FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

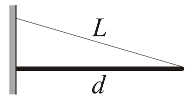
vzorové riešenia 2. série
B – kategória (mladší)
19. ročník
zimný semester
školský rok 2003/2004

www.fks.sk

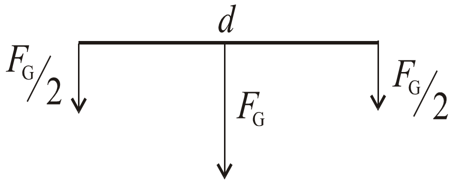
FKS, KZDF FMFI UK
Mlynská dolina
842 48 Bratislava
riesenia@fks.sk
info@fks.sk

B – 2.1 Visí na nitke (opravoval Stano)

Niť dĺžky $L = 1$ m zanedbateľnej hmotnosti pridržiava tyč dĺžky $d = 60$ cm a hmotnosti $M = 4$ kg pri stene tak, ako na obrázku. Tyč je pritom o stenu iba opretá a je na ňu kolmá. Zistite, pri akej najmenšej hodnote koeficientu trenia medzi tyčou a stenou je uvedená situácia možná.

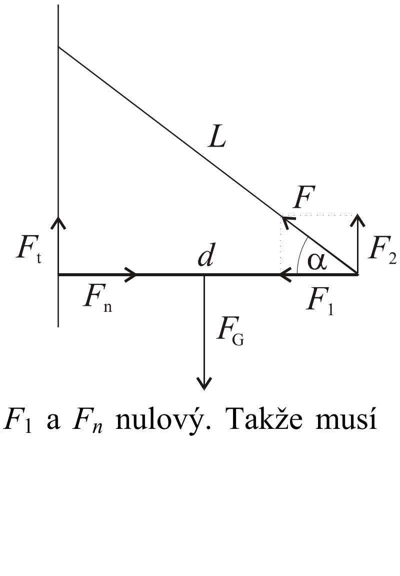


Skôr než začnem so samotným riešením príkladu, rád by som sa vyjadril k veľmi častej chybe. Mnohí z vás nahradili gravitačnú silu F_G, ktorá pôsobí v strede tyče, dvoma silami, ktoré majú veľkosť $F_G/2$, rovnaký smer ako F_G a pôsobisko na koncoch tyče (pozri obr.). To je, samozrejme, správne, ale keďže vy riešite a my opravujeme, tak treba napísať aj patričný dôvod, prečo to tak môžem spraviť. Lebo ani zďaleka to tak nejde vždy. Pravidlo je také. Ak nahradzujem jednu silu dvoma (troma, štyrmi..., na počte nezáleží), tak tie musia mať rovnaký účinok na sústavu ako pôvodná sila. Rovnaký účinok znamená, že ich vektorový súčet je rovnaký ako pôvodná sila a (čo ste prakticky všetci zabudli) ich otáčavý moment na sústavu je tiež rovnaký. Len z prvého pravidla vôbec nevyplýva, že naše dve sily musia mať veľkosť $F_G/2$, veď napríklad platí aj $F_G/3 + 2F_G/3 = F_G$. Ak však navyše uvážime, že sústava (teda tyč) sa neotáča, tak ak majú obe sily pôsobisko, potom musia mať rovnakú veľkosť (ako je to znázornené na obrázku). To plynie priamo z momentovej vety. Alebo trochu zrozumiteľnejšie pre tých, čo nemajú radi slovo moment: stačí si uvedomiť, aký majú obe sily otáčavý účinok vzhľadom na stred tyče.



Ako vidíte, vôbec nie je jednoduché zdôvodniť, prečo môžem urobiť práve takýto rozklad tiažovej sily. Nehovoriac o tom, že aj tak to nič nezjednodušuje. Skôr komplikuje. Nakoniec aj tak musíte povedať všetky potrebné argumenty. Preto odporúčam nasledovné riešenie.

