PIKOFYZ, 6. ročník, šk. rok 2003/2004

Vzorové riešenia 2. série letnej časti

Príklad 1 ♥ 7, 8, 9, T, K *(opravoval Michal Priky Prikler)*

Zdravím všetkých zaváračov a zaváračky! Tento príkladík ani nebol taký ťažký o čom svedčí ak vysoký bodový priemer z tohto príkladu. Ale predsa len nie všetci to mali kóšer, tak nech sa vám páči načrtnuté riešenie.

Je dôležité podotknúť, že existuje mnoho spôsobov zavárania a koľko ľudí, toľko chutí :). Ale jedno ostáva zachované vždy: máme zaváraninovú fľašu naplnenú rôznymi dobrotami, ale nie až po okraj (aby mohli dobroty dýchať ;). Takto naplnenú a uzavretú fľašu zohrievame (cca 90°C). Zo školy všetci vieme, že vzduch sa pri zohrievaní rozpína (t.j. zväčší sa jeho objem) a vznikajúca para čiastočne vytláča vzduch z fľaše. Po určitej dobe fľašu prestaneme zohrievať a tá začne pomaly chladnúť. A to zas vieme, že vzduch pri ochladzovaní zmenšuje svoj objem a para začne kondenzovať a teda vo fľaši vznikne **podtlak**, ktorý sa prejavuje prehnutím viečka smerom dovnútra! Jednoducho povedané, tlak pod viečkom fľaše je menší než okolo a to nám spôsobuje spomínané ťažkosti pri otváraní zaváranín.

Teraz, keď už vieme, čo za tým stojí, tak nám už isto nerobí problém zdôvodniť, prečo a ako používame nôž (skrutkovač, ...). Čiže vieme, že potrebujeme vyrovnať tlak pod viečkom (vo fľaši) a okolo fľaše. A preto použijeme príborový nôž, nadvihneme viečko a vpustíme do fľaše trochu vzduchu. Potom už jednoducho otvoríme zaváraninu. No čo by sme to boli za fyzikov, keby sme sa aj na proces otvárania nepozreli z fyzikálneho hľadiska!? Ide o to, že už spomínaný príborový nôž (a v podstate aj všetko ostatné) používame ako **páku**. Jeden koniec vložíme pod viečko a na druhý pôsobíme silou. No a vďaka tejto páke stačí pôsobiť oveľa menšou silou ;). A to bolo celý zázrak. Teraz už len ... dobrú chuť!

Bodovanie: za zdôvodnenie (podtlak) 1 b; za opis procesu vzniku podtlaku 2 b; za zdôvodnenie, prečo používame nôž 1 b; za fyzikálny pohľad na použitie noža (páka) 1 b.

Príklad 2 ♥ 7, 8, T *(opravovala Aďa Daniláková)*

Aby sa rampa dala dvíhať a zatvárať s čo najmenšou námahou, musia sa momenty síl, ktoré na ňu pôsobia na oboch stranách rovnať. Ak by bol moment sily na strane plastového valca väčší, v tom prípade by bolo namáhavejšie manipulovať rampou ako v prípade, že sa momenty síl rovnajú. Ak by bol väčší na strane železného kvádra, rampa by bola stále zdvihnutá. Platí teda:

$$M_v = M_k$$

$$F_v \cdot a_1 = F_k \cdot a_2$$

$$m_v \cdot g \cdot a_1 = m_k \cdot g \cdot a_2$$

Pričom nezáleží, či ako dĺžky ramien a_1 a a_2 vezmeme hodnoty 3m a 0,5m (dĺžky celých ramien), alebo 1,5m a 0,25m (dĺžky od stredu otáčania po ťažisko).

Pre hmotnosť valca m_v platí: $m_v = \varsigma_v \cdot V_v = \varsigma_v \cdot \pi \cdot r^2 \cdot d$

pričom ς_v – hustota plastu, V_v – objem valca, r – polomer valca, d (a_1) – dĺžka valca.

