

ČLOVEK A PŘÍRODA



Zem náš domov



(neúplný) experimentální učební text

VZDELÁVACIA OBLASŤ

ČLOVEK A PRÍRODA

tematický celok

Zem – náš domov

© Martin Mojžiš, František Kundracik, Alexandra Mojžišová

Materiál nemôže byť v tejto podobe publikovaný alebo inak hromadne šírený.
Väčšina obrázkov a časť textov pochádza z verejne prístupných zdrojov,
ich použitie v internom materiáli je teda úplne legálne a legitímne,
ich verejné použitie však môže byť chránené autorskými právami.

Obsah

ČO SA CHCEME NAUČIŤ A AKO SA TO CHCEME UČIŤ	5
PLANÉTA ZEM.....	13
AKÝ JE TVAR ZEME?	14
KTO OBIEHA OKOLO KOHO?	18
AKÁ VEĽKÁ JE SLNEČNÁ SÚSTAVA?	22
AKO SA ZEM TOČÍ?	26
ZEMEGUĽA V SIETI	31
PREČO SÚ ROVNOBEŽKY INÉ AKO POLUDNÍKY?.....	32
PREČO SÚ POLUDNÍKY INÉ AKO ROVNOBEŽKY?.....	34
KDE JE SEVER?	36
AKO SA DÁ ORIENTOVAŤ NA ŠÍROM MORI?.....	38
AKÉ BUDE POČASIE?.....	41
ODKIAĽ VIETOR FÚKA?	42
AŽ NAPRŠÍ A USCHNE?	48
BLESKY HROMU?	52
MODRÁ PLANÉTA.....	57
PREČO SA MORSKÁ VODA POHYBUJE?	58
PREČO JE MORSKÁ VODA SLANÁ?.....	62
PREČO JE MORSKÝ ĽAD SLADKÝ?	66
PREČO JE DAŽĎOVÁ VODA KYSLÁ?	70
CESTA DO STREDU ZEME	75
ODKIAĽ MÁ KRAJINA SVOJU TVÁR?.....	76
ODKIAĽ MÁME NERASTNÉ BOHATSTVO?	78
ODKIAĽ SA BERÚ ZEMETRASENIA A SOPKY?.....	82
ODKIAĽ MÁ ZEM MAGNETICKÉ POLE?.....	86
ŽIVOT NA ZEMI.....	91
O ČOM BUDE PRVÁ ČASŤ?	92
O ČOM BUDE DRUHÁ ČASŤ?	96
O ČOM BUDE TRETIA ČASŤ?	100
ĽUDIA A SVETADIELY	105
O ČOM BUDE PRVÁ ČASŤ?	106
O ČOM BUDE DRUHÁ ČASŤ?	110
O ČOM BUDE TRETIA ČASŤ?	114



Čo sa chceme naučiť a ako sa to chceme učiť

Verte či nie, ale skoro všetko, čím sa budeme v tejto knižke zaoberať, sa nejakým spôsobom týka jednej jedinej vety. Dokonca sa dá povedať, že celý obsah tejto knižky sa dá zhrnúť do jednej vety. Tá veta je navyše celkom jednoduchá, takže sa jej dá rozumieť aj bez veľkého učenia. Vlastne sa nemusíme učiť vôbec nič, môžeme si ju povedať už teraz. Tu je:

**Naším domovom je planéta nazývaná Zem,
ktorá obieha okolo hviezdy nazývanej Slnko.**

No dobre, a čo sa budeme učiť teraz? Načo je vlastne celá kniha, keď sme sa to najdôležitejšie naučili hneď na začiatku? Na to, aby sme lepšie pochopili, čo táto veta vlastne hovorí. Aby sme si povedali, ako vlastne ľudia prišli na to, že táto veta je pravdivá. Aby sme si ukázali, čo všetko z tejto vety vyplýva pre náš každodenný život. Pretože z nej vyplýva naozaj množstvo zaujímavých vecí, o ktorých by sme to na prvý pohľad ani nepovedali.

Čo všetko by sme sa v súvislosti s našou vetou mali naučiť? Napríklad

- prečo ľudia v minulosti považovali Zem za plochú a ako zistili, že je guľatá
- prečo ľudia mysleli, že Slnko obieha okolo Zeme a ako zistili, že je to naopak
- ako súvisia s pohybom Zeme časové jednotky deň, týždeň, mesiac a rok
- ako súvisia s pohybom Zeme časové pásma, svetové strany, podnebné pásma
- ako súvisia s podnebím vlastnosti rastlín a živočíchov
- prečo je počasie premenlivé, ako vzniká dážď, sneh, blesk, hrom
- ako sa kolobeh vody v prírode podieľa na formovaní krajiny
- ako vznikajú na Zemi pohoria, ako vznikajú zemetrasenia a výbuchy sopiek
- ako vznikli na Zemi ložiská nerastných surovín
- a ešte všeličo iné.

Takže čo sa budeme učiť, to sme si už zhruba vyjasnili. Ešte nám zostáva povedať si niečo o tom, ako sa to budeme učiť. Pretože aj to je dôležité.

Cieľom tejto knižky je čo najmenej poučovať a čo najviac podporovať samostatnú tvorivú prácu čitateľa. Okrem bežných učebnicových textov, v ktorých sa veci vysvetľujú, sa v tejto knižke stretnete s mnohými ďalšími textami, ktoré budú čitateľa nabádať k samostatnej práci. Ale aj samotné vysvetľujúce texty budú chcieť od čitateľa viac, než len pasívny prístup.

Pri každom takom texte nám pôjde o takzvané čítanie s porozumením, pri ktorom čitateľ rozmyšľa a snaží sa z textu získať čo najviac zaujímavých informácií. Je to možno prekvapujúce, ale ukazuje sa, že čítanie s porozumením nie je vôbec také jednoduché a samozrejmé, ako by sa mohlo zdať. Budeme sa preto snažiť takéto čítanie pomerne často precvičovať. Texty, ktorých cieľom je rozvíjanie schopnosti čítania s porozumením budeme označovať ikonkou, ktorá zdôrazňuje, že nám ide o to, ako dostať z textu do hlavy rozumnú a užitočnú informáciu.

Skúsme si to ilustrovať na známom príklade padajúceho maslového chleba. Je všeobecne známe, že chlieb padá častejšie na maslovú stranu. Prečo je to tak?



Prvý Murphyho zákon hovorí, že ak sa niečo môže pokaziť, tak sa to naozaj pokazí. Druhý Murphyho zákon dodáva, že ak sa niečo pokaziť nemôže, tak sa to aj tak pokazí. Tieto dva základné zákony vedú k veľkému množstvu dôsledkov. Od úplne všeobecných (ak všetko bezchybne funguje, určite sme niečo prehládli) až po celkom konkrétne (1 práčeka + 1 sušička + 2 ponožky = 1 ponožka).

Jeden zo špeciálnych Murphyho zákonov hovorí, že krajec chleba spadne vždy na natretú stranu. Iný takýto zákon hovorí, že pravdepodobnosť dopadu chleba na natretú stranu je priamo úmerná cene koberec. To však nie sú jediné možné vysvetlenia tohto známeho javu.

Podľa pomerne rozšíreného psychologického vysvetlenia nijaký takýto jav vlastne neexistuje. Chlieb padá v skutočnosti rovnako často na obe strany, ale nepriaznivé prípady si oveľa lepšie zapamätáme. Nejde tu o nejaký „spomienkový pesimizmus“, ale jednoducho o to, že dopad chleba na natretú stranu si väčšinou vyžiada oveľa viac času a energie pri odstraňovaní dôsledkov.

Ešte iné riešenia prináša fyzika. Podľa jedného z nich má vrstva masla či džemu väčšiu hustotu a teda aj hmotnosť. A práve táto väčšia hmotnosť preváža chlieb na natretú stranu. Iné fyzikálne vysvetlenie hovorí, že chlieb padá z určitej výšky, a že počas svojho pádu stihne vykonať zhruba pol otočky okolo vlastnej osi. Podľa tohto vysvetlenia dopadá chlieb väčšinou na tú stranu, ktorá bol pôvodne navrchu. A keďže chlieb má väčšinou natretú hornú stranu, dopadá práve na ňu.

Čo znamená „čítať s porozumením“? Zhruba povedané, znamená to prečítať predchádzajúci úryvok tak, aby sme vedeli odpovedať na takéto otázky:

- Aký je všeobecne rozšírený názor na padanie namasteného chleba?
- Koľko vysvetlení padania chleba na namastenú stranu úryvok poskytuje?
- Ktoré vysvetlenia sú Murphyho, ktoré psychologické a ktoré fyzikálne?
- Môžu byť všetky vysvetlenia správne, alebo si niektoré protirečia?
- Ktoré si protirečia a v čom?

Všimnime si, že čítanie s porozumením neznamená plné porozumenie problematike padajúceho chleba. Znamená to len, že porozumieme tomu, čo k celej veci hovorí daný úryvok. A ten sa vôbec nijako nevyjadruje k tomu, či je niektoré z uvedených vysvetlení správne, a ak áno, tak ktoré.

Ak chceme poznať správne vysvetlenie, budeme sa o ňom musieť buď dočítať niekde inde, alebo naň budeme musieť prísť sami. Nemyslíme pritom „každý sám“, často je veľmi užitočné predebatovať veci minimálne vo dvojici, alebo aj v rámci celej triedy. Vždy, keď sa nám bude zdať, že daná téma je vhodná na predebatovanie v triede, označíme príslušnú pasáž ikonkou debaty. Môže to prebiehať napríklad takto: Najprv sa trieda rozdelí do skupiniek podľa toho, k akému vysvetleniu sa kto prikláňa. Každá skupinka má určitý čas na to, aby sa pokúsila vymyslieť čo najpresvedčivejšie argumenty pre svoje vysvetlenie. Potom môže začať samotná debata, najlepšie podľa nejakých pravidiel, ktoré výrazne uľahčujú diskusiu väčšieho počtu ľudí. Zapojiť sa môžu aj tí nerozhodní, ktorí sa nepridali k nijakej skupinke. Nerozhodní môžu robiť v debata rozhodcov.



Je veľmi pravdepodobné, že v debata narazíme na rôzne tvrdenia, ktoré by sme si radi overili nejakým pokusom. Pokusy sú veľmi užitočné nástroje pre spoznávanie prírodných javov. Všade tam, kde sa nám bude zdať, že téma je vhodná na rôzne pokusy a experimenty, zdôrazníme to ikonou skúmajúceho. Padajúci chlieb je skvelou ilustráciou toho, že niekedy nám jednoduchý pokus povie oveľa viac, než komplikované teoretizovanie. Kto neverí, nech porozmýšľa, potom nech robí pokusy a nakoniec nech znova porozmýšľa, čo mu vlastne výsledky pokusov hovoria..



Okrem debaty a pokusov je veľmi užitočná aj ďalšia samostatná činnosť, a to samostatné vyhľadávanie a zhromažďovanie informácií, väčšinou asi na internete (preto budeme takúto činnosť označovať ikonkou počítača). Vedieť hľadať informácie – to patrí k tomu najužitočnejšiemu, čo sa dá v škole naučiť. Mimochodom, keď už sme pri tom počítači, práca s ním je veľmi prirodzenou a užitočnou súčasťou prírodovedných vied. Počítač je neoceniteľným pomocníkom pri spracovaní experimentov (čo takto natočiť si padajúci chlieb digitálnou videokamerou alebo mobilným telefónom, a potom si to na počítači pozrieť snímku za snímku). Rovnako skvelým pomocníkom je počítač pri prezentácii vlastných alebo na internete nájdených výsledkov (pekná prezentácia na tému padajúci chlieb – radosť pripravovať, radosť pozerat').



Učebnicu prírodných vied si asi ani nemožno predstaviť bez otázok, príkladov a problémov určených na samostatné riešenie či rozmýšľanie. V tejto knižke sa väčšinou nebudeme zaoberať príkladmi slúžiacimi na jednoduché precvičenie toho, čo sme sa naučili (hoci ak sa nám bude zdať vhodné nejakú časť precvičiť aj takýmito príkladmi, nebudeme sa im silou-mocou vyhýbať). Pôjde nám najmä o otázky, ktoré nás nútia premýšľať, objavovať, uvedomovať si nové súvislosti a podobne. Napríklad o takéto otázky:



- Padal by chlieb častejšie na namastenú stranu aj na Mesiaci?
- Padal by chlieb častejšie na namastenú stranu aj vo vode?
- Padá na namastenú stranu častejšie aj pizza? Malá, stredná alebo veľká?
- Otáča sa pri svojom pohybe aj torta hodená do tváre protivníka?

Takže už vieme čo sa chceme učiť, aj ako. Tak si to poďme vyskúšať. A aby sme nezačínali príliš zhurta, najprv si skúsime len taký hračkársky príklad.

Mnohé prírodné javy na Zemi sú spôsobované Slnkom a pohybom Zeme okolo neho. Ak by bol tvar Zeme a jej pohyb iný, všeličo by sa zmenilo. Skúsme sa pozrieť ako to napríklad vyzerá na Plochozemi, ktorú vymyslel anglický spisovateľ Terry Prachett. Prečítajte si nasledovný úryvok, ktorý začína ľahko, ale pomerne rýchlo začne byť dosť zložitý. Nenechajte sa tou zložitosťou zastrášiť a snažte sa dozvedieť z textu čo najviac, aj keď nebudete rozumieť všetkému.



Plochozem – plochý a kerubový disk – je nesený vesmírom na chrbtoch štyroch obrovských slonov, ktorí stoja na chrbte veľkej korytnačky A'tuin. Korytnačky dlhjej tisíciky kilometrov, pokrytej zmrazeným metánom a prachom zaniknutých komét, s nespočetnými krátermi po dopadoch meteoritov. V takomto svete sa môže odohrať veľa čudných vecí, a aj sa tam odobrávajú...

Dva základné smery na Plochozemi sú dostredný a odstredný. Ale keďže sa disk samotný otáča rýchlosťou jednej otáčky za osemsto dní, existujú aj dva vedľajšie smery – vsmer a protismer. Keďže malé slniečko obieha okolo disku po stále rovnakej obežnej drábe, zatiaľ čo obrovský disk sa pod ním pomaly otáča, dá sa ľahko pochopiť, že na Plochozemi nemajú štyri, ale osem ročných období. Letá sú vtedy, keď slnko vychádza alebo zapadá v najbližšom bode obvodu disku, zimy sú vtedy, keď slnko vychádza alebo zapadá v bodoch, ktoré sú na obvode vzdialené o deväťdesiat stupňov od najbližšieho bodu.

Keďže stred disku nedokáže slabé slniečko nikdy poriadne zohriať, je krajina v strede disku večne zamrznutá. Obvod disku je, naopak, oblasťou slnečných ostrovov a príjemných dní. Týždeň má na Plochozemi osem dní a osem je aj farieb dňů.

Tak, a znova si overme, či sa nám darilo čítať s porozumením:

- Na Plochozemi hrá významnú úlohu číslo osem. V akých súvislostiach sa toto číslo spomína v našom úryvku?
- Je pre počet ročných období na Plochozemi dôležitá tá skutočnosť, že slony sú štyri? Je dôležité, koľko je korytnačiek?
- Ktoré časti Plochozeme sú večne studené a ktoré sú teplé?



Pochopiť z úryvku, prečo je na Plochozemi ročných období práve osem, to v skutočnosti vôbec nie je jednoduché. O nič jednoduchšie na pochopenie nie je ani to, prečo je stred studený a okraje sú teplé. Obidve tieto veci sa však stanú oveľa zrozumiteľnejšími, ak si urobíme celkom jednoduchý pokus.

- Urobte si model Plochozeme a jej slnko si znázorníte malou loptičkou. Vyjasnite si, ako sa pohybuje Plochozem a ako jej slnko.
- Namiesto loptičky si teraz slnko znázorníte baterkou. V tmavej miestnosti si vyjasnite, ako sa na Plochozemi strieda deň s nocou.
- Namiesto baterky si teraz slnko pre zmenu znázorníte infračervenou lampou. Vyskúšajte, ktoré časti disku sa zohrievajú a viac a ktoré menej. Vyskúšajte, ako sa to prejavuje na počte ročných období a na tom, ktoré oblasti sú studené a ktoré teplé.

Pomohli vám pokusy k pochopeniu textu? Ak áno, zapamätajte si to a snažte sa častejšie si overovať veci aj nejakým pokusom (len pri tom dbajte na bezpečnosť). Rozumiete striedaniu ročných období na Plochozemi tak, že by ste to dokázali vysvetliť niekomu, kto tomu nerozumie? Ak áno, tak tomu asi naozaj rozumiete. Ak niečomu naozaj rozumiete, väčšinou to vieme aj vysvetliť.



Keď už sme pri tej Plochozemi, ešte sa s ňou trochu pohrajme. Skúste nájsť na internete mapu Plochozeme (anglický názov je Discworld, český Zeměplocha) s vyznačenými pohoriami, nížinami, riekami, jazzerami a moriami, ale bez vyznačenia miest a krajín. Skúste len na základe tejto mapy a znalostí o studených a teplých oblastiach na Plochozemi uhádnuť, ktoré oblasti budú obývané a ktoré budú pusté. Potom to porovnajte s mapou, na ktorej sú zakreslené aj mestá a krajiny a prediskutujte zhody a rozdiely medzi vašimi tipmi a skutočnosťou (ktorú v skutočnosti vymyslel Terry Prachett).



Pospomínajte si na všelijaké vymyslené krajiny, s ktorými ste sa stretli v rôznych knihách, filmoch či dokonca v počítačových hrách. Môže to byť napríklad Stredozem z Tolkienovho Pána prsteňov, ale aj akákoľvek iná krajina. Zožňte si mapu tejto krajiny a preštudujte na nej, ako súvisí poloha miest a krajín s polohou pohorí, púští, riek, jazier, morí a podobne. Všimnite si, kde sa nachádzajú hranice medzi jednotlivými krajinami. Porozprávajte sa tom, ako asi vznikajú hranice medzi jednotlivými krajinami a prečo často súvisia nielen s dejepisom, ale aj so zemepisom (kto pozná z kníh či iných zdrojov nejaké zaujímavé dejepisné detaily týkajúce sa týchto krajín, mal by sa o tieto informácie podeliť so spolužiakmi).



Tak sme sa trochu pohrali a už je hádam čas pustiť sa do roboty a začať sa baviť o Zemi – našom domove. A presne to máme v pláne. V skutočnosti to už dokonca nejakú chvíľu robíme. Naozaj, o Plochozemi sa nebavíme len tak pre nič za nič. Je to príprava na to, aby sme sa podobným spôsobom dokázali baviť aj o našej Zemi. Poďme si to hneď vyskúšať – zatiaľ len tak na nečisto.

Ako prvé skúsme tentoraz nie čítanie, ale písanie s porozumením. Skúsme napísať, každý sám, o našej Zemi niečo podobné, ako bol predchádzajúci úryvok venovaný Plochozemi. Stačí len zopár viet, ale môže byť aj celá strana – každý nech napíše koľko chce. Nepoužívajte pri tom nijaké pomôcky, nehľadajte nič na internete ani v knihách. Svoj výtvor si uschovajte – bude to svedectvo o tom, aké boli vaše predstavy a vedomosti pred tým, než sme sa o Zemi začali systematicky učiť. Keď sa k nemu neskôr vrátite, budete vedieť posúdiť, či ste sa naučili niečo nové, alebo či ste všetko podstatné vedeli už na začiatku.



Teraz si svoje texty navzájom prečítajte vo dvojiciach alebo trojiciach. Skúste zistiť, v čom sa vaše názory líšia. Pokúste sa presvedčiť svojich spolužiakov o tom, že pravdu máte vy. Pozorne počúvajte, keď vás budú oni presvedčať o svojej pravde a snažte sa pochopiť, čo hovoria. Ak vás ich argumenty presvedčia, nebojte sa opraviť svoj názor.



Skúste v rámci diskusie použiť podobné pokusy s loptičkami, baterkami či infračerveným lampami, ako sme to robili v prípade Plochozeme. Dávajte dobrý pozor, keď robia pokusy vaši spolužiaci. Snažte sa nájsť chyby v ich názoroch. Snažte sa nájsť chyby aj vo svojich názoroch.



Porovnanie Plochozeme a našej Zeme môže byť veľmi užitočné, pretože si pri ňom môžeme uvedomiť všeličo zaujímavé. Napríklad, že mnohé veci, ktoré považujeme za takmer samozrejmé, nie sú až také samozrejmé. Skúsme pouvažovať o niekoľkých otázkach. Niektoré z nich sú ľahké, iné nie. Ak neprídete na odpoveď, nič sa nedeje. Veď sa o tých veciach ešte len ideme učiť.

- Aký je rozdiel medzi smermi hore a dole na Plochozemi a na Zemi?
- S akým pohybom súvisí striedanie dňa a noci na Plochozemi a na Zemi?
- Čo sa otočí raz za deň na Plochozemi a čo na Zemi?
- Čo sa otočí raz za rok na Plochozemi a čo na Zemi?
- Na Plochozemi je zima v strede, na Zemi na póloch. Prečo?



Nájdite na internete rôzne staré zobrazenia nebeských telies a zistite, z akých období pochádzajú. Zoradte ich podľa času a vypátrajte, ako sa postupne menili predstavy ľudí o Zemi a jej postavení vo vesmíre.

Pri tejto príležitosti zrejme zistíte zaujímavú vec: dávne predstavy ľudí o Zemi sa v niečom dosť výrazne podobali na Plochozem. Podoba však neznamená úplnú rovnakosť. Pokúste sa vyjasniť si, v čom spočíva podobnosť a v čom rozdiely.



Nájdite na internete rôzne staré mapy a zistite, z akých období pochádzajú. Zoradte ich podľa času a vypátrajte, ako sa postupne spresňovali znalosti ľudí o Zemi.

Staré mapy a podobné veci bývajú veľmi zaujímavé a navyše veľmi pekné, takže ak si z nájdených máp a informácií k nim urobíte počítačovú prezentáciu, je dosť pravdepodobné, že aj tá bude pekná. Skúste to, či už samostatne, vo dvojici, alebo aj vo väčšej skupinke. Hotovú prezentáciu ukážte svojim spolužiakom. Môžete to urobiť počas vyučovacej hodiny – váš učiteľ alebo učiteľka vám to určite dovoľí.



Viete ako súvisí padajúci chlieb a pohyb Zeme okolo Slnka? Neviete? A chceli by ste vedieť? Tak nech sa páči:

Pravdepodobne najvýznamnejší antický filozof – Aristoteles – si myslel, že voľný pád nejakého telesa (napríklad chleba) nemá s pohybom nebeských telies spoločné vôbec nič. Dokonca bol presvedčený, že sú v priamom protiklade. O pozemských veciach si myslel, že sa prirodzene pohybujú po rovných čiarach a voľný pád považoval za príklad takeého prirodzeného pohybu. O nebeských telesách sa zas domnieval, že ich prirodzený pohyb je celkom iný, a to kruhový. Pohyby pozemských a nebeských telies považoval Aristoteles za dve úplne odlišné záležitosti, ktoré spolu nijako nesúvisia.



Pravdepodobne najvýznamnejší fyzik všetkých čias – Isaac Newton – zistil o 2000 rokov neskôr, že je to všetko celkom inak. Chlieb nepadá preto, lebo pád je jeho prirodzeným pohybom. Padá preto, lebo je k Zemi priťahovaný gravitačnou silou. A ani Mesiac sa nepohybuje po kruhovej drábe okolo Zeme preto, lebo je to jeho prirodzený pohyb. Pohybuje sa tak preto, lebo aj on je k Zemi priťahovaný gravitačnou silou. Newton prišiel ako prvý na to, že pozemské a nebeské pohyby sú prejavmi rovnakých prírodných zákonov a jednej a tej istej gravitačnej sily.

Newton však neobjavil zákonitosti týkajúce sa gravitačnej sily len tak sám od seba. Veľa sa tobo naučil od Galilea Galileiho. Práve Galileo zistil, ako je to v skutočnosti s tým voľným pádom a v čom všetkom sa Aristoteles mylil. Okrem toho zistil veľa nového aj o pohybe nebeských telies. Bez Galilea by Newton na to, ako gravitačná sila ovplyvňuje pohyby telies, asi vôbec neprišiel.

A gravitačná sila je pre našu Zem mimoriadne dôležitá. Vďaka nej obieha Zem okolo Slnka, vďaka nej má Zem guľatý tvar, vďaka nej neodletia veci z povrchu Zeme do vesmíru, vďaka nej unikajú a zanikajú pohoria, vďaka nej tečú rieky do mora, aj vďaka nej sa mení počasie, a tak ďalej. Bez Isaaca Newtona a jeho objavu gravitačnej sily by sme našej Zemi vôbec nerozumeli.

- Čo si o pozemských a nebeských pohyboch myslel Aristoteles?
- Čo si o nich myslel Newton?
- Viete už teraz povedať, ako súvisí padajúci chlieb a pohyb Zeme okolo Slnka?



No a na záver úvodu si ešte vyskúšajme s mapou Zeme to, čo sme robili s mapami Plochozeme, Stredozeme a ďalších krajín, ktoré poznáme z kníh.

- Na základe dennej satelitnej snímky odhadnite, ktoré časti Zeme sú obývané husto a ktoré riedko. Zohľadnite polohu hôr, púští, večného ľadu a podobne.
- Porovnajte svoj odhad s nočnou satelitnou snímkou, z ktorej je celkom jasne vidno, v ktorých oblastiach žije najviac ľudí. Ak sa na niektorých miestach váš odhad výrazne líši od skutočnosti, popremýšľajte, čo je asi príčinou odlišnosti.

No a keď už tu máme také pekné fotky Zeme, všimnime si niektoré ich zvláštnosti a porozmýšľajme, ako vôbec mohli také fotky vzniknúť.



- Na fotkách to vyzerá tak, ako keby bol na celej Zemi naraz deň a naraz noc. Nie je to čudné? Také niečo asi platí na Plochozemi (porozmýšľajte prečo) ale nie na Zemi (porozmýšľajte prečo).
- Ako asi vznikli takéto čudné snímky? Je v tom nejaký trik? Alebo dokonca podvod?



Satelitné snímky Zeme celkom určite stoja za pozretie. Nájdite si na internete satelitné snímky celej Zeme, jednotlivých krajín, známych miest či dokonca známych stavieb. Verili by ste, že sa tam možno dá nájsť aj satelitný snímok vášho domu alebo vašej školy. Skúste to.



NASA / Reuters



Planéta Zem

S kúsme si položiť takúto otázku: odkedy sa vlastne ľudia začali zaujímať o to, čo je Zem a aký je jej vzťah k Slnku, k Mesiacu a k hviezdám? Archeologické nálezy dokazujú, že odpovede na tieto otázky trápili ľudia už od samotných počiatkov vzniku civilizácie, keď pravekí ľudia opustili jaskyne a prestali sa živiť iba lovom divokých zvierat.



Nájdite na internete obrázky starodávnych stavieb, ktoré nejakým spôsobom súvisia s pozorovaním Slnka, Mesiaca a hviezd. Skúste ku každej takejto stavbe zistiť (z internetu alebo z iných zdrojov) kedy bola postavená, aká civilizácia ju postavila a na čo stavba slúžila.



- Prečo sa ľudia už v dávnych časoch zaoberali takýmito otázkami? Boli jednoducho zvedaví a bavilo ich skúmať prírodu?
- Alebo boli ich dôvody praktické? Pomáhala im znalosť polohy Slnka, Mesiaca a hviezd v ich namáhavom zabezpečovaní potravy?
- Alebo boli ich dôvody skôr náboženské? Považovali ľudia Slnko, Mesiac a hviezdy za božstvá?



Ak sa vám chce, pozorujte počas niekoľkých týždňov pohyb Slnka. Zaznamenávajte miesto, na ktorom vychádza a na ktorom zapadá. Všimnite si, ako sa poloha Mesiaca na oblohe mení už za jeden deň (jeho polohu porovnávajte vzhľadom k jasným hviezdám). Všimnite si, ako sa o niekoľko týždňov zmenila poloha niektorých hviezd na oblohe. Vedeli by ste na základe vášho pozorovania predpovedať, kde Slnko vyjde alebo zapadne o dva-tri týždne a kde sa v tom čase budú nachádzať niektoré hviezdy?



Stonehenge – zúhadná stavba v Anglicku – pravdepodobne slúžila na sledovanie polohy Slnka.

Aký je tvar Zeme?

To, že je Zem guľatá, vedeli ľudia už v staroveku. A možno sa vám to bude zdať čudné, ale pravda je taká, že o guľatosti Zeme sa presvedčili pohľadom do vesmíru – pozorovaním Mesiaca a hviezd.



Predstava o guľatosti Zeme je veľmi stará. Podľa dobovaných správ bol o tom, že Zem je guľatá, presvedčený už grécky filozof Pytagoras, ktorý žil pred viac 2500 rokmi. Pytagoras považoval guľu za dokonalý tvar a predpokladal, že Zem musí mať takýto dokonalý tvar.

Iný slávny grécky filozof Aristoteles pridal o zhruba 200 rokov neskôr ďalšie tri významné zdôvodnenia guľatosti Zeme. Podľa prvého z nich priťahuje Zem všetky telesá smerom do svojho stredu a toto priťahovanie vytvarovalo Zem do tvaru gule. Druhým zdôvodnením guľatosti Zeme sa týkalo pozorovania hviezd. Hviezdna obloha vyzerala trochu inak, keď sa pozorovala z dvoch rôznych miest, z ktorých jedno ležalo južnejšie a druhé severnejšie. Aristoteles vedel tieto rozdiely vysvetliť za predpokladu, že Zem je guľatá.

Najpresvedčivejšie však bolo tretie Aristotelovo zdôvodnenie guľatosti Zeme, ktoré sa týkalo zatmení Mesiaca. O zatmení Mesiaca Aristoteles správne predpokladal, že sú spôsobované tieňom, ktorý na mesiac vrhá naša Zem. A keďže tento tieň bol vždy okrúhly, musela byť podľa Aristotela Zem guľatá. Pretože jediné teleso, ktoré vrhá vždy okrúhly tieň, je práve guľa.

Ako vždy, aj teraz sa pomocou nejakých otázok presvedčíme, či sme čítali s porozumením. Lenže tentoraz tie otázky vymyslíte vy.

- Vymyslíte pre svojho suseda otázku, ktorá preverí, či čítal text s porozumením. Otázka nesmie byť ťažká, každý musí vedieť sám odpovedať na svoju otázku.
- Odpovedzte na susedovu otázku.



Vráťme sa k našim pokusom s loptičkami. Slnko nech je rozsvietená žiarovka, Mesiac a Zem budú loptičky. Čo sa stane, ak sa Mesiac dostane medzi Zem a Slnko? A čo sa stane, ak sa Zem dostane medzi Slnko a Mesiac? Aký tvar má tieň Zeme na Mesiaci?

A teraz urobte Zem v tvare kruhovej dosky. Aký bude mať tvar tieň Zeme na Mesiaci pri rôznych vzájomných polohách Slnka, Zeme a Mesiaca?

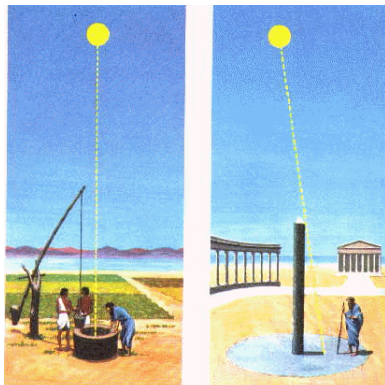


Pomocou modelu s loptičkami si vyjasnite, ako vznikajú fázy Mesiaca (nov, spln a všetko medzi nimi) a porovnajte to so zatmením Mesiaca. Predstavte si, že nejaký dospelý to má popletené a nevie, aký je rozdiel medzi fázami Mesiaca a jeho zatmením. Urobte si fotky svojho loptičkového modelu a skúste si pripraviť krátku prezentáciu, ktorá by to popletenému dospelému vysvetlila. (Dobrá rada nad zlato: urobte aj fotky Mesiaca, prípadne stiahnite nejaké z internetu, a porovnajte ich v prezentácii s fotkami modelu.)



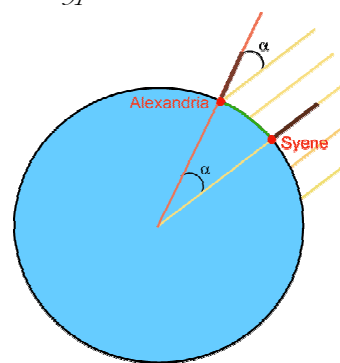
Zatmenie Mesiaca. Na fotografii vidíme stále ten istý Mesiac, ale v rôznych momentoch.

Aristoteles využil pri svojich úvahách o tvare Zeme rôzne astronomické pozorovania hviezd a Mesiaca. O sto rokov neskôr využil iný grécky filozof ďalšie nebeské teleso na to, aby zistil, aká je táto guľa veľká. Filozof sa volal Erastotenes a Zemeguľu odmeral pomocou Slnka. Pritom tomto meraní nielenže určil obvod Zeme pomocou veľmi netradičného nástroja, jeho meranie bolo navyše pozoruhodne presné.

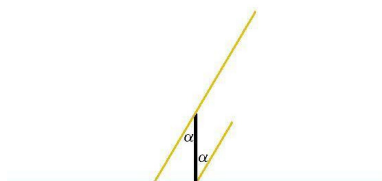


Erastotenes žil v Alexandrii na severe Afriky. Tu sa dozvedel o zaujímavom jave pozorovanom v meste Syene v južnom Egypte. V čase letného slnovratu (to je podľa nášho kalendára 21. júna) svietilo v tomto meste slnko až na dno studní. A to bolo naozaj neobvyčajné, pretože také niečo môže nastať len ak je slnko aspoň na chvíľu úplne presne nad studňou. Erastotenes využil zvláštny jav v ďalekej Syene na jedno celkom jednoduché meranie: v deň letného slnovratu odmeral, aký dlhý tieň vrhá stĺp v Alexandrii. Z výšky stĺpa, z dĺžky tieňa a zo vzdialenosti Syeny od Alexandrie vypočítal obvod Zeme.

