

Fyzika Zeme

Úvodný kurz pre poslucháčov
prvého ročníka bakalárskych
programov v rámci štúdia geológie

Úvodná prednáška

kontaktné osoby:

prednášky:

Prof. Roman Paštka (roman.pasteka@uniba.sk),
Katedra inžinierskej geológie, hydrogeológie a aplikovanej geofyziky

cvičenia:

Dr. M. Šugár (martinsugar18@gmail.com)
Ústav Vied o Zemi, Slovenská akadémia vied

hodnotenie na konci semestra:

písomná skúška (odpovede na 20 otázok, nie výberový test)
Priprustenie ku skúške len po odovzdaní všetkých úloh z cvičení!

<http://www.kaeg.sk>

→ vpravo v strede (učebné texty)

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

Katedra inžinierskej geológie, hydrogeológie a aplikovanej geofyziky
Oddelenie aplikovanej geofyziky

O nás Novinky Zaujímavosti Výskum Zamestnanci Súbory Fotogaléria

O nás

Aplikovaná geofyzika je súčasťou vied, ktoré merajú a vyhodnocujú fyzikálne polia Zeme a zameriava sa na ich štúdium s cieľom riešenia stavby litosféry – od prvých centimetrov pod zemským povrchom až do hĺbok rádovo stoviek kilometrov. Jej úlohou je detekcia a popis rôznych pod povrchových objektov – ide najmä o geologické, pedologické, hydrogeologicke, ložiskové, archeologicke a antropogénne štruktúry.

Strategický význam má aplikovaná geofyzika najmä pri prieskume rudných a nerudných surovin, ďalej pri vyhľadávaní ropy a plynu, nezastupiteľného úlohu pri štúdiu hlbnejne (globálnej) a regionálnej stavbe, využíva sa aj v hydrogeologii a inžinierskej geológii. Jej významný podiel je tiež v ekológii a environmentálnej geológii, najmä pri určovaní a mapovaní seismogennych zón, neotektoniky recentnej dynamiky a pri určovaní antropogénnych vplyvov na životné prostredie, najmä vplyvov znečistenia, tiež skladok odpadu a najmä úložísk rádioaktívneho odpadu.

Študijný program *Aplikovaná a environmentálna geofyzika* ako nedeliteľná súčasť geologickej vied je krajným odborom, s nepriamym určovaním širokého spektra geologickej štruktúr na základe fyzikálnych vlastností horninového prostredia a ich odrazu v geofyzikálnych poliach.

Podľa skúmaného fyzikálneho parametra využíva metódy:

- seismiku, geoelektriku a elektromagnetiku,
- gravimetriu, magnetometriu,
- rádiometriu a metódy jadrovej geofyziky,
- karotáz (meranie vo vrtoch),
- geotermiku,
- štúdium petrofyzikálnych vlastností.

Naša katedra/oddelenie je jediným školiacim pracoviskom aplikovanej a environmentálnej geofyziky v Slovenskej Republike v rámci dvoch vyšších stupňoch VŠ vzdelania – v rámci magisterského a doktorandského štúdia. Zabezpečuje výuku metód poznávania fyzikálnych prejavov horninového prostredia: gravimetrie, magnetometrie, geoelektrika, seismiky, rádiometrie, termometrie a termo-seismika, elektromagnetika, karotáz, geotermika, petrofyzika, a tiež výuky metodických pravidiel a metodických pravidiel pre realizáciu geofyzickej vedeckej práce.



Slovenčina

Angličtina

Hľadať

zadajte výraz...

Rýchla navigácia

Fotogaléria

História

Novinky

O nás

Súbory

Učebné texty

Výskum

Projekty APVV

- Project APVV-0194-10
Bouvar NC"

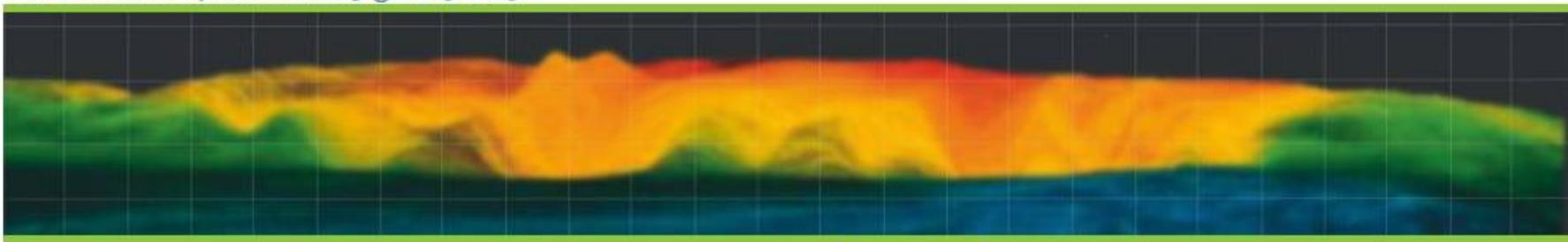
PDF z prednášok: webstránka oddelenia: www.kaeg.sk

http://www.kaeg.sk

→ hned' na začiatku: *Fyzika Zeme

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

Katedra inžinierskej geológie, hydrogeológie a aplikovanej geofyziky
Oddelenie aplikovanej geofyziky



O nás

Novinky

Zaujímavosti

Výskum

Zamestnanci

Súbory

Fotogaléria

Učebné texty

Predmet: Fyzika Zeme, 1. ročník, bakalársky program Geológia

Prednášky:

1. Fyzika 1 uvod
2. Fyzika 2 mechanika a grav zakon
3. Fyzika 3 mechanika energie
4. Fyzika 4 termodynamika
5. Fyzika 5 kvapaliny
6. Fyzika 6 pevne latky

Slovenčina

Hľadať

zadajte výraz...

Rýchla navigácia

Fotogaléria

Novinky

doplňujúca literatúra + študijné podklady:

Veis Š., Maďar J., Martišovitš V.: Všeobecná fyzika 1 – Mechanika a molekulová fyzika,

Čičmanec P.: Všeobecná fyzika 2 – Elektrina a magnetizmus.

Ilkovič D.: Fyzika 1.

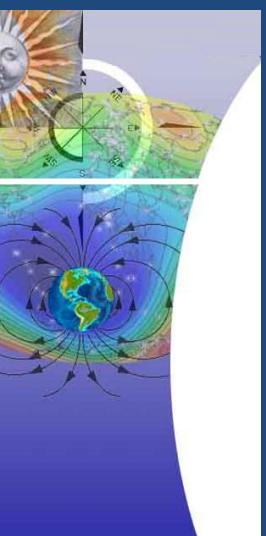
Hajko V. a kol.: Fyzika v príkladoch.

Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M.: Feynmanovy přednášky z fyziky. *Nakladatelství Fragment* (2013)

Tématická náplň semestra:

- Úvod, základné pojmy a nástroje fyziky
- Základy mechaniky, gravitačné pole
- Energia, výkon, práca
- Základy termodynamiky
- Zmeny skupenstiev a fázové prechody
- Stavba a vlastnosti pevných látok
- Prúdenie kvapalín a plynov
- Základy elektrickej interakcie
- Základy magnetizmu,
- Základy optiky
- Základy atómovej fyziky, rádioaktivita

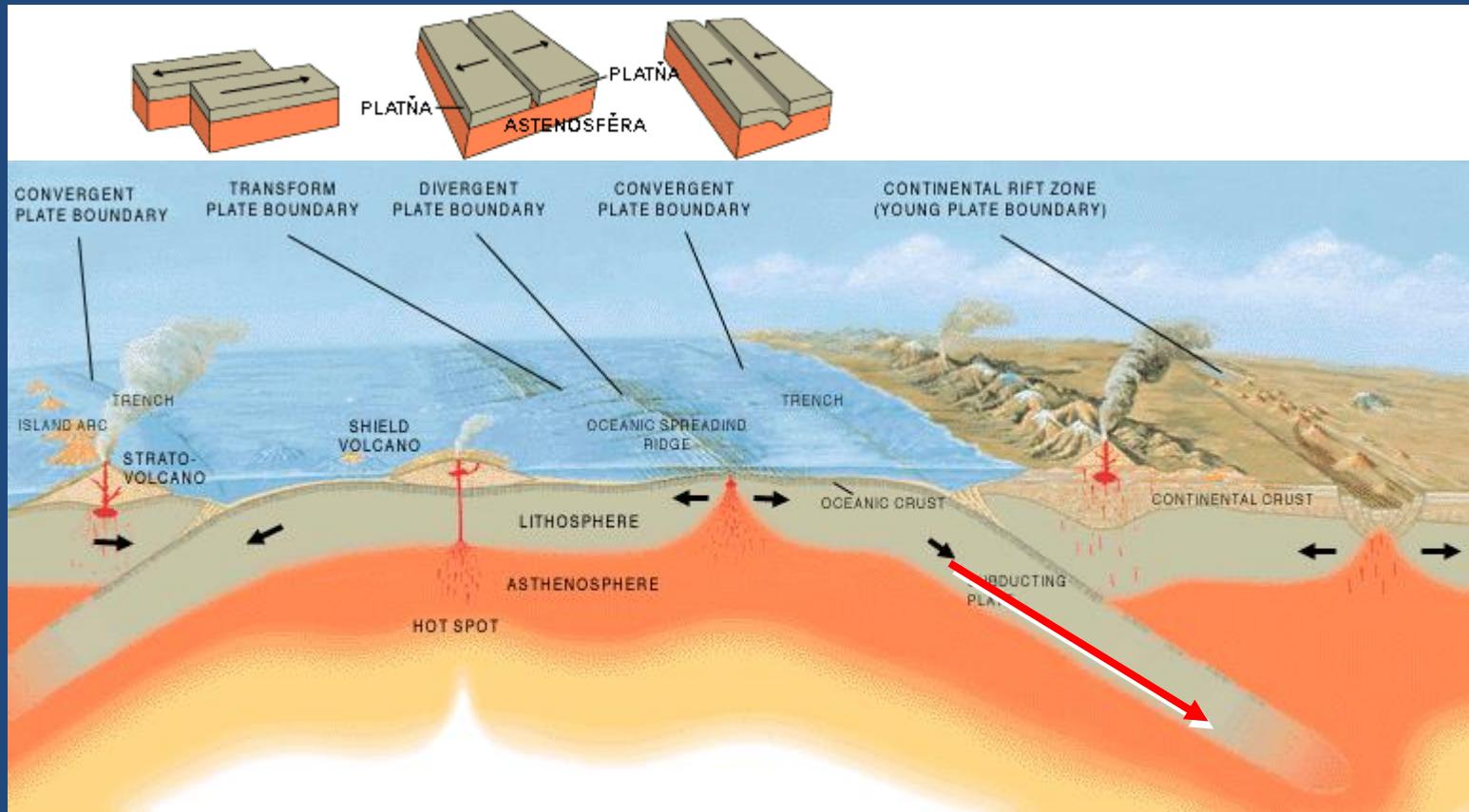
Úloha fyziky v geológii



- pri štúdiu mechanizmov rôznych geologických procesov (platňová tektonika, príkrov, zosuvy, stavba minerálov, teplotno-tlakové podmienky zmien fáz minerálov, prúdenie podzemnej vody, mechanické vlastnosti hornín, atď.).)
- pri meraní a interpretácii fyzikálnych polí Zeme za účelom štúdia jej stavby (geofyzikálne metódy, využívajúce gravitačné, magnetické, elektrické, tepelné, vlnové polia)

