

Úlohy pro 51. ročník fyzikální olympiády, kategorie G1

Na řešení následujících pěti úloh máte dobu od 1. února do 7. května, tj. více než 12 týdnů. Úlohy tentokrát se jakoby vzdálily od školské fyziky a ukazují řešitelům soutěže ARCHIMÉDIÁDA praktické využívání toho, co se ve škole měli naučit. Učíme se nejen pro školu a pro známky na vysvědčení, ale abychom uměli vyřešit problémy, která jsou před nás předkládána. Problémy určené k řešení jsou proto, abychom je tedy vyřešili, a ne proto, abychom se jich obávali, skrývali se před nimi, utíkali nebo je přenechávali jiným. A když pro řešení něco nevíme, tak to prostě dostudujeme, zjistíme na internetu nebo v literatuře.



FO51G1: Kachličky do koupelny

Při rekonstrukci koupelny v rodinném domku se musí celá místnost znovu vykachlíkovat. Rozměry koupelny: podlaha 244 cm x 183 cm, obklady stěn půjdou až do výšky 200 cm, okno koupelny je umístěno až nad touto výškou směrem do stropu, v jedné stěně jsou umístěny dveře s rámem o rozměrech 90 cm x 200 cm. Na zem přijdou dlaždice o tloušťce 6,0 mm a rozměrech 30 cm x 30 cm, hmotnosti 1650 g, a na stěny obkládačky o tloušťce 5,0 mm a rozměrech 19,6 cm x 24,6 cm, hmotnosti 560 g.

- Urči, kolik dlaždic bude potřeba na podlahu (počítá se o 5 % navíc).
- Urči, kolik obkládaček bude potřeba na obložení stěn (počítá se o 5 % navíc).
- Urči hustotu obou druhů kachlíček.
- Urči celkový objem a celkovou hmotnost obou druhů kachlíček dohromady.
- Může tatínek po nákupu odvézt všechny kachličky najednou na přívěsu osobního automobilu, na který lze naložit nejvýše 400 kg?

FO51G2: Porovnávání rychlostí

Přečti si následující informace (uvedené údaje se týkají jízdního řádu v roce 2008/9): Každý den jezdí na trase Paříž – Marseille několik rychlovlaků TGV. Jeden z nich vyrazil z Paříže v 14:16 a poté, co urazil 333 km, zastavil v 17:21 v Marseille. Další vyjíždí v 15:16 a jede jinou trasou, takže poté, co urazí trasu 499 km, zastavuje v Marseille v 18:34. Na trase Praha – Ostrava jezdí rychlovlaky Pendolino. Jeden z těchto vlaků vyrazil ze stanice Praha hl.n. v 15:23 a do Ostravy vzdálené 356 km dorazil v 18:32. Na trase Moskva, Kurské nádraží – Petrohrad, Moskevské nádraží o délce 960 km vyjíždí z Moskvy vlak ve 21:55 a dojde do cílové stanice v 5:53 následujícího dne. Na trase Ósaka-Tokio o délce 515 km jezdí rychlovlak Šinkansen. Na začátku provozu v roce 1964 urazil tuto trasu za 4,0 h, od roku 1992 urazil trasu za 2 h 30 min a nyní je doba jízdy na trase 2 h 25 min.

- Zkontroluj uvedené údaje na internetu (až na Japonsko lze užít českého jízdního řádu), všechna místa si určitě najdi na mapě nebo na www.googleearth.com.
- Urči průměrnou rychlost každého z vlaků na celé trase (včetně krátkých zastávek).
- Kdyby strojvedoucí vlaku utlumil svou pozornost na dobu 5 s, 10 s, 1 min, jakou dráhu každý z těchto vlaků urazí? Jak by mohli být strojvedoucí kontrolováni, aby se nezanedbala bezpečnost jízdy?
- Jak by se změnila doba dopravy, kdyby se průměrná rychlost vlaků zvýšila o 5 %, o 10 %?



