

Fyzikální olympiáda - leták pro kategorie E, F

43. ročník soutěže ve školním roce 2001/2002

Od školního roku 1959/60 probíhala v Československu soutěž fyzikální olympiáda (FO), kterou dnes organizuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky společně s Jednotou českých matematiků a fyziků. Od školního roku 1963/64 byla soutěž rozšířena o kategorii, určenou žákům základních devítiletých škol. Od 25.ročníku byla fyzikální olympiáda v kategorii E určena žákům osmých ročníků základních škol, ale mohli se jí zúčastnit i mladší žáci i žáci devátých ročníků s hlubším zájmem o fyziku. V letošním roce je kategorie E určena žákům 9. tříd, kategorie F určena žákům 8. ročníků a jim věkově odpovídajícím žákům tříd nižšího gymnázia.

Soutěž je dobrovolná a probíhá na území České republiky jednotně. V prvním kole mají soutěžící za úkol vyřešit sedm úloh. Řešení odevzdají učitelé fyziky v těchto termínech: úlohu první až třetí zpravidla do konce listopadu 2001, úlohu čtvrtou až sedmou nejpozději do 22. března 2002, kdy končí první kolo soutěže. Řešení úloh učitel fyziky opraví a klasifikuje podle dispozic ÚVFO. Pro každou úlohu je stanoveno 10 bodů, jejichž rozložení je uvedeno v instruktážním řešení, které dostanou učitelé k dispozici. Plný počet bodů dostává řešitel, jestliže je úloha či její část řešena zcela bez chyb, nebo se v řešení vyskytují pouze drobné formální nedostatky. Jestliže řešení úlohy či její části v podstatě vystihuje úkol, ale má větší nedostatky po odborné stránce či vyskytují-li se v něm závažné formální nedostatky, je počet bodů snížen. Řešení je nevyhovující a přidělený počet bodů nízký nebo nulový, jestliže nedostatky odborného rázu jsou závažné, nebo je řešení z větší části neúplné. Řešení je také nevyhovující, chybí-li slovní výklad, nebo je-li neúplný, takže z něho nelze vyvodit myšlenkový postup podaného řešení. Kladné hodnocení tedy předpokládá, že protokol o řešení obsahuje fyzikální vysvětlení, z něhož jasně vyplývá myšlenkový postup při řešení daného problému. K metodice řešení fyzikálních úloh připravil ÚVFO materiál pro učitele fyziky s mnoha konkrétními příklady.

Řešení úloh prvního kola opraví učitel fyziky společně s referentem FO na škole. Po ukončení prvního kola navrhne referent FO na škole úspěšné řešitele k postupu do druhého (okresního) kola a odešle opravené úlohy všech, tj. i neúspěšných řešitelů společně s návrhem postupujících příslušnému okresnímu výboru fyzikální olympiády (OVFO). O zařazení do druhého kola soutěže rozhodne OVFO po kontrole opravených úloh a sjednocení klasifikace. Vzhledem k organizaci soutěže je vhodné, aby si OVFO dal předložit první část opravených řešení již v prosinci. Počet účastníků druhého kola může OVFO omezit podle dosaženého bodového hodnocení.

Za úspěšného řešitele prvního kola je považován soutěžící, který byl hodnocen v pěti úlohách alespoň 5 body, přičemž řešil experimentální úlohy (třeba i neúspěšně).

Pozvání do druhého kola soutěže dostane pozvaný úspěšný řešitel FO od příslušného OVFO prostřednictvím školy. Druhé kolo se uskuteční v místě určeném OVFO v termínu, vyhlášeném ÚVFO, a to v celé republice v touž dobu 3. dubna 2002. Ve druhém kole je úkolem řešitele vyřešit čtyři teoretické úlohy, které zajišťuje jednotně pro celou republiku ÚVFO. Úspěšným řešitelem druhého kola, kde se také boduje, je účastník, který vyřešil alespoň dvě úlohy s bodovým hodnocením alespoň 5 bodů a dosáhl přitom nejmenšího počtu 14 bodů. OVFO opraví řešení úloh nejlépe ještě v den soutěže a sestaví pořadí úspěšných řešitelů. Všichni úspěšní řešitelé dostanou pochvalné uznání, nejlepší řešitelé budou odměněni podle směrnic MŠMT.

