu a nazval ji nuclein.

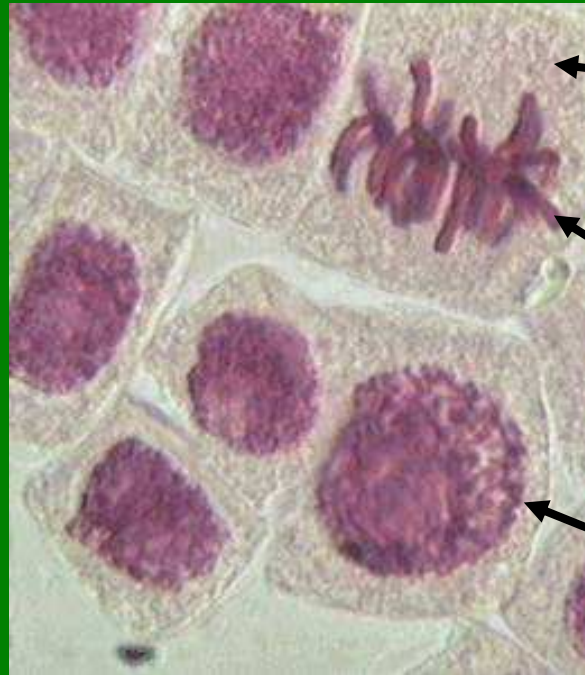
Na buněčný extrakt působil pepsinem

Ukázal, že zůstane látka, která

- 1) Je v jádře buněk*
- 2) Je rozpustná v louhu, né v kyselině*
- 3) Obsahuje fosfor (kromě C, H, O)*



Walther Flemming, 1882 – dělení buněk



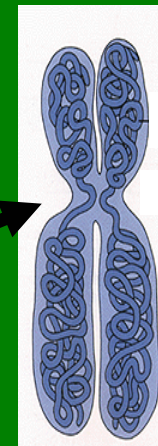
Buňka před dělením

Mitotické
chromosomy

Interfázní
buňka

Chromosom

Centro
mera



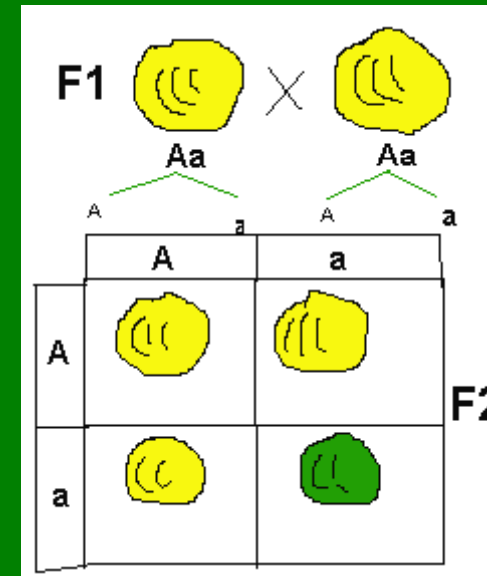
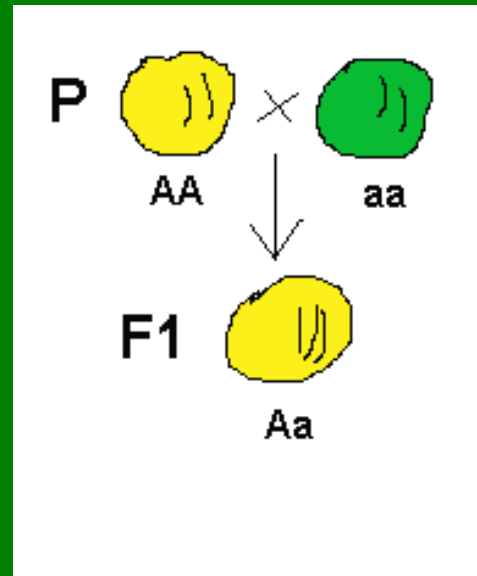
Walther Flemming: první pozoroval dělení buněk, zavedl pojem mitóza a chromatin

Johan Gregor Mendel: zákony dědičnosti (1866)

J. G. Mendel



Křížení vlastností v potomstvu



Dvojice alel genů kontrolují dědičnost znaků

Interakce dvou alel vede k expresi pouze jedné z nich

Dominantní alela (DA) – exprimuje se vždy

Recesivní alela (RA) – není exprimována v přítomnosti DA

Joseph Thomson (1897)

