

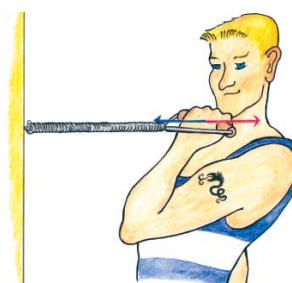


SÍLA A JEJÍ ÚČINKY



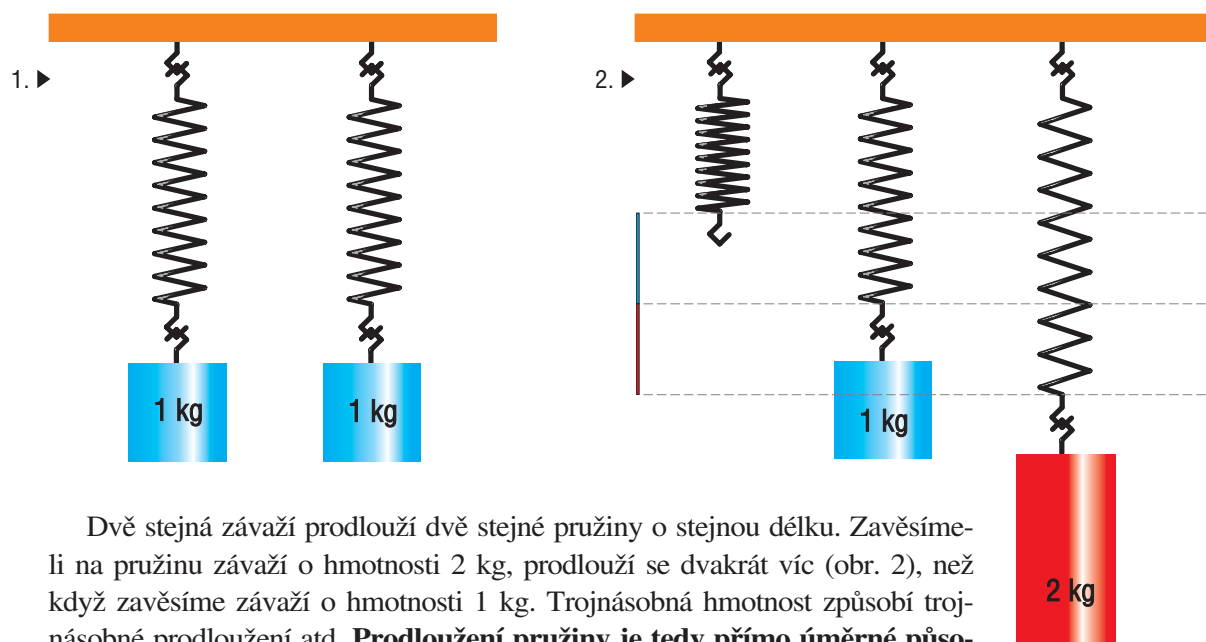
Podívejte se na obrázky: plavčík sedící v neckách zatlačil rukou na kamenný sloupek na molu. Loďka se dala do pohybu, odjela po vodě směrem od mola, zatímco sloupek samozřejmě zůstal na místě. Sportovec napnul pružiny posilovacího zařízení, cítí však, jak se pružina natažení brání. Plavčíkovy ruce zatlačily na sloupek, sloupek zatlačil na plavčíkovy ruce. Ruce sportovce natáhly pružinu, pružina přitahuje ruce zpět. Když působí jedno těleso na druhé, působí vždy i druhé těleso na první. **Působení těles je vždy vzájemné.**

Vzájemné působení těles popisujeme pomocí fyzikální veličiny, kterou nazýváme **síla**.