17. května 2002 budou uspořádána třetí (oblastní) kola soutěže v kategorii E, a to ve vybraných místech. Do třetího kola jsou vybráni nejlepší účastníci druhého kola podle organizačního řádu fyzikální olympiády; o jejich zařazení rozhoduje pořadatel třetího kola. Žáci jsou pozváni prostřednictvím školy. Všichni úspěšní řešitelé třetího kola obdrží pochvalná uznání a nejlepší soutěžící budou odměněni.

Po ukončení každé soutěže jsou soutěžící seznámeni se správným řešením úloh, jež jsou zaslána na každou školu ÚVFO. Doporučujeme, aby výbory FO zajistily opravu úloh co nejdříve, nejlépe ještě v den soutěže, a velmi brzy informovaly účastníky soutěže i jejich školy a učitele fyziky o dosažených výsledcích. Doporučujeme také, aby učitelé fyziky, popř. referenti FO na školách provedli společně s řešiteli analýzu podaných řešení v prvním a druhém kole.

Texty úloh I. kola soutěže lze nalézt i na [www stránkách](http://www.uhk.cz/pdf/katedra/fyzika/Olympid/index.htm), po ukončení kola lze nalézt i řešení úloh, a to na adrese: <http://www.uhk.cz/pdf/katedra/fyzika/Olympid/index.htm>

POKYNY PRO SOUTĚŽÍCÍ

Na první list řešení každé úlohy napište záhlaví podle následujícího vzoru:

Jméno a příjmení:	Kategorie E, F:
Třída:	Školní rok:
Škola:	I. kolo:
Vyučující fyziky:	Posudek:
Okres:	Posuzovali:
Úloha č.:	

Následuje stručný záznam textu úlohy, vysvětlíte označení veličin. Zapište podrobný protokol o řešení úlohy, doplněný o příslušné obrázky a náčrtky. Nezapomeňte, že z protokolu musí být jasný myšlenkový postup při řešení úlohy.

Na každý další list napište své jméno, příjmení, školu a číslo řešené úlohy, stránku protokolu o řešení. Texty úloh neopisujte, vysvětlíte však vámi použité označení a udělejte stručný zápis a legendu. Používejte náčrtky. Řešení úloh pište čitelně a úhledně na listy formátu A4. Každou úlohu vypracujte na nový list papíru, pomocné obrázky nebo náčrtky schémat dělejte tužkou nebo vhodným fixem. Řešení úloh doprovázejte vždy takovým slovním výkladem, aby každý, kdo si vaše řešení přečte, porozuměl vašemu postupu řešení. Připomínáme ještě jednou, že řešení úlohy bez výkladu je hodnoceno jako nevyhovující. K označení veličin používejte obvyklé značky, které užíváte ve výuce fyziky. Naučte se, že podat dobrou zprávu o řešení problému je stejně tak důležité jako jeho vyřešení. Bude se Vám to hodit v dalším studiu.

Úlohy řešte pokud možno nejprve obecně, potom proveďte číselné řešení. Nezapomínejte, že fyzikální veličiny jsou vždy doprovázeny jednotkami, že ve fyzice pracujeme často s nepřesnými čísly a výsledek je třeba zaokrouhlovat s ohledem na počet platných míst daných veličin. U zlomků pište vodorovnou zlomkovou čáru. Při řešení úloh se opírejte především o učebnice fyziky. Váš učitel fyziky vám doporučí i jiné vhodné studijní pomůcky. K úspěšnému číselnému výpočtu používejte kalkulátory; výsledek však nezapomeňte zaokrouhlit na rozumný počet platných míst.

Kategorie E fyzikální olympiády je určena pro žáky 9. ročníků základních škol, čtvrtých ročníků osmiletých gymnázií a druhých ročníků šestiletých gymnázií, kategorie F fyzikální olympiády je určena žákům ročníků o rok nižších (8. ročníky ZŠ, 3. ročníky osmiletých a 1. ročníky šestiletých gymnázií).

