

Úlohy 1. kola 67. ročníku Fyzikální olympiády ve školním roce 2025/2026

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 $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3 = 1,0 \text{ g/cm}^3$.

FO67EF1-1: Ze Lhoty do Suché

J. Thomas

Dva cyklisté stejné výkonnosti, Luboš a Standa, vyjíždí současně proti sobě z vesnic, vzdálených od sebe $d = 24 \text{ km}$. Luboš vyjíždí ze Lhoty, Standa ve stejnou dobu ze Suché. Oba cyklisté jezdí stejnou rychlostí. Směrem od Lhoty k Suché ale fouká vítr, který způsobí, že proti větru je rychlost cyklistů o stejnou hodnotu u menší, jako je naopak při jízdě po větru o stejnou hodnotu u větší než za bezvětří. Luboš dojede do Suché, obrátí se a hned jede nazpět. Standa se jízdou proti větru unavil, ve Lhotě si nějakou dobu Δt odpočínal a pak se teprve vracel. Cyklisté se poprvé potkali ve vzdálenosti $d_1 = 14,4 \text{ km}$ od Lhoty po $t_1 = 36 \text{ min}$ od chvíle, kdy vyjeli, podruhé ve vzdálenosti $d_2 = 4,8 \text{ km}$ od Lhoty.



- Jaká je skutečná rychlost v_1 cyklisty jedoucího po větru a v_2 cyklisty jedoucího proti větru?
- O jakou hodnotu u se sníží (nebo zvýší) rychlost každého cyklisty, jede-li proti větru (po větru)? Jakou rychlostí by oba jeli za bezvětří?
- Jak dlouho odpočíval Standa ve Lhotě?
- Sestrojte graf závislosti vzdálenosti od Lhoty s na času t pro oba cyklisty.

Část c) můžete řešit početně nebo graficky.

FO67EF1-2: Vesmírný dalekohled Jamese Webba

J. Thomas

Hlavní zrcadlo vesmírného dalekohledu Jamese Webba se skládá z 18 stejných segmentů tvaru pravidelného šestiúhelníku. Každý šestiúhelník si můžeme představit složený ze šesti rovnostranných trojúhelníků. Průměr šestiúhelníku je $1,5 \text{ m}$, strana každého trojúhelníku je tedy $0,75 \text{ m}$. Zrcadlo je zhotoveno z pozlaceného beryllia (hustota beryllia je $\rho_{\text{Be}} = 1,85 \text{ g/cm}^3$). Tloušťka každého segmentu je $h = 0,8 \text{ cm}$.



- Jaká je celková plocha zrcadla?
- Jaká je hmotnost celého zrcadla?
- Na pozlacení bylo použito stejné množství zlata, jaké odpovídá 12 párům snubních prstýnků, z nichž každý má hmotnost 12 g a je vyroben z 18karátového zlata (18karátové zlato obsahuje $78,5\%$ hmotnosti zlata). Hustota zlata je $\rho_{\text{Au}} = 19,3 \text{ g/cm}^3$. Jak silná je vrstva zlata na povrchu zrcadla?

Vztah pro výpočet obsahu rovnostranného trojúhelníku najdete v tabulkách nebo na internetu.

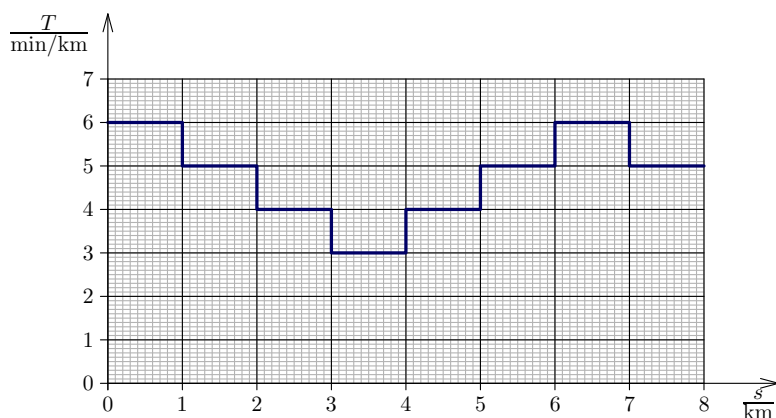
FO67EF1-3: Rychlostní tempo

J. Thomas

Markéta trénuje běh na delší vzdálenosti. Využívá přitom chytré hodinky, které umí s pomocí GPS měřit její rychlostní tempo T v jednotkách min/km, tedy za kolik minut by uběhla kilometr, kdyby udržovala stálé tempo. Závislost rychlostního tempa T na uběhnuté vzdálenosti s ukazuje graf na obr. 1. Pomocí tohoto grafu určete:



- Největší a nejmenší rychlost (v km/h) Markéty při tréninku.
- Nakreslete graf závislosti okamžité rychlosti v Markéty na uběhnuté vzdálenosti s .
- Jak dlouho trval Markétě tréninkový běh?
- Jaká byla Markétina průměrná rychlost při tréninku?



