

# FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

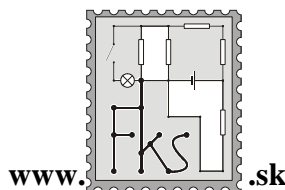
vzorové riešenia 3. série

B – kategória (mladší)

24. ročník

zimný semester

školský rok 2008/2009



FKS, KTFDF FMFI UK

Mlynská dolina

842 48 Bratislava

otazky@fks.sk

## B-3.1 Spotrebná úloha (opravovala Katka, vzorák Tomáš)

Kamoš má také super auto, ktoré má namakaný digitálny displej, kde mu ukazuje všetky možné údaje, ktoré by ho mohli zaujímať: Ako rýchlo ide, aké sú otáčky motora, koľko ľudí je v aute a akého sú pohľavia, kde stojí najbližšia policajná hliadka, v akom okruhu sa nenachádza štýlovejšie auto ako to jeho a mnohé iné. Zaujímavý je údaj o spotrebe. Keď auto stojí, ale ide na voľnobeh na displeji svietila spotreba 0,6 litra / hodinu. Keď sme sa pohli rovnomerným pohybom z mierneho kopca, pričom sme šli stále na voľnobeh (čiže motor pracoval s rovnakým výkonom ako pri státí) domýšľavá elektronika spotrebu okamžite prerátala a na palubnej doske zasvietil údaj 1,1 litra / 100 km. Ako rýchlo sme išli z kopca?

Iste všetci uznáme, že mať takéto auto je neuveriteľne praktické. Ako sa píše v zadaní, auto v oboch prípadoch pracuje s rovnakým výkonom, a má teda rovnakú spotrebu (na čas). Ak označíme  $v$  rýchlosť, ktorú chceme vyrátať, tak spotreba je jednak 0,6 litra / hodinu a zároveň sa rovná spotrebe 1,1 litra / (100 km /  $v$ ), pretože (100 km /  $v$ ) je čas, za ktorý prejdeme 100km dráhu a 1,1 litra je v zadaní uvedené ako množstvo benzínu, ktoré po prejdení takejto dráhy spotrebujeme. Máme teda jednu a tú istú spotrebu vyjadrenú dvoma spôsobmi a nič nám nebráni dať ich do rovnosti:  $\frac{1,1}{100\text{km}/v} = \frac{0,6}{h}$  a vyjadriť z nej

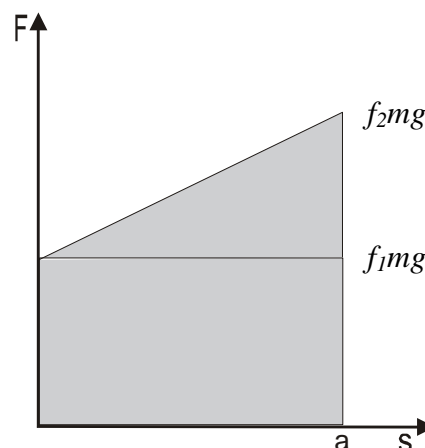
$$v = \frac{600}{11} \text{ km/h} \approx 55 \text{ km/h.}$$

## B-3.2 ...bavlnená tkanina pôvodom z Orientu, originálne slúžiaca na dekoráciu stien, neskôr používaná na pokrývanie dlážok plniac najmä hygienickú, tepelnoizolačnú a dekoratívnu funkciu (opravovala Tinka, vzorák Tinka)

Koberec je položený na parketách, po ktorých sa pohybuje s trením  $f_1$ . Zarovno s parketami je betónová podlaha po ktorej sa koberec pohybuje s trením  $f_2$ . Vodorovným ťahaním chceme koberec presunúť z parkiet na betón. Koľko práce na to budeme potrebovať? Koberec má rozmery obdĺžnika  $a \times b$ , hmotnosť  $m$ , a pohyb, ktorý chceme vykonať je znázornený obrázkom.