Prvé, čo sa robí v takýchto úlohách je, že sa nájdu všetky sily, čo pôsobia na danú sústavu. Sila je vlastne vyjadrenie vzájomného pôsobenia telies. Každá sila preto pochádza od nejakého telesa. Na našu tyč pôsobia celkovo štyri sily. Tiažová sila F_G, trecia sila od steny F_t, normálová sila od steny F_n a sila od nite F. Sú to vlastne iba tri sily, ale silu od steny som už rozložil na treciu a normálovú. Tak isto si rozložíme silu od nite na F_1 a F_2 (pozri obr.). Keďže tyč sa nehýbe, tak vektorový súčet všetkých síl musí byť nulový. Preto platí:



$$F_1 = F_n, \qquad F_G = F_t + F_2.$$

No a keďže sa naša tyč neotáča, tak súčet momentov všetkých síl musí byť nulový. Vzhľadom na ťažisko je moment síl F_G, F_1 a F_n nulový. Takže musí platiť:

$$\frac{d}{2}F_2 - \frac{d}{2}F_t = 0 \Rightarrow F_2 = F_t .$$

Tyč je pritláčaná na stenu silou veľkosti F_n. Na to, aby sa tyč nešmýkala po stene, musí platiť:

$$F_t \leq fF_n .$$

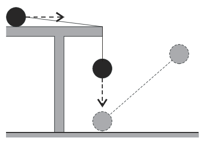
Ak sem dosadíme prvú a tretiu rovnosť, dostaneme $f \geq F_2/F_1$. Z podobnosti trojuholníkov (pozri posledný obrázok) a využitím Pytagorovej vety je jasné, že

$$f \geq \frac{F_2}{F_1} = \frac{\sqrt{L^2 - d^2}}{d} = \frac{4}{3} .$$

Takže minimálny koeficient trenia, pri ktorom sa tyč nezošuchne, je 4/3. Toť fsio.

B – 2.2 Padajúce spojené guličky (opravoval Juro)

Máme dve rovnaké guličky hmotnosti m, ktoré sú spojené nehmotnou niťou dĺžky h. Sú položené na stole tak, že jedna gulička prevísa cez stôl spolu s tretinou dĺžky nite. Výška stola je h. Po uvoľnení sa sústava dá do pohybu, prevísajúca gulička nepružne narazí na zem (prilepí sa) a druhá gulička spadne zo stola. V akej výške sa bude druhá gulička nachádzať, keď sa niť opäť napne?



Ahojte. Bez dlhých rečí sa poďme pozrieť priamo na guličky. Spomeňme len toľko, že sa nebudeme trápiť rozmermi guličiek.

Obe spojené guličky tvoria sústavu s hmotnosťou M = 2 m. Po uvoľnení urýchľuje pohyb sústavy tiažová sila spodnej z nich, takže sila $F = mg$. Výsledné zrýchlenie ústavy, a tým aj druhej guličky, ktorá predtým ležala na stole, bude $a = F/M = g/2$. Na dráhe $2h/3$, ktorú prejde počas pádu, nadobudne rýchlosť

$$v = \sqrt{2as} = \sqrt{\frac{2}{3}gh} .$$

Na tomto mieste sa dal použiť aj zákon zachovania energie. Veľa z vás v ňom urobilo chybu, preto si cez to prejdime. Za hladinu nulovej potenciálnej energie zvoľme podlahu. Gulička na stole je stále v rovnakej výške, takže jej potenciálna energia sa zatiaľ nemení. Prvá gulička počas pádu stratí svoju potenciálnu energiu, ktorá sa premení na kinetickú energiu oboch guličiek. Tie budú mať rovnakú rýchlosť, pretože sú spojené pevnou niťou. ZZE bude mať tvar

$$mg\frac{2}{3}h = 2\frac{1}{2}mv^2 ,$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{3}gh} .$$

Prvá gulička nám teda šťastne spadla na zem a druhá je na okraji stola, má rýchlosť v a veľký problém. Chcela by ísť vodorovným vrhom, ale nevie, či ju šnúrka pustí. Nemôže sa totiž od prvej guličky vzdialiť na viac, ako je dĺžka nite.

Zvoľme si súradnicový systém so stredom v dopadnuvšej loptičke, s vodorovnou osou x a zvislou osou y. V takejto sústave by boli súradnice guličky pri vodorovnom vrhu v čase t od opustenia stola

$$x = vt ,$$

$$y = h - \frac{1}{2}gt^2 .$$

Ak sa niť sa napne, bude to v takom bode, ktorého vzdialenosť od stredu sústavy je presne h, to znamená

$$h^2 = x^2 + y^2 , \quad h^2 = \frac{2}{3}ght^2 + h^2 - hgt^2 + \frac{1}{4}g^2t^4 ,$$

$$\left(\frac{1}{3}g\,h-\frac{1}{4}g^2t^2\right)t^2=0\,.$$

To nastane vtedy a iba vtedy, keď je $t_1 = 0$ alebo zátvorka je rovná nule, t.j.

$$t_2{}^2=\frac{4}{3}\frac{h}{g}\,.$$

Prvý čas zodpovedá momentu pádu zo stola, druhý (po dosadení t_2^2 do rovnice pre súradnicu y) výške $h/3$ nad podlahou. Zistili sme, že kružnicová dráha a parabolická dráha vrhu majú v nami uvažovanej časti dva (a iba dva) spoločné body. Ostáva sa ubezpečiť, že pri prelete z jedného do druhého nie je gulička obmedzovaná niťou.

