



Ústřední komise Fyzikální olympiády České Republiky
Výsledky úloh 1. kola 53. ročníku Fyzikální olympiády

Kategorie E a F

FO53EF1: Stavební materiál

- a) Hmotnost jedné tvárnice je 29 kg, hmotnost jedné palety 938 kg. Výška, o kterou musíme paletu zvednout z ložné plochy automobilu do 4. podlaží je $h = 2,4 + 3 \cdot 2,8 - 1,6 = 9,2$ m. Jeřáb vykoná práci 84,7 kJ.
- b) Celková práce vykonaná motorem jeřábu $W_c = 121$ kJ.
- c) Užitečný výkon jeřábu $P = 672$ W.
- d) Výška $h' = 8,4$ m, užitečný výkon dělníka $P' = 20$ W.

Bodování – úvod 2b, a) 2b, b) 2b, c) 2b, d) 2b

FO53EF2: Stavíme zeď z pórobetonu

- a) Vzhledem k tomu, že 1 mm nehraje na stavbě roli, zaokrouhlíme rozměry tvárnice na $300 \times 250 \times 600$ mm. Celkem bude potřeba 960 tvárnic. Na otázku ohledně kamionu nelze odpovědět na základě údajů v zadání, potřebné informace musíme vyhledat. Podle stránky <http://www.vase-stavba.cz/p/2016/ytong-tvarnice-obvodove-zdivo-p2-400.html> jde zřejmě o YTONG tvárnice – obvodové zdivo P2-400, které se prodávají v paletách po 30 ks, kamion by musel naložit 32 palet. Z údajů na internetu (<http://www.vase-stavba.cz/doprava.html>) však kamion naloží 25 – 28 palet, takže zjevně jeden nestačí. Celková cena je 134 400 Kč.
- b) Hmotnost jedné tvárnice je 29 kg, pro všechny vychází 27 840 kg. Tíhová síla je asi 273 kN, působí na plochu $7,2 \text{ m}^2$, takže tlak vyjde 38 kPa.
- c) Pokud uvažujeme hustotu cihel a malty, bude síla a tlak větší. Objem zdi vychází $43,2 \text{ m}^3$, její tíha $F = 734$ kN. Tlak získáme dělením stejnou plochou jako v části b), 102 kPa. Tlaky i síly jsou v podstatě úměrné hustotám, mohli jsme proto přímo říci, že budou v případě cihel a malty odpovídající si hodnoty $1700/650 = 2,6 \times$ větší.
- d) V jedné řadě je 40 tvárnic o celkové hmotnosti 1160 kg, tíha jedné řady je proto asi $G = 11\,600$ N. K položení spodní řady z fyzikálního hlediska práci nekonáme, horní řadu musíme vyzvednout do výšky asi $23 \cdot 0,25 = 5,75$ m. Výsledná práce pak bude součtem prací pro jednotlivé řady, tedy $W = G \cdot (0 \cdot 0,25 + 1 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,25 + \dots + 23 \cdot 0,25)$. Dostáváme 800 kJ.

Bodování – a) 4b, b) 2b, c) 2b, d) 2b

FO53EF3: Pokusy na stavbě

- a) Podle hustoty předmětů budou některé plovat na hladině, některé se potopí do vany. Cihla se potopí, obě tvárnice, špalík i kanystr s olejem zůstanou plovat na hladině.
- b) Předpokládejme, že ve vaně je dostatečné množství vody, takže při plování na hladině tělesa nenarazí na dno. Cihla klesla celá ke dnu, ostatní předměty plovou na hladině ve stabilní poloze, jejich podstava o největším obsahu je celá ponořená do vody. Jen u kanystru s olejem mohlo dojít k tomu, že olej natekl převážně k jedné podstavě a může být

proto v jiné poloze než s celou podstavou, která má největší obsah, ve vodě. Záleží, jak byl ponořen.

Poměr objemu ponořené části a celkového objemu tělesa je roven poměru hustoty tělesa a hustoty kapaliny – vody. Cihla se ponoří celá, u první tvárnice bude ponořeno 65 % objemu, u druhé 55 % objemu, u dřevěného špalíku 45 % a kanystru 20 % objemu.

Protože těleso ponořené méně jak z poloviny bude plovat nejstabilněji, bude-li výška ve svislém směru nejmenší z rozměrů, ponoří se dolní podstava 1. tvárnice do hloubky 16,3 cm, druhé tvárnice do hloubky 13,8 cm, dřevěného špalíku do hloubky 4,5 cm a kanystru do hloubky 4 cm.

c) Při ponoření těles i při jejich plování na hladině se hladina vody ve vaně zvýší.

d) Pórobeton se vyznačuje velkou nasákavostí. Díky ní se hustota tvárnic zvýší a mohly by se potopit.