Protože existuje příliš velká variace v učebních programech podle schválených projektů, rozhodl ÚVFO ve svém dubnovém zasedání zadat pro tyto dvě kategorie společně 15 úloh, z nichž učitel fyziky vybere a vyznačí sedm úloh pro každou kategorii podle učiva, které bude ve škole probráno do konce března.

Pro vyšší kola soutěže /okresní, oblastní kolo/ je nutné stanovit některá závazná témata.

Kat. F: Mechanika (pohyby, síly, práce, výkon, energie)

Hydromechanika (statika a dynamika kapalin, aerostatika)

Termika (výměna tepla, teplo a práce, změny skupenství)

Optika (jen paprsková optika - geometrické řešení)

Kat. E: K výše uvedeným závazným tématům připojíme:

Elektřina (kondenzátory, stejnosměrný proud, obvody, účinky proudu)

Souběžně s fyzikální olympiádou jsme zavedli od školního roku 1986/87 novou kategorii FO - ARCHIMÉDIÁDU - o níž informujeme ve druhé části tohoto letáku a jež je určena žákům 7. ročníků základních škol a 2. ročníků osmiletých gymnázií.

Přejeme vám, abyste při řešení úloh fyzikální olympiády strávili pěkné chvíle, aby vás úlohy zaujaly, a tím aby se prohloubil váš dobrý vztah k fyzice. Fyzika je teoretickým základem techniky, která je pro současnou společnost zcela nepostradatelná. Fyzika je však i součástí lidské struktury, a proto by se měl s jejími výsledky seznámit každý člověk a najít k ní kladný vztah. Proto žádáme vyučující fyziky, aby se v 43. ročníku FO tato soutěž rozšířila na všechny základní školy v České republice.

V Hradci Králové, červen 2001

ÚVFO ČR

Fyzikální olympiáda kategorie E,F 43. ročník

FO43EF1 Závodník na trati.

Závodník Milan se ze startu rozjíždí tak, že na konci 4. sekundy dosáhl rychlosti 4,4 m/s a tímto zrychlujícím pohybem pokračoval do doby 10 s od doby startu. Potom se pohyboval získanou rychlostí po trase 330 m. V posledním úseku už nešlapal a za dobu 20 s se zastavil rovnoměrným zpomalením.

- Nakresli graf rychlosti v závislosti na průběhu času.
- Jak dlouhá byla trasa závodu a za jak dlouho ji Milan urazil?
- Při "letném startu" projíždí závodník startovní čáru již určitou rychlostí a s ní pokračuje po celou trasu. Jaká by musela být rychlost závodníka Milana, aby stejnou trasu urazil ve stejném čase?

FO43EF2 Plavátko na vodě.

Deváták Martin dělal o prázdninách pomocníka vedoucího na letním táboře v oddíle pro malé děti. K nácvičku plavání dětí, které měli hmotnost od 33 do 44 kg, vymyslel "plavátko" - polystyrénovou desku o rozměrech 50 cm x 35 cm x 12 cm zabalil do nepromokavé fólie a nechal volně ležet na vodě. Lidské tělo má hustotu 1100 kg/m³, hustota polystyrénu je 120 kg/m³, hustota vody v bazénu 1000 kg/m³. Unese "plavátko" unaveného malého chlapce, aby 1/4 jeho těla zůstala nad vodou? Volte $g = 10 \text{ N/kg}$. Postačí "plavátko" k odpočinku vedoucího o hmotnosti 77 kg?

FO43EF3 Pohyb Země a sousedních planet.

Země se pohybuje kolem Slunce po trase připomínající kružnici o poloměru 1 AU = 150 000 000 km, jeden oběh trvá asi 365,24 dne. Budeme předpokládat, že sousední planety se pohybují kolem Slunce také po trajektoriích tvaru kružnice a platí pro Venuši: 108 210 600 km, 0,615 roku.

Mars: 227 900 000 km, 1,881 roku.

