

61. ročník

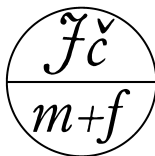
FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDY

ve školním roce 2019 – 2020

Úlohy pro kategorie E a F



<http://fyzikalniolympiada.cz>



Hradec Králové 2019

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA – leták pro kategorie E a F

61. ročník soutěže ve školním roce 2019 – 2020

Předmětovou soutěž Fyzikální olympiáda organizuje MŠMT ČR ve spolupráci s JČMF. Soutěž je dobrovolná, probíhá na území ČR jednotně a řídí se platným organizačním řádem (<http://fyzikalniolympiada.cz/dokumenty/organizacni-rad-fo.pdf>). Kategorie E je určena žákům 9. tříd základních škol a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií, kategorie F je určena žákům 8. ročníků základních škol a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií.

Termíny pro školní rok 2019 – 2020

Dochází k posunu oproti minulým letům:

Ukončení školního kola kategorií E a F:	pátek 10. 1. 2020
Okresní kola kategorií E a F:	pátek 24. 1. 2020
Krajská kola kategorie E:	úterý 24. 3. 2020

První (školní) kolo soutěže

- Soutěžící mají za úkol vyřešit **sedm** úloh. Doporučujeme, aby část podle dohody s učitelem odevzdali dříve (např. dvě úlohy do konce listopadu 2019).
- **Za úspěšného řešitele prvního kola je považován soutěžící, který byl hodnocen alespoň v 5 úlohách nejméně 5 body za každou úlohu a zároveň řešil experimentální úlohu** (třeba i neúspěšně; při jejím úspěšném vyřešení může být jednou z 5 uznaných úloh).
- Za každou úlohu lze získat nejvýše 10 bodů, bodování jednotlivých kroků je uvedeno v autorském řešení, které učitelé získají od referenta FO na škole, případně od okresní komise FO (v případě potřeby je možné se obrátit i na krajskou nebo ústřední komisi).
- Plný počet bodů dostává řešitel, jestliže je úloha či její část řešena bez chyb, nebo se v řešení vyskytují pouze drobné nedostatky; při neúplném nebo nesprávném řešení je přidělena odpovídající část bodů. Protokol o řešení má obsahovat vysvětlení, z něhož jasně vyplývá myšlenkový postup při řešení.
- Řešení úloh prvního kola opraví učitel fyziky společně s referentem FO na škole. Referent navrhne úspěšné řešitele k postupu do druhého (okresního) kola příslušné okresní komisi FO.

Druhé (okresní) kolo soutěže

- Zařazení řešitele do druhého kola schvaluje okresní komise FO. Opravené úlohy školního kola by měli soutěžící přinést s sebou.
- Pozvánku do druhého kola soutěže dostanou soutěžící prostřednictvím školy.
- Ve druhém kole je úkolem soutěžících vyřešit čtyři teoretické úlohy, které zajišťuje jednotně pro celou republiku ústřední komise FO. Na jejich vyřešení mají soutěžící 4 hodiny.

Třetí (krajské) kolo soutěže kategorie E

- Do třetího kola, které je organizováno pouze v kategorii E, jsou vybráni nejlepší účastníci druhého kola; o jejich zařazení rozhoduje krajská komise FO a žáci jsou pozváni prostřednictvím školy. Úkolem soutěžících je opět vyřešit čtyři teoretické úlohy, na které mají 4 hodiny času.

Kontakty a podpora on-line

Texty úloh všech kol soutěže a po ukončení kol i instruktážní řešení lze nalézt na stránkách soutěže: fyzikalniolympiada.cz. Součástí stránek je i diskusní fórum a seznam adres krajských komisí FO s odkazy na jejich internetové stránky. V případě potřeby nás můžete také kontaktovat e-mailem na adrese fo@uhk.cz.