Bodování – úvod 4b, a) 2b, b) 2b, c) 1b, d) 1b

FO53EF4: Cesty po Austrálii

a) Podle stránky http://en.wikipedia.org/wiki/Highways_in_Australia trasa vede po silnicích National Highway 94 (Perth – Norseman), National Highway 1 (Norseman – Eucla) a National Highway A1 (Eucla – Adelaide). Pomocí Google Maps ověříme, že vyhledaná trasa měří 2 695 km.

b) Podle uvedené stránky měří celá vzdálenost 2700 km.

c) $t = 30$ h.

d) Z Adelaide bychom pokračovali po A20 do města Narrandera, dále po silnicích 39 a 85 přes Dubbo do města Toowoomba a konečně po A2 do Brisbane. Podle Google maps měří celá trasa 4 800 km a urazili bychom ji bez přerušení jízdy za 53,33 h, tj. za 2 dny 5 h a 20 min.

e) V České republice se nepoužívá značka „Pozor klokaní“, na niž lze v australském vnitrozemí narazit na řadě míst.

Bodování – a) 3b, b) 1b, c) 2b, d) 3b, e) 1b

FO53EF5: Rychlíková souprava

a) $t = 540$ s = 9 min

b) Graf nutný k řešení.

c) Celková dráha při rovnoměrných pohybech je 8 100 m.

d) Celková dráha při nerovnoměrných pohybech je 3 900 m.

e) Celková dráha je 12 000 m. Průměrná rychlost je $v_p = 22,22$ m/s = 80 km/h.

Bodování – a) 2b, b) 3b, c) 2b, d) 3b, e) 1b

FO53EF6: Kudy cestoval Marco Polo?

a) Přibližná délka celé trasy po zaokrouhlení je 35 000 km.

Venedig – Acre (Accra) – 2 700 km; (Venedig = Venecia = Benátky)

Acre (Accra) – Trebizond – 1 200 km

Trebizond – Bagdad – 900 km

- Bagdad – Terbil – 850 km
 Terbil – Ormuz – 1 500 km
 Ormuz – Balkh – 1 400 km
 Balkh – Beijing - 5 500 km
 Beijing – Pagan – 3 000 km
 Pagan – Beijing – 3 000 km
 Beijing – Hangchow – 2 300 km
 Hangchow – Ormuz – 9 000 km
 Ormuz – Tebil – 1 500 km
 Terbil – Trebizond – 600 km
 Trebizond – Constantinopole – 1 700 km; (Constantinopole = Istanbul)
 Constantinopole – Venedig 1 000 km
- b)** Letadlem by cesta trvala přibližně 97 hodin bez technických přestávek.
c) Hodnotí se slovní aktivita
d) Stejně

Bodování – a) 4b, b) 2b, c) 2b, d) 2b

FO53EF7: Voda v rychlovarné konvici

- a)** Teplo $Q = 168$ kJ.
b) Výkon rychlovarné konvice $P = 1527,27$ W, účinnost $\eta = 76,4$ %.
c) Účinnost $\eta_2 = 90$ %. Účinnost ve druhém případě je větší, neboť teplo potřebné na ohřátí samotné konvice, jež je v obou případech přibližně stejné, je vzhledem k celkovému dodanému teplu ve druhém případě menší než v prvním. Jedním ze zdrojů ztrát je také vypařování vody. Když vaříme malé množství vody, může se vypařit mnohem více vody než, když vaříme ve stejné nádobě více vody a pro páru je jen malý prostor.

Bodování – a) 3, b) 3b, c) 4 b

FO53EF8: Vlak mezi stanicemi

Jeden strojvůdce vyjíždí ze stanice Výchozí, po dobu 100 s se rychlost vlaku rovnoměrně zvětšuje a v okamžiku, kdy vlak dosáhne rychlosti 72 km/h, začne vlak rovnoměrně brzdit, až po době 100 s zastaví ve stanici Následující. Další den jede ve vlaku po stejné trase ze stanice Výchozí druhý strojvůdce, který rychlosti 72 km/h dosáhne již po době 50 s, chvíli touto rychlostí jede rovnoměrně a pak po stejnou dobu 50 s rovnoměrně brzdí, až zastaví ve stanici následující.

- a)** Náčrtek grafu
b) Rychleji trasu projel druhý strojvůdce neboť doby zrychlování a zpomalování jsou menší, než u prvního strojvůdce. Druhý strojvůdce jel tedy delší dobu maximální rychlostí. První jel maximální rychlostí po dobu 0 s.
c) Přesnější graf $v(t)$.
d) První den urazil vlak za prvních 100 s dráhu 1 000 m, za druhých 100 s stejnou vzdálenost, celkem tedy 2 000 m za čas 200 s. Druhý den vlak urazil při rozjíždění vzdálenost 500 m, při zpomalování také 500 m, na rovnoměrný pohyb tak zbývalo 1 000 m, které rychlostí 20 m/s urazil za 50 s. Druhý den proto jízda trvala jen 150 s.