Pre hmotnosť kvádra m_k platí: $m_k = \varsigma_k \cdot V_k = \varsigma_k \cdot b \cdot S$

pričom ς_k – hustota železa, V_k – objem kvádra, b (a_2) – dĺžka kvádra, S – hľadaný obsah bočnej steny.

Dosadíme si tieto vyjadrenia do vzorca:

$$\varsigma_v \cdot \pi \cdot r^2 \cdot d \cdot g \cdot a_1 = \varsigma_k \cdot b \cdot S \cdot g \cdot a_2$$

Z tohto vzorca si vyjadríme hľadaný obsah:

$$S = \frac{\varsigma_v \cdot \pi \cdot r^2 \cdot d \cdot g \cdot a_1}{\varsigma_k \cdot b \cdot g \cdot a_2}$$

$$S = \frac{1200\,\mathrm{kg/m^3} \cdot 3{,}14 \cdot (0{,}05\,\mathrm{m})^2 \cdot 3\,\mathrm{m} \cdot 10\,\mathrm{m/s^2} \cdot 3\,\mathrm{m}}{7870\,\mathrm{kg/m^3} \cdot 0{,}5\,\mathrm{m} \cdot 10\,\mathrm{m/s^2} \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 0{,}04309\,\mathrm{m^2}$$

Obsah bočnej steny kvádra teda musí byť 0,04309m^2.

Bodovanie: Uznávala som aj riešenia, v ktorých za bočnú stenu považovali tú, ktorá mala jednu stranu dĺžky 0,5m.

Príklad 3 ♥ 7, 8, T, K *(opravoval Peter Pitkin Beňa)*

Poznáme vzťah pre výpočet tlaku $p = F / S$, kde F je gravitačná sila pôsobiaca na horný valec a S je obsah kontaktnej plochy valcov. Silu vypočítame ako $F = m \cdot g$, pričom hmotnosť vypočítame ako $m = \rho \cdot V$, kde ρ je hustota ocele a V je objem valca. Objem valca vypočítame ako $V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4$, kde d je priemer valca a l je šírka valca. Teraz si vypočítame na aký obsah papiera pôsobí gravitačná sila ako $S = l \cdot a$, kde a je úsek 1 cm. Po dosadení:

$$p = \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \rho \cdot g / 4 \cdot l \cdot a, \qquad \text{kde sa } l \text{ vykráti.}$$

Potom : $$p = \pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot g / 4 \cdot a$$

$$p = 3{,}14 \cdot (0{,}4\text{ m})^2 \cdot 8000\text{ kg/m}^3 \cdot 10\text{ N/kg} / 4 \cdot 0{,}01\text{ m}$$

$$p = 1\,004\,800\text{ Pa} = 1\,004{,}8\text{ kPa} = 1{,}0048\text{ MPa}$$

Na papier pôsobí tlak 1,0048 MPa, čo je približne 10-násobok atmosférického tlaku.

Toto vzorové riešenie vzniklo podľa riešení Lucie Simanovej a Matúša Rybáka.

Bodovanie: 1 bod za správny vzťah pre výpočet tlaku; po 0,5 bode za vyjadrenie sily, hmotnosti, objemu valca a plochy, na ktorej je papier stlačený; 1 bod za správny vzťah po dosadení; 1 bod za výsledok a -0,5 boda ak ste mali iba poposúvané desatinné čiarky.

