

POJEM HMOTY A ENERGIE

FORMY EXISTENCIE HMOTY

LÁTKOVÉ MNOŽSTVO, KONCENTRÁCIA

Organizmy sú otvorené systémy, z čoho vyplýva, že ich existencia je podmienená „komunikáciou“ s okolitým prostredím. Táto „komunikácia“ predstavuje zložitý proces, v ktorom môžeme identifikovať:

- Tok látok;
- Tok energie;
- Tok informácií.

Každý z týchto procesov sa uskutočňuje už na **úrovni buniek**, ktoré predstavujú základný stavebný prvok všetkej živej hmoty.

Tok látok v bunke

Každá bunka musí byť vybavená mechanizmami, ktorými **látky z okolia prijíma (selektívne)**, prijaté **látky chemicky spracováva**, t.j. premieňa na zlúčeniny potrebné pre život bunky a nepotrebné **látky do okolia uvoľňuje, vydáva**. Tok látok **oboma smermi** je základnou charakteristickou vlastnosťou každej živej bunky.

Vo všeobecnosti hovoríme o tzv. **metabolizme, metabolickom procese alebo tzv. látkovej výmene**. (existujú rôzne definície metabolického procesu) Je to súbor všetkých reakcií, pri ktorých dochádza k premene látok a energie v bunkách a v živých organizmoch. Metabolizmus delíme na:

- **anabolizmus** (výstavbový proces, biosyntéza) (anaboliká v posilňovni) a
- **katabolizmus** (rozkladový proces).

Metabolizmus môže byť aj dočasne pozastavený, napríklad v semenách rastlín.

Tok energie v bunke

Už proces látkovej výmeny možno v zásade považovať aj za tok energie, nakoľko látka je jednou z foriem hmoty, no a hmota a energia sú si ekvivalentné podľa vzťahu:

$$E = mc^2$$

kde E je celková energia, m je relativistická hmotnosť a c je rýchlosť svetla vo vákuu. (k tomuto vzťahu sa ešte vrátíme)

Okrem toho v bunke prebiehajú aj ďalšie fyzikálno-chemické procesy spojené s transformáciou jednej formy energie na inú. Výsledkom môže byť napríklad produkcia tepla alebo konanie mechanickej práce (napríklad svalové bunky).

Tok informácií v bunke (15 min)

Bunka obsahuje všetky potrebné informácie, ktoré určujú jej štruktúru a funkcie v rámci celého organizmu vo forme **genetickej informácie**. Genetické informácie sú **nezávislé od príjmu informácií z okolia**. Bunka ich získava od materskej bunky pri delení.

Informácie prijímané z okolia usmerňujú tzv. **účelové (cielené) správanie sa bunky voči okoliu**. Bunka musí byť informovaná napríklad o chemickom zložení svojho okolia, aby mohla účelne na toto okolie reagovať a prispôsobovať sa. Bunky mnohobunkových organizmov musia prijímať informácie o tom, ako sa majú správať, aby sa zachovala integrita organizmu. Každá bunka musí mať teda vyvinutý účinný systém, ktorým informácie z okolia prijíma a prijaté informácie vyhodnocuje a spracováva.

Bunka, okrem prijímania signálov, signály aj vysiela. Hovoríme aj o tzv. **medzibunkovej signalizácii**. Neustály tok informácií medzi bunkou a jej okolím je teda ďalším základným predpokladom existencie bunky, a teda všetkých živých sústav.

Pojem hmoty

Filozofická definícia hmoty:

Hmota je filozofická kategória na označenie objektívnej reality, ktorá je daná človeku v jeho pocitoch, ktorú odrážajú naše pocity, pričom hmota existuje nezávisle od pocitov.

(Matrix)

Fyzikálna definícia hmoty:

Pod hmotou budeme zjednodušene rozumieť súhrnný názov pre **látku** a **pole**. V širšom zmysle slova hmota zahŕňa aj **antihmotu**. Hmota tvorí jedinú podstatu vesmíru, pričom sa vyskytuje v nekonečne mnohých kvalitatívne rozdielnych formách. Podľa teórie relativity existuje ekvivalentný vzťah medzi hmotou a energiou. Hmota sa môže zmeniť na energiu a naopak.

$$E = mc^2$$

kde E je celková energia, m je relativistická hmotnosť a c je rýchlosť svetla vo vákuu. (vysvetliť)

Anglická terminológia v súvislosti s hmotou

V angličtine sa slovo **matter** obyčajne chápe ako to, čo v slovenčine označujeme ako **látka** (čiže nezahŕňa pole). Slovo **mass** znamená výlučne **hmotnosť** a jeho preklad ako **hmota** je nesprávny.

V tejto súvislosti treba rozlišovať **relativistic mass, m** (alebo zjednodušene len **mass**) ako **relativistickú hmotnosť**, zatiaľ čo **pokožová hmotnosť** býva spravidla explicitne udávaná ako **rest mass, m_0** . Platí vzťah:

$$E = E_{rest} + E_{kin} = m_0 c^2 + E_{kin} = m c^2$$

kde E je celková energia, E_{rest} je pokojová energia, E_{kin} je kinetická energia a m_0 je pokojová hmotnosť.

Pole sa v angličtine označuje výrazmi **field** alebo aj **radiation** (čo v preklade do slovenčiny znamená **žiarenie**) alebo **force carriers** (s týmto som sa vo fyzike nestretol). Spoločný termín pre látku a pole sa v angličtine nevyskytuje.

Anglická terminológia v súvislosti s hmotou

$$E = E_{rest} + E_{kin} = m_0 c^2 + E_{kin} = mc^2$$



Hmotnosť je mierou zotrvačných účinkov telesa, ale nedá sa použiť ako miera „**množstva**“ látky, **látkového množstva** (príde neskôr).