úloha fyziky v geológii – platňová tektonika

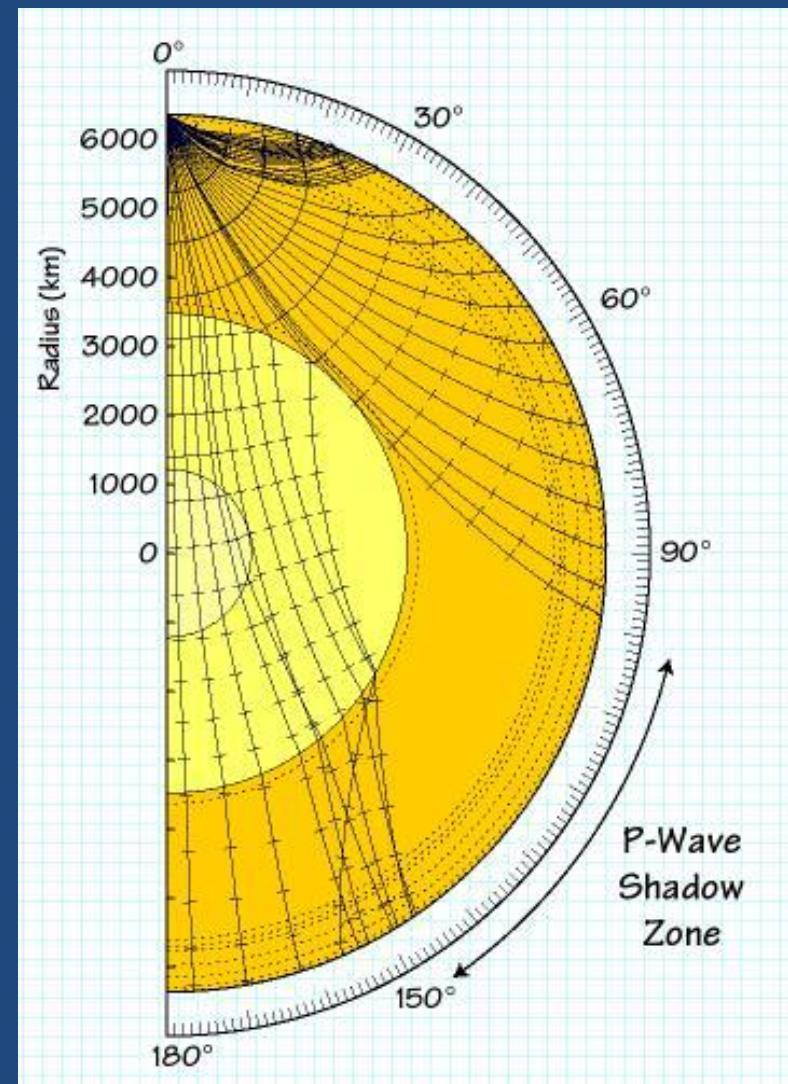
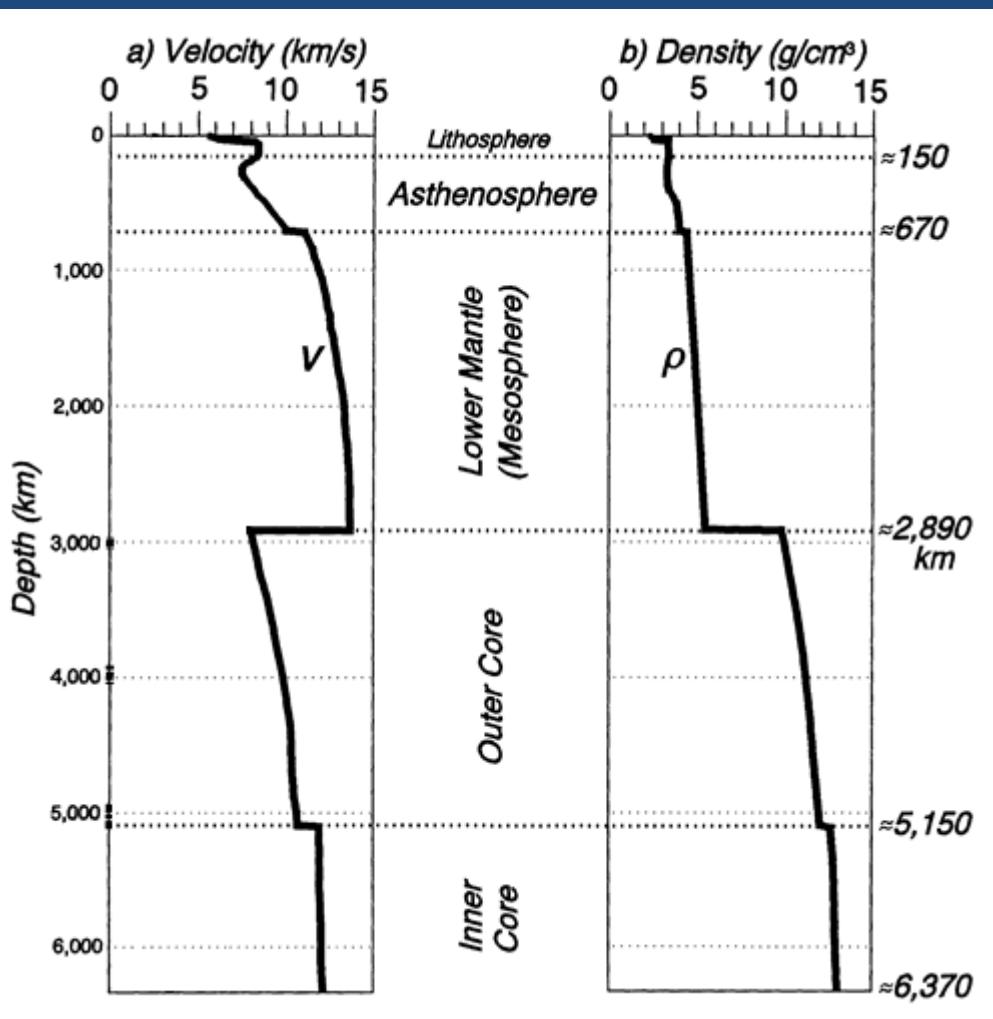
príklad: pri prvých predstavách o „hnacích motoroch“ platňovej tektoniky prevládal názor, že to je rozpínanie morského dna, avšak mineralogicko-fyzikálne modely ukázali, že to je naopak „ťah“ dosky nadol pri jej subdukcií



úloha fyziky v geologii – vnútorná stavba Zeme

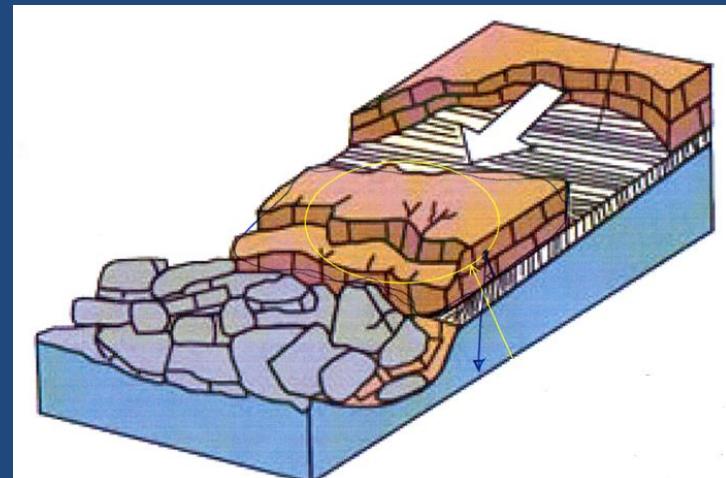
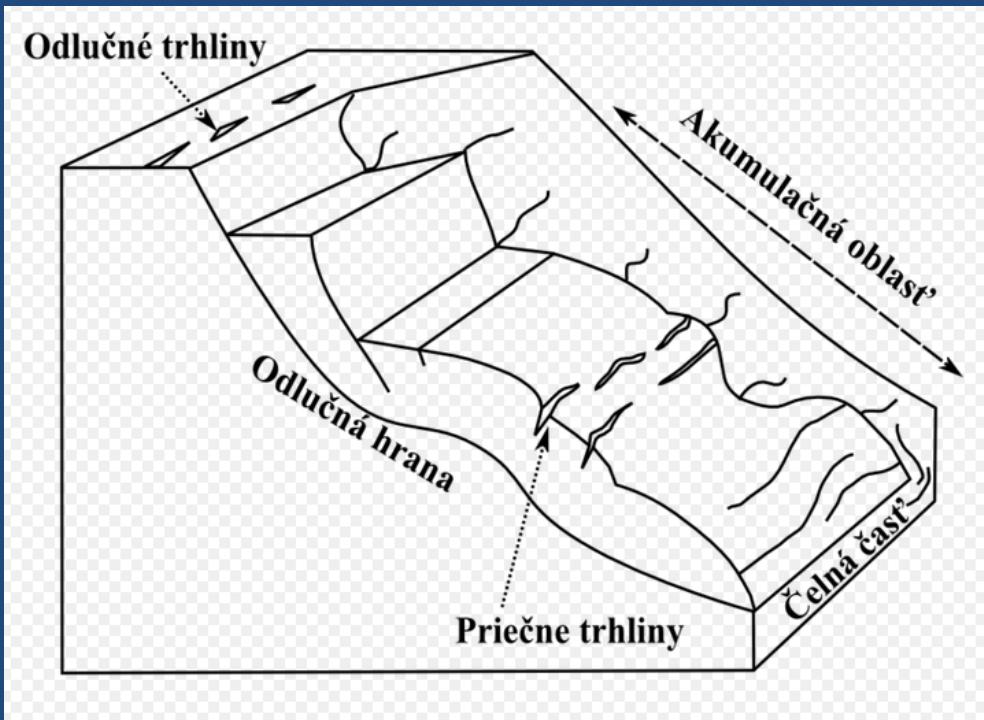
rýchlosť