Úlohy pro 51. ročník fyzikální olympiády, kategorie G1



FO51G3: Elektrická vlaková souprava

Vlak vyrazí z jedné stanice a postupně se zrychluje tak, že jeho rychlost narůstá lineárně s časem, až po době 50 s dosáhne rychlosti 72 km/h. Touto rychlostí ujede přesně 1,0 km a potom začne rovnoměrně brzdít tak, že za dalších 100 s zastaví. V následující stanici stojí 50 s, poté se opět rovnoměrně zrychluje, až po 100 s dosáhne rychlosti 90 km/h. Přesně v tomto okamžiku začne rovnoměrně zpomalovat a po době 150 s zastaví v následující stanici.

- Do grafu $v(t)$ načrtni změny rychlosti s časem, jež nastaly, a to pro první i druhý úsek. Graf nakresli na list papíru A4 naležato tak, že 1 cm představuje 2 m/s na ose rychlosti a 20 s na ose času.
- Označ body obratu v grafu písmeny (začátek grafu je v počátku, tj. v bodě O, změnu prvního pohybu na druhý označ A, atd.). Popiš jednotlivé úseky a vysvětli pohyby.
- Urči, jakou dráhu a za jakou dobu urazil vlak úsek, v němž se pohyboval rovnoměrným pohybem. Jak získáš příslušnou představu v grafu? Jakou dráhu urazil vlak při zrychlování a při zpomalování, jakou dráhu urazil celkem a jak dlouho to trvalo?
- Jakou průměrnou rychlostí jel vlak mezi první a druhou stanicí a jakou mezi druhou a třetí stanicí?

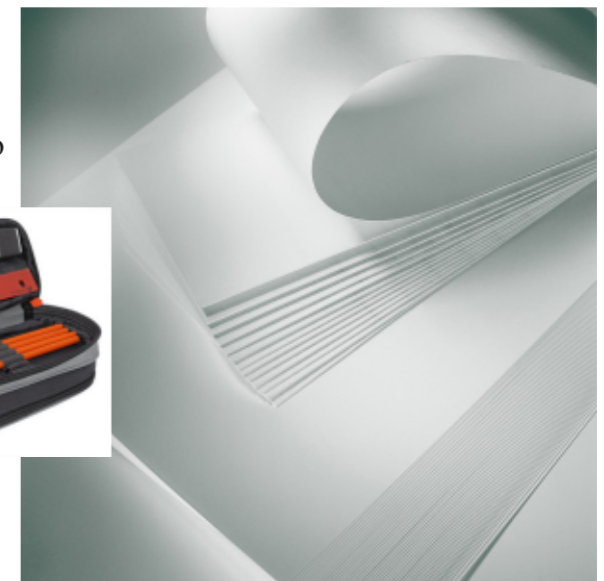
FO51G4: Úvahy kolem papíru

Na kopírování nebo do tiskárny počítače se používá tzv. osmdesátigramový papír. To odborně znamená, že list o obsahu 1 m² tohoto papíru má hmotnost 80 g. Papír známého formátu A4 vznikne tak, že čtyřikrát za sebou přeložíš papír o plošném obsahu 1 m² a z původního formátu A0 dostaneš (přes A1, A2, A3) formát A4 o rozměrech 210 mm x 297 mm.

- Najdi si na internetu nebo v tabulkách či v některé encyklopedii rozměry listů papíru A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6 a zapiš ke každému několik příkladů použití. Všimni si, že existuje i řada formátů B a řada C (napiš si i rozměry alespoň B5, B4, B3 a několik příkladů použití).

- Jaká je hmotnost 1 listu výše uvedeného osmdesátigramového papíru formátu A4, hmotnost 1 balíku tohoto papíru, hmotnost jedné krabice tohoto papíru? Není-li ti něco jasné, navštiv oddělení papírnictví v některém supermarketu.