Príklad 4 ♥ 7, T *(opravoval Paľo DK Dravecký)*

Milí moji,

od počiatkov experimentálnej fyziky sa vedci stretali s jedným problémom – **presnosťou**, pretože akokoľvek sa snažili, vždy skončili s meracím prístrojom, ktorý vedel odmerať váhu *len* na najbližší gram alebo mikrogram, teplomerom, ktorý vedel zmerať teplotu na najbližšiu tisícinu alebo milióntinu stupňa, ale *skutočnosť* ako taká nám ostáva stále zahalená, pretože s milimetrovým pravítkom nemôžeme vedieť, či kôpka papiera má 2,9999996 mm, alebo 3,00000001 mm, alebo azda *presne* 3 mm. Ba čo viac, nemôžeme ani s istotou tvrdiť, že toto či ono meranie skutočnosti je najpresnejšie, pretože možno pri tom meraní nám niekde na váhu sadla mucha, tam sa dostal prach, alebo tam sme krivo odčítali... Nuž čo iné nám ostáva, ako snažiť sa čo najlepšie merať s prístrojmi, ktoré máme, a to tak, že meriame <u>väčšie množstvá</u>, čím odchýlka merania bude zanedbateľnejšia (ak máme kopu miliónu listov papiera a nameriame 100,0000 metra, môžeme si byť istejší, že je to naozaj presne 100 metrov, ako keď pri jednom liste hádame, či je hrúbka 0,10 mm alebo 0,11 mm) a že meranie viackrát <u>opakujeme</u> – znižujeme tým pravdepodobnosť, že meranie bude ovplyvnené náhodnými nepresnosťami (aj keď tam tá mucha pri prvom meraní sedela, pri druhom už azda odletí, nie?). Ja doma som síce nemal za kamión papiera, ale snažil som sa a postupoval nasledovne: zobral som 20 listov papiera a pravítko na meranie hrúbky s presnosťou 0,1mm pri 22°C. Kopu som poriadne stlačil, zmeral na troch rôznych miestach a výsledky zaznačil do tabuľky. To isté som opakoval s kopami po 50, 100 a 200 papierov (pozri tabuľku). Namerané hodnoty som vydelil prislúchajúcim počtom papierov a spriemeroval, aby som tak dostal strednú hodnotu hrúbky jedného papiera. Vyšlo mi 0,10 mm. Nepresnosť je nulová (ale som si istý len týmito troma ciframi), pretože pravítko ukazuje s presnosťou 0,05 mm, lenže aj keby napr. 1.meranie nevyšlo 2,1 mm, ale 2,15 či 2,05 mm, hrúbka jedného papiera by vždy vyšla 0,10 mm. Nepresnosti mohli vznikať pri

papierov [ks]	1.meranie kopy [mm]	2.meranie kopy [mm]	3.meranie kopy [mm]	Priemer na 1 papier
20	2,1	2,1	2,0	0,103
50	5,0	5,1	5,1	0,101
100	10,1	10,2	10,1	0,101
200	20,2	20,2	20,3	0,101

nedostatočnom vytlačení vzduchu spomedzi papierov, moje krivé oko, krivé nasadenie pravítka, zle zrátané papiere...

Bodovanie: maximálne po bode za výsledok, uvedenie dôvodov odchýlky, použitie viacerých papierov a do dvoch bodov za viacnásobné meranie.

Príklad 5 ♥ 7, 9, T, K *(opravoval Peter Pitkin Beňa)*

Keďže plavák pláva, musí sa vztlaková sila rovnať tiaži plaváku spolu so zariadením. Vztlaková sila sa rovná $F_{vz} = \rho \,.\, h \,.\, S \,.\, g$, kde ρ je hustota vody, h je výška ponorenej časti plaváku, S je obsah podstavy a g je gravitačné zrýchlenie. Gravitačná sila sa rovná $F_g = m.\, g$, kde m je hmotnosť plaváku a zariadenia. Platí rovnosť: $\rho \,.\, h \,.\, S \,.\, g = m.\, g$. Potom $h = m \,/\, \rho \,.\, S$. Hmotnosť m sa rovná súčtu hmotností jednotlivých vrstiev plaváku a zariadenia, teda:

m = 200 kg + 320 kg + 175 kg + 15 kg = 710 kg a h = 710 kg / 1000 kg/m^3 . 2 m^2 = 0,355 m

