

####

LETNIK 33 (2005/2006) ŠTEVILKA 5

NEZEMELJSKI OBJEKT
KOPERNIKOVA KNJIGA
NAGRADNA KRIŽANKA
TEKMOVANJA

PRESEK

matematika
fizika
računalništvo
astronomija

OS X

ISSN 0351-6652



9 770351 665357

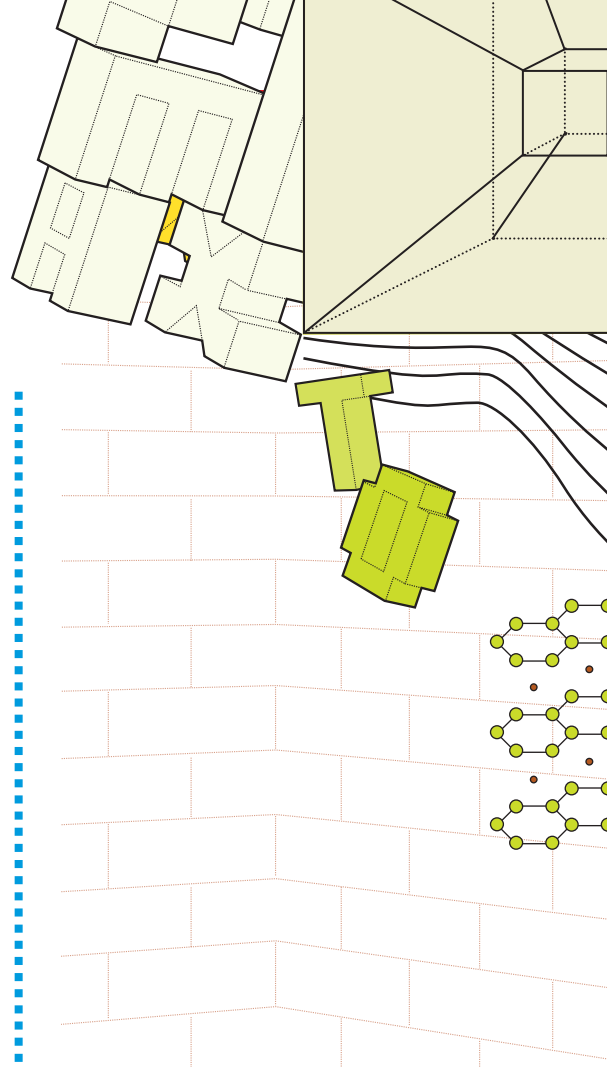
Origami

Origami – prepogibanje papirja – morda ne izgleda kot objekt za matematično raziskovanje ali za prefinjene uporabe, toda vsak, ki je poskusil zložiti avtokarto ali zaviti darilo, ve, da origami ni preprosta zadeva.

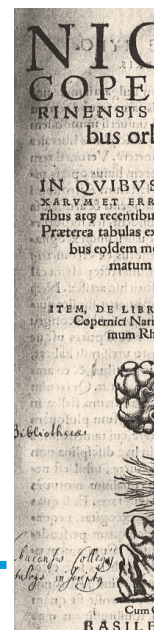
Matematiki, računalničarji in inženirji so pred kratkim odkrili, da lahko s pomočjo tega, stoletja starega področja, rešimo mnoge sodobne probleme. Metode origamija sedaj uporabljamo za učinkovito zlaganje objektov kot so avtomobilske zračne blazine ali ogromni vesoljski teleskopi ter so povezane tudi s tem, kako se prepogibajo proteini.

Proizvajalci pogosto želijo narediti izdelek iz enega samega kosa materiala. Tedaj proizvodni problem postane odločitev, ali lahko obliko izdelka zložimo in če, ali to lahko naredimo učinkovito. Mnogi problemi raziskovanja origamija so zato povezani s teorijo zahtevnosti algoritmov in optimizacijsko teorijo. Dokaz za raznolikost origamija, kot tudi za moč matematike, je njegova uporabnost pri problemih na molekularnem nivoju, v proizvodnji in v vesolju.

Pojasnilo: Gornji prispevek je prevod iz rubrike »The Mathematical Moments«, ki jo objavlja Ameriško matematično društvo AMS na spletni strani www.ams.org/mathmoments.



Model sta načrtovala Thomas Hull (Merrimack College) in Francis Ow, zložil Papajoe (Joe Gilardi)



Presek

list za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje
letnik 33, šolsko leto 2005/2006, številka 5

Kazalo

Matematični trenutki

Origami stran 2

Matematika

Nezemeljski objekt n -kocka (Irena Kosi-Uibl) stran 4–6

Fizika

Razmisli in poskusi (drugi del) (Mitja Rosina) stran 9
Sluh (Janez Strnad) stran 10–12
Uho (Andrej Likar) stran 13–15 in 18–19
Akumulatorji (Janez Strnad) stran 20–22
Dnevi fizike stran 31

Računalništvo

Kako delujejo šahovski programi (drugi del) (Branko Kaučič) stran 23–26

Astronomija

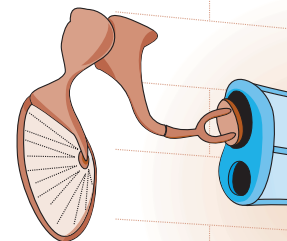
Kopernikova knjiga v Ljubljani (Stanislav Južnič) stran 27–29

Razvedrilo

Nagradna križanka (Marko Bokalič) stran 16–17
Rešitev nagradne križanke Presek XxxIII/4 stran 18
Rebus (Marko Bokalič) stran 29

Tekmovanja

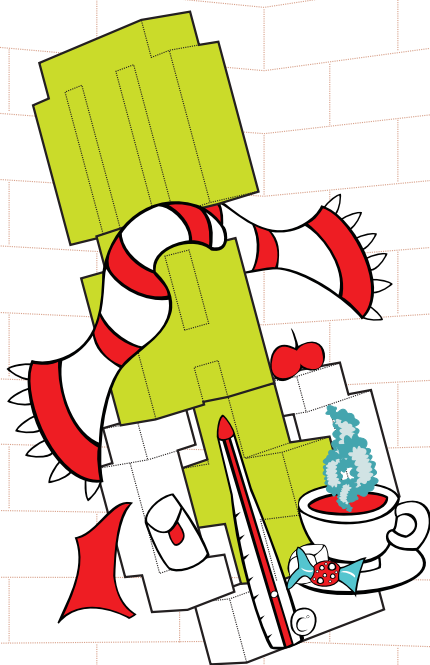
Matematično tekmovanje srednješolcev Slovenije (Sonja France) stran 7–8
Naloge z regijskega fizikalnega tekmovanja srednješolcev Slovenije v šolskem letu 2004/05 priloga
Naloge z državnega fizikalnega tekmovanja srednješolcev Slovenije v šolskem letu 2004/05 priloga



DNEVI FIZIKE
stran 31



Nezemeljski objekt n-kocka



Na kaj pomislite, ko slišite besedo kocka? Na leseni model geometrijskega telesa, ki vam ga je pokazala učiteljica pri matematiki? Na tisto malo rdečo kocko, ki vam je zadnjič

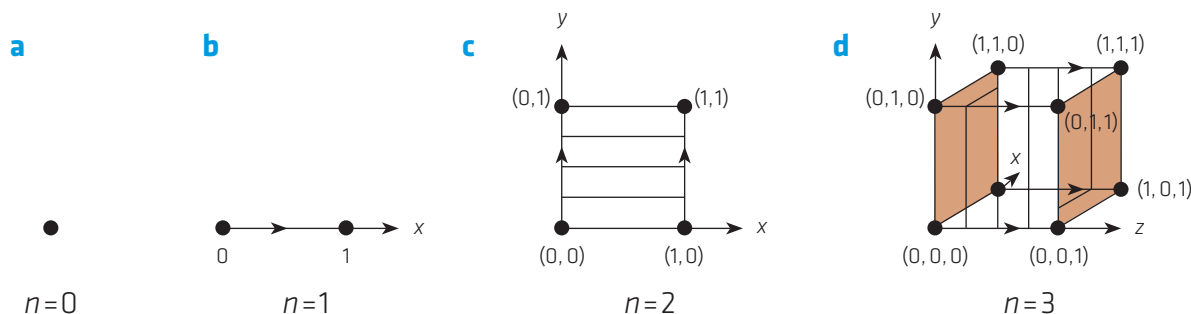
prinesla srečo in s katero ste zmagali pri »Človek, ne jezi se«? Ali pa morda na kocko sladkorja, ki se počasi raztopi v skodelici vročega, dišečega čaja? Videli bomo, da je lahko kocka tudi precej drugačna od naših vsakodnevni predstavi – odvisno od tega, v koliko razsežnem prostoru jo opazujemo.

Irena
Kosi-Ubl

Konstrukcija n-kocke

Prvi del prispevka bomo namenili konstrukciji večrazsežne kocke. Zgradili jo bomo postopoma in tako začeli z najenostavnejšo kocko – to je točka, ki jo proglasimo za 0-razsežno kocko. Nato bomo v vsakem koraku konstrukcije dodali eno dimenzijo.

Vzemimo torej točko (slika 1a) in jo naravnost povlecimo za dolžino ene enote. Sled, ki jo pusti vleka, je daljica oz. 1-razsežna kocka (slika 1b). Predstavljamo si jo lahko tudi kot interval $0 \leq x \leq 1$ na osi x . Sedaj primemo to daljico in jo vlečemo eno enoto v smeri pravokotno na os x (slika 1c). Sled, to je kvadrat, je 2-razsežna kocka. V pravokotnem koordinatnem sistemu z osema x in y lahko to kocko predstavimo kot množico urejenih parov (x, y) , pri čemer veljata naslednji neenačbi: $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$. Nato primemo kvadrat in ga povlečemo za dolžino ene enote pravokotno na ravnino, v kateri leži (slika 1d). Sled, ki jo pri tem pusti kvadrat, je 3-razsežna kocka, ki jo lahko opišemo kot množico točk s koordinatami (x, y, z) , za katere velja $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$.



Slika 1 a, b, c, d.
Prve štiri stopnje
v konstrukciji
večrazsežne kocke

Nadaljujemo po analogiji – 3-razsežno kocko premaknemo naravnost za razdaljo ene enote in dobimo 4-razsežno kocko. Ker si te kocke več ne znamo predstavljati, se opremo na analogijo dodajanja posameznih dimenzij v vsakem koraku konstrukcije večrazsežne kocke in na formalno definicijo.

S premikanjem običajne kocke smo torej prišli do 4-razsežne kocke, ki nam generira 5-razsežno kocko, ta 6-razsežno in tako naprej. V n -tem koraku konstrukcije torej k obstoječim $n-1$ koordinatam točk kocke dodamo še eno, ki pa spet variira znotraj intervala $[0, 1]$. Tako je n -razsežna (enotska) kocka definirana kot množica točk $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, pri čemer veljajo neenacije $0 \leq x_1 \leq 1, 0 \leq x_2 \leq 1, \dots, 0 \leq x_n \leq 1$. V nadaljevanju bomo n -razsežno kocko krajše imenovali kar n -kocka.

■ Število oglišč, robov in mejnih ploskev n -kocke

Dogovorimo se, da bomo pri n -kocki delno ohranili terminologijo, ki jo uporabljamo za običajno kocko (oglišče, rob), ploskve višjih razsežnosti, ki tvorijo površje n -kocke, pa bomo imenovali k -razsežne ploskve, $k = 2, 3, \dots, n-1$. Najprej opazimo, da je število oglišč V_n enako 2^n , preprosto zato, ker ugotovimo, da postopek premikanja podvoji število oglišč naše kocke v vsakem koraku konstrukcije: k ogliščem trenutne kocke dodamo oglišča njene dvignjene kopije. Do enakega zaključka

pridemo tudi z razmislekom o koordinatah oglišč. Vsako oglišče n -kocke je točka z n koordinatami, za vsako izmed njih pa imamo na razpolago le dve vrednosti: 0 in 1.

Podobno, kot smo določili število oglišč n -kocke, lahko določimo tudi število njenih robov. Opazujemo spreminjanje števila robov od koraka do koraka konstrukcije n -kocke. Številu robov trenutne kocke dodamo število robov dvignjene kopije in število robov, ki predstavljajo sledi oglišč pri dvigovanju. Število robov E_{n+1} v $(n+1)$ -razsežni kocki je tako enako

$$\blacksquare E_{n+1} = 2E_n + V_n,$$

pri čemer sta E_n in V_n število robov oz. število oglišč v n -kocki. Število robov v n -kocki lahko zapišemo tudi kot funkcijo števila n :

$$\blacksquare E_n = n2^{n-1}.$$

Obrazec dokažemo z enostavno indukcijo. Najprej preverimo, da je trditev pravilna za $n = 1$:

$$\blacksquare E_1 = 1 \cdot 2^{1-1} = 1.$$

1-razsežna kocka (daljica) ima zares en rob. Prav tako se hitro prepričamo o pravilnosti trditve za $n = 2$:

$$\blacksquare E_2 = 2 \cdot 2^{2-1} = 4.$$

2-razsežna kocka (kvadrat) ima zares

štiri robove. Predpostavimo sedaj, da je trditev pravilna za neko naravno število n , torej $E_n = n2^{n-1}$. Potem je

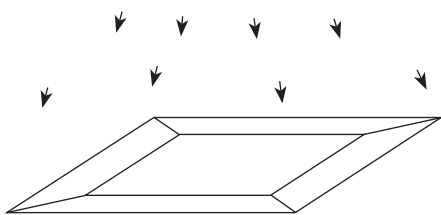
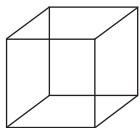
$$\blacksquare E_{n+1} = 2E_n + V_n = 2 \cdot n \cdot 2^{n-1} + 2^n = (n+1)2^n.$$

Dokaz z indukcijo je končan.

Z namenom, da določimo število ploskev višjih razsežnosti v n -kocki, še enkrat opišemo njen skelet. Robovi so povezani z dvorazsežnimi ploskvami, te s trirazsežnimi in tako naprej vse do $(n-1)$ -razsežnih ploskev, ki predstavljajo mejne ploskve n -kocke. Vsaka ploskev, ki je del površja n -kocke, je kocka določene razsežnosti. Naše prostorske predstave zadoščajo za nazorno predstavitev navedenega do $n = 3$, pri 4-kocki si bomo pomagali s projekcijo v trirazsežni prostor, »zgradba« višje razsežnih kock pa je preveč zapletena, da bi jih skušali narisati.

V nadaljevanju bomo torej opisali centralno projekcijo 4-kocke v trirazsežni prostor. Za lažje razumevanje najprej razložimo pojem centralne projekcije na primeru 3-kocke, ki si jo znamo dobro predstavljati.

Običajno s pojmom *projekcija* mislimo na preslikavo trirazsežnega prostora na ravnino. Če so premice skozi točke telesa, ki ga projiciramo, in njihove slike vzporedne, govorimo o *vzporedni projekciji*. Če pa se te premice sekajo v isti točki, govorimo o *centralni projekciji*. Na sliki 2 je prikazana centralna projekcija 3-kocke na ravnino.



Oglejmo si še centralno projekcijo 4-kocke v trirazsežni prostor (narisano v ravnini), ki je prikazana na sliki 3. Šest od osmih mejnih ploskev projicirane kocke so presekanke štiristrane piramide. Prav tako lepo vidimo 24 dvorazsežnih ploskev omenjene kocke (osem 3-kock s šestimi ploskvami, pri čemer smo vsako ploskev šteli dvakrat:

$$\blacksquare \frac{(8 \cdot 6)}{2} = 24).$$

V nadaljevanju prispevka bomo zapisali obrazec za izračun števila k -razsežnih ploskev v n -kocki. V obrazcu bo zapisano tudi t. i. *binomsko število*. Za bralce, ki teh števil še ne poznajo, jih bomo na kratko predstavili.

Binomsko število označimo z *binomskim simbolom* $\binom{n}{k}$ in preberemo n nad k . To je število neurejenih izbir k elementov brez ponavljanja iz množice z n elementi. Število $\binom{n}{k}$ izračunamo kot

$$\blacksquare \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!},$$

pri čemer smo z $n!$ označili produkt $n(n-1)(n-2) \cdots 2 \cdot 1$. Glede na zgornji zapis je očitno, da je $\binom{n}{k} = \binom{n}{n-k}$.

Slika 2. Centralna projekcija 3-kocke na ravnino

Za lažje razumevanje binomskih simbolov si oglejmo še naslednji primer. Zapišimo vse neurejene izbire dveh elementov izmed elementov množice $\{A, B, C, D\}$:

- AB, AC, AD, BC, BD, CD .