Doporučení pro vypracování úloh

- Řešení každé úlohy запиšte na zvláštní papír.
- Na každý list napište své jméno, příjmení, školu, třídu, kategorii, číslo řešení úlohy a stránku protokolu o řešení. Řešení úloh pište čitelně a úhledně.
- Texty zadání úloh neopisujte, k označení veličin používejte obvyklé značky, které užíváte ve výuce fyziky.
- Z protokolu musí být jasný myšlenkový postup při řešení úlohy, podat dobrou zprávu o řešení problému je stejně důležité jako jeho vyřešení.
- Úlohy řešte pokud možno nejprve obecně, až potom dosadte číselné hodnoty.
- Nezapomínejte, že číselná hodnota fyzikální veličiny je vždy doprovázena jednotkou. Ve fyzice pracujeme často s čísly, která neznáme přesně; výsledek je proto třeba zaokrouhlovat s ohledem na přijatelný počet platných míst daných veličin.

Tematické okruhy

Kvůli různorodosti ve školních vzdělávacích programech zadáváme pro školní kolo kategorií E a F společně sadu úloh, z nichž učitel fyziky nebo předmětová komise vybere 7 úloh pro každou kategorii podle učiva, které bude ve škole probráno a procvičeno do konce prosince. Vyšší kola soutěže (okresní, krajská) mají v celé republice jednotné zadání a je pro ně nutné stanovit závazná témata:

kategorie F: mechanika (pohyby, síly, práce, výkon, energie, páka, kladka);
tlak v kapalinách a plynech, Archimédův zákon;
optika (jen geometrická řešení, odraz a lom);

kategorie E: k výše uvedeným závazným tématům připojíme oblasti
termika (výměna tepla, teplo a práce, změny skupenství);
elektřina (stejnoseměrný proud, obvody, práce a výkon elektrického proudu, spojování rezistorů).

Přejeme vám hodně zdaru a radosti při řešení fyzikálních úloh!

V Hradci Králové, srpen 2019

Ústřední komise FO ČR

Úlohy 1. kola 61. ročníku Fyzikální olympiády ve školním roce 2019/2020

Databáze pro kategorie E a F

Ve všech úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 9,8 \text{ N/kg} = 9,8 \text{ m/s}^2$ a hustotu vody $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$.

FO61EF1–1: Víkend na trati

Na obrázku je jízdní řád na trati 025 Dolní Lipka – Hanušovice, kde vlaky jezdí pouze o víkendech.

20520 ☺ ☹	20522 ☺ ☹	20523 ☺ ☹	20525 ☺ ☹	km	Vlak SŽDC, státní organizace / ČD, a.s.	Vlak	km	20521 ☺ ☹	20524 ☺ ☹	20526	Sp 1648 ☺ ☹
Králíky	Králíky				Ze stanice	Do stanice		Králíky			Ústí nad Orlicí
25 7 29	25 9 15	25 15 25	26 17 28	0	Dolní Lipka 024 ⇄950	○	20 25 8 40	25 10 40	25 16 35	26 18 32	
x 7 34	x 9 20	x 15 30	x 17 33	4	Prostřední Lipka ⇄953		16 x 8 34	x 10 34	x 16 29	x 18 26	
x 7 38	x 9 24	x 15 34	x 17 37	6	Červený Potok ⇄954		14 x 8 30	x 10 30	x 16 25	x 18 23	
x 7 47	x 9 33	x 15 43	x 17 46	13	Podleší		7 x 8 20	x 10 20	x 16 15	x 18 13	
x 7 53	x 9 39	x 15 49	x 17 52	17	Vlaské		3 x 8 14	x 10 14	x 16 09	x 18 07	
25 7 58	25 9 44	25 15 54	26 17 57	20	Hanušovice 292,294	↑	0 25 8 09	25 10 09	25 16 04	26 18 02	

- Ve kterém směru jezdí vlaky větší průměrnou rychlostí? Zjistěte např. na internetu nadmořskou výšku počáteční a konečné stanice i nadmořskou výšku nejvýše položené stanice na trati a navrhněte vysvětlení, proč se průměrná rychlost v opačných směrech může lišit.
- Vypočítejte průměrnou rychlost v jednom i druhém směru pro první dopolední spoje.
- Do jednoho grafu nakreslete závislost vzdálenosti vlaku od Dolní Lipky na čase pro první dopolední spoje v každém směru (20520, 20521). Mezi kterými stanicemi jede vlak č. 20520 ve směru do Hanušovic nejrychleji?
- Viktor zaspal a do Prostřední Lipky dorazil z Králík až v 9:25, 5 minut po odjezdu druhého dopoledního vlaku. Bude v Hanušovicích dříve, pokud půjde zbývajícím vzdáleností pěšky rychlostí 3,5 km/h s půlhodinovou přestávkou na sačinu nebo když počká na první odpolední vlak? Jak byste se rozhodli?