Vypočítajme si vzdialenosť guličky v nejakom čase medzi t_1 a t_2, napríklad $t^2 = h/g$.

$$d^2=x^2+y^2\,,$$

$$d^2=\frac{2}{3}gh\frac{h}{g}+h^2-hg\frac{h}{g}+\frac{1}{4}g^2\frac{h^2}{g^2}=\frac{11}{12}h^2<h^2\,.$$

V tomto bode je vzdialenosť od stredu menšia ako h, to znamená, že nitka tam neobmedzovala parabolický pohyb guličky. Ak je ale medzi časmi t_1 a t_2 gulička bližšie k prvej guličke ako h, musí byť v každom bode medzi nimi. V opačnom prípade by ešte niekde musela mať dĺžku presne h, ale taký bod tam už nie je. Niť sa opäť napne, keď bude druhá gulička vo výške $h/3$ na podlahou.

Najviac chýb ste robili v už spomínaných energiách. Často ste najskôr použili zákon zachovania energie, ale bez druhej guličky na stole, takže ste došli k rýchlosti

$$v_{zlá}=\sqrt{2}v_{správna}$$

a potom ste povedali, že aj druhá gulička bude mať takúto rýchlosť. Avšak odkiaľ sa zobrala energia, ktorú má druhá gulička? Porušuje to zákon zachovania energie a tento postup nie je správny. Vzdialenosť od stredu rovná h vám potom okrem $t = 0$ už nevyšla, z čoho ste zväčša vyvodili nesprávny záver, že niť sa už nenapne. Ak by ste ale urobili podobnú analýzu ako ja, zistili by ste, že to tak nie je. Naopak, ona sa ani neuvoľní a hneď za sebou začne ťahať spodnú guličku. Ale to už nie je o tejto úlohe.

Veľká noc je už za nami, posledná séria, koniec školského roka a hlavne sústredenie stále bližšie a bližšie. Veľa šťastia, síl, nejako to dobojujte a nech vás obíde jarná únava. Majte sa krásne.

B – 2.3 V prúde je sila (opravoval Džony)

Vezmite pohár a naplňte ho v umývadle prúdom vody s prietokom 1 liter/10 s. Odhadnite veľkosť sily, ktorou pôsobí prúd vody na pohár. Všetky potrebné údaje zmerajte.

Ahojte! Niektorí z vás sa zamerali na priame meranie sily, čo však nebolo podstatou tejto úlohy. Mali ste skôr zmerať iba niektoré parametre celého pokusu bez toho, aby ste naozaj prúd vody pustili a pomocou teoretického základu z nich vypočítať hodnotu sily. Samozrejme, experimentálny dôkaz je vítaný a vždy pomôže overiť vypočítané hodnoty.

Ako všetci viete, sila je zmena hybnosti za čas. Možno, lepšie povedané: na to, aby teleso zmenilo svoju hybnosť z hodnoty p_1 na hodnotu p_2 za čas t, je potrebná sila $F = (p_1 - p_2)/t$. Pozrime sa na náš konkrétny prípad. Prúd vody uháňa z vodovodu rýchlosťou v, avšak keď voda narazí na pohár, zastaví sa ($v = 0$; pod v sa myslí rýchlosť v smere kolmom na dno pohárika). Teda hybnosť vody sa zmenila (za nejaký čas t) z nejakej hodnoty p na nulu. To znamená, že na túto zmenu bola potrebná sila

$$F = (p - 0)/t. \qquad (1)$$

Čo je to za sila? Veď predsa sme mali zistiť, akou silou pôsobí prúd vody na pohár a nie silu, ktorá je potrebná na zastavenie vody. Z týchto trápení nám pomôže zákon akcie a reakcie.

Keďže pohár pôsobil na vodu silou (1) aby ju zastavil, voda pôsobila na pohár rovnako veľkou silou. Zjednodušene povedané, zmena hybnosti vody vyvolala silu $F = p/t$.