Teraz si vypočítame objemy a hrúbky jednotlivých vrstiev podľa $V = m \,/\, \rho$ a $h = V \,/\, S$

betón: V_B = 200 kg / 2000 kg/m^3 = 0,1 m^3 a h_B = 0,1 m^3 / 2 m^2 = 0,05 m =5 cm
drevo: V_D = 320 kg / 800 kg/m^3 = 0,4 m^3 a h_D = 0,4 m^3 / 2 m^2 = 0,20 m = 20 cm
korok: V_K = 175 kg / 350 kg/m^3 = 0,5 m^3 a h_K = 0,5 m^3 / 2 m^2 = 0,25 m = 25 cm

Ak je ponorených 0,355 m plaváku, výška vynorenej časti bude *0,05 m + 0,20 m + 0,25 m –0,355 m* = 0,145 m = 14,5 cm. Výška vynorenej časti plaváku je teda 14,5 cm.

Ak je vynorených 14,5 cm z 25 cm korkovej vrstvy, hmotnosť korku nad vodou bude: (14,5 / 25) .175 kg = 101,5 kg. Hmotnosť ponorenej časti plaváku bude: 710 kg – 15 kg – 101,5 kg = 593,5 kg.

Určiť výšku ťažiska u nerovnorodých telies nie je ľahké. Vieme, že teleso bude v rovnováhe ak ho podoprieme pod ťažiskom. Výslednica všetkých momentov síl bude nulová. Zistilo sa tiež, že ak uchytíme teleso v jednom bode, tak v ťažiskách jednotlivých rovnorodých častí budú pôsobiť gravitačné sily týchto častí a výsledný moment týchto síl sa bude rovnať momentu celkovej gravitačnej sily všetkých častí pôsobiacej v ťažisku telesa. Teda ak t bude výška ťažiska, bude platiť, že: $t \,.\, (m_B + m_D + m_K) = t_B \,.\, m_B + t_D \,.\, m_D + t_K \,.\, m_K$

Výšku ťažiska vypočítame ako $t = (t_B \,.\, m_B + t_D \,.\, m_D + t_K \,.\, m_K) \,/\, (m_B + m_D + m_K)$
Tento vzorec platí aj pri vyrezávaní, treba však hmotnosť vyrezanej časti odpočítať.

Výška ťažiska: t = (0,025 m . 200 kg + 0,15 m . 320 kg + 0,375 m . 175 kg) / 695 kg = 17,07 cm, pričom nesmieme zabudnúť na to, že ak sa ťažisko nachádza v strede vrstvy, jeho výška je väčšia o hrúbku ostatných vrstiev pod ňou.

Bodovanie pre 7, T: po 0,2 boda za výpočty hrúbok a objemov jednotlivých vrstiev; po 0,3 boda za výpočty hmotnosti plaváku so zariadením, výšky ponorenej časti a za vzťahy pre výpočet výšky z objemu; po 0,5 boda za správne výsledky a rovnosť gravitačnej a vztlakovej sily.

Bodovanie pre 9, K: po 0,2 boda za výpočty hrúbok, objemov jednotlivých vrstiev, výšky ponorenej časti a za vzťahy pre výpočet výšky z objemu; po 0,3 boda za výpočty hmotnosti plaváku so zariadením, za správne výsledky a rovnosť gravitačnej a vztlakovej sily; 0,5 boda ak ste počítali s tým, že hmotnosti častí nad a pod ťažiskom sú rovnaké alebo 1 bod za správne určenie ťažiska.

Príklad 6 ♥ 8, 9, K *(opravoval Tomáš Tomino Jediný)*

Príklad sa dal rátať dvoma spôsobmi. Výkon sa dal rátať ako pomer práce, ktorú na kolese vykonávala voda padajúca z výšky 10m po dobu 2min = 120s, krát účinnosť tohto zariadenia (50% = 0,5) a nie delené, ako to niektorí z vás napísali. Alebo druhý spôsob bol, že potenciálna E_p vody sa zmení na E_k kinetickú, ktorá je následne odovzdaná kolesu a vlastne je totožná s vykonanou prácou. Účinnosť je pomer výkonu a príkonu. Bolo si ešte treba vyjadriť hmotnosť vody, ktorá sa dá vyjadriť ako súčin objemu a hustoty vody.