- Do jednoho obrázku nakreslete Slunce a trajektorie všech tří planet; zvolte 1 AU = 50 mm.
- Určete okamžité rychlosti všech planet.
- Jestliže v okamžiku "nula" ležel střed Slunce a středy všech tří planet na jedné polopřímce, ukažte v dalším obrázku, jak se planety "rozházely" po prvním, druhém a třetím oběhu Země kolem Slunce.
- Jestliže vzdálenosti od středu Slunce označíme r_Z , r_V , r_M a doby oběhu T_Z , T_V , T_M , ověřte, že pro údaje platí Keplerův zákon: $r^3 : T^2 = \text{konst}$.

Je rozumné dosazovat vzdálenosti v jednotkách AU, doby v rocích.

FO43EF4 Napouštění vany.

Z "červeného kohoutku" teče do vany voda o teplotě 75 °C, z "modrého kohoutku" voda o teplotě 15 °C. Pro vykoupání potřebujeme obvykle 150 l vody o teplotě 35 °C, voda nateče za dobu 10 minut.

- Jaký musí být objemový průtok teplé a studené vody?
- Jednou však během napouštění vany, přesně 4 min po začátku, zazvonil telefon, Lenka zastavila přítok vody (ale jen studené), a když se vrátila za 10 minut, zjistila, že přitékala jen horká voda. Proto rychle zavřela červený kohoutek. Jakou teplotu měla voda?
- Aby vodu ochladila, pustila vodu z modrého kohoutku a nechala natékat studenou vodu, až voda ve vaně měla teplotu 35 °C. Jak dlouho? Kolik bude vody ve vaně?

FO43EF5 Elektrárna v Bratsku.

Největší sladkovodní jezero Bajkal má rozlohu $31\,500\text{ km}^2$, hloubka dosahuje 1620 m a obsahuje $23\,000\text{ km}^3$ sladké vody. Napájí ho 336 řek, vytéká jen jedna řeka Angara. Na této řece byla vybudována velká vodní elektrárna s instalovaným výkonem $4\,500\text{ MW}$. Voda roztáčí turbíny v hloubce asi 100 m pod hladinou přehradní hráze.

- Určete, jaký musí být sekundový průtok vody turbínami, je-li účinnost 98%. V elektrárně je nainstalováno 20 turbogenerátorů.
- Jestliže kvůli údržbě, opravám nebo změnám v průtoku vody, pracuje v tomto režimu průběžně jen polovina turbogenerátorů, jaká je roční výroba Bajkalské elektrárny v kWh?
- Zjistěte si údaje o spotřebě elektrické energie v České republice a odhadněte, kolik Bajkalských elektráren by bylo potřeba.

FO43EF6 Je koruna opravdu zlatá?

Když strážce pokladu země Richland odevzdal zlatníkům cihlu zlata ($\rho_{\text{Au}} = 19\,300\text{ kg/m}^3$) o hmotnosti $2,8\text{ kg}$, netušil, že se výrobce zlaté královské koruny pokusí o podvod. Část zlata nahradil stříbrem ($\rho_{\text{Ag}} = 10\,500\text{ kg/m}^3$) tak, že výsledné umělecké dílo: královská koruna měla hmotnost právě rovnou $2,8\text{ kg}$. Strážce pokladu převážil korunu a byl spokojen. Jeho pomocník Archim však pojal podezření, že koruna není z ryzího zlata - určil objem další stejné zlaté cihly a objem koruny, který se však lišil o 15% původního objemu.

- Kolik gramů zlata nahradil výrobce koruny stříbrem?
- Jestliže cena 1 g zlata je stejná jako cena $12,5\text{ g}$ stříbra, o kolik % původní hodnoty ošidil výrobce krále?

FO43EF7 Spotřeba automobilu.

Odporová síla, kterou působí při jízdě vzduch na jedoucí automobil, se dá určit Newtonovým vztahem $F = 1/2 C_S \rho v^2$, kde C je tzv. tvarový součinitel, závisící na aerodynamickém tvaru vozidla, $C_1 = 0,48$, S je obsah příčného kolmého řezu, $S_1 = 2,0\text{ m}^2$, ρ je hustota vzduchu, $\rho_1 = 1,20\text{ kg/m}^3$, v je rychlost vozidla. Automobil se pohybuje rychlostí $v_1 = 72\text{ km/h}$ po vodorovné vozovce, valivý odpor pneumatik po asfaltu neuvažujeme.