Izračunajmo še njihovo število:

$$\blacksquare \# = \binom{4}{2} = \frac{4!}{2! \cdot 2!} = 6.$$

Sedaj pa bomo binomska števila uporabili še v obrazcu za izračun števila k -razsežnih ploskev v n -kocki. Povedali smo že, da se v vsakem koraku konstrukcije n -kocke razen $(n-1)$ -razsežnih ploskev pojavljajo tudi k -razsežne, $k=0, 1, \dots, n-2$. Posamezno k -razsežno ploskev si predstavljamo kot množico točk, katerih $n-k$ koordinat je fiksnih z vrednostmi 0 ali 1, medtem ko preostalih k koordinat variira od 0 do 1. Če torej računamo število mejnih ploskev (kvadratov) v običajni enotski kocki, si bomo posamezen kvadrat predstavljali kot množico točk s tremi koordinatami. Ena koordinata med njimi je

fiksna (z vrednostjo 0 ali 1), ostali dve koordinati pa pretečeta vse vrednosti med 0 in 1, vključno s tema vrednostima. Pri zapisu obrazca za izračun števila k -razsežnih ploskev v n -kocki si bomo pomagali z elementarno kombinatoriko. Izmed n koordinat posamezne točke izberemo $n-k$ koordinat na $\binom{n}{n-k} = \binom{n}{k}$ načinov. Za vsako izmed njih pa imamo dve možnosti (0 ali 1), skupaj torej 2^{n-k} možnosti. Število k -razsežnih ploskev v n -kocki je tako enako

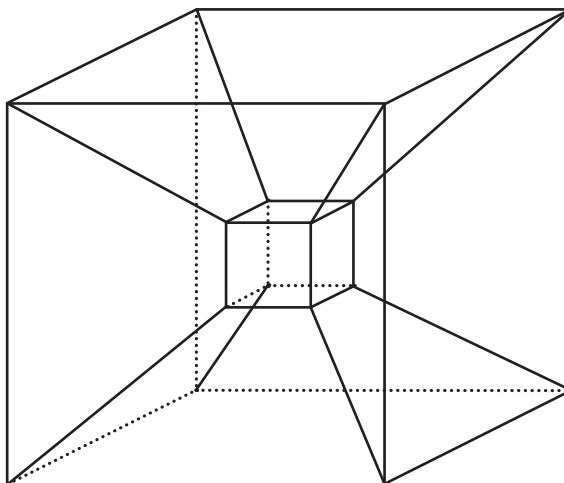
$$\blacksquare N_{n,k} = \binom{n}{k} 2^{n-k}.$$

S tem obrazcem izračunajmo še število mejnih ploskev v običajni kocki:

$$\blacksquare N_{3,2} = \binom{3}{2} \cdot 2^{3-2} = 3 \cdot 2 = 6.$$

Literatura

- V. DUBROVSKY, »The multidimensional cube«, Quantum, Sept.-Oct., (1996), 4-9.



Slika 3. Centralna projekcija 4-kocke v trirazsežni prostor (narisano v ravnini)

Matematično tekmovanje srednješolcev Slovenije

Zlata priznanja so prejeli

Tekmovanja do vključno državnega nivoja smo organizirali v sodelovanju z Zavodom Republike Slovenije za šolstvo. V mesecu marcu smo se s šolskim tekmovanjem vključili v vseevropsko tekmovanje Evropski matematični kenguru, ki je tekmovanje z nalogami izbirnega tipa, namenjeno najširšemu krogu tekmovalcev. Naloge smo poslali na vse srednje šole, po zbranih podatkih je v tej kategoriji tekmovalo 6004 dijakov, bronasta priznanja pa je prejelo 1933 tekmovalcev. Konec marca se je 2228 dijakov z 78 srednjih šol udeležilo izbirnega tekmovanja, srebrna priznanja je prejelo 677 dijakov.

Sonja
France

V soboto, 16. aprila 2005, je potekalo 49. matematično tekmovanje srednješolcev Slovenije, ki se ga je udeležilo 168 dijakov. Tokrat je bil gostitelj Šolski center Velenje, Splošna in strokovna gimnazija. Tekmovanje se je pričelo ob deveti uri v Glasbeni šoli Frana Koruna Koželjskega z uradno otvoritvijo. Tekmovalce in njihove mentorje oziroma spremljevalce sta pozdravila velenjski župan, gospod Srečko Meh, in direktor Šolskega centra, gospod Ivan Kotnik. V imenu organizatorja je spregovoril gospod Darjo Felda, ki je bil tudi predsednik tekmovalne komisije. Za premagovanje treme pred pričetkom reševanja nalog je poskrbel Mešani mladinski pevski zbor Šolskega centra Velenje z izjemno prijetnim nastopom.

Sledil je najpomembnejši del tekmovanja: vsak dijak je v prostorih gimnazije tri ure in pol reševal štiri naloge. Njihovi spremljevalci so si v tem času ogledali Muzej premogovništva. Po kosilu so si tudi tekmovalci lahko ogledali Muzej premogovništva ali pa muzej na velenjskem gradu. Tekmovalna komisija je med tem pregledala izdelke dijakov in pripravila neuradne rezultate. Po obravnavi ugovorov na te rezultate so bili objavljeni uradni rezultati.

■ v prvem letniku

MIHA ČANČULA, GAŠPER GOLOB, NADJA KOBOLD, JURE VOGRINC, JAN BERČIČ, ALJAŽ ZALAR in ŽIGA ŠINK (Gimnazija Bežigrad, Ljubljana), JAN KEJŽAR, TEJA TURK, SUZANA VURUNIČ, MAJA ALIF in DAVID POLAK (I. gimnazija, Celje), KATJA BLAGUS in TAJDA ŠPITAL (ŠC Velenje – Splošna in strokovna gimnazija), MAJA POKLINEK (Gimnazija Ravne na Koroškem), BARBARA IKICA (Gimnazija in ekonomska srednja šola, Trbovlje), ANDREJ PIRC (Gimnazija Želimlje), GREGOR TURNŠEK (Gimnazija Celje – Center), ANDREJA IVANČIČ (Gimnazija Tolmin), MATEJ KOCIPER, MARKO GAŠPARIČ in EVA REBERC (Gimnazija Ptuj), BLAŽ PETERLIN (ŠC Novo mesto – Srednja elektro šola in tehniška gimnazija), ALJAŽ GABER (Gimnazija Škofja Loka), DOMINIK ŠURC (Škofijska gimnazija Vipava), PETER VIDMAR (Srednja agroživilska šola, Ljubljana), ALEKSANDER BEŠIR (Gimnazija Piran), EVA TURŠIČ (Gimnazija Vič, Ljubljana), FILIP DOBRANIČ (Dvojezična srednja šola Lendava), MATEJ DRAME (ŠC Celje – Splošna in strokovna gimnazija Lava), GAŠPER GREGORIČ (II. gimnazija, Maribor) ter MATEVŽ POBERŽNIK (ŠC Slovenj Gradec – Gimnazija);

■ v drugem letniku

URBAN JEZERNIK, VESNA JAMNIŠEK in ŠPELA URNANT (I. gimnazija, Celje), TOMAŽ HOČEVAR (Gimnazija Vič, Ljubljana), TOM PRIMOŽIČ, MATIJA TRAMPUŠ, JAKA GOGALA, ROBERT ARMIČ, MARJAN MAČEK in MARKO ŠUŠTARŠIČ (Gimnazija Bežigrad, Ljubljana), TINA ILC (Škofijska gimnazija Vipava), MARTIN HERGOUTH (ŠC Rudolfa Maistra Kamnik – Gimnazija), PETER MURŠIČ (Gimnazija Koper), ALEKSANDER ĐURKA (Gimnazija Kranj), SARA MUGERLI (ŠC Nova Gorica – Gimnazija), JAN KOGOJ (Gimnazija Škofja Loka), IRENA MATKOVIČ (II. gimnazija, Maribor), ELVIS SLADIČ (Srednja tehniška šola Koper), TADEJ STEPIŠNIK-PERDIH (ŠC Celje – Splošna in strokovna gimnazija Lava), ROK HRIBAR (ŠC Velenje – Splošna in strokovna gimnazija), MELITA RUTAR (Gimnazija Tolmin) ter JERNEJ ZUPANČIČ (Gimnazija Novo mesto);

■ v tretjem letniku

GAŠPER ZADNIK (Gimnazija Vič, Ljubljana), NINO BAŠIČ, BOŠTJAN KOVAČ, PRIMOŽ KOŽELJ, MATIJA VIDMAR, DEJAN GOVC, ŠPELA ŠPENKO, MARTIN AMBROŽIČ, DEJAN ŠIRAJ in VASJA SUSIČ (Gimnazija Bežigrad, Ljubljana), MATEJ HUŠ (I. gimnazija, Celje), ŽIGA LOKAR in DANE OMERSA (Gimnazija Kranj), DAVID GAJSER (II. gimnazija, Maribor), JOŽE MUŽERLIN (Gimnazija Celje – Center), PETER LENDERO (ŠC Velenje – Splošna in strokovna gimnazija), MATJAŽ BERČIČ in BARJA DRNOVŠEK (Gimnazija Škofja Loka), MATJAŽ KRNC (ŠC Slovenj Gradec – Gimnazija), PATRICIA COTIČ (ŠC Nova Gorica – Gimnazija), GREGOR HOSTNIK (Gimnazija Litija) ter JAN ROŽIČ (Gimnazija Jesenice);

■ v četrtem letniku

KLAVDIJA JAGAR, KATJA KOLAR, VERA KABANOVA, MATEJ ČERVEK, ALEŠ BROLIH DEL BELLO in TAMARA ZAJC (Gimnazija Bežigrad, Ljubljana), SARA KALIŠNIK, ANDRAŽ KRAJNC, LUCIJAN PLEVNİK, DENIS GOLEŽ in TEJA VODLAK (ŠC Celje – Splošna in strokovna gimnazija Lava), MATIJA LAVRINC (ŠC Rudolfa Maistra Kamnik – Gimnazija), JAN LONZARIČ in GREGOR DONAJ (II. gimnazija Maribor), ANDRAŽ POLAK (ŠC Postojna – Srednja šola), BORUT ROŽMAN (Gimnazija Franca Miklošiča, Ljutomer) ter URŠA REMŽGAR (Gimnazija Šentvid, Ljubljana).

1. nagrado so prejeli:

MIHA ČANČULA iz prvega letnika ter GAŠPER ZADNIK, NINO BAŠIČ, MATEJ HUŠ in ŽIGA LOKAR iz tretjega letnika.

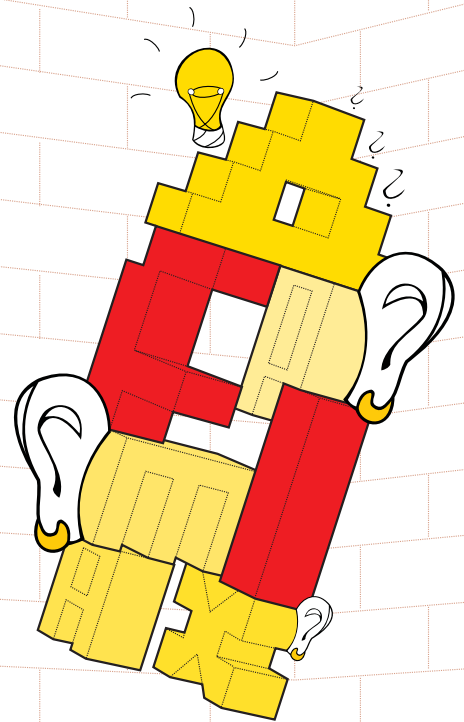
2. nagrado so prejeli:

JAN KEJŽAR in TEJA TURK iz prvega letnika, URBAN JEZERNIK, TOMAŽ HOČEVAR, TOM PRIMOŽIČ in MATIJA TRAMPUŠ iz drugega letnika, BOŠTJAN KOVAČ, PRIMOŽ KOŽELJ in MATIJA VIDMAR iz tretjega letnika ter KLAVDIJA JAGAR in SARA KALIŠNIK iz četrtega letnika.

3. nagrado so prejeli:

KATJA BLAGUS in MAJA POKLINEK iz prvega letnika, TINA ILC in MARTIN HERGOUTH iz drugega letnika, DAVID GAJSER, DEJAN GOVC, JOŽE MUŽERLIN in ŠPELA ŠPENKO iz tretjega letnika ter ANDRAŽ KRAJNC in LUCIJAN PLEVNİK iz četrtega letnika.

Vsem dobitnikom zlatih priznanj, še posebej pa nagrajencem, iskrene čestitke!



Rozmisli in poskusi! (drugi del)

Mitja
Rosina

11. Ali lahko dosežeš mehanično moč ene konjske moči (750 W)?

NAMIG. Zelo lahko izmerimo moč pri vzponu po stopnicah ali planinski stezi: $P = mgh/t$. Izmeri čas t za vzpon na mizo ($h=1\text{m}$), v tretje nadstropje (10 m), na Šmarno goro (360 m)!

12. Kolikšen navor zmoreš pri sukanju izvijskega ali svedra?

NAMIG. Zavrtaj sveder v dolgo palico znane teže in jo skušaj dvigniti s sukanjem svedra. Če je treba, obesi še utež.

13. S koliko močjo greje mikrovalovna pečica?

NAMIG. V pečico daj skledico 2 dcl vode in izmeri spremembo temperature po dveh ali petih minutah. Specifična toplota vode je 4200 J/kg K . Ker izkoristek ni popoln, je seveda električna moč večja (preberi podatke o pečici).

14. Sobo prijetno grejemo s pečjo 1 kW. Koliko ljudi mora biti v sobi, da peč ni potrebna?

NAMIG. Človek v mirovanju oddaja kak watt na kilogram telesne mase.

15. Kako visok jez bi morali postaviti v Zidanem Mostu, da bi s hidroelektrarno nadomestili jedrsko elektrarno Krško (700 MW)?

NAMIG. Moč je ρpgh , kjer je ρ gostota vode, h višina jez, φ pa pretok vode. Povprečni koristen pretok Save v Zidanem Mostu je $\varphi \approx 150 \text{ m}^3/\text{s}$.

16. Koliko avtomobilskih akumulatorjev bi potreboval avtomobil na električni pogon z močjo 50 kW? Koliko bi tehtali? Kolikšno moč bi imel avtomobil z desetimi akumulatorji?

NAMIG. Tipičen akumulator ima napetost 12 V, sprejme naboj 60 Ah (amper ur) in tehta kakih 10 kg. Tok naj bo kvečjemu tolikšen, da se izprazni v eni uri.

17. Magnetke v obliki krožnih plošč položi na gladko mizo in sestavi verigo. Odprta ravna veriga in sklenjena okrogla veriga sta stabilni. Mnoge druge oblike pa niso, magnetki kar sami zlezejo v drugo obliko. Poišči nekaj stabilnih oblik. Ali so kvadrat, trikotnik, križ stabilni? Razloži izid poskusa z energijskim argumentom: v stabilnih oblikah je energija nižja kot v malo spremenjenih oblikah.

NAMIG. Vzemi vsaj 12 magnetkov in jih položi tako, da je zgoraj izmenoma severni in južni pol. Upoštevaj, da so nekatere oblike »navidežno stabilne«, ker so magnetne sile, ki bi premaknile magnetke, manjše od sile lepenja ob mizo; v tem primeru malo potresi ali uporabi bolj gladko ploskev. Pri razlagi upoštevaj, da magnetna sila hitro pojema z razdaljo kar čutijo predvsem bližnji sosede. Prvi sosede se zato dotikajo, ostali magnetki pa se skušajo nekoliko oddaljiti od istoimenskih in približati drugoimenskimi.

18. Ali ima večjo navidezno velikost Sonce ali Luna? Mišljen je kot, pod katerim ju vidimo.

NAMIG. Pomisli na Sončev mrk, ki je lahko popoln ali obročast. (Zakaj ni vedno enak?) Kaj lahko sklepaš o razmerju radijev Sonca in Lune ter njunih oddaljenosti od Zemlje?

19. Knjigo v direktni sončni svetlobi zelo težko beremo, preveč se blešči. Ob polni Luni pa ne moremo brati, kvečjemu zelo velike črke. S to izkušnjo preveri, da je osvetljenost Zemlje opoldne (na ploskvi, ki gleda pravokotno na Sonce) $j = 100\,000 \text{ lx}$, ob polni Luni pa $0,2 \text{ lx}$ ($1 \text{ lx} = 1 \text{ luks} = 1 \text{ lumen/m}^2$).

NAMIG. Približaj stovatno žarnico toliko, da ti bo preveč bleščalo. Oddalji enovratno žepno svetilko toliko, da ne moreš več brati. Osvetljenost j izračunaš z $j = I/r^2$, kjer je r razdalja. Izkoristek žarnic je tako slab, da je svetilnost enovratne žarnice približno $I = 1 \text{ cd}$ (candella, sveča), stovatne pa 100 cd.

20. Ali je mogoče na Plutonu brati?

NAMIG. Osvetljenost na Plutonu primerjaj z osvetljenostjo na Zemlji in upoštevaj, da pada osvetljenost s kvadratom razdalje od Sonca (Zemlja je od Sonca oddaljena $1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$, Pluton pa $5,9 \cdot 10^9 \text{ km}$).

Sluh

Od petih čutov sta dva povezana z valovanjem, z njima spoznavamo okolico in prenašamo sporočila na srednjih in velikih razdaljah. Zvok in svetloba pa se močno razlikujeta. Zvok potuje samo po snovi z veliko manjšo hitrostjo od svetlobe in ima veliko manjšo frekvenco. Na drugi strani pa imamo ljudje poleg sprejemnika tudi izvir zvoka, a nimamo izvira svetlobe. Zapisa o merjenju zvoka in hrupu v drugi številki Preseka lahko izkoristimo za nekaj dodatnih ugotovitev o sluhu.

