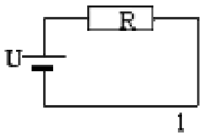
PIKOFYZ, 2. ročník **šk. rok 1999/2000**

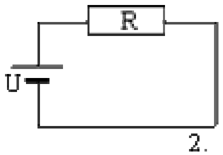
Vzorové riešenia 2. série letnej časti

Príklad 1 (opravoval Michal Matejka)



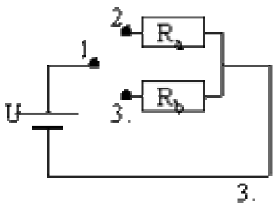
Odpor v zapojení 1 predstavuje varič s určitým príkonom. Podľa toho, aký príkon variča požiadujeme, volíme odpor R. V obvode 1 platí : $U=R\ .\ I$, odkiaľ $I = U / R$. Zároveň platí vzťah pre príkon: $P=U\ .\ I$. Z posledných dvoch vzťahovdostávame: $R=U^2 / P$, čo je vzťah pre odpor zapojený na napätie U a s príkonom P. Príkonu $P_1 = 300W$ zodpoveda odpor $R_1=U^2 / P_1=484 / 3W$, príkonu

$P_2=900W$ odpor $R_2=U^2 / P_2=484 / 9W$, príkonu $P_3 = 1200W$ odpor $R_3 = U^2 / P_3 = 121 / 3W$..



Teraz zostrojíme zapojenie s min. počtom odporov vybratých z odporov R_1, R_2, R_3 takých, aby sme dosiahli všetky tri požadované príkony P_1, P_2, P_3. Je zrejme, že zapojenie 2 s jediným odporom nevyhovuje, má **nemeniteľný** odpor R, a teda týmto zapojením dosiahneme len jedinú hodnotu príkonu P.

Ukážeme, že hľadaná schéma je zapojenie 3. Pre odpory R_a, R_b



zapojené paralelne platí:

$1 / R_c=1 / R_a + 1 / R_b$(*), potom odpor $R_c$bude odpor, ktorý bude zodpovedať kombinácii odporov v zmysle (*), ak spojím 1-2 a 1-3 súčasne. Potom už je jednoducho zistiť, že kombinácii $R_a = R_1 = 484 / 3W$, $R_b = R_2 = 484 / 9W$ zodpovedá odpor $R_c = (R_a\ .\ R_b)/(R_a+ R_b) = 121 / 3W$. . Teda ak spojím 1-2 , dostanem zapojenie 1 s odporom

$R = R_1$, a teda aj príkon P_1 , ak spojím 1-3 , dostanem zapojenie 1 s odporom $R = R_2$, a teda aj príkon P_2 , a ak spojím 1-2 a 1-3 súčasne, dostanem zapojenie 1, v ktorom s odporom $R = R_3$,R_3 je odpor, ktorým som nahradil paralelne zapojené odpory R_1 , R_2 , a teda aj príkon P_3. Minimálny počet odporov je teda 2 a spojením 1-2, 1-3 alebo súčasne získam požadované príkony variča.

Príklad 2 (opravovala Irinka - Irina Malkin)

Na začiatok si zopakujeme kalorimetrickú rovnicu : $Q= mc(T_2 – T_1)$, kde Q je teplo potrebné na zohriatie látky s hmotnosťou m a tepelnou kapacitou c z teploty T_1na teplotu T_2. Ak zohrievame jednu tekutinu pomocou druhej platí $m_1c_1(T_1 – T)= m_2c_2(T – T_2)$, kde T je výsledná teplota. Ako tepelnú kapacitu vody budeme používať $c = 4200J/ (kg.°C)$. Je známe, že 1 l vody zodpovedá 1 kg . Ľahko sa presvedčíme , že ak prevárame **celú** vodu naraz, energia ktorú nám dodá drevo stačiť nebude : $Q= mc(T_2 – T_1)=10\ .\ 4200\ .\ (100 – 20)=3{,}36\ MJ$ je viac než $1{,}3\ MJ$, ktoré máme k dispozícii. Celý trik spočíva v tom, že vodu nemusíme prevariť naraz, ale môžeme to urobiť postupne. Rozlejme vodu do 10 nádob, do každej 1 liter. Do varu budeme postupne uvádzať vodu v jednotlivých nádobách: Najskôr uvaríme vodu v 1. nádobe.