FO61EF1–2: Usain Bolt a jeho světový rekord

Držitelem stále platného světového rekordu v běhu na 100 m je jamajský sprinter Usain Bolt. Rekordu dosáhl v roce 2009 na mistrovství světa v Berlíně a v tabulce jsou shrnuty časy, za které uběhl jednotlivé desetimetrové úseky trati:



úsek/m	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80	80–90	90–100
čas/s	1,89	0,99	0,90	0,86	0,83	0,82	0,81	0,82	0,83	0,83

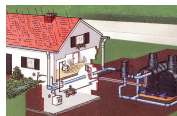
Z videozáznamu přitom víme, že jeho reakční doba byla $\tau = 146 \text{ ms}$ (tj. rozběhl se až 146 ms po výstřelu ze startovní pistole, od něhož se měří čas); je započtena v celkovém čase na prvním úseku.

- Jakému celkovému času odpovídá Boltův světový rekord?
- Ve kterém úseku dosáhl největší a nejmenší průměrné rychlosti a jaké byly tyto rychlosti v km/h?

- c) Jaká byla průměrná rychlost v km/h na celé dráze od startovního výstřelu po proběhnutí cílem?
- d) Jakého celkového času by Bolt dosáhl, kdyby se mu podařilo reakční dobu zkrátit na 101 ms? Jak by se změnila jeho průměrná rychlost na celé dráze?
- e) Při závodě v Berlíně měl Bolt v zádech vítr o rychlosti 0,9 m/s, který zlepšuje čas v průměru o 0,06 s. Jakou hodnotu by mohl rekord mít, kdyby Bolt zkrátit reakční dobu jako v případě d) a měl v zádech vítr o rychlosti 2,0 m/s, který dobu běhu zkracuje v průměru o 0,11 s?

FO61EF1–3: Úsporný dům

Rodinný domek má šířku $a = 12$ m a délku $b = 15$ m. Z ploché vodorovné střechy, která na všech stranách přesahuje obvod domku o $l = 20$ cm, je dešťová voda sváděna do jímky a je používána na praní, mytí a splachování WC. Za měsíc rodina spotřebuje $V_1 = 120$ hl této užitkové vody. Betonovou jímku tvoří 3 válcové nádoby s vnitřním průměrem $d = 2,5$ m a o výškách $h_1 = 750$ mm, $h_2 = 750$ mm a $h_3 = 1\,000$ mm. Pokud je jímka plná, přebytečná voda odtéká do odpadu.



- a) Kolik hektolitrů vody se vejde do jímky?
- b) Kolik ušetří rodina za měsíc na vodném a stočném, je-li jejich cena dohromady 65,- Kč za 1 m^3 ?

Srážkové úhrny za rok 2016 v Karlových Varech jsou uvedeny v tabulce:

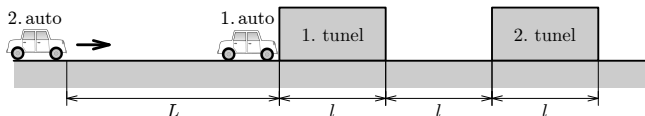
měsíc	srážky v mm/m^2	měsíc	srážky v mm/m^2
leden	56	červenec	67
únor	44	srpen	69
březen	47	září	56
duben	47	říjen	46
květen	61	listopad	52
červen	75	prosinec	61

- c) Určete celkový srážkový úhrn za celý rok 2016.
- d) Domek byl dokončen k 1. dubnu, spotřebovávat vodu rodina začala od 1. května. Zaznamenejte do grafu objem vody v jímce vždy k prvnímu dni v měsíci počínaje 1. 5. 2016 až do 1. 1. 2017.

Objem válce V vypočítáme ze vztahu $V = \frac{1}{4}\pi d^2 h$, kde d je průměr jeho podstavy a h jeho výška. Předpokládejte, že jímka nebyla nikdy prázdná.