Keď už vieme, čo je to za sila, môžeme ju vypočítať. Ako je jasné z predošlých úvah, potrebujeme určiť hybnosť vody p. Vieme, že $p = mv$. Dobre, ale aká je to hmotnosť m? Skúsme si teda zobrať taký "kus" vody, ktorý vybehne z vodovodu za čas t a určime jeho hmotnosť a rýchlosť. Zadaný prietok (označíme Q) nám udáva objem vody, ktorá vytečie za nejaký časový úsek t. Čiže objem V nášho "kusu" jednoducho vyjadríme ako $V = Qt$. Jeho hmotnosť už poľahky vypočítame ako

$$m = V\rho = Qt\rho, \qquad (2)$$

kde ρ je hustota vody. A akú rýchlosť má tento "kus" vody? No rýchlosť je vlastne dráha d, ktorú prejde táto voda za čas t ($v = d/t$). Tu si stačí uvedomiť zásadný fakt, že voda sa "vysúka" z vodovodu ako valec, ktorý má plošný prierez S. Za čas t teda z potrubia vylezie valec vody dlhý $d = V/S$, čo znamená, že rýchlosť je

$$v = d/t = Qt/St = Q/S. \qquad (3)$$

Tak konečne môžeme vyjadriť hybnosť a vlastne aj silu. Pomocou (2) a (3)

$$p = Q^2 t\rho/S,\ \ F = Q^2\rho/S. \qquad (4)$$

Takouto silou teda pôsobí nami zvolený kus vody na pohár. Z výsledného vzťahu vyplýva výborná skutočnosť. Výsledná sila pôsobiaca na pohár nezávisí od nami zvoleného času t, a teda ani od hmotnosti prislúchajúcej úseku vody. Teda nie je dôležité, aký čas, resp. "kus" vody sme si na začiatku zvolili, sila bude rovná vždy (4). Pre náš odhad hodnoty tejto sily musíme odmerať len plošný obsah vodovodu, pretože hustotu poznáme a prietok máme zadaný. Môžeme ho tiež vypočítať pomocou odmeraného polomeru r ako $S = \pi r^2$. Pre môj prúd ($r = 0{,}1$ m) je sila približne $F = 0{,}03$ N (pozor na základné jednotky prietoku! [m^3/s]).

Samozrejme, celý výsledok závisí od rýchlosti, akou naráža voda na pohár. Rýchlosť sa ešte vplyvom pôsobenia gravitačnej sily zmení. Ak púšťame vodu zhora dole, výslednú rýchlosť v_v môžeme určiť zo zákona zachovania energie, kde E_{k0} je kinetická energia vody na začiatku, E_{k1} na konci a E_p je potenciálna energia na začiatku. Platí teda, že $E_p + E_{k0} = E_{k1}$, resp. $mgh + 1/2mv^2 = 1/2mv_v^2$ (h je rozdiel výšok kohútika a pohára). Odtiaľ dostaneme výslednú rýchlosť ako:

$$v_v = \sqrt{2gh + v^2}\ . \qquad (5)$$

Treba si uvedomiť, že pri $h = 0{,}3$ m (asi hĺbka umývadla) je táto rýchlosť niekoľkonásobne väčšia ako pôvodná v a teda tento efekt rozhodne nemožno zanedbať. Ak do (5) dosadíme vzťah pre v (t.j. (3)) a vypočítame hybnosť a silu pomocou tejto novej rýchlosti, dostaneme vzťah:

$$F = Q\rho\sqrt{2gh + \frac{Q}{S}}\ .$$

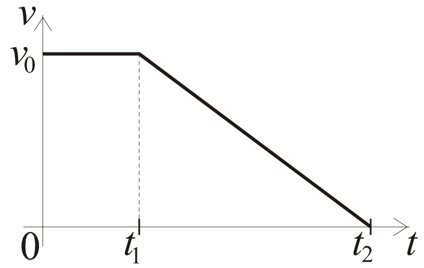
Pre uvedené hodnoty to teda znamená $F = 0{,}25$ N. Toto je už aj vcelku fajn merateľná hodnota. Dá sa to jednoducho merať napríklad pomocou váh. Položíte pohár plný vody na váhy a zistíte hmotnosť m_1. Potom naň pustíte prúd vody a odčítate hodnotu m_2. Rozdiel hmotností je spôsobený silou F. Čiže F vypočítame ako $F = (m_2 - m_1)g$.