Takže: $m = \varsigma \,.\, V$

$P = P_0 \,.\, \eta \qquad P_0 = W \,/\, t \qquad W = F \,.\, s \qquad F = m \,.\, g \,.\, s$

$W = E_p \qquad E_p = m \,.\, g \,.\, s$

a konečný vzorec bol nakoniec takýto:

$P = \eta \,.\, ((\varsigma \,.\, V \,.\, m \,.\, g \,.\, s) \,/\, t)$

P = 0,5 . ((1000 kg m^{-3} . 18 m^3 . 10 N kg^{-1} . 10 m) / 120 s)

P = 7500 W = 7,5 kW

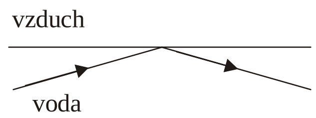
Príklad 7 ♥ 8, 9, K *(opravoval Peťo Petrík)*

Na spotrebiči ste našli väčšinou príkon vo Wattoch. Keďže sme ale potrebovali spotrebu za hodinu, tak ste museli vynásobiť tento príkon jednou hodinou (W=P.t) a potom vydeliť 1000, aby ste dostali kWh. Potom to už len treba vynásobiť 4,4 a usporiadať do tabuľky podľa spotreby.

Bodovanie: za vysvetlenie 1b; za postup 1b; za číselnú odpoveď 1b; za správne používanie jednotiek a pojmov 1b; za usporiadanie podľa spotreby 1b.

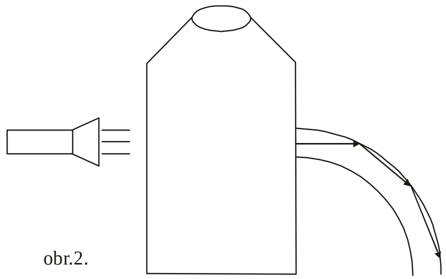
Príklad 8 ♥ 9 *(opravoval Michal Priky Prikler)*

Ahojte kúzelníci! Tento príkladík ani nebol takým zázrakom, ako by sa mohlo zdať na začiatku. Ale poďme pekne po poriadku.



obr.1.

Zo školy by sme mali vedieť, že ak svetlo dopadá napr. na rozhranie vody a vzduchu, tak sa čiastočne láme a čiastočne odráža. A keď svetlo prechádza z opticky hustejšieho prostredia (v tomto prípade je to naša voda) do opticky redšieho prostredia (vzduch), tak sa lúče svetla lámu od kolmice, t.j. uhol lomu je väčší, ako uhol dopadu. So zväčšujúcim sa uhlom dopadu sa oveľa rýchlejšie zväčšuje uhol lomu a pritom sa odráža stále viac svetla. Avšak, keď uhol dopadu dosiahne určitú veľkosť, tzv. **medzný uhol** (pre naše rozhranie voda - vzduch to približne 49°) tak uhol lomu bude rovných 90°. Ak bude uhol dopadu väčší než medzný uhol, tak aj uhol lomu bude väčší ako 90° a teda nenastáva ani tak lom, ako skôr odraz od rozhrania späť (do opticky hustejšieho prostredia). Tento jav sa nazýva **úplný odraz** svetla (viď obr. 1). Celý náš prípad je znázornený na obr. 2, z ktorého vidíme, že svetelný lúč sa vlastne udržuje v prúde vody a preto sa nám zdá, že svetlo tečie a voda sa sype ;).


obr.2.

Bodovanie: za úplný odraz a vysvetlenie prečo vzniká 3 b; za obrázok a načrtnutie situácie 1 b; za zvyšný komentár 1b.