FO61EF1–4: Dva automobily a dva tunely

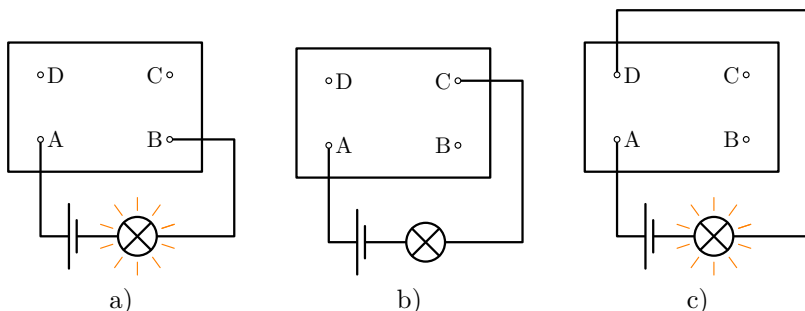
Na přímé silnici jsou dva tunely o stejné délce $l = 3$ km; vzdálenost mezi tunely je také l . Po silnici jedou dva automobily. Když první automobil vjíždí do prvního tunelu, je druhý automobil ještě ve vzdálenosti $L = 6$ km před tunelem. Na volné silnici jedou automobily rychlostí $v = 60$ km/h, v tunelu rychlostí $u = 40$ km/h.



- Kolik minut trvá průjezd automobilu tunelem?
- Jaká je vzdálenost mezi automobily, když druhý automobil vjíždí do prvního tunelu?
- Jaká je vzdálenost mezi automobily, když druhý automobil vyjíždí z prvního tunelu?
- Nakreslete graf závislosti dráhy automobilů v kilometrech na čase v prvních alespoň 11 minutách. Z grafu zjistěte, kdy je vzdálenost mezi automobily nejmenší a určete tuto vzdálenost.

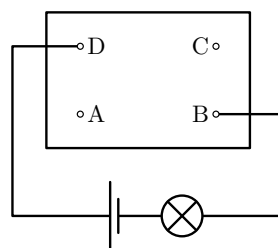
FO61EF1–5: Destička se žárovkou

V dřevěné destičce jsou upevněny čtyři kovové zdičky A, B, C, D. Na dolní straně, kterou na obr. 1a–c nevidíme, jsou některé zdičky propojeny dvěma izolovanými dráty. Martin postupně připojil žárovku s baterií ke zdičkám podle obr. 1 a zjistil, že v případech a) a c) žárovka svítí, v případě b) nesvítí.



Obr. 1: Destička se zdičkami

- Zakreslete, jak mohou být na spodní straně desky zdičky propojeny *dvěma* vodiči. Zvažte tři různé možnosti!
- Potom Martin připojil baterii se žárovkou ke zdičkám B a D podle obr. 2. Rozhodněte, ve kterých možných propojeních zdiček z části a) žárovka svítila a ve kterých ne a pro každý případ dokreslete do obr. 2 propojení zdiček na spodní straně.



Obr. 2: Připojení ke zdičkám B a D v části b)

FO61EF1–6: Tepelná elektrárna Dětmarovice

Elektrárna Dětmarovice je největší černouhelnou elektrárnou v ČR. Nachází se v Moravskoslezském kraji v těsné blízkosti polských hranic u železniční tratě Bohumín–Žilina. Spálením 1 kg černého uhlí se získá teplo $H = 22 \text{ MJ/kg}$, maximální elektrický výkon elektrárny je $P_1 = 800 \text{ MW}$. Elektrárna ročně vyrobí $E = 2,5 \text{ TWh}$ elektrické energie a více než $Q = 800 \text{ TJ}$ tepla, které se dodává do Orlové, Bo-

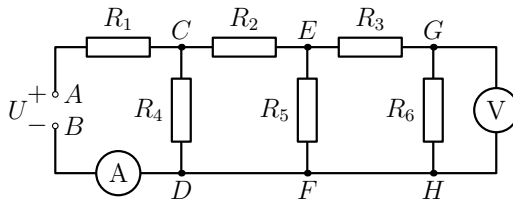


humína a od roku 2018 i do skleníků pro pěstování zeleniny v Dolní Lutyni. Za rok elektrárna spálí asi $m = 1\,400\,000$ t uhlí.