hustota



úloha fyziky v geológii

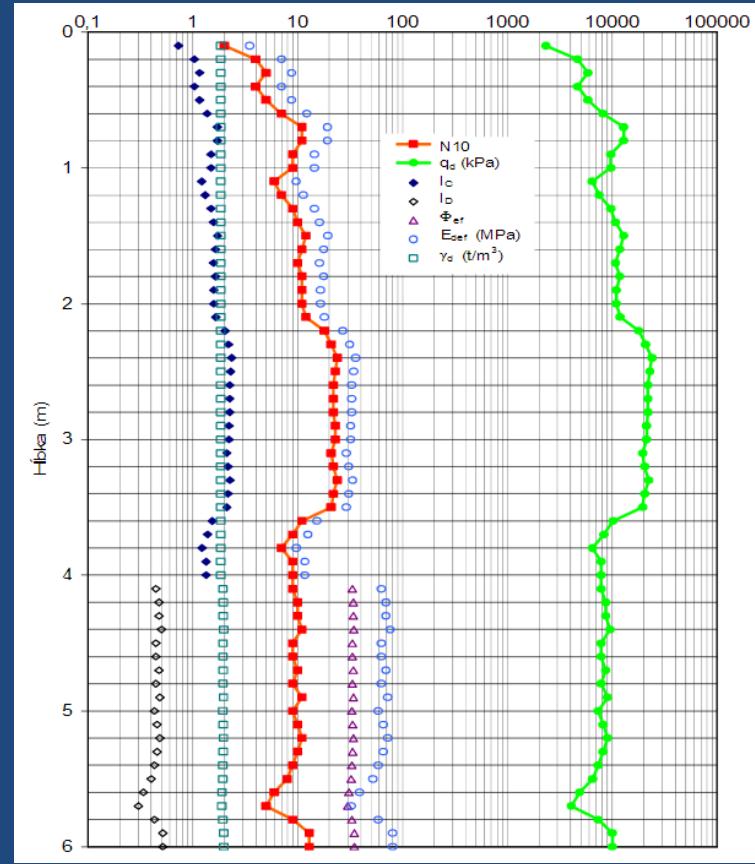
mechanika vzniku a pohybu zosuvov



úloha fyziky v geológii

geomechanické vlastnosti hornín:

(napr. tzv. penetračné skúšky)



modelovanie a objasnenie horotvorných procesov:

zaujímavý link:

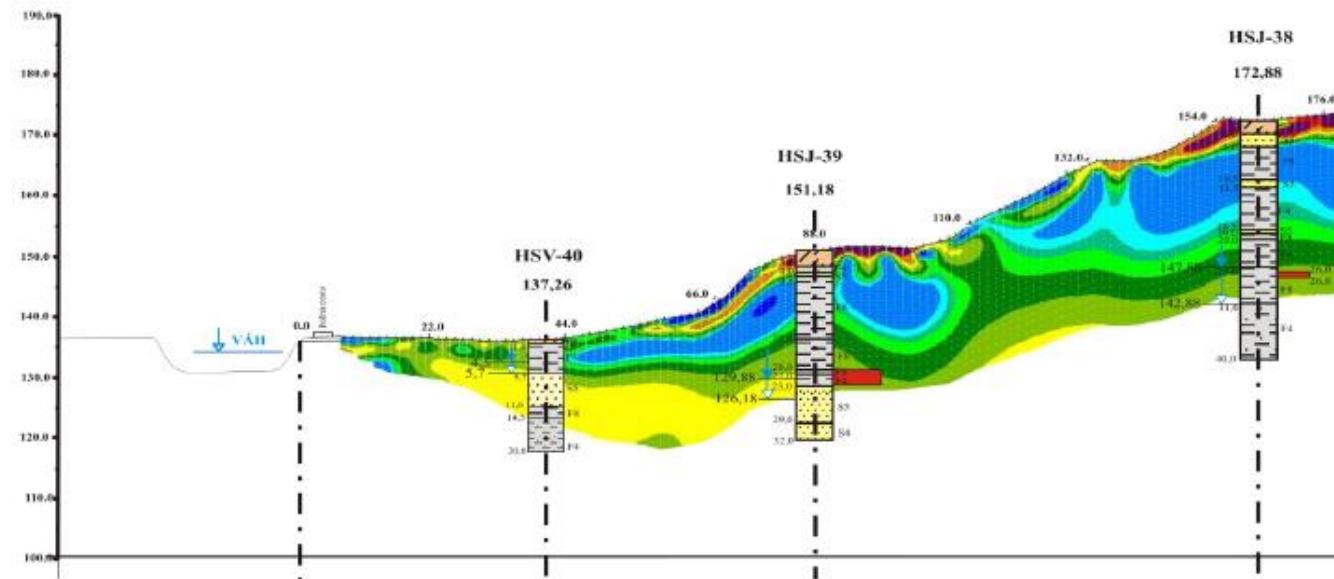
<https://www.youtube.com/watch?v=CPqANwaB0Gw>

úloha fyziky

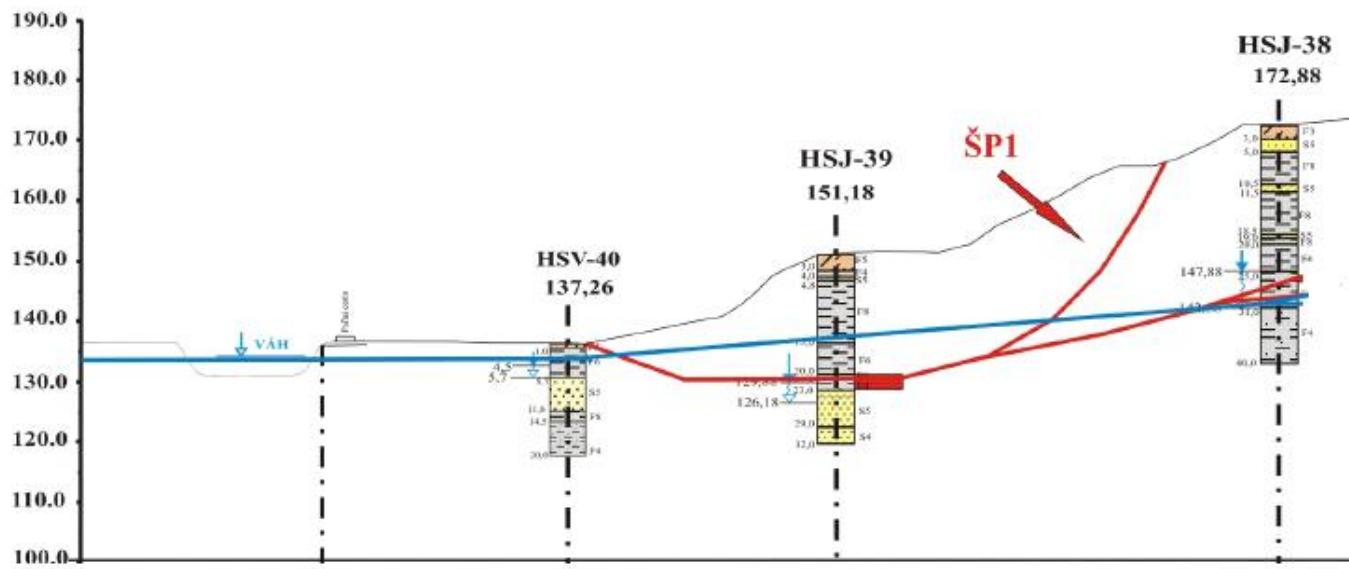
v geológii

elektrické
(odporové)
vlastnosti
hornín
v telesse
zosuvu

Izoohmický rez (inverzný model)



Interpretovaný rez s určením šmykových plôch



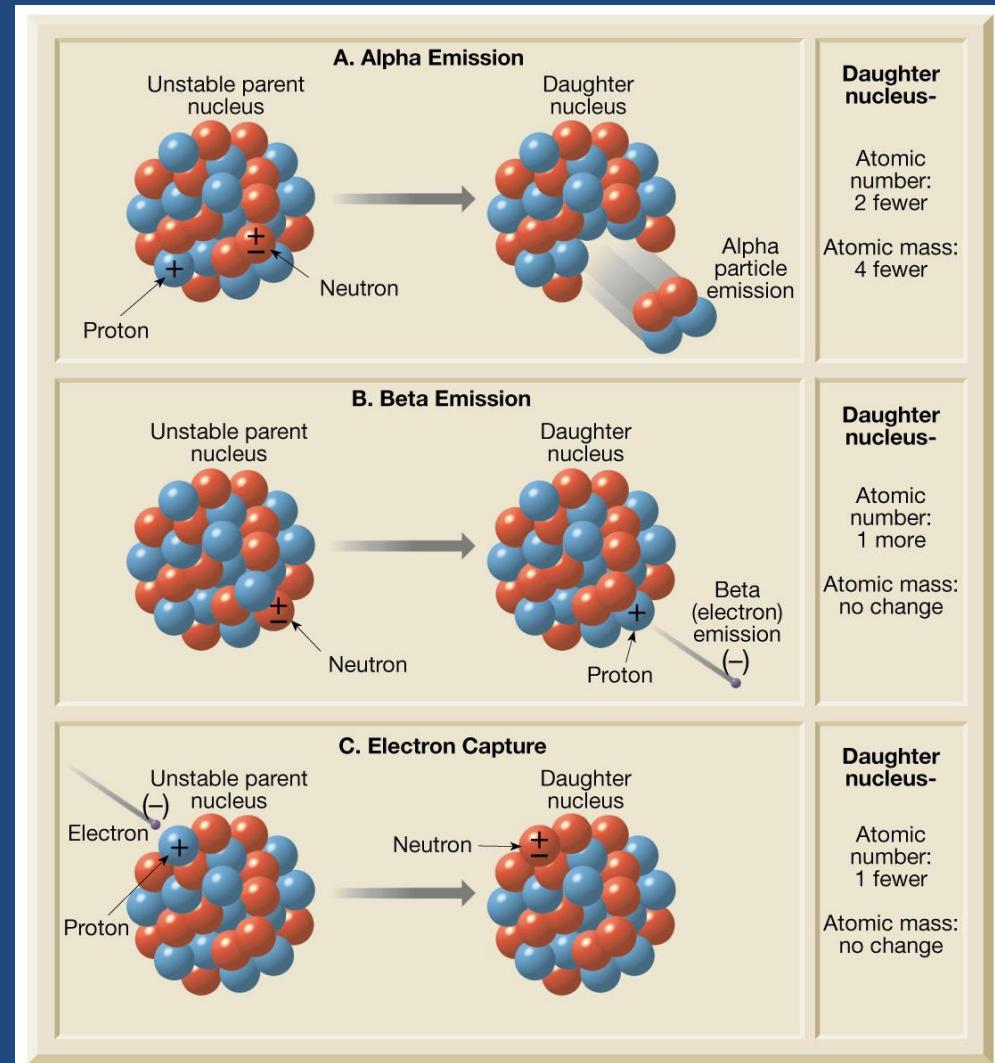
úloha fyziky v geológii - rádioaktívne datovanie