Pole

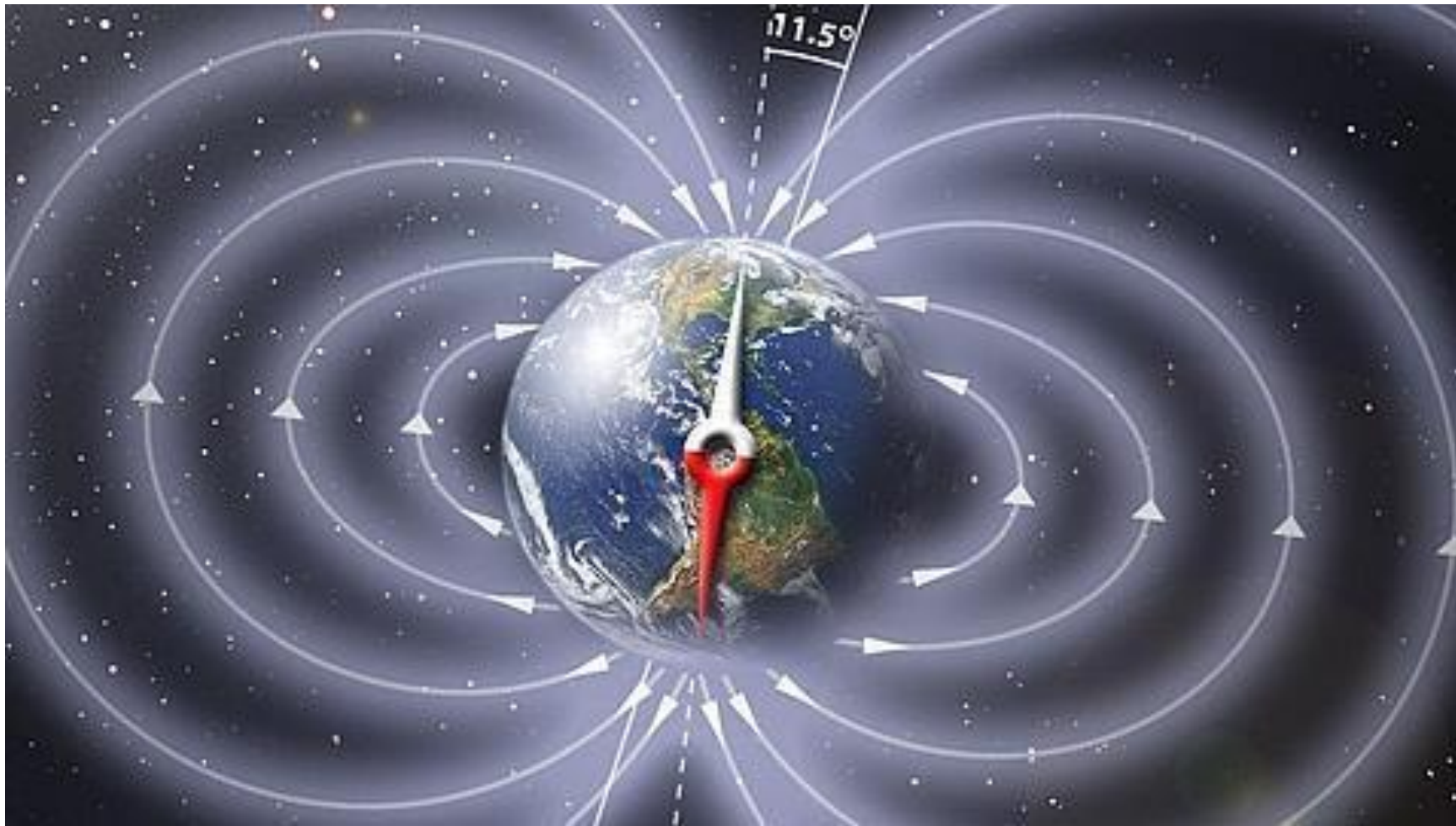
Pole je jednou z foriem existencie hmoty, ktorá nemá pokojovú hmotnosť, resp. má nulovú pokojovú hmotnosť. Jej výrazným rysom je vlnová povaha. Sprostredkuje vzájomné pôsobenie medzi diskretnou, látkovou formou hmoty, jej časticami, telesami

Pole sa vo vákuu šíri vždy konštantnou rýchlosťou, a to rýchlosťou svetla ($c = 2,997\,928 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Vzhľadom na vlnovú povahu polí hovoríme aj o žiarení, a to najmä v súvislosti s elektromagnetickým polom. Fyzikálne polia sú významným abiotickým faktorom životného prostredia, pričom mimoriadny význam majú:

- Magnetické pole Zeme;
- Gravitačné pole Zeme;
- Elektromagnetické žiarenie (vrátane svetla, gama žiarenia a pod.)

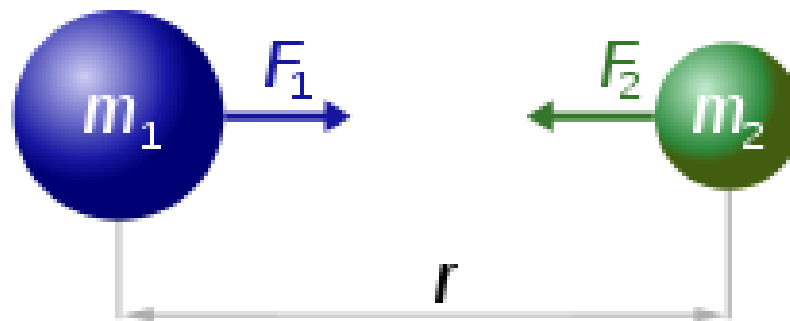
Polia (podobne ako iné abiotické faktory) môžeme rozdeliť na prirodzené (prírodné) a umelé (elmg smog, svetelný smog).

Magnetické pole Země (30 min)



Gravitačné pole Zeme a gravitačný zákon

Gravitačné pole je fyzikálne pole, prostredníctvom ktorého sa dve ľubovoľné častice (hmotné body) vo vesmíre navzájom priťahujú dvoma rovnako veľkými silami opačného smeru pôsobiacimi pozdĺž ich spojnice, pričom tieto sily sú priamo úmerné súčinu hmotností týchto častíc a nepriamo úmerné druhej mocnine vzdialenosti týchto častíc:



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Gravitačná konštanta, G má hodnotu $6.67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

Gravitačné pole Zeme a gravitačný zákon

Ak za hmotnosť m_1 dosadíme hmotnosť Zeme, M_{Zem} a za vzdialenosť r polomer Zeme, R , získame silu, ktorou je hmotný bod s hmotnosťou m na Zemskom povrchu Zemou priťahovaný **v dôsledku gravitácie**:

$$F_{grav} = G \frac{M_{Zem}}{R^2} m = mg^*$$

g^* sa nazýva **gravitačné zrýchlenie**.

Hmotnosť Zeme, M_{Zem} je asi 5.9742×10^{24} kg, polomer Zeme, R je asi 6378 km a gravitačná konštanta je $6.67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$. Gravitačné zrýchlenie bude 9.802 m/s^2 .

Gravitačné zrýchlenie a tiažové zrýchlenie

To, čo však v skutočnosti na povrchu Zeme "cítime" je výslednicou gravitačného pôsobenia Zeme a **odstredivej sily** vznikajúcej v dôsledku jej rotácie. Preto tzv. **tiažové zrýchlenie** nie je totožné s gravitačným zrýchlením. Tiažové zrýchlenie na povrchu Zeme kolíše v dôsledku rôznych vzdialeností od stredu Zeme (Zem je sploštená a jej rovníkový polomer je väčší ako polárny), a tiež vplyvom rôznej veľkosti odstredivej sily, ktorá závisí od polomeru.

Na rovníku na úrovni morskej hladiny má tiažové zrýchlenie hodnotu asi 9.780 m/s^2 , na 45° zemepisnej šírky 9.80665 m/s^2 a na pólach 9.832 m/s^2 . Na jeden meter výšky sa znižuje približne o $3 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$ za predpokladu, že výška je vzhľadom na zemský priemer zanedbateľná.

Bezťažový stav, ktorý je na satelitoch obiehajúcich okolo Zeme, je iba zdanlivý. V skutočnosti sa pohybujú na obežnej dráhe s takým polomerom, kde sa obidve sily vyrovnávajú, čiže odstredivá sila vyrovnáva silu dostredivú – gravitačnú.