Bodování – a) 4b, b) 2b, c) 2b, d) 2b

FO53EF9: Čištění bazénu a dešť

- a) Voda po prvním dešti sahá v bazénu do výšky 0,12 m, po druhém dešti sahá do výšky 20 cm.
- b) Objem vody v bazénu $V = 200 \text{ m}^3$, což je přibližně 200 t.
- c) 10 cm na 5 metrů – 1 m na celý bazén. Na zaplnění celého dna potřebujeme vodu, která zaplní polovinu bazénu o hloubce 1 m, délce 50 metrů a šířce 20 metrů - objem $V_2 = 500 \text{ m}^3$. Dno proto není celé zaplněné vodou.

Bodování – úvod 3b, a) 2b, b) 2b, c) 3b

FO53EF10: Přeprava dubových kmenů

Na přívěsu nákladního tahače je naloženo celkem 14 kmenů, každý o délce 6,0 m a průměru 45 cm na užším a 55 cm na širším konci, které je třeba dopravit na pilu. Hustota bukového dřeva je 720 kg/m^3 . Hmotnost prázdného tahače je 6,0 t.

- a) Průměrná hodnotu průměru kmenu je 50 cm. Objem $V = 1,178 \text{ m}^3$.
Objem kmene můžeme také nahradit průměrem mezi objemy válce o menším a válce o větším poloměru $V = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot (r_1^2 + r_2^2) \cdot l = 1,19 \text{ m}^3$.
- b) Jeřáb musí působit silou $F = 8321,14 \text{ N}$
- c) Pro výpočet práce neznáme dráhu s . Můžeme ji odhadnout. Ložná plocha je ve výšce asi 1 m. Jeřáb musí vyzvednout kmen ze země na ložnou plochu. Vykonaná práce při zvednutí kmene bude proto přibližně 8,3 kJ. Ve skutečnosti bude práce větší, neboť jeřáb musí kmene nadzvednout ještě nad kovové svíslé tyče na boku ložné plochy.
- d) Náčrtek umístění kmenů

Bodování – a) 3b, b) 3b, c) 2b, d) 2b

FO53EF11: Rychlíková souprava

Řešení a hodnocení:

- a) Náčrt grafu $v(t)$
- b) $s = 7\,265 \text{ m}$
- c) $t = 425,6 \text{ s} = 7 \text{ min } 5,6 \text{ s}$, v následující stanici zastaví přibližně v 16:07.
- d) $t = 19,2 \text{ s}$
- c) $t = 35,6 \text{ s}$
- f) Přesný graf

Bodování – a) 2b, b) 2, c) 1b, d) 1b, e) 2b, f) 2b

FO53EF12: Ledovce v Arktidě jsou ohroženy?

- a) Díky sklonu zemské osy zde dopadá sluneční záření pod malým úhlem vzhledem k horizontu, množství energie dodané zářením je tak malé.
- b) Objem ledu v zimě je $6 \cdot 10^{13} \text{ m}^3$. Objem ledu v létě je $2,7 \cdot 10^{13} \text{ m}^3$.
- c) Hmotnost ledové vrstvy v zimě je $5,52 \cdot 10^{16} \text{ kg}$, v létě $2,484 \cdot 10^{16} \text{ kg}$.
- d) K roztátí ledu je třeba $1 \cdot 10^{22} \text{ J}$. Teplo je dodáváno především slunečním zářením, část je připisována teplým mořským proudům a část i teplejší zemské atmosféře.
- e)

f) Zmenšuje se oblast s podmínkami příznivými pro jejich život.

Bodování – a) 2b, b) 2b, c) 2b, d) 2b, e) 1b, f) 1b

FO53EF13: Kolik spotřebuje počítač?

a) Příkon počítače $P = 115 \text{ W}$

b) Proud $I = 0,9 \text{ A}$.

c) Uvažujeme-li rok s 365 dny, potom při hraní her 2,5 h denně je roční spotřeba počítače 188,89 kWh, což odpovídá asi 850 Kč.

d) Uvažujeme-li rok s 365 dny, poté spotřeba počítače za rok je 87,6 kWh, což odpovídá asi 394 Kč. V případě 50 počítačů se cena zvýší na 19 710 Kč.