Vek sa určuje meraním pomeru množstva izotopu a jeho rozpadového produktu.

uránovo-olovená
metóda
 $(^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb})$

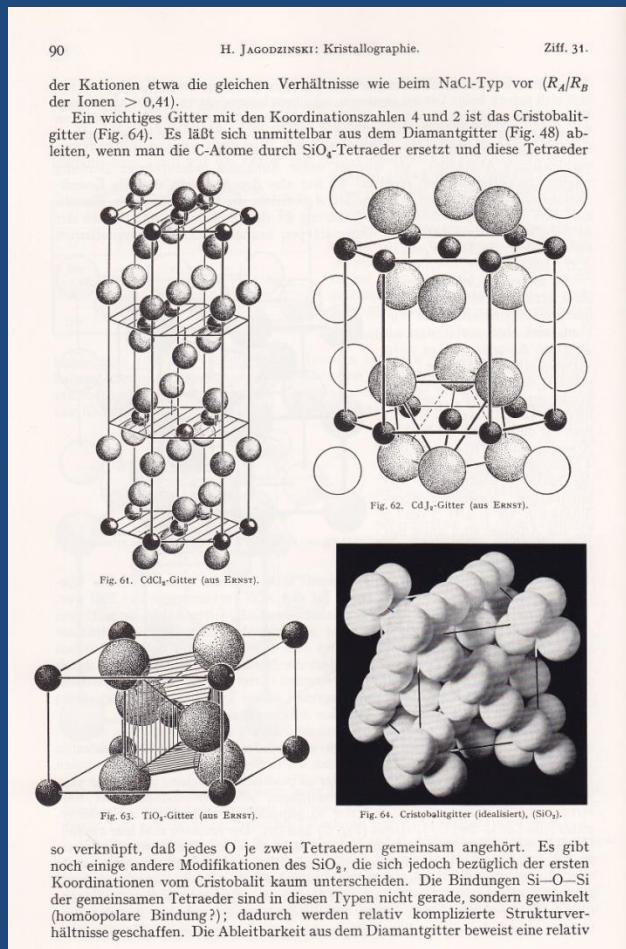
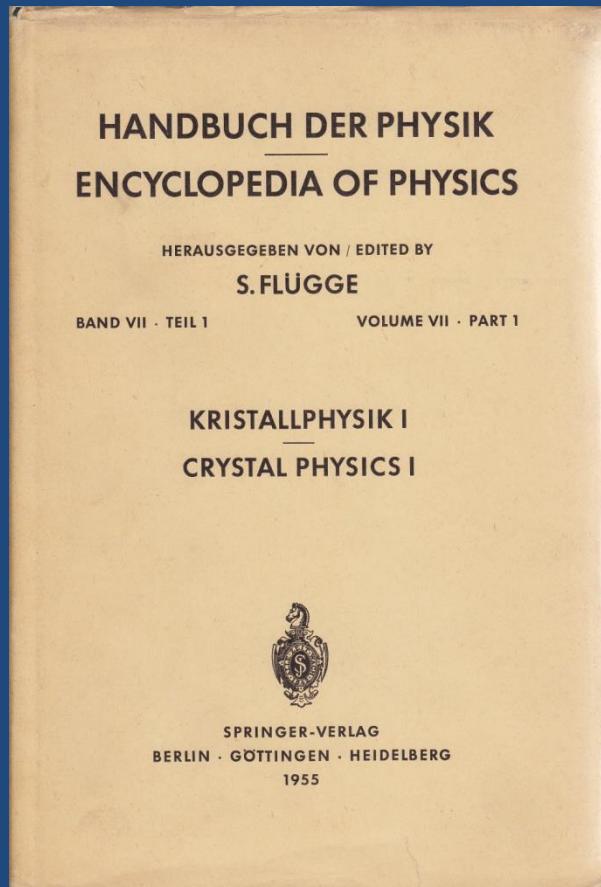
tóriovo-olovená
metóda
 $(^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb})$

atd'.



úloha fyziky v geológii

Klasické učebnice kryštalografie a optiky minerálov



Úloha fyziky v geológii



PROFESSIONAL JOBS EVENTS RANKINGS STUDENT

[Back to the course list](#)

Physics with Geology - University of Aberdeen

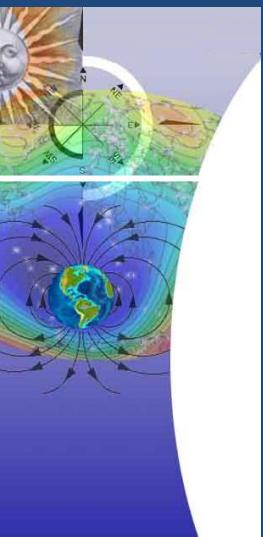
University of Aberdeen

[United Kingdom](#)

[Apply now](#)

This programme brings two hugely popular subjects together to help develop in-demand Geophysicists. Geology is the study of the Earth and how it works: its minerals, rocks, their structure and interactions above and below Earth's surface. It is also concerned with unraveling Earth history, including the history of life, and predicting future geologic events. Geophysics applies mathematics, the principles of physics, and modeling to study the Earth's interior and investigates the Earth's electromagnetic and gravitational fields. At first sight, these two subjects, may appear very different however they are not. A Geophysicist explores the same problems as a Geologist but by application of physical, numerical, and computer technology methods and particularly physics based techniques to the study of Earth's interior and for the exploration of natural resources. If you have ever wondered how volcanoes or earthquakes happen, why Tyrannosaurus is extinct, why mountains form, how oil and gas forms and how to find and produce it, or how climate changes over time, ask a Geophysicist.

Úvodné poznámky



Silové interakcie definované v súčasnej fyzike

1. Gravitačná interakcia: pôsobenie hmotných telies navzájom
2. Elektro-magnetická interakcia: pôsobenie elektricky nabitych a zmagnetizovaných častíc (telies)
3. Silná interakcia: vzájomné pôsobenie medzi nukleónmi (protóny, neutróny)
4. Slabá interakcia: sily, ktorými pôsobia ľahké elementárne čästice (leptóny) medzi sebou

Ktorá z týchto silových interakcií je najdominantnejšia?

silná
inter.
1

el-mag.
inter.
 10^{-4}

slabá
inter.
 10^{-13}

gravitačná
inter.
 10^{-40}

medzinárodná sústava jednotiek SI

Základné jednotky SI

Meno	Symbol	Veličina
meter	m	dĺžka
kilogram	kg	hmotnosť
sekunda	s	čas
ampér	A	elektrický prúd
kelvin	K	termodynamická teplota
mól	mol	látkové množstvo
kandela	cd	svietivosť

poznáme 7 základných jednotiek:

Meter je dĺžka dráhy, ktorú prejde svetlo vo vakuu za $1/299792458$ sekundy

Kilogram sa rovná hmotnosti medzinárodného prototypu kilogramu (platino - irídiový valec), ktorý je umiestnený v Medzinárodnom úrade pre miery a váhy (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM) v Paríži. Kilogram je základná jednotka SI (nie gram).

Je to jediná jednotka doteraz definovaná prototypom namiesto merateľného prírodného úkazu.

medzinárodná sústava jednotiek SI

Základné jednotky SI

Meno	Symbol	Veličina
meter	m	dĺžka
kilogram	kg	hmotnosť
sekunda	s	čas
ampér	A	elektrický prúd
kelvin	K	termodynamická teplota
mól	mol	látkové množstvo
kandela	cd	svietivosť

Sekunda je trvanie presne 9 192 631 770 períod žiarenia, ktoré zodpovedá prechodu medzi dvoma hladinami veľmi jemnej štruktúry základného stavu cézia (^{133}Cs) pri teplote 0 kelvinov.

Ampér je stály elektrický prúd, ktorý pri prechode dvoma priamymi rovnobežnými nekonečne dlhými vodičmi zanedbateľného kruhového prierezu, umiestnenými vo vákuu vo vzdialosti 1m od seba, vyvolá silu 2×10^{-7} newtonu na 1 meter dĺžky vodičov.

Jednotka je pomenovaná podľa Andrého Maria Ampéra (1775 – 1836).

medzinárodná sústava jednotiek SI

Základné jednotky SI

Meno	Symbol	Veličina
meter	m	dĺžka
kilogram	kg	hmotnosť
sekunda	s	čas
ampér	A	elektrický prúd
kelvin	K	termodynamická teplota
mól	mol	látkové množstvo
kandela	cd	svietivosť

Kelvin je $1/273.16$ termodynamickej teploty trojného bodu vody. Jednotka je pomenovaná podľa Williama Thomsona lorda Kelvina (1824 – 1907).

Mól je látkové množstvo sústavy, ktorá obsahuje práve toľko elementárnych jedincov (entít), koľko je atómov v 0.012 kg čistého uhlíka (^{12}C) . Pri udávaní látkového množstva treba elementárne častice (entity) specifikovať; môžu to byť atómy, molekuly, ióny, elektróny, iné častice alebo bližšie určené zoskupenia častíc. Ide približne o $6.02214199 \times 10^{23}$ entít.

medzinárodná sústava jednotiek SI

Základné jednotky SI

Meno	Symbol	Veličina
meter	m	dĺžka
kilogram	kg	hmotnosť
sekunda	s	čas
ampér	A	elektrický prúd
kelvin	K	termodynamická teplota
mól	mol	látkové množstvo
kandela	cd	svietivosť

Kandela je svietivosť zdroja, ktorý v danom smere vysiela monochromatické žiarenie s frekvenciou 540×10^{12} hertzov, a ktorého žiarivosť v tomto smere je $1/683$ wattu na steradián.

medzinárodná sústava jednotiek SI

d'alej poznáme v sústave SI tzv. odvodené jednotky:

Tvoria sa kombináciou základných jednotiek, kvôli dĺžke a zložitosti sa niektoré z nich označujú novým názvom.