Tak najprv by sa patrilo zistiť, čo sú to za sily, kvôli ktorým musíme nejakú prácu konať. Dá sa ľahko uvidieť, že výslednica vo vertikálnom smere je nulová (koberec nelevituje a nespráva sa ani nijako inak podozrivo) a že keď chceme koberec rozpohybovať, proti nám pôsobí len trecia sila a tú potrebujeme vyrovnať (odpor vzduchu a iné lahôdky prirodzene zanedbávame). Tak fajn, čo my ale vieme o vzťahu práce a sily?  $W = Fs$ . Dráhu poznáme, keďže roh koberca sa musí presunúť na miesto toho predchádzajúceho, máme  $s = a$ . Ale tá potvora  $F$  sa mení. Pretože okamžitá trecia sila je závislá od toho, aká časť koberca leží na parketách. Pri pohybe na časť na parketách pôsobí trecia sila  $F_1 = f_1 m_1 g$  a na kúsok na betóne zase  $F_2 = f_2 m_2 g$  (domýšľavý čitateľ hneď vidí, že sme si koberec rozdelili na dve časti,  $m_1$  je hmotnosť tej časti koberca, ktorá je na parketách a  $m_2$  na betóne). A keďže chceme, aby sa pohyboval celý koberec, tak musíme prekonať trenie na oboch častiach a teda potrebujeme v tej chvíli silu  $F = F_1 + F_2$ .

Ak si predstavíme, že koberec sme potiahli vzdialenosť  $x$  z pôvodnej polohy, jednoduchou trojčlenkou porátame



hmotnosti koberca na parketách a na betóne, tak zistíme, že výsledná sila, ktorou musíme ťahať, je nasledovná:  $F = f_1 m \frac{a-x}{a} g + f_2 m \frac{x}{a} g$ .

No fajn. A čo s tým? Verím, že ste si už našli čas na prečítanie vzorákov z minulej série a preto pre vás nebude novinkou, že práca je plocha pod grafom závislosti sily od dráhy. Zostrojiť ten graf nie je problém, veď sme akurát zráтали, ako vyzerá závislosť  $F$  od  $x$ ! Dôležité je, že to bude lineárna funkcia – kus priamky (ako vidno zo vzorčeka pre  $F$ ). Začíname v  $f_1 mg$  a končíme v  $f_2 mg$ , pričom samozrejme nie je jasné, ktorá z hodnôt je väčšia. Obrázok zachytáva iba jeden prípad, ale verím, že všetci vidíte, že je to v konečnom dôsledku jedno - plocha je rovnaká. Keď si ju zrátame ako súčet obdĺžnika a trojuholníka a troška poupravíme, dostaneme, že

$$W = \frac{(f_1 + f_2) g m a}{2},$$

čo je aj správne riešenie.

A teraz k tomu, čo ste mi popísali. Najčastejšie ste zabudli zdôvodniť, prečo by ten graf mal byť lineárny. Keby ten koberec mal iný tvar, celé by to mohlo vyzerat' inak, preto som to „odmenila“ -0,5 bodom. Ani úvahy o spriemerovaní koeficientov trenia neboli korunované veľkým počtom bodov, pretože to, že vyšiel rovnaký výsledok, je v podstate náhoda.

### B-3.3 Obyčajný pohyb po kružnici (opravoval Robo, vzorák Robo)

V klasickej súradnicovej sústave máme nakreslenú kružnicu s polomerom  $R$ . Na nej, v bode  $[R,0]$  sa nachádza hmotný bod s hmotnosťou  $m$ , ktorý sa v čase  $t = 0$  začne pohybovať otáčavým pohybom, s konštantnou uhlovou rýchlosťou  $\omega$  proti smeru hodinových ručičiek.

- Akú veľkú časť kružnice (v uhlových jednotkách) má hmotný bod prejdenú v čase  $t$ ? (v čase 0 mal prejdených 0 radiánov)
- Aké sú súradnice  $x, y$  bodu v čase  $t$ ?
- Aká veľká sila  $F$  je potrebná na to, aby sa bod pohyboval popísaným spôsobom? Aký je jej smer?
- Ak silu vyrátajú v bode c) rozložíme na  $x$ -ovú a  $y$ -ovú zložku, aká veľká bude  $x$ -ová zložka? Inými slovami ako vyzerá závislosť  $F_x(t)$  t.j.  $x$ -ovej zložky sily od času?
- Ako vyzerá  $F_x$  v závislosti od  $x$ , teda  $F_x(x)$ ?
- Ako pomocou a) - e) vyšetriť pohyb hmotného bodu viazaného na  $x$ -ovú os, na ktorý pôsobí sila  $F(x) = -k \cdot x$  kde  $k$  je nejaká kladná konštanta?

Ahojte! Verím, že táto úloha patrila do kategórie nenáročnejších, a preto hneď začneme sumarizujúcim obrázkom. Na ňom je znázornená situácia, v ktorej sa hmotný bod s hmotnosťou  $m$  nachádza v (nami zvolenom) čase  $t$ . Ako tiež vidieť, väčšina z podúloh a) až f) je geometrického rázu (hranie sa s goniometrickými funkciami a rozklad vektora na zložky). Ale poďme pekne systematicky.