Význam gravitačného poľa Zeme

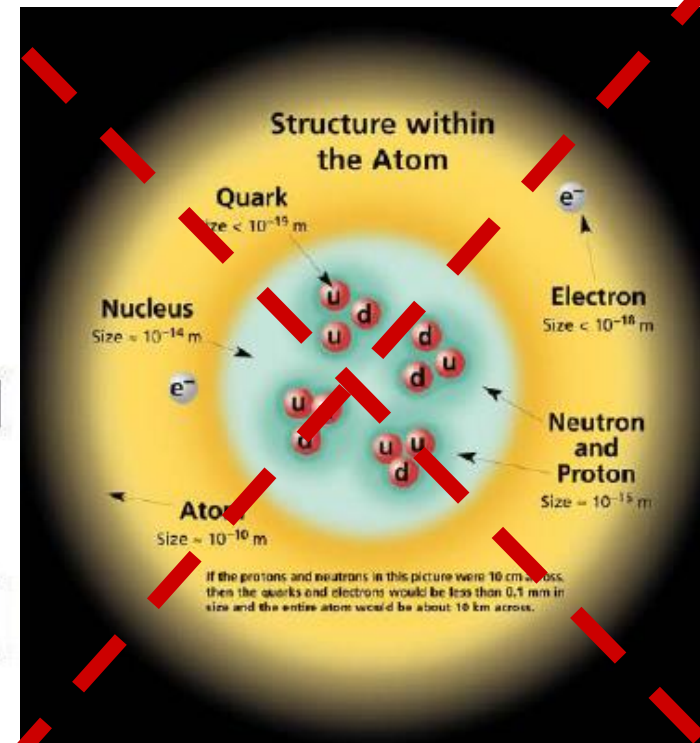
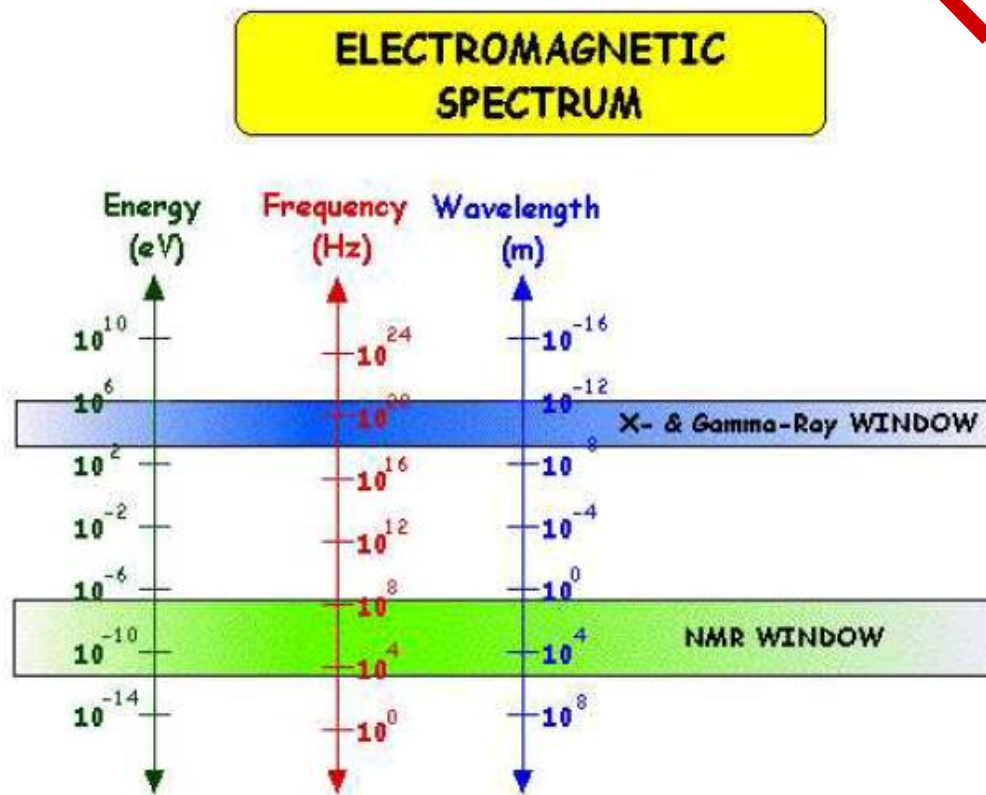
Gravitačné pole Zeme má zásadný význam pre **atmosféru aj hydrosféru Zeme**. Hodnota tiažovej konštanty (spolu s ďalšími fyzikálnymi konštantami) určuje okrem iného:

- Atmosférický tlak;
- Zloženie atmosféry;
- Hydrostatický tlak:

$$p = h\rho g$$

kde p je tlak, h je výška vodného stĺpca, ρ je hustota kvapaliny (v tomto prípade vody) a g je gravitačná konštanta.

Dá sa to využiť na meranie atmosférického tlaku.
Čo by sa stalo, keby gravitačná konštanta mala inú hodnotu?

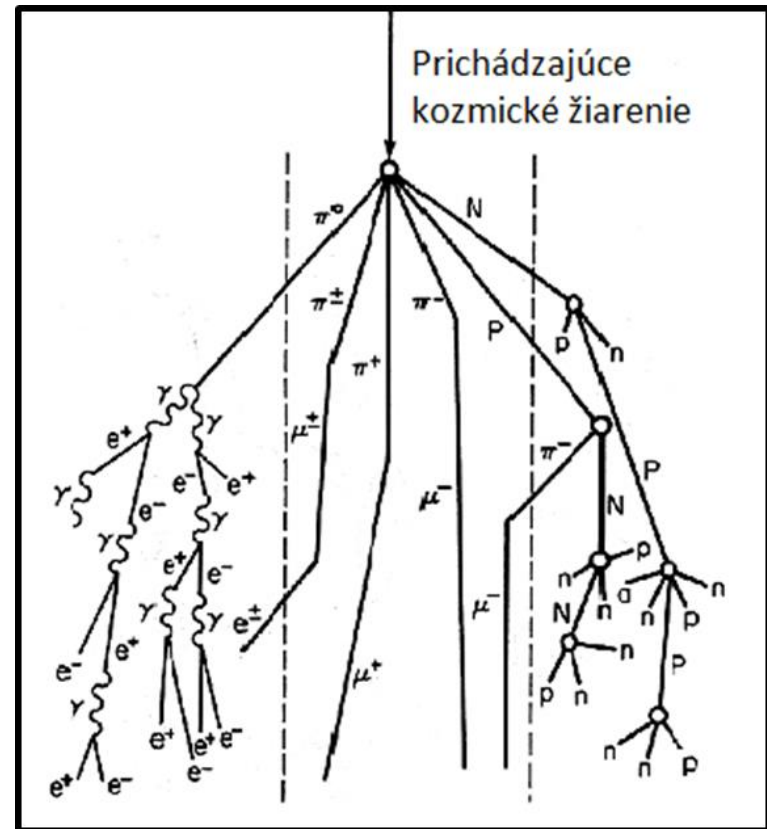
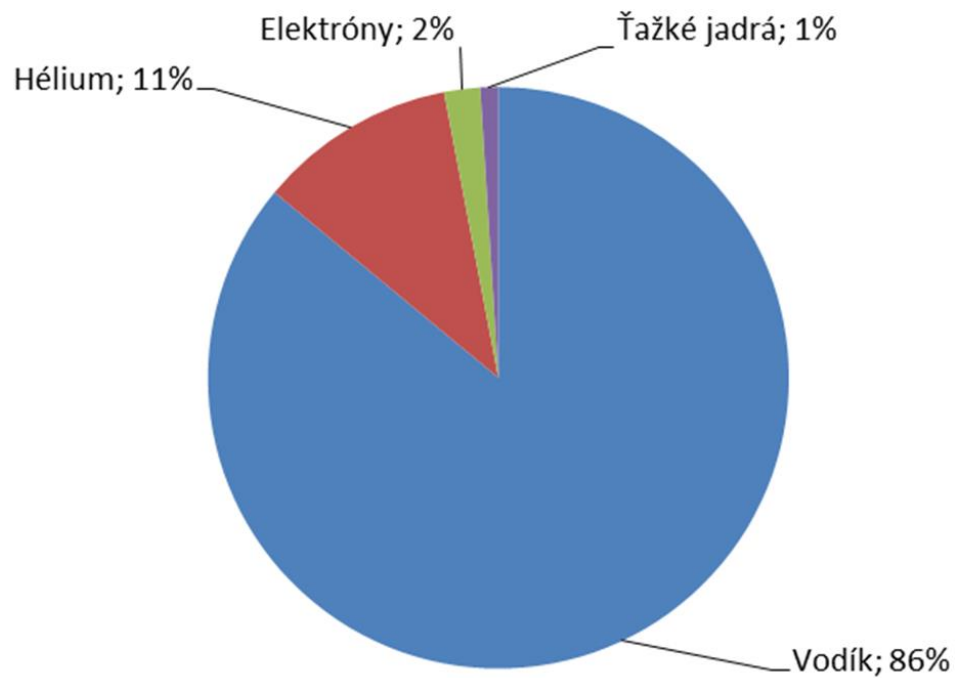