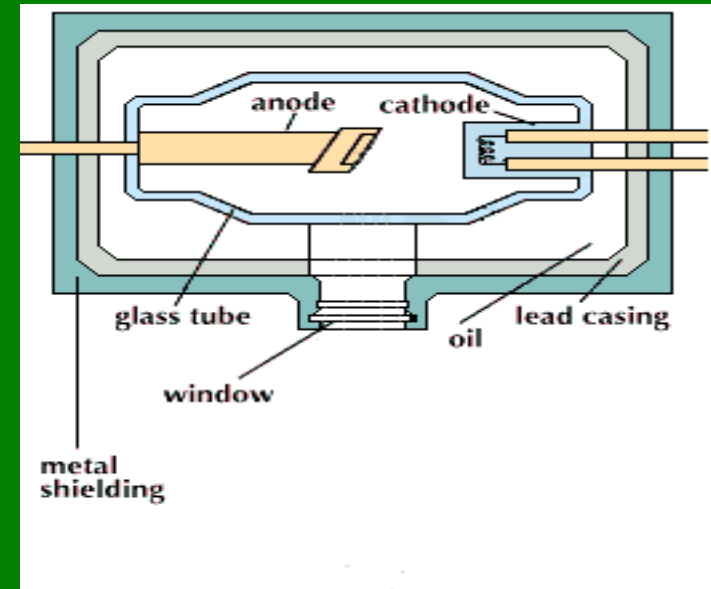
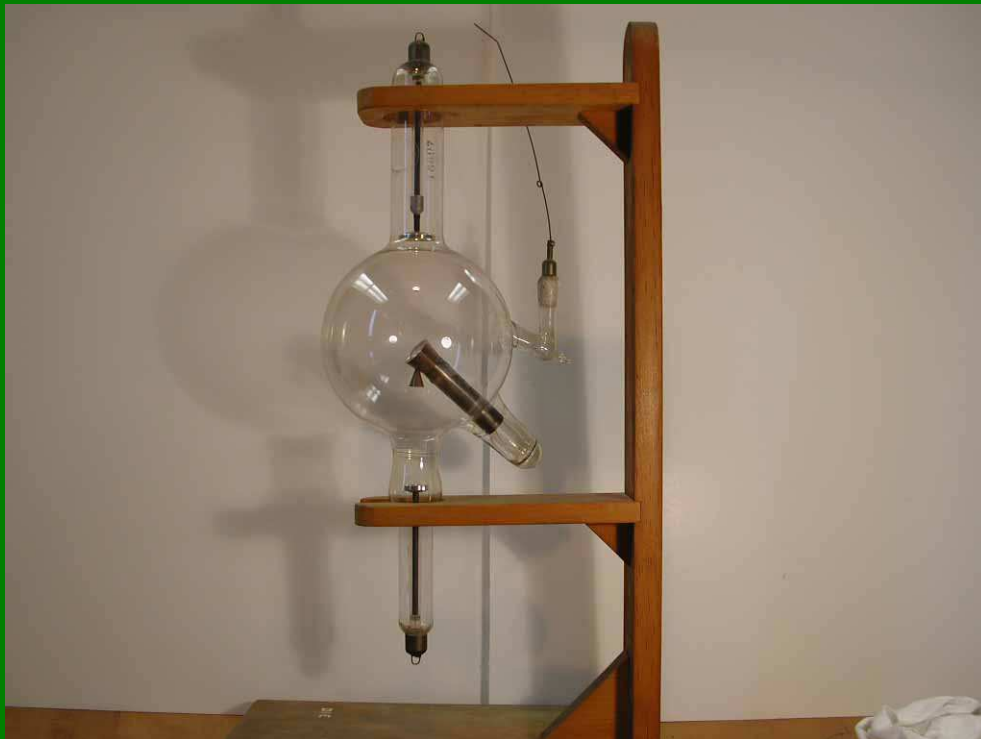
V roce 1897 studoval Thomson **katodové záření** v plynech. Toto záření bylo možné ovlivnit jak elektrickým, tak magnetickým polem a bylo možné pro nositele tohoto záření vypočítat poměrně přesně poměr náboje a hmotnosti (e/m).

Thomson ze svých experimentů usoudil, že se jedná o nový druh částic, nazval je **elektrony** a vyjádřil hypotézu, že **elektrony vznikají z atomů** – tedy že jsou původně jejich součástí. Představoval si, že atomy jsou tvořené kladně nabitým jádrem a záporným oblakem elektronů.



