

62. ročník Fyzikálnej olympiády
školský rok 2020/21
Kategória G - Archimediáda okresné kolo
Text úloh

Úlohy pre okresné kolo navrhuje organizátor. Predložené úlohy sú iba návrhom, organizátor môže úlohy zmeniť, prispôbiť alebo použiť úlohy z minulých ročníkov (na stránke Iuventy: olympiady@iuventa.sk).

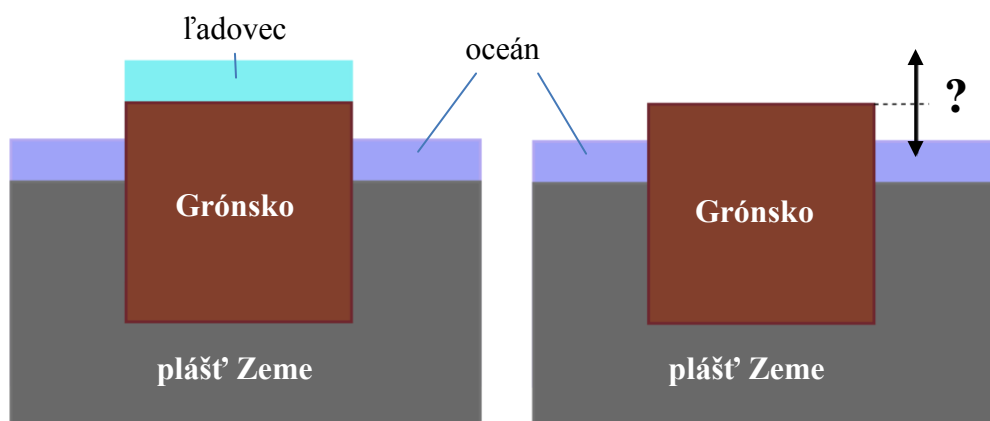
Úlohy by mali byť zaujímavé, objavné a prispôbené možnostiam žiakov.

Návrh úloh pre 62. ročník:

1. Plávajúce kontinenty

Grónsko je pokryté ľadovcami, ktorých priemerná hrúbka je $h = 2\,000$ m. Plocha Grónska predstavuje len $p = 0,74\%$ plochy všetkých oceánov.

- a) O koľko centimetrov by sa zvýšila hladina všetkých oceánov, keby sa roztopili všetky ľadovce Grónska a odtiekli do oceánov? Hustota ľadu $\rho_l = 0,92\text{ g/cm}^3$ a hustota vody $\rho_v = 1,00\text{ g/cm}^3$ sa líšia len veľmi málo.



Obr. G-1

Kontinenty (pevniny) sa skladajú v prevažnej časti z pevnej žuly, ktorej hustota $\rho_z = 2,65\text{ g/cm}^3$. Dno oceánov a plášť Zeme tvorí čadič s hustotou $\rho_c = 2,90\text{ g/cm}^3$, pozri obr. G-1. Čadič tvoriaci plášť Zeme a dno oceánov je tvárny, plastický, a môžeme ho považovať za hustú kvapalinu, v ktorej kontinenty plávajú ako pevné telesá. Kontinenty majú obrovské rozmery a všetky ich pohyby sú veľmi pomalé. Grónsko je samostatná takáto tzv. tektonická platňa.

- b) Vyzdvihne sa Grónsko z plášťa Zeme, alebo sa ponorí hlbšie do plášťa Zeme, ak sa ľadovce na jeho povrchu roztopia a vzniknutá voda odtečie do oceána? Svoju odpoveď zdôvodni.
- c) O koľko sa zmení výška Grónska voči plášťu ak sa jeho ľadovce roztopia? Výsledok uveď ako kladný, pokiaľ sa vyzdvihne z plášťa, a záporný, pokiaľ sa ponorí hlbšie.

Pre jednoduchosť považuj tektonickú platňu Grónska za kocku, pozri obr. G-1.

2. Bronzová socha

Sochár bol požiadaný, aby vyrobil bronzovú sochu. Podstavec, na ktorom má byť socha umiestnená unesie bezpečne nanajvyšš sochu s hmotnosťou $m = 500$ kg.