Síla, kterou vyvíjí plavčík, je stejně velká jako síla, kterou na něj vyvíjí sloupek, ale opačného směru. A stejně je tomu u sportovce: pružina působila stejně velkou silou opačného směru na jeho ruce. Uveďte sami další příklady vzájemného působení těles. > poznámka [1]



Dvě stejná závaží prodlouží dvě stejné pružiny o stejnou délku. Zavěsíme-li na pružinu závaží o hmotnosti 2 kg, prodlouží se dvakrát víc (obr. 2), než když zavěsíme závaží o hmotnosti 1 kg. Trojnásobná hmotnost způsobí trojnásobné prodloužení atd. **Prodloužení pružiny je tedy přímo úměrné působící síle.** Toho využíváme při měření velikosti síly přístrojem, který už určitě znáte. Jak se jmenuje?

Fyzikální veličina **síla**:

- značka: **F**
- jednotka: **newton** (čteme njútn)
- značka jednotky: **N**



▲ Odpověď na otázku zní: siloměr.

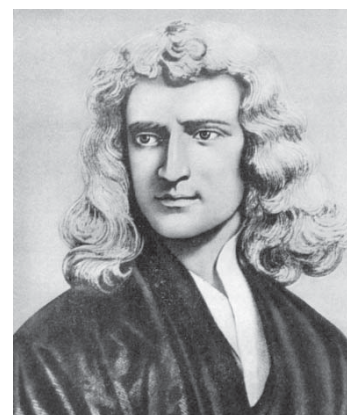
Jednotka síly byla nazvána na počest anglického fyzika Isaaca Newtona (1642–1727), který jako první popsal vzájemné silové působení těles (více se dočtete v Přílohách, str. 60). Velikost jednotky ale neurčil samotný Newton. Byla stanovena později dohodou:

1 N je síla, kterou napíná pružinu siloměru závaží o hmotnosti přibližně 100 g (tolik váží například tabulka čokolády).

> poznámka [2]

► Isaac Newton v mladém věku.

Tento vědec kromě vzájemného silového působení zkoumal podstatu světelných jevů a zformuloval také tři pohybové zákony, na kterých postavil nový popis pohybu těles na Zemi i ve vesmíru.



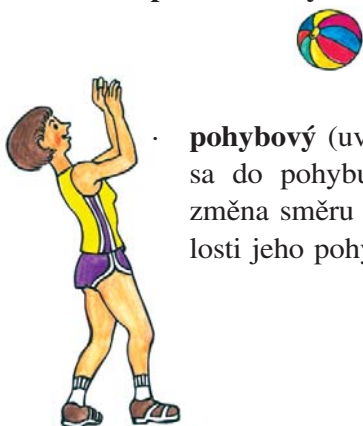
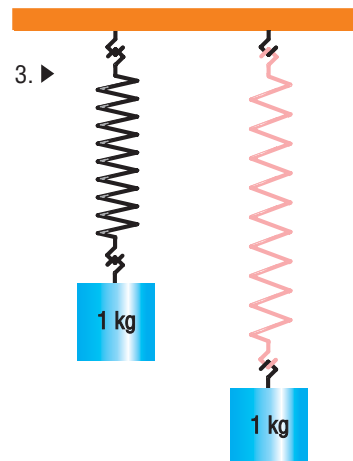


MĚŘÍME SÍLU

Zopakujte si, co už víte: jak se měří pomocí **siloměru**? Každý siloměr, který používáme, má určitý **rozsah**, stejně jako měřidla, o kterých jste se už učili. Rozsah siloměru závisí na vlastnostech použité **pružiny**. > poznámka [3]

Pružiny na obrázku se působením stejného závaží (stejně síly) protáhly různě. Jsou z odlišných materiálů, a tak kladou závaží ne-stejně velký „odpor“. Říkáme, že pružiny mají různou **tuhost**. Pružina, která se protáhla méně, má větší tuhost než druhá pružina, jejíž protažení je větší (obr. 3). > poznámka [4]

Účinek působení síly může být:



· **pohybový** (uvedení tělesa do pohybu či klidu, změna směru nebo rychlosti jeho pohybu),



· **deformační** (změna tvaru tělesa).