Bodování – a) 2b, b) 2b, c) 3b, d) 3b

FO53EF14: Monitory u počítačů

a) Za celý rok je počítač zapnutý a nevyužitý po 365 h. Rozdíl v příkonech je $(90 - 12) \text{ W} = 78 \text{ W}$, spotřeba je 28,47 kWh, což odpovídá asi 128 Kč.

b) Snížení jasu se uplatní mimo režim spánku, denně tedy 5 h. Rozdíl v příkonech je poté $(50 - 40) \text{ W} = 10 \text{ W}$, rozdíl ve spotřebě je 18,25 kWh za jeden rok, což odpovídá asi 82 Kč.

c) Po opětovném zapnutí ze stand-by režimu počítač rychleji startuje a automaticky se vrací do aplikací otevřených před usmáním, při vypínání většinou vystačíme s myší a není nutné stisknout další tlačítko. Nevýhodou je, že stále odebírá elektrickou energii.

Bodování – a) 4b, b) 3b, c) 3b

FO53EF15: Rezistory mezi dvěma body sítě

$$R_1 + R_3 = \frac{R_B \cdot (R_A + R_C)}{R_A + R_B + R_C}, \quad R_1 + R_2 = \frac{R_C \cdot (R_A + R_B)}{R_A + R_B + R_C}, \quad R_2 + R_3 = \frac{R_A \cdot (R_B + R_C)}{R_A + R_B + R_C}$$

Z těchto rovnic pak postupně vypočteme

$$R_1 = \frac{R_B \cdot R_C}{R_A + R_B + R_C}, \quad R_2 = \frac{R_A \cdot R_C}{R_A + R_B + R_C}, \quad R_3 = \frac{R_A \cdot R_B}{R_A + R_B + R_C}$$

Bodování - schéma 4b, řešení 6b

FO53EF16: Tělesa se po nakloněné rovině mohou sunout nebo valit

Bodování – rozdělit celkem 10b

Souhrou několika nešťastných náhod se stalo, že texty úlohy 5 a 11 jsou shodné, ale úloha 11 měla znít následovně (v časopise Rozhledy matematicko-fyzikální, č. 4/2011 je text správně).

FO53EF11: Rychlíková souprava

Rychlíková souprava se skládá z 15 vagónů určených pro osobní dopravu, každý o délce 26,4 m, jež táhne elektrická lokomotiva o celkové délce 14,0 m. Souprava vyjíždí přesně v 16:00 po dvojkolejně trati z klidu ze stanice Výchozí a dosáhne po době 1,5 min rychlosti 90 km/h, kterou jede dále. Po následujících 2,0 min dorazí lokomotiva na okraj mostu o délce 480 m, který projíždí stálou rychlostí. Když most opouští konec posledního vagónu, začne rychlík mírně brzdit a po době 3,0 min se zastaví v následující stanici.

- a) Načrtni graf změn rychlosti v závislosti na čase, $v(t)$
- b) Jaká je dráha, kterou urazí lokomotiva rychlíku mezi startem a zastavením v následující stanici?
- c) V kolik hodin zastaví rychlík v následující stanici?
- d) Jak dlouho míjí strojevůdce rychlíku most?
- e) Jak dlouho jede rychlík po mostě?
- f) Na základě výpočtů sestroj přesněji graf rychlosti v závislosti na čase při pohybu mezi oběma stanicemi.

V časopise ROZHLEDY MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ, který vychází již 86 ročníků a který vydává Jednota českých matematiků a fyziků, najdete mnoho zajímavých článků z matematiky, fyziky, informatiky a historie těchto disciplín. Časopis je určen zájemcům o tuto problematiku, a to z řad především středoškoláků a jejich učitelů matematiky a fyziky, ale také zájemcům z řad žáků základních škol a jejich učitele. V každém ročníku vycházejí čtyři čísla, každé o 64 stranách, cena jednoho čísla 45 Kč, internetové stránky časopisu najdete na <http://www.jcmf.cz/casopisy.html>.

JEDNOTA ČESKÝCH MATEMATIKŮ A FYZIKŮ je vědecká společnost, která v sobě soustřeďuje vědeckou i učitelskou komunitu, podporuje rozvoj odborné i pedagogické činnosti v matematice a fyzice. Jako vědecká společnost patří do skupiny institucí, které jsou pod péčí Akademie věd České republiky. V letošním roce bude Jednota českých matematiků a fyziků oslavovat již 150. výročí od svého založení v roce 1862, kdy vznikl nejprve studentský Spolek pro podporu matematiky.

JČMF pracuje na celorepublikové i krajské úrovni; jejím hlavním úkolem je jednak osvětová činnost ve jmenovaných oborech, odborné přednášky a semináře, pořádání konferencí o vědě i vyučování, a hlavně péče o žáky, nadané pro matematiku, informatiku, fyziku a jejich vhodné aplikace, tedy do její činnosti spadá odborná a organizační činnost v předmětových soutěžích.

ROZHOJNĚTE ČLENSKOU ZÁKLADNU JEDNOTY, vstupte do jejích řad! Podrobnosti najdete na webovské stránce www.jcmf.cz