Obr. 1: K úloze FO67EF1-3

FO67EF1-4 Plavba v dřevěné bedně

L. Konrád (FO SR), L. Richterek

Honza našel během prázdnin u svého dědečka v kůlně dřevěnou bednu tvaru kvádra bez horní podstavky. Okamžitě ji změřil a do sešitu si zapsal, že má vnější délku dna $a = 250$ cm, vnější šířku dna $b = 50$ cm a vnější výšku $h = 32$ cm. Dědeček, bývalý lesník, mu prozradil, že je vyrobena z modřínového dřeva o hustotě $\rho = 600$ kg/m³ a má hmotnost $m = 30$ kg. Vážením pak zjistili Honzovu hmotnost $M_1 = 75$ kg. Jelikož hned za jejich domem je malé jezírko, Honzu napadlo, že se bude v bedně vozit po jezírku jako v lodičce.



- Jaký objem dřeva se spotřeboval na výrobu bedny? Jaký je vnitřní objem bedny?
- Do jaké hloubky h_1 se ponoří prázdná bedna, když ji Honza spustí do vody podle obrázku?
- O jakou hloubku Δh se ponoření bedny zvětší, když do ní Honza nastoupí?
- Může se k Honzovi do bedny posadit i jeho kamarádka Maruška o hmotnosti $M_2 = 50$ kg, aniž by se bedna s oběma potopila?

FO67EF1-5: Přehrada Nové Heřminovy

L. Richterek

Dne 14. 9. 2024 byl překonán dosavadní rekord v zaznamenaném denním úhrnu srážek na našem území, když na stanici Švýčárna v Jeseníkách naměřili hodnotu 385,6 mm/den. Jako jeden z možných prvků ochrany proti záplavám v povodí řeky Opavy bývá zmiňována plánovaná výstavba přehrady Nové Heřminovy. Podle hlásného profilu v obci Karlovice nad plánovanou přehradou má plocha povodí Opavy nad přehradou rozlohu asi 151 km², průměrný roční průtok odpovídá hodnotě 3,55 m³/s.



- Maximální objemová kapacita plánované přehrady se odhaduje na 14,5 miliónů m³, minimální zásobní kapacita na 3,0 milióny m³. Kolik procent maximální kapacity je plánováno na zadržování povodní?
- Odhadněte, za jak dlouho by se při maximálním naměřeném srážkovém úhrnu na celé ploše povodí naplnila přehrada ze zásobní na maximální objemovou kapacitu?
- Za jak dlouho by se naplnila ze zásobní na maximální kapacitu při průměrném ročním průtoku, při průtoku odpovídajícím stoleté vodě 206 m³/s a při průtoku naměřeném v Karlovicích 15. 9. 2024 o hodnotě 280 m³/s?
- Odhadněte, jakou kinetickou energii má voda, která při průměrném ročním průtoku proteče v řece za sekundu rychlostí lidské chůze 5,0 km/h? Na základě výpočtu ji porovnejte s energií cyklisty, který má i s kolem hmotnost 80 kg a jede pohodlnou rychlostí 15 km/h.

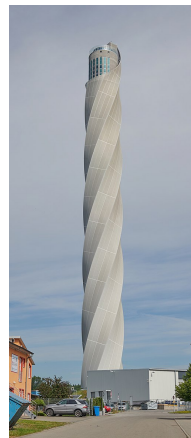
FO67EF1-6 Běh na věž

J. Thomas

V německém městě Rottweil stojí vysoká věž na testování výtahů, které vyrábí místní firma. Nahoru na věž vede i schodiště, které končí ve výšce 232 m nad zemí a má 1 390 schodů. Na tomto schodišti se pořádají každoročně běžecké závody, kterých se účastní asi 1000 účastníků. Tři kamarádi na dovolené se rozhodli vyzkoušet si takový běh. Startovali vždy po 12 sekundách a jejich výkony můžeme porovnat.