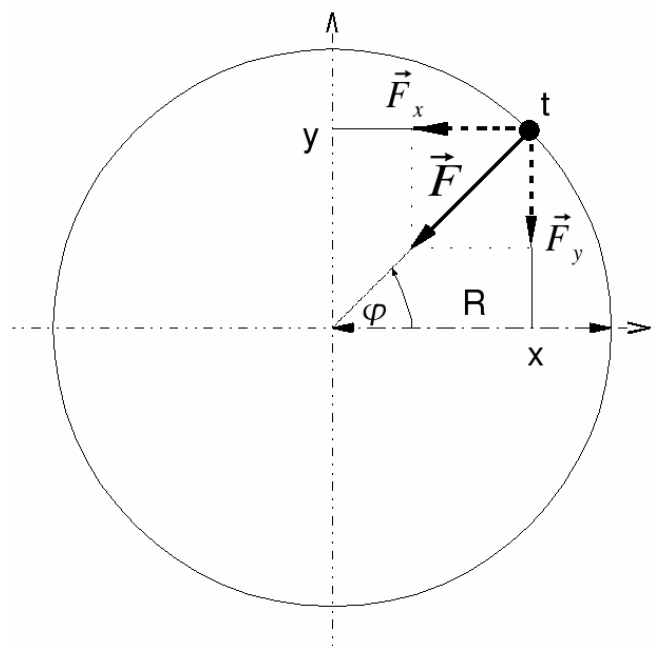
a) Z definície uhlovej rýchlosti je táto rovná podielu zmene uhla, ktorú bod pri pohybe po kružnici prekoná za istý čas, a tohto času. Úpravou tohto vzťahu máme

$$\varphi = \omega t.$$

b) Z obrázku vidíme, ako ľahko vyjadriť  $\cos \varphi$  a  $\sin \varphi$  pomocou súradníc  $x, y$  a  $R$ . Úpravou potom máme:

$$x = R \cdot \cos \varphi = R \cdot \cos (\omega t) \tag{1}$$

$$y = R \cdot \sin \varphi = R \cdot \sin (\omega t) \tag{2}$$



c) Hmotný bod je udržiavaný na svojej kružnicovej trajektórii vďaka pôsobeniu dostredivej sily  $F$ , ktorá smeruje, ako už z jej názvu vyplýva, do stredu kružnice (t.j. do súradnicového bodu  $[0, 0]$ ). Pre jej veľkosť platí známy vzťah:

$$F = m \cdot a_d = m \cdot \omega^2 \cdot R, \quad (3)$$

kde  $a_d$  je veľkosť dostredivého zrýchlenia.

d) Podobne ako v podúlohe b), aplikovaním goniometrických funkcií  $\cos \varphi$  a  $\sin \varphi$ , ako to vyplýva z obrázku, pre veľkosti x-ovej a y-ovej zložky dostredivej sily  $F$  dostávame:

$$F_x = -F \cos \varphi = -m \cdot \omega^2 \cdot R \cos \varphi \Rightarrow F_x(t) = -m \cdot \omega^2 \cdot R \cos(\omega t) \quad (4)$$

$$F_y = -F \sin \varphi = -m \cdot \omega^2 \cdot R \sin \varphi \quad (5)$$

Mínusko je pri oboch zložkách sily preto, lebo obe zložky sily majú smer opačný, než je smer súradnicových osí, ako je to viditeľné z obrázka.

e) Závislosť  $F_x(x)$  získame, ak do vzťahu (4) pre závislosť x-ovej zložky sily od času dosadíme vzťah (1), teda formálne zapísané:

$$F_x(x) = -m \cdot \omega^2 \cdot x \quad (6)$$

f) Keď sme si už všetko potrebné postupne predpripravili, môžeme sa pustiť do „zlatého klinca úlohy“. Pohliadnime na vzťah (6) a porovnajme ho so silou  $F(x) = -k \cdot x$  zo zadania. Vidíme, že oba zápisy sa principiálne nelíšia, pretože hmotnosť  $m$  aj uhlová rýchlosť  $\omega$  sú konštantami. Teda konštantou  $k$  pre náš prípad bude:

$$-m \cdot \omega^2 \cdot x = -k \cdot x \quad \Rightarrow \quad k = m \cdot \omega^2 \quad (7)$$

Ak bude kladná konštanta  $k$  predstavovať tuhosť pružiny a sila  $F(x) = -k \cdot x$  predstavovať silu spôsobujúcu kmitanie hmotného bodu (závažia) zaveseného na pružinke, potom z posledného vzťahu (7) získame známy učebnicový vzťah pre uhlovú frekvenciu vlastných kmitov pružinového oscilátora  $\omega^2 = k/m$ . Ak si uvedomíme, že jeden kmit závažia na pružinke trvá presne toľko, koľko trvá prislúchajúcemu hmotnému bodu, kým raz obehne kružnicu, vieme z tohto veľmi elegantne odvodiť vzorec pre periódu takýchto kmitov. Dopočítajte si to, nezabudnite však pri tom na to, že  $\omega$  sa meria v radiánoch za sekundu a kruh má celkovo  $2\pi$  radiánov.