Ako to dokázal? Tak predovšetkým vedel, že karavánam trvá cesta zo Syene do Alexandrie 50 dní. Ďalej vedel, že karavána prejde denne zhruba 100 štadiónov (jeden štadión bola dĺžka bežeckej dráhy, v dnešných jednotkách je to asi 185 metrov). Z týchto dvoch čísel si vypočítal, že vzdialenosť Alexandrie od Syene bola približne 5000 štadiónov. Keď sa pozrieme na obrázok, vidíme, že táto vzdialenosť je nejakou časťou obvodu celej Zeme. Ak sa na obrázok pozrieme ožaj dobre, vidíme, že uhol α je rovnakou časťou celého uhla (ktorý má 360°). Takže ak by Erastotenes dokázal odmerať uhol α , vedel by ľahko vypočítať obvod Zeme.



No a uhol α vlastne zmeral tým, že zmeral dĺžku tieňa. Ak si totiž prekreslil stĺp a tieň na papier (alebo prstom do piesku), najlepšie v nejakej zmenšenej mierke, ľahko na obrázku odmeral uhlomerom uhol α . A tak celkom jednoduchým meraním a celkom jednoduchým výpočtom Erastotenes úplne geniálne zmeral veľkosť Zeme.



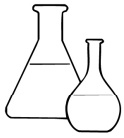
Tentoraz si porozumenie textu nebudeme overovať otázkami. Overíme si ho tým, že približne vypočítame veľkosť Zeme.

- Dĺžka tieňa bola osemkrát kratšia ako výška stĺpu. Na základe tejto informácie si nakreslite obrázok a odmerajte na ňom uhol α
- Koľkokrát je uhol 360° väčší ako uhol α ? A koľkokrát je obvod Zeme väčší ako vzdialenosť zo Syene do Alexandrie?
- Koľko štadiónov meria obvod Zeme? Koľko je to kilometrov?
- O koľko sa hodnota vášho výsledku líši od hodnoty uvádzanej na internete a v knihách? Čo všetko mohlo byť zdrojom nepresnosti vo vašom výsledku?



Erastotenes, súčasník a priateľ Archimedov, bol šéfom Alexandrijskej knižnice. Ak máte chuť (ale naozaj len ak máte chuť) skúste si nájsť niečo o ňom, o Archimedovi, o tej knižnici, a tak celkovo o tej dobe. Ak toho nájdete dost' veľa zaujímavého, skúste prípadne urobiť pre spolužiakov krátku prezentáciu. Antika bola zaujímavá doba. a asi stojí za trochu pozornosti.

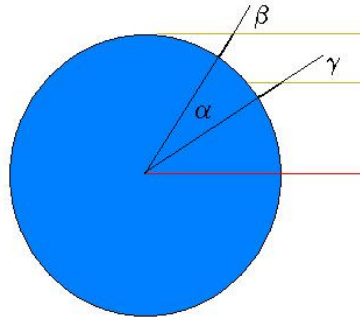




Ak nemáme k dispozícii studňu, do ktorej svieti slnko až na dno, môžeme odmerať Zemeguľu aj inak: pomocou dvoch palíc a ich tieňov. V dostatočne vzdialených miestach vrhajú rovnako dlhé palice rôzne dlhé tieňe, pretože slnečné lúče na ne dopadajú pod rôznymi uhlami.

Uhly vieme zmerať a z nich vieme určiť uhol α .

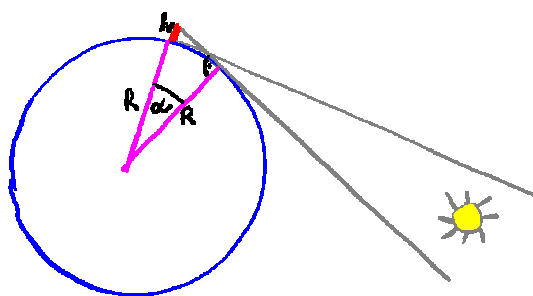
- Prezrite obrázok a všimnite si, že čierne čiary zvierajú uhol β či γ nielen so žltými čiarami (tie znázorňujú rovnobežné slnečné lúče), ale aj s pomocnou červenou čiarou. Nevyplyva z toho, že $\alpha = \beta - \gamma$?
- Akonáhle poznáme uhol α , môžeme ďalej postupovať úplne rovnako ako postupoval Erastothenes. Zopakujte si, ako to bolo.
- Vyskúšajte si meranie obvodu gule metódou dvoch tieňov najprv na veľkej nafukovacej lopte. Ako presne sa vám podarí určiť touto metódou obvod lopty? Závisí presnosť výsledku od vzdialenosti miest, v ktorých meriame uhly β a γ ?
- A teraz skúste naozaj zmerať obvod Zeme. Problémom asi bude vzdialenosť druhého miesta (ak to nebude aspoň 500 km, dostanete príliš malý rozdiel uhlov, a ten nedokážete dost presne odmerať). A čo takto nájsť si partnerov z nejakej školy v Poľsku alebo Škandinávií a urobiť meranie v spolupráci s nimi? To by predsa v dobe internetu nemal byť neprekonateľný problém.



Úplne iné, ale tiež veľmi jednoduché približné meranie veľkosti Zeme sa dá robiť tam, kde je výhľad na otvorené more smerom na východ alebo na západ. Meranie je založené na známom jave, že pre človeka stojaceho pri hladine mora už môže byť Slnko zapadnuté, zatiaľ čo iný človek stojaci na kopci alebo na veži môže Slnko (alebo aspoň určitú jeho časť) ešte nejaký čas vidieť.

Na určenie veľkosti Zeme stačí, ak odmeriame o koľko sekúnd dlhšie vidí Slnko človek vo výške h nad morskou hladinou (v porovnaní s iným človekom, ktorý je na úrovni mora). Ak túto dobu označíme písmenom t , potom môžeme polomer Zeme (ten označíme písmenom R) vypočítať zo vzťahu $R = h \cdot z / (1 - z)$ kde $z = \cos(t/240)$. Výhodou tejto metódy je, že pri nej nemusíme merať na dvoch miestach vzdialených stovky kilometrov.

Ak neviete, čo je „ $\cos a$ “, a ešte tak to nevadí, pretože si to aj tak môžete ľahko vypočítať na kalkulačke. A ak to viete, môžete vzorec pre polomer Zeme R nielen použiť, ale si ho aj odvodiť. Z obrázka sa totiž dá vidieť,



že $\cos a = R / (R+h)$ a človek si ľahko premyslí, že Zem sa za čas t otočí o uhol $a = 360^\circ \cdot t / T$, kde T je počet sekúnd jedného dňa. A viac na odvodenie vzorca netreba. Naozaj, skúste si to.

- Všimnite si, že niekedy dokážeme získať z textu zaujímavé informácie aj keď nerozumieme úplne všetkému. Viete čo je $\cos \alpha$? A ak to aj neviete, vedeli by ste na základe textu približne určiť polomer Zeme, ak by ste počas prázdnin pri mori videli na hotelovom balkóne vo výške približne 10 metrov zapadnúť Slnko zhruba o 25 sekúnd neskôr, ako váš kamarát dole na pláži?
- Ak budete mať cez prázdniny možnosť, skúste si sami takto odmerať Zem.

Pre veľkosť Zeme máme teraz dva výsledky, ktoré sme získali dvomi rôznymi spôsobmi. Od Erastothena poznáme obvod Zeme a od chlapcov na prázdninách poznáme polomer Zeme. Tieto dva výsledky môžeme porovnať na základe toho, že obvod kruhu sa skoro presne rovná jeho polomeru násobeného číslom 6,28.



- Porovnajzte obidva výsledky. Ako je možné, že dve rôzne metódy merania tej istej veci dajú rôzne výsledky? Znamená to, že jedna z metód je zlá?
- Ako sa môže prejavovať určitá nepresnosť v meraní na výsledkoch výpočtu? Aký obvod Zeme dostaneme v Erastothenevej metóde, ak karavána prejde denne v priemere len 99 alebo naopak až 101 štadiónov? A aký obvod dostaneme v „prázdninovej metóde“ ak chlapec na balkóne videl západ o 24 alebo o 26 sekúnd neskôr? A ako sa zmení výsledok, ak stál vo výške 9 alebo 11 metrov?
- Porovnajzte výsledky ešte raz, ale vezmite do úvahy aj nepresnosti metód. Uvedomte si, že výsledkom merania je vždy nejaký interval a nie presné číslo.

O tom, že Zem je guľatá, ľudia definitívne presvedčili pred zhruba 500 rokmi moreplavci. V roku 1522 obopĺavala výprava Fernanda Magalhaesa Zem a potom už bolo naozaj ťažko neveriť, že žijeme na obrovskej guľi.



V skutočnosti však boli mnohí učitelia presvedčení o guľatosti Zeme už dávno pred jej obopĺávaním. Dôvodom pre toto ich presvedčenie bolo niekoľko a jeden významný argument pre guľatosť Zeme pochádzal už od starovekých moreplavcov. Odkedy sa ľudia odvážili vyplávať na voľné more, všimli si, že keď sa približujú k pevnine, vidno najprv vrchol kopcov a až neskôr ich úpätia. A ľudia na pevnine zas videli z lode najprv vrchol sťažňa a plachty, až potom celú loď. Obidve tieto skutočnosti dost výrazne nasvedčovali tomu, že hladina morí nie je vodorovná, ale že je mierne zakrivená. A to zas nabrávalo predstave o guľatej Zemi. Asi najvýznamnejším moreplavcom všetkých čias bol Krištof Kolumbus, ktorý v roku 1492 objavil Ameriku. Podobne ako väčšina jeho vzdelaných súčasníkov, aj Kolumbus bol presvedčený o guľatosti Zeme. Túto skutočnosť chcel využiť na doplavenie sa do Indie, ale na takúto plavbu potreboval veľa financií. Tie nakoniec získal od španielskej kráľovnej Isabely, ktorá ho podporila napriek nesúhlasu svojich radcov.



Traduje sa, že kráľovskí radcovia považovali Zem za plochú a preto Kolumbovu plavbu zamietali. Skutočnosť však bola iná. Radcovia aj Kolumbus boli presvedčení o guľatosti Zeme, líšili sa len v tom, že radcovia ju považovali za dvakrát väčšiu ako Kolumbus. Ak by mali pravdu radcovia, potom by plavba trvala dlhšie ako predpokladal Kolumbus a všetky zásoby by sa mu minuli už v polovici cesty. Dnes vieme, že pravdu mali radcovia a Kolumbus sa mylil. Na jeho veľké šťastie však na polceste medzi Európou a Indiou leží Amerika, o ktorej pred plavbou vôbec netušil. Keby nebolo Ameriky, Kolumbus by za svoj zlý odhad veľkosti Zeme zaplatil životom.

Na spore Kolumba s Isabelinými radcami je zaujímavé to, že jedna aj druhá strana poznala Erastothenov výsledok a obidve strany ním dokonca argumentovali vo svoj prospech. Ako je teda možné, že sa ich odhady veľkosti Zeme líšili? Išlo o to, že štadión sa ako jednotka dĺžky už dávno nepoužíval a pri prevode do nových jednotiek použil Kolumbus iný prevod ako radcovia.

- Prečo nezopakovala ani jedna strana Erastotheneve meranie alebo jeho obmenu s dvomi tieňmi? Pozrite sa na mapu severnej Afriky a na mapu Európy a porozmýšľajte, prečo bolo v Európe ťažšie zistiť vzdialenosť priamu medzi mestami.
- A prečo nepoužila ani jedna strana „prázdninovú metódu“? No skúste zistiť, odkedy vedia ľudia merať čas s presnosťou na sekundy.



Kto obieha okolo koho?

Obrázky na tejto a nasledujúcej strane sú trochu podobné a trochu odlišné. Odlišností je niekoľko a jedna z nich je mimoriadne dôležitá. Táto dôležitá odlišnosť bola jadrom jedného z najväznejších sporov v dejinách vedy a vy teraz máte možnosť zistiť, čoho sa tento spor týkal. Nenechajte sa preto odradiť cudzím jazykom (latinčinou) ani neobvyklými symbolmi, a pokúste sa nájsť všetky rozdiely medzi obrázkami a tipnite si, ktorý z nich je ten najdôležitejší. Až potom čítajte ďalej.



Pri pozorovaní pohybu nebeských telies napadlo ľudí prirodzené vysvetlenie toho, čo videli. Podľa tohto vysvetlenia obieha Slnko okolo Zeme a obehne ju presne raz za jeden deň. Okrem Slnka obieha okolo Zeme aj Mesiac, ten ale ide trochu pomalšie.

No a za Slnkom a Mesiacom sa nachádzajú hviezdy, ktoré sú akoby zavesené na obrovskej otáčajúcej sa guli, v strede ktorej je Zem. Ale to ešte nie je všetko.

Na oblohe videli starovekí hviezdári päť neposlušných hviezd, ktoré akosi nechceli visieť na jednom mieste. Pohybovali sa pomedzi ostatné hviezdy, pričom niektoré dokonca občas zmenili aj smer svojho pohybu! Tieto neposlušné hviezdy nazvali planétami (v gréčtine toto slovo znamená blúdiacu hviezdú) a pomenovali ich podľa bohov: Merkúr, Venuša, Mars, Jupiter a Saturn. Aj planéty sa pohybovali okolo Zeme, ale komplikovaným spôsobom. Grécky astronóm Ptolemaios dotiahol takýto model vesmíru do dokonalosti. Určil veľmi presne obežné doby jednotlivých nebeských telies a pomerne úspešne sa popasoval aj s pohybom planét. Počas celých stáročí ľudia nevymysleli nič lepšie. Obrázok na tejto strane ukazuje vesmír podľa Ptolemaiových predstáv.

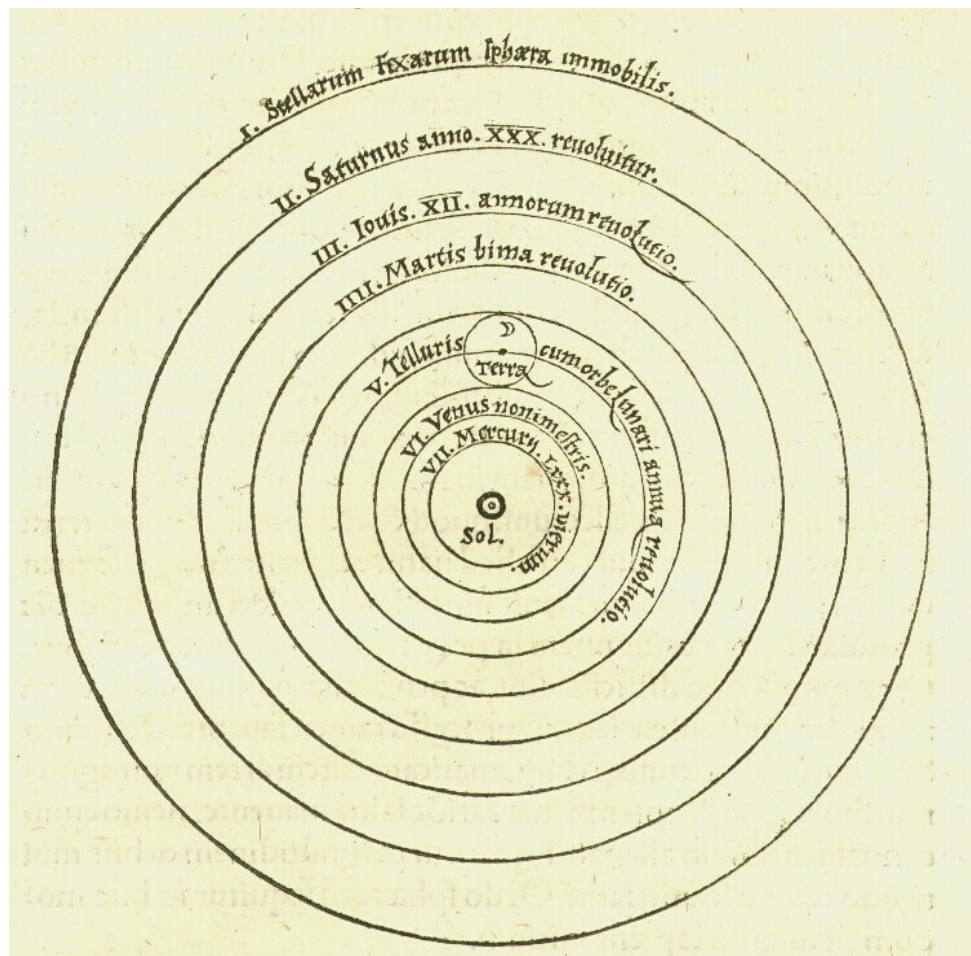


V stredoveku začal poľský učenec Mikuláš Kopernik presadzovať predstavu že v skutočnosti nie Slnko obieha okolo Zeme, ale Zem okolo Slnka. Pohyb Slnka je podľa Kopernika len zdanlivý a je spôsobený otáčaním sa Zeme okolo vlastnej osi. Obrázok na tejto strane znázorňuje vesmír podľa Kopernikových predstáv. Jeho takzvaná heliocentrická sústava (helios – slnko, centrum – stred) však narazila na značný odpor predstaviteľov cirkvi, ktorým sa nepáčilo najmä to, že Zem ako domov Bohom stvoreného človeka nie je najvýznamnejším miestom vo vesmíre. Oveľa vážnejšie však boli námietky viacerých učencov, že v takomto vesmíre by bola Zem počas obiehania okolo Slnka k jednotlivým hviezdám niekedy bližšie a niekedy ďalej. Hviezdy by sme teda mali vidieť počas roka v rôznych vzájomných polohách (podobne ako vidíme v rôznych vzájomných polohách stromy, ak prechádzame cez park). V skutočnosti však hviezdy na oblohe svoju vzájomnú polohu počas roka nemenia a to sa dalo vysvetliť len tak, že všetky hviezdy sú od Slnka a Zeme veľmi, veľmi vzdialené. To sa však mnohým Kopernikovým súčasníkom zdalo veľmi neprirodzené.



Prečítali? A aj porozumeli? Naozaj? No schválne:

- Aké nebeské telesá okrem Slnka, Mesiaca a hviezd poznali staroveká astronómia? Koľko takých telies poznali?
- Okolo čoho obiehajú nebeské telesá podľa Ptolemaia? Okolo čoho obiehajú podľa Kopernika? Čo asi znamená slovné spojenie „geocentrická sústava“?
- Aké výhrady mala voči Kopernikovej predstave cirkev? Existovali voči tejto predstave aj iné ako náboženské výhrady? Ak áno, vedeli by ste ich vysvetliť?
- Ako bolo v textoch vysvetlené striedanie ročných období?



Kto mal pravdu, Ptolemaios alebo Kopernik? Správnu odpoveď pravdepodobne poznáte, ale skúsme sa zahrať takúto hru: budeme sa na chvíľu tváriť, že odpoveď nepoznáme a pokúsime sa preskúmať prednosti aj nedostatky oboch systémov. Naším cieľom bude nielen naučiť sa, ktorému z týchto dvoch veľkých mužov dávame dnes za pravdu, ale aj pochopiť, prečo dávame za pravdu práve jemu.



Najlepšie by sa nám medzi Ptolemaiom a Kopernikom rozhodovalo vtedy, ak by sme našli nejaký jav, ktorý by jeden z nich vysvetliť vedel a druhý nevedel. Kde by sme mali taký jav hľadať? Zdá sa, že vhodným kandidátom je Mesiac, pretože ten vystupuje v oboch sústavách (geocentrickej a heliocentrickej) výrazne odlišne.

- Urobte si náš starý známy loptičkovo-baterkový model Zeme, Slnka a Mesiaca v rámci Ptolemaiovej geocentrickej sústavy. Dokáže tento model vysvetliť také javy ako fázy Mesiaca, zatmenie Mesiaca a zatmenie Slnka?
- A teraz to isté v rámci Kopernikovej heliocentrickej sústavy. Dokáže tento model vysvetliť spomínané javy? Dá sa na základe týchto javov rozhodnúť, ktorý model je lepší?



Najväčší rozdiel medzi Ptolemaiovým a Kopernikovým systémom nie je viditeľný na obrázkoch znázorňujúcich dráhy nebeských telies. Oba obrázky totiž vyzerajú skoro rovnako jednoducho, pretože oba obsahujú sadu sústredných kružníc. Ak sa však nepozeráme len na kruhové dráhy nebeských telies, ale aj na to, ako sa telesá po týchto dráhach pohybujú, ukáže sa zásadný rozdiel medzi týmito systémami.

V Ptolemaiovom systéme sa totiž planéty pohybujú po svojich kruhových dráhach veľmi komplikovane, stále menia svoju rýchlosť, niekedy sa dokonca pohybujú v protismere. Nejde pritom o nejaký chaotický pohyb, Ptolemaios a jeho pokračovatelia našli presné zákonitosti tohto pohybu. Nešlo o pohyb nepravidelný, išlo o pohyb pravidelný, ale zložitý.

Naproti tomu v Kopernikovom systéme sa všetky nebeské telesá pohybujú po svojich kružniciach veľmi jednoducho – idú stále rovnakou rýchlosťou, ktorá sa nikdy nemení. Z tohto hľadiska je teda Kopernikov systém oveľa jednoduchší.

Práve jednoduchosť by teda mala byť jedným z hlavných argumentov v prospech Kopernikovo systému. Ak totiž máme dve rovnako dobré vysvetlenia, potom dávame prednosť tomu vysvetleniu, ktoré je jednoduchšie. Tento princíp výberu medzi viacerými možnými vysvetleniami sa nazýva Occamova britva (podľa anglického učenca, ktorý tento princíp vymyslel okolo roku 1300).

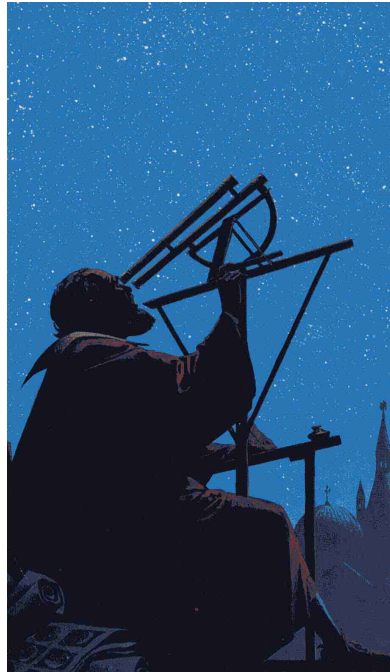
V skutočnosti však Occamova britva pôsobila zo začiatku paradoxne práve proti Kopernikovi. Počas storočí, ktoré uplynuli medzi Ptolemaiovou a Kopernikovou dobou, sa totiž astronómia naučila niekoľko šikovných matematických trikov na prácu s Ptolemaiovým systémom, takže im nepripadal až taký zložitý. Pre nový Kopernikov systém neboli ešte takéto triky vymyslené, takže z praktického hľadiska bol vlastne zložitejší ako Ptolemaiov. To však bola len zdanlivá zložitost', v skutočnosti je Kopernikov systém oveľa elegantnejší a jednoduchší.

- Čo je to Occamova britva? Ako sa používa? Môžu tento nástroj používať aj deti, alebo je pre ne príliš nebezpečný?
- Ak človek zistí, že má slaný čaj, môže si to vysvetliť niekoľkými spôsobmi. Jedno vysvetlenie hovorí, že si pomýlil cukor so soľou a že si teda čaj namiesto osladenia osolil. Iné vysvetlenie hovorí, že na vine sú mimozemšťania, ktorí sa systematicky snažia meniť vlastnosti cukru, najmä ak je v čaji. Ktoré z týchto dvoch vysvetlení prežije lepšie zásah Occamovej britvy?
- A ktorý z dvoch systémov nebeských telies prežil v konečnom dôsledku lepšie zásah Occamovej britvy – Ptolemaiov alebo Kopernikov?

Spor medzi Ptolemaiovou a Kopernikovou sústavou nakoniec rozbodli nové objavy, ktoré čoraz presvedčivejšie ukazovali, že náš svet vyzerá naozaj tak, ako ho opísal Kopernik. Tieto objavy urobil Galileo Galilei pomocou celkom nového prístroja, ktorý v Kopernikových časoch vôbec neexistoval. Ten prístroj sa volal ďalekohľad.



Galileo Galilei, jeden z najväčších prírodovedcov v dejinách, sa narodil v roku 1564 (bol asi o sto rokov mladší ako Kopernik) v rodine florentského hudobníka. Ak si chceme urobiť obraz o dobe, v ktorej žil, bude asi dobré spomenúť, čo všeličo sa vtedy udialo. Európu zachvátila tridsaťročná vojna, jedna z najstrašnejších vojen, aké kedy náš kontinent zažil. Angličania začali osídľovať Ameriku, na juhu Uhorska vystrájali Turci. Shakespeare napísal Hamleta, Cervantes Dona Quijota a Komenský Orbis pictus.



Najdôležitejšie Galileove objavy sa týkali pohybu, ktorý skúmal tak systematicky, ako ešte nikto pred ním. Ale mimoriadny význam mali aj objavy urobené pomocou vlastného ďalekohľadu (ktorý bol značným vylepšením pôvodného holandského vynálezu). Keď sa totiž Galileo pozrel cez svoj ďalekohľad na oblohu, uvidel úžasné veci: pohoria na Mesiaci, škvrny na Slnku, pohyb týchto škvŕn (ktorý nasvedčoval, že aj Slnko sa točí okolo vlastnej osi), ďalej Jupiterove mesiace, Saturnov prstenec (hoci nevedel, že ide o prstenec), fázy Venuše a dokonca aj to, že Mliečna cesta je vlastne obronské zoskupenie hviezd. A toto všetko zapadalo do Kopernikovho systému oveľa lepšie a prirodzenejšie ako do Ptolemaiovho.

Na základe svojich pozorovaní napísal Galileo niekoľko kníh, v ktorých celkom jednoznačne hájil Kopernikovo heliocentrický systém. Tým sa však dostal do vážneho sporu s katolíckou cirkvou. Bol predvolaný do Ríma, kde bolo jeho učenie o vesmíre prehlásené za kacírské.

Galileo Galilei si potom mohol vybrať medzi verejným upálením a verejným odvolaním svojich myšlienok. Vybral si druhú možnosť. Legenda hovorí, že keď opúšťal kostol, v ktorom sa práve zriekol významnej časti svojho diela, povedal potichu vetu, ktorá sa stala jednou z najznámejších viet svetovej histórie: „A predsa sa točí!“. Reč bola, samozrejme, o Zemeguli. Tá bola v Ptolemaiovom systéme úplne nehybná, zatiaľ čo v Kopernikovom systéme obiehala okolo Slnka a ešte sa aj točila okolo vlastnej osi.

- Kto vynášiel ďalekohľad? Čo všetko ukázal ďalekohľad na nočnej oblohe? Ukázal niečo zaujímavé aj na dennej oblohe?
- Vošiel Galileo do dejín ako neohrozený bojovník za vedeckú pravdu? Alebo ako zbabelec, ktorý nie je schopný priniesť pre svoju pravdu nijakú obeť?
- Ako znie a čo vlastne znamená slávna Galileova veta?

V texte sa spomínalo niekoľko Galileom pozorovaných javov a tvrdilo sa o nich, že do Kopernikovho systému zapadajú oveľa lepšie ako do Ptolemaiovho. Nijako sa to však nezodôvodňovalo a to teraz skúsime napraviť: Zistite, aké knihy o nebeských telesách Galileo napísal a ktoré z nich sú preložené do vám zrozumiteľného jazyka. Potom sa pokúste zohnať tieto knihy (buď v knižnici alebo na internete) a nájdite v nich, čím konkrétne presvedčili jednotlivé objavy Galilea o správnosti Kopernikovho systému. Ak sa vám chce, môžete si rozdeliť jednotlivé objavy a pripraviť si o niektorých z nich krátke referáty aj s ukázkami z pôvodných Galileových textov.



Aká veľká je slnečná sústava?

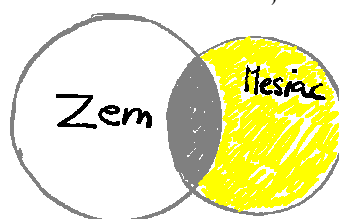
Dnes máme k dispozícii oveľa lepšie ďalekohľady a oveľa presnejšie prístroje ako mal Galileo. O Slnku, o planétach obiehajúcich okolo Slnka a o mesiacoch obiehajúcich okolo planét máme podrobné informácie. Vieme aké sú veľké, aké sú ťažké, ako sú ďaleko, aké je ich zloženie. A všetky tieto informácie sú ľahko dostupné.

Napriek tomu je zaujímavé pokúsiť sa niektoré tieto údaje samostatne odmerať. Keď pre nič iné, tak už len preto, aby sme mohli doma machrovať, že vieme sami určiť aj také zdanlivo nedostupné veci ako vzdialenosť a veľkosť Mesiaca či Slnka



Aký veľký je Mesiac? Počas zatmenia Mesiaca na ňom vidíme kruhový tieň Zeme. A keďže veľkosť Zeme poznáme, môžeme ľahko odhadnúť veľkosť Mesiaca. Jediné, čo k tomu treba spraviť, je zobrať si nejakú dobrú fotku zatmenia Mesiaca a dokresliť do nej kružnicu zodpovedajúcu Zemi. Tým nám vznikne obrázok s dvomi kružnicami predstavujúcimi Mesiac a Zem. Zmeraním priemerov kružníc ľahko zistíme, o koľko je Mesiac menší ako Zem. A ak potom ešte vezmeme do úvahy skutočný polomer Zeme, hravo vypočítame skutočný priemer Mesiaca.

Kružnicu zodpovedajúcu Zemeguli nedokážeme dokresliť do obrázku úplne presne. Ako sa prejaví táto nepresnosť v presnosti určenia veľkosti Mesiaca? Ako sa prejaví na výsledku nepresnosť v našom odhade veľkosti Zeme?

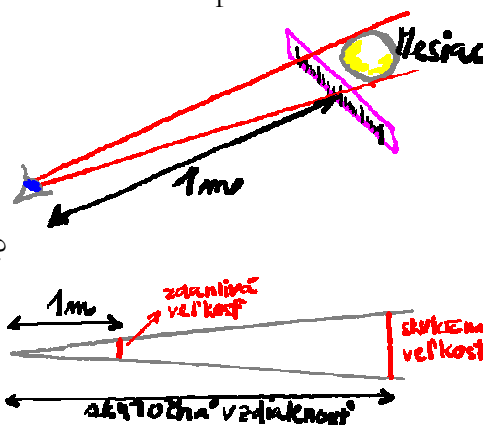


- Kružnicu zodpovedajúcu Zemeguli nedokážeme dokresliť do obrázku úplne presne. Ako sa prejaví táto nepresnosť v presnosti určenia veľkosti Mesiaca?
- Ako sa prejaví na výsledku nepresnosť v našom odhade veľkosti Zeme?

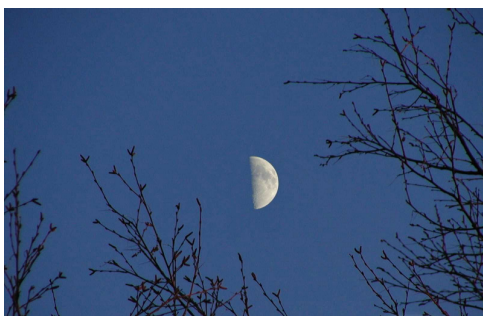
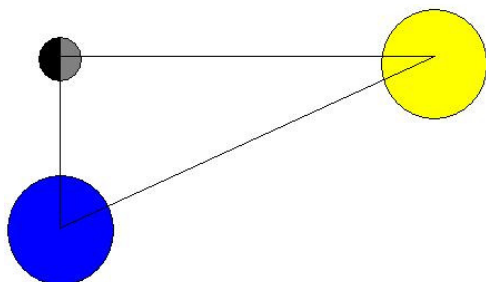


Ako ďaleko je Mesiac? Z predchádzajúceho „experimentu“ vieme, aký je Mesiac v skutočnosti veľký. Ak odmeriame jeho zdanlivú veľkosť pomocou pravítka vzdialeného od oka napríklad jeden meter, potom jeho vzdialenosť je toľkokrát väčšia než 1m, koľkokrát je Mesiac v skutočnosti väčší, než sme namerali pravítkom.

- Ako sa prejaví nepresnosť v našom predchádzajúcom určení skutočnej veľkosti Mesiaca v našom terajšom určení jeho vzdialenosti od Zeme?
- Ako sa prejaví nepresnosť v našom určení zdanlivej veľkosti Mesiaca pravítkom v určení jeho vzdialenosti?
- Vyroberte si zmenšený model sústavy Zem – Mesiac. Ako Zem a Mesiac použite loptičky vhodných rozmerov a umiestnite ich od seba v správnej vzdialenosti.



Ako ďaleko je Slnko? To zistil, aj keď nie veľmi presne, pred viac ako 2000 rokmi ďalší šikovný Grék, ktorý sa volal Aristarchus. Jeho metóda bola založená na tom, že občas na oblohe vidno naraz Slnko aj Mesiac, pričom z Mesiaca je osvetlená práve polovica. Ak nastane takáto situácia, potom musí byť vzájomné postavenie Slnka, Mesiaca a Zeme také, ako znázorňuje obrázok. Zaujímavé pritom je, že na tomto obrázku nie sú správne mierky, nie sú na ňom dokonca správne ani uhly, a napriek tomu je to užitočný obrázok. Lebo to jediné, čo je na ňom správne, je zároveň jediné, čo je na ňom dôležité. A dôležitý je za-tiaľ najmä pravý uhol medzi spojnicami Mesiac-Zem a Mesiac-Slnko.