Martin (36 let, 70 kg, 176 cm) dosáhl času 8 min 16 s,
Dan (48 let, 85 kg, 198 cm) dosáhl času 9 min 30 s,
Zdeněk (62 let, 75 kg, 187 cm) dosáhl času 16 min 40 s.

- Který z nich vykonal při běhu největší práci? Odpověď ověřte výpočtem.
- Který z nich měl při běhu největší výkon? Odpověď ověřte výpočtem.
- Martin startoval 12 s za Danem. Kdy a na kolikátém schodu bude Dana předbíhat?



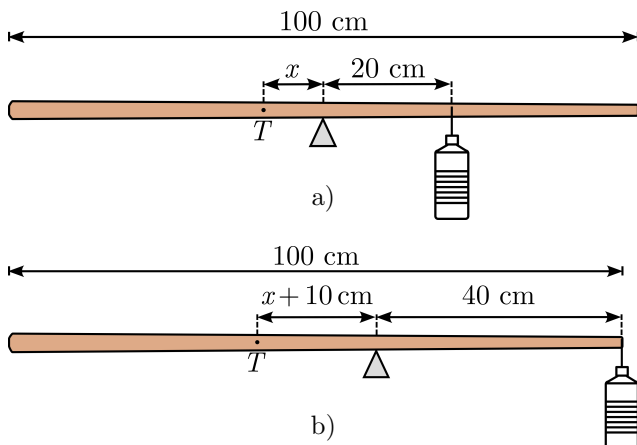
FO67EF1-7 Hmotnost dřevěné tyče

ChatGPT, L. Richterek

Monika našla na vycházce v lese rovný kus větve, který můžeme považovat za tyč délky 100 cm, která má v různých místech různý průřez (její „tloušťka“ není všude stejná). Řekla si, že by mohla zkusit odhadnout hmotnost tyče M s pomocí PET lahve s vodou a provázku. V PETce o objemu 1,0 litr (jejíž hmotnost, stejně jako hmotnost provázku, můžeme zanedbat) měla ještě 80 % vody. Tyč podepřela přesně uprostřed ostrým kamenem postaveným vyšší pařez a provázek s PET lahví zavěsila ve vzdálenosti $l_1 = 20$ cm od místa podepření (obr. 2a), čímž nastala rovnováha. Potom podpěru posunula o 10 cm doprava a rovnováha nastala, když PET lahev s vodou zavěsila na pravý konec tyče (obr. 2b).



- Určete hmotnost M tyče a vzdálenost x jejího těžiště T od středu tyče.
- Potom Monika upila 300 ml vody z PET lahve a tyč podepřela opět uprostřed. Kam musí zavěsit nyní PET lahev, aby byla tyč v rovnováze?



Obr. 2: K úloze FO67EF1-7

FO67EF1-8 Věžní hodiny

J. Thomas

Minutová ručička věžních hodin je dlouhá 1,5 m, hodinová ručička je dlouhá 1,0 m.

- Určete rychlosti koncových bodů obou ručiček v cm/s, km/h a v m/min.
- Určete velikosti drah koncových bodů ručiček za 1 den (24 h).
- Pokud začneme měřit ve 12:00 h, za kolik minut budou mít obě ručičky poprvé zase stejný směr?
- Kdy budou mít ručičky poprvé opačný směr?



FO67EF1-9 Na vařiči

J. Thomas

Bára vařila čaj na plotně indukčního vařiče s příkonem $P = 1\,200\text{ W}$. Do konvice o hmotnosti $m_k = 200\text{ g}$ a měrné tepelné kapacitě $c_k = 460\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ nalila při teplotě místnosti $t_k = 20^\circ\text{C}$ objem 1,0 litru vody o teplotě $8,0^\circ\text{C}$ a postavila na vařič.

- Jaké teplo Q_1 je potřeba na ohřátí samotné konvice k bodu varu vody $t_v = 100^\circ\text{C}$?
- Jaké teplo Q_2 je potřeba k ohřátí samotné vody k bodu varu?
- Jak dlouho bude trvat, než voda v konvici začne vařit?
- Po postavení vody na vařič Bára odběhne k sousedce, kde se zapovídá a vrátí se za 20 minut. Zbude v konvici ještě voda alespoň na šálek čaje, tj. alespoň 3,0 dl?



Měrná tepelná kapacita vody $c = 4\,200\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, měrné skupenské teplo vypařování vody $l_v = 2\,260\text{ kJ/kg}$.