- Vypočítej hmotnost knížky o počtu stran 480, formátu A5, na desky a lepenou vazbu přidej 30 g. Kolik knížek lze uložit do normálního balíku o hmotnosti nejvýše 15 kg, který je třeba poslat poštou?



FO51G5: Určování plošného obsahu obrazců vážením

Sežeň si tužší papír z krabice nebo z kalendáře (obé bude nutno při pokusech zničit). Dále budeš potřebovat nůžky, špendlík nebo jehlu, reznou nebo jinou pevnější nit, špejle nebo tenkou tyčku. Nejprve si vyrobíš citlivé vážky tak, že uvážeš na nit špejli přesně uprostřed. Pak vystříhneš z tužšího papíru dva čtverce o rozměrech 10 cm x 10 cm, poblíž vrcholu propíchněš papír špendlíkem a uvážeš nit se smyčkou na opačném konci nitě tak, aby bylo možno zavěšovat papírová tělíska na špejli (obdobně to provedeš i s dalšími tělesy). Citlivé vážky pak vyzkoušej: Na každou stranu špejle umístíš vystříhnutý čtverec; pokud jsou vzdálenosti umístění na špejli od osy vážek stejné, můžeš pokračovat. Vystříhneš z téhož papíru lichoběžník, obdélník, trojúhelník (přibližně stejně veliké), kruh (o poloměru asi 5 cm), třeba i půlkruh o poloměru 10 cm... Propíchnutím na vhodném místě a užitím niti připravíš závěsy. Potom zavěšíš čtverec o plošném obsahu 1 dm² = 100 cm² a vystříhnutý tvar na špejle tak, že vznikne rovnováha působících sil. Odtud zjistíš plošný obsah obrazce.

O svém výsledku se přesvědčíš výpočtem plošného obsahu podle známých vzorců. Zajímavé výsledky získáš porovnáním obsahu kruhu a čtverce (měl bys získat nějaký násobek čísla π , které najdeš v tabulkách nebo na své kalkulačce). Můžeš však určit plošný obsah i útvarů nepravidelných, které překreslíš na výchozí papír, např. list javoru, lípy aj. Zkus také zjistit plošný obsah útvaru, který získáš obkreslením obrysu České republiky (proč musíš znát měřítko mapy?).

Úlohy pro 51. ročník fyzikální olympiády, kategorie EF1

FO51EF1: Na závodní dráze

Na závodní dráze soutěží tři cyklisté na trase 1200 m s letným startem tak, že po celé trase udržují stálou velikost rychlosti. Při průjezdu cílem postupně zpomalují tak, že jejich rychlost klesá lineárně s časem, až se kolo zastaví. První závodník Adam poté, co projel cílem, zastavil za 40 s na dráze 240 m. Druhý závodník Bohumil poté, co projel cílem, zastavil za 50 s na dráze 375 m. Třetí závodník Cyril poté, co projel cílem, zastavil za 45 s na dráze 304 m.

- K řešení si načrtni graf rychlosti v závislosti na čase poté, co některý ze závodníků projel cílem. Urči z grafu velikost rychlosti v_0 , kterou závodník projel cílem.
- Který ze tří závodníků – Adam, Bohumil, Cyril – byl nejrychlejší?
- Nakresli do jednoho obrázku graf $v(t)$ pro všechny tři závodníky pro trasu od startu závodu až po místo jejich zastavení.



FO51EF2: Automobil jede po dálnici

Automobil jede po dálnici stálou rychlostí 126 km/h, když řidič zjistí ve velké vzdálenosti hromadnou havárii. Nejprve uplyne doba 1,2 s, než začne automobil brzdit. Automobil zpomaluje tak, že za každou sekundu se rychlost zmenší o 5 m/s.

- Nakresli graf $v(t)$ rychlosti v závislosti na čase u tohoto pohybu.
- Jakou dráhu urazí automobil, než začne brzdit?
- Zjistí, za jak dlouho od zpozorování havárie automobil zastaví a na jaké dráze.
- Jak se změny výsledky, pojedou-li automobil stálou rychlostí 144 km/h, 108 km/h?