- Pomocou loptičkovo-baterkového modelu ukážte, že ak zo Zeme vidno osvetlenú presne polovicu Mesiaca, tak ten uhol je naozaj pravý.
- V prípade Mesiaca na fotografii je Slnko vpravo, nízko nad obzorom. Ak odmeriame uhol medzi smermi Zem-Slnko a Zem-Mesiac, zistíme, že tento uhol je takmer pravý (a nie ako na obrázku). Čo sa dá z toho usúdiť o vzdialenosti Slnka? (Ako vyzerá trojuholník s jedným uhlom pravým a jedným skoro pravým?)
- Aristarchus zistil, že tento uhol je okolo 87° . Nakreslite pravouhlý trojuholník s jedným uhlom rovným 87° (robte to na Zemi, do zošita sa vám to nezmestí). Výsledný trojuholník je zmenšenina sústavy Slnko-Mesiac-Zem. Jednu stranu tohto trojuholníka, a to vzdialenosť Zem-Mesiac, už poznáme. A to nám stačí na výpočet vzdialenosti Zem-Slnko podľa Aristarcha. Vypočítajte ju.
- V skutočnosti je uhol medzi spojnicami Zem-Slnko a Zem-Mesiac väčší, a to $89^\circ 50'$. Pri takto veľkom uhle je kreslenie trojuholníka nepraktické a výpočet vzdialenosti sa robí pomocou čohosi, čo sa volá tangens uhla. Zistite si, čo to je, ako sa tým dá vypočítat' vzdialenosť a pomocou kalkulačky ju vypočítajte.

Aké veľké je Slnko? Na oblohe je Slnko zdanlivo rovnako veľké ako Mesiac, čo je výborne vidno pri zatmení Slnka (ale zhruba je to vidno aj voľným okom). A táto informácia nám stačí na to, aby sme zo známej veľkosti Mesiaca a zo známych vzdialeností Mesiaca a Slnka od Zeme vypočítali veľkosť Slnka.



- Nakreslite si trojuholník, ktorý vám znázorní zatmenie Slnka. Vyznačte si v ňom všetko, čo už poznáte z predchádzajúcich meraní, a aj to čo nepoznáte, ale poznať chcete. Ak sa teraz na ten trojuholník trochu lepšie pozriete, malo byť úplne jasné ako vypočítat' veľkosť Slnka.



Aké veľké sú planéty a ako ďaleko sú od Slnka? Tak toto už necháme na vás. V encyklopédiách alebo na internete sa dá nájsť veľa informácií o planétach spolu s nádhernými fotografiami, získanými pomocou vesmírnych sond či pozemských ďalekohľadov. Ak chcete, môžete pohľadať aj informácie o tom, či a ako by ste mohli sami zmerať veľkosti planét a ich vzdialenosti od Slnka. Asi by bolo fajn rozdeliť sa na malé skupinky, z ktorých každá si vezme na starosť jednu planétu a pripraví si o nej krátku prezentáciu.



Postavte si model slnečnej sústavy v správnej mierke, čiže tak, aby rozmery planét a Slnka a ich vzájomné vzdialenosti zodpovedali skutočným rozmerom a vzdialenostiam. Mierku modelu zvolte tak, aby sa vám vošiel na školské ihrisko alebo na dlhú chodbu.



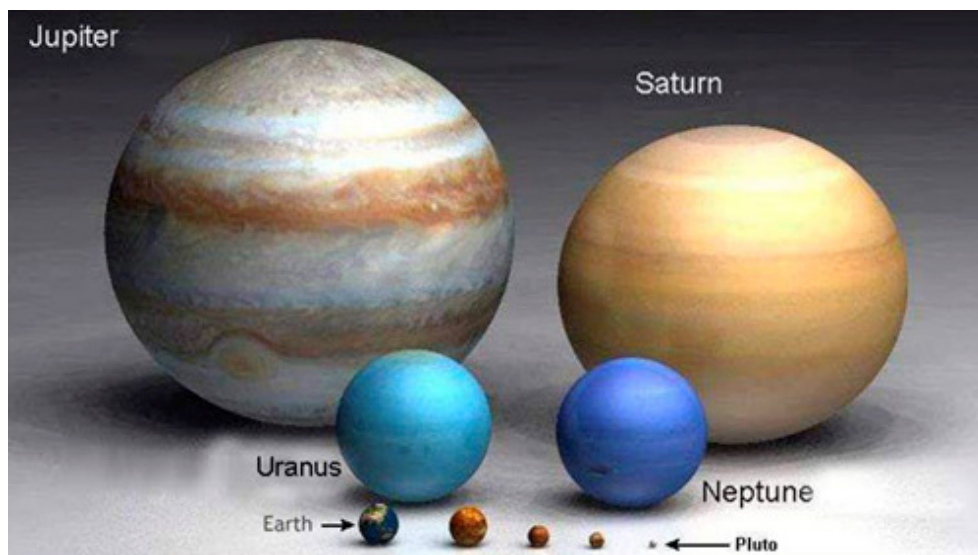
Keď hovoríme o vzdialenosti Zeme a iných planét od Slnka, uvádzame väčšinou len jedno číslo. Ak by sa planéty pohybovali okolo Slnka po kružniciach, bolo by to úplne v poriadku (tá vzdialenosť by vtedy bola polomerom príslušnej kružnice). Ale planéty sa v skutočnosti nepohybujú po presných kružniciach, pohybujú sa po takzvaných elipsách, čo sú akési sploštené kružnice. Tieto elipsy sa však len málo líšia od kružníc, takže uvádzanie len jednej vzdialenosti je vlastne celkom v poriadku.

Podobné je to aj s tvarom Zeme (aj ostatných planét) – ani ten nie je celkom guľatý. Zem je trochu sploštená a tak hovoriť o polomere Zeme je, prísne vzaté, trochu nepresné. Ale naozaj len trochu. Tvar Zeme sa od gule líši len málo, takže ak hovoríme o polomere Zeme a máme tým na mysli polomer gule, tak aj to je v podstate celkom v poriadku.

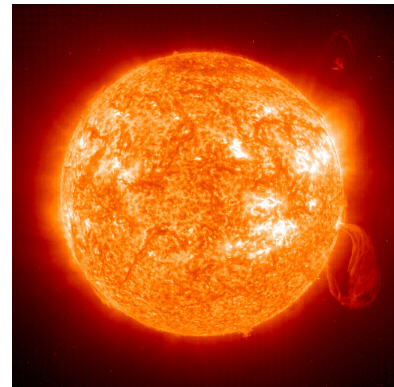
- Má dráha Zeme okolo Slnka tvar presnej kružnice?
- Má samotná Zem tvar presnej gule?
- Ak nie, ako môžeme hovoriť o vzdialenosti Zeme od Slnka a o jej polomere?



Zistite si, nakoľko je sploštená obežná dráha Zeme okolo Slnka a tiež nakoľko je sploštená samotná Zem. Aká je najväčšia a aká najmenšia vzdialenosť Zeme od Slnka? Aká je najväčšia a aká najmenšia vzdialenosť povrchu Zeme od jej stredu?



Rozprávanie o slnečnej sústave by bolo celkom nedokončené, ak by sme si nepovedali niečo aj o hviezdach. A to z dvoch dôvodov. Jednak preto, že aj v našej Slnečnej sústave máme jednu hviezdu (to hviezdou je práve naše staré dobré Slnko) a jednak preto, lebo ak si chceme vytvoriť predstavu o postavení našej Slnečnej sústavy v celom vesmíre, musíme mať najprv nejakú predstavu o tom vesmíre, a tú máme práve na základe štúdia hviezd a ich zoskupení, ktorým sa hovorí galaxie.



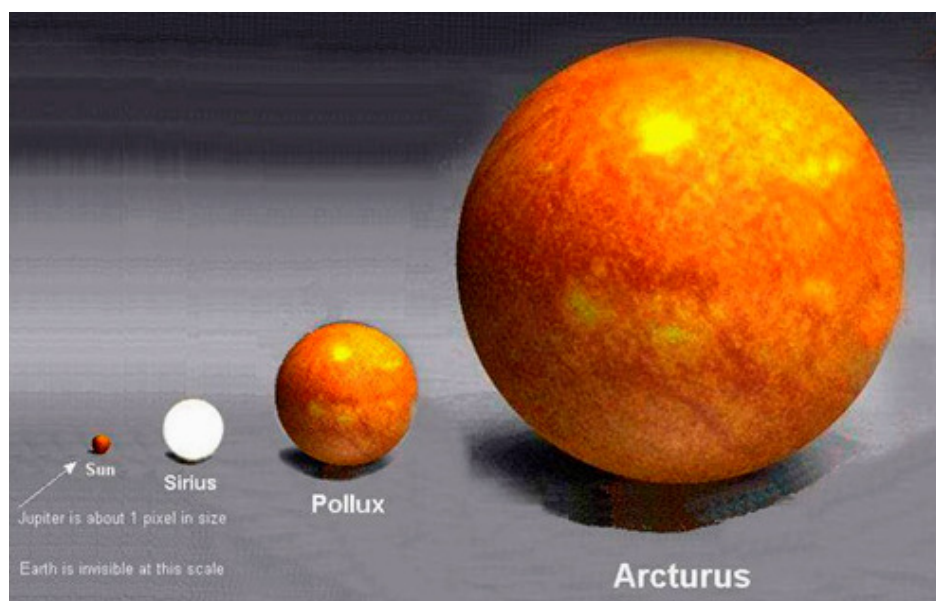
Ako ďaleko sú hviezdy a aké sú veľké? Ak sa vám vzdialenosti medzi planétami zdali obrovské, potom vzdialenosti medzi hviezdami sú takmer nepredstaviteľné. Vyhľadajte si informácie o najbližších hviezdach (a ak vás to zaujíma, zistite si, ako by ste mohli vy sami odmerať vzdialenosť niektorých hviezd). Ak by bol polomer obežnej dráhy Zeme okolo Slnka jeden centimeter, v akej vzdialenosti by bola najbližšia hviezda?



Zo všetkých hviezd je pre nás najdôležitejšie Slnko, a preto si určite zaslúži trochu pozornosti. Skúste nájsť odpovede napríklad na takéto otázky: Prečo považujeme Slnko za hviezdu? Z čoho sa Slnko skladá? Je tuhé, kvapalné alebo plynné? Odkiaľ sa berie slnečná energia, čo je jej zdrojom? Čo spôsobuje na Slnku škvrny, ktoré pozoroval už Galileo Galilei? Čo znamenajú slová ako koróna, protuberancia alebo slnečný vietor?



A teraz niečo o galaxiách a vesmíre. Každý z vás by mal vedieť nájsť (a podľa možnosti si aj zapamätať) odpovede na nasledovné otázky: Aký je rozdiel medzi galaxiou a súhvezdím? A aký rozdiel je medzi galaxiou a Galaxiou? Ako sa galaxie vo vesmíre pohybujú? Ako sa vesmír rozpína? No a nakoniec jedna z úplne najzaujímavejších otázok: kedy a ako vesmír vznikol?



Ako sa Zem točí?

Zem, podobne ako ostatné planéty, vykonáva dva základné pohyby: obieha okolo Slnka a rotuje okolo vlastnej osi. Kombináciou týchto dvoch pohybov vzniká veľa zaujímavých javov, ktoré výrazne ovplyvňujú náš bežný život.



Počas jedného obehu okolo Slnka sa Zem otočí okolo vlastnej osi 365krát a ešte stihne štvrt' otočky navyše. Čas jedného obehu Zeme okolo Slnka nazývame jeden rok, čas jedného otočenia sa okolo svojej osi nazývame jeden deň. Jeden rok teda vlastne nemá 365 dní, ale 365 a štvrt' dňa. Lenže v kalendári má len 365 dní. Kam sa podeje každý rok ten posledný štvrt' deň? Nuž, ostane nezarátaný, a vždy po štyroch rokoch sa z tobo nazbiera celý deň, ktorý sa do kalendára pridá. Preto je každý štvrtý rok prestupný a má o jeden deň viac. To, že tento deň pridávame práve na koniec februára, nemá nijaký zvláštny význam – je to len vec dohody.

Podobne je vecou dohody to, že celý deň delíme na 24 hodín. Súvisí to s takzvanou dvanástkovou číselnou sústavou, ktorá sa v minulosti bežne používala. Na tomto mieste bude vhodné zdôrazniť, že slovo deň znamená v slovenčine (a aj v iných jazykoch) dve rôzne veci. Toto slovo totiž označuje jednak dobu, za ktorú sa Zem otočí okolo svojej osi a jednak dobu, počas ktorej je v danom mieste na Zemi slnečné svetlo. Ten prvý deň má 24 hodín, ten druhý máva u nás od 8 a 1/2 hodiny až po 15 a 1/2 hodiny. A práve zmeny dĺžky dňa počas roka sú jedným z významných dôsledkov už spomínaných dvoch pohybov Zeme – pohybu okolo Slnka a okolo vlastnej osi.

Na tom, že sa môžeme tešiť zo striedania dĺžky dňa aj zo striedania ročných období, má zásluhu smer osi, okolo ktorej Zem rotuje. Táto os nie je namierená presne kolmo na rovinu, v ktorej obieha Zem okolo Slnka (kto má rád latinské slová, tomu prezradíme, že táto rovina sa nazýva ekliptika), ale je od kolmého smeru o určitý uhol odklonená. A práve tento odklon spôsobuje zmeny dĺžky dňa počas roka ako aj striedanie ročných období.

- Prečo je prestupný práve každý štvrtý rok?
- Koľko hodín má jeden deň? Je tvrdenie „deň trval 12 hodín“ nutne chybné?
- Aké veci má na svedomí naklonenie zemskej osi?
- Voči čomu je zemska os naklonená?



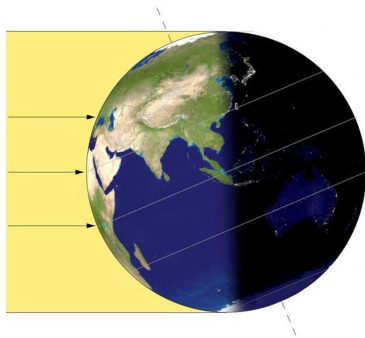
V predchádzajúcom texte sa síce tvrdilo, že naklonenie zemskej osi má zaujímavé dôsledky, ktoré významne ovplyvňujú náš každodenný život, ale nijako sa tam nevyvetlilo, prečo má práve takéto dôsledky. Tak sa to teraz pokúsime napraviť. Experimentovaním s loptami.

- Urobte si z lopty model Zeme rotujúcej okolo osi kolmej na rovinu obehu spojnicu Slnko-Zem. Koľko trvá na takejto Zemi deň a koľko noc? Mení sa trvanie dňa a noci v závislosti od toho, kde na Zemi sa nachádzame?
- Teraz preskúmajte model Zeme rotujúcej okolo osi v smere na spojnicu Slnko-Zem. Koľko trvá na takejto Zemi deň a koľko noc? Mení sa trvanie dňa a noci v závislosti od toho, kde na Zemi sa nachádzame?
- Teraz znova nechajte Zem obiehať okolo Slnka tak, že smer osi rotácie sa nemení a je stále kolmý na rovinu obehu. Mení sa trvanie dňa a noci na danom mieste počas roka?
- Teraz nechajte Zem obiehať okolo Slnka tak, že os rotácie leží v rovine obehu. Smer osi rotácie sa nesmie meniť ani v tomto prípade (to súvisí s jedným fyzikálnym zákonom, ktorý sa volá zákon zachovania momentu hybnosti). Mení sa trvanie dňa a noci na danom mieste počas roka?

Tak, a teraz príde frajerina. Sami si odmeriate, o koľko je zemská os odklonená od smeru kolmého na rovinu obehu Zeme okolo Slnka. Frajerina spočíva v tom, že podobne ako mnohé iné charakteristiky našej planéty, ktoré sme už dokázali odmerať, aj táto vyzerá na prvý pohľad meraniu celkom nedostupná. A predsa to dokážeme, dokonca dost' ľahko.



- Preskúmajte modely Zeme, v ktorých je os jej rotácie naklonená pod rôznym uhlom k rovine obehu (dbajte na to, že smer osi rotácie sa nesmie počas obehu meniť). Ako sa mení dĺžka dňa a noci počas roka?

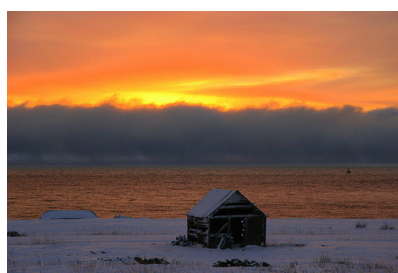


- Použite namiesto lopty glóbus a preskúmajte, ako sa mení dĺžka dňa a noci na Slovensku. Zistite, ako to závisí od naklonenia zemskej osi. Všimnite si, že v skutočnosti nemusíte glóbusom točiť, stačí vám odmerať, aká časť kružnice zvanej rovnobežka je osvetlená a aká ostáva neosvetlená.
- Nájdite taký uhol naklonenia zemskej osi, aby bol na Slovensku najdlhší a najkratší deň v roku zhruba taký, aký naozaj pozorujeme.

Z nášho modelu dokážeme vyžmýkať ešte všelijaké ďalšie zaujímavé veci, napríklad pochopenie takých pojmov ako polárny deň a polárna noc. Všimnite si, že pri správnom naklonení glóbusu nedopadá dlhú časť roka na oblasť v okolí severného pólu vôbec nijaké svetlo, čiže vtedy je tam neustála noc (a v okolí južného pólu je stále deň). V inú časť roka je to naopak: na severnom póle je polárny deň a na južnom polárna noc.



- Pomocou modelu s loptou alebo s glóbusom zistíte ako dlho trvajú polárny deň a polárna noc priamo na severnom či na južnom póle.
- Preskúmajte, ako sa zmení trvanie polárneho dňa a noci, ak sa posunieme od severného pólu smerom na juh, alebo od južného pólu smerom na sever.



- Hranicu oblastí polárneho dňa a noci tvoria na Zemi miesta, na ktorých trvá polárny deň aj polárna noc práve 24 hodín (v prípade polárnej noci to znamená, že práve raz za rok Slnko vôbec nevyjde – aj na pravé poľudnie to tam vtedy vyzerá ako za súmraku). Tieto miesta tvoria takzvaný severný polárny kruh a južný polárny kruh. Nájdite pomocou nášho loptového modelu, kde približne sa tieto kruhy nachádzajú.

- Mesiac je k Zemi otočený stále rovnakou (takzvanou privrátenou) stranou. Viete na základe tohto faktu povedať niečo o dobe rotácie Mesiaca okolo vlastnej osi a o smere tejto osi?
- Dá sa odvrátená strana Mesiaca odfotografovať z vesmírnych lodí, alebo je stále ponorená v tme?
- Časová jednotka rok súvisí s dobou obehu Zeme okolo Slnka, časová jednotka deň súvisí s dobou rotácie Zeme okolo vlastnej osi. Súvisí nejaká časová jednotka s dobou obehu Mesiaca okolo Zeme.
- Časová jednotka hodina je odvodená z jednotky deň na základe dvanástkovej číselnej sústavy. Ktoré ďalšie časové jednotky vznikli podobným spôsobom?

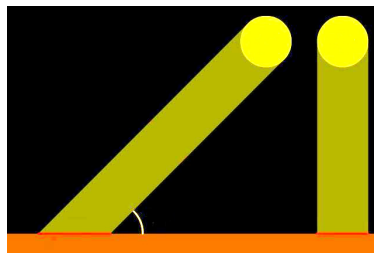




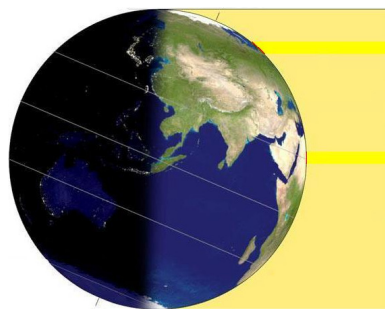
Ak už vieme o sklone zemskej osi, potom striedanie ročných období pochopíme celkom ľahko na základe úplne jednoduchého pokusu. Je skoro až neuveriteľné, ako veľa vecí sa dá pochopiť na základe hry s loptičkami, baterkami a infračervenou lampou.

- Skúste zohrievať infračervenou lampou malú loptičku. Zohrievajú sa všetky jej časti rovnako, alebo sa niektoré zohrievajú viac a iné menej? Ak nie je zohrievanie všade rovnaké, ktoré oblasti sa zohrievajú najviac a ktoré najmenej?
- Teraz skúsme niečo iné: budeme zohrievať infračervenou lampou svoju dlaň. Postupne meňte natočenie dlane vzhľadom k smeru lúčov prichádzajúcich od lampy a preskúmajte, ako súvisí zohrievanie dlane s jej natočením.

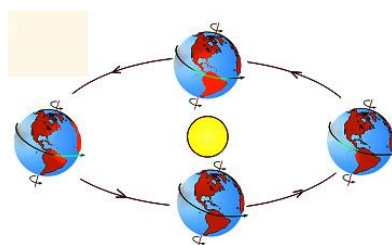
- Na základe obrázka vysvetlite, prečo sa dlaň natočená v smere kolmom na lúče z lampy zohrieva zjavne viac ako dlaň natočená pod nejakým iným uhlom (Všimnite si najmä to, že rovnaké množstvo svetla z lampy ohrieva raz menšiu a raz väčšiu plochu. Ktorá z týchto plôch sa viac zohrieva?)



- Na základe ďalšieho obrázku sa pokúste vysvetliť, ako sú rôzne oblasti na Zemi rôzne zohrievané dopadom rovnakých slnečných lúčov. Ktoré oblasti Zemegule sú pri danej orientácii zemskej osi zohrievané najviac a ktoré najmenej? Ako je v situácii, ktorá je znázornená na obrázku, zohrievané dopadajúcimi slnečnými lúčmi Slovensko? Je tu u nás zima alebo teplo?



- A nakoniec asi úplne najdôležitejšia úloha. Na základe tretieho obrázku (a na základe všetkého, čo sme si vyjasnili doteraz) skúste vysvetliť, ako sa u nás striedajú ročné obdobia. Ak je u nás leto, čo je v Austrálii? A čo je tam, keď je u nás jar? A prečo je na pólach večný ľad? A aké zaujímavé otázky ešte viete položiť a odpovedať na ne?



Pomocou infračervenej lampy preskúmajte, ako závisí ohrievanie dlane od jej vzdialenosti od zdroja žiarenia. Ak túto závislosť skombinujeme s informáciou o eliptickej dráhe Zeme okolo Slnka, môže sa nám zdať, že striedanie ročných období nie je spôsobené sklonom zemskej osi, ale zmenou vzdialenosti Zeme od Slnka počas roka.. Ak by to bolo naozaj tak, aké ročné obdobie by bolo v Austrálii v čase, keby u nás bola zima?

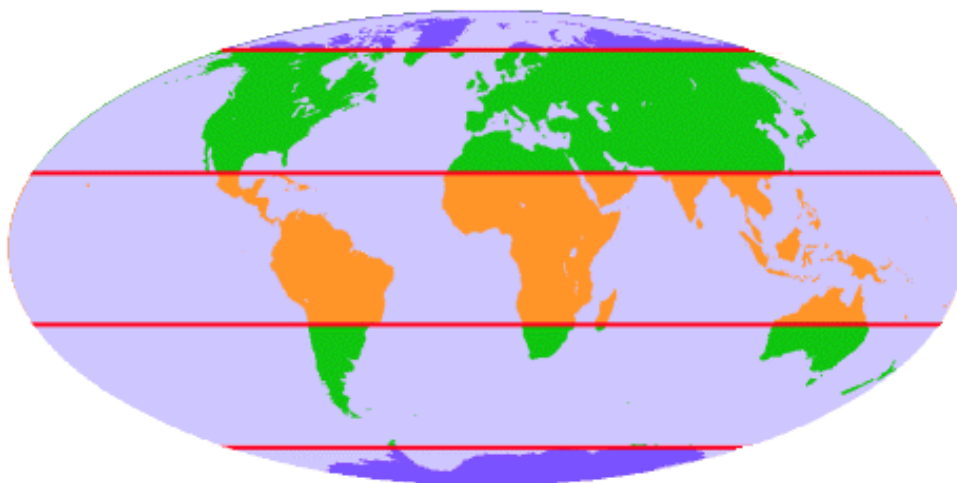
Ako je to v skutočnosti? Ktoré vysvetlenie striedania ročných období je s touto skutočnosťou v súhlase a ktoré jej naopak odporuje?



Zistíte, čo znamenajú slová perihélium a apohélium. Ďalej zistíte, ako ďaleko je od Slnka perihélium a apohélium Zeme a tiež kedy sa Zem nachádza v perihéliu a kedy v apohéliu. Potom si dajte tieto informácie do súvisu s pokusom o vysvetlenie striedania ročných období zmenami vzdialenosti Zeme od Slnka sa počas roka. Budete prekvapení.

Každé malé dieťa u nás vie, že ročné obdobia sú štyri a volajú sa jar, leto, jeseň a zima. Ale nie všade majú takéto ročné obdobia. Pretože aj keď sklon zemskej osi spôsobuje všade na Zemi počas roka zmeny v zohrievaní zemského povrchu slnečnými lúčmi, tieto zmeny sa prejavujú na rôznych miestach rôznymi spôsobmi.

- Z našich štyroch ročných období sa dve na seba trochu podobajú, ale ďalšie dve sú výrazne odlišné. Ktoré sa podobajú a prečo?
- Štyri ročné obdobia, viac či menej podobné ako u nás, sa striedajú v oblastiach vyznačených na mape zelenou farbou. Koľko ročných období majú v oblastiach vyznačených na mape oranžovou farbou?
- Majú ročné obdobia aj v oblastiach vyznačených na mape modrou farbou? Je možné považovať polárny deň a polárnu noc za ročné obdobia?



Každé z troch pásiem vyznačených na mape jednotlivými farbami má svoje typické podnebie. Oranžová farba zodpovedá takzvanému tropickému pásmu, zelená farba miernemu pásmu a modrá polárnemu pásmu.



V tropickom pásmu je veľmi teplé podnebie a striedajú sa v ňom väčšinou len dve ročné obdobia. Tieto ročné obdobia sa nevolajú leto a zima, ale obdobie dažďov a obdobie sucha (prečo je to tak, o tom si povieme v kapitole o počasí). V miernom pásmu je podnebie oveľa menej teplé a striedajú sa tu štyri ročné obdobia. Polárne pásmo je studené, a môžeme tu hovoriť o štyroch ročných obdobiach, z ktorých dve sú polárny deň a polárna noc. A toto všetko je len dôsledkom rôzneho uhla dopadu slnečných lúčov a naklonenia zemskej osi. Delenie povrchu Zeme na tri podnebné pásma je však len najhrubším takýmto delením. O niečo jemnejšie delenie používa navyše aj subtropické pásmo (na prechode medzi tropickým a miernym pásmom) a subpolárne pásmo (na prechode medzi miernym a polárnym pásmom). Okrem toho je podnebie v rôznych častiach sveta ovplyvnené aj inými faktormi, než je uhol dopadu slnečných lúčov a sklon zemskej osi. Ako príklad spomeňme prímorské alebo vnútrozemské podnebie. Takto jemným delením podnebných oblastí sa tu však zaoberať nebudeme.

- Aké sú hlavné podnebné pásma na Zemi a aké majú ročné obdobia?

Pospomínajte si, čo viete o podnebí a počasí v rôznych krajinách sveta. Nájdite na mape, do ktorej oblasti daná krajina patrí, a prediskutujte, či sú vaše vedomosti o tejto krajine v súlade s tým, čo sme sa naučili. Pre každé podnebné pásmo si skúste zapamätať aspoň jednu-dve krajiny, ktoré patria do tohto pásma.



Čo by sme mali vedieť

Cieľom učenia by nikdy nemalo byť zapamätať si úplne všetko. Niečo také nie je v skutočnosti možné, a aj keby to možné bolo, nebolo by to rozumné. Niektoré veci však za zapamätanie stoja a nepamätať si ani tie najdôležitejšie, to tiež nie je veľmi rozumné. Čo by sme si mali zapamätať z tejto kapitoly? Čo by sme si z tejto kapitoly mali odniesť?

- Mali by sme rozumieť rozdielom medzi predstavou plochej a guľatej Zeme. Mali by sme vedieť uviesť argumenty, pre ktoré ľudia v minulosti považovali Zem za plochú a tiež argumenty, pre ktoré považujeme Zem za guľatú.
- Mali by sme rozumieť rozdielom medzi geocentrickou a heliocentrickou predstavou planetárnej sústavy. Mali by sme vedieť uviesť argumenty, pre ktoré ľudia verili geocentrickej predstave a tiež argumenty, pre ktoré považujeme za správnu heliocentrickú predstavu.
- Mali by sme rozumieť súvisu časovej jednotky jeden rok s obíhaním Zeme okolo Slnka, a tiež súvisu časovej jednotky jeden deň s otáčaním Zeme okolo vlastnej osi. A asi by sme mali vedieť vysvetliť aj to, ako súvisí s týmito dvomi pohybmi pojem prestupný rok. A ešte by sme mali rozumieť súvisu časovej jednotky jeden mesiac s obíhaním Mesiaca okolo Zeme.
- Mali by sme vedieť, že hviezdy sú gule horúceho plynu, že Slnko je hviezda, že slnečnému žiareniu vdáčiame za svetlo aj teplo. Mali by sme vedieť niečo o pohybe planét okolo Slnka a pohybe mesiacov okolo planét. Z toho, že svetlo sa šíri priamočiarno, by sme mali vedieť vysvetliť jednak fázy Mesiaca a jednak zatmenia Slnka a Mesiaca.
- Mali by sme rozumieť závislosti zahrievania povrchu Zeme od sklonu dopadajúcich lúčov. Mali by sme rozumieť súvisu sklonu zemskej osi so striedaním ročných období a mali by sme vedieť odpovedať na otázky typu: ak je u nás leto, čo je v Austrálii?
- Mali by sme vedieť charakterizovať podnebné pásma a o významných zemepisných oblastiach by sme mali vedieť povedať, do ktorého pásma patria.



Fotografia Zeme urobená z Mesiaca.



Zemeguľa v sieti

Takmer každý glóbus a každá mapa sveta sú pokryté sieťou špeciálnych čiar, ktorým hovoríme rovnobežky a poludníky. Načo tam tie čiary vlastne sú? Sú potrebné alebo dokonca nevyhnutné? Alebo sú, keď už nie nevyhnutné, tak aspoň veľmi užitočné? Alebo sú vlastne celkom zbytočné a kreslíme ich tam len na okrasu? Alebo, a to už by bol naozaj vrchol, slúžia tieto čiary len na trápenie školopovinných detí, ktoré sa o nich musia učiť, aj keď ich vôbec nezaujímajú?

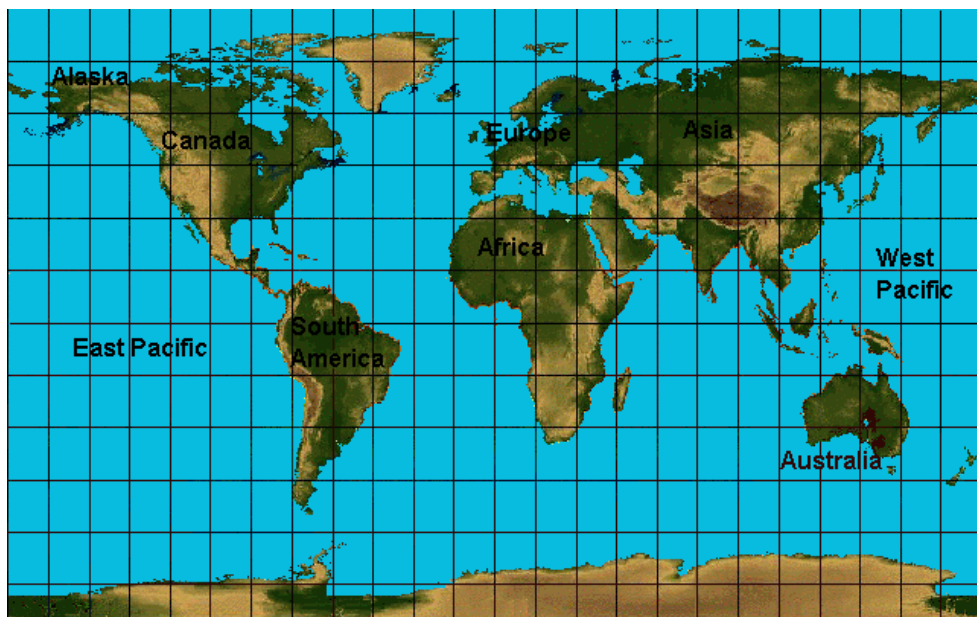


Vyrobte čo najprehľadnejšiu a zároveň čo najpresnejšiu mapu školského dvora alebo nejakého zaujímavejšieho priestoru. Nerobte len náčrtok, urobte naozaj mapu. Skúste ju nakresliť raz na čistom a raz na štvorčekovom papieri. Už viete, načo asi sú na mapách tie čiary?

O Austráľčanoch sa hovorí, že sú naši protinožci. Zistíte z mapy, či je to naozaj tak. Máme protinožcov alebo protiplitvovcov? Ktoré krajiny majú protinožcov?



- Všimnite si, že vodorovné čiary na mape sú všetky rovnako dlhé, ale na glóbose majú príslušné kružnice rôzne dĺžky. Znamená to, že plošná mapa je zdeformovaná? Aká je mierka tejto mapy?
- Nájdite na glóbose pomocou nite najkratšiu spojnicu medzi Bratislavou a Tokiom. Prekreslite ju na mapu. Je mapa zdeformovaná?



Prečo sú rovnobežky iné ako poludníky?

Poludníky sú polkružnice, rovnobežky sú kružnice. Poludníky sú všetky rovnako veľké a všetky majú spoločné dva body – severný a južný pól. Rovnobežky majú rôzne veľkosti a nijaké dve z nich nemajú ani jeden spoločný bod. Prečo používame pre orientáciu na Zemi dve sady tak odlišných kružníc?



Najvýznamnejšie čiary na povrchu gule sú takzvané hlavné kružnice. To sú také kružnice, ktorých stredom je stred gule. V čom spočíva význam týchto kružníc?