	krok											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	zmena teploty (°C)	Spotrebované teplo (kJ)
1	20,000	100,000	20,156	20,156	20,156	20,156	20,156	20,156	20,156	20,156	20,156	80,000	336,000
2	20,000	60,000	100,000	20,938	20,938	20,938	20,938	20,938	20,938	20,938	20,938	40,000	168,000
3	20,000	40,000	70,000	100,000	23,086	23,086	3,086	3,086	3,086	3,086	3,086	30,000	126,000
4	20,000	30,000	50,000	75,000	100,000	27,383	27,383	27,383	27,383	27,383	27,383	25,000	105,000
5	20,000	25,000	37,500	56,250	78,125	100,000	34,365	34,365	34,365	34,365	34,365	21,875	91,875
6	20,000	22,500	30,000	43,125	60,625	80,313	100,000	44,141	44,141	44,141	44,141	19,668	82,688
7	20,000	21,250	25,625	34,375	47,500	63,906	81,953	100,000	56,360	56,360	56,360	18,047	75,797
8	20,000	20,625	23,125	28,750	38,125	51,016	66,484	83,242	100,000	70,325	70,325	16,758	70,383
9	20,000	20,313	21,719	25,234	31,680	41,348	53,916	68,579	84,290	100,000	85,162	15,710	65,984
10	20,000	20,156	20,938	23,086	27,383	34,365	44,141	56,360	70,325	85,162	100,000	14,838	62,318
													1184,044

Len čo dosiahne teplotu 100°C, ponoríme túto nádobu do 2. nádoby, kým sa teplota vody v oboch nádobách nevyrovná, potom 1. nádobu ponoríme do 3. nádoby, atď. až po 10. nádobu. Po tomto kroku máme v prvej nádobe prevarenú vodu (aj keď teraz má teplotu iba 20,156°C). V ostatných nádobách je voda teplejšia ako bola pôvodne. (Teploty vody v nádobách sú v tabuľke – krok 1.) V druhom kroku zohrejeme vodu v 2. nádobe (stačí o 40°C) a postupne ju povnárame do zvyšných nádob. Toto postupne zopakujeme pre 3., 4. ... 9. nádobu. 10. nádobu stačí potom zohriať o 14,838°C. Všetky údaje boli vypočítané pomocou kalorimetrickej rovnice. Keďže vodu nemiešame, prevarené časti zostavajú použiteľne (prevarené), aj keď sa ochladia.

V predposlednom stĺpci je teplota, o ktorú musíme vodu v jednotlivých nádobách zohriať na ohni, vždy v k-tom kroku zohrievame vodu v k-tej nádobe. V poslednom stĺpci je zodpovedajúce spotrebované teplo (vždy zohrievame 1liter=1kg vody). Na prevarenie celých 10l vody nám takýmto spôsobom drevo vystačí. (Spotrebujeme 1184,044 kJ.

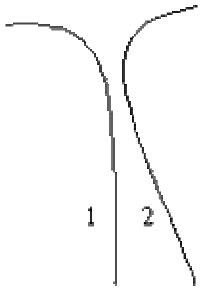
Príklad 3

(opravoval Martin MH Hriňák)

Riešenie: Teplo, ktoré sa uvoľní pri ochladení žehličky na 0°C, je podľa kalorimetrickej rovnice rovné Q=$m_{žehl.}c_{meď}$100°C. Označme hmotnosť roztopeného ľadu ako m. Potom musí platiť m.$l_{ľad}$=Q, lebo teplo odovzdané žehličkou sa spotrebovalo na roztopenie ľadu. Odtiaľ m= $m_{žehl.}c_{meď}$100°C/ $l_{ľad}$. Dosadením $l_{ľad}$=334kJ/kg, $m_{žehl.}$=0,5kg, $c_{meď}$=0,383kJ/kg, dostávame m»57,34g.