FO67EF1-10 Elektrický obvod

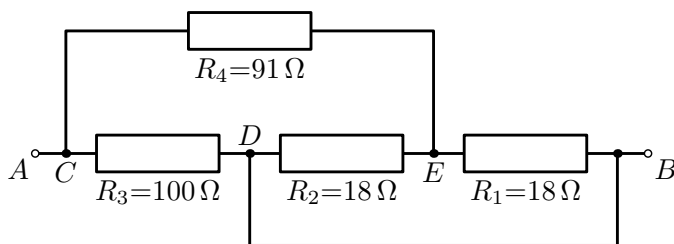
J. Thomas

Klára sestavila obvod, jehož schéma a hodnoty odporu rezistorů jsou na obr. 3, odpory vodičů lze zanedbat.

- Jaký je celkový R odpor zapojení mezi body A a B ?

K bodům A a B připojila zdroj stálého napětí $U = 9,0\text{ V}$.

- Jaký proud procházel každým z rezistorů?
- Jaký byl celkový výkon P rezistorů zapojených v obvodu?
- Na kterém rezistoru byl největší výkon $P_{\max}$ a na kterém rezistoru byl nejmenší výkon $P_{\min}$?



Obr. 3: K úloze FO67EF1-10

Pomůcka: Při paralelním zapojení dvou rezistorů R_1 a R_2 vedle sebe lze pro výpočet výsledného odporu R využít zjednodušený vztah

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Světlo bylo pro lidstvo vždy důležité, ať už šlo o oheň, svíčky, olejové lampy nebo později plynové a elektrické osvětlení. Lidé postupně zjišťovali, že různé druhy osvětlení mají odlišné vlastnosti, a proto ho začali zkoumat.

Jednou z fyzikálních veličin popisujících vlastnosti světla je intenzita osvětlení, která udává, jaké množství světla dopadá na jednotku plochy. Obvykle se značí písmenem E a její hodnota se udává v luxech. Proto se přístroj, který slouží k jejímu měření, jmenuje luxmetr. Luxmetrem se díky zabudovanému světelnému čidlu může stát i mobilní telefon, s nímž budete provádět následující měření. Je-li to možné, provádějte ho v co největší tmě, aby telefon měřil intenzitu světla pouze zvoleného světelného zdroje (svítilny) a ne z okolí.

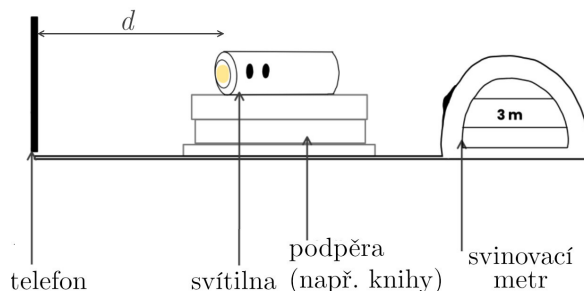
Úkol: Zkoumat závislost osvětlení na vzdálenosti od zdroje světla (baterky).

Pomůcky: Telefon s aplikací *Lux Light Meter Pro* (ke stažení na [Google Play](#) i v [App Store](#)), svítilnu/baterku, svinovací metr.

Postup:

- Před měřením zkalibrujte luxmetr ve svém telefonu. Světelné čidlo se obvykle nachází u horního okraje telefonu blízko přední kamery. Najdeme ho tak, že zapneme luxmetr a pomalu prstem jedeme od jednoho konce lišty k druhému, dokud čidlo prstem nezastíníme a luxmetr neukáže hodnotu 0 lx. V ten okamžik klikneme na „kalibrovat“ a telefon bude připraven k měření.
- Na vodorovné podložce (stůl nebo zem) roztáhněte svinovací metr. Vedle jeho začátku (0 cm) upevněte telefon kolmo k vodorovné podložce. Do vzdálenosti 10 cm od telefonu umístěte baterku tak, aby její světlo mířilo vodorovně (tedy kolmo na telefon) na světelné čidlo telefonu (jako na obr. 4). Rozsviďte baterku a určete intenzitu jejího osvětlení E . Baterku posuňte o 5 cm dále a znovu změřte intenzitu osvětlení E .

Postup opakujte, dokud neurčíte intenzitu osvětlení E při vzdálenosti 55 cm mezi baterkou a telefonem. Měření proveďte pětkrát a pro každou vzdálenost určete průměrnou intenzitu osvětlení. Vytvořte graf závislosti intenzity osvětlení E na vzdálenosti d . Jak se intenzita E mění se zvětšující se vzdáleností d ?