Predstavme si, že máme na povrchu gule nejaké dva dôležité body (napríklad mesto, v ktorom žijem, a mesto, v ktorom žije môj frajer alebo frajerka) a chceme vedieť, aká je najkratšia cesta z jedného bodu do druhého. Ak by sme mohli kopať, potom najkratšou spojnicou by bol priamy tunel z jedného miesta do druhého. Ak však tunel kopať nemôžeme (a to väčšinou nemôžeme, pretože je to jednak zakázané a jednak drahé), potom najkratšia spojnica ide pozdĺž hlavnej kružnice prechádzajúcej týmito dvomi bodmi.

Ak sa pozrieme na glóbus, vidíme, že poludníky sú hlavné (pol)kružnice, ale rovnobežky určite nie. Inými slovami, poludníky patria medzi najprirodzenejšie čiary na guli, ale o rovnobežkách sa to rozhodne povedať nedá. Prečo ich teda používame?

Pretože rovnobežky sú veľmi prirodzené čiary na otáčajúcej sa guli. Ak sa totiž guľa otáča okolo pevnej osi, potom jednotlivé jej body opisujú počas tohto otáčania kružnice. Ale nie všetky body opisujú rovnako veľké kružnice. Body bližšie k osi otáčania opisujú menšie kružnice, zatiaľ čo body ďalej od tejto osi opisujú väčšie kružnice. No a rovnobežky nie sú vlastne nič iné, než práve takéto kružnice opisované bodmi na povrchu Zeme pri jej rotácii okolo vlastnej osi.



- Ktoré kružnice sú prirodzenými čiarami na každej guli? Prečo práve ony?
- Ktoré kružnice sú prirodzenými čiarami na otáčajúcej sa guli? Prečo?
- Hovorí sa v texte o tom, kde ležia stredy poludníkov? Viete povedať kde ležia?
- Hovorí sa v texte o tom, kde ležia stredy rovnobežiek? Viete kde ležia?



Existuje päť obzvlášť významných rovnobežiek, z ktorých každá má dokonca svoje vlastné meno. Volajú sa rovník, obratník raka, obratník kozorožca, severný polárny kruh a južný polárny kruh. Všetky súvisia s rotáciou Zeme (s tou súvisia všetky rovnobežky) a všetky okrem rovníka súvisia ešte aj so sklonom zemskej osi.

Rovník je najdlhšia rovnobežka. Nachádza sa presne „na polceste“ medzi severným a južným pólom. Jej stred je totožný so stredom Zeme (je to jediná rovnobežka, ktorá je – podobne ako poludníky – hlavnou kružnicou). Rozdeľuje Zem na severnú a južnú pologuľu.

Obratníky súvisia s tým, kde všade je možné mať slnko priamo nad hlavou. Ak by zemska os bola kolmá na rovinu obehu, mohli by mať slnko priamo na hlavu iba ľudia na rovníku. Ale vďaka sklonu zemskej osi je to možné aj na iných miestach. Obratníky ohraničujú oblasť, kde to možné je. Medzi obratníkmi majú ľudia slnko priamo nad hlavou dvakrát do roka, severne od obratníka raka a južne od obratníka kozorožca sa to nestane nikdy.

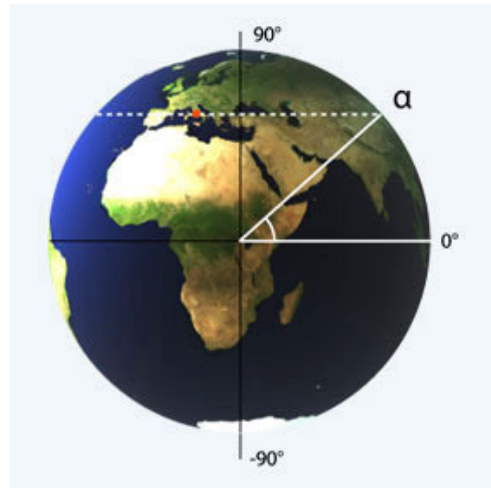
A o polárnych kruhoch sme už hovorili, skúste si na to spomenúť.



Ak máte v triede prístup na internet, skúste sa rozdeliť na 5 skupín a pripraviť si priamo na hodine prezentáciu o tom, aká príroda, akí ľudia a aké štáty sa nachádzajú v oblastiach významných rovnobežiek.

Zemepisná šírka. Aby sme pomocou rovnobežiek mohli opisovať polohu na Zemi, musíme ich nejako očíslovať. To sa dá urobiť viacerými spôsobmi, ale bežne sa používa iba jedno očíslovanie, ktorému sa hovorí zemepisná šírka.

Zemepisná šírka vlastne vyjadruje (hoci dosť svojším spôsobom) vzdialenosť medzi rovnobežkami. Pozrite sa dobre na obrázok a skúste zistiť vzdialenosť medzi rovníkom a bielou čiarkovanou rovnobežkou. Má sa táto vzdialenosť merať pozdĺž čiernej zvislej čiary, alebo pozdĺž oblúka na povrchu Zeme? Obe možnosti sú prípustné, ale keďže my sa pohybujeme po povrchu Zeme, je meranie vzdialenosti po oblúku akosi prirodzenejšie a celkom určite je aj oveľa užitočnejšie. Z obrázku je vidno ešte jednu dôležitú vec, a to že namiesto dĺžky oblúka môžeme rovnako dobre udávať aj veľkosť príslušného uhla (vyznačeného bielou farbou). Čím väčší uhol, tým väčšia vzdialenosť, a naopak. A už je to raz tak, že ľudia sa dohodli, že budú rovnobežky číslovať uhlami a nie dĺžkami oblúkov.



Rovníku dali ľudia číslo nula, a ostatným rovnobežkám číslo rovnajúce sa veľkosti uhla tak, ako je to znázornené na obrázku. Na severnej pologuli má tento uhol kladné znamienko, na južnej pologuli záporné znamienko (niekedy sa znamienko nepoužíva a namiesto toho sa hovorí slovami: 45° severnej zemepisnej šírky alebo 45° južnej zemepisnej šírky).

Ked' sme sa bavili o rotácii Zeme, sami sme si vypočítali, o aký uhol je naklonená zemská os. Na základe tohto uhla môžeme teraz vypočítať zemepisnú šírku obratníkov a polárnych kruhov. Skúste to, nakreslite si obrázky a trochu o nich podumajte. Nie je to ťažké a ak to dokážete, dá sa smelo povedať, že zemepisnej šírke naozaj rozumiete.



Ak dospejete k nejakým výsledkom, porozmýšľajte, nakoľko sú spoľahlivé a čo všeličo môže byť zdrojom ich nepresnosti. Skúste dospieť nie k jednoznačným číslam, ale radšej k nejakým intervalom, v ktorých by sa mali hľadané zemepisné šírky nachádzať. Potom porovnajete svoje výsledky s údajmi v atlasoch.

Nechcelo by sa vám zmerať zemepisnú šírku vášho bydliska? Skúste si spomenúť, ako meral Zem Erastoteles, a porozmýšľajte, či by sa nedala využiť palica a jej tieň. Najprv si premyslite, ako by ste merali v deň jarnej či jesennej rovnodennosti (slnko priamo nad rovníkom), potom môžete porozmýšľať, ako urobiť merania v ľubovoľný deň.



Ako pri každom meraní, aj tentoraz si dobre premyslite, čo všetko ovplyvňuje presnosť vášho merania? Skúste porozmýšľať o možných zlepšeniach v meraní tak, aby bola jeho presnosť čo najvyššia.

Skúste si vymyslieť nejaké iné očíslovanie rovnobežiek, alebo dokonca nejaké celkom iné sústavy čiar, ktoré by nám mohli slúžiť namiesto rovnobežiek. Predebatujte výhody a nevýhody jednotlivých nápadov. Pre tie nápady, ktoré prejdú diskusiou ako rozumné, zistite, aké číslo by bolo (namiesto štandardnej zemepisnej šírky) priradené vašej škole.



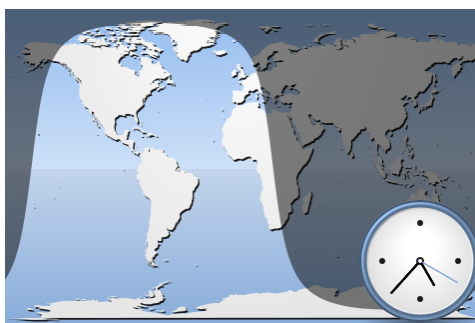
Prečo sú poludníky iné ako rovnobežky?

Ravnobežky sú úplne určené rotáciou Zeme, poludníky sú touto rotáciou určené len čiastočne. U poludníkov sú rotáciou Zeme určené iba dva ich body, a to póly, v ktorých zemská os prechádza zemským povrchom. Poludníky sú polkružnice, ktoré ležia na hlavných kružniciach a sú ohraničené severným a južným pólom.



Ak je niekde na Zemi ráno, potom niekde inde je poludnie a ešte inde večer či polnoc alebo iná časť dňa. Ku každému miestu na zemeguli však existujú miesta, na ktorých svitá naraz a podobne je to s poludním, so západom Slnka či polnocou. Tieto miesta ležia vždy na rovnakom poludníku, dokonca sa dá povedať, že práve takéto miesta tvoria jednotlivé poludníky. Kto neverí, nech si to vyskúša v tmavej miestnosti s loptou ako modelom Zeme a baterkou v úlohe svietiaceho Slnka.

Ak by sme chceli, aby všade bolo poludnie (stred dňa) o dvanástej hodine a polnoc (stred noci) všade o dvadsiatej štvrtej hodine, potom by sme museli mať hodinky nastavené na každom poludníku inak. To by však bolo nepraktické, preto sa ľudia dohodli, že rozdelia Zem na 24 časových pásiem a v rámci každého pásma budú hodinky nastavené rovnako. Ktorým miestom zodpovedá na obrázku údaj hodiniek?



- Ako je v texte vysvetlené, že na celom poludníku svitá naraz?



- O koľko môže byť v rámci jedného časového pásma posunuté pravé poludnie od presného času 12.00? Týka sa to aj svitania a polnoci?
- Ak prechádzame z jedného časového pásma do druhého, máme si posunúť hodinky dozadu alebo dopredu? O koľko ich máme posunúť?
- Ak sa pozorne pozriete na mapu sveta, na ktorej sú vyznačené jednotlivé časové pásma, určite si všimnete, že v niektorých prípadoch ne-

jdú hranice pásiem pozdĺž poludníkov, ale že na niektorých miestach z poludníkov vybočujú. Prečo je to tak?

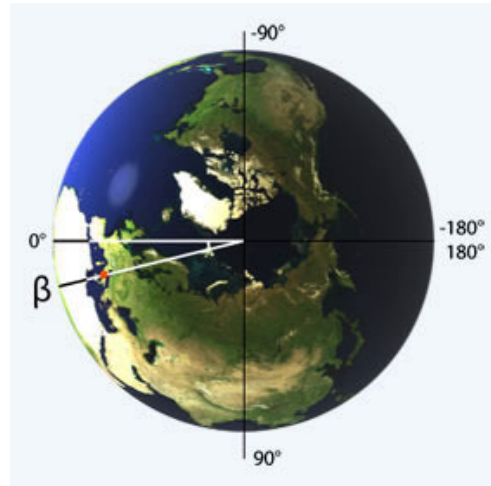
- Na obrázku je mapa sveta s hodinami ukazujúcimi čas v niektorých časových pásmach. Ale údaje na hodinách sú čudné – všetky ukazujú rovnaký čas. Ako treba opraviť údaje na hodinách, ak chceme, aby každé hodiny ukazovali miestny čas?



Predebatujte v triede svoje zážitky, pri ktorých ste si museli posúvať hodinky pri cestovaní z jedného pásma do druhého. Ak si nepamätáte, ktorým smerom a koľko ste si hodinky posúvali, skúste si to teraz vypočítať. Skúste si spomenúť na iné príklady, v ktorých pre vás boli dôležité rôzne časové pásma (za debatu stoja napríklad športové prenosy (z majstrovstiev sveta alebo z olympiády) odohrávané sa v Amerike alebo v Ázii). Hodinky si posúvame aj pri prechode na letný čas a späť. Súvisí to s časovými pásmami alebo je to niečo celkom iné?

Zemepisná dĺžka. Aby sme pomocou poludníkov mohli opisovať polohu na Zemi, musíme ich nejako očíslovať. To sa dá urobiť viacerými spôsobmi, ale bežne sa používa iba jedno očíslovanie, ktorému sa hovorí zemepisná dĺžka.

Čo vyjadruje zemepisná dĺžka? Nevýjadruje vzdialenosť medzi poludníkmi, ktorá vôbec nie je vhodnou veličinou, pretože sa pozdĺž poludníkov mení (pri pólach je vzdialenosť hocakých dvoch poludníkov najmenšia a pri rovníku je najväčšia). Pod zemepisnou dĺžkou rozumíme uhol, ktorý medzi sebou zvierajú dva poludníky vybiehajúce z pólu (malo by to byť jasné z obrázka, na ktorom je severný pól v strede a nie hore, ako to obvykle býva). Zemepisnú dĺžku meriame od takzvaného Greenwichského poludníka a to na obidve strany od 0 po 180°. Ak leží poludník na západ od Greenwichského poludníka, hovoríme o západnej zemepisnej dĺžke, ak na východ hovoríme o východnej zemepisnej dĺžke.



Na rozdiel od piatich významných rovnobežiek, o ktorých sme si už niečo hovorili, významné poludníky sú iba dva. A na rozdiel od spomínaných piatich rovnobežiek, ktorých význam bol daný sklonom zemskej osi, význam týchto dvoch poludníkov je len vecou dohody. Ľudia sa jednoducho dohodli, že práve tieto dva poludníky budú mať špeciálny význam. Mali pre to svoje dôvody, ale aj tak je význam týchto poludníkov menší ako význam rovníka, obratníkov či polárnych kruhov.

Prvým dôležitým poludníkom je takzvaný Greenwichský poludník. Jeho význam však spočíva len v tom, že od neho počítame zemepisnú dĺžku. Tento poludník dostal meno podľa hviezdárne v Greenwich pri Londýne, cez ktorú prechádza. Prečo dala meno poludníku práve táto hviezdárňa? Nuž, zemepisná dĺžka brala veľmi dôležitú úlohu v námornej navigácii a podobne dôležitú úlohu v nej brali aj hviezdy (ešte si o tom niečo povieme). No a Anglicko bolo námornou veľmocou, pričom hviezdárňa v Greenwich bola jej najvýznamnejšou hviezdárňou.



Druhým dôležitým poludníkom je takzvaná dátumová hranica. O tej si však nepovieme nič, pretože by sme pri tom prezradili riešenie zaujímavých úloh, ktoré nás ešte len čakajú.

- Ak ideme okolo Zeme a postupne si posúvame hodinky, máme po návrate na miesto, z ktorého sme vyšli o 24 hodín viac alebo menej. To ale znamená, že máme o jede deň viac alebo menej ako tí ľudia, ktorí necestovali a čakali nás doma. Ako je niečo také možné?



- V knihe *Cesta okolo sveta za 80 dní*, ktorú napísal Jules Verne, sa hlavný hrdina stavia, že podnikne cestu okolo sveta za menej ako 80 dní. A keďže dej sa odohráva v časoch, keď ľudia o lietadlách ešte ani nechyrujú, ide o pomerne odvážnu stávkku. Mimoriadne dobrodružná cesta trvá len o pár hodín viac ako 80 dní, takže stávka vyzerá byť tesne prehratá. Ale na druhý deň ráno si hrdina všimne, že čerstvé noviny majú dátum o jeden deň menší, než zodpovedá jeho cestovnému denníku. V čom a prečo sa hrdina pomýlil?
- Kde je najvhodnejšie miesto pre umiestnenie dátumovej hranice? Prečo? Zistite, či sa dátumová hranica naozaj nachádza na tomto mieste.
- Predstavte si, že ste na póle a beháte okolo neho. Vždy, keď prekročíte dátumovú hranicu, zmení sa dátum o jeden deň. Dá sa to použiť ako stroj času?

Kde je sever?

Doteraz sme sa s určovaním polohy na Zemi zaoberali tak akosi zvonka, ako keby sme mali celú Zemeguľu pred sebou. Prakticky dôležitejšia je však otázka určenia orientácie svetových strán a vlastnej polohy „tu a teraz“. Ako sa to robí?



Asi každý vie, že v noci ukazuje sever hviezda Polárka. Mnohí z nás ju dokonca dokážu na nočnej oblohe pomerne jednoducho nájsť. Najprv nájdeme Veľký voz (ten sa hľadá ľahko, pretože je naozaj výrazný), potom vezmeme úsečku medzi jeho „zadnými hviezdami“ a päťnásobne ju predĺžime v smere „dobora“ (z hľadiska voza). Takto sa dostaneme mimoriadne jasnej hviezde, ktorou je práve Polárka.

O tom, že vidíme naozaj Polárku, sa presvedčíme tak, že nájdeme celé súhvezdie

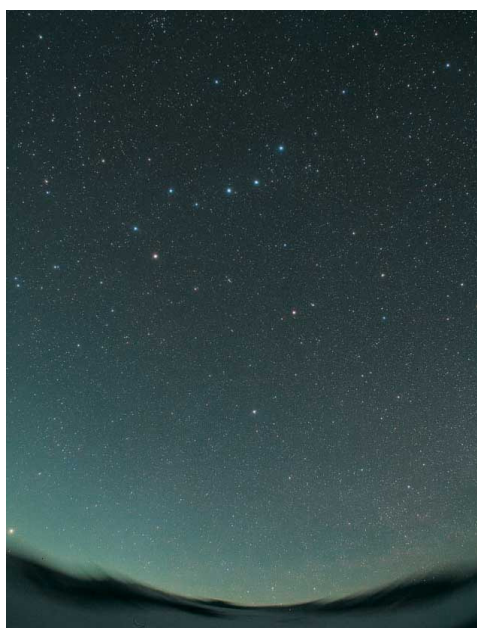
Malého voza, ktorého je Polárka súčasťou (leží v prednej časti Malého voza, „na jeho oji“).

Ísť na sever, to, samozrejme, neznamená ísť priamo smerom k Polárke (to by sme museli ísť do neba), znamená to ísť smerom k bodu, nad ktorým sa Polárka nachádza. Orientácia podľa hviezd, a špeciálne podľa Polárky je celkom jednoduchá a pritom veľmi spoľahlivá. Fajn, takže už vieme, ako určíme sever počas hviezdnej noci. No a teraz si položíme otázku, prečo to vlastne celé funguje?

Odpoveď je (ako inak) vo hviezdach. Dnes, v časoch všadeprítomného elektrického svetla, sa už na nočnú oblohu takmer nepozerať. Hviezdy nie sú ani zďaleka takou súčasťou nášho života, akou boli v priebehu stáročí pre našich predkov. Takže často o nich nevieme to, čo naši predkovia tak dobre poznali zo svojho bezprostredného pozorovania. Napríklad to, že hviezdy sa v noci pohybujú po kružniciach.

Tento zdanlivý kruhový pohyb je dôsledkom rotácie Zeme okolo vlastnej osi. Hviezdy sa otáčajú (zdanlivo) okolo tej istej osi, okolo ktorej sa Zem otáča naozaj. Stred kružníc opísaných hviezdami preto leží práve na osi rotácie a hviezda, ktorá leží na osi rotácie, sa nehybe. Táto nehybná hviezda ukazuje smer zemskej osi a na severnej pologuli máme to šťastie, že nehybnou hviezdou je výrazná Polárka. Na južnej pologuli (kde Polárka nie je viditeľná, pretože je vždy schovaná pod obzorom) nie je nehybná hviezda nijako jasná a výrazná. Preto na južnej pologuli nemajú nijakú svoju južnú Polárku.

- Ako ukazuje Polárka sever?
- Prečo ukazuje Polárka sever?
- Nájdete Polárku na obrázku?



Pre orientáciu v neznámom prostredí používame mapu. Mapy sa vždy kreslia tak, že sever je hore, juh dole, západ vľavo a východ vpravo. Ak teda chceme používať mapu, musíme si ju najprv zorientovať tak, aby jej horná časť smerovala na sever. Každý zrejme pozná rôzne spôsoby hľadania severu (kompas, hodinky, mach alebo lišajník na stromoch a kameňoch, letokruhy, mravenisko). Predebatujte jednotlivé spôsoby a vyjasnite si, ako sa naozaj používajú a prečo vlastne fungujú, prečo sa nimi naozaj určuje sever.



Najjednoduchší spôsob určenia severu je pomocou kompasu. Tento prístroj vynášli starí Číňania pred viac ako 2500 rokmi a patrí medzi takzvané štyri veľké čínske vynálezy (tie ďalšie tri sú papier, kníhtlač a pušný prach). V najstarších čínskych kompasoch ukazovala juh (naozaj juh, nie sever) akási žufanka vyrobená zo špeciálnej horniny, ktorá sa volá magnetit. Táto hornina má veľmi zvláštnu vlastnosť:



priťahuje železné (a aj niektoré iné) predmety. A okrem toho ukazuje juh, ak sa z nej vyrobí žufanka. Ako, a či vôbec, tieto dve zvláštne vlastnosti magnetitu spolu súvisia, to Číňania nevedeli. Napriek tomu kompas vynášli a neskôr ho aj významne zdokonalili. Najdôležitejším zdokonalením bolo použitie magnetických ihli. Ak treli ihlu magnetitom a potom ju ponorili do vody, ostala zmagnetizovaná a dala sa použiť v kompase.

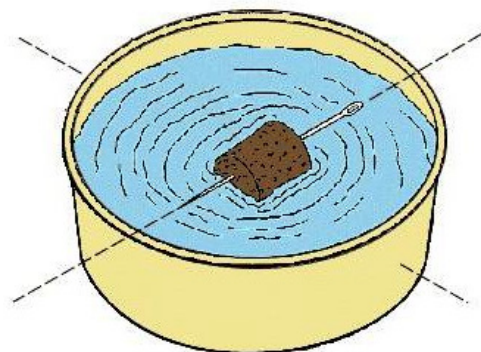
- Aké zaujímavé vlastnosti má magnetit a čo o ich súvisi vedeli starí Číňania?
- Akú úlohu hral magnetit pri výrobe kompasových žufaniek a neskôr ihli?

Keď mal Albert Einstein päť rokov, dostal od otca kompas. Neskôr, už ako slávny fyzik, Einstein spomínal, že pri hre s týmto kompasom pociťoval hlboký a intenzívny pocit, že za tým, čo vidí, je skryté čosi veľmi hlboké a tajomné. Tento pocit považoval za veľmi významný a často ho uvádzal ako príklad toho, čo vedie vedca pri jeho práci.



Zamyslite sa nad tým, či aj vám pripadajú niektoré bežné veci hlboké a tajomné. Ak áno, prediskutujte to v triede a zistite, či váš pocit zdieľajú aj vaši spolužiaci.

Zmagnetizovanú ihlu používali Číňania (neskôr Arabi a Európania) buď zavesenú na hodvábnej niti, alebo položenú na jemnom hrote, alebo plávajúcu na vode. Vo všetkých prípadoch išlo o také uloženie ihly, ktoré kládlo čo najmenší odpor jej pohybu. Sila, ktorá otáča ihlu do smeru sever-juh je totiž slabá a pri veľkom odpore by ihlou vôbec nepohla.



Ak chcete, môžete si vyrobiť vlastný kompas. Obyčajnú ihlu zmagnetizujte tak, ako to robili Číňania (pozri text vyššie), len namiesto ťažšie dostupného magnetitu použite nejaký ľahko dostupný magnet. (Iný spôsob známy už starým Číňanom, je rozžeraviť ihlu a potom ju nechať vychladnúť tak, že ju pritom držíme v severojužnom smere.) Všetko ostatné je jasné z obrázka.

Ako sa dá orientovať na šírom mori?

Ak máme k dispozícii mapu oblasti, v ktorej sa nachádzame, a ak túto mapu správne zorientojeme (napríklad pomocou kompasu), potom môžeme podľa výrazných súčastí krajiny okolo seba (kopce, rieka, cesta, osada) určiť svoju polohu. Niekedy sa to však dosť dobre nedá. A v prípade moreplavcov na šírom mori sa to nedalo vôbec. Prítom práve moreplavci zohrali v ľudských dejinách často veľmi dôležitú úlohu. Ako určovali svoju polohu?



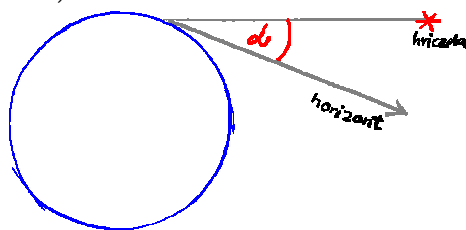
Zemepisnú šírku určovali moreplavci pomocou hviezd. My sme sa už zaoberali určovaním zemepisnej šírky pomocou Slnka (poludnie, palica, tieň, a tak ďalej). Teraz si povieme, ako sa dá táto metóda použiť v prípade hviezd, ktoré na poludnie nevidno. A ktoré sú v noci, keď ich vidno, prislabé na to, aby vrhali nejaký tieň.

V prvom rade si treba uvedomiť, že hviezda má svoje „poludnie“ vtedy, keď je v najvyššom bode svojej vzdalovej púte oblohou. A keďže hviezd je veľa, má každú chvíľku niektorá z nich svoje „poludnie“. A vtedy ukazuje presne na juh. (Pripomeňte si, že na rozdiel od Polárky, ktorá ukazuje sever, Slnko na poludnie ukazuje juh. A premyslite si, že s hviezdami je to rovnako).

No a v druhom rade si treba uvedomiť, že tieň v skutočnosti slúžil len ako pomôcka na meranie uhla. Ak tieň nie je k dispozícii, môžeme odmerať uhol α , ktorý určuje hviezda, naše oko a horizont.

Výšku hviezdy nad horizontom môžeme odmerať uhlomerom. Aby ste však vedeli dobre zamieriť na hviezdu a horizont, je užitočné, ak má uhlomer dlhšie ramená. Ak sa vám chce, spojte skrutkou dve tenké latky tak, aby sa dal uhol medzi nimi ľahko meniť, ale aby sa bez pôsobenia sily nemenil. Po zameraní hviezdy možno uhol medzi latkami zmerať uhlomerom. Ak si takýto hviezdny uhlomer zhotovíte, odmerajte ním svoju zemepisnú šírku.

Námorníci používali pri navigácii podľa hviezd uhlomery, ktoré sa nazývali astroláby. Na obrázku je astroláb, ktorý má iba jedno rameno. Pri meraní polohy hviezd sa tento astroláb zavesil za oko, vodorovný smer sa nastavil sám vďaka gravitácii.



Takzvané storočie zámorských objavov patrilo k najpozoruhodnejším obdobiam moderných dejín. Na týchto objavoch je zaujímavé skoro všetko – ich príčiny, ich priebeh aj ich dôsledky. Ak niekoho zaujíma história a v jej rámci prepletanie technických vynálezov, obchodných a politických súvislostí, dramatických príbehov jednotlivcov aj celých civilizácií, tak mu vrelo odporúčame naštudovať si (či už z internetu alebo z iných zdrojov) niečo o týchto zámorských objavoch, sústrediť sa na to, čo ho z tejto témy najviac zaujme a pripraviť pre spolužiakov prezentáciu. Bude to takmer určite zaujímavá prezentácia.

Určovanie zemepisnej dĺžky pomocou hviezd je o kus komplikovanejšie, ako je to v prípade zemepisnej šírky. Zem sa totiž točí a preto na každej rovnobežke vyzerá obloha pri pohľade z nejakého poludníka rovnako, ako pri pohľade z iného poludníka o čosi skôr alebo neskôr. Ak chceme určiť zemepisnú dĺžku z pozorovania oblohy, musíme vedieť o kolke sa toto pozorovanie uskutočnilo. A na to potrebujeme ďalší prístroj – hodiny.

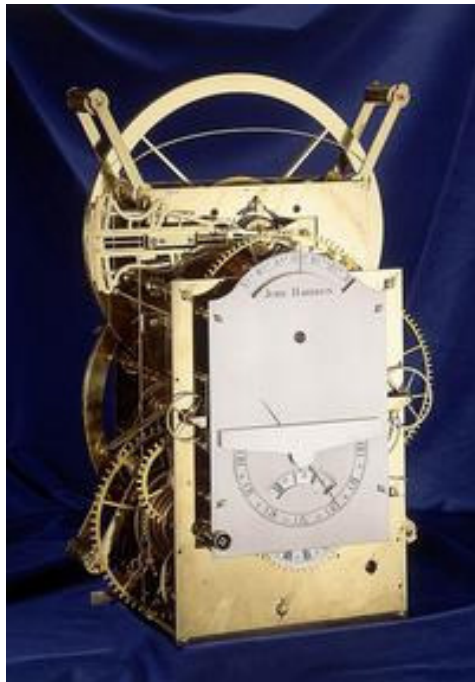


No ale hodiny, ktoré by išli spoľahlivo bez obľadu na vlny, búrky, zmeny teploty a podobne, tak také hodiny vôbec nie sú jednoduchým prístrojom. Sám Isaac Newton považoval výrobu takých hodín za takmer nemožnú a uviedol to vo svojej správe pre členov komisie anglického parlamentu. O túto správu bol Newton požiadaný v roku 1714 po niekoľkých vážnych námorných tragédiách v dôsledku nesprávne určenej polohy. Na základe tejto správy vypísal parlament cenu 20 000 libier za objav spoľahlivej metódy určovania zemepisnej dĺžky.

V lete roku 1730 prišiel do Londýna tridsaťsedemročný muž so svojim návrhom riešenia problému. John Harrison, tak sa náš človek volal, vybladal Edmonda Halleyho, riaditeľa Kráľovského observatória v Greenwich. Harrison bol úplne neznámy vidiečan.

Ale Halley bol bodrý človek, ktorý vraj viedol observatórium so zmyslom pre humor (tradiuje sa napríklad, že keď bol v Anglicku ruský cár Peter Veľký, zabávali sa spolu tak, že sa navzájom vozili na fúriku pomedzi živé ploty). Halley si nechal Harrisonov nápad podrobne vysvetliť a pozorne si prezrel technickú dokumentáciu. To, čo videl, boli nákresy prístroja, ktorý dnes poznáme ako pružínové vreckové alebo náramkové hodinky.

A nezostalo len pri nákresoch. Po piatich rokoch priviezol Harrison do Londýna hotové hodinky. Obsahovali drevené aj kovové časti, vážili 33 kilogramov a merali v každom smere vyše metra.



Hodinky fungovali vynikajúco, všetci učitelia v Kráľovskej spoločnosti boli úplne nadšení, ale Harrison nebol spokojný. Testovacia plavba do Lisabonu a späť totiž ukázala, že hodiny sa od presného času pedsa len o voľačo odchyľujú. Išlo síce len o niekoľko sekúnd za 24 hodín, ale Harrison to považoval za neúspech.

Zhruba o dva roky preto uzerli svetlo sveta druhé Harrisonove námorné hodiny, dnes nazývané H2. Zlepšenie bolo evidentné, nuž ale Harrisonovi to ešte stále nestačilo. Plných 19 rokov pracoval na type H3 (pozri obrázok) a ďalšie tri roky na type H4. Ten už naozaj pripomínal väčšie vreckové hodinky s priemerom 13 centimetrov. Prístroj H4, ktorý testoval aj kapitán Cook na svojich plavbách tichomorím, už uspokojil aj samotného Harrisona. Celkom oprávnene. Lebo hodinky H4 naozaj definitívne vyriešili problém merania zemepisnej dĺžky.

- Prečo sú k určovaniu zemepisnej dĺžky na moriach potrebné presné hodiny?
- Prečo sa nedali použiť v Newtonovej dobe celkom bežné kyvadlové hodiny?
- Akú presnosť od svojich hodín vyžadoval samotný John Harrison?
- Ktorý európsky panovník bol Newtonovým a Harrisonovým súčasníkom?

Dnes sa na určovanie polohy bežne používajú rôzne satelitné systémy, ako napríklad GPS. Skúste zistiť, na akom princípe fungujú. Ak máte v škole (či inde) takýto prístroj k dispozícii, naučte sa ním pracovať.

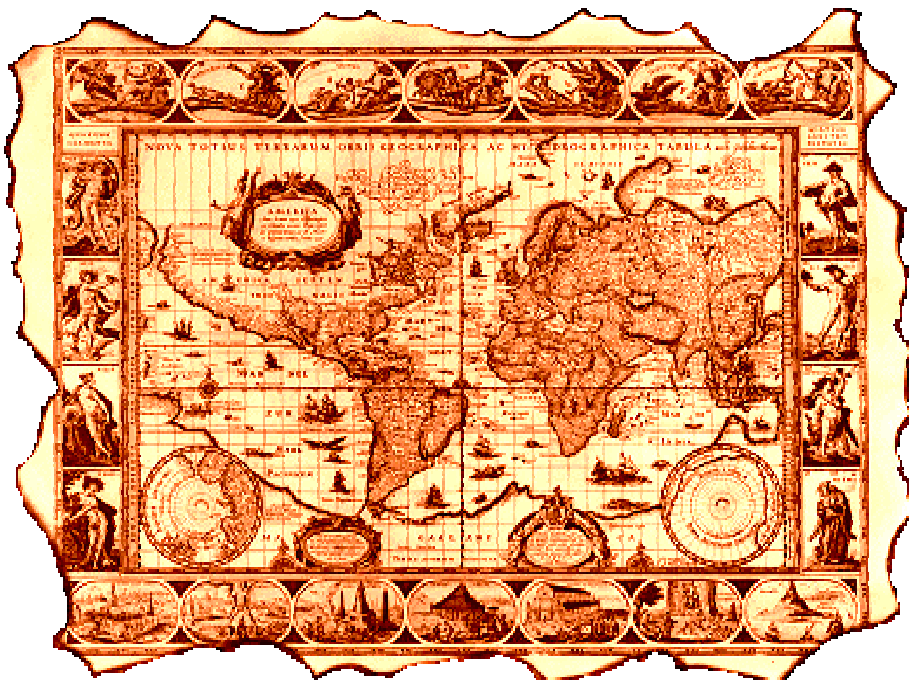


Čo by sme mali vedieť

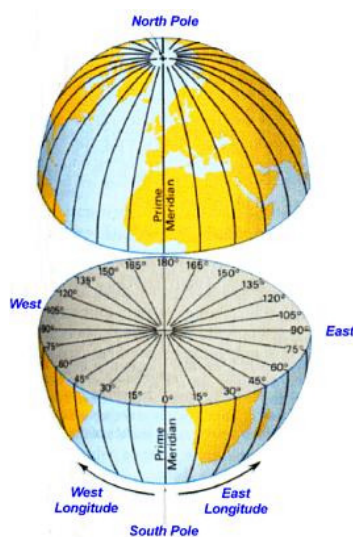
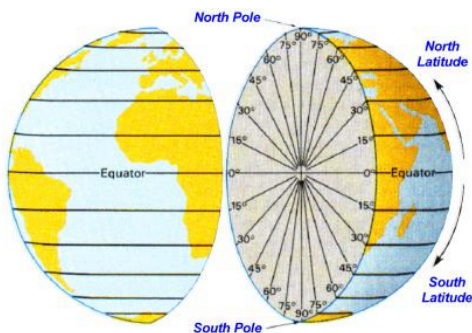
V tejto kapitole nám išlo o to – a ide nám o to vlastne v celej tejto knihe – aby sme sa zoznámili s niektorými dôležitými pojmami a aby popritom sa naučili aj všeličo iné. Napríklad vedieť sa pýtať, ale aj vedieť hľadať na položené otázky vlastné odpovede. Vedieť pri tom experimentovať, vedieť o tom diskutovať.