FO51EF3: Listonoš balíkové služby

Listonoš balíkové služby má doručit balík o hmotnosti 12 kg do bytu ve 14. poschodí a zdolat tak výškový rozdíl 42 m. Protože se výtah opravuje, musel vystoupit po schodišti. Hmotnost listonoše je 88 kg.

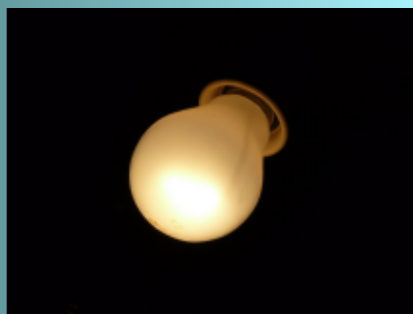
- Jakou práci je nutno vykonat pro doručení balíku do bytu ve 14. poschodí?
- Jakou celkovou práci vykoná listonoš při osobním doručení balíku?
- Jaká je užitečná práce pro doručení balíku? Jaká je práce sice zbytečná, ale nutná k doručení balíku? Urči účinnost doručení balíku.



FO51EF4: Nepředstavitelně zbytečná ztráta

Na chatě zapomněl jednou v neděli večer při odjezdu Petr vypnout žárovku ve stolní lampě, a tato žárovka o příkonu 40 W svítila až do pátku do večera, kdy se na chatu rodina zase vrátila. Lampa svítila tedy zbytečně celých 5 dní.

- Jaká je „zbytečná“ elektrická práce při tomto svícení?
- Chlapec musel jako kompenzaci pro rodinu naházet 6 t písku na valník tak, že lopatou vyhazoval písek přes bočnici valníku. Písek musel zvednout lopatou ze země do výšky 2 m, hmotnost písku na lopatě byla 4 kg. Urči, kolikrát musel Petr písek na lopatu nabrat a jakou práci vykonat.
- Porovnej oba výsledky a zjistí, kolik písku by musel Petr na valník naložit, aby vykonal stejnou práci, jako byla „zbytečná“ práce elektrická.



FO51EF5: Motocykl se rozjíždí

Při tréninku na motocyklových závodech se motocykl rozjíždí rovnoměrně zrychleně po dobu 25 s až dosáhne rychlosti 180 km/h, poté touto rychlostí projede trasu 2500 m a v následující době 125 s rovnoměrně zpomaluje, až zastaví přesně v místě startu.

- Urči, jaká doba uplynula od startu až k úplnému zastavení.
- Nakresli graf závislosti rychlosti na čase $v(t)$.
- Jakou dráhu urazil motocykl od startu až k úplnému zastavení?
- Urči průměrnou rychlost motocyklu při pohybu.

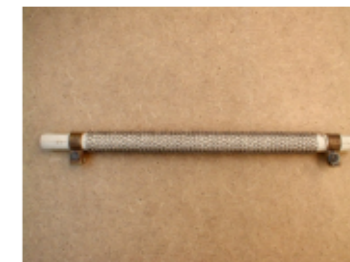


Úlohy pro 51. ročník fyzikální olympiády, kategorie EF1

FO51EF6: Opravář - amatér

Na chatě je starý vařič, v němž je topná „spirála“, umístěná v keramické formě. Vařič se připojí k napětí 230 V a spirálou prochází elektrický proud 3,5 A. Jednou se však spirála přepálila a soused – opravář amatér odštípl desetinu délky spirály a připojil spirálu zase ke kontaktům vařiče. Odpor drátu závisí na délce vodiče přímo, na obsahu kolmého řezu drátu nepřímo a závisí také na materiálu vodiče. Závislost odporu na teplotě nebudeme uvažovat.