Príklady: kilogram na meter kubický, meter štvorcový, meter kubický, meter za sekundu, Newton, Ohm, Pascal, Volt, Watt, Henry, Farad, Joule, Weber, Siemens, Hertz...
(napr. Hertz = $[s^{-1}]$)

Pokus o vtip:

Laplace, Newton a Pascal hrajú schovávačku.

Ako prvý žmúri Laplace, Pascal skočí za kríky, ale Newton iba zostane stát' na mieste a paličkou vyryje do zeme okolo seba štvorec 1 x 1 m. Ked' Laplace skončí odrávanie a otvorí oči, tak zbadá Newtona a zakričí „Newton“! Newton však odvetí: „Nie, nie, Newton na meter štvorcový, čiže Pascal“! ;-)

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

medzinárodná sústava jednotiek SI

napokon sú ešte v sústave SI tzv. vedľajšie jednotky:

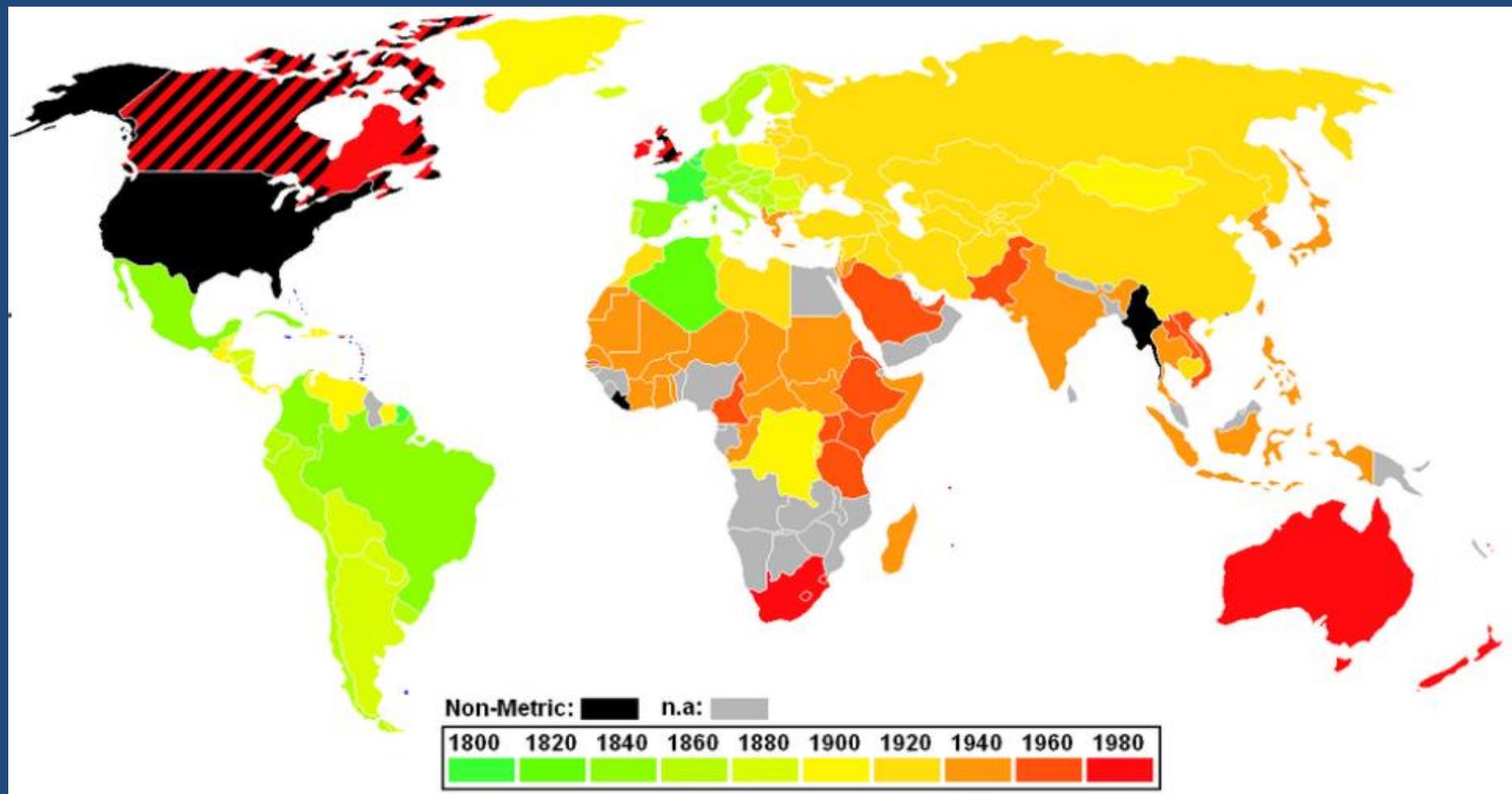
Sú to tie jednotky, ktoré úplne nezapadajú do sústavy SI, ale sú povolené pre svoju všeobecnú rozšírenosť a užitočnosť: hodina, minúta, stupeň Celzia, liter...

dôležité sú tiež násobky a časti jednotiek:

Tieto sú realizované cez predpony, ktoré sa pridávajú ku menám samotných jednotiek: kilo, micro, mega, mili,...

skr.	názov	pôvod	hodnota	hodnota	názov
Y	yotta	tal. <i>otto</i> = osem	10^{24} (1000^8)	1 000 000 000 000 000 000 000 000	kvadrilión
Z	zetta	tal. <i>sette</i> = sedem	10^{21} (1000^7)	1 000 000 000 000 000 000 000 000	triliarda
E	exa	gr. <i>εξάκις, hexákis</i> = šestkrát	10^{18} (1000^6)	1 000 000 000 000 000 000 000 000	trilión
P	peta	gr. <i>pentákis</i> = pätkrát	10^{15} (1000^5)	1 000 000 000 000 000 000 000 000	biliarda
T	tera	gr. <i>τέρας, téras</i> = tetrákis = štyrikrát	10^{12} (1000^4)	1 000 000 000 000 000 000 000 000	bilión
G	giga	gr. <i>γίγας, gigas</i> = obrovský	10^9 (1000^3)	1 000 000 000 000 000 000 000 000	miliarda
M	mega	gr. <i>μέγας, mégas</i> = veľký	10^6 (1000^2)	1 000 000 000 000 000 000 000 000	milión
k	kilo	gr. <i>χίλιοι, chílioι</i> = tisíc	10^3	1 000 000 000 000 000 000 000 000	tisíc
h	hektó	gr. <i>εκατόν, hekatón</i> = sto	10^2	100 000 000 000 000 000 000 000 000	sto
da	deka	gr. <i>δέκα, déka</i> = desať	10^1	10 000 000 000 000 000 000 000 000	desať
—	—		10^0	1 000 000 000 000 000 000 000 000	jeden
d	deci	lat. <i>decimus</i> = desatina	10^{-1}	0,1 000 000 000 000 000 000 000 000	desatina
c	centi	lat. <i>centesimus</i> = stotina	10^{-2}	0,01 000 000 000 000 000 000 000 000	stotina
m	mili	lat. <i>millesimus</i> = tisícina	10^{-3}	0,001 000 000 000 000 000 000 000 000	tisícina
μ	mikro	gr. <i>μικρός, mikrós</i> = malý	10^{-6} (1000^{-2})	0,000 001 000 000 000 000 000 000 000	milióntina
n	nano	gr. <i>νάνος, nános</i> = trpaslík	10^{-9} (1000^{-3})	0,000 000 001 000 000 000 000 000 000	miliardtina
p	piko	tal. <i>piccolo</i> = malý	10^{-12} (1000^{-4})	0,000 000 000 001 000 000 000 000 000	bilióntina
f	femto	škand. <i>femton</i> = pätnásť	10^{-15} (1000^{-5})	0,000 000 000 000 001 000 000 000 000	biliardtina
a	atto	škand. <i>arton</i> = osemnásť	10^{-18} (1000^{-6})	0,000 000 000 000 000 001 000 000 000	trilióntina
z	zepto	lat. <i>septem</i> = sedem	10^{-21} (1000^{-7})	0,000 000 000 000 000 000 001 000 000	triliardtina
y	yokto	lat. <i>octo</i> = osem	10^{-24} (1000^{-8})	0,000 000 000 000 000 000 000 001 000 000	kvadrilióntina

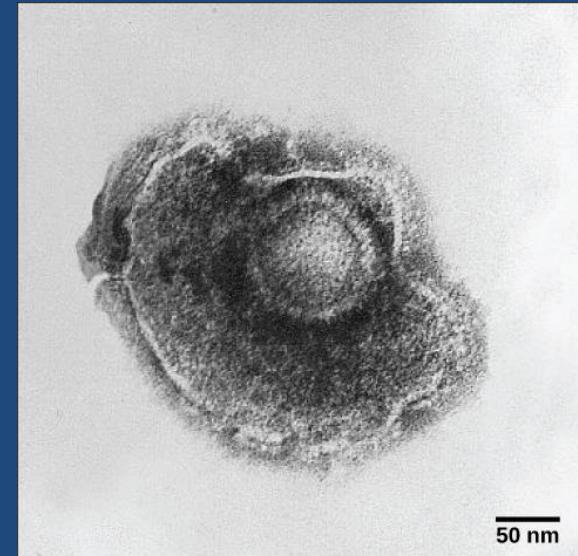
zaujímavé video: <https://www.youtube.com/watch?v=bhofN1xX6u0>



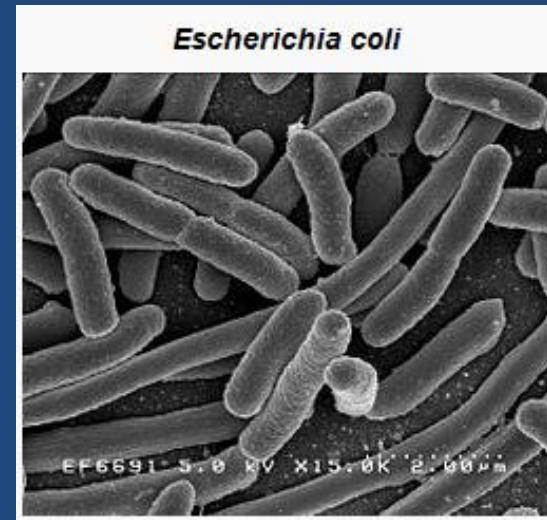
krajiny, používajúce systém SI + metrický systém

Príklady veľkostí malých objektov v prírodných vedách:

0.1 nm (nanometer) priemer atómu vodíka
0.8 nm amino-kyseliny
4 nm globulárne bielkoviny
7 nm hrúbka molekulových membrán
100 nm HIV vírus
2 μm baktéria *E.coli*
1 mm priemer nervovej bunky sépie
120 mm priemer pštrosieho vajca
3 m dĺžka nervovej bunky žirafy (v krku)

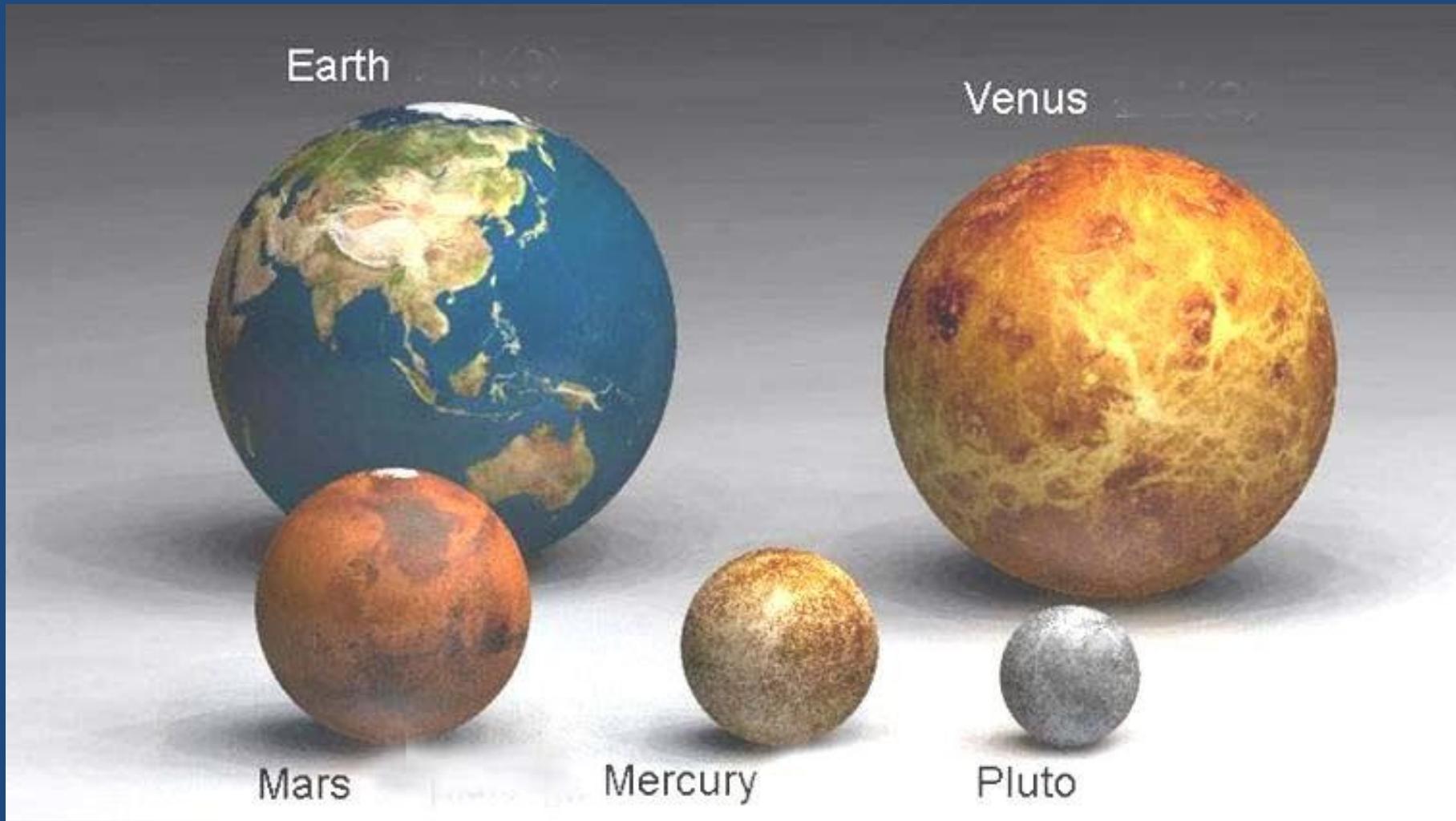


výstup z elektrónového mikroskopu (vírus)



Pozn.: micron je jednotka mimo SI sústavy pre mikrometer ($\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$)
ppm – parts per million
ppb – parts per billion

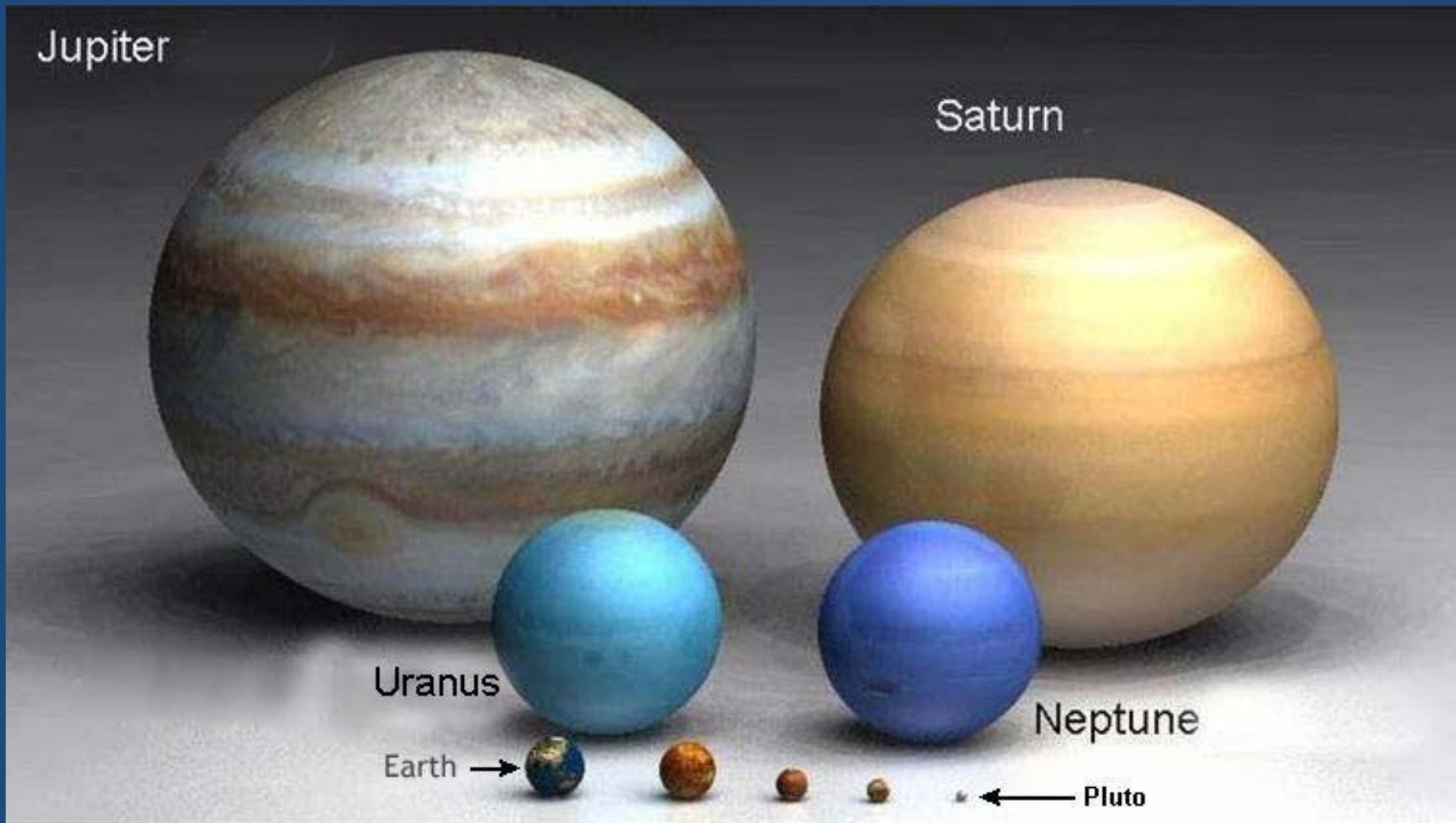
ked' už spomíname veľkosti ...



porovnanie veľkostí planét ...

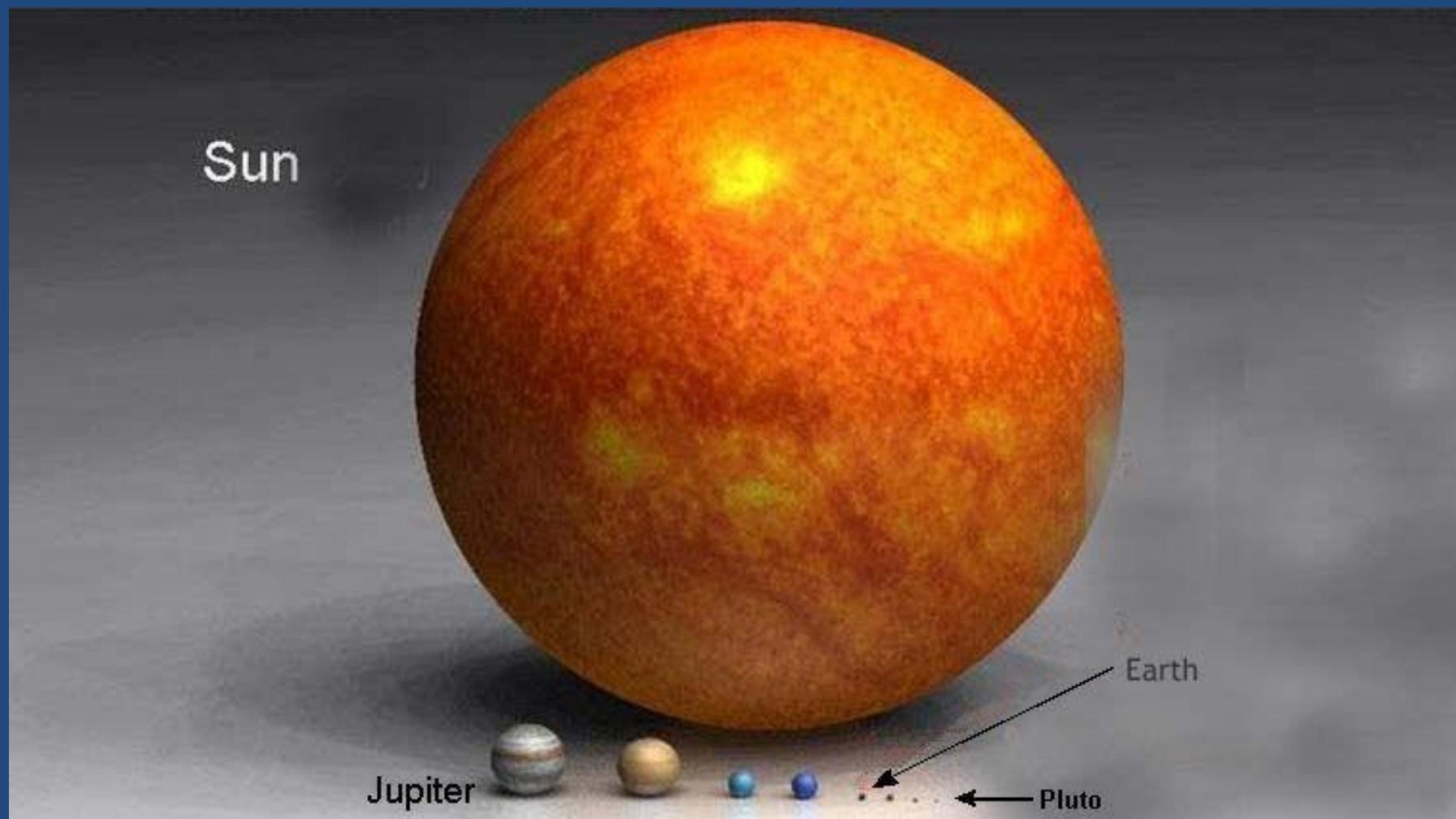
priemer Zeme = 12756.2 km \approx $12.8 \cdot 10^6$ m

ked' už spomínáme veľkosti ...