Presná klasifikácia je závislá od kontextu. Navyše platí tzv. **vlnovo-korpuskulárny dualizmus** ... vysvetliť Preto aj terminológia a veličiny používané na charakterizáciu žiarenia a látky **sa prekrývajú**.

Zdroje žiarenia za Zemi

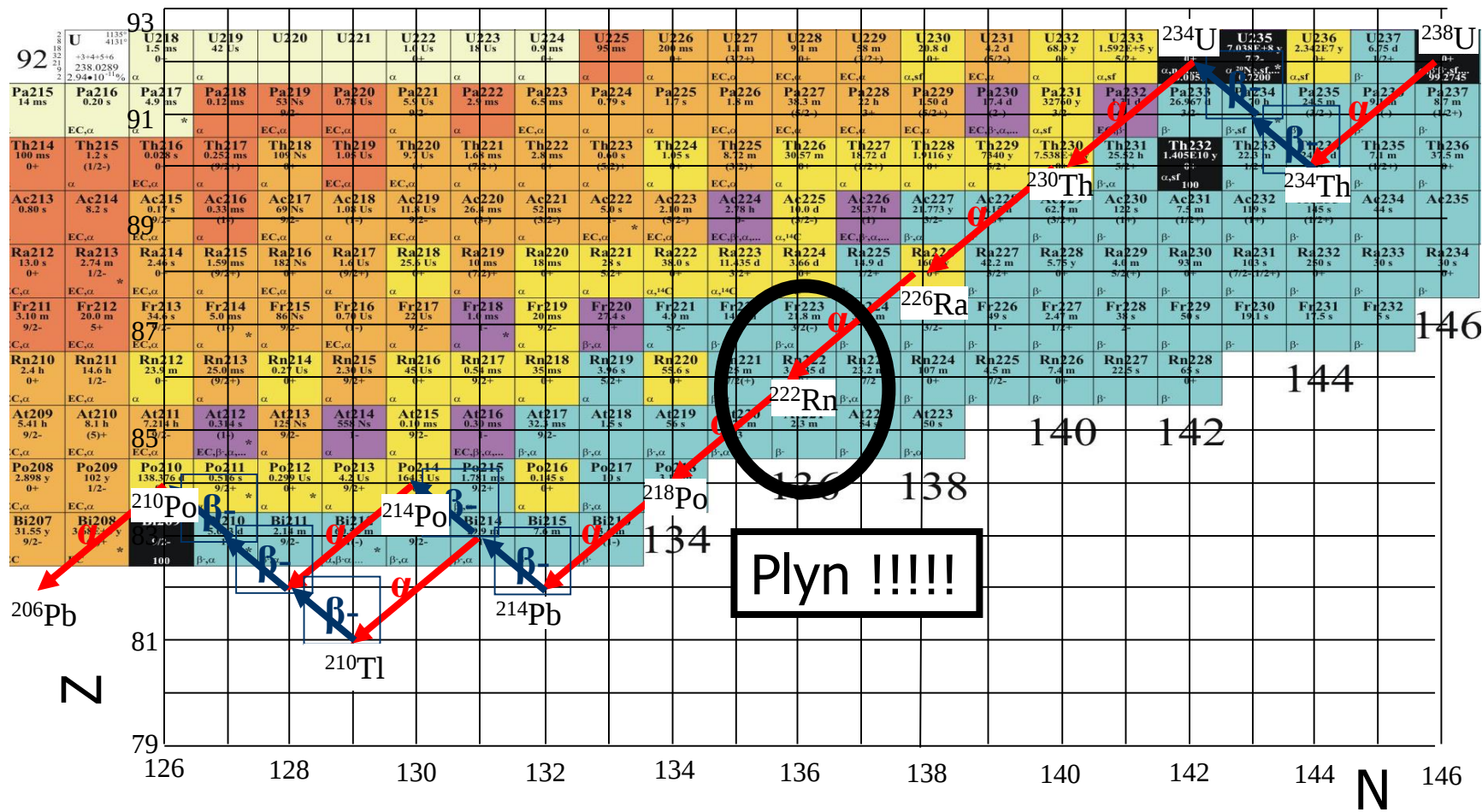
- **Prírodné:**
 - Kozmické žiarenie;
 - Rádioaktívne izotopy;
- **Umelá činnosť človeka:**
 - Jadrová energetika;
 - Nukleárna medicína;
 - Diagnostika;
 - Radioterapia;
 - Výskum;
 - Jadrové zbrane;
 - Iné aplikácie.