Komentár: Za výsledok 90-91g som dával 2 body. Za nepresné (resp. žiadne) označenie ste mohli stratiť 0,5 bodu, za prílišné zaokrúhľovanie tiež. Za riešenia bez slovného postupu ste mohli stratiť maximálne 2 body.

Príklad 4 (opravoval Michal Frankie Hanula)



Najťažšou časťou riešenia tohoto príkladu bolo pravdepodobne prečítanie zadania. Mne sa to podarilo až na druhý pokus, väčšine ľudí vôbec --- mysleli si, že majú zistiť, kam strom ohryzený bobrom spadne. Citujem zadanie:

Bobor prehrýzol strom celkom blízko pri zemi. Strom ostal zvislo stáť, až kým kmeň nebol úplne prehryznutý, potom naraz padol. **Na ktorú stranu sa prehne padajúci kmeň?**

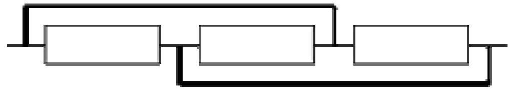
Do úvahy prichádzajú dva spôsoby ohnutia 1. (budem mu hovoriť "vrcholom k zemi") a 2. (tomu budem, hovoriť (stredom k zemi).

Na kmeň stromu pôsobia 2 sily - gravitačná (pôsobí, samozrejme, v ťažisku) a reakcia pňa (kmeň tlačí silou na peň, peň teda musí tlačiť na kmeň). Gravitačná sila spôsobuje, že kmeň padá, reakcia pňa, ktorá pôsobí na spodný koniec kmeňa smerom hore, spôsobí jeho ohnutie smerom hore, čiže prehnutie kmeňa stredom k zemi.

Bodovanie:
Za riešenie problému "ktorým smerom bude padať strom" mohol byť maximálne jeden bod, aj to len keď toto riešenie bolo veľmi dobré (na rozdiel od väčšiny tých, ktoré sa zaoberali viac stromológiou a bobrológiou ako fyzikou). Za odhalenie pravej podstaty problému (čiže pochopenie zadania) boli 2 body, za správny výsledok 1 bod, za jeho vysvetlenie najviac 2 body.

Príklad 5 (opravovala Maja Hanulová)

Paralelné zapojenie n odporov je také, v ktorom sa môžeme z jedného konca na druhý dostať n cestami, pričom každá z nich prechádza práve jedným odporom a žiadnym odporom neprechádzajú dve cesty. Riešenie je nakreslené dole, pôvodné zapojenie je nakreslené tenšie, pridané drôty hrubšie. Dá sa to nakresliť aj s ináč poohýbanými drôtmi, ale to je jedno, dôležité je, kde sa drôty pripájajú.



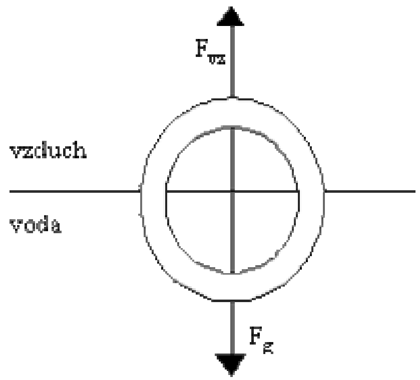
So štyrmi odpormi sa úloha nedá vyriešiť. Funguje to len pre nepárny počet odporov.

Príklad 6 (opravoval Roman Kováčik) .