- Jaký musí být výkon motoru vozidla?
- Jaká je spotřeba benzínu na 100 km , když 1 kg benzínu o hustotě 700 kg/m^3 poskytne 46 MJ tepla při dokonalém spálení, ale pro pohyb využijeme jen 22 %?
- Na dálnici jede tento automobil rychlostí 126 km/h . Jak se změní výkon a spotřeba automobilu?
- Proč je odpověď na otázku b) málo reálná?

FO43EF8 Cyklista.

Cyklista Karel si pořídil otáčkoměr a zjistil, že jede-li "v pohodě", sešlápne každou nohou pedál 40krát za minutu. Na tahovém ozubeném kole zvolil 54 zubů, na jízdním kolečku přehazovačky 18 zubů. Průměr zadního kola bicyklu je 58 cm . Jede-li "na plný výkon", sešlápne každou nohou 90 krát za minutu.

- Jakou rychlostí se pohybuje Karel?
- Na mírném kopci musel zvolit na přehazovačce kolečko 24 zubů. Jak se změnila jeho rychlost?

FO43EF9 Grónsko.

Když Vikingové vyplouvali kolem r. 1000 do Severní Ameriky, dostali se k zemi, kterou nazvali Grönland = Zelená země. Představme si, že na základě globálního oteplování celoročně teplota v Grónsku stoupne nad $0\text{ }^\circ\text{C}$ a grónské ledovce začnou prudce odtávat. Grónsko má rozlohu

2 175 600 km², z toho jen 341 700 km² je nezaledněno. Grónský ledovec má průměrnou tloušťku 1 500 m. Po několika letech tedy ledový příkrov zmizí.

- Jaká je hmotnost ledu v Grónsku (hustota ledu $\rho_l = 910 \text{ kg/m}^3$)?
- Jak velké teplo by bylo třeba k roztátí ledu ($l_t = 330 \text{ kJ/kg}$)?
- Jak by vzniklá voda ovlivnila výšku hladiny světových oceánů? Oceány a moře pokrývají dnes 71 % povrchu Země. Odhadněte, jak by to ovlivnilo rozlohu např. Kanady.

FO43EF10

Když sedíš na řetízkovém kolotoči, jsou závěsy ve svislé poloze. Jakmile se kolotoč dá do pohybu, vlivem odstředivé síly se vychýlí závěsy směrem od osy otáčení. Také Zemi můžeme považovat za kolotoč s dobou rotace 86 164 s. Na tělesa, která jsou ve vzdálenosti r od osy otáčení, působí odstředivá síla, která závisí na hmotnosti m těles, na jejich rychlosti v pohybu a na vzdálenosti r od osy otáčení; $F_o = m \frac{v^2}{r}$. Poloměr rovníku je 6378 km, v České republice je

vzdálenost míst od středu Země na 50° s.š. 6370 km.

- Určete, jakou rychlostí se pohybuje bod na rovníku.
- Určete, jak velká odstředivá síla působí na těleso o hmotnosti 1 kg na rovníku. Porovnejte se silou $F = m \cdot g$, kde $g_r = 9,78 \text{ m/s}^2 = 9,78 \text{ N/kg}$.
- Úvahy a) b) proved'te pro bod na 50° s.š., $g_c = 9,81 \text{ m/s}^2$.

FO43EF11 Cyklistické závody.

Při prvním cyklistickém závodě na 800 m se Petr rozjížděl na startu z klidu po dobu 20 s, až dosáhl rychlosti 54 km/h a touto rychlostí urazil zbyvajících část trasy do cíle. V cíli přestal šlapat a rovnoměrně zpomaleně zastavoval po dobu 32 s. Při druhém závodě na téže trase se rozjížděl po části 180 m, dosáhl téže největší rychlosti 54 km/h, a touto rychlostí dojel do cíle. Zastavoval účinkem brzd na trase 60 m. Při třetím závodě se rozjížděl z klidu po dobu 18 s, dosáhl téže rychlosti jako v předcházejících případech, brzdil po průjezdu cílem rovnoměrně zpomaleně na trase 240 m.