Toť vsio. ☺

### B-3.4 Kosa z nosa (opravoval JAno, vzorák JAno)

*Keď v lete na kúpalisku vyjdem z vody, je mi zima napriek tomu, že teplota okolitého vzduchu je väčšia, ako teplota vody, ktorá ma obklopovala dovtedy. Prečo je to tak? Vysvetlite tento jav z mikroskopického hľadiska (z hľadiska pohybu molekúl vody resp. vzduchu)*

Kosa je pekná beštia, hoci aj v lete.

Podľa časticového modelu sveta sa látky skladajú z malých neviditeľných častíc, ktoré sa chaoticky pohybujú<sup>1</sup> všetkými smermi. Častice pri svojom pohybe do seba narážajú a tak si vymieňajú hybnosť a (pohybovú) energiu. Ak má niektorá častica šťastie, podarí sa jej pri zrážke svojej kamarátke kus energie ukradnúť a získať tak nadpriemernú kinetickú energiu aj rýchlosť, iná – smoliarka - zas s energiou môže klesnúť pod priemer. Vidíme teda, že častice

<sup>1</sup>Častice v plynách sa pohybujú viac-menej voľne, častice kvapalín sčasti voľne (Brownovsky) okolo v čase premenlivých polôh vo vnútri objemu kvapaliny (viazané v objeme kvapaliny) a častice pevných látok sa pohybujú (kmitajú) len v rámci dovolených polôh v látke daných chemickými väzbami (štruktúrou látky).

zd'aleka všetky nemajú rovnakú rýchlosť a energiu, vyskytujú sa medzi nimi rýchle, priemerne, no aj podpriemerne rýchle častice.

Pri kontakte dvoch telies, kde častice jedného majú v *priemere* väčšiu energiu ako častice druhého, je väčšina zrážok takých, kedy častice prvého telesa energiu stratia a častice druhého energiu získajú. To vedie k postupnému vyrovnávaniu priemernej energie na časticu v oboch telesách. Z bežného života sme zvyknutí, že niečo podobné sa deje s teplotou, keď sa stretnú dve rôzne teplé telesá. Šikovnímu fksákovi už asi začína byť jasné, že teplota nie je nič iné ako priemerná energia častice v telese.

Po dlhom a nezáživnom úvode sa môžeme dostať k samotnému problému.

Keď sme vyšli z vody, na povrchu tela sme si trochu vody zobrali so sebou vo forme tenkej vrstvy a kvapiek na pokožke. Táto voda bola predtým okrem nás v styku s ostatnou vodou v bazéne a teraz je v kontakte so vzduchom a parami vody vzduchu. Dôjde k tepelnej výmene a pokusu o dosiahnutie rovnovážneho stavu, teda voda sa ohreje od nás a vzduchu. Čiže častice vody sa zrážajú s časticami vzduchu a nášho tela a vymieňajú si energiu až do rovnovážneho stavu (v priemere rovnomerného rozdelenia energie). K tomuto dochádza rovnako aj v bazéne, ktorý takto „ohrievame“.

Ako sa tak častice zrážajú a vymieňajú si energiu, stane sa, že niektorá má na chvíľu viac energie ako priemerná častica v látke. Ak sa častica pohybuje dostatočnou rýchlosťou, aby prekonala silové pôsobenia ostatných častíc, uvoľní sa a letí voľne preč, pokiaľ na niečo nenarazí. Z pohľadu zostavšej látky táto prišla o nadpriemerne energetickú časticu a teda jej priemerná energia (teplota) klesne. Tento jav sa v makroskopickom hľadisku prejavuje ako vyparovanie a látka pri ňom spotrebúva tepelnú energiu – teplo nazývané skupenské teplo vyparovania.