Kozmické žiarenie

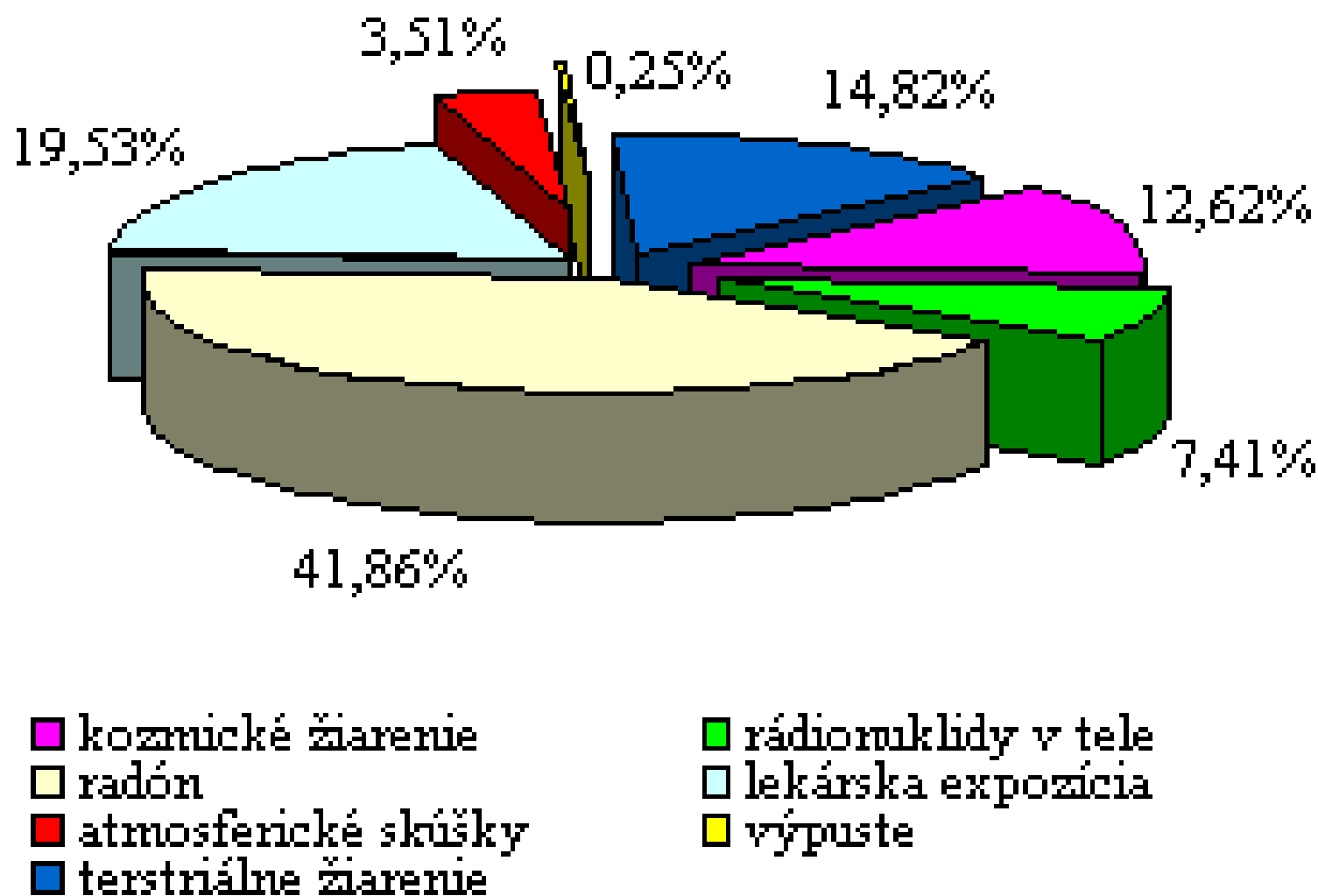


Rádioaktívne prvky v Zemskej kôre, rozpadové rady

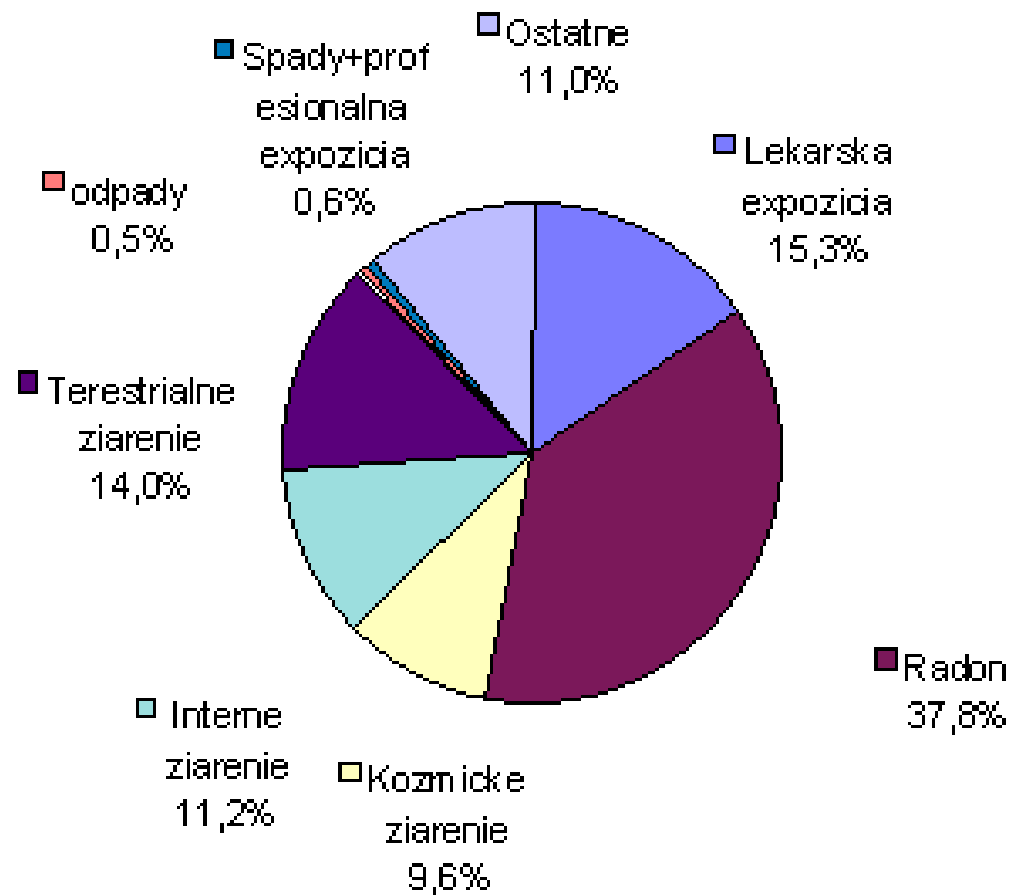
$^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb}$, $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$, $^{237}\text{Np} \rightarrow ^{209}\text{Pb}$, $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb}$