Sochár si môže vybrať, aký bronz použije: cínový, olovený alebo hliníkový. Bronz je zliatina medi (Cu) s cínom (Sn), medi s olovom (Pb) alebo medi s hliníkom (Al) (niektoré bronzy môžu obsahovať aj iné prísady).

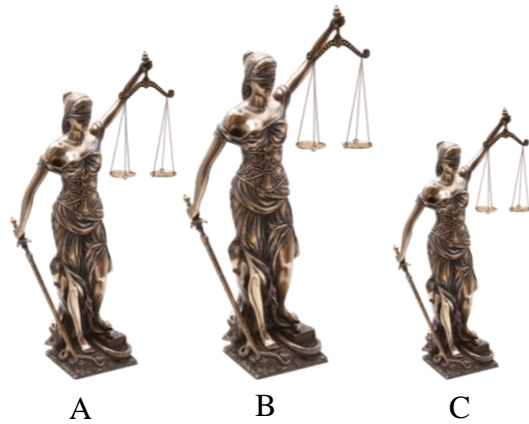
Cínový bronz obsahuje 20 % cínu,
hliníkový bronz obsahuje 5 % hliníku,
olovený bronz obsahuje 38 % olova.

Podiely sa týkajú objemu kovu v bronze.

Socha má byť čo najväčšia. Na obrázku G-2 sme vyobrazili sochu v troch prevedeniach, každá z iného typu bronzu z tých, ktoré sme vymenovali. Všetky prevedenia sochy majú hmotnosť 500 kg. Rozdiely v rozmeroch sme zveličili.

V odpovedi na nasledujúce otázky svoju odpoveď zdôvodni.

- Aký bronz použil sochár, aby socha bola čo najväčšia?
- Ktorá zo sôch na obr. G-2 je z hliníkového bronzu?
- Ktorá zo sôch na obr. G-2 má najväčšiu hustotu?



Obr. G-2

Hustota medi $\rho_{\text{Cu}} = 8\,960$ kg/m³, hustota hliníka $\rho_{\text{Al}} = 2\,700$ kg/m³, hustota cínu $\rho_{\text{Sn}} = 7\,310$ kg/m³ a hustota olova $\rho_{\text{Pb}} = 11\,340$ kg/m³.

3. Kalorimetria

Hliníkovú kocku s hmotnosťou $m_{\text{Al}} = 14$ kg a teplotou $t_{\text{Al}} = 20$ °C celú ponorili do veľkej nádrže s vodou. Voda v nádrži s objemom 30 m³ mala teplotu $t_{\text{n}} = 90$ °C. Keďže bol objem vody v nádrži veľmi veľký, po ustálení teplôt sa teplota vody v nádrži prakticky nezmenila a zostala stále 90 °C.

- Koľko tepla (Q_{Al}) prijala hliníková kocka z vody v nádrži?
- Koľko tepla (Q_{n}) odovzdala voda v nádrži hliníkovej kocke?

Zohriata kocka sa potom preložila z nádrže do nádoby, v ktorej bola studená voda s objemom $V = 3,00$ litre a teplotou $t_0 = 10$ °C. Hliníková kocka sa ponorila presne do polovice svojej výšky (obr. G-3).

- Čo sa udialo s teplotou vody v nádobe a čo s teplotou hliníkovej kocky? Dej opíšte slovami.
- Na akej teplote t sa ustálila teplota vody v nádobe?