Změna tvaru těles vlivem působící síly může být dvojího druhu. Vyzkoušejte si to sami: Nafoukněte nafukovací balonek, položte ho na stůl a zatlačte na něj rukou. Balonek změni svůj tvar, stlačí se. Když z něj ruku spustíte, vrátí se do původního tvaru. Tuto deformaci proto nazýváme **pružnou**. Nyní zatlačte na balonek oběma rukama nebo nohou. Balonek praskne. Došlo k nevratné změně tvaru tělesa, tato deformace je **trvalá**. Trvalou deformací je třeba i vytvoření figurky z plastelíny. Důležité totiž je, že nový tvar už si plastelína ponechá, nevrátí se tedy do původního stavu.

GRAVITAČNÍ SÍLA

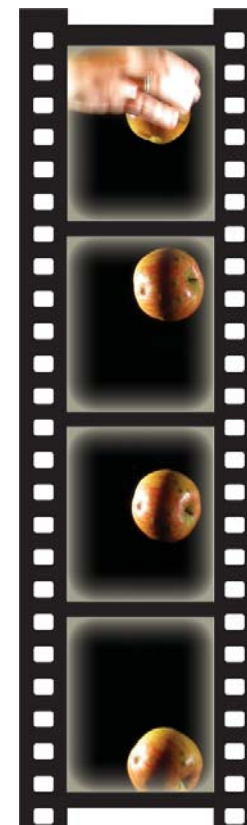
Dešťové kapky padají k zemi, Měsíc obíhá okolo Země, rozhoupaná houpačka se nakonec ustálí v nejnižší možné poloze, po zakopnutí upadneme na zem. Všichni to víme, ale přesto se můžeme ptát: „Čím to je, že se nevznášíme nad zemí?“ Určitě vás napadne věta: „To má na svědomí zemská přitažlivost“.

Země působí na všechna tělesa přitažlivou silou – **gravitační silou**. Hovoříme také o zemské přitažlivé síle, o gravitaci. Její účinky se projevují nejenom na povrchu Země, ale i v jejím okolí (letadlo, padák atd.).



Země přitahuje všechna tělesa **směrem do svého středu** a tento směr označujeme jako **směr svislý**. Ani my v České republice, stejně jako protinožci v Austrálii, nemůžeme odletět do vesmíru ani se nám nehraje krev do hlavy, jako když se povésíte hlavou dolů na hrazdě.

> poznámka [5]



Svislý směr jste při vážení na rovnoramenných vahách určovali pomocí závaží zavěšeného na niti – **olovnice**. Země totiž volně visící závaží přitahuje ke svému středu.

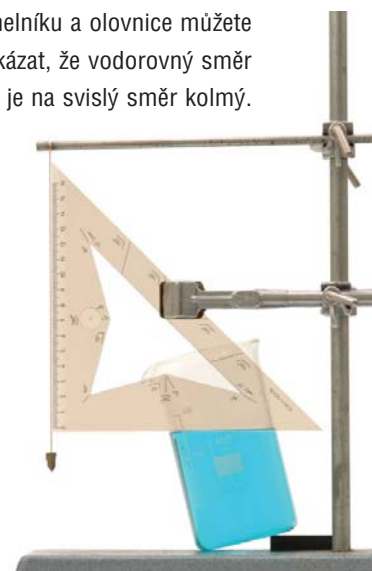
Olovnice je nepostradatelným pomocníkem například pro zedníky, kteří pomocí ní staví svislé zdi. Křivě postavená, nakloněná zeď by se přece zhroutila – a to opět působením gravitace.

Naučili jsme se, že hladina kapaliny v klidu je vždy vodorovná (i když kádinku nakloníte do jakékoliv polohy). Pokuste se nyní určit, jaký úhel svírá směr svislý se směrem vodorovným. Pro ověření použijte pomůcky, které vidíte na obrázku. > poznámka [6]



▲ V detailu vidíte svisle směřující olovnici.

► Pomocí trojúhelníku a olovnice můžete jednoznačně ukázat, že vodorovný směr je na svislý směr kolmý.