Zdroje žiarenia - rozdelenie

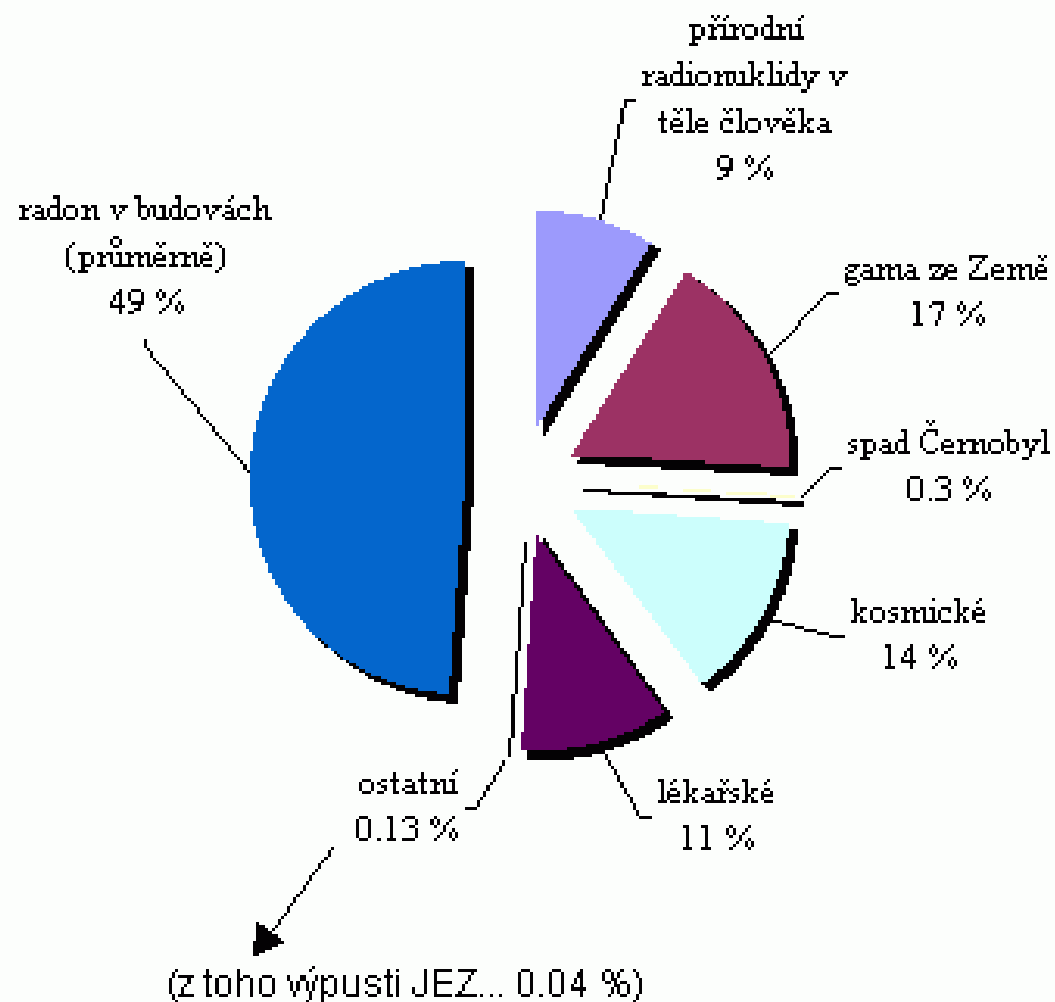


Rocna expozicia obyvateľstva ionizujúcim žiarením

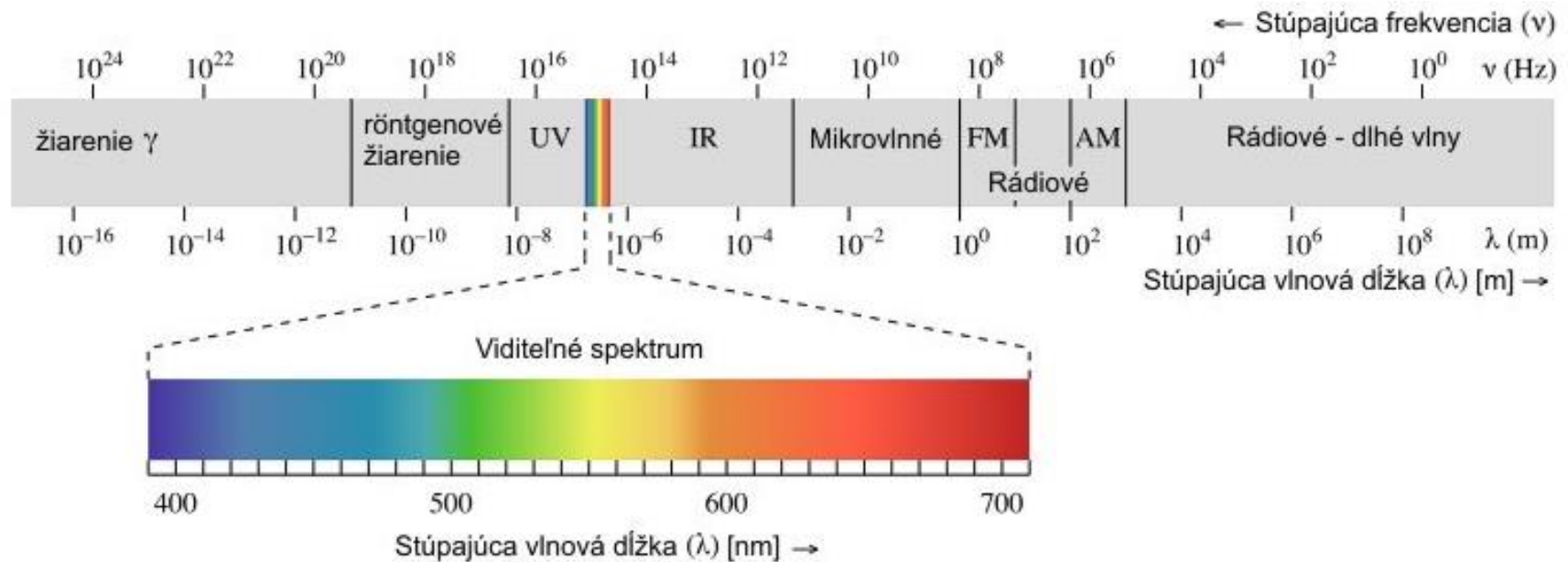


Zdroje žiarenia - rozdelenie

Rozdělení dávek obyvatelstvu



Svetlo



Viditeľné svetlo predstavuje **elektromagnetické vlnenie** v úzkom intervale vlnových dĺžok, resp. frekvencií, resp. energií. Vzájomnému prepočtu medzi týmito veličinami sa budeme venovať na cvičení.

Svetlo je jeden z najdôležitejších abiotických ekologických faktorov:

- Podmieňuje fotosyntézu;
- Svetelné podmienky ovplyvňujú spánok a regeneráciu (smog);
- Striedanie dňa a noci určuje biorytmus živých organizmov.

