

OBSAH

Obsah	1
Redakční rada	2
Program Letní školy fyziky	3
Rauner: Transurany	4
Prokšová: Optické klamy a teorie barevného vidění	7
Randa: Planetky a jejich charakteristiky	12
Randa: Historický vývoj poznatků o kometách	18
Havel: Ověření 2. pohybového zákona na upraveném Atwoodově padostroji	21
Petřík: Měření na ladičkách a varhanních píšťalách	24
Havel: Určení magnetického momentu železného elipsoidu mag- netometrem	26
Havel: Měření nasycené magnetizace železa a výpočet efektivního magnetického momentu železnatého iontu	28
Havel: Experimentální určení vzájemné indukčnosti vázaných obvodů	32
Havel: Měření magnetické indukce	34
Rauner: Zpětný rozptyl částic beta	36
Rauner: Pokusy s neutronovým zdrojem	38
Kepka, Randa: Laserová optika – novinka v nabídce firmy DI- DAKTIK	41
Rauner: Postavte si Wilsonovu mlžnou komoru	46
Kepka, Randa: Velká kniha o energii	48
Laboratorní měření, školní pokusy a seznámení s novými pomůckami.....	50
Seznam účastníků Letní školy fyziky	51

mimo-

řádné

číslo

VII.

ročník

2001

ŠKOLSKÁ FYZIKA

Ročník VII.

2001

Praktický časopis pro výuku fyziky a práci s talentovanými žáky
na základních a středních školách

Vydává: Katedra obecné fyziky Pedagogické fakulty Západočeské univerzity v Plzni ve spolupráci s ústředním výborem FO, katedrou obecné fyziky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně, katedrou didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze, katedrou fyziky Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, dalšími fakultami připravujícími učitele fyziky a Českou nukleární společností pod patronací Jednoty českých matematiků a fyziků

Šéfredaktor: Václav Havel (email: havelv@kof.zcu.cz)

Výkonný redaktor: Miroslav Randa (email: randam@kof.zcu.cz)

Sekretářka redakce: Jitka Štychová

Redakční rada: Jan Bečvář, Václav Bláha, Josef Blažek, Jiří Erhart, Gerhard Höfer, Jan Hrdý, František Kamenčák, Josef Kepka, Zdeněk Kluíber, Václav Kohout, Jana Krsková, Václav Křivohlavý, Vítězslav Kubín, Vladislav Kvapil, Aleš Lacina, Dušan Novotný, Jitka Prokšová, Karel Rauer, Milan Rojko, Jan Slavík, Václav Soukup, František Špulák, Rudolf Šup, Josef Trneček, Václav Turek, Josef Veselý, Ivo Volf.

Adresa redakce: Školská fyzika, KOF PeF ZČU, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
☎ 019/7423776, linky 351 nebo 314

Vychází: čtyřikrát ročně ve verzi pro ZŠ, verzi pro SŠ a společné verzi pro ZŠ+SŠ

Předplatné:	verze ZŠ	150 Kč ročně (4 čísla po 37,50 Kč)
	verze SŠ	150 Kč ročně (4 čísla po 37,50 Kč)
	verze ZŠ+SŠ	200 Kč ročně (4 čísla po 50,00 Kč)
	studentská sleva verze ZŠ+SŠ	100 Kč ročně (4 čísla po 25,00 Kč)

Objednávky přijímá: Jitka Štychová, katedra obecné fyziky FPE ZČU, Klatovská 51,
320 13 Plzeň

URL (Internet): http://www.pef.zcu.cz/pef/kof/sk_fy/

ISSN 1211-1511

Toto číslo vyšlo 29. 6. 2001

PROGRAM LETNÍ ŠKOLY FYZIKY

Program Letní školy fyziky

Pondělí 2. července 2001

- 8.00–8.15 Zahájení, rozdělení do skupin (~3-členných) na odpolední program – K64
8.15–9.00 Rauner K.: Transurany – K64
9.05–9.55 Obdržálek J.: Fyzikální terminologie – K64
9.55–10.15 *přestávka na občerstvení*
10.15–11.00 Petřík J.: Aplikace metod integrálních transformací na současné způsoby záznamu a komprese audiodat – K64
11.05–12.30 Havel V.: Metody vytváření silných magnetických polí – K64
14.00–17.30 Laboratorní měření, školní pokusy a seznámení s novými pomůckami

Úterý 3. července 2001

- 8.00–8.55 Bláha V.: Jaderná energetika v roce 2001 – K64
9.00–9.50 Prokšová J.: Optické klamy a teorie barevného vidění – K64
9.50–10.10 *přestávka na občerstvení*
10.10–11.40 Randa M.: Malá tělesa sluneční soustavy I – K64
11.45–12.30 Randa M.: Malá tělesa sluneční soustavy II – K64
14.00–17.30 Laboratorní měření, školní pokusy a seznámení s novými pomůckami

