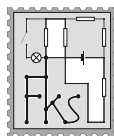


FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

B-kategória (mladší)
školský rok 2000/2001
FKS, KZDF MFF UK
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava



vzorové riešenia 2. série

fks@center.fmph.uniba.sk
www.ddp.fmph.uniba.sk/fks

B-2.1 Chrobákoslon (opravovala Lucia)

Takže, mnohí z vás písali hlavne o tiaži tela a počte nôh, ktoré mali ovplyvniť hrúbku nôh chrobáka a slona. Ak si však uvedomíme, že podstatný je tlak pôsobiaci na končatiny zvieraťa, potom sa musíme zaoberať práve vzťahom pre tlak: $p = F/S = mg/S$.

Majme teda chrobáka. Ak ho n -krát zväčšíme, t.j. každý jeho rozmer n -krát natiahneme, tak sa jeho objem a zároveň aj hmotnosť zväčší n^3 -krát. (Pretože hustota zostáva u chrobáka a chrobákoslona tá istá). Podobne, plocha (prierez) končatín sa zväčší. Keď mal pôvodný chrobák celkovú plochu nôh $S_1 = a \cdot b$, potom plocha končatín chrobákoslona bude

$$S_2 = (na) \cdot (nb) = n^2 \cdot ab,$$

t.j. n^2 -krát väčšia. Tlak pôsobiaci na končatiny chrobákoslona p_2 sa tak oproti pôvodnému tlaku chrobáka p_1 zmení:

$$p_2 = \frac{g\rho \cdot n^3 V_1}{n^2 S_1} = np_1,$$

(kde ρ je hustota), t.j. oproti pôvodnému tlaku n -krát vzrastie.

A to je práve ten dôvod, prečo by taký zväčšený chrobákoslon nemohol existovať. Každý materiál, a teda aj končatina (či už je s kosťou alebo bez nej) unesie len určité zaťaženie a pri nejakom tlaku (resp. normálovom napätí) sa môže stať, že sa deformuje (napr. zlomí). Takže keby sa odrazu tlak zvýšil, taký jeden chrobákoslon by to mal skutočne ťažké presvedčiť svojich pár nôh, aby ho ešte chvíľu podržali.

Na to, aby mohol podobný tvor existovať, keďže materiál sa pri zväčšovaní nemení, by aj tlak musel byť po zväčšení ten istý. A to sa dá dosiahnuť jedine tým, že sa zmení pomer hrúbky nohy k telu zvieraťa (pomer V_1/S_1). Keď sa nad tým ale tak zamyslíte, zistíte, že to by už bol úplne iný príbeh o úplne inom zvierati ako o chrobákoslonovi, ktoré by malo pomer nôh k telu presne taký, ako by sme chceli. No a tak vznikol napríklad slon.

Takže, poučenie asi také, nikdy nemeň to, čo je dobré. A keď predsa len, tak aspoň s dávkou optimizmu, že nestvoríme kaliku :) Mimochodom, pochvala všetkým za kresby a jeden pekný obrázok sloníčat'a.

B-2.2 Sprcha (opravovala Rebro)

V prvom rade si bolo treba uvedomiť, že objem vytekajúcej vody (a tým aj jej hmotnosť) závisí od rýchlosti vytekania vody. Je v celku rozumné uvažovať, že voda strieka kolmo nahor, keby nie, nuž museli by sme uvažovať o šikmom vrhu, úloha by sa zbytočne skomplikovala, ale dospeli by sme k rovnakému výsledku.

Rýchlosť vytekajúcej vody si môžeme vypočítať zo zákona zachovania energie alebo zo vzťahu pre zvislý vrh nahor. Teda:

$$E_k = E_p$$
$$\frac{1}{2}m_t v_t^2 = m_t gh$$
$$v_t = \sqrt{2gh}$$

A analogicky $v_z = \sqrt{2g2h}$, kde prvá rýchlosť je rýchlosť teplej vody a druhá už zmiešanej.

Mnohí z vás si neuvedomili, že hmotnosť teplej a studenej vody tým pádom bude rôzna, takže ich ďalšie úvahy boli nesprávne. Pretože

$$v_z = v_t \sqrt{2} \Rightarrow m_z = m_t \sqrt{2} \Rightarrow m_s = m_z - m_t = m_t (\sqrt{2} - 1)$$

S tým, že hmotnosť je úmerná objemu a ten $V = Sv$, kde S je prierez sprchy (ten je konštantný).

Ďalej si stačilo napísať krásnu kalorimetrickú rovničku, dosadiť hmotnosti teplej a studenej vody, ale i tu nastal problém. Niektorí nedosadili hmotnosť studenej, ale už zmiešanej vody, ale len „studená časť“ vody prijíma teplo od „teplej časti“ vody.

Takže :

$$cm_t(T_1 - T) = cm_s(T - T_2)$$

Po úprave sme dostali pekný výsledok :

$$T = \frac{T_1 - (\sqrt{2} - 1)T_2}{\sqrt{2}}$$

Vôbec ste si nemuseli vymýšľať rôzne konkrétne hodnoty ani vyčísl'ovať odmocniny, čo mne len v konečnom dôsledku sťažilo opravovanie a ani to tak pekne nevyzeralo.

A nakoniec: Niektorí si pre jednoduchosť alebo ušetrenie času odpustili upravovanie vzťahov a predkladali mi už len výsledky, bez toho aby mi napísali vzťah, z ktorého vychádzali, som rada, že máte o mne takú vysokú mienku, ale ja si všetko nedomyslím.