- Napiš, jaký byl původně výkon starého vařiče a jak se touto úpravou změnil.
- Jak se změnila doba, za níž se dá ohřát 1 litr vody na čaj na tomto vařiči? Počáteční teplota vody 15 °C, koncová 95 °C. Další potřebné údaje jsou v tabulkách.
- K ohřátí stejného objemu vody na čaj varnou konvicí s příkonem 2 000 W a účinností 85 % potřebujeme právě polovinu původní doby. Jaká je účinnost starého vařiče?



FO51EF7: Úsporné zářivky

V domácnosti se používá v lampě žárovka o výkonu 100 W a nahradíme ji úspornou zářivkou o přibližně stejném světelném výkonu, ale o příkonu jen 20 W.

- Jaké jsou klady a jaké jsou zápory úsporných zářivek?
- Jaké důsledky mají tyto zářivky pro změny životního prostředí?
- Víte-li, že nákupní cena úsporné zářivky je desetkrát vyšší než neúsporné žárovky, proč a kdy je či není výměna ekonomická?



FO51EF8: Voda v bazénu

Sportovní plavecký bazén městských lázní má šířku 15 m a délku 50 m, hloubka vody na jednom konci bazénu je 60 cm, dno bazénu se zvolna svažuje tak, že na druhém konci hloubka vody dosáhne 240 cm. Vedení lázní se snaží udržovat střední teplotu vody v bazénu na hodnotě 22 °C,

avšak na přání zákazníků se rozhodlo zvýšit komfort a upravit tuto teplotu na 27 °C.

- Urči objem a hmotnost vody v bazénu.
- Kolik tepla je třeba dodat vodě v bazénu, aby se střední teplota vody zvýšila na 27 °C?
- Víme-li, že během dvou hodin klesne teplota vody zpravidla o 1,2 °C, jaký výkon musí mít zařízení určené k ohřevu vody, aby se udržovala teplota 27 °C?



FO51EF9: Na kolik nás přijde povinné svícení automobilu?

Podle platných předpisů pro silniční provoz musí během jízdy automobilu svítit jeho přední reflektory, každý se žárovkou 50 W, v zadní části dvě koncová světla a osvětlení státní poznávací značky, celkem o výkonu 30 W. Předpokládejme, že během dne, za přijatelné viditelnosti, jezdí majitel během roku asi 300 dní, každý den 2 h s rozsvícenými světly.

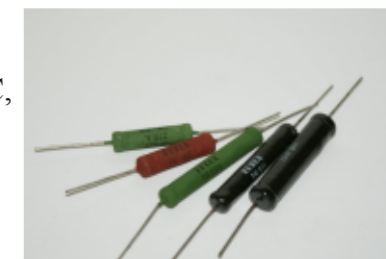
- Zjisti, o kolik se tímto svícením zvýší práce, již musí vykonat ročně motor automobilu.
- Jestliže dokonalým spálením 1 litru benzínu získáme teplo 36 MJ, ale v motoru auta ho dokážeme využít jen na 22 %, kolik litrů benzínu uvedený automobil spotřebuje ročně navíc proto, že majitel přesně dodržuje dopravní předpisy?
- Jaké jsou kladné a jaké záporné důsledky tohoto nařízení?



FO51EF10: Dráty jako rezistory

Drátěný čtverec ABCD o délce strany 100 cm, odpor každé strany je 12 ohmů, má drátěnou úhlopříčku AC, jejíž odpor je 18 ohmů. Tento „odporový“ čtverec zapojíme třemi možnými způsoby ke zdroji o napětí 3,0 V (zdroj připojíme k bodům A-B, A-C, A-D).

- Nakresli reálnou situaci (ve zmenšení) a její elektrické schéma.
- Jak velký je výsledný odpor ve všech třech zapojeních?
- Jaký proud prochází vodiči při jednotlivých zapojeních?