Tak a to by bolo asi všetko. Myslí vám to. Len tak ďalej.

B – 2.4 Tehla na pedál (opravovala Myška)

Naši poslanci už dávnejšie schválili zvýšenie maximálnej povolenej rýchlosti v obci z 50 na 60 km/h. Odhadnite, ako tým vzrástla brzdná dráha áut.

Auto ide po peknej rovnej dedinskej ceste, keď tu zrazu vodič zbadá prekážku – babička sa vracia z obchodu (mali zlacnený cukor na zaváranie). Keďže sa šofér nechce dostať do konfliktu so zákonom, šliapne na brzdu a v bezpečnej vzdialenosti auto zastaví. Závislosť rýchlosti auta od času je znázornená na obrázku.



Od spozorovania prekážky vodičom po zošliapnutie brzdy prejde čas t_1. Každému človeku totiž chvíľu trvá, kým jeho pozorovanie prejde dostredivými nervovými dráhami do mozgu a odstredivými dráhami späť k výkonným orgánom (v našom prípade sa táto púť signálu začínala v oku a končila v nohe, ktorá zošliapla brzdu). Čas t_1 sa nazýva reakčným časom a u ľudí má hodnotu približne 0,2 – 0,3 sekundy. Počas tohto času sa auto pohybuje stále konštantnou rýchlosťou.

Až po začatí brzdenia je pohyb auta rovnomerne spomaleným pohybom so spomalením a. Predpokladáme, že spomalenie je konštantné (teda vodič stlačil brzdu nadoraz a basta). Platia staré známe rovnice

$$v = v_0 - at\,,\; s = v_0 t - \frac{1}{2}at^2\,,$$

kde v_0 je začiatočná a v konečná rýchlosť automobilu. Auto na konci svojej cesty zastaví, a preto $v = 0$ km/h. Z dvoch rovníc dostaneme jednu, ktorá bude vyjadrovať závislosť prejdenej dráhy od začiatočnej rýchlosti:

$$s = \frac{v_0^{\,2}}{2a}\,. \qquad (1)$$

Drvivá väčšina z vás teraz dala do pomeru prejdené dráhy po a pred schválením zákona. Vyšlo niečo takéto (veličiny v_1, s_1 platili pred schválením nového zákona, veličiny v_2, s_2 po jeho úprave):

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{v_2^{\,2}/2a}{v_1^{\,2}/2a} = \frac{v_2^{\,2}}{v_1^{\,2}} = 1{,}44\,.$$

Rovnako pekný výsledok vyšiel aj pri riešení problému cez energie. V tom prípade sa predpokladalo, že celá kinetická energia auta sa pri úplnom zastavení minie na zohriatie pneumatík (trenie).

Problémom je, že všetci, ktorí ste to riešili takto, ste zabudli uvažovať o spomínanom reakčnom čase. Ak by ste tak urobili, situácia by sa skomplikovala a vy by ste dostali viac bodov:-). Pre brzdnú dráhu ste si mali napísať vzťah (veličiny sú snáď známe z grafu):

$$s = v_0 t_1 + \frac{1}{2}a(t_2 - t_1)^2\,.$$

Dosadením $a = v_0/t_2 - t_1$ si ho upravíme na krajší tvar:

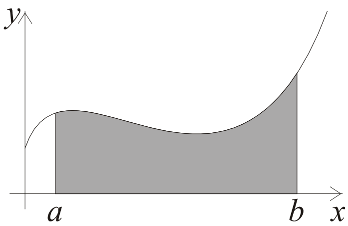
$$s = v_0 t_1 + \frac{v_0^{\,2}}{2a}\,. \qquad (2)$$

Vidíme, že od (1) sa líši. Po tom, ako sa pokúsime dať dráhy pre dva skúmané prípady do pomeru, budeme sklamaní. Spomalenie nám zrejme nevypadne.

Všetky veličiny v tomto vzťahu však poznáme, alebo ich vieme odhadnúť (aj preto to „odhadnite" v zadaní). Spomalenie a nie je nič iné ako fg, kde g je gravitačné zrýchlenie a f koeficient trenia medzi kolesami a vozovkou. Pre suchý asfalt uvádzajú tabuľky hodnotu 0,55. Dosadením do (2) zistíme, že brzdná dráha pri rýchlosti 50 km/h bude približne 32 m, pri vyššej začiatočnej rýchlosti (60 km/h) až 42 m. Keď nám na vozovku naprší a koeficient trenia sa zmení na 0,35, rozdiel sa zväčší na 15 metrov. A na domácu úlohu si všetci okrem Jakuba Imrišku skúste vypočítať, čo sa bude diať, keď vozovka v zime primrzne...