B-2.3 Bežci (opravoval Stano)

Som rád, že väčšina z vás si uvedomila, že dĺžka radu sa zmení, pravdaže okrem prípadu, keď tréner stojí. Ďalšia veľmi dôležitá úvaha bola, že netreba počítať so všetkými bežcami, ale stačilo si zobrať len prvého a posledného, čím sme si vcelku uľahčili život. Tým pádom nám odpadol aj problém so vzájomnou vzdialenosťou bežcov. Čo ma však veľmi sklamalo bolo, že okrem jedného nikoho z vás nenapadlo zmeniť vzťažnú sústavu, inak povedané pozreť sa na celú situáciu z pohľadu trénera, či bežca, alebo hocikoho iného. Výpočet sa nám tým rapídne uľahčí a celé riešenie sa scvrkne do pár riadkov.

Čiže pozrime sa na to, čo pozoruje tréner. Vidí ako sa k nemu blížia bežci rýchlosťou $v+u$ a keď sa k nemu nejaký dostane, tak sa od neho začne vzdďaľovať rýchlosťou $v-u$. Zvoľme si časový okamžik, keď je pri trénerovi prvý bežec a posledný je od neho vzdialený l , za počiatok pohybu. Je jasné, že potom, ako sa začnú bežci stretávať s trénerom, posledný z nich dobehne k trénerovi za čas $t = \frac{l}{v+u}$, zatiaľ čo prvý bežec prebehne za ten istý čas dráhu

$$l_1 = (v-u)t = l \frac{v-u}{v+u}.$$

a takto ďaleko bude od trénera v čase, keď ho stretne posledný bežec. Teda l_1 bude výsledná dĺžka radu bežcov.

Dúfam, že si to všetci poriadne premyslíte a že nabudúce nebudete písať také obsiahle riešenia k tak jednoduchému príkladu (česť výnimkám).

B-2.4 Fukoty (opravoval Braňo)

Vyskytli sa v podstate tri druhy ako-tak rozumných spôsobov merania. Najbežnejší bol ten, pri ktorom ste používali rôzne predmety (guličky, autička z kindervajec prerobené na plachetnice, vrchnáky od piva – hlavne zo štúrovského pivovaru :-), papierové guličky vo fixke, pinpongové loptičky), do týchto ste fúkali a potom počítali rýchlosť predmetu. Tú ste zisťovali následne buď ako podiel nameranej dráhy, ktorú teleso prešlo po nejakej podložke a nameraného času, alebo v prípade guličky vyfúknuť z fixky ste rýchlosť vyrátali z doletu, ako pri vodorovnom vrhu.

Pri tejto metóde však zanedbávate odpor vzduchu! Pri iných úlohách to robíte bez mihnutia oka, tak prečo nie teraz? Treba si uvedomiť, že pomer hmotnosti a plochy týchto telies (ktorý určuje veľkosť spomalenia vplyvom odporu vzduchu, keďže $a=F/m$ a odporová sila F je závislá od plochy a rýchlosti telesa) nie je tak rovnako zanedbateľný, ako pri napríklad pri aute. Veď keby ste naozaj zanedbali odpor vzduchu, tak sa vo vašom modeli guľička resp. loptička ani nepohne, lebo tá sa hýbe LEN vďaka sile, ktorú jej udeľuje pohybujúci sa vzduch! Okrem toho rýchlosť vyfukovaného vzduchu v závislosti od vzdialenosti od úst klesá veľmi rýchlo. Preto tieto merania dávali výsledky v rozmedzí 0,4-2 m/s, ojedinele 5 m/s.

Druhý spôsob, od Jána Smreka vychádzal naopak zo vzťahu pre odpor vzduchu

$$F = c \frac{\rho S v^2}{2},$$

kde c je súčiniteľ odporu vzduchu závisiaci od tvaru, ρ je hustota vzduchu, S plocha, na ktorú vzduch kolmo pôsobí a v rýchlosť vzduchu. Pomocou jednoduchej páky, štvorca pevného papiera so známou plochou a citlivého silomera potom z nameranej sily určil rýchlosť vyfukovaného vzduchu. Vyšlo mu približne 26,8 m/s.

Tretia skupina ľudí si uvedomila akých chýb by sa mohli dopustiť pri prvom spôsobe a preto merali rýchlosť nepriamo. Odmerali za aký čas nafúknu mikroténový sáčok známeho objemu a z toho následne zistili, aký objem sú schopní vyfúknuť za sekundu. Prierez otvoru, cez ktorý vzduch vyfukovali potom buď rozumne odhadli, alebo fúkali cez slamku, ktorej priemer nie je problém odhadnúť. Rýchlosť vzduchu dostali ako $v=V/(S.t)$, kde V je objem sáčku, S plocha otvoru cez ktorú fúkali a t je čas, za ktorú sáčok nafúkli.

Výsledky sa pohybovali v intervale 20-80m/s.

Pri takýchto odhadoch je dobre zamyslieť sa nad číslom, ktoré vám vyšlo. Asi polovica riešiteľov udávala výsledky menšie ako 2 m/s, pričom si keď si uvedomíte, že je to približne rýchlosť svižnej chôdze, znamenalo by to, že pri chôdzi v bezvetří by ste pociťovali "vietor" s takou intenzitou, ako keby vám niekto z celej sily fúkal z jedného centimetra priamo do ksichtu...

A teraz pozor!
Správa pre tých z vás, ktorí sa úspešne popasujú
po prvých dvoch namáhavých sériách aj s treťou sériou
a budú mať šancu a chuť ísť na sústredenie:

Zamaľujte si červenou farbičkou vo svojich diároch políčka
21.-26. 1. 2001!

Vtedy sa totiž v Brezovej pod Bradlom budú diať veci...

FKS