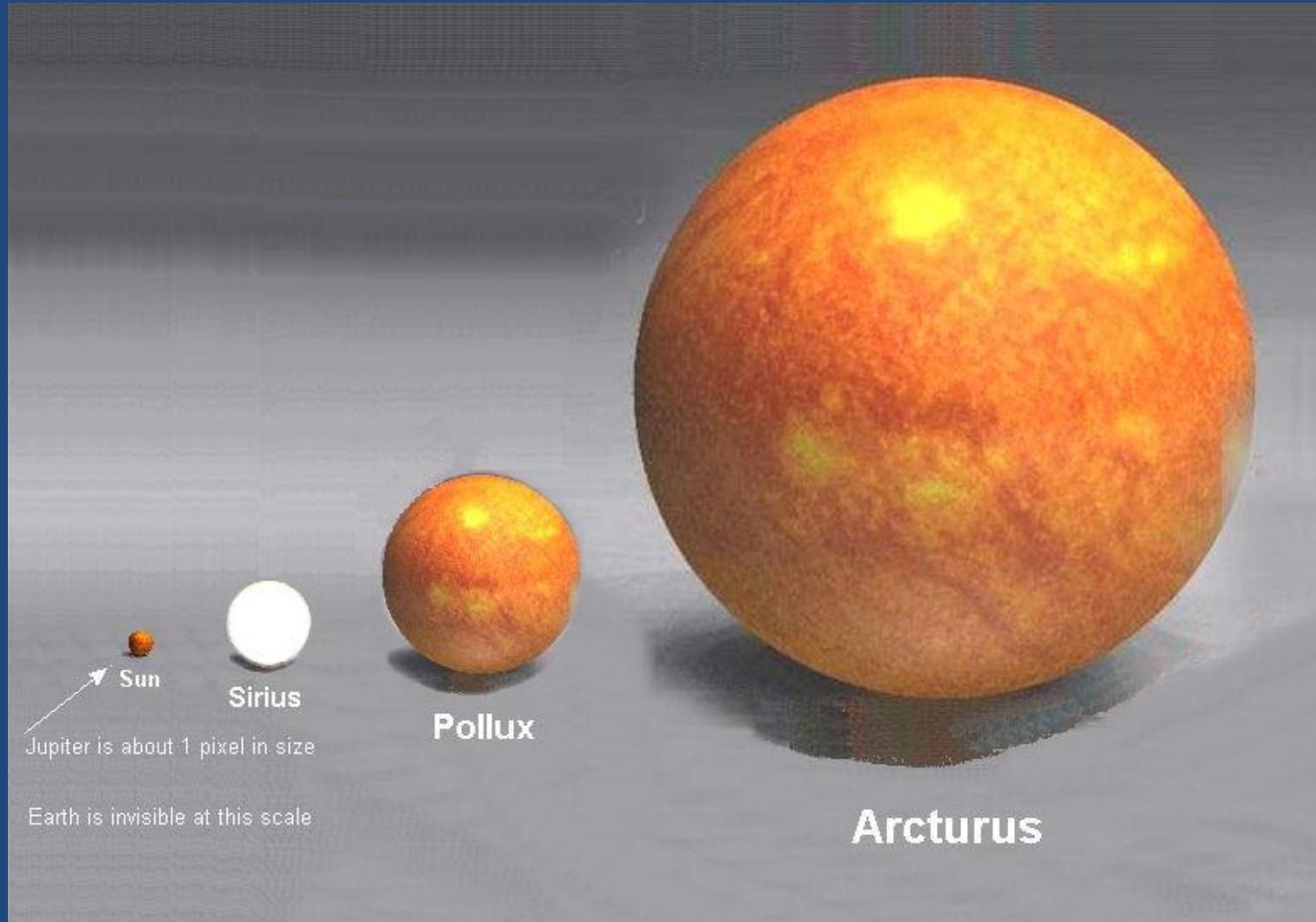
porovnanie veľkostí planét ...

ked' už spomínáme veľkosti ...



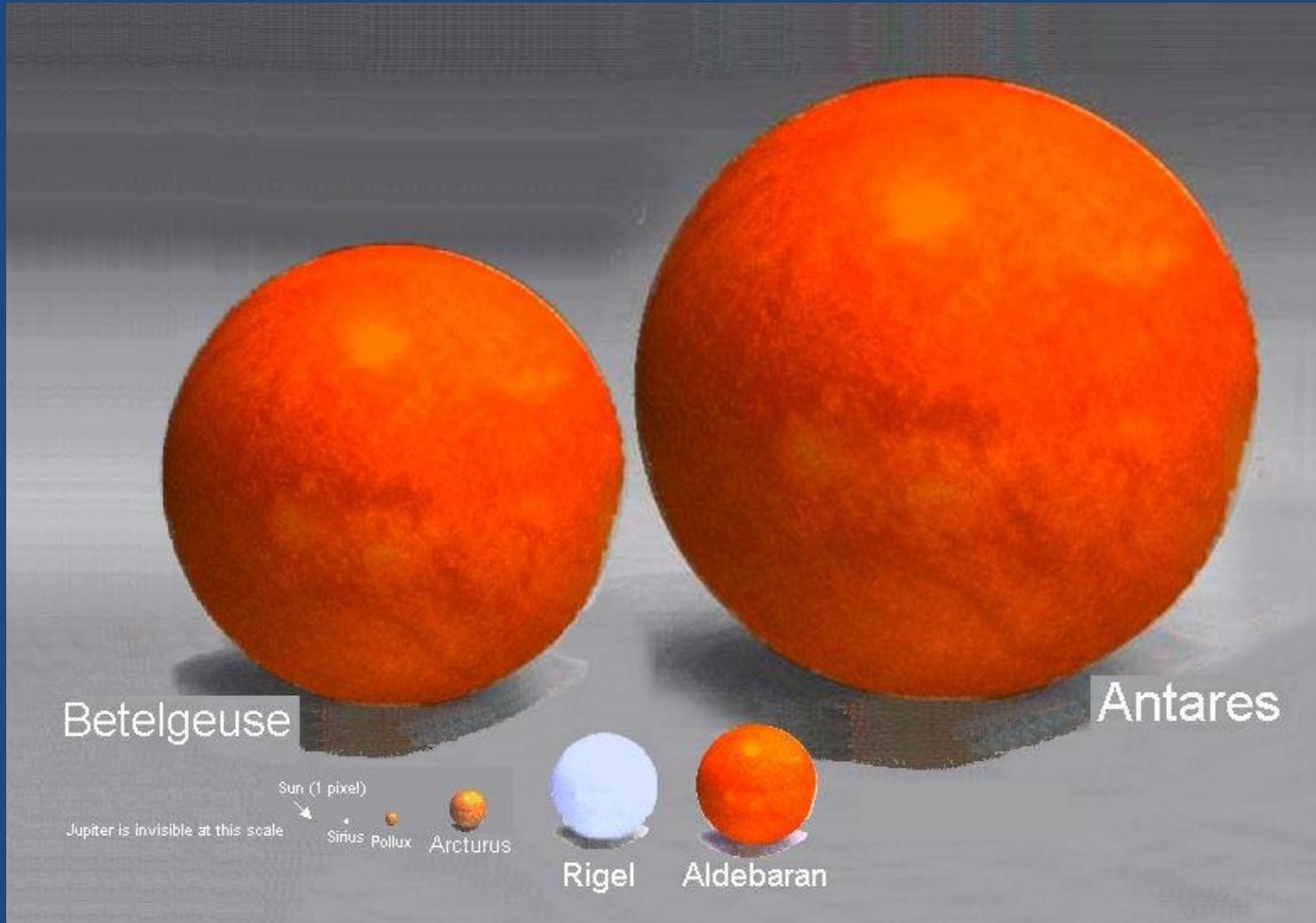
a voči Slnku ...

ked' už spomíname veľkosti ...



ďalšie hviezdy (slnká) mimo našej sústavy...

ked' už spomíname veľkosti ...



... a ďalej mimo našej sústavy ...

vynikajúce video: <https://www.youtube.com/watch?v=Ny8aUYiwrnI>

ale pod'me späť ku kilogramu...

problémy s prototypom kilogramu

- (1889, uložený v BIPM v Sénvres pri Paríži)
- (odvtedy vybraný iba v 1946 a 1989)
- (zliatina platiny [90%] a irídia [10%])
- (vyrobených 40 kópií – po celom svete)



Přibližná podoba mezinárodního prototypu kilogramu

Za 100 rokov stratil tento prototyp pri porovnaní s inými kópiami hmotnosť cca 100 μg (!).

- strata atómov vodíka (?)
- ošúchanie povrchu pri manipulácii (?)
- “nalepenie molekúl vzduchu na iné kópie” (?)
- v podstate to fyzici nevedia vysvetliť...

Sedem základných jednotiek SI
Symbol Názov Veličina
K kelvin termodynamická teplota
s sekunda čas
m meter dĺžka
kg kilogram hmotnosť
cd kandela svetivosť
mol mól látkové množstvo
A ampér elektrický prúd

Dňa 16. novembra 2018 zasadala "Generálna konferencia pre váhy a miery" a prijala nové definície základných jednotiek SI.