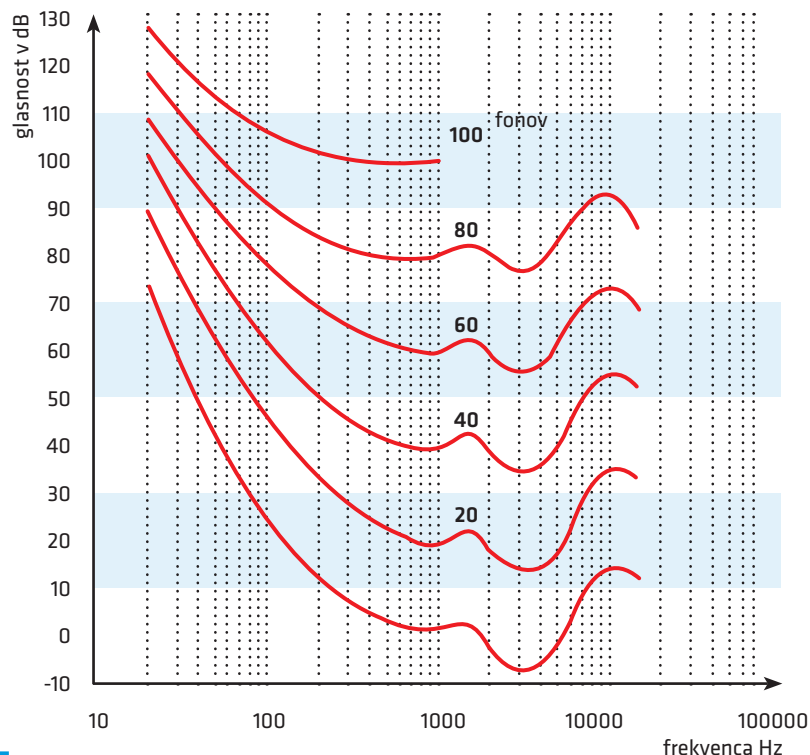
Janez
Strnad

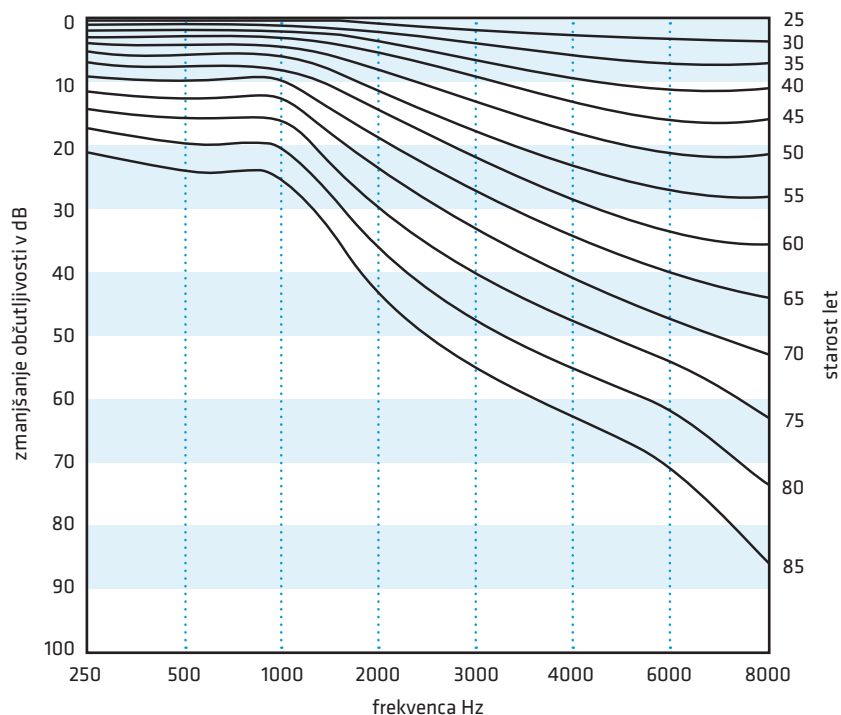
Poleg podatka o tem, katere *frekvence* so zastopane v zvoku, je pomembna *jakost zvoka*. Frekvenca meri število nihajev v sekundi, jakost pa gostoto energijskega toka, to je energijo, ki jo zvok v sekundi prenese skozi okvir s ploščino kvadratnega metra, pravokotnega na smer potovanja zvoka. Jakost je odvisna od gostote snovi, po kateri potuje zvok, od frekvence in od amplitude odmika, to je največjega odmika delov snovi od ravnovesne lege. Namesto amplitude odmika lahko podamo amplitudo tlaka, to je največji odmik tlaka v zvoku od ravnovesnega tlaka. S tem smo opredelili zvok po fizikalni strani. Pomemben pa je tudi občutek, ki ga izzove zvok, kar opredeljuje zvok po fiziološki strani. Zveza med občutkom in jakostjo je zapletena. Predvsem je odvisna od frekvence, saj zvoka z manjšo frekvenco od 16 Hz in z večjo od 20 000 Hz sploh ne slišimo. 1 hertz, Hz ali 1 s^{-1} je enota za merjenje frekvence.

Iskanje zveze si olajšamo, če se omejimo na zvok z določeno frekvenco, ki mu v fiziki pravimo *ton*. V prvem koraku vpeljemo *glasnost* prek razmerja med dano jakostjo zvoka in najmanjšo jakostjo, ki jo uho še zazna. Pri tem se odločimo, da upoštevamo neodvisno od frekvence *slišni prag* $j_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Zvoku z jakostjo j_0 priredimo glasnost 0 dB (decibelov), z jakostjo $10j_0$ glasnost 10 dB, z jakostjo $100j_0$ glasnost 20 dB, z jakostjo $1000j_0$ glasnost 30 dB, ... z jakostjo $10^{12}j_0 = 1 \text{ W/m}^2$ glasnost 120 dB. S tem smo upoštevali, da uho zazna zvok na zelo širokem območju jakosti: »glasnosti seštevamo, ko jakosti množimo«. Nismo pa še upoštevali, da je občutek odvisen od frekvence.

Slika 1. Obrisi enake glasnosti iz ISO Standarda 226: 2003. Na navpično os nanesemo glasnost v decibelih, na vodoravno os pa frekvenco. Črtkane dele so dobili z oceno. Glasnost v fonih je navedena kot parameter. Diagram je dvojno logaritmičen, na obeh oseh enaki odseki ustrezajo enakim razmerjem, ne enakim razlikam, kakor navadno. Tudi v angleščini še ni enotnega poimenovanja. ISO priporoča za merilnik sound level meter SLM, za glasnost v dB sound pressure level SPL, za glasnost v fonih, kot kaže, ni posebnega imena. V slovenščini še ni ustaljenih izrazov. Za zdaj je smiselno govoriti o glasnosti in iz not razbrati, ali gre za lestvico z decibeli ali za lestvico s foni. Lestvico s soni uporabljajo le poredko.

http://en.wikipedia.org/wiki/Fletcher-Munson_curves





Slika 2. Občutljivost ušesa se s starostjo zmanjša. Na navpično os naneseemo zmanjšanje glasnosti v decibelih, na vodoravno pa frekvenco. Starost je navedena kot parameter na desni strani. Spomnimo se, kako smo vpeljali glasnost. Iz podatka v decibelih dobimo ustrezno razmerje jakosti: 0 dB ustreza razmerje 1, 1 dB razmerje 10, 2 dB razmerje 100, ..., 120 dB razmerje 10^{12} . Diagram je delo J. de Laata iz medicinskega centra univerze v Leidnu in je posnet po članku L. F. J. Hermansa *Stara ušesa* v Europhysics News januarja 2005.

glasnosti in majhni frekvenci. Ton s frekvenco 100 Hz se npr. pri glasnosti 30 dB zdi enako glasen kot ton s frekvenco 1000 Hz pri glasnosti 10 dB. Ton s frekvenco 20 Hz se pri glasnosti 75 dB zdi enako glasen kot ton s frekvenco 1000 Hz pri glasnosti 10 dB. Zaradi tega pri poslušanju glasbe z majhno glasnostjo basi ne pridejo do izraza. Radijski sprejemniki imajo poseben gumb, s katerim lahko v takem primeru base dodatno ojačimo.

Občutka ni mogoče naravnost izmeriti z merilnikom, vsak človek dojame zvok nekoliko po svoje. Zato je treba vključiti v poskus veliko ljudi in se nazadnje dogovoriti za povprečje. Leta 1933 so v Bellovih laboratorijih v ZDA izvedli obsežne poskuse te vrste. Pri tem so udeleženci poskusa primerjali glasnost tona s frekvenco, ki so jo po potrebi naravnali, z glasnostjo tona s frekvenco 1000 Hz pri različnih glasnostih. Ni lahko ugotoviti, kdaj se zdita tona z različnima frekvencama enako glasna. Povprečja, ki so jih dobili, so ponazorili s *krivuljami enake glasnosti*. Vrsto poskusov so ponovili leta 1956 v Angliji in dobili nekoliko drugačne krivulje. Leta 2003 je Mednarodna organizacija za standardizacijo ISO merjenja obnovila in izdala ISO Standard 226: 2003 (slika 1) z *obrisi enake glasnosti* (Equal Loudness Contours). Novo ime poudari, da gre za primerjavo občutkov, ki vključuje povprečje in v podrobnosti ni nujno uporabna za posamičnega opazovalca.

Dobljene podatke za glasnost izrazimo z novo enoto *fon* in jih tako razločimo od podatkov na podlagi enotnega slišnega praga v decibelih. Ker izhajajo od frekvence 1000 Hz, se pri tej frekvenci podatki za glasnost v fonih ujemajo s podatki v decibelih. Obrisi pri 0 fonih kaže, da je uho najobčutljivejše pri frekvenci na pasu med 2000 in 4500 Hz. To povezujejo z resonanco zvočne poti v ušesu. Pri frekvenci 1000 Hz komaj zaznamo ton z glasnostjo 4 fone, kar pomeni, da je pri tej frekvenci slišni prag $2,5 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$ večji kot j_0 . Na pasu od 500 do 1000 Hz je odvisnost od frekvence šibka in so obrisi približno vodoravni. Pri manjših frekvencah kot 500 Hz in večjih kot 5000 Hz pa je uho precej manj občutljivo. Slednje se pokaže predvsem pri majhni

Glasnost v fonih podaja slišni občutek, kolikor je to mogoče. Vendar mersko število ni sorazmerno z občutkom. V ta namen so leta 1936 vpeljali še drugo lestvico z enoto son. Ugotovili so, da glasnost orkestrrov leži med 40 in 100 foni in da mora v koncertni dvorani narasti glasnost za 10 fonov, da se zvok zdi dvakrat glasnejši. Zato so glasnosti 40 fonov priredili 1 son, glasnosti 50 fonov 2 sone, glasnosti 60 fonov 4 sone, ... in glasnosti 100 fonov 64 sonov. Tako npr. glasbeni oznaki ff (fortissimo, zelo glasno) približno priredijo 64 sonov, oznaki f (forte, glasno) 16 sonov, oznaki p (piano, tiho) 4 sone, oznaki pp (pianissimo, zelo tiho) 1 son.

Tudi pri zaznavanju svetlobe je vidni občutek v očesu odvisen od frekvence. Tudi pri očesu je gostota najmanjšega energijskega toka, ki ga še zaznamo pri valovni dolžini 555 nm, pri kateri je oko najbolj občutljivo, enaka 10^{-12} W/m^2 . Toda uho je v nekem pogledu zmogljivejše od očesa: v večji meri razloči sestavine z različnimi frekvencami. Oko zazna belo, če so v svetlobi zastopane vse spektralne barve ali samo rdeča in zelena ali samo modra in rumena ... Uho pa loči zvena, to je mešanici tonov, če se ne ujemata po deležu sestavin z različnimi frekvencami. Pri svetlobi povezava med *fizikalnim merilom* in *fiziološkim merilom* ni odvisna od jakosti in jo podamo z eno samo krivuljo, *relativno občutljivostjo očesa*. Pri zvoku pa moramo navesti obrise enake glasnosti za več glasnosti. To je najbrž tudi razlog, da so fiziološko merilo pri svetlobi vpeljali drugače kot pri zvoku. Fiziološko enoto za svetilnost, kandelu, so celo uvrstili med osnovne enote mednarodnega sistema enot.

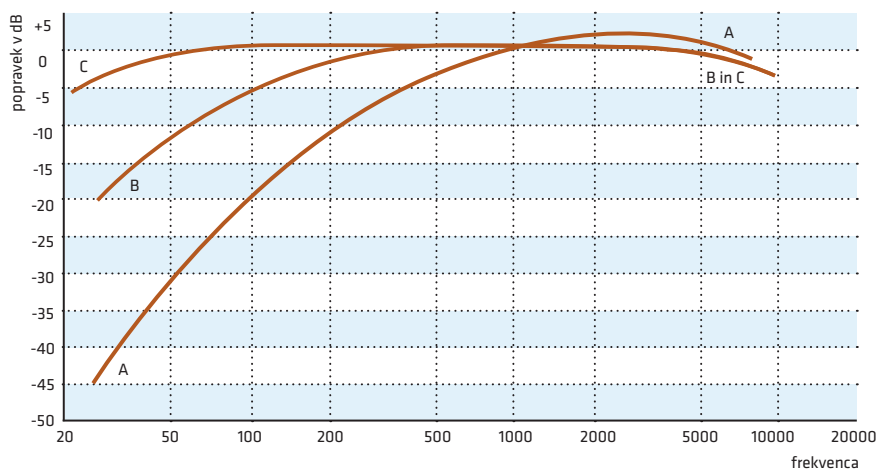
Pri zvenih je smiselno za vsak ton uporabiti navedene ugotovitve in prispevke sešteti po vseh zastopanih frekvencah. Podobno ravnamo pri šumih, ki imajo zvezni spekter. Veliko je še dodatnih zapletov. Udeleženci poskusov, pri katerih primerjajo glasnost za različne frekvence, pred poskusom nekaj časa ne smejo biti izpostavljeni hrupu. Zvoki, ki jih primerjajo, morajo trajati vsaj sekundo ali nekaj sekund. Zvok, ki traja manj časa, npr. 0,1 sekunde, se zdi manj glasen. Enako velja za zvok, ki traja precej več, na primer pet minut. Izidi se spreminjajo tudi iz dežele v deželo, za Japonce so npr. nekoliko drugačni kot za Evropejce. Obrise so dobili z udeleženci starimi od 18 do 25 let. Občutljivost z leti namreč precej izrazito pojema.

To pojejanje z leti postaja vse izrazitejše in se pozna posebno pri večji frekvenci (slika 2). Pri frekvenci 2000 Hz pri 50 letih izgubimo 15 dB, kot da bi se jakost približno tridesetkrat zmanjšala, pri 75 letih 30 dB, kot da bi se jakost tisočkrat zmanjšala. Pri frekvenci 8000 Hz pri 50 letih izgubimo 20 dB, kot da bi se jakost stokrat zmanjšala, pri 75 letih pa celo 60 dB, kot da bi se jakost milijonkrat zmanjšala. Podatek, da slišimo zvok do frekvence 20 000 Hz, je potemtakem treba sprejeti s pridržkom. Velja približno za mlade ljudi. Z leti se meja, ki je dokaj zabrisana, premika k vse nižjim frekvencam in se po sedemdesetem letu premakne tudi pod 8000 Hz. To pri poslušanju radia ne moti veliko, ker lahko povečamo jakost. Bolj moti pri pogovoru dveh v množici ljudi. Soglasnike p, t, k, f, s prepoznamo predvsem po njihovih sestavinah z veliko frekvenco. Zato jih v starosti slabše slišimo, posebno ko se pogovarjamo v množici, in slabše razločimo.

Pri pogovoru s sogovornikom se osredotočimo na zvok, ki prihaja iz določene smeri. To lahko določimo v smeri naprej celo na 1 do 2 stopinji natančno. Pri tem izkoristimo dva pojava. Prvi je zakasnitev, s katero odmik delov zraka doseže levo in desno uho. Pri tem mora biti valovna dolžina večja od razdalje med ušesoma. V ta namen so uporabne frekvence, manjše od 1500 Hz. Toda v dvoranah pogosto prevladuje hrup z majhno frekvenco, ker se zvok pri odboju tem manj oslabi, čim manjša je frekvenca. Zato opisani pojav ni posebno uporaben. Uporabnejša je zakasnitev, s katero jakost zvoka doseže levo in desno uho. Pri tem ne moti uklon le, če je valovna dolžina manjša kot razdalja med ušesoma. Uporaben je tedaj le zvok s frekvenco nad 3000 Hz. Ker ta zvok stari ljudje slabše zaznavajo, ne morejo

izkoristiti tudi drugega pojava. Pomagajo si lahko tako kot navajeni naglušni ljudje, ki opazujejo ustnice govorečega.

Ali se vam ni zdela zgodba o decibelih, fonih in sonih precej zapletena? Pri tem niste osamljeni. Podobnega mnenja so tudi strokovnjaki, ki zato opuščajo glasnost v fonih. Pri tem jim pomaga dejstvo, da sodobni merilniki zvok mimogrede razstavijo na sestavine z različnimi frekvencami. Tako je mogoče z elektronskim vezjem upoštevati, da je uho za sestavine pri manjši frekvenci od 2000 Hz in pri večji frekvenci od 4500 Hz manj občutljivo (slika 3). Merilnik potem pokaže glasnost v dB(A), ki približno ustreza glasnosti v fonih. V tem primeru je bolje, da



Slika 3. Podatke v merilniku za glasnost v odvisnosti od frekvence pomnožimo s popravkom A, da dobimo glasnost v dB(A), ki je blizu glasnosti v fonih. Krivulja približno ustreza obratni vrednosti obrisa enake glasnosti za 40 fonov. Tudi ta diagram je dvojno logaritemčen. Pomnožimo tako, da logaritem prištejemo, delimo pa tako, da logaritem odštejemo. Popravek C je bolj raven in da glasnost v dB(C), kar je blizu glasnosti v decibelih. Popravek B se redko uporablja. http://www.sfu.ca/sonic-studio/handbook/Sound_Level_Meter.html

podatki niso zelo natančni. Tako smo na koncu bolje spoznali pomen količine, s katero smo začeli prispevek o hrupu.