A čo konkrétne by sme si mali z tejto kapitoly naozaj zapamätať? Nie je toho veľa.

- Mali by sme chápať súvis svetových strán s rotáciou Zeme okolo vlastnej osi.
- Mali by sme vedieť, čo sú rovnobežky a čo je zemepisná šírka.
- Mali by sme vedieť, čo sú poludníky a čo je zemepisná dĺžka.
- Mali by sme vedieť, čo sú časové pásma. Mali by sme vedieť odpovedať na otázku „Ak je u nás ráno, čo je v Amerike?“ a na podobné otázky.



Ak viete pomocou tejto starej mapy vysvetliť vyššie spomínané pojmy a ak pri tomto vysvetlení dokážete využiť aj priložené dva diagramy, potom asi naozaj viete všetko, čo by ste z tejto kapitoly vedieť mali.





Aké bude počasie?

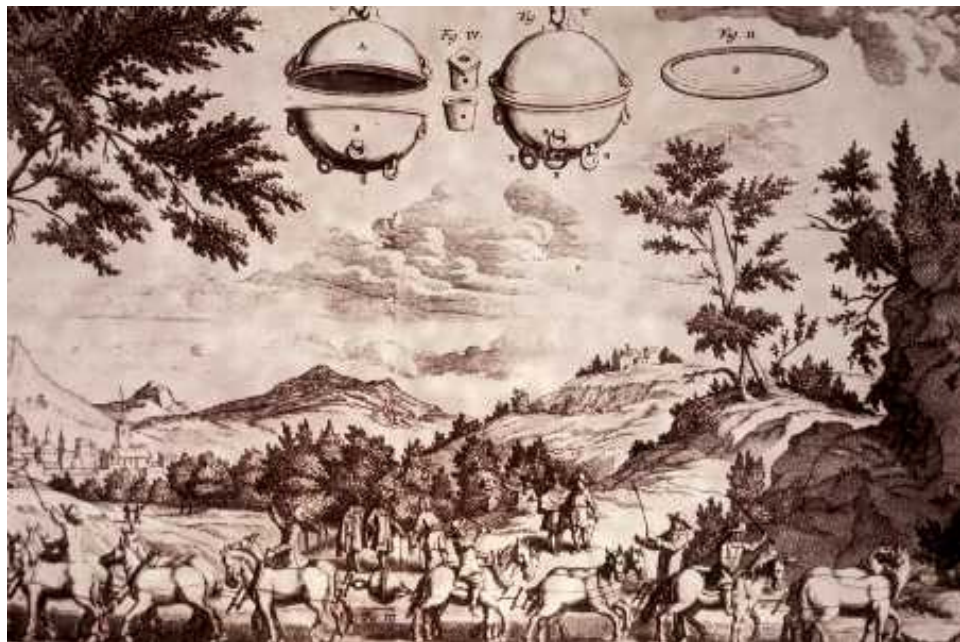
Ked' si máme predstaviť Zem, väčšina z nás si predstaví tuhú guľičku. Ak sa ale pozrieme na obrázok Zeme, určite uznáme, že na povrch tej našej tuhej guľky treba pridať vrstvičku vody. A ak sa na obrázok pozrieme ešte lepšie, zistíme, že okrem hnedej a zelenej pevniny a modrej vody vidno celkom jasne aj biele oblaky nachádzajúce sa vo vzduchu. Ak chceme, aby naša predstava zodpovedala skutočnosti, musíme pridať aj vrstvu vzduchu.

Za čo všetko vďačíme vzduchu? Za to, že máme čo dýchať. Za to, že máme čo jesť (vzduch tvorí potravu pre rastliny, rastliny potravu pre živočchy, no a rastliny spolu s živočchmi potravu pre ľudí). Za modrú oblohu, za červené zore, za biele oblaky, za farebnú dúhu. Za ochranu pred zdraviu nebezpečnou zložkou slnečného žiarenia. Za skleníkový efekt, vďaka ktorému nie je naša planéta nehostinným kusom ľadu. Za blesk aj za hrom. Za kolobeh vody v prírode. Za tlakovú niž aj výš, za počasie.



A to ani zďaleka nie je všetko. Keď si predstavujeme Zem ako guľičku, nemali by sme zabúdať na tenkú vrstvu vzduchu okolo nej. Bez tej tenkej vrstvičky sa to na našu Zem vôbec nepodobá.

Položte na stôl palicu tak, aby časť z nej prečnievala cez hranu stola. Palicu na stole prikryte novinami a dobre uhlad'te. Potom udríte po prečnievajúcej časti. Ak sa všetko podarí, palica sa zlomí. Kto ju zlomil? Váš úder a tlak vzduchu. Vzduch je frajer, ktorý všeličo dokáže



Ani 8 párov koní nedokázalo odtrhnúť poglobule, spomedzi ktorých bol vysatý vzduch.

Odkiaľ vietor fúka?

Vzduch často považujeme za úplné nič – ak je niekde len vzduch, hovoríme, že tam nie je nič. To, že vzduch je predsa len niečo si uvedomujeme najmä pri dvoch príležitostiach: jednak keď máme chvíľku hlavu pod vodou a nemáme čo dýchať, a jednak keď sa vzduch začne pohybovať a vznikne vietor.



Základnými charakteristikami vetra sú jeho rýchlosť a smer. Obidve tieto veci môžeme merať celkom jednoduchými prístrojmi, ktoré si dokážeme urobiť naozaj na kolene. Skutočné prístroje používané v meteorológii sú len fajnovejšie variácie týchto primitívnych hračiek.

- Rýchlosť vetra: Do korkovej zátky zapichnete štyri plastové lyžičky. Osou zátky prepichnete ihlicu na pletenie alebo rovný hrubší drôt. Do dna a zátky plastovej fľaše urobte diery a prestrčte nimi ihlicu. Anemometer (čiže prístroj na meranie rýchlosti vetra) je hotový, rýchlosť jeho otáčania závisí od rýchlosti vetra.
- Smer vetra: Urobte si smerovú šípku z výkresu. Na hrot šípky dajte závažie z kancelárskych spiniek. Na šípku v jej ťažisku prilepte ihlicu na pletenie alebo rovný hrubší drôt a upevnite ho do plastovej fľaše rovnakým spôsobom, ako v prípade anemometra. Šípka sa vo vetre otočí proti smeru vetra: ukazuje, odkiaľ vietor fúka.



Poznáme veľa druhov vetra: vánok, víchor, víchricu, uragán, orkán, tajfún, cyklón, tornádo. Ktoré z týchto názvov súvisia s rýchlosťou vetra a ktoré s niečím iným? Ak súvisia s niečím iným, tak s čím?



Zatiaľ sme si zhotovili prístroje, ktorými vieme zistiť vlastnosti vetra. Teraz si zhotovíme jemnejšie prístroje, ktoré nám umožnia vyjasniť si, ako vlastne vietor vzniká. Na základe jednoduchých pokusov, ktoré urobíme pomocou týchto prístrojov, sa naučíme dôležité veci.

- Vystrihnite z alobalu vrtuľku s priemerom asi 10 cm a položte ju na ihlicu na pletenie alebo kúsok drôtu tak, aby sa mohla voľne otáčať. Umiestnite vrtuľku nad teplý predmet, napríklad nad horiacu sviečku. Vrtuľka sa roztočí. Prečo?
- Vystrihnite z výkresu špirálu a v jej strede ju zaveste na nitku. Umiestnite špirálu nad radiátor alebo sporák. Ktorým smerom sa roztočí? Môžeme z toho usúdiť, ako sa pohybuje teplý vzduch, zohriaty od radiátora alebo sporáka?
- Skúste nájsť okno, pod ktorým v zime nie je ohriaty radiátor. Ktorým smerom sa špirála roztočí, ak ju umiestnite pod okno?

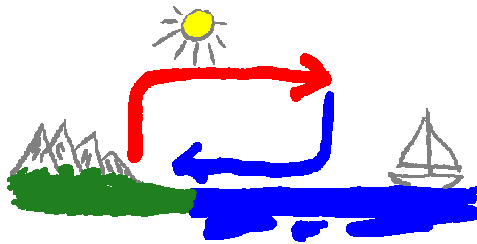


- Radiátory sú v miestnostiach obvyčajne umiestnené pod oknom a nie pri dverách. Prečo? Prediskutujte si, ako asi vyzerá prúdenie vzduchu v miestnosti, ktorá má radiátory umiestnené na stene oproti oknám.
- Niektoré domy majú takzvané podlahové kúrenie (vykurovacie teleso sa nachádza v podlahe). Je to výhodné? Ak áno, prečo? Ak nie, prečo? Kam v miestnosti by ste umiestnili chladiace rebrá klimatizácie?
- Ak sa od podlahy zohrieva vzduch všade rovnomerne, mal by všade stúpať. To je ale ťažko možné, potom by pri podlahe nijaký vzduch nezostal. Takže ak aj niekde vzduch stúpa, niekde inde musí klesať, aby sa jeho množstvo v rôznych častiach miestnosti dramaticky nemenilo. Ako sa to deje v miestnosti vykurovanej podlahovým kúrením? (Návod: podlaha nikdy nie je všade rovnako teplá.)
- Ako bude vyzeráť prúdenie vzduchu v miestnosti s pokazeným podlahovým kúrením, ktoré vyhrieva jednu polovicu izby viac a druhú menej?

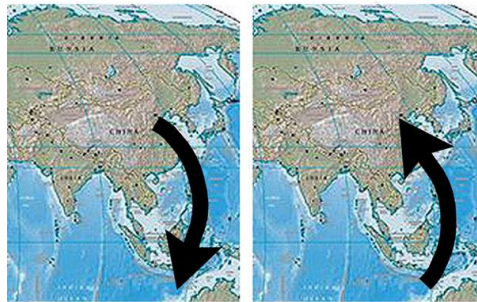
K cirkulácii vzduchu nedochádza len v uzavretých miestnostiach, ale aj vo voľnej atmosfére. Zemský povrch totiž slúži atmosfére ako akési nerovnomerné podlahové vykurovanie. Naozaj, vzduch sa sám od slnečného svetla skoro vôbec neobrieva, pretože svetlo cez vzduch prakticky voľne prechádza. Zobrieva sa vlastne iba od zemského povrchu a preto, čím sme vyššie nad povrchom, tým je vzduch chladnejší. Na vrcholoch vyšších kopcov preto neustále mrzne a je tam po celý rok sneh.



A prečo hovoríme o nerovnomernom podlahovom vykurovaní? Lebo slnečné lúče zobrievajú rôzne časti zemského povrchu rôzne. Asi najdôležitejším rozdielom je z tohto hľadiska rozdiel medzi pevninou a moriami. Základnou príčinou tohto rozdielu je skutočnosť, že zem a voda majú rôzne fyzikálne vlastnosti. Zem sa na slnku zobrieva rýchlejšie ako voda, ale na druhej strane aj v noci rýchlejšie chladne. Tieto rozdiely vo fyzikálnych vlastnostiach zeme a vody spôsobujú, že na pobreží je cez deň (najmä poobede) teplejšia pevnina, a v noci (najmä nad ránom) je teplejšie more.



V dôsledku tohto nerovnomerného zobrievania dochádza k cirkulácii vzduchu – nad teplejším povrchom vzduch stúpa, nad chladnejším klesá. Ráno teda prúdi vzduch pri zemskom povrchu z pevniny smerom na more a večer naopak z mora na pevninu. To je pomerne výhodné pre rybárov, ktorých plachetnice vietor odnáša ráno na more a večer ich privanie späť k pobrežiu.



Podobné prúdenie vzduchu, ale v oveľa väčších rozmeroch, je spôsobené nie striedaním dňa a noci, ale striedaním leta a zimy. V zime je teplota morí vyššia, než teplota pevniny, v lete je to naopak. V zime preto prevládajú vetry vanúce z pevniny na more, v lete z mora na pevninu. Vietor, ktorý vane z mora na pevninu, unáša so sebou aj vodu vyparenú z mora a vo vlhkom vzduchu sa často tvoria oblaky a prší.



Tento vietor sa nazýva sa monzún. Prináša na pevninu vlhký oceánsky vzduch a s ním vytrvalé dažde, búrky a pomerne často aj záplavy. Počasie a podnebie je v monzúnových oblastiach určené práve týmito dažďami. Ročné obdobia sa preto nevolajú v takýchto oblastiach zima a leto, ale obdobie sucha a obdobie dažďov. Typický obrázok obdobia dažďov vyzerá tak, že monzún prináša oblaky z mora nad pevninu.

- Prečo je vo vysokých horách sneh počas celého roka?
- Kedy je vzduch teplejší nad morom a kedy nad pevninou? Prečo je to tak?
- V čom sú zmeny v smere vetra pri pobreží výhodné pre rybárov?
- Prečo sa ročné obdobia v monzúnových oblastiach volajú inak ako u nás?

Zistíte, v ktorých významných štátoch či oblastiach je podnebie, a teda aj život (či už rastlín, zvierat alebo ľudí), výrazne ovplyvnený práve monzúnmi. Okrem toho skúste zistiť, či a v čom sú monzúny odlišné od uragánov a tajfúnov. A keď už to budete mať, tak určite bude stáť za zistenie aj to, v ktorých oblastiach sveta sa vyskytujú monzúny, v ktorých uragány a tajfúny.



Monzóny vznikajú kvôli nerovnomernému ohrievaniu morí a súše slnečnými lúčmi. Rozdiel medzi morom a pevninou však nie je jedinou významnou príčinou nerovnomerného zahrievania zemského povrchu. Ten sa totiž ohrieva nerovnomerne už len kvôli tomu, že uhol dopadu slnečných lúčov nie je všade rovnaký (pripomeňme si, že práve preto máme ročné obdobia).

Tak napríklad v Atlantickom oceáne sa na severnej pologuli zahrieva severná časť menej ako južná, preto tam vejú vetry zo severu na juh. Akurát že nie presne zo severu, lebo sú stáčané na juhozápad. Tieto vetry sa volajú pasáty.



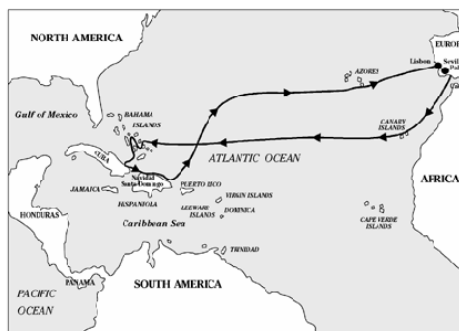
V pätnástom storočí malo Portugalsko skvelých moreplavcov. Významne vylepšili konštrukciu lodí, zaviedli a zdokonalili nesmierne dôležitú navigáciu podľa hviezd, veľmi pokročili aj v umení kreslenia námorných máp. To všetko im umožňovalo prenikať hlboko do Atlantického oceánu a získavať nové informácie o prevažujúcich vetroch či morských prúdoch, čo im zas dovolilo lepšie plánovať ďalšie cesty, a to im umožňovalo získavať ďalšie informácie.

Asi najdôležitejšia z týchto informácií znela takto: keď postupujeme Atlantickým oceánom od Portugalska smerom na juh, začínajú prevažovať severovýchodné vetry (t.j. vetry smerujúce zo severovýchodu na juhozápad). A čím južnejšie, tým viac sa vetry stáčajú smerom na západ.

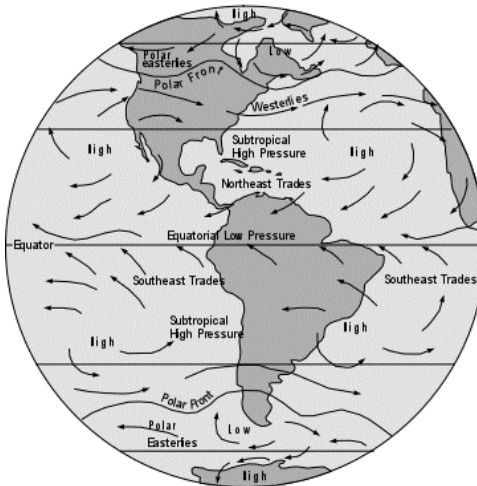
Ak sa teda niekto chce plaviť plachteticou cez Atlantik do Ázie, stačilo mu držať sa čo najjužnejšie. Práve na tom postavil svoj plán Kristof Kolumbus, keď sa od Portugalcov túto tajnú informáciu dozvedel.

Prečo sa vetry v Atlantickom oceáne chovajú práve takto? Je to dôsledkom rotácie Zeme okolo vlastnej osi, o ktorej Kolumbus nemal ani najmenšie tušenie (keď prvý raz predložil svoj plán portugalskému kráľovi, mal Mikuláš Koperník ešte len jedenásť rokov a do Galileovho výroku „a predsa sa točí“ chýbalo ešte jeden a pol storočia).

Keby Zem nerotovala, vetry by na širom oceáne vial v severo-južnom smere. Rotácia Zeme spôsobuje stáčanie týchto vetrov západným smerom. Pokúsime sa naznačiť, prečo je to tak. Vzduch rotuje spolu so Zemou, pričom čím bližšie k rovníku, tým je táto rýchlosť väčšia (na pólach body na povrchu Zeme nerotujú vôbec, na rovníku najviac, pretože musia za 24 hodín prejsť najväčšiu vzdialenosť). Čo sa stane, ak sa pri pasátových vetroch dostáva pomalšie rotujúci vzduch do nižších zemepisných šírok? Nuž, nestíha rotovať tak rýchlo, ako by sa v týchto šírkach patrilo, a tak sa mu (vzduchu) zdá, že Zem pod ním rotuje rýchlejšie a mierne mu uniká smerom na východ. Z hľadiska Zeme zas vzduch rotuje pomalšie a mierne zaostáva, čo sa javí ako pohyb vzduchu smerom na západ. Akoby ho niečo tlačilo západným smerom. A preto sú pasáty stáčané na západ.

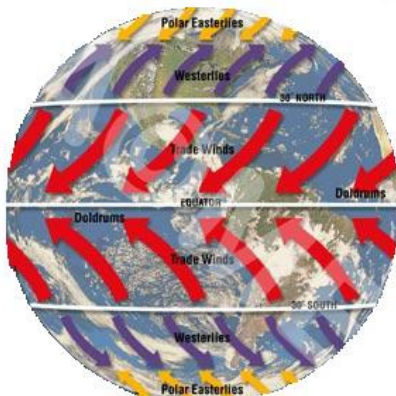


Columbus's First Voyage, 1492-93



- Prečo prúdia pasáty v Atlantiku v smere sever-juh? Prečo sú stáčané na západ?
- Čo to má spoločné s Kristofom Kolumbom?

Kolumbus sa dostal do Ameriky vďaka pasátom, ktoré vejú západným smerom? No dobre, ale ako sa dostal späť? Na základe toho, čo sme si povedali doteraz, by mali viať vetry smerom na juhozápad prakticky v celom Atlantickom oceáne. To by ale znamenalo, že na spiatocnej ceste by museli Kolumbove plachetnice plávať proti vetru. Blbé, však?



Pozrite si obrázky na predchádzajúcej strane. Všimnite si, kadiaľ sa Kolumbus vracal a aké v tejto oblasti prevládajú vetry. Zdá sa, že nie v celom Atlantiku smerujú vetry na západ. Prečo je to tak? Nuž preto, lebo cirkulácia vzduchu v atmosfére prebieha v troch veľkých oblastiach a v nich sa smery vetrov veľmi líšia (pozri obrázok). Skúste si niekde zistiť ako vyzerajú tieto oblasti a ako v nich vzduch cirkuluje. Sami potom skúste vysvetliť, prečo sú vetry znázornené modrými šípkami stáčané na východ.

Zopár poznámok k obrázkom s veľkými šípkami (pre monzúny a pasáty):

- Šípky ukazujú smer vetra pri zemskom povrchu. Tento vietor je dôsledkom cirkulácie vzduchu, ktorá prebieha aj vo veľkých výškach, kde má prúdenie vzduchu práve opačný smer, než ukazujú šípky.
- Šípky ukazujú smer prevládajúcich vetrov v danej oblasti. V žiadnom prípade však neznamenajú, že takýto vietor tam fúka stále.
- Obrázky so šípkami pre monzúny si často všimajú len monzúny a nie pasáty, a obrázky so šípkami pre pasáty si zas často všimajú len pasáty a nie monzúny. Skutočnosť je kombináciou jedných aj druhých (a ešte aj iných) vetrov.

A ešte jedno upozornenie. Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že hranice medzi jednotlivými oblastami farebných šípiek na obrázku sú totožné s obráťkami a polárnymi kruhmi. Odporúčame venovať obrázku aj druhý pohľad a preveriť, či je tomu naozaj tak.

Pozrite si na mape sveta, kde sa nachádzajú najväčšie púšte. Zistíte, ktoré z týchto púští sa nachádzajú v oblasti pasátov. Pozrite sa, či pasáty prichádzajú do oblasti púští zo súše alebo z mora. Ak do danej oblasti prúdia celý rok suché vetry zo súše, potom v nej môže celkom ľahko vzniknúť púšť. Ktoré z veľkých púští môžu za svoju existenciu vďaka pasátom vejúcim do danej oblasti sponad súše? A na druhej strane, ktoré veľké púšte nemajú s existenciou pasátov zrejme nič spoločné?



A ešte jedna zaujímavosť: Všimnite si, že India sa nachádza v oblasti, do ktorej pasáty veľa vlhky neprinášajú. Prečo tam nie je púšť, ale, naopak, bujná pralesy?

Vetry o ktorých sme zatiaľ hovorili sú v nejakom zmysle pravidelné (vieme povedať v ktorých oblastiach a v ktorých ročných obdobiach sa vyskytujú, aj ktorým smerom vejú). Na druhej strane sú tieto vetry dosť nepravidelné (nikdy nevieme celkom presne povedať, kedy prídu a aké budú silné). Zistíte, aké ďalšie typy vetrov sa na Zemi vyskytujú s veľkou pravidelnosťou a venujte pozornosť aj tomu, nakoľko dôležité a pritom zložité je presné predpovedanie miesta a času výskytu takýchto vetrov.



Takže odkiaľ vietor fúka? Z toho, čo sme si povedali doteraz, by sa mohlo zdať, že o smere vetra rozhoduje teplota vzduchu. Ale tak to v skutočnosti nie je. Rozhoduje o tom iná fyzikálna veličina, a to tlak vzduchu. Vietor vanie z miest s vyšším tlakom do miest z nižším tlakom.



Ak dostaneme defekt, vzduch fučí z pneumatiky smerom von. Z miesta s vyšším tlakom na miesto s nižším tlakom. Ak koleso dofúkame, vzduch fučí z pumpky do pneumatiky. Aj v tomto prípade ide z miesta s vyšším tlakom na miesto s nižším tlakom. Pri výdychu vytvárame v pľúcach vyšší tlak, ako je v okolitom vzduchu, pri nádychu v nich vytvárame nižší tlak. Vzduch prúdi vo všetkých týchto prípadoch z miesta s vyšším tlakom do miest s nižším tlakom.

Tlak vzduchu závisí od jeho teploty a tiež od toho, či je vzduch hustejší alebo redší. Čím vyššia teplota a čím vyššia hustota, tým vyšší tlak vzduchu. Tým sa dostávame ku dvom zdanlivým rozporom. Prvý spočíva v tom, že ak má teplejší vzduch vyšší tlak ako studenší a ak vietor prúdi z miest s vyšším tlakom na miesta s nižším tlakom, potom by mal vždy prúdiť z teplejších oblastí do studenších. Ale napríklad monzónny vetár zo studenších oblastí do teplejších. Druhý zdanlivý rozpor spočíva v tom, že hustota vzduchu s nadmorskou výškou klesá (na Mount Evereste je hustota vzduchu trikrát menšia ako na hladine mora) a teda s výškou klesá aj tlak. Ale prečo potom nefúka vietor stále smerom hore?

Najprv k tomu rozporu s teplotou: nie je pravda, že teplejší vzduch má vždy vyšší tlak. Ako sme si povedali, tlak vzduchu nezavisí len od teploty, ale aj od hustoty. Studenší ale hustejší vzduch môže mať vyšší tlak ako teplejší a redší vzduch. A v zemskej atmosfére je to často naozaj práve takto: nad zohriatym zemským povrchom býva redší vzduch s nižším tlakom a nad vychladeným povrchom býva hustejší vzduch s vyšším tlakom.

Tak a teraz k tomu vetru, ktorý by mal fúkať zdola nahor. Aby sme pochopili, prečo taký vietor nemusí byť stále prítomný, predstavme si nejaký vozík, na ktorý tlačíme z dvoch strán. Ak roztláčame vozík po rovine a z jednej strany tlačíme väčšou silou, vozík sa začne hýbať v smere väčšej sily. Ak ale roztláčame vozík do kopca, potom nestačí, aby sme zdola tlačili väčšou silou, pretože musíme prekonať nielen protitlak, ale aj gravitačnú silu, ktorá ťahá vozík dolu kopcom. Podobne je to so vzduchom. Na to, aby vzduch začal stúpať, nestačí, aby bol dole o niečo vyšší tlak. Rozdiel tlakov musí byť taký veľký, aby prekonal aj gravitačnú silu, ktorá priťahuje vzduch k povrchu Zeme. Pokles tlaku vzduchu s výškou preto nemusí znamenať dohora fúkajúci vietor.

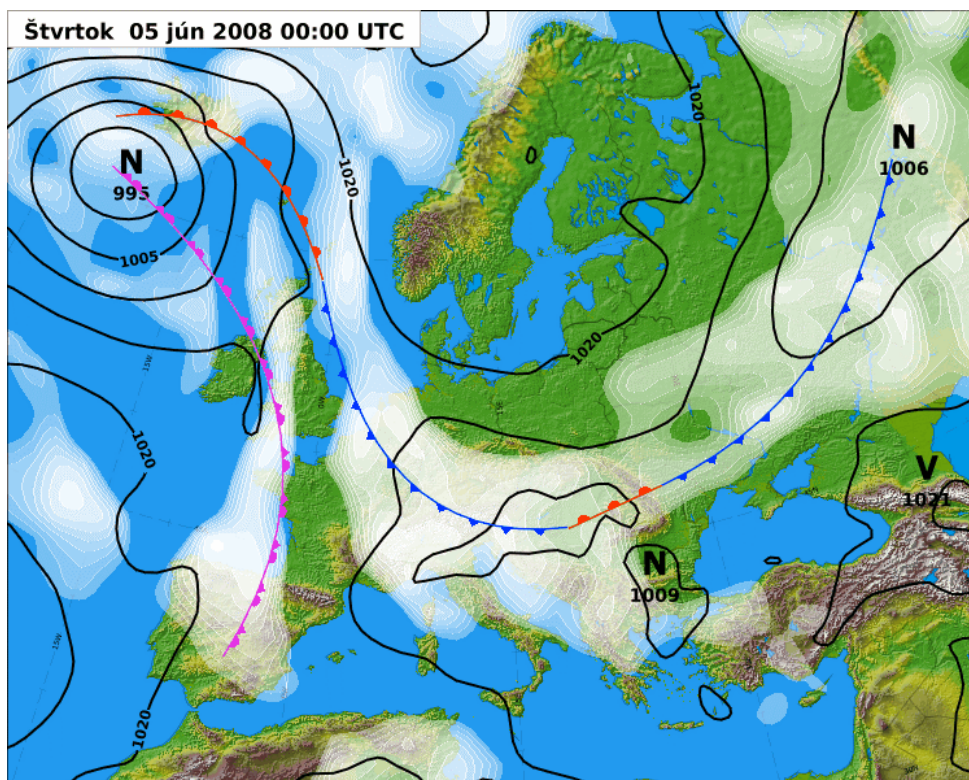
- Prvá otázka je jasná: o akých dvoch rozporoch bola v texte reč?
- Druhá otázka je tiež jasná: ako je v texte vysvetlený prvý rozpor?
- Tretia otázka je tiež jasná: ako je v texte vysvetlený druhý rozpor?



Tlak vzduchu sa meria prístrojom, ktorému hovoríme barometer. Ak chcete, môžete si urobiť vlastný barometer. Na otvor zaváraninového pohára navlečte balónik tak, aby vytvoril napnutú membránu, na stred membrány prilepte nitku, ktorá je spojená s ručičkou. Pri zmene tlaku sa membrána prehne a pohne ručičkou. Ako sa prejaví nárast a pokles tlaku? Ako sa prejaví nárast a pokles teploty pohára? (Tlak treba merať pri rovnakej teplote, čo však najmä v zime vo vykurovaných miestnostiach nie je problém). V akých jednotkách meria tlak váš barometer? Čo treba urobiť, aby meral tlak v Pascaloch?



S tlakom vzduchu sa dá robiť veľa zaujímavých pokusov. Napríklad kúpte si lacnú pumpu, rozoberte ju a zistíte, ako funguje. Alebo zistíte (odmerajte) aký je tlak v nafúkanom balóne a akou rýchlosťou z neho uniká vzduch. Ako sa to dá odmerať? Porozmýšľajte.



Rozdiel v tlaku vzduchu na rôznych miestach spôsobuje prúdenie vzduchu a prúdenie tlaky vyrovnáva. K úplnému vyrovnaniu tlakov v atmosfére však nedôjde nikdy, pretože súčasne s vyrovnávaním tlakov dochádza neustále k nerovnomernému zohrievaniu vzduchu, ktoré vedie k novej nerovnovábe v tlakoch.



Na malých vzdialenostiach sa tlaky vyrovnávajú pomerne rýchlo, avšak na veľkých vzdialenostiach je vyrovnávanie tlakov pomalšie. A tak vznikajú veľké oblasti s pomerne rovnakým tlakom, ktorý sa však môže výrazne líšiť od tlaku v nejakej inej veľkej oblasti. Oblasť tlaku vyššieho ako takzvaný normálny tlak hovoríme tlakové výše, oblastiam nižšieho tlaku hovoríme tlakové nízke.

Nie všetky tlakové nízke alebo výše majú rovnaký tlak. Na obrázku vidíme, že rozdiel tlakov medzi dvomi tlakovými nízami môže byť rovnako veľký, ako rozdiel tlakov medzi tlakovou výšou a tlakovou nížou. Z polohy tlakových výší a níží preto nemožno jednoducho zistiť, kadiaľ bude prúdiť vzduch pri vyrovnávaní tlakov.

Prúdenie vzduchu, ktoré posúva hranice medzi tlakovými výšami a nízami, sa nazýva front a do meteorologických máp sa zakresľuje modrými alebo červenými čiarami. Modrá čiara predstavuje takzvaný studený front, čiže prúdenie studeného vzduchu v smere vyznačenom modrými trojuholníkmi. Červená čiara predstavuje takzvaný teplý front, ktorý znamená prúdenie teplého vzduchu v smere vyznačenom červenými polkrubmi. V oblasti frontov sa počasie pomerne prudko mení, v oblasti mimo frontov je počasie pomerne stále. Z mapy so zakreslenými frontmi sa preto dá usúdiť, či a ako sa zmení počasie v najbližšom čase. Nedá sa však z neho jednoducho usúdiť, ako sa budú meniť samotné fronty, čiže ako sa bude meniť počasie v budúcnosti. Predpovedanie počasia je zložité.

Tentoraz si čítanie textu s porozumením overíme tak, že sa pozrieme na to, či dokážeme čítať obrázok s porozumením:

- V ktorých európskych krajinách sa 5.6.2008 výrazne menilo počasie?
- Kde sa počasie menilo z teplejšieho na studenšie a kde naopak?
- Kde bolo zamračené a kde jasné počasie? Súvisí to nejako s frontmi?

Až naprší a uschne?

Čo sa stane, až naprší a uschne? Znovu naprší. A potom znovu uschne. A potom znovu a znovu. Hovorí sa tomu kolobeh vody v prírode.



Hej, padá, padá rosička, vraví slovenská pesnička, a či je to pravda, a či sa len tak zdá, duša moja, duša moja? Ak sa trochu zamyslíme, zistíme, že nech už by slovenské ľudové pesničky hovorili čokoľvek, rosu sme vlastne nikdy padat' nevideli. Dôvod je prostý – rosa nepadá. Odkiaľ sa teda berie?

Vo vzduchu je prakticky vždy prítomná aj vodná para (voda v plynnom skupenstve), ktorá je neviditeľná. Jej množstvo sa môže meniť, ale vždy len po istú hranicu.