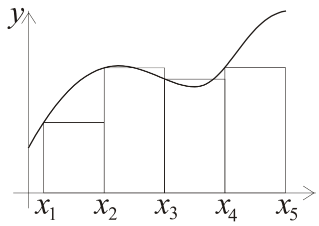
FKS & počítače, časť II.

Prvá časť seriálu sa venovala numerickému hľadaniu koreňov rovníc. Ďalšou úlohou, ktorú počítače často riešia, je numerické integrovanie. Niektorí z vás o integráloch ešte nepočuli, preto si zadajme úlohu „ľudskejšie“: nájdime plochu pod krivkou, ktorú vykresľuje funkcia $f(x)$ na intervale $x \in (a,b)$ (pozri obrázok).



Dĺžku výletu (krivoľakej čiary) na turistickej mape zisťujeme prikladaním pravítka a meraním krátkych aspoň trochu rovných úsekov. Podobne počítanie sivej plochy na obrázku spočíva v rozdelení intervalu (a, b) na kratšie časti, na ktorých už funkcia $f(x)$ nie je „až taká zvlnená“. Pravda, toto sa dá urobiť viacerými spôsobmi, ktoré sa líšia presnosťou výsledku. Spomenieme aspoň niektoré z nich...

I. obdĺžniková metóda:



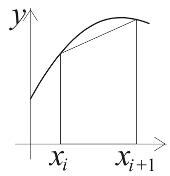
Namiesto slov nech prehovorí obrázok. Ako vidíme, peknú zvlnenú funkciu sme si na ňom nahradili schodiskom, plocha pod ktorým sa rozhodne nerovná hľadanej sivej ploche. Zároveň však vidíme, že zužovaním schodov (teda zmenšovaním dĺžky intervalov Δx, na ktoré delíme zadaný interval (a, b)) sa rozdiel medzi zadanou $f(x)$ a „schodiskom“ stráca. Ak zvolíme dosť malé Δx, dostaneme dosť presný výsledok. Ešte napíšme vzorec pre obsah i-teho obdĺžnika: $S_i = \Delta x\, f(x_i)$, kde x_i je x-ová súradnica začiatku obdĺžnika. Ak delíme interval (a, b) na N častí, tak $\Delta x = (b - a)/N$ a navyše

$$x_i = a + (b - a)(i - 1)/N$$

(vyskúšajte si, či je to tak!). Sčítaním obsahov všetkých obdĺžnikov získavame výsledok

$$S = \Delta x \left(f(x_1) + f(x_2) + \ldots + f(x_N) \right).$$

II. lichobežníková metóda:



Tu je iba malý rozdiel oproti minulému postupu. Opäť vytýčime deliace body x_1, x_2,..., x_N ($x_1 = a$, $x_{N+1} = b$). Teraz však funkciu medzi nimi nahradíme rovnou čiarou a dostaneme tak lichobežník (odtiaľ pochádza názov metódy). Jeho obsah je $S = \Delta x\, (f(x_i) + f(x_{i+1}))/2$. Súčet všetkých lichobežníkov je preto (premyslite si)

$$S = \frac{\Delta x}{2} \left(f(x_1) + 2f(x_2) + 2f(x_3) + \ldots + 2f(x_N) + f(x_{N+1}) \right).$$

Vidíme, že grafické vyjadrenie metódy bolo úplne iné ako v prvom prípade, vzorec je však veľmi podobný...

III. Simpsonova metóda:

Všimnime si, že posledné dve metódy fungovali presne iba pre veľmi špeciálne funkcie. V prvom prípade pre funkcie, ktoré boli na malých intervaloch (x_i, x_{i+1}) konštantné (iba vtedy splynú schody presne so zadanou funkciou). V druhom prípade pre funkcie, ktoré boli na malých intervaloch lineárne (vtedy splynie vzniknutý lichobežník s plochou pod funkciou). Čo tak vymyslieť metódu, ktorá by presne fungovala aj pre komplikovanejšie funkcie? Toto si dal za cieľ Simpson a na naše šťastie úlohu aj vyriešil. (Pozor, teraz musí byť N párne číslo!) Zoberme si funkciu, ktorá je na intervale (x_1, x_3) kvadratická (teda má tvar $ax^2 + bx + c$). Potom vzorec $\Delta x\, (f(x_1) + 4f(x_2) + f(x_3))/3$ dáva presnú hodnotu obsahu pod krivkou na tomto intervale (bod x_2 leží v strede medzi x_1 a x_3). Kto vie integrovať, môže sa ľahko presvedčiť.