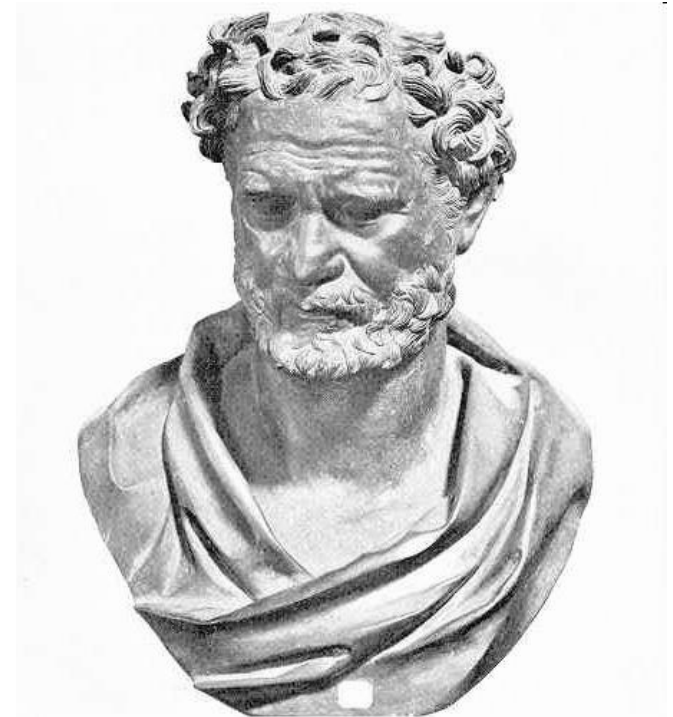
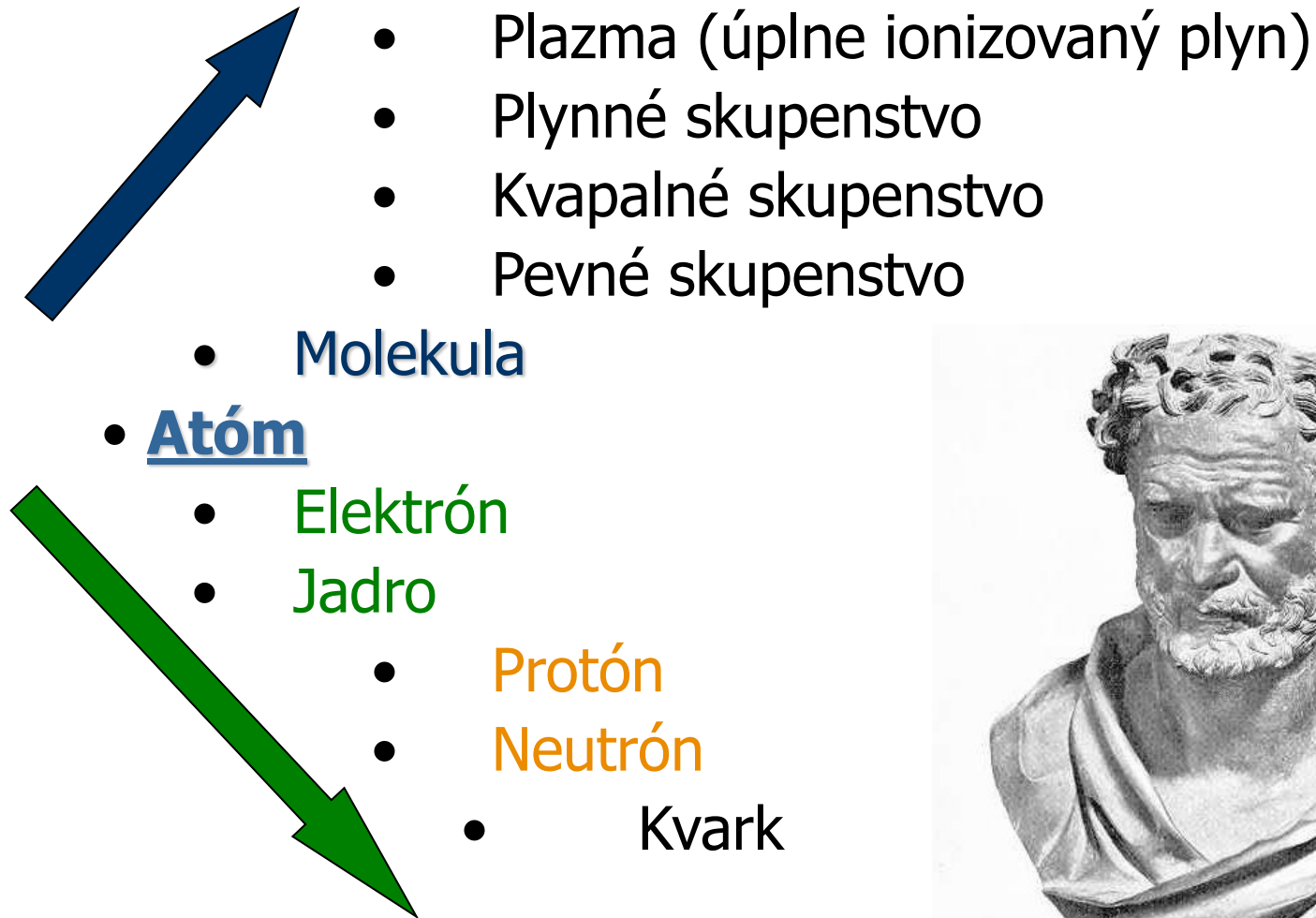
Ako teda určujeme „množstvo“ žiarenia

Intenzita žiarenia – počet častíc daného žiarenia. Môže byť prípadne udávaná na jednotku plochy (**fluencia, fluence**) alebo na jednotku plochy za jednotku času (**tok, flux**), prípadne počet častíc v nejakom energetickom intervale, počet častíc vyžiarených do jednotkového priestorového uhla (alebo kombinácie vyššie uvedených možností). Ale vždy ide o **počet častíc**. Niekedy majú špeciálne mená. Treba sa orientovať podľa jednotky, napríklad počet fotónov za sekundu (**početnosť**), počet fotónov/cm², počet fotónov/cm²/s atď.

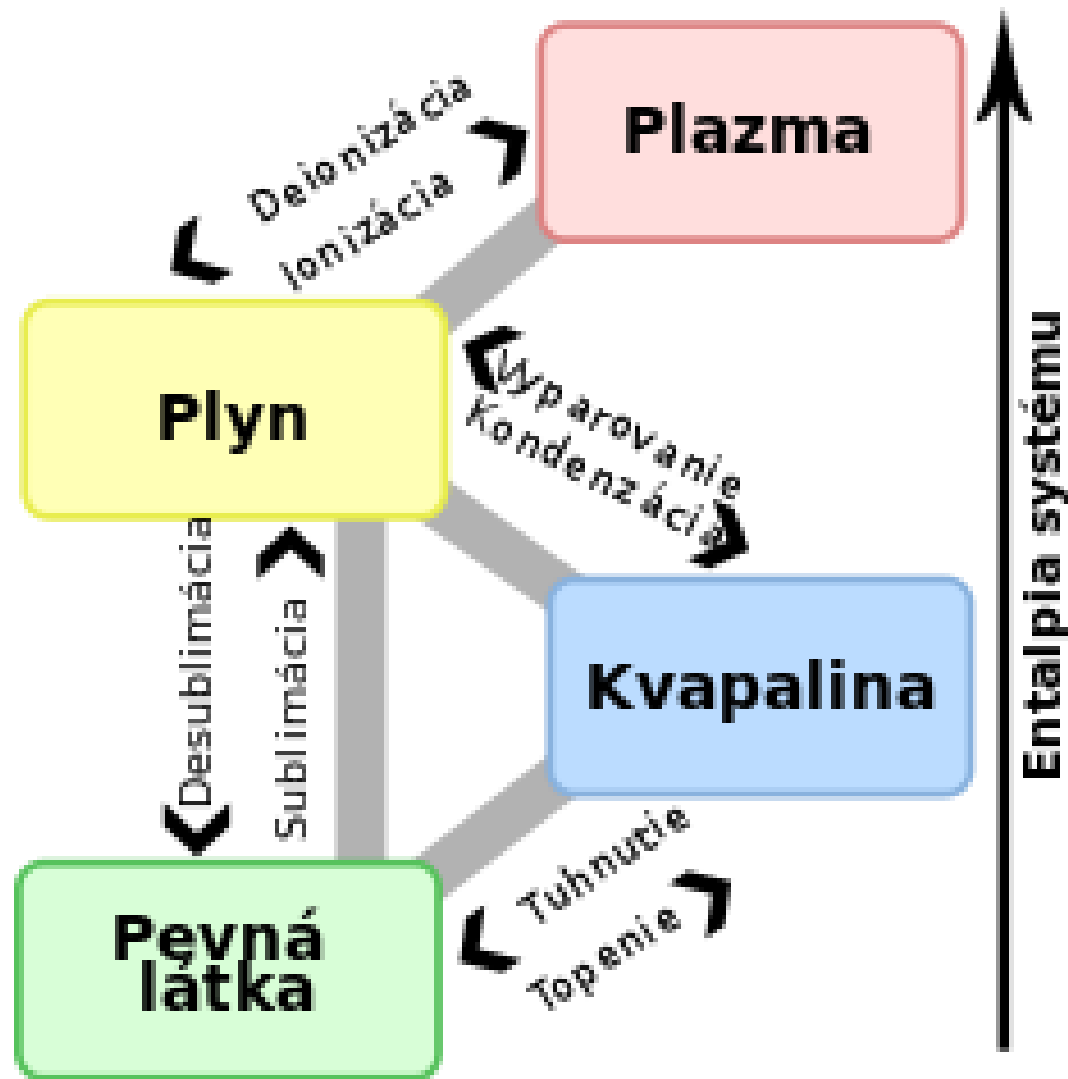
Fyzikálna dávka – energia absorbovaná 1 kg látky. Jednotka: **Gray** [Joule/kg]