Wilhelm Roentgen

Vzniká v rentgence při dopadu elektronů na anodu nebo antikatu. Většinou anoda slouží pro vytvoření elektrického pole a vkládá se další elektroda – antikata pro dopad elektronů, kde se tvoří záření.



Dole je anoda, nahoře katoda, uprostřed antikata odkud vychází záření





Theodor Boveri

Dlouhou dobu se vědci domnívali, že nukleová kyselina v jádře buňky je rozprostřena náhodně všude se stejnou pravděpodobností.

Pozorování mitotických chromosomů však vedlo již koncem 19. století některé badatele k závěru, že také v interfázi si mohou chromosomy uchovat svou identitu (genetickou a strukturální) (Rabl 1885, Boveri 1888).



Theodor Boveri: dědičnost je vázána na chromosomy (1887), po znovuobjevení Mendlových zákonů Hugo de Vriesem (1900) pokračuje ve výzkumu dědičnosti.

Max Planck

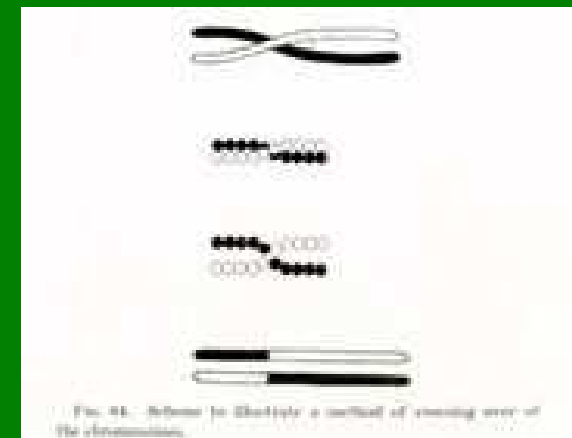
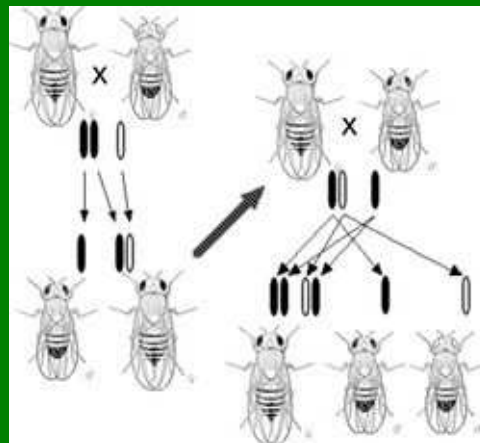
Roku 1899 objevil základní fyzikální konstantu, dnes nazývanou Planckova konstanta. Téhož roku popsal sadu tzv. Planckových jednotek, udávající přirozená měřítka času, prostoru a hmotnosti. O rok později pak objevil správný zákon vyzařování černého tělesa – průlomový článek v *Annalen der Physik* vyšel roku 1901. Pro vysvětlení zákona vyzařování Planck formuloval hypotézu kvantování energie oscilátorů. (Skutečný dosah myšlenky kvantování si ovšem uvědomil teprve Albert Einstein o pět let později, postuloval kvantování energie elektromagnetického pole a touto teorií okamžitě vysvětlil fotoefekt.)



$$E_{b\lambda T} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 [\exp(hc/\lambda kT) - 1]}$$

Thomas Hunt Morgan, 1910

- v roce 1910 objevil pohlavně vázanou dědičnost, činí závěr, že gen „white“ se nachází na pohlavním chromosomu
- v roce 1913 objevil „crossing over“ a „linkage“ mezi geny
- ukázal, že geny se nacházejí v určitých místech na chromosomech, sestavil se studenty první chromosomovou mapu.



Marie Skłodowska Curie a Pierre Curie

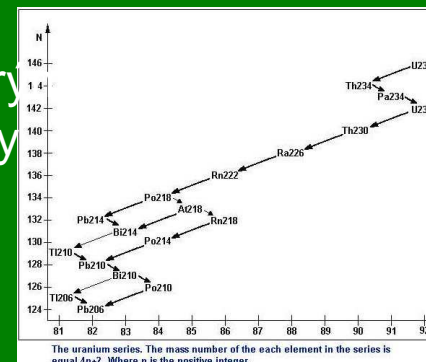
Objev a výzkum radioaktivity.