Podobně jako kolem Země existuje magnetické pole, existuje kolem ní i další silové pole. Nazýváme je **polem gravitačním**. Na každé těleso v něm působí svisle dolů **gravitační síla**. Na čem závisí velikost gravitační síly?



Vyprázdněte svůj školní batoh a zvedněte jej. Položte jej znovu na zem a vložte do něj zpět všechny věci, které potřebujete do školy. Znovu jej zvedněte. Ve kterém případě jste museli vynaložit více námahy – použít pro překonání gravitace větší sílu? V čem se oba případy lišily? Odpověď je jasná:

Čím větší hmotnost těleso má, tím větší gravitační silou je k Zemi přitahováno. S rostoucí vzdáleností od Země se však velikost působící gravitační síly naopak zmenšuje.

Nejen kolem Země, ale také v okolí všech ostatních těles, která nás obklopují, existuje gravitační pole, které působí gravitační silou na ostatní tělesa. Gravitační síly nelze zrušit, každé těleso jakékoliv velikosti (od nejmenšího až po největší) působí na ostatní tělesa gravitační silou. Gravitační síly, které mezi tělesy kolem nás působí, jsou velmi malé, takže je vůbec nepocítujeme. Vždyť i ta tělesa jsou vlastně velmi malá – mají v porovnání se Zemí malou hmotnost. Uvědomujeme si pouze působení gravitační síly Země, jemuž jsme neustále vystaveni.



▲ Vliv gravitace si Jitka uvědomila pod jabloní. Traduje se, že podobně dospěl k objevu gravitační síly i Isaac Newton.



▲ Fotografie z umělé družice zachycuje Zemi s jejím přirozeným satelitem – Měsícem.

Gravitační pole se vyskytuje rovněž kolem všech vesmírných těles. I v tomto případě velikost gravitační síly závisí na hmotnosti vesmírného tělesa. Země obíhá kolem Slunce díky jeho gravitační síle. Nepřekvapí vás asi důvod, proč Měsíc obíhá poslušně okolo Země a neuletí do vesmíru...

Měsíc má mnohem menší hmotnost než Země. Proto se kosmonauti, kteří přistáli na Měsíci a procházeli se po jeho povrchu, cítili mnohem lehčí než na Zemi. Gravitační pole Měsíce je ve srovnání s gravitačním polem Země šestkrát slabší.

Naopak gravitační pole Slunce je sedmadvacetkrát silnější než gravitační pole Země.

▼ Dokážete vysvětlit, proč jsou na ilustraci šipky u magnetů připevněných na vagonky vláčku?



MAGNETICKÁ SÍLA

Připomeňme, co už znáte. V okolí každého magnetu je **magnetické pole**, které působí **magnetickou silou**. Magnetická síla přitahuje k magnetu železné předměty, přitahuje nesouhlasné póly magnetu a odpuzuje póly souhlasné. S rostoucí vzdáleností od magnetu se velikost magnetické síly zmenšuje.



▲ Právítko lze třením zeledrovat, takže přitahuje drobné papírky.



▲ Jantar je zkamenělá pryskyřice z pravěkých jehličnatých stromů, je to průhledná žlutohnědá pevná látka. Dnes se využívá k výrobě šperků.



▲ Na fotografii jsou dva igelitové proužky. Byly vyfotografovány před zeledrováním o papír, nebo po něm?

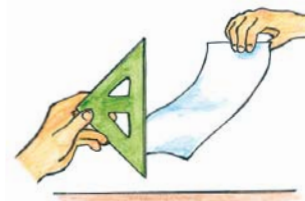
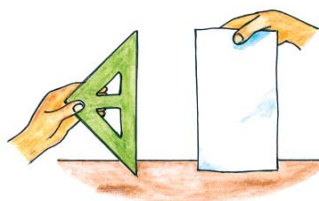
ELEKTRICKÁ SÍLA

1. Třete umělohmotné pravítko o své vlasy a pak ho přibližte k drobným útržkům papíru. To, co bude následovat, funguje nejen s umělou hmotou pravítka, ale i s přírodními materiály, například s jantarem, a tak si lidé této schopnosti některých látek všimli už velice dávno. Určitě víte, o co jde...

