



Ústřední komise Fyzikální olympiády České republiky
Úlohy okresního kola 67. ročníku FO
ve školním roce 2025/2026
Kategorie F

Za řešení úloh v okresním kole může řešitel získat celkem 40 bodů, přičemž úspěšným řešitelem se stává ten soutěžící, který bude hodnocen alespoň ve dvou úlohách nejméně 5 body a v celkovém hodnocení získá alespoň 14 bodů. Úlohy řešte v klidu, v pořadí, které vám vyhovuje; na jejich vyřešení máte celkem 4 hodiny. Řešení pište čitelně a tak, aby bylo jasné, jak jste postupovali. Nezapomeňte, že nestačí napsat výsledek, ale je důležité srozumitelně popsat, jak jste k výsledku došli.

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

FO67F2-1: Výsadbář

M. Bednařík

Na leteckém dni předváděli výsadbáři za bezvětrí seskok padákem z vrtulníku, který byl ve výšce 1,0 km nad povrchem Země. Po otevření padáku se výsadbář snášel k zemi a jeho výška h nad zemí vždy po 15 s je zaznamenána v tabulce:

t/s	0	15	30	45	60	75	90
h/m	900	810	720	630	540	450	360

- Nakreslete graf závislosti výšky h na čase t .
- Z grafu rozhodněte, zda se měnila velikost rychlosti, se kterou se výsadbář snášel k zemi. Jakou průměrnou rychlostí se výsadbář pohyboval?
- Dokreslete závislost výšky h na čase t po 90. sekundě. Předpokládejte, že se jeho rychlost nezměnila.
- Z grafu určete, v jaké výšce h nad zemí byl výsadbář v čase $t_1 = 100 \text{ s}$. Výsledek ověřte výpočtem.
- Z grafu určete čas t_2 , kdy výsadbář dopadne na zem. Výsledek ověřte výpočtem.

FO67F2-2: Vlak jede do kopce

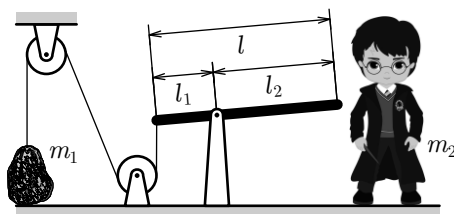
J. Jírá

Vlak tvoří lokomotiva o hmotnosti 70 t a tři vagóny, každý o hmotnosti 40 t. Tento vlak se pohyboval rovnoměrným pohybem po železnici se stálým stoupáním 16 ‰ (na každých 1 000 m stoupání trati je přírůstek nadmořské výšky 16 m), přičemž dráhu délky 2,85 km ujel přesně za 3 min. Motor lokomotivy pracoval s výkonem 620 kW.

- Vypočtete rychlost vlaku v kilometrech za hodinu.
- Vypočtete užitečnou práci motoru lokomotivy, tj. polohovou energii, kterou vlak získal.
- Vypočtete celkovou práci motoru lokomotivy a účinnost, s jakou vlak stoupání vyjel.
- Vypočtete dobu, za kterou by vlak ujel uvedenou dráhu, kdyby při stejném výkonu lokomotiva táhla dvojnásobný počet vagónů. Účinnost zůstává stejná.

Zadní vrátka v Bradavicích jsou jištěna žulovým kamenem o objemu $V = 72$ litrů. K otevření vrátek se používá pákový mechanismus znázorněný na obr. 1, kde délka kratšího úseku měří $l_1 = 30$ cm. Hustota bradavické žuly je asi $\rho = 2,5$ g/cm³.

- Jaká je hmotnost kamene m_1 ?
- Jaká je nejmenší délka ramene l_2 a nejmenší celková délka páky l , jestliže kámen může zvednout i Harry Potter o hmotnosti $m_2 = 60$ kg, pokud se posadí na delší konec? Hmotnost samotné páky a tření lana o kladky zanedbejte.
- Po nějakém čase se prkno sloužící jako páka zlomilo a Hagrid sehnal na opravu nové o délce $l' = 165$ cm. Jaká pak bude délka úseků l'_1 a l'_2 , aby mechanismus fungoval stejně jako před zlomením původního prkna? Uvažte, že pro rozdělení ve správném poměru může být vhodné prkno o 5 cm – 10 cm zkrátit tak, aby délky úseků l'_1 a l'_2 vycházely v celých centimetrech, neboť Hagrid neumí měřit přesněji.



Obr. 1: Pákový mechanismus v úloze FO67F2-3

FO67F2-4: Dvacet tisíc mil pod mořem

L. Richterek

Ve slavném románu Julese Verna „Dvacet tisíc mil pod mořem“ zažijí tři hrdinové – profesor Aronnax se svým sluhou Conseilem a harpunářem Nedem Landem – cestu ponorkou Nautilus pod vedením kapitána Nema. Předpokládejme, že průměrná hustota mořské vody po celou cestu byla $\rho_m = 1,028$ g/cm³.

- Jakou vzdálenost d v km měl Verne na mysli v názvu románu, když originální francouzské „lieues“ odpovídalo nikoli míli, ale tzv. „pěší hodině“, tj. vzdálenosti 4 km?
- Ponorka Nautilus měla podle popisu v knize objem $V = 1\,500$ m³. Jaká musí být hmotnost m ponorky zcela ponořené pod hladinou, aby neklesala ke dnu ani nestoupala k hladině?
- Jaká byla hmotnost m_1 ponorky s prázdnými vyrovnávacími nádržemi, jestliže po vynoření byla nad hladinou 1/10 objemu ponorky?
- V jedné části knihy se Nautilus ponořil do hloubky $h = 16\,000$ m. O kolik větší tlak než na hladině by při tom naměřily manometry ponorky?
- Krátce nato se Nautilus vynořil z hloubky $h_1 = 13\,000$ m na hladinu za čas $t = 4$ minuty. Jakou průměrnou rychlostí v by se musel pohybovat? Je to pravděpodobné?

Úlohy pro kategorii F připravila komise pro výběr úloh při ÚKFO České republiky ve složení Dagmar Kaštilová, Věra Koudelková, Michaela Křížová, Miroslava Maňásková, Richard Polma, Jindřich Pulíček a Lukáš Richterek.