



Ústřední komise Fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 55. ročníku FO kategorie E

Kontakt: ivo.volf@uhk.cz

Úlohy krajského kola jsou určeny pro zájemce o fyziku. Byly proto zvoleny tak, aby jednak mohl skoro každý soutěžící získat alespoň polovinu bodů za každou úlohu, ale zároveň aby měly také část náročnější umožňující vytipovat ty nejlepší soutěžící.

Za řešení úloh v krajském 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. 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.

Autoři soutěžních úloh vám přejí hodně krásných chvil, jež strávíte při řešení úloh FO.

1. FO55E3–1: Závod na táboře

Na táboře uspořádali závod v triatlonu, jenž se skládal z plavání na trase 600 m, jízdy na kole 15 km a běžecké dráhy. Mezi chlapci se vítězem stal Pavel, který uplavával plavecký úsek za 20 min, trať cyklistické části zdolal průměrnou rychlostí 25 km/h a běžeckou trať uběhl průměrnou rychlostí 6,0 m/s za 12 min a 15 s. Nejlepší dívka Agáta uplavala předepsaný úsek za 18 min, na kole jela rychlostí jen 18 km/h a stejně dlouhou běžeckou trať uběhla průměrnou rychlostí 5,0 m/s.

- Vypočítejte, jak dlouhý byl celý závod.
- Za jak dlouho absolvovali Pavel a Agáta celou trať? Jaká byla jejich průměrná rychlost?
- Graficky znázorníte závislost dráhy obou závodníků na čase $s(t)$.
- Den předtím při tréninku vedoucí závodu Mirek absolvoval trasu obráceným směrem; běžeckou část uběhl odpočatý rychlostí 7,2 m/s, na kole dosáhl průměrné rychlosti 24 km/h a plaveckou trasu zvládl při mírné únavě za 24 min. Za jak dlouho absolvoval trénink? Graficky znázorníte závislost dráhy Mirka na čase do téhož grafu jako v úloze c).

2. FO55E3–2: Spotřeba benzínu

Když se ve válkách motoru dokonale spálí 1 l benzínu, získáme asi 33 MJ tepla, které se pro pohyb automobilu využije nejvýše z 22 %. Při jízdě automobilu po vodorovné přímé silnici působí proti pohybu především okolní vzduch odporovou silou, která závisí na rychlosti automobilu podle vztahu $F = kv^2$, kde konstanta k zahrnuje součinitel odporu vzduchu pro daný tvar automobilu, obsah příčného řezu automobilem a hustotu okolního vzduchu; všechny veličiny včetně rychlosti je nutno dosazovat v jednotkách mezinárodní soustavy SI.

- Automobil jede po dálnici D11 a řidič-začátečník dosahuje stálé rychlosti 90 km/h, konstanta k je rovna $0,52 \text{ N}\cdot\text{s}^2/\text{m}^2$. Jak velká je odporová síla? Určete, jakou práci vykoná motor automobilu na trase 87 km a na trase 100 km. Jaká bude spotřeba benzínu na 87 km a na 100 km?

- b) Zkušební řidič pojedí za stejných podmínek po dálnici rychlostí 126 km/h. Jak se to projeví na době jízdy po dálnici, na velikosti odporové síly, na práci vykonané motorem v též úseku trasy a na spotřebě benzínu na 87 km i na 100 km?
- c) Úpravou technických parametrů se na automobilu téže značky, ale novější výroby dosáhlo zmenšení hodnoty konstanty k na $0,45 \text{ N}\cdot\text{s}^2/\text{m}^2$, zdokonalením motoru se využitelnost benzínu zvýšila na 25 %. Jak se to projevilo na spotřebě benzínu? Kolik bude stát jízda auta po trase 100 km při uvedených rychlostech? Uvažujte jednotkovou cenu za benzín 36,50 Kč/litr.

3. FO55E3–3: Archeologický výzkum na dně jezera

Potápěči zjistili, že na dně jezera v hloubce 12 m leží ve vodorovné poloze pískovcový sloup tvaru válce o výšce 8,0 m a kolmém příčném řezu o obsahu $0,75 \text{ m}^2$. Hustota vlhkého pískovce je 2500 kg/m^3 . Před zahájením výpočtů si k lepšímu pochopení nakreslete orientační obrázek, v němž schematicky znázorníte řešenou situaci.

- a) Určete hmotnost sloupu a hydrostatickou vzlakovou sílu, kterou na něj působí voda. Počítejte s hustotou vody $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ a s tíhovým zrychlením $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- b) Sloup byl těsně u kraje jedné podstavy omotan lanem a zvedán lanem jeřábu svisle vzhůru. Nejprve byl postaven ve vodě. Jak velkou maximální sílu musel vyvinout jeřáb při postavení sloupu?
- c) Jak velkou silou působil jeřáb prostřednictvím lana na sloup při jeho zvednutí k hladině?
- d) Jak velkou silou působil jeřáb prostřednictvím lana při zvedání, když byl sloup z vody zcela vytažen a zvedán, dokud spodní konec sloupu nebyl ve výšce 5 m nad hladinou vody?
- e) Jak se měnila síla nutná ke zvedání při postupném vynořování sloupu z vody? Podle zjištěných údajů znázorněte graf závislosti velikosti síly v laně na výšce sloupu nad hladinou (zvolte sami, co bude výhodnější – zda výška nade dnem nebo nad hladinou vody apod.).
- f) Na základě grafu z úlohy e) se pokuste stanovit práci, nutnou k vyzdvižení sloupu postaveného ve svislé poloze ze dna jezera do výšky 5 m nad hladinou.

4. FO55E3–4: Starší pražské tramvaje

Tramvaje T3 dlouhou dobu zajišťovaly v Praze městskou hromadnou dopravu. Pro tahovou sílu v nich byly instalovány 4 elektromotory, každý o výkonu 40 kW. Tramvaje dosahovaly na rovině rychlosti 63 km/h a přívod proudu byl zajištěn stejnosměrným vedením o napětí 600 V pomocí tzv. pantografu.

- a) Určete proud procházející přívodními vodiči při plném výkonu elektromotorů, za předpokladu, že jejich účinnost je 100 %.
- b) Na kolik přišla Dopravní podnik jízda po rovinném úseku o délce 15,0 km a rychlosti 63 km/h, jestliže podniku byla účtována sazba 3,70 Kč za 1 kWh, včetně DPH.
- c) Jak velká byla tahová síla, kterou vyvíjela tramvaj T3 při výše uvedené rychlosti, byla-li účinnost převodních mechanismů 85 %?
- d) Vyjádřete graficky, jak závisí tahová síla tramvaje při stálém výkonu na její rychlosti (při účinnosti převodních mechanismů 85 %).