Nastáva však aj opačný dej, keď voľné častice látky – pary v okolí (u nás v okolitom vzduchu) narazia na povrch látky a po zrážke už nebudú mať dost energie, aby opäť uleteli. V takom prípade sa do vody vrátila nadpriemerne energetická častica a teplota vody (priemerná energia) stúpila. Preto ak sa už vo vzduchu nachádza príliš veľa častíc vody, k ďalšiemu ochladzovaniu dochádzať nebude, lebo v priemere rovnako veľa častíc bude kvapalinu opúšťať, ako sa bude do nej vracat'. Makroskopicky hovoríme o relatívnej vzdušnej vlhkosti (pomere toho, koľko pár vo vzduchu je k tomu, koľko treba na rovnováhu). Vzduch na kúpalisku však nebýva dostatočne vlhký na to, aby zabránil odparovaniu sa vody z nášho tela, keďže kúpalisko je veľkým, dobre vetraným otvoreným priestranstvom. Avšak ak sa niekedy kúpete dlhšie v zavretej kúpeľni, môže sa vzduch v nej zvlhčiť natoľko, že vám po vyjdení z vane vôbec nebude zima.

Nuž dobre, ale prečo sa niečo takéto nedeje aj pod vodou? Aj tam sú predsa rýchle molekuly, ktoré sa môžu rozhodnúť nás opustiť. Pod vodou je však nutné si uvedomiť, že sme obklopení hrubou vrstvou vody a rovnako veľa molekúl, ktoré odchádzajú z našej bezprostrednej blízkosti, k nám prichádza z okolitých kútov bazéna. Situácia je teda rovnaká, ako keby sme boli vo vlhkom vzduchu, koľko molekúl nás opustí, toľko príde nových a priemerná teplota sa nemení. Ešte jeden argument. Keby od nás odchádzalo viac rýchlych častíc, ako k nám prichádza, niekam by muselo prichádzať viac častíc, ako odtiaľ odchádza. Niekde v bazéne by sa musela hromadiť teplá voda. To je však blbosť, lebo všetky kúty bazéna sú si rovné a nie je dôvod, aby teplá voda niektorý z nich uprednostňovala :-).

K hodnoteniu: keď v zadaní chceme mikroskopický prístup, tak ho naozaj chceme. Keď vieš, že sa voda vyparuje, tak je to fajn, ale bolo by lepšie aj napísať, prečo sa to deje a hlavne, prečo to ochladzuje! Ďalej, správne skonštatovanie (tip?), čo sa deje, je pekná vec, ale my chceme od vás aj úvahy, prečo sa to deje práve takto, a tiež približné odhady, ktoré efekty sú významnejšie ako iné spolu so zdôvodnením. Aj gravitácia mesiaca vplýva na odparovanie.. aj masnosť pokožky.. potenciálnych efektov je neúrekom a je prácou fyzika, aby z nepreberného množstva vyseletoval niekoľko najdôležitejších.

P.S.: Chod'te si zaplávať, je to zdravé.

---

### B-3.5 Dúfam, že všetci máte nainštalovaný Excel (opravoval Jakub, vzorák Jakub)

...pretože ak nie, ste masochisti, pre riešenie nasledujúcej úlohy ho budete potrebovať. Z vraku športového auta vytiahli čiernu skrinku, ktorá obsahuje údaje o tom, čo sa stalo pred haváriou. Konkrétne, obsahuje údaje o zrýchlení auta v každej sekunde. Za koncom zadania nasleduje 300 čísel, ktoré sú zrýchlenia auta v  $\text{ms}^{-2}$  za posledných 5 minút jazdy, každé číslo odpovedá priemernému zrýchleniu v jednej sekunde, prvé číslo – prvá sekunda, atď... Z čiernej skrinky sme sa tiež dozvedeli, že pred 5 minútami bol vypnutý motor a auto teda s najväčšou pravdepodobnosťou stálo.

Zistite:

- (2body) Akú dlhú dráhu auto za posledných 5 minút prešlo?
- (1bod) Akú maximálnu rýchlosť pri svojom pohybe dosiahlo?
- (2body) Akú rýchlosť malo auto v polovici prejdenej dráhy?
- (1 bod) Snažil sa vodič tesne pred nárazom zabrzdziť?

Snažte sa o čo najpresnejší výsledok.

0 0 0 0 0 0.06 0.16 0.25 0.34 ... (286 čísel) ... 0.41 0.4 -4.1 -8.1 -9.1 -8.5

Úvodom sa patrí ospravedlniť za miernu dezinformáciu. Na vstupe sme zadali 301 čísel. Ja som sa s tým bavil tak 20 minút. Dúfam, že vy menej. (Ja som to nebol!)