Výzkumy uranové rudy po čtyřech letech vedly nejprve k objevu **polonia**, jež Skłodowska pojmenovala po své vlasti, a posléze mnohem radioaktivnějšího **radia** (první gram radia izolovala ze smolince pocházejícího z Jáchymova).

Výsledkem bylo také vyjasnění pravděpodobných příčin radioaktivity - jako efektu při rozpadu atomových jader. V roce 1903 jako první žena v historii získala titul doktora fyziky a ve stejném roce jí byla udělena Nobelova cena za fyziku.



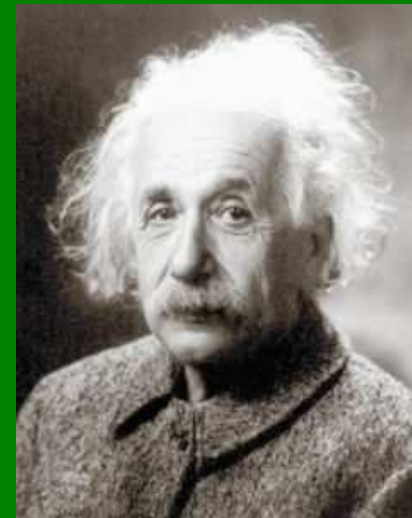
Během války zaváděla mobilní **rentgenové jednotky**, který bylo vyšetřeno tisíce vojáků. Tyto jednotky byly vybaveny trubicemi s radiovou emanací (radonem).



Albert Einstein

Albert Einstein (1879-1955) německý fyzik, emigroval do USA. V roce 1909 publikoval **speciální teorii relativity**, která změnila chápání prostoru a času a patří k největším objevům vůbec. **Profesorem se stal v roce 1911** na universitě v Praze. V roce 1915 formuloval **obecnou teorii relativity**. Jeho příspěvky jsou velmi podstatné také v oblasti kvantové teorie, za **fotoefekt** obdržel Nobelovou cenu. V oblasti statistické fyziky objasnil **Brownův pohyb**.

V roce 1939 upozornil Roosevelta na nebezpečí vzniku atomové zbraně v Německu, což vedlo k rozhodnutí o vývoji této zbraně v USA.



Ernest Rutherford

Ernest Rutherford (1871-1937), britský fyzik původem z Nového Zélandu, profesor na universitě v Cambridgi, člen Královské společnosti v Londýně.

Studoval radioaktivitu, objevil prvek radon.