Jakost zvoka $j = \frac{1}{2} \rho v (\pi v_s s_0)^2 = \frac{1}{2} \rho_0^2 / (c \rho)$, c hitrost zvoka, ρ gostota snovi, v frekvenca, s_0 amplituda odmika, $\rho_0 = 2 \pi v c \rho s_0$ amplituda tlaka. Na slišnem pragu je pri frekvenci 1000 Hz v zraku v navadnih okoliščinah $s_0 = 1,1 \cdot 10^{-11}$ m in $\rho_0 = 2,8 \cdot 10^{-5}$ N/m².

Glasnost v decibelih je $g = 10 \log(j/j_0)$, log pomeni desetiški logaritem.

Uho

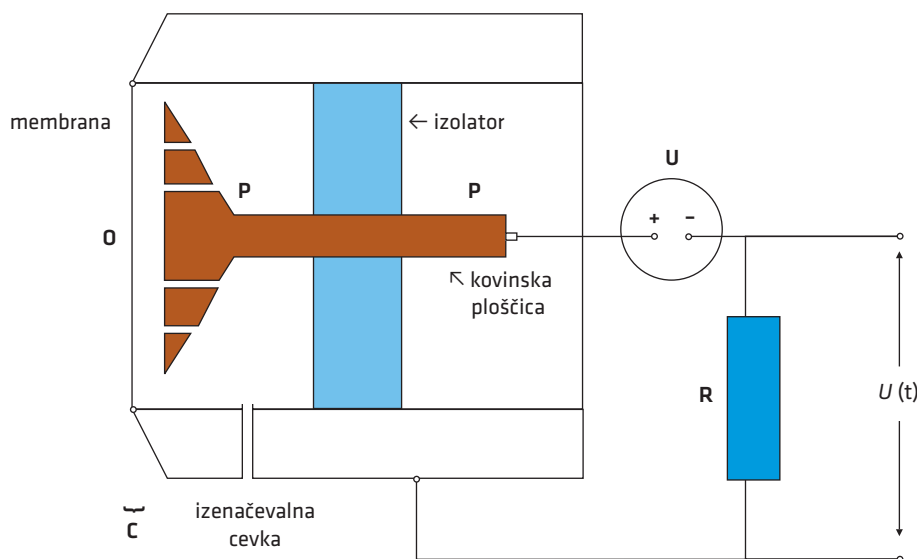
Andrej
Likar

V dolgem razvoju živih bitij so se čutila zelo izpopolnila. Za preživetje so pomembna, saj bitju omogočijo, da zazna nevarnost in najde hrano. To pot si v grobem oglejmo, kako kopenski sesalci zaznavajo zvok. Ustroj in delovanje ušes je pri njih presenetljivo podobno. Nekatere vrste so razvile sluh do neverjetnih meja. Tako se netopirji s poslušanjem odmevov lastnega glasu zelo natančno orientirajo in iščejo žuželke, sove v letu pa vodi k plenu njegovo škrebkanje v travi ali pod snegom.

Za merjenje in prenos zvoka uporabljamo mikrofone. V njem v ritmu zvočnih valov niha tanka jeklena opna. Njeno nihanje se spremeni v nihanje električne napetosti med izhodnima žičkama, ki sta zvezani na delovni upor R . Zaradi nihanja opne se spreminja kapaciteta ploščatega kondenzatorja, pri katerem je opna ena plošča, druga pa je debela kovinska plošča z luknjicami, ki primerno dušijo nihanja membrane (slika 1). Napetost iz mikrofona lahko v priključenih elektronskih napravah podrob-

neje obdelujemo. Najpogosteje jo le ojačimo in prenesemo do bolj ali manj oddaljenega zvočnika, ki jo spet spremeni v zvok.

Tudi uho prestreza zvok z napeto kožico, imenovano bobnič, na kateri je pritrjena drobna koščica – kladivce (slika 2). Ta preko nakovalca in stremenca prenese nihanje bobniča v notranje uho. Opni s koščicami pravijo v medicini srednje uho, zunanje uho pa uhlju in sluhovodu do bobniča. Uho je prva stopnja pri



Slika 1 Zgradba in delovanje mikrofona. Sestavlja ga kondenzator (**C**), upor (**R**) in napetostni vir (**U**). Kondenzator tvori tanka napeta opna (**O**) in kovinska ploščica z luknjicami (**P**). Z nihanjem opne se spreminja kapaciteta kondenzatorja, to pa povzroča tok skozi upor in padec napetosti na njem. Opna niha v skladu z nihanjem tlaka v zraku.

razpoznavanju zvoka, ki se opravi v veliki meri v možganih. Nekaj posla v tej smeri pa opravi že notranje uho s tem, da razstavi zvok po frekvencah in tako obdelanega nato prenese v možgane po slušnem živcu.

Notranje uho tvori slušni polž, ki je zavrt v kosti. Izpolnjen je s tekočino, ki je po fizikalnih lastnostih zelo podobna vodi. Za opis delovanja ga precej poenostavimo. Najprej ga v mislih razvijemo v ravno, ožečo se cevko, ki je predeljena s tanko membrano na dve povezani cevki, ki ju imenujemo skala vestibuli in skala timpani (slika 2). Membrana se namreč tik pred najožjim delom polža konča. Membrana je elastična in prenaša svoje nihanje na drobne slušne celice, ki posredujejo njegovo nihanje preko vlaken slušnega živca v možgane. Membrani pravijo bazilarna membrana. Stremence pritiska preko ovalnega okenca na tekočino skale vestibuli, na isti strani skale timpani pa se tanka opna okroglega okenca upogiba v srednje uho. Dolžina razvitega polža L_p je le 32 mm. Ker je hitrost zvoka v vodi 1500 m/s, bi bila valovna dolžina tona s frekvenco 1 kHz, ki jo uho najbolj zazna, v njej dolga kar 1,5 m. To je krepko nad dolžino polža. Za večino frekvenc, ki jih uho zaznava, lahko zato obravnavamo slušni polž kot togo votlinico, ki je napolnjena z nestisljivo tekočino, po kateri se širi zvok z neskončno veliko hitrostjo. Zaradi pregrade, ki jo tvori bazilarna membrana, nastane med skalama tlačna razlika, ki poganja nihanje bazilarne membrane.

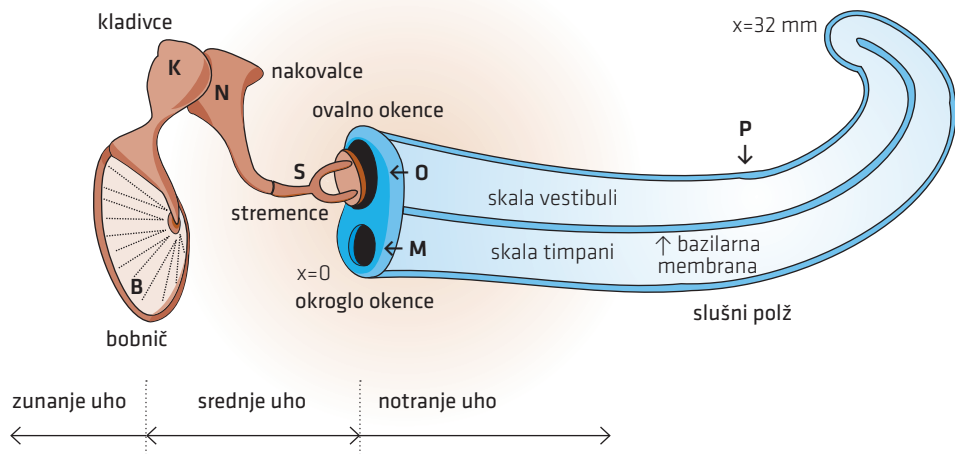
Izračunajmo tlačno razliko vzdolž bazilarne membrane. Denimo, da niha stremence harmonično z amplitudo z_0 in kotno frekvenco ω_0 , torej

$$z(t) = z_0 \sin(\omega_0 t).$$

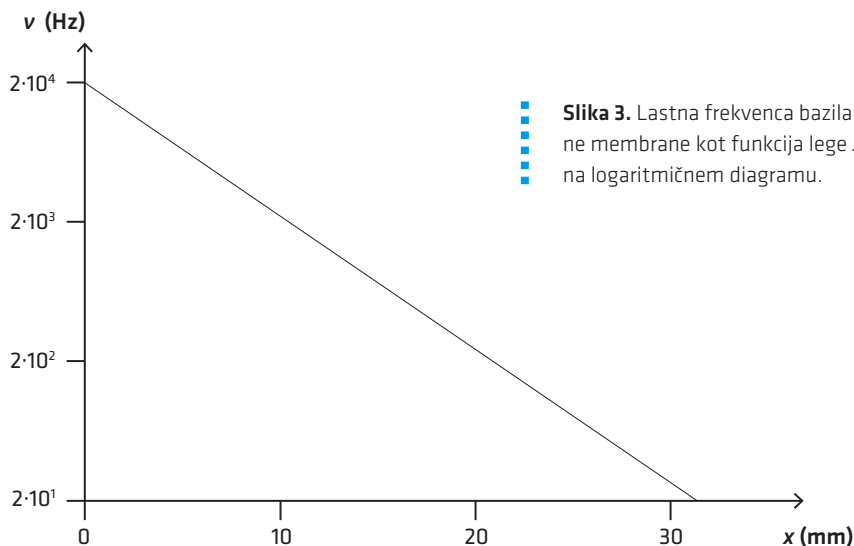
Ker je tekočina v obeh skalah nestisljiva, mora slediti nihanju stremenca. Vsak del tekočine torej niha prav tako kot stremence. Sila, ki poganja del tekočine od mesta, ki je za x oddaljeno od stremenca do okroglega okenca, mora biti zaradi 2. Newtonovega zakona

$$F = m(x) a,$$

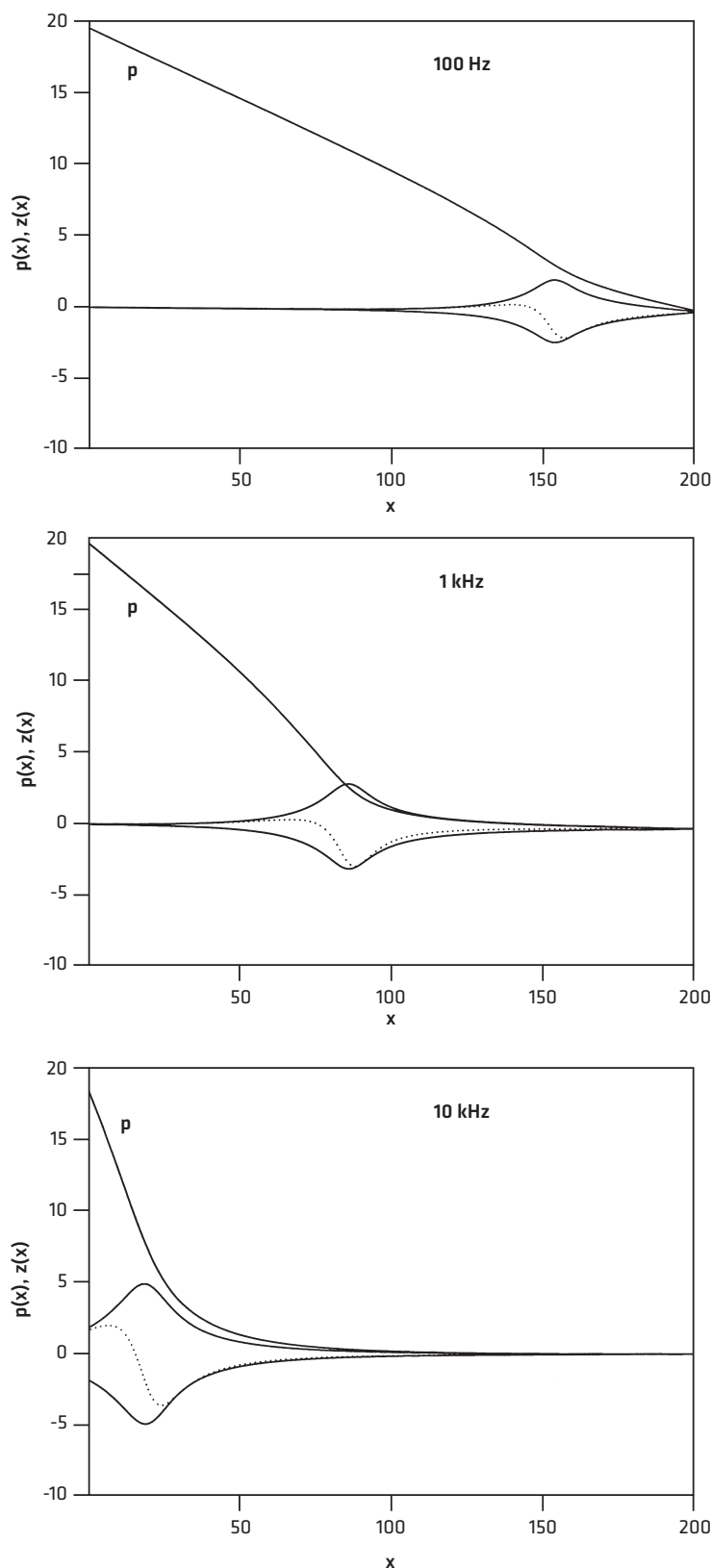
kjer smo z $m(x)$ označili maso opazovanega dela te-



Slika 2. Bobnič (B), klavdivci (K), nakovalce (N) in stremence (S) tvorijo srednje uho. Stremence prenaša tresljaje v polž (P) preko ovalnega okenca (O). Slušni polž je polžasto zavita votlinica, ki jo omejuje kost in je napolnjena s tekočino z lastnostjo vode. Bazilarna membrana deli polž na dva povezana dela. Polž smo razvili, da je slika bolj pregledna. Skala vestibuli je votlinica, ki se razteza na zgornjem delu od ovalnega okenca s stremencem do vrha polža, skala timpani pa je spodnja votlinica od vrha do okroglega okenca, ki z upogljivo membrano preprečuje, da bi tekočina stekla iz polža.



Slika 3. Lastna frekvence bazilarne membrane kot funkcija lege x na logaritmni diagramu.



kočine, z a pa njen pospešek. Tlak na tem mestu je potem

$$p(x) = \frac{F}{S} = \frac{m(x)a}{S}.$$

Pospešek a harmonično nihajoče tekočine je povezan z amplitudo in frekvenco tako, kot pri nihalu, in sicer velja

$$a(t) = -z_0 \omega_0^2 \sin \omega_0 t = -\omega_0^2 z(t).$$

Masa $m(x)$ je za cevko s konstantnim prerezom S kar sorazmerna z dolžino opazovanega dela tekočine $l = L - x$, kjer smo z L označili celotno dolžino obeh skal, ki je $L = 2L_p = 64$ mm. Prostornina opazovanega dela tekočine je torej $V(x) = (L - x)S$, masa pa

$$m(x) = \rho(L - x)S.$$

Tlak vzdolž skal je torej

$$p(x) = \rho(L - x) \omega_0^2 z(t).$$

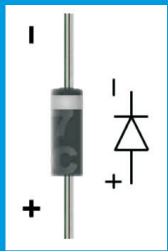
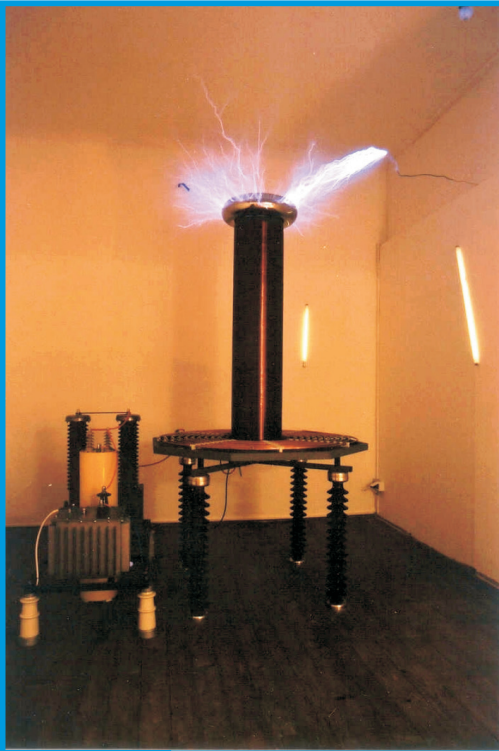
Tlak enakomerno pada od stremenca do konca polža in še naprej do okroglega okenca, kjer je zelo blizu ničle, saj se opna okroglega okenca podaja skoraj brez tlaka. Razlika tlakov, ki poganja bazilarno membrano, torej prav tako enakomerno pada od največje vrednosti $p(0)$ do nič na koncu polža, kjer se tekočini v skalah stikata:

$$\Delta p(x, t) = \rho(L_p - x) \omega_0^2 z(t).$$

Zaradi te tlačne razlike se bazilarna membrana podaja. Membrana je elastična, njene lastnosti pa se vzdolž membrane močno spreminjajo. Na začetku, ob ovalnem okencu, kamor je pripeto stremence, je zelo toga, potem pa vse mehkejša. Tudi njena

Slika 4 Nihanja bazilarne membrane pri nekaj frekvencah. Dušenje membrane je za visoke frekvence nekoliko manjše od dušenja, ki ga pričakujemo od instrumentov, proti nižjim frekvencam pa nekoliko pojema. Računali smo s konstantnim dušenjem. Krivulje tlaka zaradi preglednosti niso narisane v enakem merilu pri vseh treh frekvencah. Amplitude nihanja membrane so podane pri konstantni amplitudi stremenca. Potemnjeni del prikazuje amplitudo nihanja v odvisnosti od kraja, pikčasta krivulja pa podaja odmik bazilarne membrane od mirovne lege v trenutku, ko smo zajeli krivuljo tlaka.