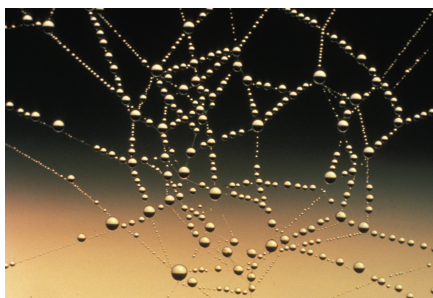
Keď je vodnej pary priveľa, začnú sa tvoriť kvapôčky vody. Učene sa tomu hovorí kondenzácia.

Kvapky sa však nezačnú tvoriť len tak hocikde, pre ich vznik sú potrebné takzvané kondenzačné jadrá. Môžu to byť napríklad zrnká prachu, elektricky nabité častice, mikroskopické nerovnosti na povrchu predmetov a podobne. Ak vznikajú kvapôčky priamo vo vzduchu, vidíme hmlu. Ak sa kvapôčky tvoria na povrchoch predmetov, hovoríme o rose (na obrázku je rosa na pavučine).

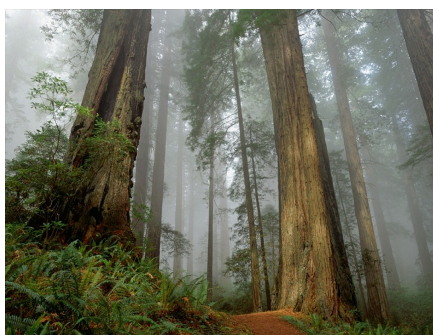
Pri akom množstve vodnej pary dochádza ku kondenzácii? To závisí od teploty. Čím vyššia teplota, tým viac vodnej pary vzduch „unesie“ a tým viac pary treba na to, aby začala kondenzovať. Ak teda máme vzduch s určitou koncentráciou vodnej pary a postupne ho ochladzujeme, pri istej teplote sa začne tvoriť hmla alebo rosa.

Dva príklady: Ak nalejeme v kuchyni do pohára studenú šťavu, pohár sa orosí. Sklo sa totiž ochladí od šťavy a od skla sa ochladí vzduch v tesnej blízkosti pohára. A keďže vlhkosť vzduchu býva v kuchyni pomerne vysoká (varí sa tam, umýva sa tam riad, my tam vydychujeme vlhký vzduch), stačí toto zníženie teploty na vznik efektnej rosy. K podobnému, aj keď menej lyrickému, javu dochádza, ak za chladného počasia vojde do zvonku do teplej izby človek v okuliaroch.

A prečo vzniká ranná rosa? Nuž preto, lebo zem sa z nejakého dôvodu ochladí natoľko, že dôjde ku kondenzácii vodných pár. Tým dôvodom je tepelné žiarenie, ktoré všetky predmety vyžarujú zo svojho povrchu. V noci sa v dôsledku tohto žiarenia zemský povrch ochladzuje (cez deň nie, pretože okrem vlastného vyžarovania pohlcuje slnečné žiarenie). Obzvlášť výrazne sa to prejavuje za jasných nocí, kedy oblaky neodrážajú žiarenie späť k zemi.



- Videli ste už niekedy vodnú paru?
- Je hmla tvorená vodnou parou alebo vodnými kvapkami?
- Prečo sú ranné hmly častejšie ako denné alebo večerné hmly?
- Aký je rozdiel medzi hmlou a rosou? Je zahmlené okno naozaj zahmlené?
- Prečo sa v zime často „zahmlievajú“ okná autá?



Vychlad'te v chladničke fľašu s vodou. Do vody ponorte teplomer. Všimnite si, že ak je teplota fľaše dost' nízka, zarosí sa. Nájdite teplotu, pri ktorej sa voda obsiahnutá vo vzduchu začína na fľaši zrážať. Túto teplotu nazývame rosný bod.

Viete čo majú spoločné hmla a oblaky? Skoro všetko. Biele oblaky sú rovnako ako hmla tvorené drobnými kvapôčkami vody (šedé a čierne oblaky sú tvorené väčšími kvapkami). Inými slovami, biele oblaky a hmla sú v podstate to isté (každý, kto už letel lietadlom cez oblaky určite potvrdí, že to v nich vyzerá ako v hmle). Čiže keď sa to vyskytuje dole pri zemi, hovoríme o hmle, a keď sa to vyskytuje vyššie nad zemou, hovoríme o oblakoch.



Ako oblaky vznikajú? Tak, že sa vzduch obsahujúci vodné pary ochladí natoľko, že tieto pary v ňom začnú kondenzovať do malinkých kvapiek. Toto sa často deje pri stúpaní vzduchu, pretože – ako vieme napríklad zo skúseností v horách – vo vyšších polohách je vzduch chladnejší. Kvapôčky v bielych oblakoch sú maličké, takže sa vo vzduchu ľahko udržia, podobne ako je to v prípade hmly.

Ak však teplota v oblaku ešte viac klesne, začnú sa v ňom tvoriť čoraz väčšie kvapky alebo dokonca kryštáliky ľadu (tie najčastejšie vo forme snehových vločiek). Kvapky či kryštáliky postupne narastú do takých rozmerov, že už sa vo vzduchu neudržia a začínajú padat' na zem v podobe dažďa alebo snehu. Zrážky (dážď a sneh) vznikajú z vysoko položenej hmly, ktorá to prebvala a už nedokázala odolávať zemskej príťažlivosti (t.j. gravitačnej sile).



Kde vzniká najviac oblakov? Tam, kde je vlhký vzduch donútený stúpať. A to je napríklad v horách. Keď vietor vanie smerom k horám, musí ich „obtiecť“, čím sa rýchlo (niekedy v priebehu pár hodín) dostáva do vyšších polôh, kde chladne a vznikajú v ňom oblaky. Práve preto je v horách často zamračené, preto na náveternej strane hôr často prší, a preto sa tam počasie zvykne meniť veľmi rýchlo. (Mimochodom, prečo je záveterná strana hôr často suchá?)



Podobne veľa prší tam, kde sa stretnú masy teplého a studeného vzduchu. Pri takomto stretnutí totiž vždy nejaký vzduch stúpa a vtedy sa v ňom vytvárajú oblaky. Práve toto sa deje pri prechode studeného aj teplého frontu. To vysvetľuje zaujímavú skutočnosť, že príchod teplého frontu väčšinou neznamená lepšie počasie. Síce k nám príde teplejší vzduch, ale počasie nie je „teplejšie“. Naopak, často je zamračené a vlhko, čiže sychravo, a treba sa teplejšie obliecť.

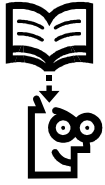
- Ako a z čoho vznikajú oblaky? Ako súvisí stúpanie vzduchu s ich vznikom?
- Prečo sa v horách mení počasie rýchlo?
- Prečo je na meteorologických mapách v okolí frontov zvýšená oblačnosť?

Prečo sú biele oblaky biele a čierne mraky čierne? Odpoveď na túto zdanlivo celkom jednoduchú otázku je prekvapujúco zložitá. Vyžaduje znalosti z optiky na úrovni vysokej školy, a preto sa tu nebudeme o poriadnu odpoveď ani len pokúšať. Povieme si len toľko, že mikroskopické kvapôčky vody veľmi účinne rozptyľujú svetlo. Svetlo nepreniká hlboko do oblaku, už na jeho povrchu je rozptylené a dostáva sa k nám ako biele svetlo.



Ak sa kvapôčky zväčšia, prestane byť rozptyľ svetla taký silný (porovnajte si viditeľnosť v hmle a v daždi). Pri väčších kvapôčkach sa teda svetlo dostáva hlbšie do oblaku, a tam je postupne pohlcované pri prechode jednotlivými kvapkami. To ale znamená, že oblaky s väčšími kvapkami pohlcujú výrazne viac svetla a preto čím väčšie kvapky, tým tmavší mrak.

- Všimli ste si, že ľahká otázka môže mať ťažkú odpoveď? Zapamätajte si to.



Keď už sme pri tých príliš ťažkých vysvetleniach, do ktorých sa tu vlastne nemôžeme púšťať, tak si povedzme k rozptylu svetla dochádza nielen na kvapôčkach vody v oblakoch, ale aj na samotnom vzduchu. Pri dostatočne hlbokých znalostiach optiky sa dá ukázať, že vo vzduchu sa najviac rozptyľuje modré svetlo. Ak teda pozerať z boku na svetlo prechádzajúce vzduchom, vidíme do boku rozptýlené modré svetlo. Modrá farba oblohy nie je nič iné ako takéto rozptýlené svetlo.

Ráno a večer prechádzajú slnečné lúče cez hrubšiu vrstvu atmosféry ako cez deň (nakreslite si obrázok). Ráno a večer sa teda rozptýli do strán viac svetla, a čím viac modrého svetla sa rozptýli do strán tým červense zostane svetlo v pôvodnom smere. Preto sú ranné aj večerné zore červené.

A ešte niečo o dúbe. Tá vzniká na dažďových kvapkách (nie rozptylom, ale lomom a odrazom svetla). Vysvetlenie znova presahuje naše možnosti ale povedzme si aspoň toľko, že pre vznik krubovej dúhy je podstatné, že dažďové kvapky majú tvar guľičiek a nie slzičiek.



Keď už bola reč tvare kvapiek, napadlo vás niekedy, prečo majú snehové vločky tvar hviezdíčiek? Dôvodom je šesťuholníková symetria: molekuly vody sú v ľade usporiadané v šesťuholníkovej štruktúre (viac si o tom povieme v kapitole o vode).

No dobre, ale keď má ľad šesťuholníkovú kryštalickú štruktúru, prečo potom bežne nevidáme šesťuholníkové kryštály ľadu? Veľmi malé, voľným okom neviditeľné kryštálíky ľadu naozaj majú tvar šesťuholníkov, ale na zachovanie tohto tvaru pri následnom raste kryštálu treba, aby kryštál rástol veľmi pomaly a vo veľmi stabilných podmienkach. Takéto podmienky existujú napríklad v oblasti južného pólu a tam sa naozaj vyskytujú presne šesťuholníkové snehové vločky. Ak však pôvodne šesťuholníkový ľadový kryštálik rastie normálnou rýchlosťou, potom v strede každej z hrán šesťuholníka je rast rýchlejší ako na iných miestach. Tak sa tvorí zárodok budúcej hviezdčky. Po čase sa môže stať, že na ramenách rastúcej hviezdčky vzniknú nové miesta rýchlejšieho rastu a hviezdčka sa začne rozvetvovať.

Zo štruktúry snehových vločiek vyplýva veľa pozoruhodných vlastností snehu. Na seba dopadajúce vločky sa väčšinou dotýkajú iba svojimi výbežkami a vytvárajú tak veľmi riedku štruktúru, 90 až 95% čerstvej snehovej pokrývky tvorí vzduch. Tento vzduch sa však nemôže voľne pohybovať, bráni mu v tom labyrint ľadových kryštálikov. Jednou z vlastností takejto poréznej látky je vynikajúce pohlcovanie zvuku. Preto je zasnežená krajina taká tichá, väčšinu zvukov sneh pohltí.

Vločky sú zodpovedné aj za vrzganie snehu pod nohami. Po došliapnutí sa sneh stláča, pričom sa niektoré kryštálíky sa lámu a tým spôsobujú drobné chvenie okolitého vzduchu. Ak sa ich naraž láme dosť veľa, stáva sa zvuk počuteľným a my ho vnímame ako vrzganie. Ale nie všetky kryštálíky sa lámu, niektoré sa pohybujú jeden po druhom, pri čom vzniká trenie a teda aj teplo. Časť kryštálikov sa tým roztopí a za prítomnosti vody sa kryštálíky ľahšie pohybujú. Nie sú teda až tak nútené lámať sa a vrzganie sa znižuje. Preto sneh viac vrzga pri nižších teplotách, kedy teplo uvoľnené trením nestačí na vyrobenie dostatočného množstva vody.



Už vieme, že sneh a dážď vznikajú z oblakov a že oblaky vznikajú z vodných pár nachádzajúcich sa vo vzduchu. Ale ako sa dostanú do vzduchu tie vodné pary? Vieme, že voda sa mení na paru pri vare. Znamená to, že niekde na Zemi sa voda vo veľkom varí? Nie. Voda sa vyparuje pri každej teplote, nielen pri 100°C.

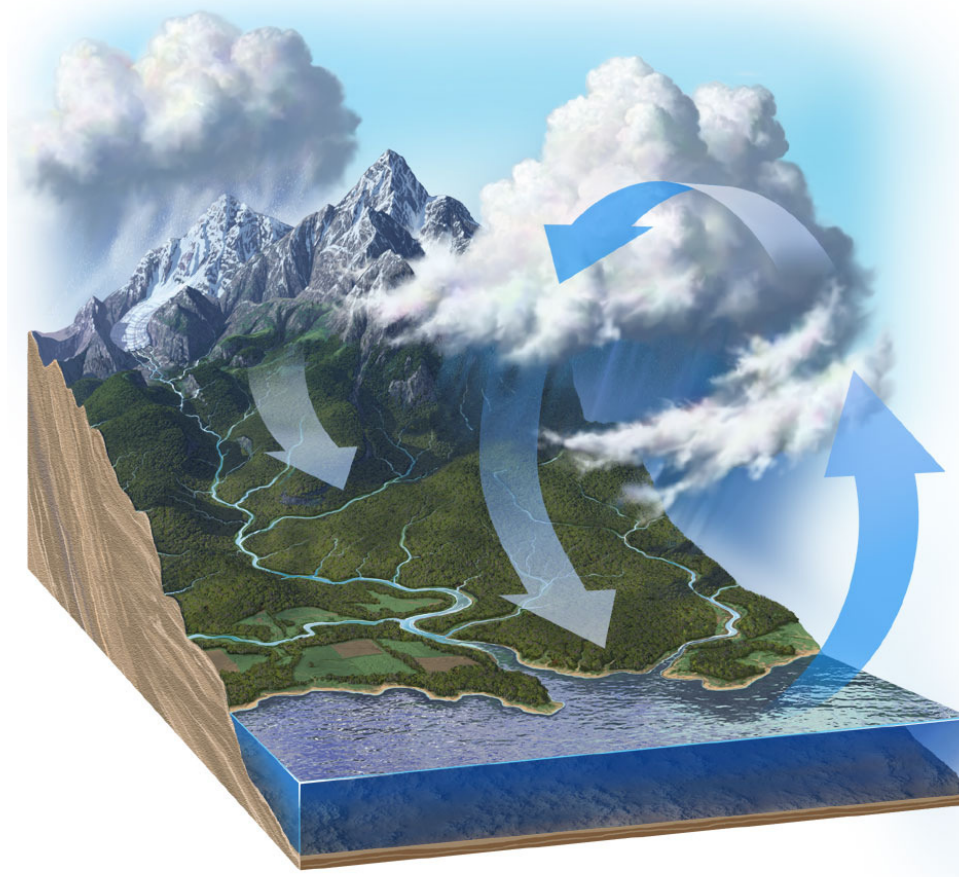
Prádlo sa usuší najlepšie vtedy, keď je teplo, keď vzduch nie je príliš vlhký a keď prípadne fúka vietor. Skúste na základe týchto skúseností navrhnúť a zrealizovať sériu experimentov, v ktorých zistíte, od čoho všetkého a ako závisí rýchlosť vyparovania vody.



Zistite si, približne koľko vody sa vyparí za hodinu z jedného metra štvorcového nejakej vodnej plochy. Zistite si ďalej údaje potrebné k tomu, aby ste vedeli odhadnúť celkovú plochu povrchu oceánov. Približne koľko vody sa vyparí denne z morí a oceánov?



Tak, a teraz by mala nasledovať časť, ktorá sa volá „kolobeh vody v prírode“. Je to jedna z dôležitých častí tejto knihy, zdá sa však, že z nejakých dôvodov (zrejme kvôli obvyčajnej lenivosti autorov) tu niečo také celkom chýba. Namiesto nej je tu len drzá výzva čitateľom, aby si príslušnú pasáž predebatovali v triede a potom si ju napísali sami. A nielen to, dokonca sa čitateľom odporúča, aby to neodflákli a pokúsili sa napísať čo najzrozumiteľnejší text. A okrem toho už len pár povzbudivých slov o tom, že vlastne ide len o akési zhrnutie všeličoho, čo sme sa už o pohybe vzduchu a vody v ňom naučili. A viac už naozaj nič, ak teda nepočítame jeden obrázok, na ktorom síce sú nejaké šípky, ale nie je o nich povedané, čo vlastne znamenajú..



Blesky hromu?

„Ale blesky hromu vzbudzujú ho k tomu, aby sa prebralo“ – spieva sa v slovenskej hymne. A hoci slovné spojenie „blesky hromu“ nie je úplným nezmyslom, z hľadiska príčiny a následku by bolo oveľa vhodnejšie slovné spojenie „hromy blesku“. Pretože blesk je príčinou hromu a nie naopak. Blesk je zložitý elektrický jav, hrom je jeho zvukový dôsledok.



To, že blesk je vlastne obronská elektrická iskra, nebolo v minulosti vôbec jasné. Pred niečo vyše dvesto rokmi väčšina ľudí ani len netušila, že niečo ako elektrická iskra vôbec existuje. Stretnúť elektrickú iskru bolo možné len v laboratóriách niekoľkých ľudí, zaoberajúcich sa pokusmi s elektrinou. Jedným z prekvapujúcich objavov raného obdobia týchto výskumov bolo, že keď sa podarilo vyrobiť a nahromadiť dostatočné množstvo elektriny, vznikali iskry.

Keď už sa podarilo dostatočne veľké elektrické iskry vyrobiť, nebolo až také prevratné prísť na to, že by mohli mať niečo spoločné s bleskom. Elektrické iskry svietili, mali tvar čiary, trvali krátko a praskalo to pri tom. Blesky to isté, len väčšie, jasnejšie a hlasnejšie.

Jedna vec je však dostať nápad že dve rôzne veci spolu úzko súvisia, a iná vec je ten nápad overiť. Americký bádateľ Benjamin Franklin vymyslel niekoľko spôsobov ako si overiť, že blesk nie je vlastne nič iné ako elektrická iskra. Niektoré boli naozaj drsné.

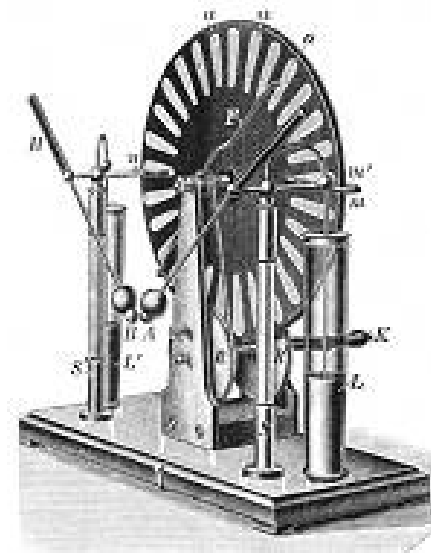
Najznámejší Franklinov nápad je púšťať si papierového šarkana v búrke. Myšlienka je jednoduchá a krásna. Z pokusov v laboratóriu viete, že ak sa elektrina dostane na jeden koniec vodiča, prejaví sa to merateľným spôsobom na druhom konci. Ak teda chceme zistiť, či je v búrkových mrakoch elektrina, pošleme tam šarkana vodivo spojeného s meracím prístrojom na zemi. Drsná časť: občas dostane šarkan, a následne aj zvedavý bádateľ dole, podstatne viac elektriny, než by im bolo milé (pár mesiacov po Franklinových pokusoch zahynul pri ich opakovaní experimentátor v St. Peterburgu).

Keď sa Franklin presvedčil, že blesk súvisí s elektrinou, získal veľmi veľa. Na základe experimentovania s elektrickými iskrami mu napadali rôzne hypotézy o bleskoch, na ktoré by inak sotva prišiel. Napríklad tá, že pre blesk, podobne ako pre elektrické iskry, by mohli byť atraktívne ostré kovové predmety. A že elektrinu z blesku, podobne ako elektrinu vyrobenú v laboratóriu, by mohla do seba veľmi účinne (až lačne) sťahovať zem.

Ak teda chceme zvýšiť pravdepodobnosť toho, že blesk udrie práve do nášho domu (čo je síce absurdné, ale povedzme, že to chceme), je asi rozumnejšie pripnúť si na strechu ostrú kovovú tyč. Ak chceme túto pravdepodobnosť naopak znížiť, je tiež rozumnejšie dať si na strechu ostrú kovovú tyč, a navyše ju vodivo spojiť so zemou. Ak si už blesk vyberie náš dom, potom najskôr si vyberie ten ostrý brot, a ak už máme hore elektrinu z blesku, zem si ju lačne po vodiči stiahne k sebe. A tak Franklin (a nezávisle od neho český vynálezca Prokop Diviš) objavil bleskozvod, ktorému mnohí z nás dodnes nesprávne hovoria – bromozvod.



Skúsme sa zahrať na fyzikov spred dvoch storočí, t.j. poďme trochu preskúmať iskry. Elektrinu vyrobíme trením nejakých látok, napríklad hrebeňom po vlasoch, alebo rukou po svetri a podobne. Vo väčšine školských fyzikálnych laboratórií sa nájdu aj špeciálne zariadenie, ktoré vytvárajú elektrinu trením oveľa účinnejšie. Takéto zariadenie je ako stvorené na



výskum elektrických iskiek. A čo všetko sa na nich dá skúmať? Napríklad aké dlhé iskry dokážeme vytvoriť? Alebo aký hrubý papier prerazia. Alebo ako závisí intenzita zvuku praskania od dĺžky iskry. Alebo ako závisí tvorba iskiek od vlhkosti vzduchu. Alebo čokoľvek iné, čo vám napadne a čo vám váš učiteľ alebo učiteľka dovolia. Mimochodom, so statickou elektrinou sa dajú robiť aj všelijaké ďalšie zaujímavé veci. Skúste napríklad nabiť nejakú tyč a potom ju priblížite k slabému prúdu vody tečúcej z vodovodu. Uvidíte zaujímavý jav. A ešte jeden nápad. Skúste si všimnúť, čo je na zariadení naozaj dôležité a pokúste sa vyrobiť si sami zdroj statickej elektriny.

S iskrami ste sa už určite veľakrát stretli. Ktoré boli elektrické a ktoré boli inej povahy? Ako by ste presvedčili niekoho, kto považuje nejakú neelektrickú iskru za elektrickú (alebo naopak), že sa mylí? Elektrické iskry bývajú užitočné aj neužitočné a otravné. Pokúste sa prísť na to, ako vznikajú otravné iskry a čo by sa proti tomu dalo robiť?



Nepovinné čítanie o tom, ako vlastne prebieha typický blesk:

- Medzi povrchom Zeme a hornými vrstvami atmosféry (50 km) je elektrické napätie zhruba štyristotisíc voltov. Toto napätie však nie je príčinou bleskov. Naopak, blesky sú príčinou tohto napätia.
- Blesky sú spôsobované nerovnomerným rozložením elektrického náboja v búrkových mrakoch (hore obrovský kladný náboj, dole záporný). Prečo je náboj v mrakoch rozložený práve takto, o tom všeličo vieme, ale celkom tomu nerozumieme.
- Keď je záporný náboj v dolnej časti oblaku priveľký, vyrazí z neho úzka lavína elektrónov. Prejde zhruba 50 metrov, potom sa na nejakých 50 mikrosekúnd zastaví a pokračuje ďalším 50-metrovým skokom (prípadne sa rozvetví) a tak ďalej, až kým sa nepriblíži k zemi. To však ešte nie je ten blesk, ktorý vidíme.
- Keď sa lavína takýmito prúskokmi dostane dostatočne nízko, jej silné elektrické pole spôsobí, že jej zo zeme naproti vyrazí elektrický výboj. Prečo, tomu dodnes detailne nerozumieme. Výboj vyráža najradšej z vyčnievajúcich objektov.



- Výsledkom stretnutia „prúskokovej lavíny“ a „prívitacieho výboja“ je spojenie ich stôp, ktoré majú podobu ionizovaného vzduchu. Spojené stopy vodivo spoja záporne nabitý spodok oblaku s elektricky neutrálnou zemou. Výsledkom je obrovský prúd, ktorý zobrieva ionizovaný vzduch v stope. Horúci ionizovaný vzduch (tzv. plazma) svieti. Práve túto svietiacu plazmu vidíme ako blesk.



Nemal by byť experimentátor pri tomto pokuse radšej v kovovej klietke?

Veľké iskry (nehovoriac o bleskoch) sú životu nebezpečné. Ako sa vyhnúť blesku?

- Vyhybať sa búrkam (toto znie ako vtip, ale je to najlepšia prevencia).
- Pre búрку platí pravidlo 30-30. Ak je doba medzi bleskom a hromom kratšia ako 30 sekúnd, už hrozí nebezpečenstvo zasiahnutia bleskom. Ak od posledného hromu uplynulo menej ako 30 minút, ešte stále hrozí nebezpečenstvo. (Blesk môže udrieť aj z jasného neba. Jeho dĺžka môže presahovať 10 km a môže nás zasiahnúť zo vzdialeného oblaku.)
- V búrke hľadať úkryt v plne uzavretej budove (nestačí strecha, musia byť aj steny). Ak to nie je možné, tak v aute (s kovovou karosériou a strechou).
- Ak sa nám nepodarilo ukryť: vyhybať sa vode, vysoko položeným miestam, otvorenému priestoru, vysokým objektom a kovovým predmetom. Kúpanie sa v búrke je mimoriadne zlý nápad, podobne ako ukryvanie sa pod stromami (úplne najhorší je mokrý vysoký osamelý strom).
- Možné varovné príznaky pri bezprostrednom ohrození: vstávajúce vlasy, chvenie drobných kovových predmetov, praskajúci zvuk. Vtedy: ak sme v skupine ľudí, vzdialiť sa od ostatných aspoň na 5 metrov. Sadnúť na zem, nohy skrčiť, hlavu skloniť, uši zakryť.
- Bleskom zasiahnutý človek nie je elektricky nabitý, nepredstavuje teda nijaké nebezpečenstvo a treba mu ihneď poskytnúť prvú pomoc.



Ako vzniká hrom? Tak ako každý zvuk: tým, že nejaký zdroj rozochveje vzduch vo svojej blízkosti. Toto chvenie má podobu rýchlo sa meniacich zhubení a zriedení vzduchu a vo forme zvukových vln sa postupne šíri od zdroja ďalej. S meniacou sa hustotou vzduchu sa mení aj jeho tlak. Zvuková vlna teda môže pôsobiť tlakom na predmety, ktoré sa jej dostanú do cesty. Ak sa napríklad dostane k nejakej membráne, začne sa membrána v dôsledku rýchlych zmien tlaku pohybovať. Mimochodom, práve vďaka tomu funguje aj náš sluch, keďže ušný bubienok je vlastne pružná membrána. V prípade hromu je zdrojom zvuku blesk. Ten vyvolá prudké zohriatie a prudké zvýšenie teploty vedie k veľkým zmenám v hustote a tlaku vzduchu, ktoré sa potom šíria od blesku na všetky strany v podobe zvukových vln. A hrom, to sú práve tie zvukové vlny.



Keďže svetlo sa šíri oveľa rýchlejšie ako zvuk, hrom k nám príde vždy s určitým oneskorením. Ak poznáme rýchlosť zvuku, dokážeme z oneskorenia hromu za bleskom vypočítať, ako ďaleko sa blýska. Ak viete, aká je rýchlosť zvuku, tak máte všetko, čo potrebujete. Ak to neviete, môžete to ľahko zistiť, ale zaujímavejšie bude túto rýchlosť odmerať.



Skúste porozmýšľať, či by ste nejako vedeli odmerať rýchlosť zvuku. Ak vymyslíte nejaký spôsob, použite ho. Ak vám nič nenapadlo (ale naozaj ste sa snažili? nechcete ešte chvíľu porozmýšľať?) môžete to spraviť takto: postavte sa dvaja do vzdialenosti 500 metrov, prvý nech zakričí a stlačí stopky, druhý nech v momente, keď začuje krik tiež zakričí a prvý nech znovu stlačí stopky keď začuje krik druhého. Potom už len vydelíme vzdialenosť 1000 metrov časom, ktorý ukázali stopky, a máme rýchlosť zvuku. Naozaj???



- Povedzme že stopky ukázali 3,3 sekundy. Pre rýchlosť tak dostaneme hodnotu 303,0303... Lenže toto vyzerá ako nekonečne presné číslo a tak presné hádam naše meranie nebolo. Vezmime si napríklad tú vzdialenosť. Naozaj bola presne 500 metrov. Čo ak to bolo len 499 metrov, alebo až 501 metrov. Aká nám potom vyjde rýchlosť zvuku?
- A ako je to s meraním času. Merali sme čas s presnosťou na stotiny alebo len na desatiny? Ak na desatiny, potom naša presnosť nepresahuje pol desatiny sekundy a skutočný čas bol zrejme niekde medzi 3,25 a 3,35 sekundy. Ako sa to prejaví na výslednej rýchlosti zvuku?
- Trvala zvuku cesta tam a späť naozaj 3,3 sekundy? Nezabrala nejaký čas reakčná doba medzi začutím výkriku a vlastným výkrikom respektíve stlačením stopiek? Vedeli by ste túto reakčnú dobu odhadnúť, dokonca odmerať?
- Ak ste reakčnú dobu len odhadli, tak ešte raz porozmýšľajte, či by ste ju nevedeli naozaj odmerať. A len ak na nič neprídete, tak čítajte ďalej (reakčnú dobu odmeriame jednoducho tak, že celý pokus zopakujeme ale tentoraz tesne pri sebe a pre istotu so zatvorenými očami, aby išlo naozaj len o zvuk).
- Vezmite teraz do úvahy všetko, čo sme si povedali doteraz a vypočítajte znova rýchlosť zvuku. Zapamätajte si, že výsledkom merania nikdy nie je presné číslo, ale vždy len nejaký interval, v ktorom sa výsledok nachádza. Preto sa majú výsledky meraní vždy udávať ako intervaly, čo sa často robí pomocou takzvaného plus-mínus: výsledok 334 ± 11 m/s znamená rýchlosť zvuku niekde medzi 323 a 345 m/s.
- Porovnajte svoj výsledok s tým, čo nájdete vo fyzikálnych tabuľkách (v knižnici alebo na internete). Tabuľková hodnota sa bude zrejme dosť líšiť od nášho prvého, zdanlivo presného výsledku, ale asi bude v súhlase s naším konečným, zdanlivo oveľa nepresnejším výsledkom.

Čo by sme mali vedieť

Ako v každej kapitole, aj v tejto toho bolo viac, než je nutné vedieť. Mnohé veci je dokonca možné (a často rozumné) úplne preskočiť a iným venovať viac času.

Ktoré veci sa majú preskočiť a ktoré nie, to už nechávame na učiteľa. Autorom sa napríklad zdá, že meranie a výpočet rýchlosti zvuku patria k tomu najdôležitejšiemu v celej tejto kapitole a dokonca aj celej knihe, a pritom to s počasím vlastne príliš nesúvisí. Určite nie je vašou povinnosťou naučiť sa z tejto kapitoly všetko.

A čo by ste sa teda mali naučiť a zapamätať si? Nie je toho veľa. Vlastne je to, ako nakoniec vždy, zas len pár bodov:

- Mali by sme chápať, že počasie je dôsledkom vyrovnávania teplôt a tlakov vzduchu. Mali by sme vedieť, že nerovnováha v teplotách a tlakoch je spôsobovaná nerovnomerným ohrievaním zemského povrchu slnečným žiarením
- Mali by sme rozumieť prevládajúcim smerom vetra v dôsledku rôznej tepelnej kapacity oceánov a povrchu Zeme. Mali by sme rozumieť aj tomu, ako ovplyvňuje smer vetrov rotácia Zeme okolo vlastnej osi.
- Mali by sme rozumieť kolobehu vody v prírode a vedieť uviesť príklady meteorologických prejavov tohto kolobehu.
- Mali by sme rozumieť pojmom náveterná a zúveterná strana pohorí z hľadiska množstva zrážok. A tí, čo chcú veciam naozaj rozumieť, by mali vedieť vysvetliť vznik rozsiahlych púštnych oblastí z hľadiska prevládajúcich smerov vetra a rozmiestnenia pevnín a pohorí.
- Mali by sme vedieť merať teplotu a tlak vzduchu, namerané hodnoty zaznamenávať a prezentovať ich vo forme tabuľky aj grafu.
- Mali by sme rozumieť blesku ako elektrickému javu a hromu ako sprievodnému akustickému javu. A mali by sme, samozrejme, poznať základné spôsoby ochrany pred bleskami.



Monzún prináša oblaky nad Indiu.



Modrá planéta

Podľa niektorých antických učencov sa všetka hmota skladala zo štyroch živlov: zo vzduchu, vody, zeme a ohňa. My sme sa v predchádzajúcej kapitole venovali vzduchu, v tejto bude reč o vode a v nasledujúcej kapitole prídu na rad zem a oheň. Naša cesta do stredu Zeme prirodzene prechádza štyrmi živlami.

Ale nie všetci antickí filozofi verili na štyri živly. Našli sa medzi nimi aj takí, ktorí si mysleli, že hmota sa skladá z malilinkých častíc, ktorým hovorili atómy, a že vlastnosti látok sú určené vlastnosťami atómov, z ktorých sa tieto látky skladajú.

Naše dnešné predstavy o zložení hmoty sú založené práve na atómovej predstave, od antických atomistov sa líšime len tým, že o atómoch a molekulách toho vieme oveľa viac, ako oni. Ale sme s nimi zajedno v tom, že mnohé vlastnosti veľkých vecí sú prejavom vlastností malinkých vecí, z ktorých sa tie veľké skladajú. Cieľom tejto kapitoly je ilustrovať túto skutočnosť na niečom naozaj veľkom. A len máločo je väčšie ako moriach a oceány.

V prvej časti tejto kapitoly si povieme niečo o mohutných pohyboch morí, aby sme si lepšie uvedomili ich veľkosť. A potom sa už vypravíme na našu púť za vlastnosťami molekúl vody a za tým, ako tieto vlastnosti molekúl ovplyvňujú vlastnosti morí a oceánov. Takže šťastnú cestu.