1911 – navrhl planetární model atomu,

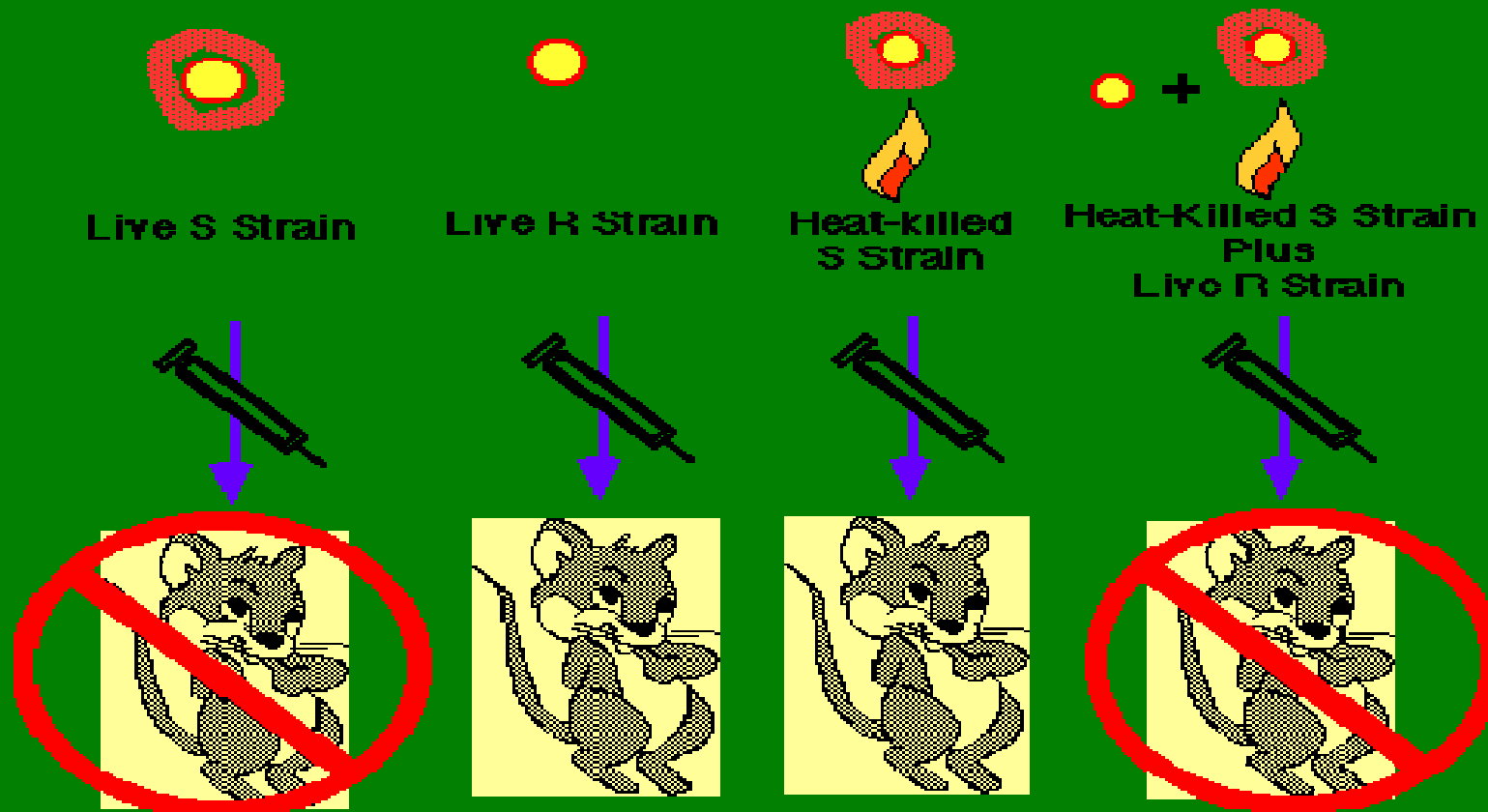
1919 – uskutečnil první umělou transmutaci prvků, přeměnu dusíku na kyslík

Nobelova cena v roce 1908 za transmutaci prvků



Genetický materiál lze přenést do jiných buněk jako neživou látku (Griffith, 1928)

Myš, které je injikován S-kmen *Pneumococcus* umírá
Myš, které je injikován R-kmen přežívá.
Extrakt z S-kmene (buňky nedají kolonie) transformuje R-kmen na virulentní S-kmen

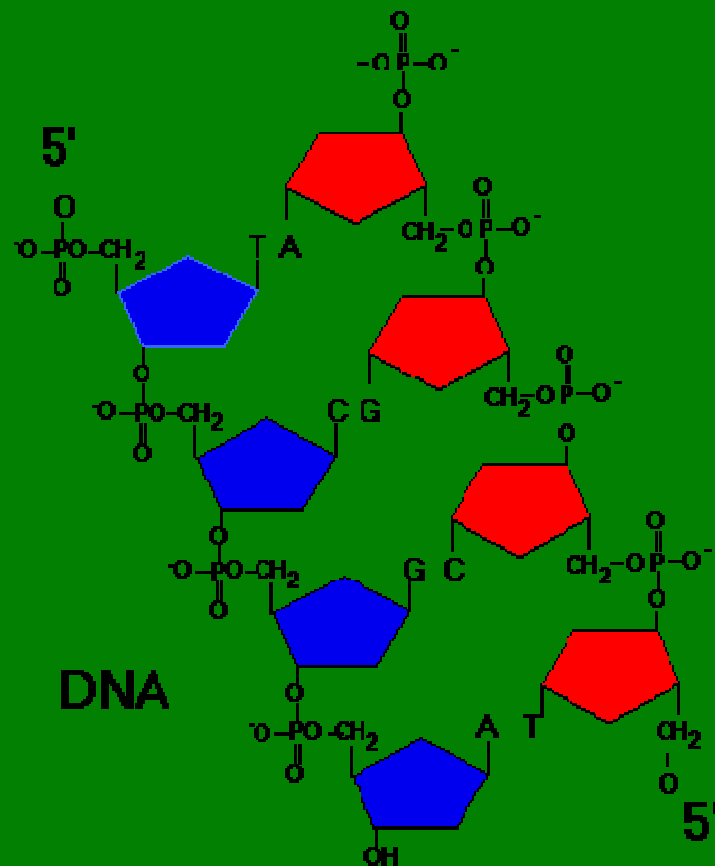


DNA je genetický materiál (Avery et al., 1944)

Avery, MacLeod, and McCarty, 1944, vyčistili extrakt S-kmene, aby bylo možné lépe charakterizovat transformaci.