Tieto sú platné od dňa 5. mája 2019, dňa 144. výročia zavedenia metrického systému. Hlavné zmeny sa týkali definícií 4 z nich: kg, A, mol a K.

Súčasná koncepcia sa snaží prepojiť tieto definície na základné fyzikálne konštanty, ktoré vieme merať s relatívne vysokou presnosťou (v rozdielnych laboratóriach po celej Zemi).

Základné jednotky SI

Meno	Symbol	Veličina
meter	m	dĺžka
kilogram	kg	hmotnosť
sekunda	s	čas
ampér	A	elektrický prúd
kelvin	K	termodynamická teplota
mól	mol	látkové množstvo
kandela	cd	svietivosť

Kilogram je definovaný pri zachovaní stálej numerickej hodnoty Planckovej konštanty h pri $6.62607015 \cdot 10^{-34}$ J·s ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).

Jednotka J·s opisuje sumáciu energie v určitom systéme v čase. Meria sa pomocou Kiblových (wattových) váh, kde sa tiažová sila telesa porovnáva pomocou rovnoramennej páky s magnetickou silou pôsobiacou na cievku s určitým elektrickým prúdom.

Historické definície:

Kilogram sa rovná hmotnosti medzinárodného prototypu kilogramu (platino - irídiový valec), ktorý je umiestnený v Medzinárodnom úrade pre miery a váhy v Paríži.

Ešte staršia definícia:

Kilogram sa rovná hmotnosti 1 litra vody pri teplote topiaceho sa ľadu. Liter je tisícina kubického metra.

matematický aparát vo fyzike

Je nesmierne dôležitý - nezľaknite sa ho !!!

skalárne veličiny (majú iba veľkosť)
(čas, teplota,...)

$$t$$

vektorové veličiny (majú veľkosť aj smer)
(sila, rýchlosť, ...)

$$\vec{F}$$

tenzorové veličiny (zovšeobecnením vektora –
veličina má viacej rozmerov)
(tenzor napäťia, ...)

$$\bar{T}$$

matematický aparát vo fyzike

Často sa používajú **derivácie** a **integrály**.

Derivácie sú jednoducho povedané zmeny veličín na veľmi malých úsekokoch.

$$v = \frac{ds}{dt} = s' \quad [m \cdot s^{-1}]$$

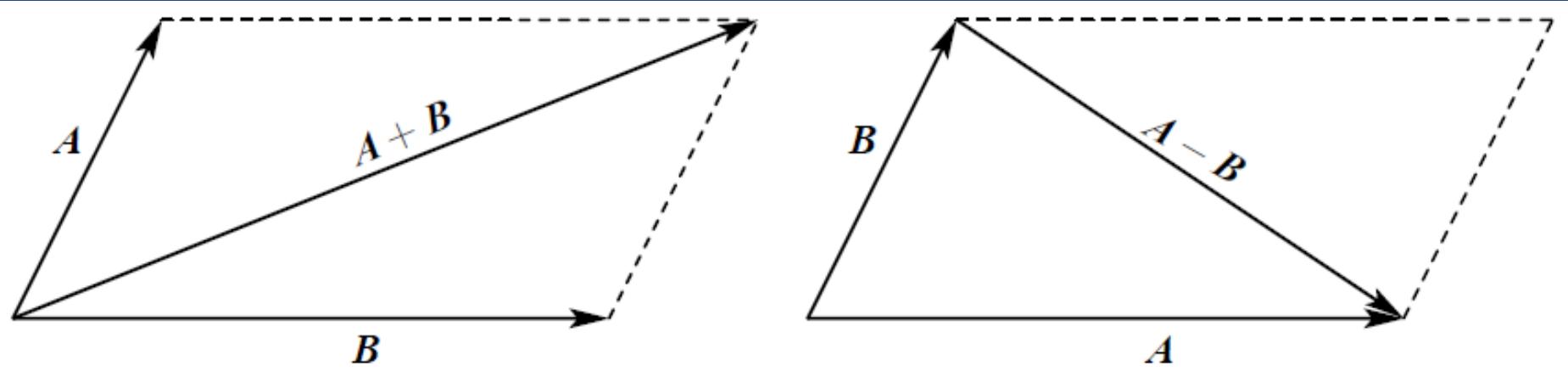
$\frac{\partial \Phi}{\partial x}$ - tzv. parciálna derivácia

Integrály sú jednoducho povedané sumy veličín na určitých úsekokoch (dráhach).

$$A = \int_S \vec{F} \cdot d\vec{s} \quad [J]$$

matematický aparát vo fyzike

Súčet a rozdiel vektorov:



Skalárny súčin vektorov (výsledok je skalár=číslo)

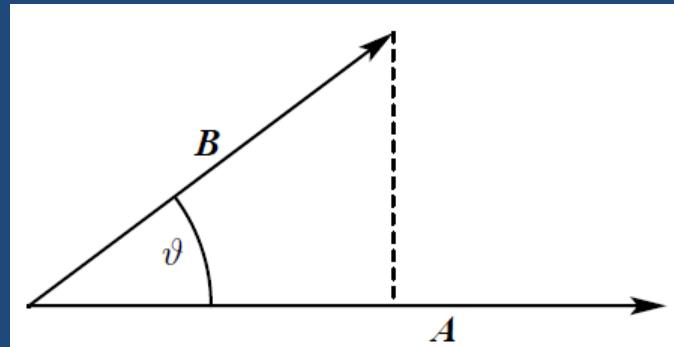
$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = |\mathbf{A}| |\mathbf{B}| \cos \vartheta.$$

Vektorový súčin vektorov (výsledok je vektor)

$$\mathbf{C} = \mathbf{A} \times \mathbf{B}, \quad |\mathbf{C}| = |\mathbf{A}| |\mathbf{B}| \sin \vartheta$$

Okrem toho môžeme násobiť vektor číslom (skalárom).

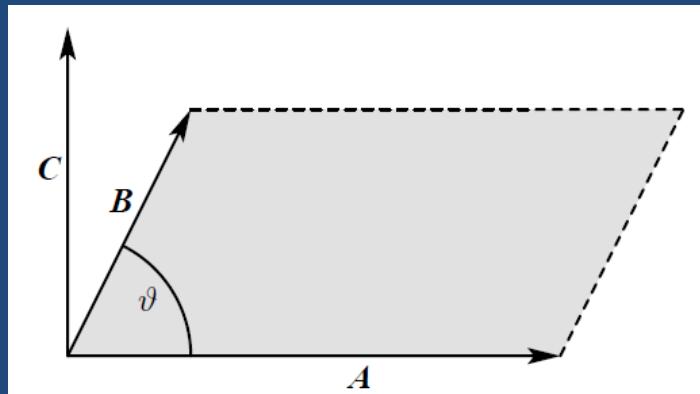
Geometrický význam:
skalárny súčin vektorov (priemet vektora)



$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = |\mathbf{A}| |\mathbf{B}| \cos \vartheta.$$

vektorový súčin vektorov (plocha kosodížnika)

$$\mathbf{C} = \mathbf{A} \times \mathbf{B}, \quad |\mathbf{C}| = |\mathbf{A}| |\mathbf{B}| \sin \vartheta$$

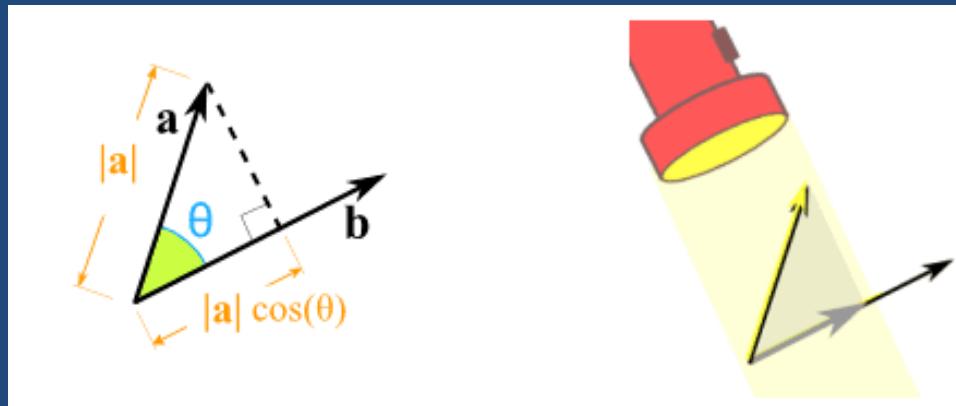


Doplňujúce poznámky ku skalár. a vektor. súčinu (1/2):

Prečo sa v týchto súčinoch vyskytujú $\sin()$ a $\cos()$?

- lebo tu vznikla potreba nejakým spôsobom popísať úlohu uhla, ktorý dva vektory zvierajú.

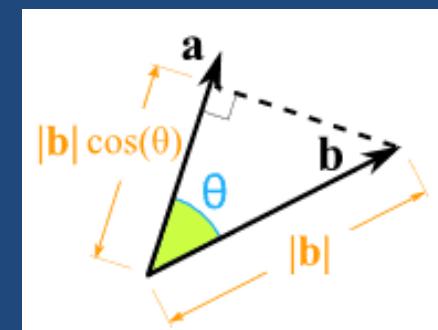
V prípade zavedenia skalárneho súčinu dvoch vektorov existovala potreba vyjadrenia priemetu jedného vektora do smeru druhého vektora – na to sa hodí $\cos()$: $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = |\mathbf{a}| |\mathbf{b}| \cos(\theta)$



- skalárny súčin je komutatívny: $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{a}$

$$|\mathbf{a}| |\mathbf{b}| \cos(\theta) = |\mathbf{a}| \cos(\theta) |\mathbf{b}|$$

- skalárny súčin sa celý deje v rovine, v ktorej ležia oba vektory (nedeje sa v priestore).



Doplňujúce poznámky ku skalár. a vektor. súčinu (2/2):

A prečo je vo vektorovom súčine sin()?

- lebo pri predpoklade, že výsledkom tejto operácie bude vektor, kolmý na tie prvé dva (potrebovali sme sa dostať z roviny do priestoru), sa tu proste viacej hodí funkcia síňus –
ked' budú pôvodné 2 vektory rovnobežné, tak sa „nebude diať“ nič nové“ ($\sin 0^\circ = 0$), ked' budú na seba kolmé, tak výsledok bude „maximálny“ ($\sin 90^\circ = 1$)

zároveň sa funkcia sin() hodí na výpočet plochy rovnobežníka, ktorý tvoria pôvodné 2 vektory