Prečo sa morská voda pohybuje?

Morská voda nie je nehybná. Morské vlny, morské prúdy, príliv a odliv, to všetko sú veľké pohyby o ktorých sa patrí niečo vedieť aj nám, obyvateľom celkom vnútrozemskej krajiny.

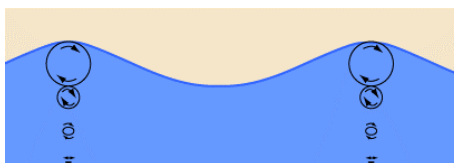


Asi najznámejším pohybom morskej vody sú vlny. Čo to vlastne je – tie vlny? V prvom rade si treba uvedomiť, že hoci vlny prekonávajú veľké vzdialenosti, samotná voda (prípadne iný materiál) sa pritom premiestňuje len minimálne. Obľúbeným ilustračným príkladom sú vlny vytvárané vetrom na obilných lánoch. Vlny sa šíria po celom poli, ale klasy sa samozrejme pohybujú len o niekoľko centimetrov. Prítom skutočný je pohyb klasov, pohyb vln je len zdánlivý.

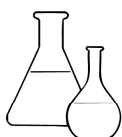
Podobne je to s aj vodou. Aj tu sú vlny vyvolané väčšinou vetrom a aj voda koná v rámci vlny len obmedzený pohyb (v prípade vody ide o pohyb po krivkách podobných kružniciam či elipsám, pričom čím hlbšie pod hladinou, tým je pohyb menší. Každý, kto niekedy plával vo vlnách ďalej od brehu, to dobre vie. Plavec sa pohybuje spolu s vodou len smerom hore-dole a trochu aj dopredu-dozadu, ale nijako výrazne sa nehybe v smere (zdánlivého) pohybu vlny.

Ak však voda v skutočnosti koná len obmedzený pohyb, prečo sa potom vlny vylievajú na pláž či udierajú do skál? Dôvodom je dno. Akonáhle sa dno príliš priblíži k hladine, voda zrazu nemá dost' miesta pre svoj pohyb smerom nadol a preto sa krivka jej pohybu zmení. Namiesto pohybu nadol dochádza k zvýšenému pohybu nabor (vlny narastú) a tiež dopredu-dozadu. Preto sa vlny na breh vylievajú alebo doň udierajú.

Mimochodom, aj toto plavci dobre poznajú: blízko brehu sa už vlny nechovajú až tak nevinne a nezanedbateľne posúvajú plavca aj v horizontálnom smere (prípadne s ním poriadne zatočia).

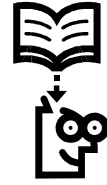


-
-
-



Nejaké experimenty s vlnami vo vode.

Všetko, čo sme si opísali pri vlnách sa deje aj pri jednej z najstrašnejších prírodných katastrof – pri tsunami. Pri obyčajných vlnách, vznikajúcich v dôsledku vetra, sa však všetko deje len v hornej vrstve vody. Čím hlbšie ideme, tým je pohyb vody nepatrnejší. Hore môže zúriť búrka a potápači v hĺbke necítia nič. Pri tsunami je to inak, a to je práve ten podstatný rozdiel.



Tsunami sa od obyčajných vln líši predovšetkým tým, čím je vyvolané. Zdrojom vlny tsunami býva silné zemetrasenie, obrovský zosuv morského dna alebo pád meteoritu. Pri každej z týchto udalostí dôjde v mieste jej výskytu k prudkému pohybu vody, a to nielen pri hladine, ale od hladiny až po dno.

Na povrchu sa na voľnom hlbokom mori nedeje nič zvláštne. Vznikne vlna vysoká niekoľko desiatok centimetrov, rozťahnutá na desiatky až stovky kilometrov. Také niečo je v podstate nepozorovateľné, či už z lodí alebo lietadiel. Katastrofa drieme pod povrchom.



Pohyb na úrovni niekoľkých desiatok centimetrov totiž vykonáva celý obrovský stĺpec vody. Keď sa takáto vlna približuje k brehu, dno sa začne dvíhať a voda začína mať na pohyb málo miesta. Tentoraz sa však pohybuje obrovské množstvo vody. Stúpajúce dno sa začne prejavovať skôr než pri obyčajných vlnách a postupne rastúca vlna nadobudne gigantické rozmery aj obrovskú rýchlosť. Z polmetrových vln sa zrazu stanú monštrá vysoké aj niekoľko desiatok metrov a vo veľkej rýchlosti zasiahnu breh.

Dá sa proti tomu nejako brániť? Nie, ale dá sa pred tým utiecť. Na to treba tri veci: schopnosť nebezpečenstvo včas rozoznať, možnosť okamžite s ním oboznámiť lokálne inštitúcie pozdĺž celého obhrozeného pobrežia a pripravenosť týchto inštitúcií prijať hneď po varovaní účinné opatrenia (v zásade hlavne odvieť ľudí niekoľko sto metrov do vnútrozemia). Rozhodovať môžu minúty.

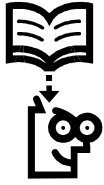
-
-
-

Informácie o najväčších katastrofách spôsobených tsunami.



Koľko je rozumné investovať do ochrany?





V roku 1768 dostal riaditeľ pôšt amerických kolónií Benjamin Franklin od svojich britských nadriadených otázku, prečo je rozdiel v dobe doručenia listu z Európy do New Yorku a do Bostonu taký veľký. Bol totiž výrazne vyšší, než by sa dalo usudzovať zo zemepisnej vzdialenosti týchto dvoch miest. Franklin konzultoval túto vec so svojim synovcom, kapitánom veľrybárskej lode, a ten mu povedal o existencii morského prúdu všeobecne známeho medzi americkými rybármi.

Pri plavbe z Anglicka do Bostonu sa lode tomuto prúdu často nevedomky vyhlí. Lode smerujúce priamo na New York však plávali značnú časť cesty proti prúdu. Franklin zakreslil prúd do mapy, ktorú odovzdal nadriadeným a odvtedy pri každej svojej ďalšej ceste cez Atlantik sa venoval pozorovaniam a meraniam týkajúcim sa Golského prúdu. Tak začal systematický výskum tohto pozoruhodného prírodného javu.

Golský prúd tečie od Floridy popri východnom pobreží Spojených štátov, postupne sa stáča doprava a tečie smerom k severozápadnej Európe. Prostredníctvom tohto prúdu dostávame z Ameriky zadarmo teplú vodu. Nie je síce tak teplá ako more pri Floride, pretože po ceste preda len trochu vychladne, ale je ešte stále dost' teplá na to, aby významne ovplyvňovala európske podnebie. Bez Golského prúdu by bola celá Európa a najmä jej severná časť citelne chladnejšou oblasťou.

O golskom prúde sa dá povedať, že je to akási rieka v rámci Atlantického oceánu. Kde táto rieka pramení? Kam ústi? Čo ju poháňa? A čo vlastne tvorí jej brehy?

Golský prúd nemá brehy. Jeho šírka sa pohybuje od 100 do 200 kilometrov, nemá nijaké ostré „brehy“, ale pozvoľna prechádza do „nehybného oceánu“. Rýchlosť vody v ňom dosahuje niekedy až dva metre za sekundu a jeho poloha medzi Amerikou a Európou sa mení v rozmedzí niekoľkých desiatok kilometrov.

Golský prúd nie je izolovaný jav, ide len o najviditeľnejšiu súčasť celkovej cirkulácie oceánu. Čo okrem iného znamená, že vlastne nikde nepramení a nikam neústi. Ako teda vzniká? Podobne ako prúdenie vzduchu v atmosfére. Základné príčiny sú dve: Slnko a rotácia Zeme okolo vlastnej osi. Ale detaily sú príliš zložité, takže sa im tu venovať nebudeme.

-
-
-



Celková cirkulácia vôd v oceánoch



Skoro všetci sme už počuli o tom, že príliv a odliv má na svedomí Mesiac. Ako to ten Mesiac vlastne robí? Nuž, rozhodne to nerobí tak, že by k sebe pritiahol časť vody, čím by vytvoril na jednej strane oceánu akési „vydutie“, ktoré by potom vláčil za sebou pri svojom obiehaní okolo Zeme. Ak by to bolo takto, mali by sme jeden príliv za 28 dní.



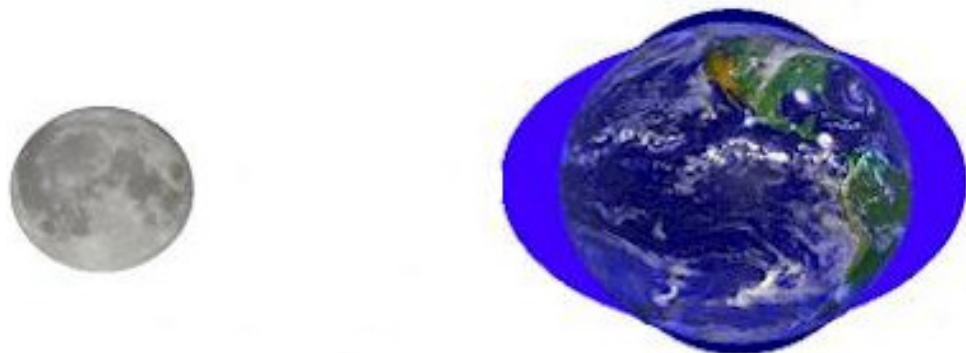
Táto naivná predstava však v sebe obsahuje zrnko pravdy a ak k nej pridáme rotáciu Zeme okolo vlastnej osi, stane sa zo zrnka celkom slušné zrnko. Lebo ak by vydutie nerotovalo spolu so Zemou, ale zostávalo by stále pod Mesiacom (a to je naozaj rozumný predpoklad), dostali by sme jeden príliv denne. To už by bolo podstatne lepšie, hoci ešte stále by nám každý deň jeden príliv chýbal.

Prílivy a odlivy sú spôsobované gravitačnou silou Mesiaca aj Slnka. Nie však celou, iba jej malou časťou. Tejto malej časti sa zvykne hovoriť „slapová sila“. Na Zemi je gravitačná sila Slnka väčšia ako gravitačná sila Mesiaca, avšak pre „slapové sily“ je to naopak, tá od Mesiaca je väčšia ako tá od Slnka. Práve v dôsledku tejto skutočnosti je pre prílivy a odlivy Mesiac dôležitejší ako Slnko.

Bez pôsobenia slapových síl by mala hladina oceánov tvar povrchu gule. V dôsledku slapových síl sa tvar tejto hladiny trochu zmení, povrch gule sa trochu sploští. Je to niečo ako drobný posun smerom od futbalovej lopty k rugbyovej. Podstatné pritom je, že vydutie vznikne nielen pod Mesiacom, ale aj na opačnej strane zemegule. Toto druhé vydutie je zdrojom druhého prílivu počas jednej rotácie Zeme okolo vlastnej osi.

Prítomnosť veľkých pevnín robí z prílivov a odlivov mimoriadne komplexný jav. Jedným z dôsledkov slapových síl je akési rozkmitanie hladiny ako celku v zálivoch, pričom niekedy dochádza k rezonancii týchto kmitov s slapovými silami. Vtedy sa amplitúda kmitov výrazne zvýši a dosahuje aj niekoľko metrov. Tak vznikajú veľké rozdiely medzi prílivom a odlivom na niektorých miestach Zeme.

-
-
-



Prečo je morská voda slaná?

Voda je na prvý pohľad jednoduchá látka, s ktorou sa každodenne stretáme a považujeme ju za nie príliš zaujímavú súčasť prostredia v ktorom žijeme. V bežnom živote sme si zvykli brať vodu ako úplnú samozrejmosť a len občas – hlavne keď pocíťujeme jej nedostatok – si uvedomujeme jej význam pre život na Zemi. No len zriedkakedy si uvedomíme, že práve jej mimoriadne vlastnosti umožňujú vznik a existenciu života na Zemi v tej forme, v ktorej ho poznáme.



Voda pokrýva 70 % povrchu našej planéty. Na Zemi sa nachádza viac ako miliarda kubických kilometrov vody, ktoré tvoria vodný obal – hydrosféru Zeme. Väčšina z tejto vody, a to až 97.5 %, je slaná voda v oceánoch, moriach a slaných jazeroch. Druhá najväčšia časť, tvoriaca 1.7 % z celkového množstva vody sa nachádza vo forme ľadovcov a snehu.

Dalších 0.7 % je sladká podzemná voda, z toho je ale len necelá polovica využiteľná. Zvyšných približne 0.1 % je voda riek, jazier a vodné pary v atmosfére. Okrem toho, ak sa pozrieme na živé organizmy zistíme, že väčšinu hmotnosti ich tela tvorí voda. Vo vodnom prostredí prebieha väčšina biochemických procesov v tele.

Drvivá väčšina vody je slaná a teda priamo nepoužiteľná (sardinky, žraloky, chobotnice a zopár ďalších majú na túto vec trochu iný názor, ale ten budeme teraz ignorovať). Neznamená to však, že by sme morskú vodu nijako nevyužívali. Využívame ju – napríklad na výrobu soli. Soľ ako zlúčenina sodíka a chlórú je totiž pre živé organizmy absolútne nevyhnutná. Sodík aj chlór sú neoddeliteľnou súčasťou všetkých telových tekutín. Sodíkové ióny hrajú zásadnú úlohu pri mnohých fyziologických dejoch, okrem iného aj pri šírení nervových signálov. Bez soli sa žiť nedá. (Kde bolo tam bolo, mal raz jeden kráľ na túto vec trochu iný názor, ale rýchlo ho zmenil).

Pred objavom poľnohospodárstva bolo pre ľudí hlavným zdrojom soli mäso ulovených zvierat. Poľnohospodárske plodiny však neobsahujú dostatočné množstvo soli, a tak ju bolo pri postupnej zmene stravovacích návykov potrebné nejakým spôsobom dopĺňať. Ľudia sa museli naučiť získavať soľ inak. Nevieme presne kedy a kde sa to naučili (soľ je kvôli svojej rozpustnosti vo vode archeologicky v podstate neviditeľná), ale bolo to zrejme krátko po objave poľnohospodárstva. Najstaršia písomná zmienka o soli je stará takmer päťtisíc rokov, pochádza z Číny a obsahuje popis získavania soli odparovaním slanej vody používaný v nejakom zmysle dodnes.

Máme tu teda paradox. Pre život potrebujeme aj vodu, aj soľ, ale slaná voda je pre nás priamo nepoužiteľná. Prečo je to tak? To je jedna z otázok, na ktoré dokážeme odpovedať, len ak sa o vlastnostiach vody niečo naučíme. Takže sa do toho pustíme.

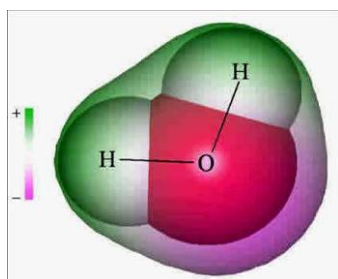
Prečítali a porozumeli, alebo len prečítali? No schválne:

- V texte sa tvrdí, že 70 % povrchu Zeme tvorí voda a jediný pohľad na glóbus nám povie, že ide o povrch oceánov. Zároveň sa však tvrdí, že voda oceánov tvorí 97.5 %. Nie je v tom rozpor?
- Koľko percent vody sa nachádza inde, než v živých organizmoch? Koľko percent teda zostáva na živé organizmy? Nula, však? Nie je to čudné? Vedeli by ste vysvetliť tento zdanlivý nezmysel?
- Dokážu všetky organizmy využívať morskú vodu? Alebo to dokážu len niektoré? Alebo to nedokážu nijaké?
- Prečo vznikla u ľudí potreba soli až s vynálezom poľnohospodárstva? Prečo sa z archeologických nálezov nedá zistiť, kedy začali ľudia vyrábať soľ?
- Aké vysvetlenie poskytuje text pre fakt, že hoci náš organizmus potrebuje vodu aj soľ, slaná voda je pre nás na pitie nepoužiteľná?

Kým sa dostaneme k tomu, prečo sa nedokážeme napit' z morskej vody, poloźme si túto úplne základnú otázku: prečo sa vlastne soľ vo vode tak dobre rozpúšť'a? Odpoveď na túto otázku, podobne ako odpovede na mnohé iné zaujímavé otázky, je ukrytá až na úrovni atómov a molekúl. Mnohým vlastnostiam vody sa pritom dá porozumieť aj bez detailnej znalosti zákonov týchto malinkých častíc hmoty. Pre akési základné porozumenie je často celkom dostatočná jediná informácia:



molekula vody je Mickey Mouse

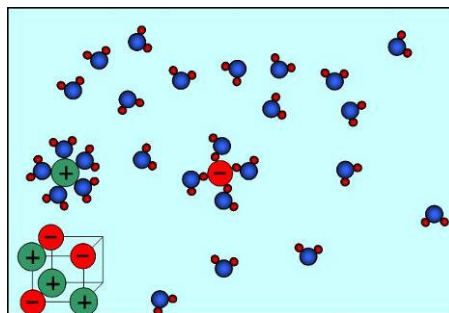


Molekula vody sa skladá z jedného atómu kyslíka a dvoch atómov vodíka. Tieto atómy sú v molekule usporiadané tak, že pripomínajú myšiaka Mickeyho (vodíky sú uši a kyslík hlava).

Veľmi dôležité pritom je, hoci je molekula vody ako celok elektricky neutrálna, elektrický náboj v nej nie je rozdelený rovnomerne. Na vodíkoch je viac kladného a na kyslíku viac záporného náboja.

Toto nerovnomerné rozloženie náboja má ďalekosiahle dôsledky. Pripomeňme si, že opačné náboje sa priťahujú a rovnaké sa odpudzujú. Ak sa vo vode vyskytnú nejaké elektricky nabité častice, molekuly vody sa k nim rady priťúlia. Robia to tak, že sa vhodne natočia. Ku kladnému náboju sa priťúli kyslík, k zápornému vodíky.

Na obrázku vidíme, ako sa vodní Mickey Mouseovia tlačia okolo kladného aj okolo záporného náboja. Tieto náboje pochádzajú z kocky vľavo dole, ktorá predstavuje kryštál kuchynskej soli. Zelené aj červené krúžky reprezentujú ióny (atómy, ktoré majú menej alebo viac elektrónov, než by sa patrilo). Kladne nabité ióny sú sodíky, záporne nabité sú chlóry z kuchynskej soli.



A prečo vlastne ióny opúšť'ajú kryštál? S istým zjednodušením môžeme povedať, že to spôsobujú nárazy molekúl vody, ktoré vznikajú v dôsledku ich tepelného pohybu. Čím vyššia teplota, tým silnejšie nárazy a tým ľahšie opúšť'ajú ióny kryštál (práve preto sa soľ, a nielen ona, lepšie rozpúšť'a v teplej vode).

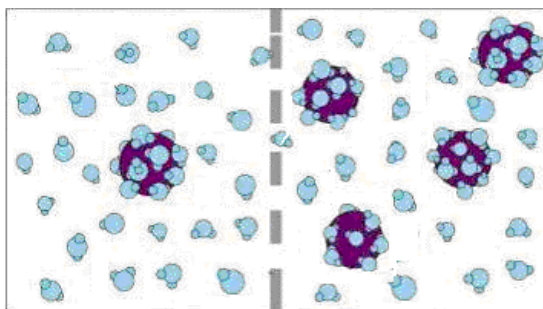
Poznamenajme, že z obrázku vlastne nijako nevyplýva, že soľ sa vo vode naozaj rozpúšť'a. Obrázok síce jednoducho, názorne a pritom verne opisuje situáciu, ale prečo je to tak, to sme vysvetlili len čiastočne. Hlbšie to však nevysvetlíme – je to príliš zložitú. Ale to nevadí, na to, aby sme veciam rozumeli aspoň trochu, nie je predsa nutné, aby sme im rozumeli dokonale.



Prečo vlastne slaná voda neubasí smäd? Smäd nie je skutočným problémom, smäd je len signálom skutočného problému. Tým je nedostatok vody v organizme.

Základným faktom súvisiacim s "kolobehom vody v organizmoch" je, že steny buniek sú tvorené tzv. polopriepustnými membránami. Kým si povieme, čo to znamená, treba si jasne povedať, čo to neznamená. Polopriepustnosť určite neznamená priepustnosť iba jedným smerom. Polopriepustná membrána je rovnako priepustná či nepriepustná v oboch smeroch. Polopriepustnosť znamená, že membrána niektoré veci čiastočne prepúšťa (napr. molekuly vody), kým iné nie (napr. ióny sodíka).

Ak do takejto membrány naráži molekula vody, s veľkou pravdepodobnosťou sa odrazí naspäť. Občas sa však stane, že sa molekula vody neodrazí a prenikne na druhú stranu membrány. Sodíku a chlóru sa to nedarí, lebo sú príliš veľké a nabití (znalci určite spoznajú na obrázku malé mickemousovské molekuly vody, z ktorých niektoré sú prítúlené k veľkým iónom sodíka alebo chlóru).



A čo to má spoločné s pitím slanej vody? Toto: ak sú dva vodné roztoky s rôznou koncentráciou soli oddelené polopriepustnou membránou, stane sa čosi zvláštne. Voda začne prechádzať z oblasti s nižšou koncentráciou do oblasti s vyššou koncentráciou soli (prečo sa to deje, k tomu sa dostaneme o chvíľku). Prechádza pritom iba čistá voda, soľ respektíve ióny sodíka a chlóru cez membránu neprechádzajú. Tomuto javu sa hovorí osmóza a práve vďaka nej získava ľudské telo vodu potrebnú v telových tekutinách a vo vnútri buniek.

Keď sa napijeme, voda sa nedostane hneď tam, kde ju potrebujeme. Voda v črevách je nám nanič, potrebujeme ju dostať do krvi a do buniek. A tam sa dostáva osmózou. Ide o to, že koncentrácia soli v telových tekutinách je vyššia ako v pitnej vode. Polopriepustné membrány na vnútornej strane čriev tak majú na jednej strane vyššiu a na druhej nižšiu koncentráciu soli. Voda prechádza osmózou do miest s vyššou koncentráciou. Ide pritom o čistú vodu, o jednotlivé molekuly vody.

Ak sme teda do čriev dopravili pitnú vodu (isteže, keď už je v črevách, tak nie je celkom pitná, ale o to tu teraz nejde, ide o obsah soli), dostáva sa čistá voda z čriev do tela. Ale ak máme v črevách príliš slanú vodu (t.j. vodu s obsahom soli vyšším ako telové tekutiny), potom sa osmózou dostáva voda z tela do čriev. Slaná morská voda sa teda nielenže nedostáva z čriev do tela, naopak, ďalšiu vodu z tela vysáva a spôsobuje dehydratáciu.

A prečo vlastne dochádza k osmóze? Ako sa molekuly vody na jednej strane membrány dozvedia, že majú putovať na opačnú stranu? Aká sila ich presúva z jednej strany na druhú? Zaujímavé a poučné je, že sa to nedozvedia nijako a nepresúva ich nijaká sila. Osmóza je prejavom neusporiadaného tepelného pohybu molekúl, ktorý je molekulám vlastný za každých okolností.

V tip je v tom, že čím viac obsahuje voda soli, tým menej obsahuje molekúl vody (ich miesto zaberajú molekuly soli respektíve ióny, na ktoré sa tieto molekuly soli rozložia). Toto je z hľadiska osmózy úplne kľúčový fakt: na tej strane membrány, kde je koncentrácia soli nižšia, je v jednom litri viac molekúl vody, ako na opačnej strane membrány.

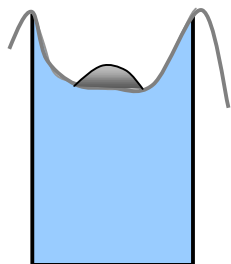
To ale znamená, že pri svojom neusporiadanom tepelnom pohybe narážajú do membrány molekuly vody častejšie na tej strane, kde je ich viac, a to je tam, kde je koncentrácia soli nižšia. Ako už vieme, niektoré z molekúl vody, ktoré do membrány narážia, prejdú na opačnú stranu. A z tej strany, z ktorej ich viac naráža, ich aj viac prejde.

Molekuly vody teda prechádzajú cez membránu obidvomi smermi, akurát že jedným smerom ich prechádza viac druhým. Ak sa pozeráme len na celkový efekt, javí sa nám to ako prúdenie iba jedným smerom.

Tak čo, prečítali a porozumeli? No tak si to vyskúšajme. Rad pri okne nech sa tvári, že neporozumel alebo že uvedenému vysvetleniu neverí. Rad pri dverách nech mu to teda vysvetlí a nech svoje vysvetlenie obháji proti prípadným námietkám. Stredný rad bude rozhodovať, či boli úspešnejší vysvetľovači alebo nechápavci.



Ak chcete vidieť osmózu na vlastné oči, stačí si urobiť celkom jednoduchý pokus. Do pohára nalejeme obyčajnú vodu z vodovodu a prikryjeme ju celofánom. Na celofán potom nasypeme kuchynskú soľ tak, aby spodná strana celofánu bola úplne všade v styku s vodou.



Pritom dbáme na to, aby sa voda nedostala na vrchnú stranu celofánu. Po 20 minútach môžeme pozorovať, že voda preniká zospodu navrch. Ak nahradíme celofán fóliou na potraviny, nič podobné sa nedeje. Prečo? Ktoré molekuly prenikajú cez celofán a ktoré cez fóliu?



Keď už sme si vyjasnili, že slaná morská voda spôsobuje dehydratáciu organizmu, vzniká otázka, čo pijú morské ryby? Keby mali ich telové tekutiny koncentráciu solí vyššiu než morská voda, bolo by všetko v poriadku, osmóza by pre ne fungovala správnym smerom. Ale takú vysokú koncentráciu solí v telových tekutinách nemajú. Otázka je o to dôležitejšia, že aj povrch tela je tvorený polopriepustnou membránou. Koža, či už ľudská alebo rybacia, je tiež takouto membránou (prepúšťa síce menej molekúl vody ako bunkové membrány, ale niečo prepustí). K osmóze teda dochádza aj cez kožu. Sladkovodné ryby preto majú zabezpečený celoživotný prísun vody cez povrch tela a ak nechcú prasknúť, musia sa tejto vody nejako zbavovať. Práve preto sladkovodné ryby vôbec nepijú, ale pritom cikajú ostošest' (denne vymočia až 30% svojej telesnej hmotnosti).



Morské ryby si naopak musia zabezpečiť prísun vody do organizmu, pretože osmóza cez povrch by z nich raz-dva spravila sušienky. Nuž ale na pitie nemajú k dispozícii nič iné, než práve morskú vodu. Bez nejakého vtipu by teda vôbec nemohli v mori žiť. No ale o vtipné riešenia nie je v prírode núdza. V žiabrach morských rýb sa nachádzajú špeciálne bunky, ktoré dokážu zbavovať morskú vodu prebytočnej soli. Nedeje sa to osmózou, ale špecifickými "iónovými pumpami", ktoré pritom spotrebúvajú energiu (na rozdiel od osmózy, ktorá je energeticky úplne zadarmo). Prebytočnej soli zbavená voda sa potom dostáva ďalej do organizmu a tam už znova nastupuje osmóza. Je to dobrý vtip, v moriach a oceánoch je dokonca považovaný za jeden z najlepších.

More je slané, ale nie všade rovnako. Niektoré moria sú slanšie ako iné, a dokonca v rámci jedného oceánu sa slanosť vody môže meniť.



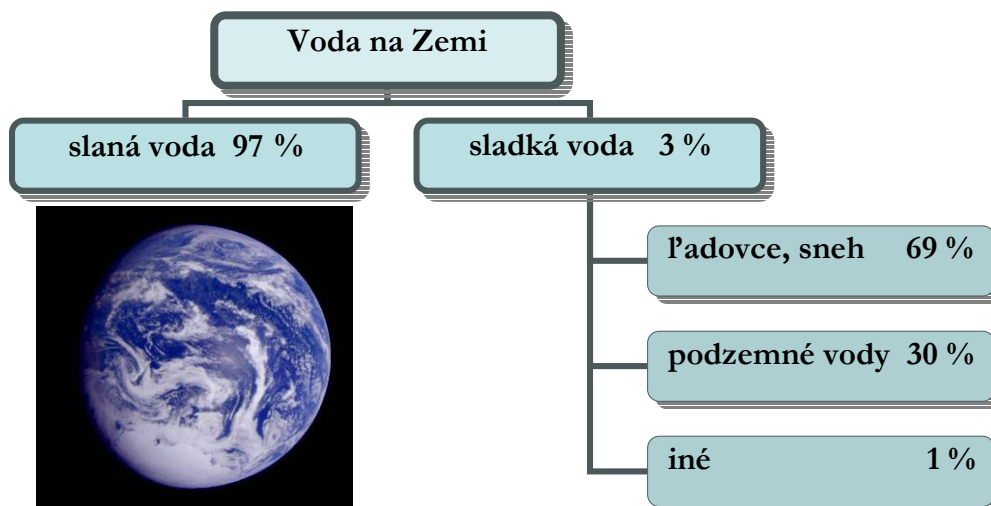
Práve zmena slanosti hrá dôležitú úlohu napríklad pri „poháňaní“ Gofského prúdu. Možno by stálo za to pozrieť sa na to trochu bližšie. A potom, ako nakoniec vždy, o tom porozprávať ostatným. Najlepšie vo forme prezenácie.



Iná vec, na ktorú sa oplatí pozrieť, je Mŕtve more. Voda v tomto mori je mimoriadne slaná, čo spôsobuje, že ľudia sú v ňom nadľahčovaní oveľa viac ako v obyčajnej vode. Ak poznáte Archimedov zákon, skúste tento jav vysvetliť. Ak ho nepoznate, skúste si o ňom naštudovať aspoň toľko, koľko treba pre základné pochopenie silného nadnášania vo veľmi slanej vode.

Prečo je morský ľad sladký?

V minulej časti sme si povedali, že molekulu vody si často môžeme predstavovať ako Mickey Mousea. Táto predstava nám umožňuje pochopiť mnohé zaujímavé a dôležité javy. Už sme si pomocou nej čiastočne objasnili rozpúšťanie soli vo vode a teraz si ukážeme, ako nám že mickeymousovska predstava umožňuje pochopiť aj mnohé ďalšie vlastnosti vody. Začnime drobným opakovaním:



- Percentá v tabuľke sa líšia od percent v texte. Nie je v tom rozpor?
- Koľko vody je vidno na fotografii? Nie je to v rozpore s tým, čo je uvedené v texte na začiatku časti o slanej morskej vode?
- Väčšina ľadovcov sa nachádza v moriach a oceánoch. Tak prečo sú ľadovce uvedené pod sladkou, a nie pod slanou vodou?

V tejto knihe nezvykneme prezrádzať odpovede na otázky, ktoré v nej kladieme, ale tentoraz urobíme výnimku. Takže tu sú odpovede:



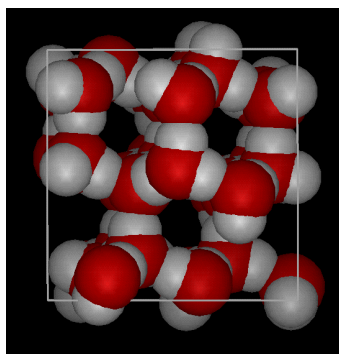
Tak najprv k tým percentám. Pri posudzovaní rozdielov medzi textom a tabuľkou musíme zobrať do úvahy to, či oba zdroje uvádzajú čísla s rovnakou presnosťou. Okrem toho si treba uvedomiť, že pod percentami sa môžu myslieť buď percentá z celku (číže zo všetkej vody), alebo percentá z časti (to je len zo sladkej vody). Koľko percent z celku je šesťdesiatdeväť percent z troch percent (čísla sú z tabuľky)? A koľko dostaneme, keď zaokrúhlime 1,7% uvedených v texte?

Teraz k tej fotografii. Na tej vidíme v skutočnosti samú vodu, nič iné okrem vody tam nevidíme. Naozaj, modrá farba pochádza z hladiny oceánov a biela farba pochádza z oblakov. Nuž a oblaky sú tiež z vody. A rozpor s textom? Ten by tam bol len v prípade, že by sa nijaká peršina nenachádzala pod oblakmi a na odvrátenej strane Zeme. Mimochodom, z ktorej strany vyzerá Zem práve takto?

A napokon k tretej otázke (v skutočnosti nám išlo hlavne o ňu). Ľadovce sú uvedené pod sladkou vodou pretože sú sladké. Jedna z prekvapujúcich vlastností vody je, že pri mŕznutí sa tvorí ľad s oveľa menším obsahom soli, než mala pôvodná kvapalina. Neveríte? Tak sa presvedčíte. Ako? Pokusom

- Tak, a kto teraz nevie odpovedať na naše tri otázky, tak ten asi naozaj nečíta s príliš veľkým porozumením.

O tom, či môžu vznikat' sladké ľadovce zo slanej morskej vody, sa môžeme ľahko presvedčiť pokusom. Pripravme roztok kuchynskej soli (asi 3 g soli do 1 dcl vody), časť vložme do mrazničky a časť nechajme mimo mrazničky. V mrazničke zostane po čase ľad a okrem toho roztok soli, ktorý bude koncentrovanejší (slanší) ako bol pôvodne (to zistíme tak, že ho ochutnáme). Ľad nechajme roztopiť a presvedčme sa, že nie je slaný. Variácia na tú istú tému: Kúpime si 10 dkg šunky a necháme na 24 hodín v mrazničke. Na povrchu šunky sa vylúči vrstva ľadu. Ľad oddelíme a odvodnenú šunku zvážeme. Ak máme viac druhov šunky, môžeme takto porovnať ich kvalitu.



Prečo sa soľ do ľadu nedostane? Dobrá otázka. Čo na ňu hovorí náš kamarát Mickey Mouse? Kryštáliky ľadu majú pravidelnú štruktúru, znázornenú na obrázku (červené guľičky sú hlavičky, biele sú ušká). Premena vody na ľad spočíva v tom, že molekuly vody sa prestanú len tak nezáväzne potulovať a namiesto toho vytvoria pravidelnú štruktúru, v ktorej sa kladne nabitú ušká túlia k záporne nabitým hlavičkám. Ióny sodíka a draslíka však do tejto štruktúry nezapadajú, a tak sa do nej nedostanú.