Nadaljevanje na strani 18



NAREČJE

PREDLOG

RUMENA OSVEŽILNA PIJAČA

OBRAVNAVA JIH KVANTNA TEORIJA

PRIPADNIK MEHIŠK. INDIJAN. LJUDSTVA

NAJVEČJI DESNI PRITOK VOLGE, DOLG 1480 km

EKSISTENCA

NOVA PARCELACIJA ZEMLJIŠČ DEL SLIKE

7

NOGOM. KLUB IZ LONDONA NASPROTJE SOPRANA

IGRALKA IVANIČ

CELJE

GORA NAD KVARNERJEM, NAJVIŠJI VRH ISTRE

FRANČOSKI FIZIK, KI JE SKUPAJ S SAVARTOM ODKRIL POMEMBNO ENAČBO (JEAN - BAPTISTE)

IZVRŠEVALEC ODLOČB OBLASTI V FEVDALIZMU

SPOSOBNOST ZA ODKRIVANJE NOVOSTI

MOŠTVENI ŠPORT Z ŽOGO

DEJAVNOST UDELEŽENCEV KROSA

VODNI SE IZLOČA NA GRELCIH IN KOTLIH

ENAKI ČRKI

STAROGR. UČENJAK

POKOJNI PIANIST BERTONCELJ

TROPSKI LISTAVEC

NAJET AVTO Z VOZNIKOM

OSJE GNEZDO, OSIŠČE

DIJAK NEKDANJE REALKE

POKAZATELJ

AMERIŠKA OBVEŠČEV. SLUŽBA

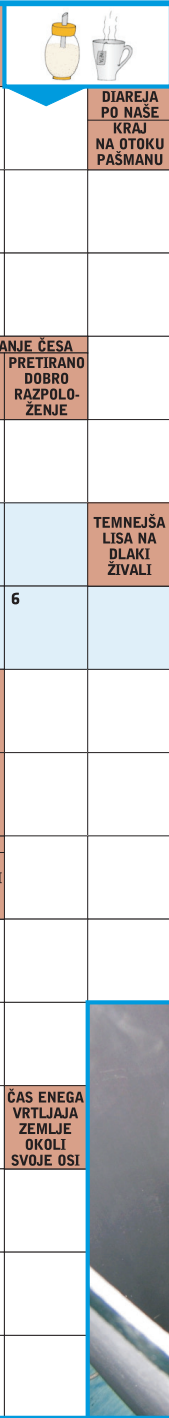
ŽEN. IME RAZVOJNEGA JE UTEMELJIL DARWIN

ČAS ENEGA VRTLJAJA ZEMLJE OKOLI SVOJE OSI

ANŽEJ DEŽAN

ČLEN

11



DIAREJA PO NAŠE KRAJ NA OTOKU PAŠMANU

2

SKUPINA TREH GLASBENIKOV IGOR PRETNAR

LOVRO MATAČIČ

DEL PESMI

PREDPONA ZA 10¹²

TEMNEJŠA LISA NA DLAKI ŽIVALI

GLAVNO MESTO SAVDSKE ARABIJE

JAPONSKO MESTO SEVERNO OD NAGOJE MRTVEC

5

HRVAŠKI NAFTAR OBRACUNSKI PREDHODNIK EURA

NAUK O ZVOKU

9

REKA V KIRGIZIJI IN KAZAHSTANU (1030 km)

Nagradno križonko

DELEC Z
JEDROM
IN ELEK-
TRONSKIM
OVOJEM



Z NJO
MERIMO
ČAS

KURJE
SE NAREDI
NA
STOPALU

NEMŠKO
IME NIZ.
REKE ROER,
PRITOKA
REKE MAAS

AVTOR
MARKO
BOKALIČ

OČE

ČUT, ZA
KATEREGA
SO SLEPI
PRIKRAJ-
ŠANI

NEKDAJ
SO TAKO
REKLI
NAMESTO
"ČE"

ŠVICARSKI
PRAKANTON

NATRIJ

SATURNOVA
LUNA
PRI NAPORU
POSTANE
TEŽKA

GORSTVO
V JUŽNI
AMERIKI

ŽLAHTNI
PLIN

OBČAJEN
DAN

BRANILEC
(V ŠPORTU)

UDAV

1. SOLMI-
ZACIJSKI
ZLOG

MOZOLJI

EDEN

IZOBČENEC
V LATINSKO-
AMERIŠK.
OKOLJU

OSMINA
KOORDIN.
SISTEMA V
PROSTORU

GLASBENA ALI
GLEDALIŠKA DELA,
KI JIH IMA
V SVOJEM SPOREDU
ORKESTER

NEOD-
LOČNOST

ISTRSKO
LETOVIŠČE

EGIPČAN,
BOG LUNE,
TEHUT

LAZ
V GORENJ.
OKOLJU

KOT SAVA
VELIKA
REKA V
SV. ŠPANJLI

ČAS MED
PUSTOM
IN VELIKO
NOČJO

GRŠKA
ČRKA

SILNA
REDKOST

TELE-
VIZIJA
NORVEŠKI
SMUČAR
(LASSE)

LOV Z
ZALEZO-
VANJEM
URŠULA
CETINSKI

VOJAŠKO
POVELJSTVO

GIMNA-
STIČARKA

TRAVA
2. KOŠNJE

VRH V
JULJCIH

OSTANEK
POŽAGAN.
DREVESA
REZULTAT
MERITVE

KOVINSKI
SPOJ
NAŠ
IGRALEČ
(PRIMOŽ)

VEZNIK



Razpis

Med poslanimi praviilnimi rešitvami bomo izžrebali pet (5) reševalcev, ki bodo prejeli po dve vstopnici za ogled Tehniškega muzeja Slovenije (Dnevi fizike).

Kupon z nagradnim geslom in svojim naslovom in priimkom pošljite na naslov: DMFA – založništvo, Presek, p. p. 2964, 1001 Ljubljana, najkasneje do 21. aprila 2006.

Kupon

Ime in Priimek:

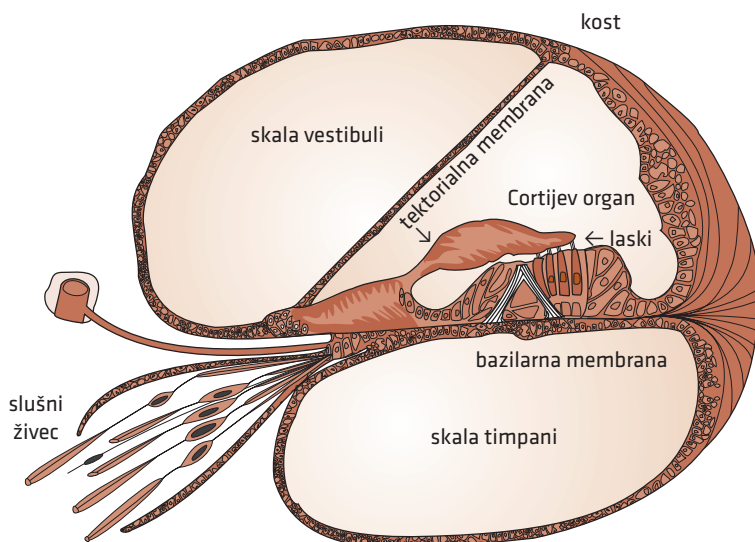
Geslo:

Naslov:

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
				11

E-pošta:

Nadaljevanje s strani 15



debelina se spreminja, na začetku je tenka, na koncu pa postaja vse debelejša. Z merjenji in računanjem so dognali, da je njena masa na površinsko enoto podana z izrazom

$$\frac{m}{S} = 0,770 e^{\kappa_m x} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2},$$

koefficient vzmeti na površinsko enoto pa

$$\frac{k}{S} = 2,1 \cdot 10^{10} e^{-\kappa_k x} \frac{\text{kg}}{(\text{ms})^2}.$$

Konstanti v eksponentu imata vrednost $\kappa_m = 50 \text{ m}^{-1}$ in $\kappa_k = 210 \text{ m}^{-1}$, x pa spet merimo od stremenca proti

Slika 5. Prečni prerez cevke slušnega polža. V srednjem delu je prikazan Cortijev organ, ki omogoča prenos tresenja bazilarne membrane na celice z laski. Organ z ogrodjem v obliki črke Λ ima enako zgradbo vzdolž celotne polžaste cevi.

Rešitev nagradne križanke Presek XXXIII/4

	AVTOR MARKO BOKALIC	GLAVNO MESTO BRAZILIE	REKA V MAKEDON. PRITOČ. DNEGA DRUGA	GRENEK ZELJENČNI LIKER	IRSKI MATEMATIK IN ASTRONOM (WILLIAM)	7. DVA TRI			ZAPRT PROSTOR ZA OJEMKE PLAZILEV	SMETANA DRUŽBE	MORJE SRETRAU ATOLA	TON MED D IN E	MESTEC NA PELJEVCU	DVOJANA ZA FILMSKE PRESTAVE	KOVINSKI DELI POHISTVA	MENAREN MOČEN STRAN OB NEVAR-NOSTI			
	DARSKI ASTRONOM (TYCHO)	B	R	A	H	E			SKOZEN OPAZO-ENJO ZVEZDE	T	E	L	E	S	K	O	P		
	INDIJSKI FIZIK NOBELS. VEČ LETA 1900	R	A	M	A	N			PROZEN PLAN V PASU HLAD	E	L	A	S	T	I	K	A		
	POLJSKI PESNIK MUCKE-WICE	A	D	A	M	A			GLAS PRI SPANJO-SUNJU NAJVEČJA HRS. REKA	R	I	G	O	N	O	N			
	NAJVEČJA ZVEZDA NA BELOJ AFRISKI VELETO	S	I	R	I	J			PRITON SILKE IZ MONOLITE SL. ISPAKAR (NATASA)	S	A	T	U	R	N	O	V	I	
	OSREDNE DEL TELESKA RAZSTAVNA PLOŠČA	N	I	K	O	L			A	J	OH	R	A	N	A	J	K		
	IZSTOP DELA ORGANA SKOZI NEKARAVNO GOSTINO	K	I	L	A	T	R	U	P	D	U	O	D	E	N	U	M		
	VEDA O TUERMANJE SLOVNO	K	A	R	O	L	I	P	O	D	P	E	C	A	N	E	F	I	R
	VOJITELEJ NA VALU SO (ANDREJ)	O	T	I	P	A	M	A	N	S	I	R	I	N	A	D	E	K	A
	S PRSTI ZAKRIVNA LASTNOST TRAKNE	K	O	M	E	T	O	N	S	T	O	N	E	L	I	B	E	R	A
	VEŠOLJOK TILG Z GLAVO IN REPOK	O	M	A	R	A	R	O	V	T	E	K	U	N	A	Č	O	K	
	VRHNO SPRAVNO OBILACJA	Š	I	N	I	K	A	R	O	V	T	E	K	U	N	A	Č	O	
	OSRKA ŠIBENKA	K	R	I	N	O	L	I	N	A	N	J	I	V	A	I	N	E	
	VOJENSKI ČLOVEK	A	S	K	E	T	Ž	I	R	N	A	V	O	R					

TATJANA GOSAR, Tržič; DARJA KOŠNIK, Tržič; JAN KRALJIČ, Ljubljana; BISERKA LEDINŠEK, Velenje; MIRO NOVAK, Vuhred; DUŠAN PIRMAN, Grosuplje; TADEJA ŠUŠTAR, Rado-mlje; BORUT UMER, Koper; TOMO UMER, Koper; ANITA ZORMAN, Predvdor.

Nagrajenci so razpisane nagrade prejeli po pošti.

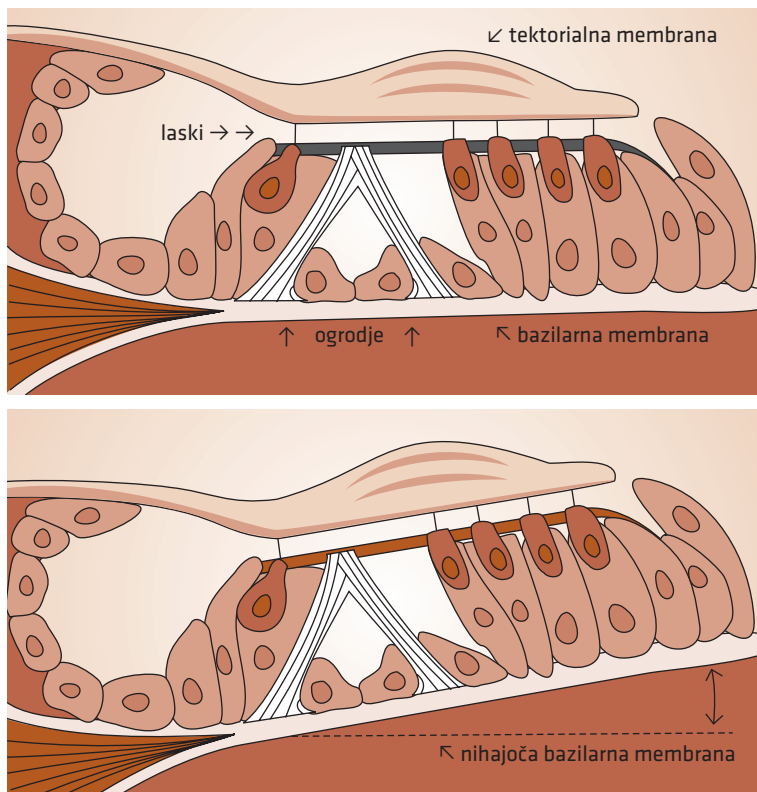
koncu polža. Taka razporeditev mase in koeficienta prožnosti privede do tega, da lahko opišemo bazilarno membrano kot množico nihaj, ki se jim lastna frekvenca zmanjšuje vzdolž polža. Zveza med oddaljenostjo membrane od stremenca x in ustrezno lastno krožno frekvenco na tem mestu je eksponentna in jo zapišemo kot

$$\omega(x) = \omega_{\max} \left(\frac{\omega_{\min}}{\omega_{\max}} \right)^{\frac{x}{L_p}}.$$

Maksimalna krožna frekvenca $\omega_{\max}$ ustreza tonom na zgornji slišni meji, to je 20 kHz, minimalna $\omega_{\min}$ pa tonom na spodnji meji, to je 20 Hz. Na začetku, ko je $x = 0$, je lastna krožna frekvenca membrane $\omega(0) = \omega_{\max}$, proti koncu polža, ko je $x = L_p$, pa tisočkrat manjša, $\omega(L_p) = \omega_{\min} = \omega_{\max} / 1000$ (slika 3). Nihala so tudi močno dušena, nekoliko manj pri koncu polža.

Zaradi tlačne razlike, ki niha s frekvenco poslušanega tona ω_0 , se tako močno odzove le del membrane, pač tisti, ki je ubran na to frekvenco. Na sliki 4 je prikazanih nekaj odzivov za različne frekvence. Zaradi podajanja bazilarne membrane se spremeni tudi tlačna razlika v skalah. Tega tu ne bomo podrobneje obravnavali, na sliki pa je ta vpliv upoštevan. Tlak na slikah zaradi preglednosti ni prikazan v pravem merilu. Amplituda nihanja stremenca je pri vseh treh frekvencah enaka, začetna strmina krivulje tlaka pa bi morala biti sorazmerna z ω_0^2 . Nihanje bazilarne membrane prenašajo v možgane celice, ki so s tankimi laski razpete med bazilarno membrano in t.i. tektorialno membrano (slika 5). Ob nihanju bazilarne membrane celice aktivirajo njihovi laski, ki nihajo zaradi medsebojnega strižnega gibanja obeh membran (slika 6).

Morda preseneča, da se znatno odzove zelo velik del bazilarne membrane na ton z eno samo frekvenco. Pred oči nam stopi črtast spekter, ki ga imajo toni in pričakujemo, da se bo ton v polžu preslikal na nihanje bazilarne membrane na podoben način. To utrjuje še dejstvo, da lahko glasbeno nadarjeni ljudje ločijo med tonoma, ki se po frekvenci ločita le za nekaj nihajev v sekundi. Zavedati pa se moramo, da je uho le prva stopnja pri zaznavi tonov. Mnogo na način, ki ga še ne razumemo v celoti, prispevajo možgani. Bazilarna membrana bi se sicer lahko odzvala v mnogo ožjem pasu, če bi nihala manj dušeno. Pri razpoznavanju zvoka pa bi bila to ovira, saj bi se membrana tresla tudi potem, ko zvoka ne bi bilo več. Prav tako bi kratkotrajne tone slišali slabše kot tone, ki traja-



jo dlje časa. Vse pa kaže, da na dušenje bazilarne membrane aktivno vplivajo na določen ton uglasene celice z laski tako, da se v pravilnem ritmu krčijo in raztezajo in s tem močno ojačijo nihanje bazilarne membrane prav v področju največjega pasivnega odmika. Rečemo lahko, da se dušenje na mestu, kjer je nihanje membrane največje, za trenutek zelo zmanjša, morda celo vzbuja nihanje, namesto da bi ga zaviralo.