V šestnáctém století anglický přírodovědec William Gilbert objevil i jiné materiály vykazující stejné schopnosti jako jantar. Podle řeckého pojmenování jantaru – elektron – byly jevy spojené s přitahováním drobných předmětů nazvány **elektrickými jevy**. Síla, kterou jsou předměty přitahovány, je **síla elektrická**. Vysvětlit podstatu elektrických jevů se však podařilo teprve ve dvacátém století, kdy fyzika poznala stavbu atomu, o níž se budete učit i vy.

> poznámka [7]

2. Přibližte k sobě list papíru a plastové pravítko. Co pozorujete? Nyní rychle třete plastové pravítko o list papíru. Pak opět přibližte papír k pravítku. Co se nyní děje? > poznámka [8]



List papíru a pravítko se třením zeledrovaly, což se projevuje jejich vzájemným přitahováním. **Tělesa lze zeledrovat** různými způsoby. Jednou z možností, jak to provést, je vzájemné tření dvou těles. Vyzkoušejte si to při dalším pokusu:

3. Připravte si dva proužky igelitu. Při přiblížení k sobě na sebe nereagují. Nyní každý z proužků zeledrujte o list papíru. Takto „připravené“ proužky k sobě znovu přibližte. Co pozorujete? > poznámka [9]

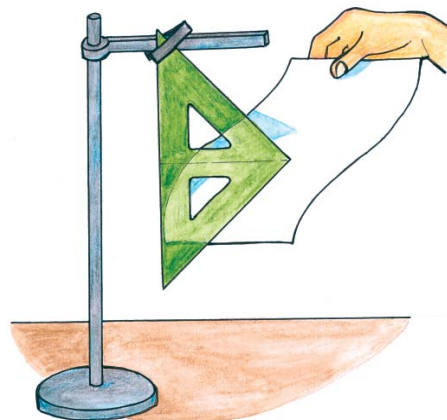


Z pokusů je zřejmé, že se zelektrovaná tělesa buď přitahují, nebo odpuzují. Kolem zelektrovaných těles je **elektrické pole**. Elektrické pole působí na zelektrovaná tělesa **elektrickou silou** – přitažlivou, nebo odpudivou. Proč?

To vše proto, že třením získávají zelektrovaná tělesa **elektrický náboj**. Říkáme, že **tělesa se elektricky nabíjí** (zelektrovala).

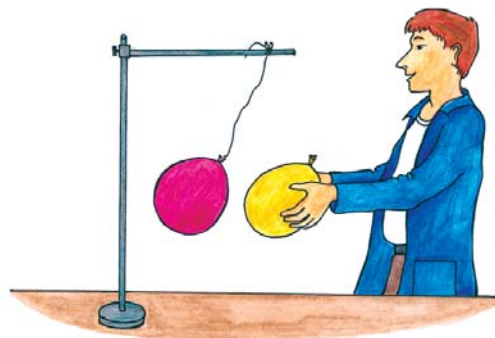
4. Třením o papír zelektrujte plastové pravítko. Zelektrované plastové pravítko zavěste volně na stojan. Nyní se k zavěšenému pravítku přibližujte zelektrovaným papírem. Co pozorujete?

O zelektrovaných tělesech, která se vzájemně **přitahují**, říkáme, že mají **nesouhlasné náboje**. (Je to podobné jako s nesouhlasnými póly u magnetů.)



5. Třením o papír nebo svetr zelektrujte nafukovací balonek. Zelektrovaný balonek pak zavěste volně na stojan. Podobně zelektrujte druhý balonek a přibližte se s ním k zavěšenému balonku. Co pozorujete?