Znovu zdôraznime, že z obrázku nevyplýva, že molekuly vody vytvoria práve takúto štruktúru. Obrázok názorne opisuje reálnu situáciu, ale nevysvetľuje prečo takáto situácia nastáva. Hlbšie vysvetlenie tu však neponúkame (je príliš zložité).

V zime posypame zamrznuté cesty a chodníky soľou, aby sme ľad roztopili. Je to celkom účinné. A ako to vlastne funguje? Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že soľ nejako chemicky reaguje s ľadom a tým rozrušuje štruktúru ľadu. Takto to však byť nemôže. Práve sme si povedali, že ľad do seba soľ nepustí. Reč bola o tom, že ju do seba nepustí pri zamrzaní, a je naozaj ťažké predstaviť si, že by ju tam pustil, keď už je zamrznutý. Mechanizmu rozpúšťania ľadu soľou musí byť nejaký iný.



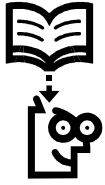
Soľ nerozpúšťa ľad preto, lebo doň preniká, ale preto, lebo doň nepreniká. Čo sa deje na rozhraní medzi ľadom a neľadom? Bez prítomnosti soli časť molekúl vody z ľadu neustále uniká a časť naň neustále dopadá (to všetko v dôsledku tepelného pohybu), pričom sa časť dopadajúcich molekúl k ľadu sa pripojí. V rovnováhe sa počet molekúl, ktoré z ľadu uniknú, rovná počtu molekúl, ktoré k ľadu pribudnú.

Ak však pridáme do vonkajšieho prostredia soľ, časť na ľad dopadajúcich molekúl budú molekuly alebo ióny soli. Počet dopadajúcich molekúl vody sa zmenší (časť z nich je nahradená časticami soli), pričom počet molekúl opúšťajúcich ľad zostane nezmenený. Rovnováha sa naruší, ľad prichádza o svoje molekuly. Inými slovami, ľad sa topí.

- Porozumeli? Naozaj? Veď to nebolo jednoduché. No skúste to vysvetliť sami.

Ľad sa topí aj vtedy, keď naň pôsobíme dostatočne veľkým tlakom, čím rozrušíme jeho pravidelnú štruktúru. Môžeme sa o tom ľahko a efektne presvedčiť tak, že vezmeme blok ľadu, podoprieme ho na dvoch koncoch a cez jeho stred prehodíme veľmi tenký drôt. Na drôt zavesíme zhuba 1-2 kilogramové závažie. Drôt sa dotýka ľadu na malej ploche, čím sa vytvorí veľký tlak. Štruktúra ľadu tesne pod drôtom sa narušuje, ľad sa tam topí, drôt sa vnára do vody. Nad drôtom je tlak normálny a ľad okamžite zamrzá. Drôt tak prejde ľadom a ľad pritom zostane celý.





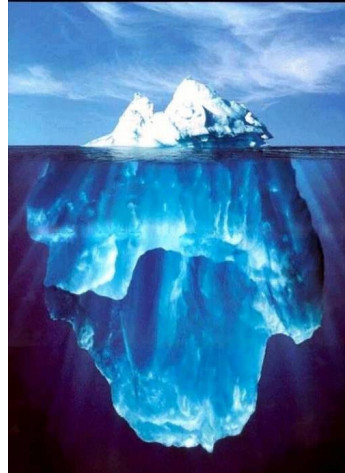
Už sme sa o tej vode niečo naučili, ale to je zatiaľ ešte stále len špička ľadovca. Pred nami je ešte veľa ďalších zaujímavých vecí, napríklad – špička ľadovca.

Slovné spojenie „špička ľadovca“ znamená malú viditeľnú časť niečoho veľkého, pričom oveľa väčšia časť zostáva nášmu zraku skrytá. Z plávajúceho ľadovca vidno nad hladinou naozaj iba malý kúsok, oveľa väčšia časť zostáva pred nami ukrytá pod vodnou hladinou. Prečo sa ľadovce chovajú tak zvláštnym spôsobom?

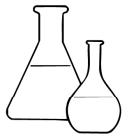
Na prvý pohľad sa nám skutočnosť, že z ľadovca trčí len malá časť, asi zdá prekvapujúca. Prekvapujúce je však skôr niečo iné, a síce to, že z ľadu vôbec niečo trčí. Prečo ľad neklesne na dno, prečo pláva pri hladine?

Podľa takzvaného Archimedovho zákona rozhoduje o tom, či teleso zostane plávať alebo či klesne na dno, jeho hustota. (Hustota látky hovorí, akú hmotnosť má jeden meter kubický tejto látky.) Ak je hustota látky menšia ako hustota vody, teleso zhotovené z tejto látky pláva. Ak je hustota látky väčšia ako hustota vody, teleso z tejto látky klesne na dno.

Ľad teda pláva preto, lebo jeho hustota je menšia ako hustota vody. A to je pomerne prekvapivé, pretože látky sa pri znižovaní teploty väčšinou zmenšujú svoj objem, a teda zväčšujú svoju hustotu. Pri mrazení vody sa však zjavne deje niečo iné.



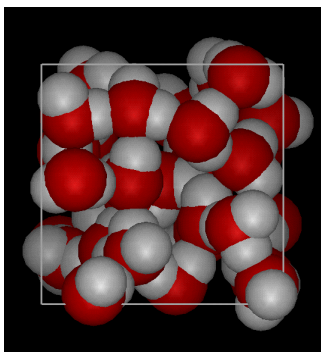
Urobte si vlastný ľadovec. Dajte zamrznúť v plastovej nádobe (napr. v poháriku od jogurtu) vodu. Ľad vyberte a vložte ho do väčšej sklenenej nádoby (napr. pohára od zavaraniny) s vodou. Všimnite si, že nad hladinou vidno naozaj iba malý kúsok „ľadovca“.



O tom, že látky mávajú v pevnom skupenstve spravidla menší objem ako v kvapalnom svedčí jednoduchý pokus. Naplníme tri plastické fľaše vodou, rastlinným olejom a glycerínom a potom ich nechajme v mrazničke. Fľaša s vodou sa roztrhne, lebo ľad zväčší svoj objem. V ďalších dvoch fľašiach sa objem stuhnutých látok zmenší.

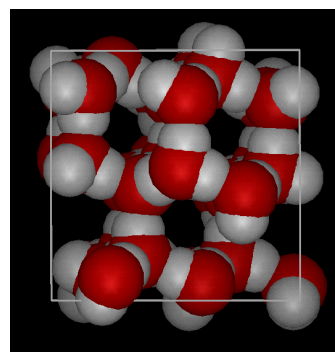
Skutočnosť, že voda pri zamrznutí zväčší svoj objem (a teda že ľad má menšiu hustotu ako voda), je naozaj pomerne zvláštna a výnimočná. Práve preto sa tomu javu hovorí anomália vody. Naše obrázky nám umožnia pochopiť, čo sa vlastne pri mrazení vody deje.

Molekuly vody sa pri znižovaní teploty dostávajú k sebe čoraz bližšie a pri 0°C sú už napratané naozaj dosť tesne. Vtedy sa k sebe začnú túliť hlavičky a ušká Mickey Mouseov, čím vzniká ľadový kryštál. V ňom nie sú molekuly napratané tesne vedľa seba, vytvárajú akúsi šesťuholníkovú štruktúru, pričom zaberajú väčší objem.



← voda
molekuly tesne pri sebe

Ľad →
pravidelná štruktúra
diery medzi molekulami



Ako by vyzeral svet, v ktorom by neexistovala anomália vody? Zaujímavo. Ľad by nezostával na vodnej hladine, ale klesal by na dno. To znamená, že rieky, jazerá a moria by zamrzali odspodu, čo by mierne narušilo potravinový reťazec, pretože na dne rastúce rastliny by v zime neboli prístupné. V skutočnosti by však na tom boli ryby v studených oblastiach oveľa horšie. Rieky, jazerá a moria, ktoré by zamrzali od dna ku hladine, by totiž veľmi rýchlo zamrzli celé.



Ide o to, že vrstva ľadu na hladine je skevelou tepelnou izoláciou. Ľad, aj keď to možno znie čudne, je výborný tepelný izolátor. Práve on chráni vodu pod sebou pred zmraznutím aj vtedy, keď je teplota vzduchu hlboko pod nulou. Ak by však voda zamrzala odspodu, nechránilo by ju pred mrazom nič. Voda samotná je totiž, na rozdiel od ľadu, veľmi dobrým vodičom tepla.

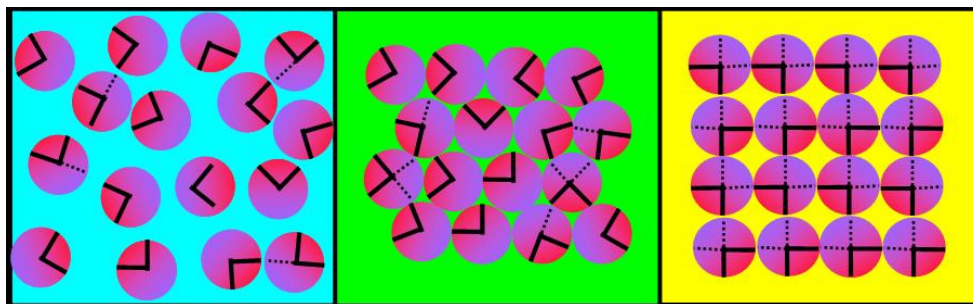
V svete, v ktorom by neexistovala anomália vody, by teda ryby mali pravdepodobne len dve rozumne možnosti, ako si zariadiť život. Buď by sa museli každý rok ukladať na zimný spánok (a počas tohto spánku by sa určite nemohli prevracať), alebo by im neostávalo nič iné, len sa urýchlene vyvinúť prinajmenšom na žaby.

- V texte hrá kľúčovú úlohu jedna fyzikálna vlastnosť ľadu a vody. Ktorá?
- V texte sa tvrdí, že ľad chráni vodu pred zamrznutím. To je ako možné?

Už sme hovorili o tom, že tuhé látky majú často pravidelnú kryštalickú. Z obrázku na predchádzajúcej strane vidno, že ľad má šesťuholníkovú štruktúru včelieho plástu. Dôvodom tejto štruktúry sú detaily Mickey Mouseovej hlavy (čiže detaily rozloženia elektrického náboja v molekule vody). Na záporne nabitej hlavičke sú miesta viac a miesta menej záporne, a uši iných Mickey Mouseov sa radi túlia k tým zápornejším miestam. Rozmiestnenie uší a najzápornejších miest hlavičky je pritom také, že vedie práve k šesťuholníkovej štruktúre.

(Poznámka pre náročných: uhly medzi ušami a zápornými miestami hlavičky majú v ľade 109° , v šesťuholníku treba 120° . Na obrázku však vidno, že molekuly vody neležia v jednej rovine, a tak dokážu vytvoriť šesťuholník aj s uhlom 109° .)

Šesťuholníkový ľad môže teda vznikáť len v trojrozmernom priestore. Keďže je ale naša priestorová predstavivosť často podstatne horšia ako predstavivosť v rovine, je príjemné mať aj dvojrozmerný model. Taký model predstavujú napríklad obrázky pod týmto textom (uši sú na nich znázornené plnými čiarkami, záporne miesta čiarkovane, uhly sú pravé). Čo myslíte, rozpúšťala by sa dvojrozmerná soľ aj v takejto dvojrozmernej vode? Bol by ľad z dvojrozmernej slanej vody slaný? A vykazovala by aj takáto dvojrozmerná voda pri mrznutí anomáliu?



„voda“ pri teplote nad 0°C

„voda“ pri teplote 0°C

„ľad“ pri teplote pod 0°C

Prečo je dažďová voda kyslá?

A kde sa vlastne berie sladká voda? Ak sa soľ tak ľahko rozpúšťa vo vode, ako je vôbec možné, že nejaká voda zostane od soli ušetrená?



Odpoveď nájdeme ľahko. Vezmeme misku so slanou vodou a necháme ju odpariť. Vody je v miske čoraz menej a je čoraz slanšia, až sa nakoniec všetka voda odparí a soľ zostane. (Vedeli by ste zistiť, či sa neodparila aj nejaká soľ? Zistite to.)

Vyparuje sa teda len voda. Čo to znamená pre kolobeh vody v prírode? Nuž to, že zo slaných morí sa vyparuje sladká voda, a tá sa potom vracia na zem v podobe dažďa a snehu. Voda zo zrážok napája potoky a rieky a nakoniec sa dostane späť do mora, kde ju už čaká soľ, ale aj možnosť znovu sa vypariť.



Ak rozpustíme soľ vo vode, zmenia sa výrazne vlastnosti soli aj vody. Znamená to, že medzi soľou a vodou došlo k chemickej reakcii? Odpoveď závisí od toho, čo vlastne nazývame chemickou reakciou.

Jedna možnosť by bola definovať chemickú reakciu ako proces, v ktorom sa z nejakých látok stanú iné látky, s výrazne odlišnými vlastnosťami. V takom prípade by rozpúšťanie soli vo vode evidentne bolo chemickou reakciou, v ktorej sa dve látky

(kuchynská soľ a čistá voda) spoja do novej látky (slanej vody).

V skutočnosti sa však používa iná definícia, podľa ktorej voda a soľ spolu chemicky nereagujú. Táto definícia je založená na intenzite interakcie medzi atómami. Rozpúšťanie soli sme si vysvetlili pomocou pojmu „túlenia sa“. O chemickej reakcii hovoríme vtedy, ak dochádza silnému objatiu (takémuto objatiu hovoríme chemická väzba, túlenie za chemickú väzbu nepovažujeme). Silné objatie nie je možné rozrušiť nejakým jednoduchým spôsobom, rozhodne na to nestačí obyčajné vyparovanie. Ak teda po odparení rozpúšťadla zostane v nádobe pôvodná rozpustená látka, nedošlo medzi nimi k chemickej reakcii. Z chemického hľadiska nevznikla nová látka, ale len roztok jednej látky v druhej.

- Aké dve možné definície chemickej reakcie sa v texte spomínajú?
- Závisí od prijatej definície odpoveď na otázku, či je rozpúšťanie soli reakciou?
- Ktorá z uvedených definícií chemickej reakcie sa používa?



Dobrá predstavu o tom, ako sa líšia vlastnosti kryštalickej soli, čistej vody a slanej vody nám poskytne ich elektrická vodivosť. Pomocou malej batérie a malej žiarovky (lepší bude samozrejme ampérmeter, ale nie je nutný) preskúmajte elektrickú vodivosť destilovanej vody, soli a osolenej destilovanej vody. Možno by stálo za to preskúmať aj vodivosť iných látok, napríklad obyčajnej vody alebo osladenej destilovanej vody.

Výsledky meraní pre slanú vodu je možné ľahko pochopiť na základe nášho vysvetlenia rozpúšťania soli vo vode. Ióny sodíka a draslíka sú elektricky nabité (na tom nič nemenia elektricky neutrálni Mickey Mousovia, ktorí sú k nim pritúlení) a preto sú priťahovaní k elektródam batérie. Kladné sodíky sa pohybujú k zápornej elektróde, záporné chlóry sa pohybujú ku kladnej elektróde. A práve tento pohyb nabitých častíc je elektrický prúd.

V nerozpustenej kryštalickej soli (v tuhom stave) nie sú k dispozícii nijaké voľné ióny. V destilovanej vode tiež nie.

Tak, a teraz jeden chyták: aká je dažďová voda, slaná alebo sladká? Správna je tretia možnosť: dažďová voda je kyslá. Naozaj, dažďová voda je slabá kyselina. Faktom je, že len veľmi slabá, nuž ale predsa len kyselina. A táto skutočnosť má veľa významných dôsledkov.



Ale ako je to možné? Veď dážď pochádza z vody, ktorá sa vyparila zo zemského povrchu – a to je predsa čistá voda. Vtip je v tom, že vo vzduchu sa nachádza veľa látok, ktoré sa vo vode dobre rozpúšťajú. Kyslost' dažďovej vody spôsobujú plyny ako oxid uhličitý, oxid siričitý, oxid sírový a oxidy dusíka. Tieto oxidy s vodou reagujú a tým vznikajú príslušné kyseliny (kyselina uhličitá, kyselina sírová, kyselina siričitá, kyselina dusičná).

Ako sa môžu tieto plyny rozpúšťať v parách vody? Nie je na rozpúšťanie potrebné voda v kvapalnom skupenstve? Áno, je na to potrebná kvapalná voda a takej vody je v atmosfére dostatok. Mnohí ľudia považujú oblaky za vodné pary, ale to je hrubý omyl. Oblaky sa skladajú z malých aj väčších kvapiek vody. Len vďaka tomu ich vidíme, pary vody sú neviditeľné.

No dobre, ale prečo vznikajú zo spomínaných oxidov vo vode kyseliny? To preto, lebo molekuly týchto plynov sú schopné vytvoriť chemickú väzbu (objatie) s molekulou vody. V tomto objatí sa však s Mickey Mouseom stane zvláštna vec – občas stratí ucho. Prečo sa to deje, to tu vysvetľovať nebudeme, ale je fakt, že sa to deje. Odrhnuté uško (ión vodíka, čiže vodík bez elektrónu, čiže jadro vodíka, čiže protón) sa začne samo potulovať vodou (a nechá sa pritom poľutovať ostatnými Mickey Mouseami, ktorí sa k nemu túlia, pretože je nabitý). No a voda, ktorá obsahuje ióny vodíka, sa volá kyselina. O tom si ešte povieme, keď príde čas.

- Aké látky nazývame kyselinami? Je dažďová voda kyselina?
- Aké ióny robia z dažďovej vody kyselinu? Odkiaľ sa v nej berú?
- Ak je vodná para neviditeľná, ako je možné, že vidíme oblaky?

Už ste sa možno niekde stretli so slovným spojením kyslý dážď. Toto spojenie označuje niečo iné, než je obyčajný dážď (hoci aj obyčajný dážď je kyslý). Kyslý dážď je dážď, ktorý je kyslejší než obyčajný dážď.



Kde sa takéto niečo berie, aké to má prirodzené a aké umelé zdroje, aké negatívne dôsledky to má na stavby, konštrukcie a na životné prostredie, čo sa proti tomu dá robiť – to všetko sú veľmi zaujímavé otázky. Takže koho to zaujíma, nech sa páči.

Otázky spojené so životným prostredím a vplyvom človeka naň patria k vďačným témam na diskusiu. Ak sa v triede vyskytujú čo i len trochu odlišné názory na problematiku znečistenia ovzdušia, kyslých dažďov, globálneho oteplenia, vyčerpania či znehodnotenia poľnohospodárskej pôdy, vyčerpania nerastných surovín a energetických zásob, atď, bola by škoda nevyužiť to. Schopnosť argumentovať, schopnosť počúvať argumenty druhej strany, schopnosť kriticky hodnotiť argumenty ako vlastné, tak aj cudzie – to všetko umožňujú debaty o životnom prostredí v miere naozaj bohatej.



Ako sme si už povedali, v dažďových kvapkách sa rozpúšťajú plyny z atmosféry, a tým vzniká slabá kyselina, ktorá je schopná rozpúšťať niektoré horniny (čerstvo predestilovaná voda s horninami nereaguje). Takto sa do vody dostáva napríklad vápnik, ktorý je vo nej prítomný vo forme takzvaného hydrogenuhlíčitanu vápenatého (čím viac ho voda obsahuje, tým je tvrdšia). Táto látka sa za istých okolností mení na nerozpustný uhličitán vápenatý, ktorý sa z vody vyzráža. Takto sa tvoria krasové útvary aj vodný kameň.



Vznik vodného kameňa v práchkach a jeho odstraňovanie je príkladom chemických reakcií, ktoré sa denne odohrávajú v bežnom živote okolo nás. Ak sa chcete zoznámiť s chemickými reakciami a s bežným spôsobom ich zápisu, ponúkame vám malú detektívnu hru. Na obrázkoch je znázornený príbeh vzniku vodného kameňa. K jednotlivým obrázkom patria popisky, ktoré sa však poprehadzovali. Popisky hovoria:

VZNIKNE ROZPUSTNEJŠÍ
HYDROUHLIČITAN VÁPENATÝ

ZREAGUJE S MOLEKULAMI VODY
A VZNIKNE KYSELINA UHLIČITÁ

POD VPLYVOM KYSELINY OCTOVEJ
SA VODNÝ KAMEŇ ROZPUSTÍ

VZNIKNE OCTAN VÁPENATÝ
A KYSELINA UHLIČITÁ

OXID UHLIČITÝ PRENIKNE
DO DAŽĎOVEJ KVAPKY

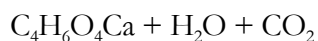
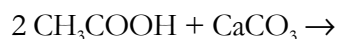
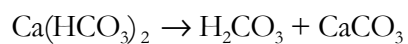
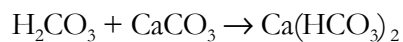
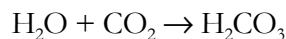
KYSELINA UHLIČITÁ SA LAHKO
ROZKLADÁ NA OXID UHLIČITÝ A VODU

HYDROUHLIČITAN VÁPENATÝ SA PRI VARENÍ
ROZLOŽÍ NA KYSELINU UHLIČITÚ A NEROZPUSTNÝ
UHLIČITAN VÁPENATÝ (VODNÝ KAMEŇ)

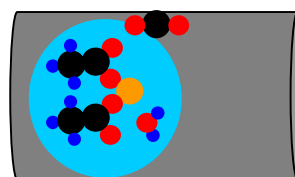
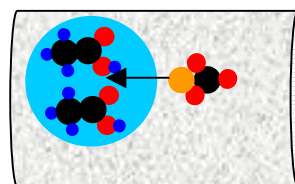
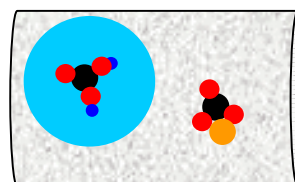
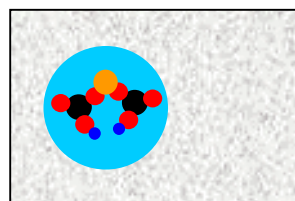
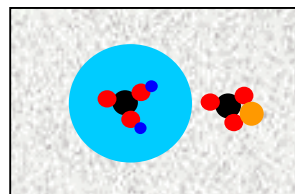
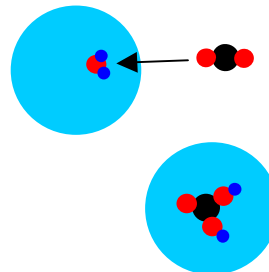
KYSELINA UHLIČITÁ REAGUJE S VÁPENCOM

Usporiadajte popisky do správneho poradia, t.j.
zistite, ktorá popiska patrí ku ktorému obrázku?

- Obrázky sa dajú popísať aj rovnicami:



Jednotlivé symboly v týchto rovniciach zodpovedajú jednotlivým guľičkám na obrázkoch. Ktorý symbol patrí ku ktorej guľičke a ku ktorému slovu? Sú tieto rovnice napísané v správnom poradí?



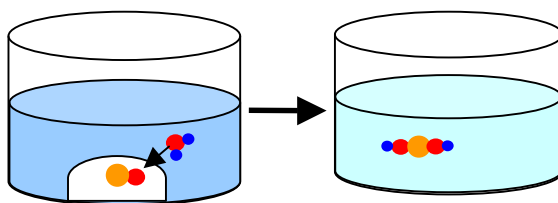
Keď už sme pri tom vápenci, povedzme si o ňom, že je to takzvaná usadená hornina, ktorá vznikla v dávnych geologických dobách z lastúr a kostí morských živočíchov. Do našich domácností sa nedostáva len prostredníctvom tvrdej vody ako neželaný vodný kameň. Dostáva sa tam aj tak, že si ho tam sami nosíme.



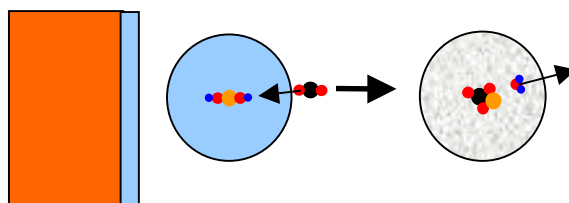
Omietka je rafinovaným spôsobom prenesená krása vápencového útesu na naše steny. Dôvod nie je len estetický, ale najmä praktický – omietka predovšetkým chráni stenu pred poveternosnými vplyvmi. Dnešné omietky obsahujú rôzne nevápencové prímеси, ale na vysvetlenie princípu nám úplne postačí uvažovať čisto vápencovú omietku. Proces, ako dostať vápenec na stenu je trojstupňový. Najprv sa vyrobí z prírodného vápenca takzvané pálené vápno, z neho sa pridaním vody urobí takzvané hasené vápno, a z neho vznikne na stene znova vápenec. Tento proces je znázornený na obrázkoch, ale popisky sa znova poprehadzovali. Vaša úloha je rovnaká ako minule: nájsť správne poradie obrázkov, popisiek a rovníc.



PO NANESENÍ NA STENU JE HASENÉ VÁPNO VYSTAVENÉ VZDUCHU. POD VPLYVOM OXIDU UHLIČITÉHO (KTORÝ JE VO VZDUCHU) SA OPĀŤ MENÍ NA VÁPENEC A VODU.

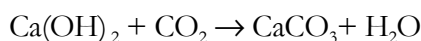
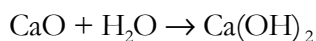
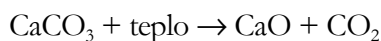


VÁPENEC SA ZAHREJE V PEČI NA VYSOKÚ TEPLOTU, PRI KTOREJ SA ZAČNE ROZKLADAŤ NA OXID VÁPENATÝ (PÁLENÉ VÁPNO) A OXID UHLIČITÝ (TEN UNIKNE DO VZDUCHU).



OXID VÁPENATÝ NECHÁME REAGOVAŤ S VODOU. VZNIKÁ HYDROXID VÁPENATÝ (HASENÉ VÁPNO)

Ktorá z nasledovných rovníc zodpovedá páleniu, haseniu a „sušeniu“ vápna?



Ak vás zápis chemických reakcií pomocou obrázkov alebo vzorcov a rovníc zaujal, skúste si nájsť informácie o nejakých ďalších zaujímavých chemických reakciách a skúste ich zapísať takýmto spôsobom.



Čo by sme mali vedieť

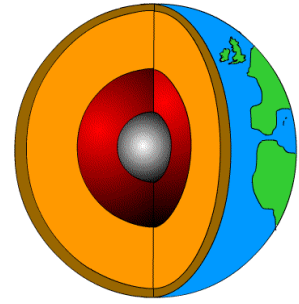
Z tejto kapitoly si nemusíte zapamätať skoro nič. Atómom a molekulám bude ešte venovaného veľa miesta v inej knižke, v ktorej sa toho o chémii dozvieme o kus viac. A zatiaľ jediné, čo by sme mali z chémie vedieť, je toto:

- Mali by sme vedieť, že kuchynská soľ je zlúčenina sodíka a chlóru. Mali by sme rozumieť podstate rozpúšťania soli vo vode a významu soli pre ľudský organizmus. Mali by sme tiež vedieť vysvetliť, odkiaľ a ako soľ získavame.

No dobre, tak ale načo bola potom celá táto kapitola? Na to, aby sme sa dozvedeli veľa zaujímavých vecí. A či sú tie veci aj užitočné? Ale isteže sú. Zaujímavé veci sú skoro vždy užitočné, a to aj vtedy, keď na prvý pohľad vyzerajú úplne neužitočne.

Ako príklad úplne neužitočnej, ale nie celkom nezaujímavej činnosti si ešte na záver urobme takéto cvičenie. Dve mapy, ktoré so skutočnosťou súvisia len veľmi voľne, nám ponúkajú dobrú príležitosť použiť veľa z toho, čo sme sa naučili o atmosfére a o moriach. Na stredovekej aj na vymyslenej mape zaberajú oceány menej zemského povrchu, ako v skutočnosti. Ako by asi vyzeralo podnebie na planéte, ktorej by zodpovedala niektorá z týchto máp? Koľko by tam bolo púští a kde by sa nachádzali? Kde by boli dažďové pralesy? Čo ešte by sme vedeli povedať?





Cesta do stredu Zeme

T^{Ext}
úvodné reči

Odkiaľ má krajina svoju tvár?

Experiment s „ľadovcom“. Naplňte dva poháriky od jogurtu vodou. Do jedného z nich nasypťte aj jednu - dve lyžice morského alebo riečného piesku. Dajte oba poháriky zamrznúť. Na vodorovnú mierne naklonenú plochu položte asi 30 cm tenkej potravinárskej hliníkovej fólie. Na ňu položte ľad z jogurtových pohárikov tak, aby sa nešmýkal. Pozorujte, čo sa deje počas topenia ľadu a aký je rozdiel, ak ľad obsahuje piesok. Experiment je dobré robiť v zime, potom možno nechať ľad topiť pomaly na vonkajšej parapetnej doske okna. (Z ľadu by sa mali odlupovať kusy, lebo sa topí nepravidelne a viac v okolí piesku. Na konci by mala vzniknúť zvlášťne sformovaná „krajina s morénami“.)

Riečne meandre (náročný a veľkolepý experiment). Do veľkej plochej misky nasypťte jemný piesok a namočte ho. Naňho dajte na kašu rozmiešanú hrnčiarSKU hlinu. Na jednom okraji začnite do misky napúšťať pramienok vody. Pozorujte tvar vznikajúceho „riečiska“ v závislosti od sklonu misky.



Takto to vyzerá, ak sa to podarí

Urobte si sopku. Ohnite trubičku o tvaru U, do jedného konca vložte lievnik. Roztavte vosk a lejte ho do lievika. Z druhého konca bude vosk vytekať a tuhnúť, čím vytvorí „sopečný vrchol“. Podľa teploty vosku a a rýchlosti jeho vytekania vznikne útvar podobný štítovej sopke (rozsiahly plochý kopec) alebo kužeľovitý kopec. Po vychladnutí vosku vznikne na vrchole „sopky“ prepadnutá kaldera.

Formovanie útesov. Nasypťte do väčšej nádoby (napríklad akvárium) asi 20 cm piesku a asi do polovice ho zalejte vodou. Z jednej strany piesok zhrňte, čím vznikne „more“ a strmý okraj pieskového „útesu“. Rukou vytvorte „vlnobitie“ a pozorujte, ako sa útes vyvíja (bude sa podmieľať a odlamovať).

Gejzír. V prírode vznikajú gejzíry najčastejšie tak, že, v hĺbke sa voda presýtená s oxidom uhličitým postupne ohrieva. Po dosiahnutí istej teploty sa oxid uhličitý začne uvoľňovať vo forme plynu a vypudí vodu von. Javu pomáha aj to, že pri vytlačení vody k zemskému povrchu klesá jej tlak, a tým aj schopnosť rozpúšťať oxid uhličitý.

Experiment: upevnite na školskom dvore plastovú fľašu, napríklad zahrabaním do piesku. Nasypťte do nej asi štvrt' až pol šálky sódy bikarbóny. Potom nalejte do fľaše asi 2 až 3 dl octu a rýchlo utekajte ☺. (Reakciou sódy a octu sa uvoľňuje oxid uhličitý.)

Odkiaľ máme nerastné bohatstvo?

Zo zemskej kôry

Nerastné a organické

Diskusia Julian Simon

Odkiaľ sa berú zemetrasenia a sopky?

Z mantisy

Zemetrasenia, seizmologický roentgen, základná štruktúra Zeme, tekutá mantisa, kontinentálne platne, zemetrasenia, sopky

vrásnenie

Odkiaľ má Zem magnetické pole?

Z jadra

Čo by sme mali vedieť

text



Život na Zemi

T^{Ext} úvodné reči

O čom bude prvá časť?



V oceánoch sa vyskytujú miesta, kde sa voda trhlinami v morskom dne dostáva hlboko dovnútra horniny, tam prichádza do styku s horúcimi časťami zemskej kôry, jej tlak aj teplota sa enormne zvýšia a takto sa vracia k morskému dnu, z ktorého tryská v obrovských gejzéroch. Opísaný jav bol najprv predpovedaný teoreticky a v roku 1977 bol naozaj experimentálne potvrdený: takéto gejzéry objavila expedícia hlbokových plavidiel v okolí Galapág, v hĺbke okolo 2500 metrov. Neskôr bolo ob-

javovaných viacero oblastí s takýmito gejzérmi.

Očakávaný objav samotných gejzérov bol sprevádzaný úplne neočakávaným objavom života v ich blízkosti. Neočakávaným preto, lebo málokteré prostredie je tak nehostinné, ako okolie takýchto gejzérov. Teplota vody tam dosahuje niekedy až 350 stupňov Celzia (pod vysokým tlakom voda nevie pri 100 stupňoch a môže dosahovať oveľa vyššie teploty), je extrémne kyslá, obsahuje jedovaté plyny a ťažké kovy. A život si tam pokojne existuje, dokonca nie napriek týmto podmienkam, ale vďaka nim. Základom života sú tu mikróby, ktoré dokážu vyrábať využiteľnú energiu nie fotosyntézou, ale takzvanou chemosyntézou. Využívajú pritom sírovodík vyrhovaný do mora „z útrobov Zeme“ a stávajú sa základom potravinového reťazca. Priamo mikróbmi sa živia tamojšie slimáky, na nich si pochutnávajú ryby a kraby. Spolu vyše 300 druhov, z čoho asi 95% sa nikde inde nevyskytuje.



predebatovať príklady teoretických predpovedí, experimentálnych overení a neočakávaných objavov príklad – Kolumbus, skúsi nájsť ďalšie príklady

O čom bude druhá časť?

O čom bude tretia časť?

Čo by sme mali vedieť



Ľudia a svetadiely

T^{Ext}
úvodné reči

O čom bude prvá časť?

O čom bude druhá časť?

O čom bude tretia časť?

Čo by sme mali vedieť

text