- Do téhož grafu $v(t)$ vyznačte změny rychlosti při těchto pohybech.
- Za jak dlouho urazil Petr předepsaných 800 m tohoto závodu ve všech případech?
- Na jaké vzdálenosti zabrzdil a jak velký úsek urazil celkem ve všech případech?

FO43EF12 Elektrické vedení.

Elektrické vlastnosti vodičů lze porovnávat podle odporu drátu délky 1 m a průřezu 1 mm². Pro měď je to $R_1 = 0,0172 \text{ } \Omega$, pro hliník $R_2 = 0,028 \text{ } \Omega$; hustota mědi $\rho_{Cu} = 8920 \text{ kg/m}^3$, hustota hliníku $\rho_{Al} = 2700 \text{ kg/m}^3$. Při renovaci hliníkového elektrického vedení o délce 2,5 km a obsahu příčného řezu 16 mm² vedením měděným bylo třeba dodržet celkový odpor R vedení.

- Jak se změnil obsah příčného řezu vedení?
- Jak se změnila hmotnost spojovacího drátu?
- Jaký je ztrátový výkon ve vedení při proudu 100 A?

FO43EF13 Mezinárodní ohm.

Jednotkou odporu je 1 ohm. Původně byl definován mezinárodní ohm (1,0005 Ω) jako odpor sloupce rtuti délky 1,063 m a hmotnosti 14,521 g o všude stejném průřezu při teplotě 0 °C, kdy hustota rtuti je 13 595 kg/m³.

- Urči objem rtuti nutný pro pokusné vymezení mezinárodního ohmu.
- Jaký je obsah příčného řezu sloupce rtuti?
- Jaký je měrný odpor rtuti?

Rozdíl mezi mezinárodním ohmem a 1Ω neuvažujte.

Poznámka: Měrný odpor látky lze vyjádřit jako odpor drátu o délce 1 m a průřezu 1 mm^2 .

FO43EF14 Experiment.

Pryžové vlákno vhodné délky upevni na větev stromu, dveřní rám, balkón, zábradlí na schodišti tak, aby pod místem závěsu byl dostatečný prostor. Vhodně připevni prázdnou plastovou láhev od dobré vody, minerálky apod. (objem cca 1,5 l). Do láhve naliješ asi 1/3 objemu vody. Mírně vychýlíš láhev z klidové polohy ve svislém směru a budeš sledovat vzniklý (kmitavý) pohyb. Urči dobu kmitu, tj. dobu, za niž se láhev vrátí do téže krajní polohy. Pak přilej kelímek vody a zjisti dobu kmitu. Dobu kmitání určuj za 20 kmitů.

Počet kelímků vody	n	0	1	2	3	4	...			
Doba 20 kmitů	$20T$									
Doba kmitu	T									
Druhá mocnina	T^2									

Sestroj graf závislosti doby kmitu T na objemu přidané vody.

Sestroj graf závislosti druhé mocniny T^2 na objemu přidané vody. Zformuluj závěr experimentu.

FO43EF15 Jednoduché stroje kolem nás.

Porozhlédni se po vaší domácnosti, nebo si prohlédni náradí (doma, na chalupě, v autě) a vyber předměty, které mohou být považovány za jednoduché stroje nebo jejich kombinace. Znázorni každý předmět na obrázku jako skutečný, pod něj pak symbolicky fyzikální schéma s vyznačenými vzdálenostmi a umístěním působících sil. Minimální počet nakreslených předmětů i s vysvětlením je deset.

Texty úloh 43. ročníku fyzikální olympiády i výsledky s bodováním jsou vystaveny na stránce FO na Internetu na příslušné adrese. Uvedení výsledku bez podrobného vyřešení je však při opravě považováno za nevyhovující.