- Jaká by byla roční produkce elektrické energie, pokud by elektrárna pracovala stále na plný výkon P_1 ?
- Kolik vagonů uhlí, z nichž každý uveze $m_1 = 50$ t, se spotřebuje v elektrárně za rok a průměrně za jeden den?
- Jaká je účinnost výroby elektrické energie spalováním uhlí v elektrárně? Jaká je celková účinnost elektrárny, pokud započítáme kromě elektřiny i teplo využívané na vytápění?
- Jaký objem vody pro domácnosti lze ve výměníku tepla v průměru ohřát za 1 rok z teploty $t_1 = 15^\circ\text{C}$ na teplotu $t_2 = 60^\circ\text{C}$ díky teplu, které elektrárna vyprodukuje? Měrná tepelná kapacita vody je $c = 4,2\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.

FO61EF1–7: Odstranění rezistor

Šest rezistorů bylo zapojeno podle obrázku. Ke svorkám A a B byl připojen ideální zdroj o napětí $U = 11$ V. Velikosti odporů rezistorů jsou: $R_1 = 55\ \Omega$, $R_2 = R_3 = 50\ \Omega$, $R_4 = 110\ \Omega$, $R_5 = R_6 = 100\ \Omega$ (obr. 3).



Obr. 3: Zapojení rezistorů

- Určete v daném zapojení se zdrojem odpor mezi body E a F .
- Určete odpor zapojení mezi body C a D .
- Určete velikost proudu, který prochází ampérmetrem.
- Jaké hodnoty budou ukazovat měřicí přístroje, když jeden z rezistorů R_1 nebo R_2 odstraníme?

Ampérmetr a voltmetr považujte za ideální – voltmetrem neprochází proud a odpor ampérmetru je zanedbatelný.

FO61EF1–8: Na Téryho chatu

Martin strávil letošní prázdniny ve Vysokých Tatrách. Při jedné túře dlouhé $s_1 = 6,2$ km vystoupal z konečné stanice zubačky Hrebienok (1 255 m n.m.) k Téryho chatě (2 005 m n.m.).

- Jakou práci Martin vykonal při výstupu, váží-li $m_1 = 55$ kg a na zádech nesl batoh o hmotnosti $m_{z1} = 15$ kg? Jaký byl jeho průměrný výkon, jestliže trasu zvládl za čas $t_1 = 3,5$ h?
- Nejlepší profesionální nosiči při každoročním závodu Sherpa rallye zvládnou stejnou trasu za čas $t_2 = 90$ min se zátěží $m_{z2} = 60$ kg. Jakou práci přitom

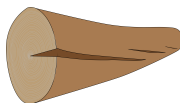


vykonají a jaký je jejich průměrný výkon? Předpokládejte hmotnost nosiče $m_2 = 80$ kg.

- Jaký je procentuální podíl „užitečné práce“ nosiče při závodu (tj. práce na vynesení samotného nákladu) oproti jeho celkové práci?
- Jakou průměrnou silou musí nosič při výstupu působit k vykonání potřebné práce?
- Porovnejte průměrný výkon tatranského nosiče s průměrným výkonem nejlepšího nosiče závodu Sněžka Sherpa Cup 2019, který trasu z Pece přes Obří důl na Sněžku o délce $s_2 = 6,4$ km a s převýšením $h_2 = 780$ m se stejnou hmotností a zátěží zvládl za $t_3 = 2$ h 9 min. Čí výkon je větší?

FO61EF1–9: Podepřená kláda

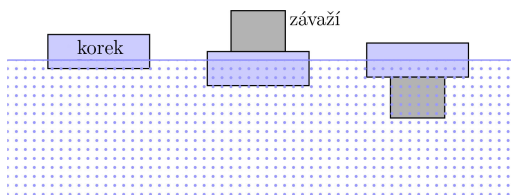
Dřevěná stejnorodá kláda o délce $L = 12$ m je v rovnováze, jestliže ji podepřeme tyčí ve vzdálenosti $d_1 = 3$ m od tlustšího konce.



