vzduchu budú ním nejako ovplyvňované. Na padajúcu kvapku pôsobia 2 sily: konštantná gravitačná sila, zrýchľujúca pohyb kvapky, a odporová sila vzduchu, spomaľujúca kvapku a rastúca s rýchlosťou. Odporová sila vzduchu rastie až kým sa nevyrovná gravitačnej sile pôsobiacej na kvapku. Potom, keďže sa sily pôsobiace na kvapku vykompenzujú, jej rýchlosť sa ustáli a kvapka pokračuje v páde konštantnou rýchlosťou.

Ak zväčšíme veľkosť kvapky, gravitačná sila bude rásť úmerne objemu (tretej mocnine polomeru kvapky, ktorú považujeme za ideálnu homogénnu guľu a zanedbáme jej deformáciu) a odpor prostredia bude rásť úmerne prierezu kvapky (čiže úmerne druhej mocnine polomeru). Preto ak zväčšujeme polomer kvapky, gravitačná sila rastie rýchlejšie ako odpor vzduchu, to znamená že aj konštantná rýchlosť pádu kvapky na zem rastie so zväčšovaním polomeru. Teda väčšie kvapky padajú rýchlejšie.

Keďže fyzici sú nedôverčiví, často si zvyknú overovať pekne znejúce teórie pokusmi. Ak sa nám nepodarilo Ťa presvedčiť o správnosti odpovedí, navrhli by sme Ti zopár pokusov, ktoré môžeš urobiť aj doma:

I) Vystrihni si z kartónu alebo z papiera kruhy rôznych polomerov a nechaj ich padať na zem z rovnakej výšky. Najlepšie by bolo, keby si stopoval(a) čas padania. Tak by si si mohol(la) overiť, že odpor prostredia je naozaj úmerný ploche (prierezu).

II) Ďalšia možnosť overovania teórií je vytvorenie modelov kvapiek z polystyrénu. Samozrejme že modely kvapiek budeme vytvárať vo forme gulí s rôznymi polomermi, a skúmať ich správanie počas pádu. Najoptimálnejšie by bolo zachovať pomer polomerov medzi veľkými a malými modelmi tak, ako je to v skutočnosti, tvoriť homogénne gule a nechať ich padať z dostatočnej výšky (aspoň 1.5 m).

Ešte poznámka k riešeniam, kde sa brala do úvahy vztlaková sila. Pomer gravitačnej a vztlakovej sily pre teleso z hustotou vody vo vzduchu je asi 800. To si môžete ľahko overiť. Čiže vztlaková sila bude len minimálne vplývať na výsledok.

PIKOFYZ, 1.ročník **šk. rok 1998/99**

Vzorové riešenia 1.série zimnej časti

Príklad 1.

Najprv si treba uvedomiť, že električka, ktorá vyrazila z konečnej, stretne počas cesty jednak všetky električky, ktoré sú už v okamihu vyrazenia na trati, a tiež všetky električky, ktoré vyrazia počas jej jazdy. Ak nezarátame električky, ktoré stretne v okamihu štartu a v cieli, potom v momente vyrazenia električky sa na trati v protismere nachádzajú všetky električky, ktoré vyrazili najskôr 45 minút pred našou (aby prišli na konečnú až po štarte a nie v okamihu štartu) a najneskôr 5 minút pred ňou, teda 40/5 + 1 = 9 električiek. Podobnými úvahami zistíme, že počas cesty stretnú električky, ktoré vyrazia najskôr súčasne s našou a najneskôr 45 minút po nej, teda 10 električiek. Celkový počet električiek, ktoré narátajú súrodenci cestou, je potom 9+10 = 19. Ak by sme zobrali do úvahy aj tie dve, ktoré stretnú na začiatku a na konci cesty (za predpokladu, že vodiči potrebujú prestávku) potom je ich celkový počet 21.

Príklad 2.

Keďže sa zaoberáme vzájomnou polohou balíka a lietadla vo vodorovnom smere a vodorovné a zvislé zložky rýchlosti a síl sa navzájom neovplyvňujú, budeme sa v našich úvahách zaoberať LEN VODOROVNÝMI zložkami rýchlosti a síl. Výsledok tejto úlohy závisí od toho, či uvažujeme, že na padajúci balík pôsobí trenie spôsobené odporom vzduchu. Najprv účinok tohoto trenia zanedbáme. Podľa zákona zotrvačnosti (ktorý platí aj po zložkách) teleso zostáva v pokoji alebo v priamočiarom rovnomernom pohybe, ak naň nepôsobí vonkajšia sila. Keďže sa balík v lietadle pohyboval rovnomerne priamočiaro a nepôsobia naň žiadne sily vo vodorovnom smere (tie zanedbáme), bude sa tak naďalej pohybovať aj po opustení lietadla. To znamená, že v čase dopadu bude balík priamo pod lietadlom (pohybujú sa rovnakou rýchlosťou vo vodorovnom smere). Avšak v prípade, keď uvažujeme, že na balík pôsobí trecia sila, ktorá ho spomalí (lebo vždy pôsobí proti smeru pohybu), lietadlo balík predbehne.

Príklad 3.