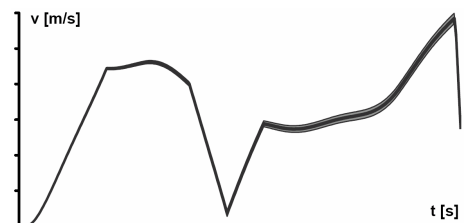
Časť d) Podme zodpovedať najprv to, čo ide najľahšie. Z posledných čísel záznamu okamžite vidím, že v posledných 4 sekundách pred nárazom malo auto relatívne vysoké spomalenie, porovnateľné s tiažovým zrýchlením. To znamená, že vodič pred nárazom brzdiť.

Časť b) Zavediem označenie  $v(k)$  pre rýchlosť na konci  $k$ -tej sekundy. Podobne, priemerné zrýchlenie počas  $k$ -tej sekundy, ktoré mám v zadani, označím  $a(k)$ . Predpokladáme, že rýchlosť na začiatku bola nulová, teda  $v(0) = 0$ . Keď poznám  $v(k)$ , tak viem spočítať aj

$$v(k + 1) = v(k) + a(k + 1) \cdot 1 \text{ sekunda.}$$

Takto postupne popočítam rýchlosť na konci 1., 2., 3., ... až 301-vej sekundy. Spomedzi rýchlostí nájdem maximálnu. Najľahšie ju človek nájde v grafe  $v(t)$  a potom si príslušnú hodnotu odčíta v tabuľke.

Mali by sme určiť aj chybu nášho výsledku. Nie je to zložité, stačí si uvedomiť, že neistota vstupných dát  $a(k)$  je zhruba  $0,005 \text{ ms}^{-2}$ , lebo zrýchlenia sú udané (prevažne) na 2 desatinné miesta. Preto v každom výpočtovom kroku od  $v(k)$  ku  $v(k + 1)$  zväčšujem absolútnu chybu rýchlosti o aspoň  $0,005 \text{ m/s}$ . Chyba určenia rýchlosti  $v(k)$  je teda  $\Delta v = 0,005k \text{ m/s}$ . Priložený graf dokumentuje rýchlosť auta aj s odchýlkou. Maximálna dosiahnutá rýchlosť auta bola  $(58,5 \pm 1,5) \text{ m/s}$ .



Časť a) Keď som si už spočítal rýchlosť na konci každej sekundy, tak už celkom ľahko spočítam aj dráhu prejdenú na konci každej sekundy. Analogicky ako v predošlom odstavci si označím  $s(k)$  dráhu prejdenú na konci  $k$ -tej sekundy. Ak by som pohyb počas  $(k + 1)$ -vej sekundy považoval za prakticky rovnomerný, tak by som napísal rovnicu

$$s(k + 1) = s(k) + v(k) \cdot 1 \text{ sekunda.} \quad (\text{I})$$

Keďže som bol však zadaním usmernený k tomu, aby som našiel najpresnejší možný výsledok, tak skúsím niečo lepšie. Môžem považovať pohyb auta počas  $(k + 1)$ -vej sekundy za rovnomerne zrýchlený. Potom bude platiť rovnica

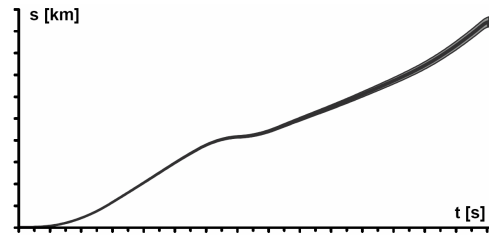
$$s(k + 1) = s(k) + v(k) \cdot 1 \text{ sekunda} + \frac{1}{2} a(k + 1) \cdot (1 \text{ sekunda})^2. \quad (\text{II})$$

Táto rovnica by mala byť presnejšia ako tá predošlá, lebo zohľadňuje aj zmenu rýchlosti počas bežiacej  $(k + 1)$ -vej sekundy. Nebude však úplne presná, lebo auto sa nepohybuje v každej sekunde rovnomerne zrýchlene, hodnota  $a(k)$  je len hodnota priemerného zrýchlenia

počas  $k$ -tej sekundy. Všimnite si, že zatiaľ čo na výpočet rýchlostí  $v(k)$  nám znalosť priemerného zrýchlenia  $a(k)$  stačila *dokonale*, teraz nám stačí už iba približne!

Opäť by sme sa mali zamyslieť nad presnosťou.<sup>2</sup> V každom výpočtovom kroku k absolútnej chybe určenia  $s(k)$  pridávam chybu určenia výrazu  $\Delta v(k) \cdot 1 \text{ sekunda} = 0,005k \text{ m}$  a chybu  $\frac{1}{2}\Delta a(k+1) \cdot (1 \text{ sekunda})^2 = 0,0025 \text{ m}$ , ktorá je voči tej predošlej zanedbateľná. Chyba v určení prejdenej dráhy potom je súčtom aritmetického radu a platí pre ňu vzťah  $\Delta s(k) \approx 0,0025k^2 \text{ m}$ .