Úlohy pro 51. ročník fyzikální olympiády, kategorie EF1



FO51EF11: Elektrárna Prunéřov

Elektrárna Prunéřov (EPRU) patří mezi těch několik tepelných elektráren Evropské unie, které nejvíce zatěžují životní prostředí. Konkrétně jde o produkci 1,07 Mt oxidu uhličitého na každou vyrobenou TWh. V původní části (EPRUI) jsou instalována turbosoustrojí o celkovém výkonu 440 MW, v přístavbě EPRUII je pět agregátů, každý o výkonu 210 MW. Součinitel ročního využití se počítá u tepelných elektráren 55%, rok obsahuje 8766 h.

- Urči elektrickou práci, která je pro spotřebitele k dispozici za jeden rok.
- Jaká je roční produkce oxidu uhličitého u tepelné elektrárny Prunéřov?
- Určete denní (roční) spotřebu hnědého uhlí v této tepelné elektrárně, je-li jeho výhřevnost 12 MJ/kg a účinnost elektrárny je 35%.
- Největší tepelná elektrárna v Polsku je v blízkosti města Belchatów, která má instalovaný výkon 4 400 MW, ročně poskytuje asi 28 TWh a umístila se na předním místě v produkci oxidu uhličitého hodnotou 1,09 Mt na vyrobenou TWh. Kolik dní je tato elektrárna v provozu?
- Porovnej odpovědi na otázky a), b), c) pro polskou a českou elektrárnu.

FO51EF12: Tandemový seskok padákem

Seskoky padákem patří mezi adrenalinové sporty. Výsadkář padá za bezvětří svisle dolů a proti jeho pohybu působí odporová síla, vznikající pohybem ve vzduchu. Velikost odporové síly určíme ze vztahu $F = \frac{1}{2} C_y S \rho v^2$, kde zvolíme tvarový odporový součinitel pro dutou polokouli $C_y = 1,33$, hustotu vzduchu $\rho = 1,20 \text{ kg/m}^3$, vodorovný řez kruhovým padákem $S = 50 \text{ m}^2$. Potom přepíšeme vztah pro velikost celkové odporové síly jako $F = k v^2$. Víme, že hmotnost padáku je 15 kg, hmotnost výsadkáře 75 kg a hmotnost výsadkářky 65 kg.

- Jak velká síla působí na výsadkáře či výsadkářku při pádu s otevřeným padákem?
- Jak velké rychlosti pohybu může výsadkář či výsadkářka dosáhnout?
- Při tandemovém seskoku jsou na jednom padáku zavěšeni výsadkář i výsadkářka společně. Jak se změni rychlost pádu pohybující se soustavy?
- V technické dokumentaci padáků je uvedeno, že při zatížení padáku 100 kg dosahuje padající těleso rychlosti 5,3 m/s. Porovnej teoretické údaje s vypočtenými hodnotami.



FO51EF13: Autobusová posila

Pravidelně každý den vyjíždí linkový autobus ze stanice Počáteční ve 14:15 h a dorazí do stanice Konečná ve vzdálenosti 98 km v 15:50 h. Na trase je jen jediná zastávka, kde autobus stojí přesně 5,0 min. V pátek odpoledne je vždy přistaven tzv. posilový vůz, který ze stanice Počáteční vyjíždí ve 14:30 h a do cílové stanice Konečná dorazí v 15:45 h. Jízda posilového vozu je koordinována tak, že dorazí do stanice, kde zastavuje první autobus, přesně ve stejném okamžiku a vyjíždí též přesně jako autobus první. Pro jednoduchost předpokládejme, že celou dobu mohou autobusy jet stálou rychlostí, která je rovna jejich rychlosti průměrné.

- Urči průměrnou rychlost, kterou jel první autobus.
- Urči průměrnou rychlost, kterou jel druhý autobus.
- Urči, jak daleko je jediná zastávka od stanice Počáteční a v kolik tam autobusy dorazí.
- Jak daleko zbývá autobusům do cíle trasy?



FO51EF14: Tak dlouhý řetězec?

Z chemie víme, že jeden mol obsahuje $6,0 \cdot 10^{23}$ částic, 1 mol vody H_2O má hmotnost 18,0 g.