Naopak o zelektrovaných tělesech, která se vzájemně **odpuzují** (podobně jako souhlasné póly magnetů), říkáme, že mají **souhlasné náboje**.



Je zřejmé, že zelektrované pravítko má jiný náboj než zelektrovaný papír. Existují totiž **dva druhy elektrického náboje** – **kladný a záporný**. Ve fyzice budeme jako kladný označovat náboj zelektrovaného skla nebo náboj, který získalo pravítko. > poznámka [10]

V následujícím přehledu jsou různé látky seřazeny podle toho, jaký náboj zelektrováním získají.

vlasý	kožošina	sklo	peř	bavlna	hedvábí	kůž	dřevo	papír	pečetní vosk	tvrdá guma	umělé hmoty
+											
-											

Třeme-li tedy vzájemně dvě různé látky z této řady, potom **ta, která je na stupnici vlevo (+), předává své záporné náboje látce, která stojí v řadě blíže zápornému konci (-)**.

Při tření pravítka o papír předává papír záporné náboje umělohmotnému pravítku, proto je pravítko nabitě záporně a papír kladně. Pokud třeme papír o sklo, předává sklo záporné náboje papíru, proto je nabitě kladným nábojem, zatímco papír tentokrát nábojem záporným.



Čím jsou v uvedené stupnici látky dál od sebe, tím větší elektrický náboj si předají. **Látka, která záporné náboje přijala, je nabitá záporně. V látce, která záporné náboje odevzdala, převažuje kladný náboj, proto je nabitá kladně.** > poznámka [11]

Shrnutí

Působí-li jedno těleso silou na druhé, pak současně působí i druhé těleso na první – a to stejně velkou silou, ale opačného směru. **Síla** je fyzikální veličina, má značku F a jednotku newton (N).

Okolo zeměkoule existuje **gravitační pole**, ve kterém gravitační síla Země přitahuje všechna tělesa směrem do svého středu (svislý směr). Gravitační pole existuje okolo každého tělesa na Zemi i ve vesmíru.

Při vzájemném tření se mohou tělesa zeektrovat – nabít nábojem. Existují **dva druhy náboje** – **kladný a záporný**. Kolem zeektrovaných těles je elektrické pole, ve kterém působí **elektrická síla**. Tělesa zeektrovaná souhlasnými náboji se vzájemně odpuzují, naopak tělesa zeektrovaná nesouhlasnými náboji se přitahují.



◀ Účinky silového působení na lidské tělo se zkoumají na speciálních figurínách, například při navrhování automobilových karoserí.



▲ Deformační test draku (trupu) vojenského letadla.



FYZIKA A TECHNIKA

Hovořili jsme o působení síly, které může mít deformační účinek. Při deformačních zkouškách karoserí automobilů se testuje odolnost vozidla vůči čelnímu a bočnímu nárazu. Zjišťuje se tedy, které části vozu podléhají pružné a které trvalé deformaci. Jistě víte, že na vozovce dochází často k situacím, kdy je správná konstrukce vozu důležitá pro zachování zdraví řidiče a spolucestujících. Výrobci automobilů proto věnují deformačním testům velkou pozornost.



▲ Fotoaparát při testu vytvoří dostatečný počet fotografií z průběhu celé srážky.



Přítomnost elektrického pole může být člověku někdy nepříjemná. Tkaniny z umělých vláken se při nošení nabíjejí tzv. elektrostatickými náboji. Při svlékání dochází k pohybu náboje, oděvy praskají, vstávají nám vlasy, látka se „přisaje“ na tělo, dotkneme-li se kamaráda, „dostaneme ránu“. K zelectrování dochází také například při převíjení papíru a při přečerpávání benzínu z cisteren (cisterna se musí „uzemnit“, aby byl náboj odveden do země a nemohl vznítit palivo) atd.