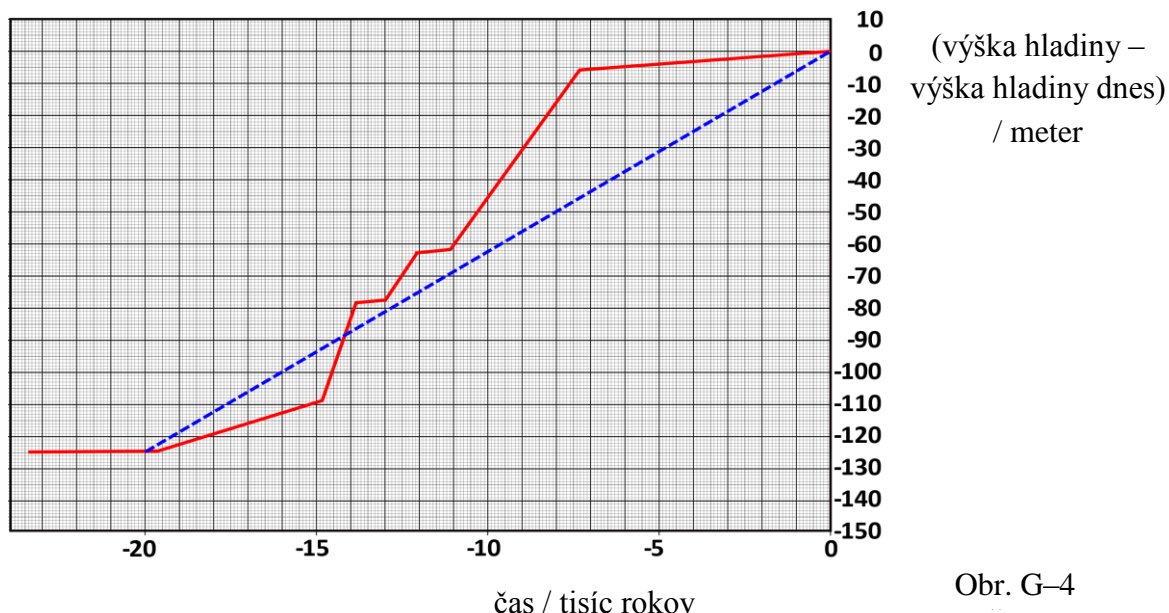


Obr. G-3

Hmotnostná (merná) tepelná kapacita vody $c_{\text{v}} = 4,2$ kJ/(kg · °C), hmotnostná (merná) tepelná kapacita hliníka $c_{\text{Al}} = 0,90$ kJ/(kg · °C). Hustota vody $\rho_{\text{v}} = 1,00$ g/cm³. Výmenu tepla so vzduchom a s nádobou považujte za zanedbateľne malú.

4. Stúpajúca hladina oceánov

Výška hladiny oceánov a morí sa na Zemi neustále mení. Na obr. G–4 je graf výšky hladiny oceánov za posledných 24 tisíc rokov. Na vodorovnej osi sú roky v jednotkách tisíc rokov, a 0 predstavuje súčasnosť (rok 2021). Na zvislej osi 0 označuje výšku dnešnej hladiny oceánov. Záporné hodnoty znamenajú, že hladina oceánov bola v minulosti nižšie – údaje sú v metroch.



Obr. G–4

a) O koľko metrov sa zvýšila hladina oceánov za posledných 20 000 rokov?

Prerušovaná hrubá čiara (modrá) ukazuje výšku hladiny oceánov, keby sa za posledných 20 tisíc rokov zvyšovala hladina oceánov rovnomerne.

b) O koľko milimetrov za 1 rok sa zvýšila priemerne hladina oceánov za posledných 20 000 rokov?

Plná hrubá čiara (červená) ukazuje skutočnú výšku hladiny oceánov v danom čase.

c) Kedy sa začalo a ako dlho trvalo obdobie, v ktorom sa zvyšovala hladina oceánov najrýchlejšie za posledných 20 000 rokov (koľko rokov pred našim letopočtom)? O koľko metrov sa zvýšila hladina oceánov za 100 rokov v tomto období?

Presné radarové merania zo satelitov ukazujú, že dnes sa zvyšuje hladina oceánov o 3,5 mm ročne. Vedecké predpovede hovoria, že v tomto storočí by sa hladina oceánov mohla zvýšiť až o 270 cm.

d) V ktorom období za posledných 20 000 rokov sa zvyšovala hladina oceánov rýchlejšie, než to, čo sa predpovedá pre 21-vé storočie?