Najprv vyrátame za aký čas sa do Portu Soleil dostane prvý autobus. Tento ide polovicu času ($t/2$) rýchlosťou $v_1 = 50$ km/h, druhú polovicu času ($t/2$) rýchlosťou $v_2 = 40$ km/h. Nech vzdialenosť medzi Lichtensternom a Portom Soleil je s. Pre dráhu, ktorú prejde, potom platí:

$$s = s_1 + s_2$$

$$s = v_1 * t/2 + v_2 * t/2 = (v_1 + v_2) * t/2$$

Vyjadrime z tejto rovnice čas t:

$$t = 2s / (v_1 + v_2) = s / 45$$

Rovnako vyrátajme aj čas cesty druhého autobusu. Ten ide prvú polovicu dráhy (*s/2*) rýchlosťou $v_1 = 40$ km/h a druhú polovicu dráhy (*s/2*) rýchlosťou $v_2 = 50$ km/h. Pre čas *t* potom platí:

$t = t_1 + t_2$

$t = s / (2v_1) + s / (2v_2) = s / 80 + s / 100 = 9s / 400$

Porovnáme teraz čas, za ktorý sa autobusy dostanú do Portu Soleil. Keďže $s / 45 < 9s / 400$ (*s* je dráha, čiže kladné číslo), prvý autobus je v Porte Soleil skôr.

Príklad 4.

Pre cestu lode smerom z Portu Mond do Portu Lächeln platí rovnica:

$s = (v_l + v_r) * t_1,$

kde v_l je rýchlosť lode, v_r rýchlosť rieky, $t_1 = 5$ h, $s = 210$ km.

Pre cestu opačným smerom platí:

$s = (v_l - v_r) * t_2,$

kde $t_2 = 7$ h (keďže cesta smerom do Portu Lächeln trvá kratšie, je zrejmé, že rieka tečie smerom z Portu Mond do Portu Lächeln, preto v prvom prípade rýchlosť rieky pripočítavame k rýchlosti lode a v druhom prípade ju odpočítavame). Keďže chceme zistiť čas plavby umelohmotnej fľaše a poznáme dráhu, musíme vyrátať rýchlosť fľaše, ktorá bude rovnaká ako rýchlosť rieky. Tú vyrátame z predošlých dvoch rovníc:

$210 = (v_l + v_r) * 5$

$210 = (v_l - v_r) * 7$

Vyriešením týchto dvoch rovníc o dvoch neznámych dostaneme:

$v_r = 6\ km/h$

Teda cesta bude trvať $t = s / v_r = 210 / 6 = 35\ h.$

Príklad 5.

Označme si veličiny: d_v - dĺžka vláčika, d_m - dĺžka mosta (= 45 cm = 0.45 m), t_1 - čas prechodu vláčika cez most (= 4.5 s), t_2 - čas prechodu vláčiku okolo semafóru (= 1.5 s).

Pri prechode cez most musel prejsť vláčik vzdialenosť $s_1 = d_m + d_v$ (lebo cez most musel prejsť vláčik celý, nielen jeho začiatok). Platí teda rovnica:

$d_m + d_v = v * t_1$

$0.45\ m + d_v = v * 4.5\ s$ (1)

Pri prechode okolo semafóra prešiel vláčik dráhu $s_2 = d_v$, čiže

$d_v = v * t_2 = v * 1.5\ s$ (2)

Vyriešením dvoch rovníc ((1) a (2)) o dvoch neznámych dostaneme:

$v = 0.15\ m/s$

$d_v = v * t_2 = 22.5 cm$

Dĺžka vláčiku bola teda 22.5 cm a vláčik sa pohyboval rýchlosťou 0.15 m/s.

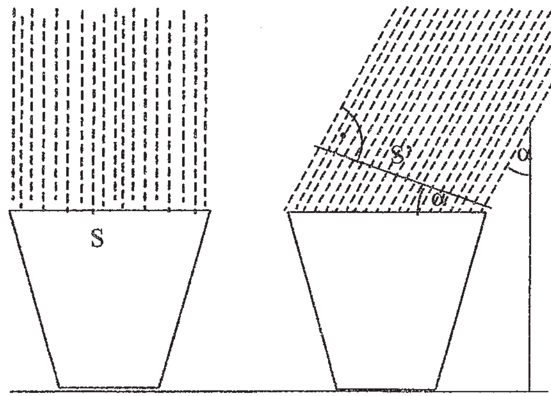
Príklad 6.

Označme si plochu dopadu dažďových kvapiek do vedra *S*, a rýchlosť kvapiek *v*. Nech výsledný smer rýchlosti kvapiek má uhol *a* (viď obrázok). Rýchlosť napĺňania vedra *w* je objem tekutiny, ktorý sa do vedra dostane za jednotku času, preto je úmerná súčinu rýchlosti kvapiek a plochy dopadu. Musíme si uvedomiť, že nová plocha dopadu kvapiek $S_1 = S \cos a$ (viď obrázok). Nová rýchlosť dopadu kvapiek bude mať nielen iný výsledný smer ale aj veľkosť $v_1 = v / \cos a$. Porovnáme teraz rýchlosť napĺňania vedra v bezvetrí (*w*) a počas vetra (w_1):

$w = k\,S\,v$ (*k* je konštanta úmernosti)

$w_1 = k\,S_1\,v_1 = k * S * \cos a * v / \cos a = k\,S\,v = w$

Teda rýchlosť napĺňania vedra sa nezmení, lebo závisí len od zvislej zložky rýchlosti, ktorú vietor nemení.



Príklad 7.

Na úvod poznámka pre asi polovicu riešiteľov. Na väčšiu kvapku síce pôsobí väčšia gravitačná sila ako na malú, ale gravitačné zrýchlenie je rovnaké pre všetky kvapky. Zrýchlenie znamená asi to, že keď na dve telesá pôsobí rovnaké zrýchlenie tak ich rýchlosť narastie za rovnaký čas o rovnakú hodnotu. Takže keby neexistoval odpor vzduchu, tak by všetky kvapky padali rovnako rýchlo. Keďže kvapky padajú vo