PŘÍRODA KOLEM NÁS

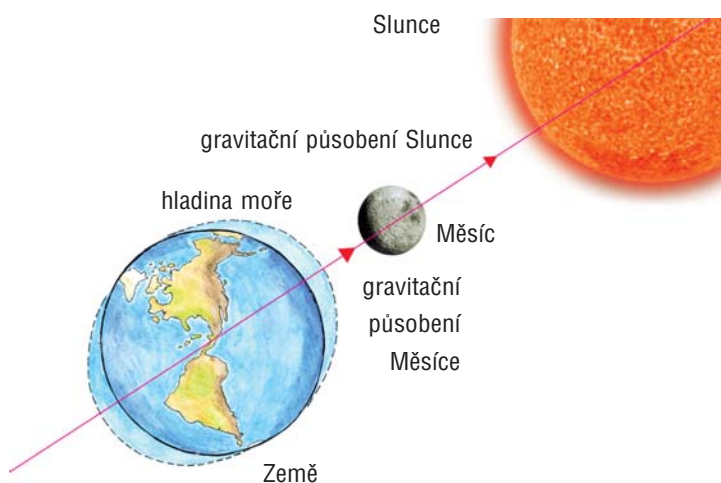


Pokud jste byli někdy u moře, jistě jste si všimli kolísání mořské hladiny – jednou moře ustoupilo, mořská pláž byla širší, objevily se kameny a útesy. Naopak jindy hladina moře stoupla a voda zalila větší část pobřeží. Toto kolísání je způsobeno gravitační silou Měsíce. Jsou to tzv. **slapové jevy** – příliv a odliv. Svou gravitační silou Měsíc na své pouti kolem Země přitahuje hladinu, takže se její výška na jednom místě v průběhu dne mění, jak „jde voda za Měsícem“.



Ke vzednutí (zvýšení) hladiny v určitém bodě na pobřeží dochází dvakrát denně (jednou za 12 hodin a 25 minut). Měsíc se sice nachází nad stejným místem zemského povrchu jednou za 24 hodin a 50 minut, ale k přílivu dochází i na opačné straně zeměkoule.

▲ Klášter Mont Saint Michel ve Francii byl suchou nohou přístupný pouze za odlivu. Při přílivu hladina pravidelně na dvanáct hodin zatopila všechny přístupové cesty.



Každý následující den příliv vrcholí o 50 minut později. Na velikost přílivu má vliv i Slunce, dále vzájemná poloha Měsíce, Slunce a Země a také tvar pobřeží, vítr vanoucí od moře atd. Například v Bristolském zálivu dosahuje příliv výšky celých 14 m.

Kolísání hladiny moře během přílivu a odlivu využívají například **slapové elektrárny**. Nádrže elektrárny se přílivem samovolně naplní vodou, která při odlivu odtéká přes lopatkovou turbínu, a tím ji roztáčí. Turbína pak vyrábí elektrickou energii.

▲ Největší příliv nastává při novu a při úplňku (viz schéma) a nazývá se skočný příliv. Při novu a při úplňku se sčítá vliv gravitační síly Slunce a Měsíce na mořskou hladinu. Tehdy totiž Země, Měsíc a Slunce stojí v zákrytu.