- Extrakt byl rezistentní k proteázám, neobsahoval lipidy a uhlovodíky
- Jestliže byla DNA v extraktu zničena, transformace nenastala
- Čistá DNA izolovaná z S-kmene transformovala R-kmen
- Avery opatrně naznačil, že genetickým materiálem je DNA

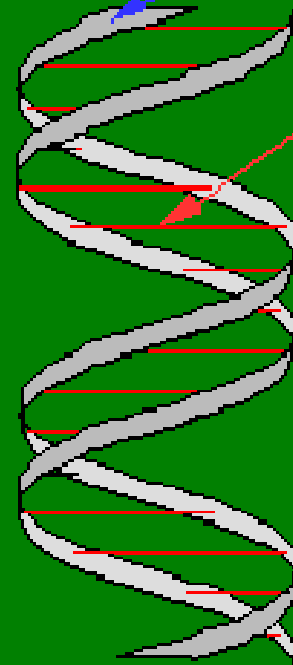
James Watson a Francis Crick



DNA

Řetězec fosfát-cukr

Dvojice bazí



Minor

Major

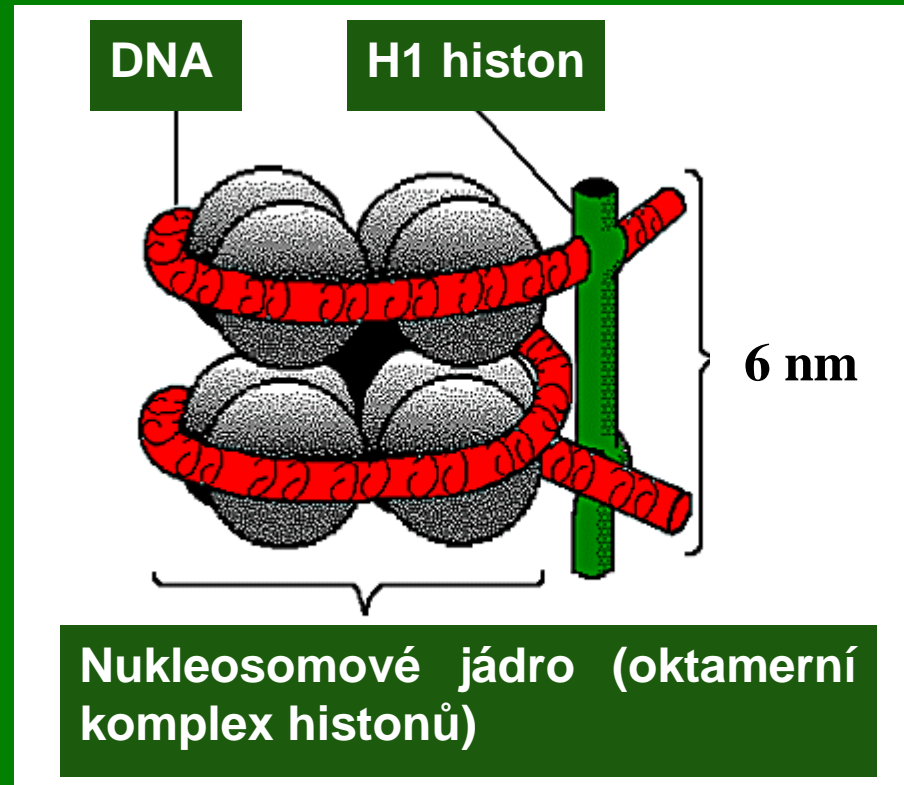
2.0 nm



Watson a Crick, 1953 – struktura DNA, DNA kód

Roger Kornberg, 1974

Histony (H2A a H2B) a (H3 a H4) tvoří dimery, ty tvoří tetramery a dohromady pak vzniká oktamer





Thomas Cremer

První experimenty, které vedly k závěru, že chromosomy se nacházejí v jádře v podobě ohraničených domén, byly pokusy T. Cremera v letech 1982-1984. Zavedení FISH podstatně urychlilo poznání chromosomů jak v mitóze, tak v interfázi.