Slika 6. Celice z laski se vzbudijo, ko medsebojno strižno nihata bazilarna in tektorialna membrana.

Uho je tudi glede občutljivosti izreden instrument. Slišimo še tone s frekvenco 1 kHz in gostoto energijskega toka 10^{-12} W/m^2 , pri katerem nihajo deli zraka le za del polmera molekul. Tolikšna občutljivost je na meji, da bi slišali motnje zaradi termičnega šuma v polžu. Mikrofoni le s težavo sledijo ušesu, ko gre za zelo tih zvok. Opisano ojačevanje v polžu gotovo pripomore k tolíkšni občutljivosti ušesa. Celice z laski se v ušesu ne obnavljajo. Prevelik hrup lahko te celice onespособi tako, da se lasi potrgajo. To vodi v gluhost, ki se je ne da ozdraviti.

Akumulatorji

Akumulatorji so še pomembnejši kot galvanski členi, o katerih smo pisali v prejšnji številki Preseka. Tako imenujemo člene ali baterije členov, ki jih po uporabi ne zavržemo, ampak jih *napolnimo* in znova uporabimo. Po nekaj sto polnitvah odslužijo tudi akumulatorji. Vendar večkratna uporaba prihrani veliko snovi in dela ter zmanjša obremenitev okolja. Po oceni so akumulatorji – zdaj jih pogosto imenujejo *baterije za polnjenje* – samo štirikrat dražji od baterij. Uporabljamo jih v avtomobilih in motociklih za zaganjanje, za pogon električnih avtomobilov, v zvezi s sončnimi celicami, v prenosnih radijskih sprejemnikih in podobnih napravah, snemalnih kamerah, prenosnih računalnikih, mobilnih in brezvrvičnih telefonih, digitalnih fotografskih aparatih, brivnikih.

Janez
Strnad

Med uporabo akumulator enako kot galvanski člen deluje kot izvir napetosti in po sklenjenem električnem krogu, v katerega je vključen porabnik, poganja tok. Ob tem se *prazni*: oddaja električno delo in se mu zmanjšuje skupna notranja energija. Med polnjenjem pa akumulator priključimo kot porabnik na zunanji izvir napetosti, običajno na poseben *polnilnik*, in tega na električno omrežje. Prejšnjo pozitivno elektrodo zvežemo z negativnim priključkom polnilnika in prejšnjo negativno elektrodo s pozitivnim priključkom polnilnika. Polnilnik poganja po akumulatorju tok v nasprotni smeri od smeri, v katero teče, ko akumulator deluje kot izvir napetosti. (Negativno

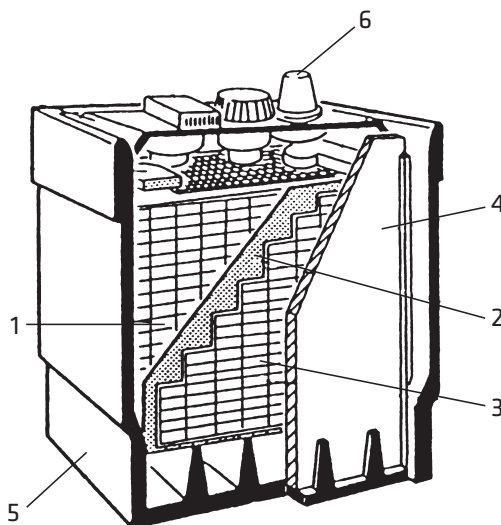
sto ciklov, preden postane neuporaben. Ta podatek in nekateri drugi podatki so pri akumulatorjih – podobno kot pri členih – samo okvirni, ker so odvisni tudi od načina uporabe.

Gaston Planté je leta 1859 sistematično raziskoval uporabnost kovin v galvanskih členih. Sestavil je člen s svinčevima elektrodama v razredčeni žveplovni kislini in spoznal, da ga je mogoče napolniti. Sprva ga je priključil na baterijo drugih

galvanskih členov, kmalu pa so v ta namen začeli uporabljati dinamostroj, ki je izkoriščal indukcijo. Dinamostroj za enosmerno napetost je že dve leti prej izdelal Werner von Siemens.

Člen – v tem primeru ga imenujemo *celica* – ima gonilno napetost 2 V. Negativna elektroda je svinec, pozitivna svinčev dioksid, elektrolit pa razredčena žveplova kislina. Med uporabo iz svinca in svinčevega dioksida nastaja svinčev sulfat in se

in pozitivno elektrodo navedemo za primer, ko akumulator deluje kot izvir napetosti. Pri imenih elektrod moramo biti previdni. Pogosto negativno elektrodo imenujemo *katoda* in pozitivno *anoda*, včasih pa – tudi pri členih – uporabijo nasprotni dogovor. Zato smo se tema imena izognili.) Med polnjenjem kemijske reakcije potekajo v obrnjeni smeri kot med uporabo. Ob tem akumulatorju dovajamo električno delo, njegova skupna notranja energija se večja. Potem akumulator zopet uporabimo kot izvir napetosti in se igra ponovi. Polnjenje in praznjenje, pri katerem akumulator odda 8/10 naložene energije, skupaj imenujemo *cikel*. Kot smo omenili, zmore akumulator več



Slika 1. Svinčeva akumulatorska baterija. Znaki pomenijo: **1** pozitivna elektroda pri praznjenju, **2** separator, **3** negativna elektroda pri praznjenju, **4** predelna stena, **5** ohišje, **6** priključek.

zmanjšuje delež žveplove kisline v vodi. S tem se zmanjšuje gostota elektrolita. Včasih so z merjenjem gostote elektrolita ugotavljali, ali je akumulator že prazen.

Današnji *svinčevi akumulatorji* za elektrodi ne uporabljajo več svinčeve pločevine ampak spužvast svinec z močno povečano površino. Večina jih namesto vodne raztopine žveplove kisline vsebujejo gel z žveplovo kislino (slika 1). Navadno avtomobilsko akumulatorsko baterijo z gonilno napetostjo 12 V sestavlja šest celic. Akumulator lahko sprejme naboj od 1 do 30 Ah. Pri naboju 15 Ah akumulator odda električno delo 500 tisoč joulov, ko odda 8/10 nakopičene energije: $A = 0,8eU = 0,8 \cdot 15 \cdot 3600 \text{ As} \cdot 12 \text{ V} = 5,2 \cdot 10^5 \text{ J}$. V tem primeru lahko 4 ure poganja tok 3 A ali 2,4 ure tok 5 A ali 12 ur tok 1 A. V avtomobilu, v katerem dinamo sproti polni akumulator, lahko ta nemoteno deluje več let.

Nekdaj so prodajali nenapolnjene svinčeve akumulatorje, v katere smo pred uporabo nalili žvepleno kislino in jih napolnili. Današnje akumulatorje pa prodajajo napolnjene in jih je mogoče takoj uporabiti. Svinčevi akumulatorji so cenen, zmorejo velik tok, ki ga zahtevajo zaganjači motorjev v vozilih, dobro pa se obnesejo tudi pri majhnih tokovih. Iz odsluženega svinčevega akumulatorja je razmeroma preprosto pridobiti svinec in ga ponovno uporabiti. Izdelovalci navajajo, da akumulator zmore 500 do 800 ciklov. Akumulator, ki ga ne uporabljamo, z lastnim praznjenjem izgubi 5 % nakopičene energije na mesec. Akumulator deluje dlje, če ga manj izpraznimo. Specifična energija in energijska gostota akumulatorjev sta na splošno manjša kot pri galvanskih členih. Za svinčev akumulator navajajo 30 Wh/kg. Prednost svinčevega akumulatorja je zanesljivost in razmeroma majhna cena, slabost pa razmeroma velika teža.

Svinčevemu akumulatorju je na nekaterih področjih začel konkurirati *nikelj-kadmijev akumulator*. Odkril ga je Waldemar



Slika 2. Sodobni akumulatorji z nikljevimi hidridom.

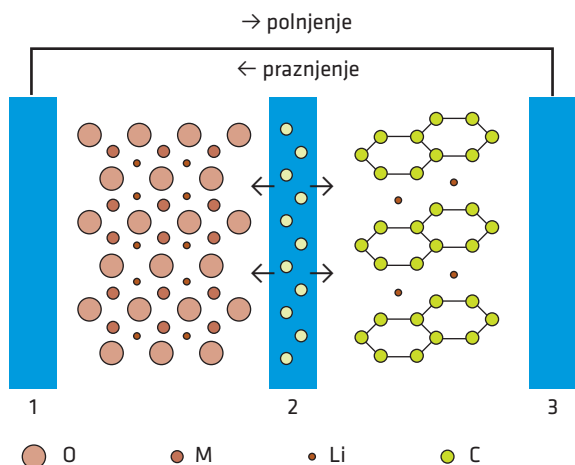
Jungner že leta 1899 in ga dve leti zatem patentiral. Kot negativna elektroda deluje kadmijev hidroksid, kot pozitivna elektroda nikljev hidroksid in kot elektrolit kalijev hidroksid. V večji meri so ga začeli uporabljati po letu 1947, ko so ga izdelali v zaprti izvedbi. Ta vrsta akumulatorja ima večjo specifično energijo od svinčevega akumulatorja, a je tudi dražja. Gonilna napetost celice meri 1,25 V, specifično energijo cenijo na 40 do 60 Wh/kg. Lastno praznjenje je 20 % na mesec. Ob skrbni rabi in rednem vzdrževanju lahko doseže več kot tisoč ciklov. Te akumulatorje uporabljajo, če je zaželena manjša masa in cena ni odločilna. Prevladujejo v zaganjalnikih za letalske motorje, prenosnem električnem orodju, medicinskih napravah, radijskih postajah.

Nikelj-kadmijeve akumulatorje so uporabljali na umetnih satelitih, preden so se razprle sončne celice, ki so pozneje napajale naprave na satelitu. Pri tem so opazili, da se akumulator po nekajkratni uporabi nepričakovano hitro sprazni. Podrobnejša raziskava je razkrila dva vzroka. Pri polnjenju s premajhnim tokom so se razvili na kadmijevi elektrodi s časom vse večji kristali. Zaradi tega se je zmanjšala efektivna površina in je akumulator slabše deloval. Vrh tega je nastajala spo-

jina $\text{Ni}_5\text{Cd}_{21}$, zaradi katere se je zmanjšala gonilna napetost za 0,12 V. Na srečo je mogoče nevšečnost odpraviti tako, da akumulator večkrat skoraj popolnoma spraznijo in nato napolnijo z ustreznim tokom. Na to smo mislili, ko smo omenili redno vzdrževanje. O pojavu ni dvoma, v strokovnih krogih pa teče razprava, ali ga je smiselno imenovati *spomin*.

Kadmij je razmeroma draga in strupena kovina. Veliko skrb moramo posvetiti odlaganju, razgradnji in recikliranju nikelj-kadmijevih akumulatorjev. Leta 2000 so na svetu izdelali poldrugo milijardo nikelj-kadmijevih akumulatorjev. To bi bila za okolje velika obremenitev, če z odsluženimi akumulatorji ne bi ustrezno ravnali. V Združenih državah v ceno tovrstnih akumulatorjev vračunajo stroške za razgradnjo.

Iz nikelj-kadmijevega akumulatorja se je razvil *hidridni akumulator*, ki ima namesto kadmijeve elektrode elektrodo iz nikljevega hidrida (slika 2). Zato je za okolje precej prijaznejši. Gonilna napetost celice je enaka 1,25 V, specifična energija pa je nekoliko večja, 60 do 80 Wh/kg. Po lastnem praznjenju 30 % na mesec je slabši. Tudi pri njem se kaže »spomin«, le da v manjši meri.



Slika 3. Shema delovanja litijevega ionskega akumulatorja. Znaki pomenijo: **1** pozitivna elektroda (pri praznjenju), **2** tanka plast elektrolita, **3** negativna elektroda (pri praznjenju), **O** atom kisika, **M** atom kovine, na primer kobalta, magnezija, niklja, **Li** ion litija, **C** atom ogljika v grafitu. Puščice kažejo smer gibanja elektronov.

Hidridne akumulatorje v zadnjem času izpodriva *litijev ionski akumulator*. Ima gonilno napetost 3,6 V in specifično energijo 100 Wh/kg in več. Negativno elektrodo sestavlja kovinski oksid, pozitivna elektroda vsebuje ogljik, elektrolit pa je litijeva sol v organskem topilu, na primer acetonitrilu. Akumulator je zaprt v jekleni posodici.

Spočetka litijev ionski akumulator ni bil na dobrem glasu. Večkrat je počila jeklena posodica, tako da je vsebina iztekla in pokvarila prenosni računalnik. Leta 1991 je eksplozija mobilnega telefona poškodovala uporabnika po obrazu. Zdaj so te nevarnosti odpravili. Akumulatorje so opremili z elektronskim vezjem, ki prepreči, da bi tok ali temperatura preveč narasla. To se pozna pri ceni. Vendar se je ta v zadnjih letih zaradi izboljšav v izdelavi in množične uporabe precej znižala.

Med polnjenjem akumulatorja se elektroni vgrajujejo med kristalne ravnine v ogljikovi elektrodi ter med praznjenjem prehajajo nazaj v kovinski oksid (slika 3). Zaradi tega pri tem akumulatorju govorijo o svingu, guganju.

Litijevi ionski akumulatorji ne poznajo »spomina«. Lastno praznjenje je samo

5 % na mesec. Njihova slaba stran pa je staranje, ki se začne že takoj po izdelavi in ni odvisno od uporabe. Na leto zgubijo pri temperaturi 25°C po 1/5 zmožnosti za sprejem naboja. Pri nižji temperaturi je izguba manjša, npr. 6/100 pri 0°C. Zato priporočajo, da akumulator kupimo šele, ko ga rabimo. Pri nakupu je smiselno pogledati, kdaj je bil akumulator izdelan. Če naprave dalj časa ne uporabimo, je smiselno akumulator sprazniti do 2/5, vzeti iz naprave in ga po možnosti hraniti v hladilniku, a ne pod 0°C. Litijeve ionske akumulatorje uporabljajo v elektronskih napravah, mobilnih (npr. družb Nokia in Ericsson) in brezžvičnih telefonih. Zaradi njih so naprave lahko postale majhne in lahke. Uporabljajo jih tudi v prenosnih računalnikih.

Iz litijevih ionskih akumulatorjev so izšli *litijevi polimerni akumulatorji*, ki jih v nekaterih primerih nadomeščajo. Imajo gonilno napetost 2,7 V in še večjo specifično energijo 150 do 200 Wh/kg. Namesto vnetljivega organskega topila kot elektrolit uporabljajo polimer, npr. polietilenoksid. Med elektrodi ga namestijo v obliki tankega plastičnega filma, ki prevzame tudi vlogo separatorja. Akumulatorju je mogoče dati zelo ploščato obliko. Kot slabost so navajali razmeroma majh-

no število ciklov, v zadnjem času pa jih izdelovalci že obljublajo 500. Spočetka je imel tudi velik upor, ni dopuščal velikih tokov in ga je bilo treba dolgo časa polniti. V zadnjem času so te pomanjkljivosti deloma odpravili. Te akumulatorje uporabljajo v vodenih letalskih modelih in prenosnih računalnikih.

Novejši akumulatorji potrebujejo dobre polnilnike. Nekdaj so uporabniki priključili akumulatorje na polnilnik za čas, ki so si ga izračunali sami. Akumulator z nabojem 2,5 Ah, ki se je izpraznil, so npr. priključili na polnilnik za tok 0,5 A. Čas iz enačbe $t = E/I = 2,5 \text{ Ah} / (0,5 \text{ A}) = 5 \text{ ur}$ so po izkustvenem pravilu povečali za 40 %, to je na 7 ur. Novejši polnilniki sami uravnavajo tok med polnjenjem in čas polnjenja. Pri tem nekateri upoštevajo, da med polnjenjem napetost narašča. Včasih prevzamejo to vlogo naprave z akumulatorji z vgrajenimi elektronskimi vezji. Vezja nadzorujejo napetost in temperaturo. Pri tem se npr. v votlinici s plinom zaradi povišanja temperature poveča tlak in prekine polnjenje.

Kako delujejo šahovski programi (drugi del)

Branko
Kaučič

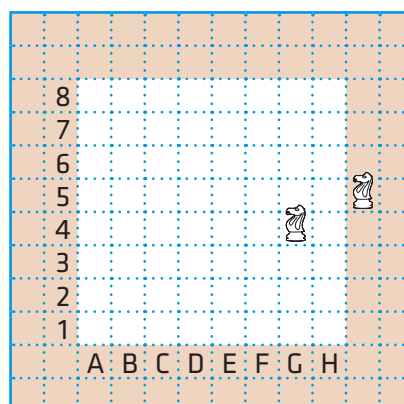
V prvem delu (Presek 2) smo si zadali nalogo napisati računalniški šahovski program in si že ogledali glavne gradnike vsakega šahovskega programa. Povedali smo tudi, da se isti gradniki uporabijo za katerokoli računalniško igro s popolno informacijo. Stopimo v tem prispevku korak dlje in si nekoliko podrobneje pogledimo še osnove predstavitve šahovnice, premikanja figur ter iskanja naslednje poteze.