- Urči, jaký objem připadá na jednu molekulu vody.
- Odhadni lineární rozměry molekuly vody. Svůj postup vysvětli.
- Jak dlouhý řetězec bychom získali, kdyby se všechny molekuly v jednom molu postavily „do zástupu“? Výsledek porovnej s některou obecně známou vzdáleností.
- Jak dlouhý řetězec bychom získali, kdyby všechny molekuly v jednom molu vytvořily „tisícistup“?

Úlohy pro 51. ročník fyzikální olympiády, kategorie EF1



FO51EF15: Londýnské kolo

Koncem minulého století, přesně 31. prosince 1999 byl oficiálně zahájen provoz londýnské zábavní atrakce The London Eye či Millenium Wheel; u nás má vžitý název „ruské kolo“. Bylo postaveno na břehu Temže a dosahuje výšky 135 m/443 stop. Další známá ruská kola jsou postavena na několika místech světa: Star of Nancheng – 160 m/525 stop, Singapore Flyer – 165 m/541 stop. Great Berlin Wheel – 175 m/570 stop má být uvedeno do provozu v roce 2010, ale již v roce 2009 má být nejvyšším kolem Beijing Great Wheel, které má dosahovat až do výše 208 m/682 stop.

Londýnské kolo má celkem 32 vejčitých kabinek, každá pro 25 osob. Je jasné, že při postupném vystupování a nastupování lidí z kabinek (počítejme na každou zastávku pouze 1 min) by se kolo muselo neustále rozjíždět a zastavovat, což by znamenalo značné energetické i časové ztráty. Proto se kolo otáčí neustále malou rychlostí, aby návštěvníci stihli vystoupit i nastoupit za jízdy; kolo se otočí o 360° jednou za 30 min.

- Vypočti rychlost pohybu kabinky a posuď, zda je při této rychlosti opravdu možné, aby v dolní poloze lidé vystupovali a nastupovali.
- Jestliže získaná rychlost představuje podmínku bezpečného provozu, jak dlouho trvá pobyt návštěvníka na dalších vyjmenovaných atrakcích?
- Uvedené atrakce jsou umístěny v rovinaté krajině, v případě Singapore Flyer dokonce nedaleko moře. Odhadni vzdálenost, do které vidí návštěvník v okamžiku, kdy je na vrcholu kola.
- Všechny uvedené atrakce najdi na www.wikipedia.org. Pokus se také najít místa, kde jsou umístěny, a to v atlase nebo na Google Earth 3D.

Poznámka: Z českého pohledu může být zajímavé, že lité ocelové části kola v Londýně, jako jsou hlavní hřídel, její závěsy a klouby konstrukce, byly vyrobeny českou firmou Škoda.

FO51EF16: Sport a fyzika (projekt)

Sportovní a tělovýchovné činnosti jsou těsně spjaty s fyzikou – v cizích jazycích se někdy tělesné výchově říká Physical training, Educazione fisica, Educaci3n f3sica, физическая культура – физкультура. Sportem žije mnoho lidí, ale současně nemají rádi školní vyučovací předmět Fyzika. Vaším úkolem bude vybrat si některou sportovní činnost a podle svých možností – informací i svého předchozího matematického a fyzikálního vzdělání – sestavit alespoň pět (lépe deset) sportovních situací, které dovedete přesně popsat, vytvořit k nim vhodný zjednodušený model a vyřešit problém, který jste si vybrali. Svě řešení podrobně popište (formulujte text a vaše řešení), doplňte obrázky, fotografiemi, grafy aj.

FO51EF17: Experimentální úloha

Experimentální úloha pro soutěžící v kategoriích E a F je v letošním ročníku společná s kategorií G – Archimédiáda a týká se určování plošného obsahu metodou vážení tenkých desek všude téže tloušťky. Text této úlohy a stručný návod k jejímu řešení si přečtete na následujících stránkách.