- Pokud tyč posuneme o $d_2 = 3$ m směrem k tenčímu konci a na tenčí konec se posadí Vašek o hmotnosti $m_1 = 60$ kg, bude opět v rovnováze. Jaká je hmotnost m klády?
- Kde musíme kládu podepřít, pokud se na tenčí konec místo Vaška posadí Lenka o hmotnosti $m_2 = 30$ kg, aby byla v rovnováze?

FO61EF1–10: Korková cihlička a závaží na vodě

Korková cihlička o hmotnosti 250 g plave na vodě tak, že je ponořena $\frac{1}{4}$ jeho objemu. Pokud na ni připevníme závaží, ponoří se $\frac{3}{4}$ jejího objemu. V určitém okamžiku se cihlička se závažím převrhne závažím dolů a přitom nad hladinou vyčnívá $\frac{1}{2}$ objemu cihličky. Jaká je hmotnost a hustota závaží?



FO61EF1–11: Experimentální úloha: počítáme velká množství

Vymyslete způsob, jak co nejpresněji a co nejrychleji určit počet zrn hrachu (cizrny apod.) nebo čokoládových kuliček v jednom balení bez počítání jednoho zrna/kuličky po druhé a bez vážení. Určete typický průměr zrn/kuliček. Pokud vás napadne více způsobů, vyzkoušejte je a porovnejte, který je přesnější a rychlejší. Svůj postup podrobně popište.



FO61EF1–12: Experimentální úloha: kyvadlo

Sestrojte si z pevné nitě a závaží (např. kovové matice) jednoduché kyvadlo. K jednomu konci dlouhé nitě připevněte závaží, druhý konec nitě přivažte na stojan, věšák nebo lepicí páskou připevněte na zárubeň dveří. Když závaží mírně

vychýlíte z rovnovážné polohy (maximálně o úhel 10°), bude vykonávat kmitavý pohyb (dejte pozor, aby kmitalo v jedné rovině). Pomocí stopky změřte dobu, za kterou kyvadlo vykoná 10 kmitů, vydělením 10 pak získáte dobu jednoho kmitu, tj. periodu svého kyvadla.

- a) Vyšetřete, jak závisí perioda kmitů kyvadla na délce závěsu.
- b) Vyšetřete, jak závisí perioda kmitů kyvadla na hmotnosti závaží.

Pomůcky: dlouhá pevná nit (1,5 m–2 m), vhodné závaží (sada závaží k laboratorním váhám, matice apod.), délkové měřidlo, stopky, váhy.

Postup:

- a) Podle výše uvedeného postupu změřte při dané délce závěsu periodu kyvadla. Měření opakujte 5krát, výsledky запиšte do tabulky a spočtete průměrnou periodu pro danou délku. Potom zkraťte délku kyvadla o 10 cm a měření opakujte, stejným způsobem pro 5 různých délek kyvadla. Do tabulky запиšte i druhé mocniny průměrné periody pro danou délku. Nakreslete graf závislosti periody kyvadla na jeho délce, graf závislosti druhé mocniny periody kyvadla na jeho délce. Jak závisí perioda kyvadla na jeho délce?
- b) Použijte kyvadlo s vybranou délkou (podle vlastního uvážení) a opět změřte jeho periodu. Potom použijte jiné závaží s rozdílnou hmotností, kterou předtím zjistíte vážením, měření opět 5krát opakujte a vypočtete průměrnou periodu pro danou hmotnost závaží. Poté použijte závaží s jinou hmotností a měření opakujte pro 5 různých závaží, délku kyvadla neměňte. Jak závisí perioda kyvadla (při konstantní délce závěsu) na hmotnosti kyvadla?

Leták pro kategorie E a F připravila komise pro výběr úloh při ÚKFO České republiky ve složení Dagmar Kaštilová, Věra Koudelková, Lenka Podzimková, Richard Polma, Jindřich Pulíček a Lukáš Richterek ve spolupráci s autorem úloh Janem Thomasem. Autorem jedné experimentální úlohy je Lubomír Konrád (FO SR). Ve třech úlohách byly použity náměty z Всероссийской олимпиады по физике 2010 a 2017 a časopisu Потенциал. V ilustracích byly použity volně šiřitelné obrázky z Wikipedie, serverů www.cez.cz, dopravni.net, pixabay.com a www.moderndream.cz.