Na katerem polju stoji črna kraljica

Na začetku naj poudarimo, da že več kot trideset let pametne glave niso odkrile nič revolucionarnega na tem področju (morda uspe vam!). Predstavljenih je bilo kar nekaj različnih zamisli kako bi bilo mogoče predstaviti položaj figur v računalniku. Zadnjo tako zamisel že uporabljajo vsi boljši šahovski programi, ker omogoča izredno hitro generiranje potez obeh igralcev.

V 60-tih letih je bil pomnilnik računalnikov precej bolj cenjen kot dandanes; kompaktnejša, kot je bila predstavitev šahovnice, boljša je bila. Najočitnejša rešitev je bilo polje velikosti 8×8 , kjer je vsak element polja predstavljal svojo celico šahovnice. V celici je zapisana celoštevilčna konstanta (velikosti enega zloga), ki na tem mestu predstavlja kodo figure. Hitro se je pojavilo kar nekaj izboljšav te predstavitve, od katerih sta bili najpopularnejši naslednji dve:

- Šahovski program SARGON je polje velikosti 8×8 razširil na 12×12 z dvema vrstama celic na vsaki stranici šahovnice (slika 1). Dodatne celice so predstavljale nedovoljene položaje in so omogočile hitreje preverjanje nedovoljenih potez (npr. skok skakača izven šahovnice).
- Šahovski program MYCHESS je za šahovnico namesto 64 uporabil 32 zlogov, od katerih je vsak predstavljal po-



Slika 1. Šahovnica, ki jo je uporabljal SARGON.

ložaj figure na šahovnici. Zajeto figuro je označevala vnaprej definirana konstantna vrednost, preglavice programu pa je povzročalo promoviranje kmeta.

Danes bi bila takšna predstavitev primerna le za začetno razmišljanje o šahovskem programu oz. če bi program pisali za napravo, ki je s pomnilnikom precej omejena (mobilni telefon, dlančnik).

Do revolucionarne zamisli predstavitev šahovnice se je v poznih 60-tih letih dokopal tim Kaissa iz takratne Sovjetske zveze (kaissa je sicer tudi šahu podobna igra). Zamisel, imenovana *bitna plošča*, je 64 bitni podatek, ki si ga lahko predstavljamo kot polje bitov velikosti 8x8. Z več bitnimi ploščami lahko predstavimo stanje igre v celoti. Na primer, ena plošča predstavlja položaj belih kmetov, druga plošča predstavlja položaj belih trdnjav, tretja položaj belih skakačev, položaj napadenih celic ipd. Operacija logičnega seštevanja dveh bitnih plošč omogoča nadaljne izračune v izjemno kratkem času.

Za dvomljivce pokažimo to na naslednjem primeru: v danem položaju figur nas zanima, ali je črni kralj v šahu zaradi bele kraljice. V primeru šahovnice brez bitne plošče bi zagotovo uporabili naslednji postopek:

- Na šahovnici poiščemo položaj bele kraljice, kar v najslabšem primeru pomeni, da preverimo vseh 64 celic šahovnice.
- Za vsako celico, kamor lahko pomaknemo kraljico (v vseh osmih smereh), preverimo, ali se tam nahaja črni kralj. Bližje kot je kraljica robu šahovnice, več celic preverimo. V najslabšem primeru preverimo kar lepo število celic in v nobeni od teh celic ne najdemo črnega kralja.

V primeru šahovnice z bitnimi ploščami je postopek enostavnejši:

- Vzamemo bitno ploščo, ki predstavlja položaj bele kraljice.
- Na podlagi te plošče vzamemo bitno

napadena polja bele kraljice

8							1
7			1			1	
6						1	
5	1		1		1		
4		1		1			
3	1		1		1		1
2		1		1			
1	1		1		1		
	A	B	C	D	E	F	G

+

položaj črnega kralja

8							
7						1	
6							
5							
4							
3							
2							
1							
	A	B	C	D	E	F	G

logični IN

=

je kralj napaden?

8							
7						1	
6							
5							
4							
3							
2							
1							
	A	B	C	D	E	F	G

ploščo, ki predstavlja celice, ki jih napada bela kraljica.

- Izračunamo logični IN te plošče in bitne plošče, ki predstavlja položaj črnega kralja.
- Če je rezultat različen od 0 (vsaj ena enica se pojavi v polju), potem bela kraljica s šahom napada črnega kralja (slika 2).

Ker je večina uporabljenih bitnih plošč v pomnilniku računalnika in ker operacijo logičnega IN izvedemo praktično v trenutku, je računanje s takšno zamisljo mnogo hitrejšo od prejšnje.

Kam lahko premaknem črno kraljico

Generiranje potez (odločanje, katere poteze so dovoljene v danem položaju figur) in ovrednotenje njihovega položaja je kompleksnejši del vsakega šahovskega programa. Igralec ima namreč večino časa na voljo vsaj 30 ali več potez, od katerih nekatere vodijo k ugodnemu razpletu igre, druge pa v izgubo igre. Izkušeni igralec bo med njimi zlahka prepoznal ugodnejše poteze, obenem pa se zavedal, da je večina potez (od vseh možnih) premalo ugodnih za nadaljevanje igre. A kako takšno razmišljanje vcepiti našemu računalniku? V nadaljevanju podajamo opis dveh strategij generiranja potez in navodilo kdaj ju uporabiti, pred tem pa se posvetimo še pomožni tehniki v šahovskih programih, ki jo prav tako uporabljajo vsi boljši programi.

Premikalne tabele - zakladnica znanja

V šahu pogosto na več različnih načinov dosežemo isti položaj figur. Na primer, vseeno je, ali igramo najprej P-K4 in nato P-Q4, ali pa najprej P-Q4 in nato P-K4. V obeh primerih je položaj figure na šahovnici enak. Kot že rečeno, vsak položaj figur oz. stanje šahovnice ovrednotimo. Razmišljajmo dalje - če smo s takšnim ali drugačnim naporom izvedli ovrednotenje, zakaj bi ta izračun ponavljali, ko naletimo na že znano stanje figur. Podobno so razmišljali tudi drugi. Odkar je v uporabi Greenblattov program MAC HACK VI, vsi boljši šahovski programi uporabljajo premikalne tabele (ang. transposition tables). Te tabele, ki so pravzaprav zbirka ovrednotenih stanj figur, v največji možni meri preprečujejo ovrednotenje že znanega stanja figur. Ko ovrednotimo novo stanje figur, ga shranimo v takšni tabeli. Vsakič ko naletimo na novo stanje figur, najprej v tej tabeli preverimo, ali se je takšno stanje že pojavilo. Uporabimo že izračunano informacijo in se izognemo nepotrebnemu računanju. V šahovskih programih je namreč vsak privarčevani trenutek zlata vreden. Večja tabela oz. večje število različnih položajev figur je seveda zaželeno; uporabnost tabele se pokaže, kadar le-ta vsebuje več tisoč položajev. Pri milijon položajih bi imeli že pravo zakladnico znanja, a žal takšna velikost za računalniške programe ni sprejemljiva. Vsi boljši programi premikalno tabelo pri otvoritvah (začetne poteze) napolnijo z najboljšimi pogostimi položaji figur takoj, ko prične mo z novo igro šaha. Pri igranju končnic

Slika 2. Uporaba bitnih plošč

(zadnje poteze šaha) v tej tabeli najdemo ovrednotena stanja figur za skoraj 90 odstotkov vseh primerov.

■ Nazaj k črni kraljici

Vrnimo se h generiranju potez. Leta 1949 (presenetljiva letnica, če upoštevamo dejstvo, kdaj je bil predstavljen prvi računalnik) je Claude Shannon opisal dva postopka igranja šaha:

- preverimo vse možne poteze in od vseh možnih potez spet vse možne poteze,
- preverimo le »najboljše« poteze in odgovore na najboljšo potezo nasprotnika na te poteze.

Idealno bi bilo, da bi preverili vse možne poteze in med njimi izbrali najboljšo. Žal že nekaj osnovne matematike pokaže, da bi najboljšo potezo iskali morda tudi nekaj dni (ali več). Zatorej moramo poskrbeti, da poteze generiramo hitro in kolikor se le da učinkovito. Ločimo dve strategiji:

- *selektivno generiranje*, kjer raziščemo položaj figur na šahovnici, predlagamo manjše število najbolj verjetnih potez, medtem ko vse ostale poteze ignoriramo;
- *inkrementalno generiranje*, kjer generiramo nekaj potez in upamo, da se za poteze izkaže, da so, ali tako dobre ali pa tako slabe, da se razmišljanje o njih, in o nadaljnjih potezah izkaže za primerno oz. neprimerno.

Ljudje igramo s pomočjo selektivnega generiranja – razmišljamo le o potezah, ki se nam zdijo najboljše. Na žalost rezultati dokazujejo, da se programi na podlagi selektivne strategije ne obnesejo najbolje. Dosežejo sicer stopnjo zahtevnosti srednje dobrih šahistov, a večkrat sredi najmanj primerne položaja generirajo katastrofalne poteze. Dobro znan primer tovrstne strategije je delo svetovnega šahovskega prvaka Mihaila Botvinnika, ki je skupaj z ekipo programerjev razvijal šahovski program, ki bi čim bolj oponašal razmišljanje odličnega šahista. Pro-

gram je generiral le nekaj potez, za katere je bil prepričan, da so najboljše in segajo v veliko globino (število naslednjih potez). Program žal ni dosegel vidnih uspehov. Sredi 70-ih sta Slate in Atkin dokazala, da tovrstni način ni primeren, in selektivno generiranje je v šahovskih programih skoraj izginilo.

Poisitati je torej potrebno generiranje potez, ki bo učinkovitejše od selektivnega generiranja in hitrejša od generiranja vseh možnih potez. Običajno uporabimo naslednji postopek:

- v danem položaju figur poiščemo vse dovoljene poteze,
- poteze po nekem kriteriju uredimo, s čimer upamo, da bomo pospešili naslednji korak,
- preverjamo generirane poteze.

Poteze preverjamo po eno naenkrat, dokler ne preverimo vseh potez. Pri vsaki potezi preverjamo tudi nekaj naslednjih potez in pri tem lahko ugotovimo, da poteza vodi v slabo igro. Kakor hitro to ugotovimo, prekinemo preverjanje »slabe« poteze.

Kot že rečeno, poteze uredimo. Z dobro urejenimi potezami hitreje najdemo dobro potezo in hitreje prepoznamo slabo potezo. Vsi boljši šahovski programi poteze najprej razdelijo v tri skupine: figure, ki napadajo, napadene figure in figure v mirnem položaju. Programi običajno najprej preverjajo poteze, ki zajamejo nasprotnikove figure, začeni z zajemanjem nasprotnikovih najmočnejših figur. Temu sledi promoviranje kmetov, kar lahko precej spremeni razmerje figur na šahovnici. Po drugi strani pa napadene figure običajno vodijo do prekinitve preverjanja poteze, čeprav vsak izkušen šahist pozna tudi trik žrtvovanja figure, omenjen v prejšnjem prispevku. Izkaže se, da lahko zmanjšamo število vseh možnih preverjanj iz n na $\sqrt{n}$. Zavedati pa se moramo, da to ne pomeni, da določenih potez med igro ne bomo preverili, temveč da bomo

njihovo preverjanje najverjetneje le postavili na kasneje.

■ Kdor išče, ta najde

Kaj smo se do sedaj naučili? Vemo, da imamo različne predstavitve šahovnic v računalniku, ki se izkažejo predvsem pri generiranju potez figur. Predpostavimo tudi, da znamo ovrednotiti stanje figure na šahovnici, ki kaže v prid nam ali nasprotniku. Še vedno pa nam manjka znanje, kako se med generiranjem potez odločimo o naslednji potezi, kar imenujemo iskanje poteze. Tehniki, ki ju bomo omenili, nista omejeni zgolj na šahovski program, ampak na igre dveh igralcev s popolno informacijo.

V nadaljevanju se bomo torej posvetili razmišljanju, kateri od igralcev je boljši in kateri slabši oz. ali poteze vodijo v zmago ali poraz. Roko na srce, v šahu je tako velika množica vzorcev, pravil in izjem, da tudi najboljši šahovski programi v nekaterih trenutkih zatajijo. Dobri so »le« v hitrem izračunavanju, kar moramo čim bolj izkoristiti. Programi torej namesto, da z logičnim razmišljanjem generirajo dobre poteze, generirajo vse možne poteze, od teh potez vse možne poteze nasprotnika, od nasprotnikovih potez spet vse svoje poteze itn. Zamislimo si npr. potezo skakača na polje, od koder lahko napade trdnjavo in kraljico. Dober šahovski program bo za nekaj potez vnaprej preveril, kaj se bo zgodilo, če bo nasprotnik zaščitil trdnjavo, in kaj, če bo zaščitil kraljico. Ker v tem postopku iskanja preverimo vse možne poteze (naše poteze in odgovore nasprotnika), se bomo zagotovo lahko odločili za najboljšo potezo. Globlje, kot bomo iskali, bolje se lahko odločimo. Opozorimo pa vendarle, da smo omejeni z globino iskanja, torej s številom naših in nasprotnikovih potez, zato se za najboljšo potezo odločimo na podlagi zmožnosti. Lahko smo namreč omejeni s časom iskanja poteze in/ali z velikostjo razpoložljivega pomnilnika.

Postopek minmax

Zamislimo si, da v igri sodelujeta dva igralca – prvega imenujmo Max, njegovega nasprotnika pa Min. Predpostavimo, da je ovrednotenje figur funkcija, ki vrne pozitivno vrednost, kadar je v prednosti Max, negativno vrednost, kadar je v prednosti Min, in vrednost 0, kadar je enakovredno stanje sil na šahovnici. Naloga Maxa je, da izbere potezo, ki bo povečala vrednost stanja igre, medtem ko je naloga Mina, da izbere potezo, ki bo zmanjšala vrednost stanja igre. Predpostavimo tudi, da igralca poteze izbirata brez napak, torej da se vedno odločita za potezo, ki je v prid igralcu samemu in ne nasprotniku.

Oglejmo si to na primeru. Recimo, da je na potezi Max in ima na voljo poteze a in b . Ne glede na izbiro poteze je za njim na vrsti Min, ki lahko izbere potezo c ali d . Zamislimo si vse možne kombinacije potez (imenujemo jih iskalne poti) in jih ovrednotimo (slika 3) – če Max izbere potezo b in Min potezo c , je stanje igre ovrednoteno z 9.

Kako Max izbere potezo, ki jo bo igral? Max predvideva, da bo Min vedno odigral najboljšo možno potezo. Zatorej, če bo igral potezo a , bo Min odgovoril s potezo d , kar bi privedlo do vrednosti -10 (zmaga Min). Ve pa tudi, če bo igral potezo b , bo ne glede na potezo Mina (c ali d) stanje igre njemu v prid. Brez nadaljnega se bo Max odločil za potezo b , čeprav bi lahko imel

boljše stanje igre, če bi izbral potezo a in upal, da bo Min izbral potezo c . Ampak, kot že rečeno, Min bo vedno izbral zase najboljšo potezo, kar zagotovo ne bo c .

Težava postopka minmax, ki morda ni takoj razvidna v tem preprostem primeru, nastopi, kadar obstaja eksponentno število poti, ki jih moramo preveriti. Ločimo dva faktorja, ki opisujeta naraščanje števila možnih poti:

- globina iskanja, ki predstavlja število zaporednih preverjenih potez. Globina 6 pomeni tri poteze igralca Max in tri poteze igralca Min.
- Vejitveni faktor, ki predstavlja število možnih potez vsakega igralca na dani globini.

Zgornji primer je imel vejitveni faktor in globino iskanja enako 2, pri igranju šaha pa imamo v sredini igre vejitveni faktor okoli 35 potez in iskanje v globino 8 potez. 35^8 predstavlja že neverjetnih 2.251.875.390.625 različnih poti! Si drznete računati poteze v globino 9 ali celo 10? K sreči obstajajo načini, da ne preverjamo vseh možnih poti.

Postopek alfabeta

V postopku alfabeta postopek minmax privedemo do obvladljive situacije. Recimo, da smo najprej preiskali stanje igre, ko Max izbere potezo b . Vemo, da bo v najslabšem primeru stanje igre vsaj 8. Nadaljujemo s preverjanjem poteze a tako, da najprej preverimo potezo d . Pot

nas vodi do rezultata -25 , kar je za Maxa nezaželeno stanje igre. Vemo tudi, da bo ne glede na vrednost pri potezi c stanje igre vsaj -25 . Če bo vrednost stanja pri potezi c namreč večje od -25 , bo Min izbral potezo d , sicer bo izbral potezo c . Zakaj bi torej nadaljevali s pregledovanjem preostalih potez na poti, če že imamo informacijo, da je igralec Min v boljšem položaju?

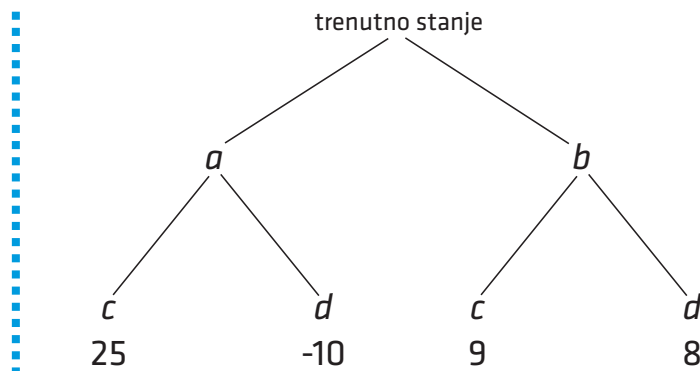
Osnovna ideja postopka alfabeta je, da ko enkrat generiramo dobro potezo, v iskanju poti takoj odstranimo vsa nadaljnja računanja takoj, ko naletimo na slabše stanje igre. Izkaže se, da je v šahu ogromno takšnih potez. S pomočjo premikalnih tabel, vejitvenega faktorja 23 in globine 8 s postopkom alfabeta v sredini igre običajno preverimo le še približno 2000 različnih poti.