Hmotnosť kvapky závisí od povrchového napätia. Povrchové napätie je to, čo drží vodomerky, pavúky, drobné mince a žiletky na hladine vody. Toto povrchové napätie je zodpovedné aj za to, že máme možnosť tešiť sa z kvapiek, drží vodu akoby v obale, aby sa neroztiekla. No a toto povrchové napätie sa so zvyšujúcou teplotou znižuje. A čím je menšie povrchové napätie, tým menej vody dokáže udržať pohromade v tvare kvapky. Teda čím je voda studenšia, tým môže byť kvapka väčšia, teda mať väčšiu hmotnosť. Je síce pravda, že so zvyšujúcou teplotou sa hustota znižuje, ale táto zmena je zanedbateľná oproti zmene povrchového napätia..

Komentár k vašim riešeniam:
veľmi často sa vyskytovali riešenia založené práve na tom, že hustota sa mení s teplotou, je to pravda, ale nie je to hlavný dôvod. Za takéto riešenia som dával asi 1,5 b.
ďalšie riešenia boli obohatené o úvahu o neusporiadanom pohybe, ktorý sa zväčšuje s teplotou. Áno toto má vplyv na hmotnosť kvapiek, ale práve preto, že kvôli zvyšujúcemu sa pohybu častíc klesá povrchové napätie. 3 b.
za vážne nedostatky v riešení menej ako 1,5 b.

Príklad 7 (opravoval Roman Kováčik)



Pre plávajúcu guľu platí rovnováha gravitačnej sily a vztlakovej sily. Pre gravitačnú silu môžeme napísať F_G = m.g = (V-V_D).r_{Al}.g kde V je objem celej gule a V_D objem dutiny. Pre vztlakovú silu platí F_{vz} = V_p.r.g kde V_p je objem ponorenej časti gule a r hustota vody. Keďže je objem ponorenej časti gule V/2, platí (V-V_D).r_{Al}.g = V.r.g/2

čo po jednoduchých úpravách vyzerá takto V_D = V(1-(r/r_{Al})/2) Po dosadení hodnôt V = 200 cm^3, r = 1 g/cm^3, r_{Al} = 2,7 g/cm^3 nám vyjde V_D = 163 cm^3.

Bodovanie:
za numerické chyby som strhával 0,5-1 b.
za závažné nedostatky ako napr. nesprávne použitie Archimedovho zákona (zarátanie celého objemu, použitie hustoty Al v Archimedovom zákone…) som strhával podľa závažnosti 2,5-4 b.
za úplne zlé alebo skoro úplne zlé riešenia som dával 0-1 b.

Príklad 8 (opravovala Elenka - Elena Malkin)

Počas 0,15 s , kým zvuk prešiel od víly ku stĺpu a naspäť k víle, víla nestála na mieste. Celý čas letela svojou rýchlosťou $v_v = 10m/s$, a preletela vzdialenosť $s_1 = v_v . t$.Vzdialenosťmedzi vílou a stĺpom v okamihu , keď sa zvuk vrátil, označíme s_2.

Zvuk preletel celú pôvodnú vzdialenosť víly (smerom ku stĺpu) a ešte toľko, koľko jej ostalo na uhnutie (cestou naspäť). Celkovo teda zvuk preletel $s_z = (s_1 + s_2) + s_2 = s_1 + 2s_2$. Taktiež vieme, že zvuk letel svojou rýchlosťou v_z = 346,6 m/s (približne). Preletel teda $s_z = v_z . t = s_1 + 2s_2$. (Ak zanedbáme rýchlosť víly). Dosadíme vzorec $s_1 = v_v .t$ do našej rovnice: $v_z.t = v_v . t + 2s_2$. Z toho vyplýva, že $s_2 = (v_z - v_v) . t / 2$. Keďže víla letí rýchlosťou v_v ,a zostala jej vzdialenosť s_2 zostane jej čas $t_u = s_2 / v_v = (v_z - v_v) . t / (2v_v)$.Po dosadení príslušných hodnôt približne vychádza t_u = 2,5s.