Dávkový ekvivalent – fyzikálna dávka vynásobená istým faktorom zohľadňujúcim biologické účinky žiarenia. Jednotka: **Sievert**

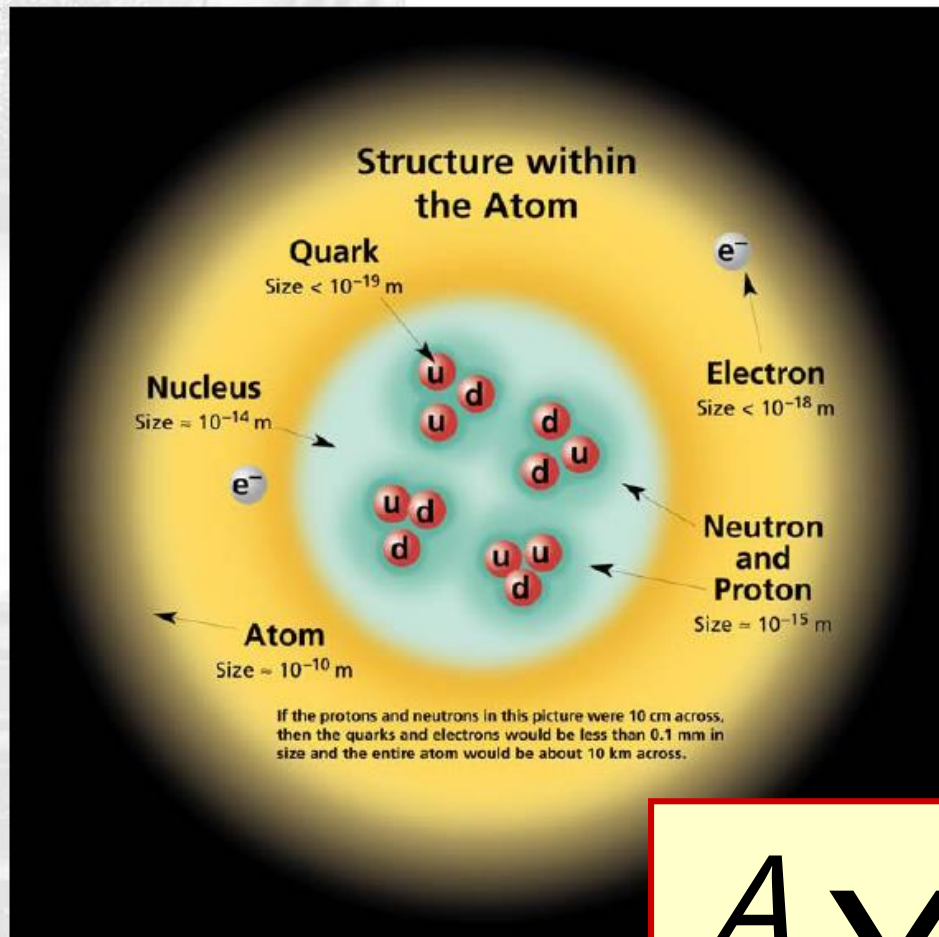
Dávkový príkon – dávka za jednotku času. Jednotka: **Gray/s, Gray/h, Sv/s, Sv/h** (bližšie sa tým zaoberá dozimetria)



Základné fázové premeny (75 min)



Stavba atómu



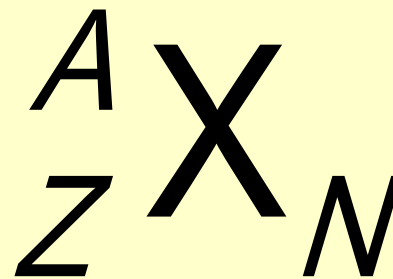
model-diameters:

p = 10 cm

n = 10 cm

e = 0,1 mm

atom = 10 km



Hmotnostná jednotka

Atómovú hmotnostnú jednotku (atomic mass unit, amu, u)
definujeme ako:

$$u_{[\text{kg}]} = \frac{1}{12} m({}_{6}^{12}\text{C})$$

Relatívnu hmotnosť
definujeme ako:

$$m_r = \frac{m_{[\text{kg}]}}{u_{[\text{kg}]}}$$

Atómová hmotnostná jednotka je: $1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$E = E_{rest} + E_{kin} = m_0 c^2 + E_{kin} = mc^2$$



Hmotnosť je mierou zotrvačných účinkov telesa, ale nedá sa použiť ako miera „množstva“ látky, látkového množstva.

Látkové množstvo (koniec)

1 mól (1 kilomól) je také množstvo danej látky, ktoré obsahuje práve toľko častíc, koľko je atómov uhlíka ^{12}C v 12 g (12 kg) izotopu uhlíka ^{12}C .

$$N_A = 12_{[\text{g}]} / (12u)_{[\text{g}]} = 1/u = 6.02214179 \times 10^{23} \text{ atómov.}$$

Toto číslo sa nazýva **Avogadrova konštanta, N_A** .

Látkové množstvo je teda určené vzťahom:

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

kde n je látkové množstvo, N je počet základných častíc v látke a N_A je Avogadrova konštanta.

Ako sa s tým v praxiarába, bude predmetom cvičenia.

Cvičenie

1. Meranie tlaku v mm vodného stĺpca
2. Prepočet vlnová dĺžka – energia – frekvencia pre elmg žiarenie
3. Výpočet gravitačného zrýchlenia
4. Orientácia v periodickej tabuľke prvkov
5. Výpočet priemernej atómovej hmotnosti pre izotopické zmesi
6. Stanovenie látkového množstva pre najznámejšie zmesi a zlúčeniny (voda, vzduch, uhlík, kyslík, dusík, kovy, urán, kysličník uhoľnatý, kysličník uhličitý, kysličník siričitý, ozón, ...)
7. Maximálna hĺbka studne