Naslednjič

Pustimo za naslednjič nadaljnjo optimizacijo postopka alfabeta in nekatere pomembne malenkosti. Do takrat pa se lahko poigrate s postopkoma minmax in alfabeta ter razmislite o postopku za igro z več kot dvema igralcema.

Viri

- <http://www.geocities.com/SiliconValley/Lab/7378/comphis.htm>
- http://en.wikipedia.org/wiki/šahovski_računalniški_programi
- <http://www.cs.biu.ac.il/~davoudo/tutorials.html>



Slika 3. Postopek minmax

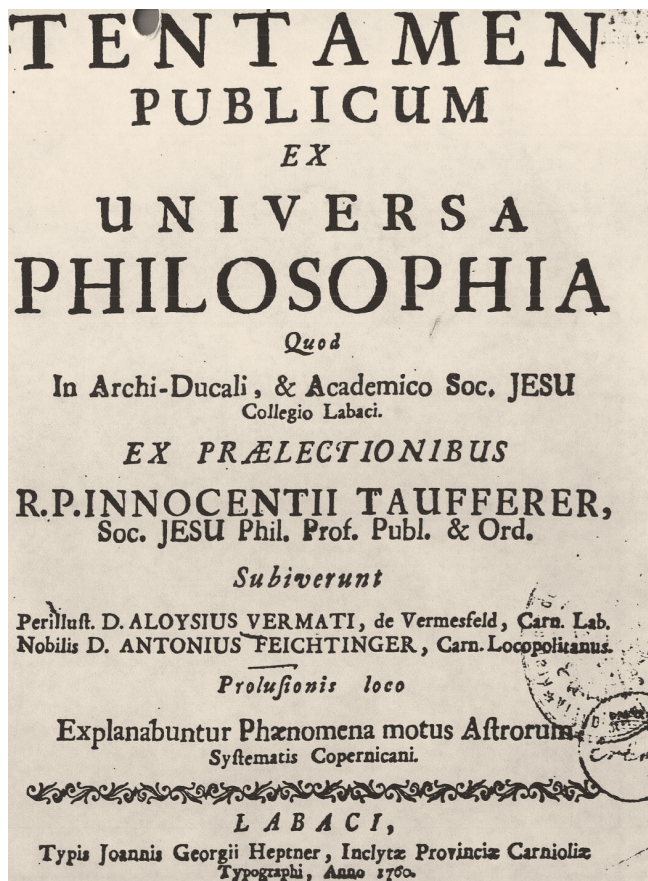
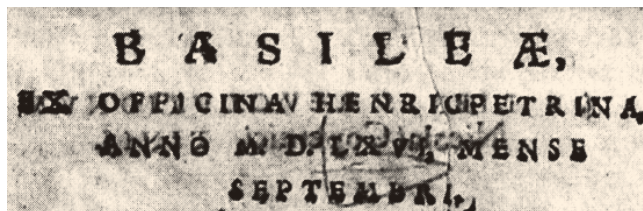
**Stanislav
Južnič**

Napaka je bila huda in usoda ljubljanske Kopernikove knjige nadvse nenavadna. Pred štiristo leti je ta knjiga prišla na katoliški indeks prepovedanih knjig, »dokler se napravijo«. Domnevna »napaka« je bila predvsem anija Zemlje. To seveda ne pomeni, da Koperntednji profesorji niso uporabljali pri računih. morali zabičati, da gre zgolj za priročen mate- resničnost pa je drugačna.

Slika 1.

Jožef Kalasanc Likawec, predstojnik ljubljanske li-
cejske knjižnice, je po smr-
ti Matije Čopa (1835) takole
vpisal Kopernikovo knjigo
na osnovi Čopovih katalo-
žnih listkov. Letnico izdaje
1566 sta pomotoma zame-
njala s 1766. Tiskarski škrat
ali zagata pri branju rim-
skih števk?

Slika 2. Zapis o izdajatelju in letu izdaje na predzadnjem listu Kopernikove knjige iz leta 1566.



Slika 3. Naslovnica končnega izpita iz posebne fizike, ki sta ga študenta Ljubljčan Lojze in Tone iz Škofje Loke opravila leta 1760 pri ljubljanskem jezuitskem profesorju baronu Innocencu Tauffererju iz Višnje Gore poleti 1760.

Večina mislecev se je s takšnim postopkom strinja-
la. V katoliških deželah z našo vred je prevladoval
sistem Tycha Braheja. V njem se vsi planeti razen
Zemlje gibljejo okrog Sonca, Sonce pa kroži okoli
nepremične Zemlje. O premikanju Zemlje po Koper-
nikovem sistemu je v prvih šestih desetletjih po prvi
objavi Kopernikove knjige leta 1543 pisalo le kakšnih
deset znanstvenikov.

Kepler je bil Brahejev pomočnik v Pragi, vendar se je
globoko zavezal kopernikanstvu. Še več. Iz Braheje-
vih meritev planeta Marsa je izpeljal, da se planeti
gibljejo po elipsah in ne po krožnicah, kakor se je
dozdevalo Koperniku.

Keplerjeve knjige so prodajali tudi v Ljubljani, čeprav
morda ne tiste najbolj spotakljive, ki so skupaj s Ko-
pernikovo tudi romale na indeks. Zelo verjetno so
ljubljski jezuiti nabavili Kopernikovo knjigo (1566)
že kmalu po natisu, vendar so jo morali zaznamovati
kot prepovedano in je niso kazali svojim študentom.
Razmere so se spremenile pred poldrugim stole-
tjem, ko so ljubljanski jezuitje zvedeli, da bo papež
kmalu umaknil prepoved »vseh knjig, ki opisujejo gi-
banje Zemlje kot fizikalno resničnost«. Prepoved je
bila v resnici uradno umaknjena šele leta 1768, ven-
dar so ljubljanski jezuiti zapisali svoj lastniški vpis v
Kopernikovo knjigo že leta 1754 in, domnevno, z de-
snega spodnjega roba izrezali zaznamek o papeževi
prepovedi tega dela.

Leta 1760 sta dva študenta v Ljubljani na javnem
izpitu pri jezuitih že slavnostno branila Kopernikov
nauk. Jezuitski poročevalec je pozorno opisal dogo-
dek: »V tem letu smo priredili deset javnih razprav o
fiziki z velikim izpitom, kjer so študentje pred avdito-
rijem branili veliko fizikalnih teorij skupaj s poskusi ...
Sodelovali so slušatelji prvega in zadnjega letnika
filozofije ter poznavalsko odgovarjali na zapletena
matematična vprašanja, na vprašanja iz logike in
metafizike. Javnemu zagovoru je prisostvovalo več
kot ducat filozofov, trije kleriki in štirje cerkveni ura-

dniki, med njimi trije plemiči.« To je bil prvi ljubljanski izpit, ki so ga javno naslovili s Kopernikovim imenom, in nedvomno priložnost, ki je ni smel zamuditi noben mestni matematik, fizik ali astronom, vreden tega imena.

Ljubljanski profesor fizike Janez Schöttl je leta 1761 zelo uspešno opazoval navidezni prehod Venere čez ploskev Sonca. Njegove meritve je pohvalila celo pariška akademija. Gabrijel Gruber pa je pri svojem pouku navigacije in orientacije med plovbo študente učil tudi praktične astronomije z uporabo teleskopa in seveda z uporabo Kopernikovih, Keplerjevih in novejših knjig. Med njegovimi najboljšimi dijaki je bil Jurij Vega, ki je pozneje tudi sam veliko raziskoval in pisal o astronomiji, kot nam je nedavno razkril profesor Marijan Prosen.

Tako je bil prav v Vegovem rojstnem letu (1754) v njegovi poznejši jezuitski šoli vpisan ekslibris v drugo izdajo Kopernikove knjige. Za knjigo je skrbel Vegov poznejši ljubljanski spovednik, matematik in fizik baron Bernard Ferdinand Erberg (1718 Ljubljana–1773 Krems), ki je po ukazih Marije Terezije vodil reformo ljubljanskih študijev.

Tako je danes pred nami kot na dlani skoraj pol tisočletna usoda te znamenite Kopernikove knjige v Ljubljani. Odkritje meče še boljso luč na Vegovo šolanje v Ljubljani, hkrati pa pomeni prvovrstno odkritje enega doslej najdražjih knjižnih zakladov Slovenije. Objava tega odkritja bo nedvomno imela velik odmev pri nas in po svetu. Prva in druga izdaja Kopernikove knjige sta namreč izredna redkost, ljubljanska pa je bila zaradi nenavadnega spleta okoliščin doslej spregledana.

In koliko stane takšna knjiga, bi gotovo zanimalo mlade bralke in bralce Preseka. Odgovor ni preprost. Knjig teh vrst namreč ne prodajajo po določenih cenah v trgovinah, temveč predvsem na dražbah v Londonu ali v ZDA. Za precej slabše ohranjeni izvod Kopernikove knjige (1566) je prodajalec nedavno iztržil 125 000 ameriških dolarjev. Končna cena knjige je seveda v veliki meri odvisna od spretnosti prodajalca in od premožnosti večine anonimnih kupcev, ki med seboj tekmujejo z višanjem ponudb na takšnih dražbah. Zagotovo pa ljubljanski »Kopernik« ne bo šel zlepa v prodajo, saj gre za slovenski nacionalni zaklad neprecenljive vrednosti.

■ Rebus



≠ K

Marko Bokalič

Slika 4. Naslovnica Kopernikove izdaje iz leta 1566, v katero so ljubljanski jezuiti leta 1754 zapisali svoj lastniški vpis, prav v rojstnem letu Jurija Vege.



■ Navodila sodelavcem Preseka za oddajo prispevkov

Presek objavlja poljudne in strokovne članke iz matematike, fizike, astronomije in računalništva. Poleg člankov objavlja prikaze novih knjig s teh področij in poročila z osnovnošolskih in srednješolskih tekmovanj v matematiki in fiziki. Prispevki naj bodo zanimivi in razumljivi širšemu krogu bralcev, učencem višjih razredov osnovnih šol in srednješolcem.

Članek naj vsebuje naslov, ime avtorja (oz. avtorjev) in sedež institucije, kjer avtor(ji) dela(jo). Slike in tabele, ki naj bodo oštevilčene, morajo imeti dovolj izčrpen opis, da jih lahko večinoma razumemo ločeno od besedila. Avtorji člankov, ki želijo objaviti slike iz drugih virov, si morajo za to sami priskrbeti dovoljenje (copyright). Zaželen velikost črk je vsaj 12 pt, razmak med vrsticami pa vsaj 18 pt.



Prispevke pošljite odgovorni urednici na naslov uredništva **DMFA–založništvo, Uredništvo revije PRESEK, p. p. 2964, 1001 Ljubljana** ali na naslov elektronske pošte **presek@dmfa.si**.

Vsak članek se praviloma pošlje vsaj enemu anonimnemu recenzentu, ki oceni primernost članka za objavo. Če je prispevek sprejet v objavo in če je besedilo napisano z računalnikom, potem urednica prosi avtorja za izvorno datoteko. Le-te naj bodo praviloma napisane v eni od standardnih različic urejevalnikov TeX oziroma LaTeX, kar bo olajšalo uredniški postopek.

Avtor se z oddajo članka strinja tudi z njegovo kasnejšo objavo v elektronski obliki na internetu.

.tex

■ Kolofon

Presek

list za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

letnik 33

šolsko leto 2005/2006

številka 5

Uredniški odbor

Vladimir Batagelj, Tanja Bečan (jezikovni pregled), Mirko Dobovišek (glavni urednik), Vilko Domajnko, Darjo Felda (tekmovanja), Bojan Golli, Marjan Hribar, Marjan Jerman (matematika), Martin Juvan, Maja Klavžar (odgovorna urednica), Damjan Kobal, Andrej Likar (fizika), Matija Lokar, Franci Oblak, Marijan Prosen (astronomija), Marko Razpet, Andrej Taranenko (računalništvo), Marija Vencelj, Matjaž Vencelj.

Dopisi in naročnine

DMFA–založništvo, Presek, Jadranska ulica 19,
p. p. 2964, 1001 Ljubljana,
telefon (01) 4766 553, 4232 460, telefaks (01) 2517 281.

Naročnina za šolsko leto 2005/2006 je za posamezne naročnike 4.000 SIT (posamezno naročilo velja do preklica), za skupinska naročila učencev šol 3.500 SIT, posamezna številka 900 SIT, dvojna številka 1.650 SIT, stara številka 650 SIT, letna naročnina za tujino pa znaša 25 EUR.

Transakcijski račun: 03100–1000018787.

Devizna nakazila: SKB banka d.d. Ljubljana,
Ajdovščina 4, 1513 Ljubljana,
SWIFT (BIC): SKBASIZX, IBAN: SI56 0310 0100 0018 787.

List sofinancirata javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ter Ministrstvo za šolstvo in šport

Založilo DMFA–založništvo

Oblikovanje Polona Šterk in Matjaž Čuk

Ilustracija Matjaž Čuk in Nina Rupel

Tehnično urejanje Matjaž Čuk, ARDI

Tisk Tiskarna Pleško, Ljubljana

© 2006 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije – 1631

Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana



Dnevi fizike

Leto 2005 je bilo svetovno leto fizike. Mnogi ste že takrat spoznali, da je tudi fizika lahko zanimiva in zabavna. V letu 2006 se bomo vsi, ki se v Sloveniji ukvarjamo s fiziko zopet zbrali v Tehniškem muzeju Slovenije v Bistri, da vam še bolj približamo to osnovno naravoslovno vedo. Ogledali si boste lahko zanimive eksperimente, predavanja in delavnice, ki jih bodo v sodelovanju s Tehničkim muzejem Slovenije in Društvom matematikov, fizikov in astronomov pripravili sodelavci Fakultete za matematiko in fiziko v Ljubljani, Pedagoške fakultete v Ljubljani, Pedagoške fakultete v Mariboru, Instituta Jožef Stefan iz Ljubljane in Politehnike iz Nove Gorice. Poleg tega bo 20. maja ponovno zaživel verižni eksperiment, za katerega se lahko prijavite na spletnih straneh Tehniškega muzeja Slovenije.

Dnevi fizike bodo potekali v prostorih Tehniškega muzeja Slovenije od 16. do 21. maja 2006.

Za vse nadaljnje informacije, prijave in vprašanja nas lahko dobite na telefonu:

- 01/750 66 72, 031/583 461 (Milojka Čepon) ali
- 01/4361 606, 041/994 276 (Barbara Vodopivec),

ali po elektronski pošti:

- info@tms.si
- Milojka.cepon@tms.si
- Barbara.vodopivec@tms.si

Vaje iz matematike

Zbirke vaj iz aritmetike, algebre in analize za srednje šole so na voljo že vrsto let. Večinoma so delo Ivana Štalca, obsežnejši tretji zvezek pa so skupaj pripravili France Avsec, Aleksander Cokan, Ivan Molinaro, Ivan Pucelj, Branko Roblek, Ivan Štalec in Marjan Vagaja. Zaradi izbora značilnih nalog in njihove urejenosti po zahtevnosti so te knjige še vedno zelo primerno dodatno gradivo za utrjevanje znanja srednješolske matematike.



Ivan Štalec in drugi:

ZBIRKE VAJ IZ ARITMETIKE, ALGEBRE IN ANALIZE

format 14,5 × 20,5 cm
mehka vezava

za I. razred srednjih šol
100 strani / 1.250 SIT

za II. razred srednjih šol
96 strani / 1.250 SIT

za III. razred srednjih šol
204 strani / 1.500 SIT

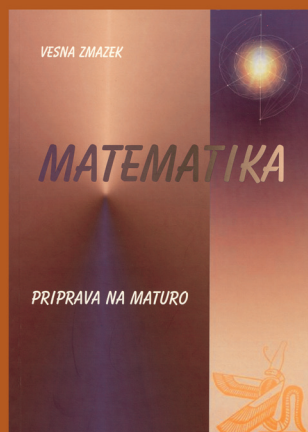
za IV. razred srednjih šol
120 strani / 1.250 SIT

Vesna Zmazek:
**MATEMATIKA
PRIPRAVA NA MATURO**

3. dopolnjena izdaja

224 strani
format 16,5 × 23,5 cm
mehka vezava

2.900 SIT



Stanko Uršič:
**MATEMATIČNE
TABELE IN FORMULE**

8. natis

96 strani
format 12 × 17 cm
mehka vezava

800 SIT



Poleg omenjenih knjig lahko v naši ponudbi najdete še veliko drugih del s področja matematike. Podrobnejše predstavitve dobite na spodnjem naslovu, kjer lahko vse tudi naročite s popustom:

<http://www.dmfa-zaloznistvo.si/>

Individualni naročniki revije Presek imajo pri naročilu izdaj DMFA–založništvo 20 % popusta!
Dodatne informacije dobite v uredništvu Preseka po telefonu: (01) 4766 553 ali 4232 460