Takže... Našli sme vzorec, ktorý nám dá presný výsledok aj pre kvadratickú funkciu! A naozaj – táto metóda je spomedzi troch tu spomenutých zvyčajne najvýkonnejšia. Súčet všetkých obsahov je tentoraz

$$S = \frac{\Delta x}{3}\left(f(x_1) + 4f(x_2) + 2f(x_3) + \ldots + 4f(x_{N-1}) + 2f(x_N) + f(x_{N+1})\right).$$

Úloha: Vezmime si graf funkcie $f(x) = x^2\sqrt{3-x}$ na intervale (1, 2). Presná hodnota tohto integrálu je $S = 2{,}7408864$. Porovnajte odchýlku od tohto výsledku pri spomínaných troch metódach, ak interval delíme na

a) 20,
b) 1000 častí.

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

výsledková listina B – kategórie po 2. sérii letného semestra 19. ročníka

	Priezvisko	Meno	Trieda	Škola	①	B-2.1	B-2.2	B-2.3	B-2.4	☠	Σ
1.	Imriška	Jakub	2 A	G BA J. Hronca	20.0	5.0	5.0	5.0	5.5		40.50
2.	Fecko	Stanislav	kv. A	G Pankúchova	18.5	4.5	4.0	5.0	4.0		36.70
3.	Hrdá	Marcela	sx.	G Turčianske Teplice	18.0	5.0	4.0	4.0	4.0		35.00
4.	Bzdušek	Tomáš	kv. A	G Piešťany	20.0	2.5	4.5	2.0	4.0		34.37
5.	Berta	Peter	1 A	G Veľké Kapušany	18.5	2.5	5.0	2.0	4.0		33.36
6.	Kaniansky	Miroslav	sx. A	G Piaristické Nitra	18.0	2.5	3.5	5.0	4.0		33.00
7.	Škrovinová	Katarína	sx.	G Nitra Párovská	19.0	2.5	2.0	5.0	4.0		32.50
8.	Takács	Michal	2 F	G BB Tajovského	17.5	4.5	4.0	2.0	4.0		32.00
9.	Zámečník	Peter	2 D	G MRŠ NMV	16.5	2.5	2.0	5.0	5.0		31.00
10.	Bogár	Ondrej	1 E	G ĽŠ Trenčín	17.8	2.0	2.5	5.0	1.0		29.76
11.	Piterka	Tomáš	sx. A	G Piaristické Nitra	18.0	2.0	0.5	5.0	4.0		29.50
12.	Fačkovec	Boris	kv. A	G Piešťany	18.2	1.5	2.0	2.0	4.0		29.15
13.	Perešíni	Peter	2 F	G BB Tajovského	14.0	4.5	4.0	2.0	4.0		28.50
14.	Komorovský	Marek	sx.	G Dubnica nad Váhom	17.0	3.8	2.0	2.0	3.5		28.30
15.	Molčány	Dušan	2 B	SPŠS BA Feinorovo nábr.	16.0	4.5	3.5	–	4.0		28.00
16.	Foltin	Miroslav	2 C	G Jána Hollého	12.5	2.4	3.5	5.0	4.0		27.40
	Hergelová	Beáta	2 B	G BST Lučenec	13.0	2.4	5.0	3.0	4.0		27.40
18.	Pôbišová	Zuzana	2 F	G BB Tajovského	16.0	4.2	2.0	1.0	4.0		27.20
19.	Regec	Mário	2 A	G PH Michalovce	11.5	4.2	1.5	3.0	4.0		24.20
20.	Štolcová	Jana	sx.	G Nitra Párovská	14.5	2.5	1.0	2.0	4.0		24.00
21.	Mikuláš	Ján	sx.	G BST Lučenec	13.0	0.5	2.5	2.0	4.0		22.00
22.	Švihorík	Róbert	kv.	G Nitra Párovská	11.5	3.0	1.0	2.0	2.0		20.94
23.	Kravec	Martin	2 A	G PH Michalovce	10.5	0.7	2.5	2.0	3.5	-1	18.20
24.	Šomodiová	Kristína	2 A	G Piešťany	6.5	2.0	1.5	2.5	4.0		16.50
25.	Vrbjárová	Michaela	1 A	G BST Lučenec	8.4	–	–	2.0	4.0		15.63
26.	Ďurčík	Miroslav	2 C	G BST Lučenec	6.5	0.5	2.0	2.0	4.0		15.00
27.	Uchytilová	Vendula	2 A	G J.K.Tyla	7.0	0.5	2.0	1.0	3.5		14.00
28.	Melicher	Radoslav	2 A	G BST Lučenec	7.5	0.5	1.5	0.0	1.0		10.50
29.	Malčická	Martina	sx.	G Banská Štiavnica	4.0	0.7	1.0	0.5	4.0		10.20
30.	Nagy	Jakub	9 C	ZŠ Požiarnicka 3	5.0	0.7	–	–	3.5		10.16
31.	Gál	Dárius	2		9.5	–	–	–	–		9.50
	Harmincová	Zuzana			9.5	–	–	–	–		9.50
33.	Beran	Jakub			9.0	–	–	–	–		9.00
34.	Přikrylová	Veronika	kv. A	OG ZA Varšavská cesta	7.8	–	–	–	–		7.82