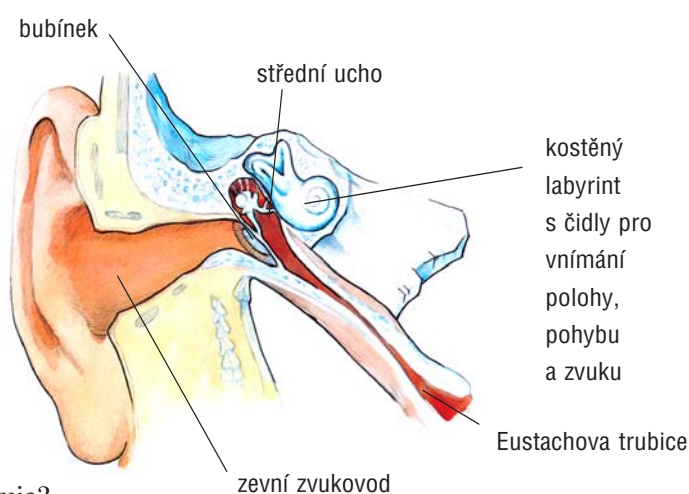


Lidský organismus je přizpůsoben životu v gravitačním poli, jehož přítomnost si v běžném životě nijak neuvědomujeme. Pouze při náhlých nebo nezvyklých pohybech se existence gravitačního pole projeví – například v autě, při jízdě přes nerovnosti (zhoupnutí), na moři (mořská nemoc). Informace o změně polohy vlivem působení gravitační síly získává naše tělo prostřednictvím orgánu rovnováhy, který je umístěn v uchu. Jsou to buňky s „vlásky“ nacházející se v rosolovité hmotě. Když dojde ke změně polohy těla, pohnou se i „vlásky“ buněk a tyto vzruchy jsou vedeny do osmého hlavového nervu a dále do mozečku, který zajišťuje udržení stability pohybu těla...

> poznámka [12]

UMÍTE ODPOVĚDĚT?

1. Proč Měsíc obíhá kolem Země?
2. Jakým směrem působí gravitační síla Země? Jak tento směr nazýváme? Jak tento směr určíte? Jaký úhel svírá se směrem vodorovným?
3. Kolem jakých těles se vyskytuje gravitační pole?
4. Kolem jakých těles se vyskytuje elektrické pole?
5. Kolik druhů elektrického náboje existuje?
6. Kdy se tělesa odpuzují elektrickou silou?
7. Proč se při česání přitahují vlasy k hřebenu?
8. Kolem jakého tělesa se vyskytuje magnetické pole?
Jak je poznáme?



1. Nesení kufru – ruka \times kufr; smeč v tenisu – raketa \times míček; jízda na kole – noha \times šlapací pedál.

2. Isaac Newton formuloval zákony o pohybu těles (Newtonovy pohybové zákony) a gravitační zákon ve svém rozsáhlém díle *Matematické základy přírodní filozofie*. Známa je historka o jablku, které spadlo vědci na hlavu, a přispělo tak k formulaci zákona o gravitační síle. Vizte Přílohy Víte, kdo byli? s. 60.

3. Před použitím siloměru si vždy musíme zjistit, jak velkou sílu můžeme daným siloměrem měřit. Pokud bychom překročili rozsah siloměru, může dojít k poškození pružiny.

4. Tuhost pružiny označujeme k , je koeficientem úměrnosti mezi působící silou a protažením pružiny. Má rozměr N/m. Jde o učivo sedmé třídy.

5. Podle obrázku mívají všechny vyznačené směry do jednoho bodu, nejsou rovnoběžné. Stojíme-li však na povrchu Země, potom se nám jeví směr přitažlivé síly u dvou těles v malé vzdálenosti od sebe, vzhledem k velkým rozměrům Země, jako rovnoběžný.

6. Vodorovný směr jsme určovali pomocí vodováhy (libely).

7. William Gilbert (1544–1603). Lékař a fyzik „kopernikánského“ ražení, který jako první rozpracoval teorii magnetické-

ho pole Země. Informace o stavbě atomu jsou obsahem následující kapitoly Částicová stavba látek. Poznátky, které děti získají při pokusech se zelektrovanými tělesy, je vhodné využít při výkladu o ionizaci látky.

8. Pravitko i list papíru je třeba držet ve vzduchu.

9. Proutky se k sobě „nechtějí“ přiblížit, odpuzují se. Je třeba použít tužší igelit, např. z průhledných složek.

10. Některé plasty se nabíjejí kladným nábojem. Záporný náboj získává například novodur.

11. Kladný a záporný náboj se snáze vykládá v návaznosti na matematické učivo o celých číslech, absolutní hodnotě čísla atd. Tato látka však bývá standardně vykládána až v pozdějších ročnících.

12. Detailněji je princip přenosu popsán v *Přírodopisu* 8, Prodos 1999, s. 100. Jde o původní učivo osmého ročníku.