Dráha prejdená automobilom je  $s = (9,4 \pm 0,2) \text{ km}$ . Pomocou rovnice (I) by sme dostali výsledok odlišný o zhruba 15 m, z čoho vidno, že komplikácia so zrýchleným pohybom nevedie k hodnotnejšiemu výsledku. To sa však nedá ľahko povedať vopred, iba overiť dodatočne.



*Časť c)* je teraz už brnkačka. Stačí nám v tabuľke hodnôt  $s(k)$  nájsť hodnotu  $s/2$  a už vieme čas  $t = k$  sekúnd, v ktorom auto prechádzalo polovicu dráhy a stačí nám kuknúť do tabuľky  $v(k)$  a určiť požadovanú rýchlosť. Opäť, v záujme spresnenia výsledkov by sme mohli nájsť také  $k$ , pre ktoré bude platiť  $s(k) < s/2 < s(k+1)$  a v rámci  $(k+1)$ -vej sekundy uvažovať rovnomerný pohyb a nájsť ten čas presnejšie. Keďže však ani prejdenú dráhu  $s$  vieme len s veľkou neistotou, tak aj  $k$  viem určiť len približne a to  $k = 171 \pm 6$ . Chyba určenia  $\Delta v(k)$  pre príslušné  $k$  je na úrovni 0,9 m/s. Rozdiel rýchlostí pre prípustné  $k$ -čka je v rovnakom ráde. Vďaka tomu **nemá zmysel** počítať rýchlosť v čase  $t = 170,975 \dots \text{ s}$ . Hľadaná rýchlosť je približne  $(28,5 \pm 1) \text{ m/s} \approx (103 \pm 4) \text{ km/h}$ .

*Hodnotenie* : Numerické hodnoty výsledkov boli v tejto úlohe dôležité, preto som za ne udeľoval 50% bodového zisku príslušnej časti. V *časti a)* som stíhal 0,5b, ak riešiteľ použil rovnicu (I) kvôli tomu, že zadaním bol motivovaný snažiť sa viac. V *časti c)* sa ambiciózne spresňovanie výsledku nestretlo s bodovým zvýhodnením. Chyby neurčil žiaľ nikto, paušálne za to šlo 0,5b dolu. Za uvedenie výsledku s priveľa ciframi som bral -0,2b. Podobne, v *d)* bolo treba spomenúť aj to, že spomalenie bolo priveľké na to, aby šlo o pozvoľné spomaľovanie.

<sup>2</sup> Treba si uvedomiť, že pre dráhu nemáme presný výpočet. Pre divoko sa meniace zrýchlenie počas 1 sekundy dokonca vieme dostať ľubovoľne veľkú chybu určenia prejdenej dráhy! Zdá sa však celkom rozumné predpokladať, že auto sa nehrá na vyplašeného býka dráždeného toreadorom, ktorý počas jednej sekundy zmení 8x smer a dokopy má prakticky nulové zrýchlenie. V takom prípade sú naše počty v poriadku, avšak chybu výsledku nevieme určiť zodpovedne, vieme ju iba odhadnúť.

# FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

výsledková listina B – kategórie po 3. sérii zimného semestra 24. ročníka

	Meno a priezvisko	Škola	B- 3.1	B-3.2	B-3.3	B-3.4	B-3.5	⚡	⓪+Ⓜ	Σ
1	Ficková Klára	G KE Poštová	2.00	5.00	4.50	2.20	5.30	-	38.70	55.70
2	Bogárová Zuzana	G Ľ. Štúra Trenčín	-	4.50	6.00	3.00	5.10	-	32.25	50.85
3	Savinec Michal	GPH Michalovce	4.00	0.50	4.00	4.40	4.00	-	31.80	48.20
4	Švančara Patrik	G Ľ. Štúra Trenčín	3.00	4.50	-	4.50	5.50	-	30.20	47.70
5	Jančo Tomáš	G Ľ. Štúra Trenčín	-	5.00	5.00	2.00	5.50	-	29.09	46.59
6	Kireš Jakub	G KE Poštová	4.00	4.00	5.50	2.15	5.50	-	27.20	46.20
7	Kováč Ondrej	GsvCaM	-	5.00	6.00	4.60	5.40	-	23.65	44.65
8	Kubincová Petra	ŠPMNDAG	-	5.00	5.00	-	4.80	-	29.75	44.55
9	Kopf Michal	G Opava	3.00	-	1.00	4.40	-	-	36.00	44.40
10	Kosec Peter	G Ľ. Štúra Trenčín	4.00	4.50	3.50	2.00	4.80	-	27.10	43.90
11	Galovičová Soňa	G ZA Okružná	4.00	4.70	3.00	2.00	4.80	-	27.20	43.70
12	Baxová Zuzana		4.00	0.50	3.50	4.30	5.10	-	25.90	42.80
13	Bučková Lucia	G Piešťany	-	4.90	5.50	5.00	5.00	-	21.80	42.20
14	Vlček Andrej	EvSŠ Lipt. Mikuláš	4.00	5.00	5.00	2.00	-	-	25.50	41.50
15	Guričan Pavol	G BA Grösslingova	-	5.00	4.00	2.00	5.30	-	24.75	41.05
16	Lami Jozef	G KE Poštová	4.00	0.20	2.00	2.30	4.50	1	29.10	40.90
17	Součková Kamila	Ev. Lyc. BA	-	3.00	-	4.85	4.10	2	30.30	40.25
18	Kramárik Lukáš	G Ľ. Štúra Trenčín	-	4.30	4.00	2.50	5.50	-	23.00	39.30
19	Pločeková Andrea	G Piešťany	-	2.00	4.50	4.40	4.50	-	23.60	39.00
20	Múthová Denisa	G Bil, Žilina	-	4.50	3.00	4.92	4.60	-	21.40	38.42
21	Bartko Matúš	G Ľ. Štúra Trenčín	-	4.50	2.50	1.80	4.30	-	25.00	38.10
22	Pálenik Juraj	ŠPMNDAG	-	5.00	5.50	4.91	4.80	-	16.80	37.01
23	Večerík Matej	ŠPMNDAG	-	1.50	2.00	4.40	4.50	-	24.20	36.60
24	Mrocková Mária	G BA J.Hronca	-	0.50	3.50	3.00	4.80	-	22.80	34.60
25	Kögler Pavol	G Galanta	4.00	0.20	3.50	0.50	4.80	-	20.20	33.00
26	Valová Simona	G Piešťany	-	1.50	3.50	3.00	4.50	-	20.20	32.70
27	Kubinová Mária	G POH, Dolný Kubín	-	0.70	2.00	2.00	-	-	19.30	24.00
28	Faguľová Kristína	G KE Poštová	3.00	-	-	0.60	-	-	19.30	22.90
29	Đuratný Miloslav		-	-	-	-	-	-	21.00	21.00
30	Dobrotka Matúš	G BN Bánovce	2.00	0.50	0.50	1.30	1.50	-	11.40	16.70
31	Čurmová Zuzana	GPH Michalovce	0.50	-	-	4.60	-	-	11.50	16.60
32	Mikulaj Pavol		-	-	-	-	-	-	16.45	16.45
33	Erdödyová Lívia	GPH Michalovce	-	0.50	4.00	1.50	3.60	2	7.50	15.10
34	Chudá Tatiana	G Piešťany	-	-	-	-	-	-	14.70	14.70
35	Čurmová Jaroslava	GPH Michalovce	-	0.50	2.00	4.60	-	-	7.55	14.65
36	Fecková Daniela	G BA Pankúchova	-	-	-	4.50	-	-	10.00	14.50
37	Kyjaková Katarína	G ZA Okružná	-	0.00	-	1.10	0.50	-	10.50	12.10
38	Makara Ján	GPH Michalovce	-	-	-	-	-	-	10.70	10.70
39	Mrázová Lucia	GPH Michalovce OG Kukučínova	-	-	-	-	-	-	10.20	10.20
40	Klembarová Barbora	Poprad	-	-	-	-	-	-	9.00	9.00
41	Valigová Zuzana	GPH Michalovce	-	-	-	-	-	-	7.65	7.65
42	Chlapečka Adam	G Ľ. Štúra Trenčín OG Kukučínova	-	-	-	-	-	-	6.70	6.70
	Kmeťová Katarína	Poprad OG Kukučínova	-	-	-	-	-	-	6.70	6.70
44	Marečáková Barbora	Poprad	-	-	-	-	-	-	6.50	6.50
45	Šturc Peter	G AV Levice	-	-	-	-	-	-	3.20	3.20
46	Dzurjová Silvia	GPH Michalovce	-	-	-	-	-	-	1.75	1.75
47	Bohiniková Alžbeta	G BA Grösslingova	-	-	-	-	-	-	1.50	1.50
48	Masár Juraj	G Bilíkova ZŠsMŠ Liptovská	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00
49	Maliková Lucia	Teplička	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00