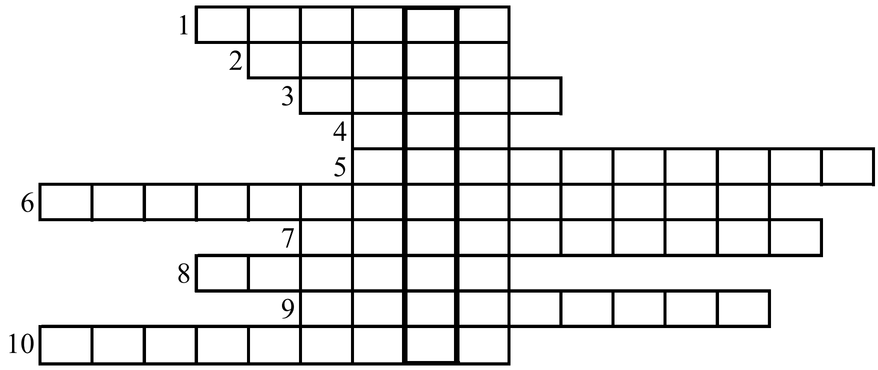
35. Dojčák	Lukáš	2 C	G PH Michalovce	7.0	–	–	–	–	7.00
36. Híreš	Michal	3 F	G VPT Martin	6.0	–	–	–	–	6.00
37. Pašuth	Ondrej	2 A	G PH Michalovce	5.5	–	–	–	–	5.50

Milá naša mládež!

Čas uteká ako utrhnutý z reťaze a koniec letnej série sa blíži. Preto, ako každý rok, aj teraz chystáme pre najlepších z vás letné sústredenie, ktoré bude v **...** (*tajnička*) v termíne od 21.6. do 27.6. 2004.

Tento rok sa z technických príčin neuskutoční LTT (Letný tábor Trojstenu, Trojsten je organizácia združujúca korešpondenčné semináre FKS, KMS, KSP organizované študentmi FMFI UK). Ale nezúfajte, v rámci spolupráce s inými seminármi vám posielame pozvánku na letný tábor Pikomatu a Pikofyzu.

A ešte jedna ponuka pre tých, ktorých nadchýna krásna príroda, železnička a majú chuť urobiť trochu užitočnej roboty. Ak sa chcete zoznámiť s novými ľuďmi a máte viac ako šestnásť rokov, zúčastnite sa na letnom tábore Krúžku (Klub romantikov úzkorozchodných železníc Oravy a Kysúc). Viac info na www.kruzok.sk .



1 – deň odovzdania 3. série
2 – súťaž družstiev, ktorú organizuje FKS
3 – hlavný vedúci FKS je...
4 – desiata cifra čísla π
5 – fyzikálne zariadenie v miestnosti FKS (slúži na oddelenie zložiek kvapaliny podľa teploty varu)
6 – škola vedúcich FKS sa nachádza v Bratislave v....
7 – aktuálny ročník FKS je v poradí...
8 – riešenia FKS je možné posielať slovenskou poštou alebo...
9 – písmeno D v skratke KZDF znamená...
10 – čo majú nové v F1-152 (žerie to papier a je to nové v miestnosti FKS)