Obr. 4: K úloze FO67EF1-11

Měření zvuku pomáhají inženýrům vyvíjet technologie, jako jsou mikrofony nebo reproduktory. Díky poznatkům o zvuku je možné přizpůsobit architekturu budov pro lepší akustiku nebo navrhovat odhlučněné prostory. V medicíně využívají lékaři ultrazvuk pro diagnostiku nemocí.

Zvuk je mechanické vlnění. Šíří se tak, že zdroj rozvibruje částice v prostředí, které se začnou stlačovat nebo rozpínat, čímž vznikají tlakové vlny dopadající na přijímač. Protože se jedná o vlnění, můžeme určit i jednu z důležitých charakteristik – frekvenci, které v hudbě odpovídá výška tónu. Právě frekvenci různých tónů máte za úkol změřit.

Úkol: Vyšetřete závislost frekvence tónu na jeho výšce. Změřte frekvenci celých tónů dvou oktáv (od C3 do C5 bez zvýšených tónů).

Pomůcky: Přehrávač zvuku (např. notebook nebo tablet) a telefon s aplikací *Phyphox* (ke stažení na [Google Play](#) nebo v [App Store](#)); zvuky, které budete potřebovat přehrát, najdete na [YouTube](#) (můžete použít i hudební nástroj jako klavír nebo klávesy).

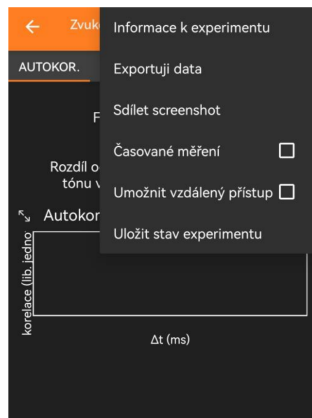
Postup:

V aplikaci *Phyphox* najdete oddíl „Akustika“ a klikněte na „Zvuková autokorelace“. V tomto módu budete provádět celé měření. V sekci „Autokorekce“ přes tři tečky v pravém horním rohu zaškrtněte „časované měření“ (obr. 5a), nastavte zpoždění startu na 3 s a dobu trvání experimentu na 10 s (obr. 5b). Potom položte svůj telefon mikrofonom co nejbližší zdroji zvuku. Začněte přehrávat tón C3 a následně spusťte v aplikaci kliknutím na šipku měření. Aplikace změří frekvenci vydávaného zvuku a ukáže, o jaký tón se jedná.

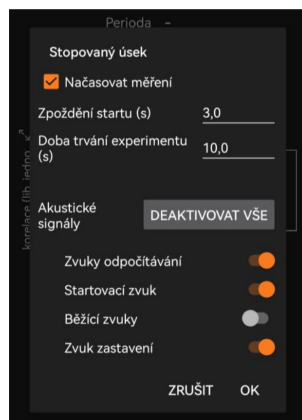
Stejným způsobem určete frekvence ostatních tónů. Měření proveďte třikrát a z naměřených hodnot vypočítejte průměrnou frekvenci každého tónu.

Vytvořte graf závislosti frekvence tónu na jeho výšce. Na vodorovné ose přiřaďte tónu C3 jedničku a každému dalšímu tónu hodnotu o 0,5 vyšší (poslednímu tónu C5 tak bude přiřazeno číslo 8). Na svislou osu zanešte vypočítané průměrné frekvence tónů. Jak se mění frekvence tónu s jeho výškou?

Poznámka: V zadání používáme tzv. vědecké (americké) značení tónů. V hudbě je u nás obvyklé jiné značení oktáv, např. tónu C3 odpovídá malé c, tónu C4 pak c' a C5 značení c''.



a) Hledání časového měření



b) Nastavování časových intervalů

Obr. 5: K úloze FO67EF1-12



Zveme všechny zájemce o fyziku k řešení zajímavých úloh!
Informujte se u svého učitele fyziky.

Najdete nás také na Internetu a Facebooku:
<http://fyzikalniolympiada.cz>
<https://www.facebook.com/fyzikalniolympiada>.

Leták pro kategorie E a F připravila komise pro výběr úloh při ÚKFO České republiky ve složení Dagmar Kaštilová, Věra Koudelková, Richard Polma, Jindřich Pulíček, Miroslav Randa a Lukáš Richterek ve spolupráci s autory úloh Nicol Martínkovou a Janem Thomasem. V ilustracích byly použity volně šiřitelné obrázky z Wikipedie a portálů www.garaz.cz, www.svgrepo.com a pixabay.com. Canva AI, ChatGPT.