Středa 4. července 2001

- 8.00–8.45 Höfer G.: Rozměrový pořádek v přírodě – K64
8.50–10.30 Holeček M.: Od teorie relativity ke kvantové gravitaci – K64
10.30–10.50 *přestávka na občerstvení*
10.50–11.50 Zronek B.: Veřejnost a (nejen) jaderná energetika – K64
11.50–12.00 Ukončení letní školy – K64
12.00–12.15 Předání osvědčení o absolvování letní školy – K64

Rozpis laboratorních měření a školních pokusů naleznete na straně 50

PŘEDNÁŠKA NA LETNÍ ŠKOLE

Transurany

Karel Rauner, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Celkový počet známých nuklidů je asi 3 400, z toho je 249 nuklidů stabilních, 124 radioaktivních nuklidů má poločas rozpadu větší než 1 rok, asi 300 nuklidů má poločas rozpadu od 1 dne do 1 roku, asi 500 nuklidů má poločas rozpadu od 1 sekundy do 1 hodiny. Většina známých nuklidů je tedy radioaktivních s poločasem rozpadu kratším než 1 sekunda. V následující tabulce je uveden přehled transuranů podle stavu k 20. 6. 2001. V tabulce Z je protonové číslo, ve sloupci *izotopy* jsou nukleonová čísla známých izotopů, v posledním sloupci je pak uveden izotop s nejdelším poločasem rozpadu T_{\max} . (r = rok, d = den, m = minuta, s = sekunda, ms = milisekunda). Tučně jsou uvedeny údaje, které se od publikování článku [1] změnily. Počet izotopů transuranů převyšuje 250 (údaje se liší podle pramenů).

Z	jméno	značka	izotopy	rok objevu	izotop s T_{\max}
93	neptunium	Np	225–244	1940	237; 2,14·10 ⁶ r
94	plutonium	Pu	228–247	1940	244; 8,2·10 ⁷ r
95	americium	Am	231–249	1944	245; 7 370 r
96	curium	Cm	232–252	1944	247; 1,56·10 ⁷ r
97	berkelium	Bk	235–254	1949	247; 1 400 r
98	californium	Cf	237–256	1950	251; 891 r
99	einsteinium	Es	240–257	1952	252; 1,29 r
100	fermium	Fm	242–260	1952	257; 100,5 d
101	mendelejevium	Md	245–261	1955	258; 52 d
102	nobelium	No	249–263	1958	259; 58 m
103	lawrencium	Lw	251–265	1961	260; 3,6 h
104	rutherefordium	Rf	253–266	1964	263; 10 m
105	dubnium	Db	255–266	1967	262; 34 s
106	seaborgium	Sg	258–266	1974	266; 20 s
107	bohrium	Bh	260–267	1981	264; 0,44 s
108	hassium	Hs	263–269	1984	269; 9,3 s
109	meitnerium	Mt	265–271	1982	268; 700 ms
110	ununnilium	Uun	267–273	1994	271; 8,6 ms
111	unununium	Uuu	272	1994	272; 1,5 ms
112	ununbium	Uub	277, 285	1996	285; 0,28 ms
114	ununquadium	Uuq	285, 287, 289	1998	289; 30 s
116	ununhexium	Uuh	289	1999	289; 0,60 ms
118	ununoctium	Uuo	293	1999	293; 0,12 ms

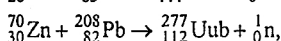
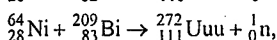
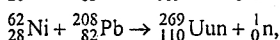
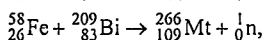
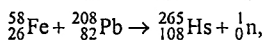
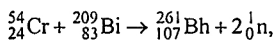
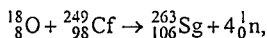
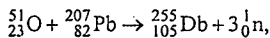
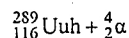
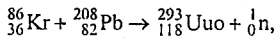
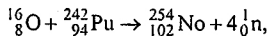
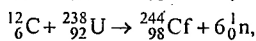
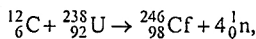
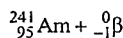
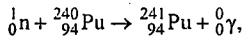
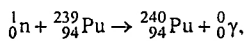
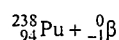
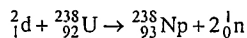
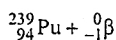
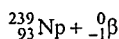
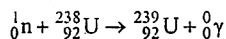
Tab. 1

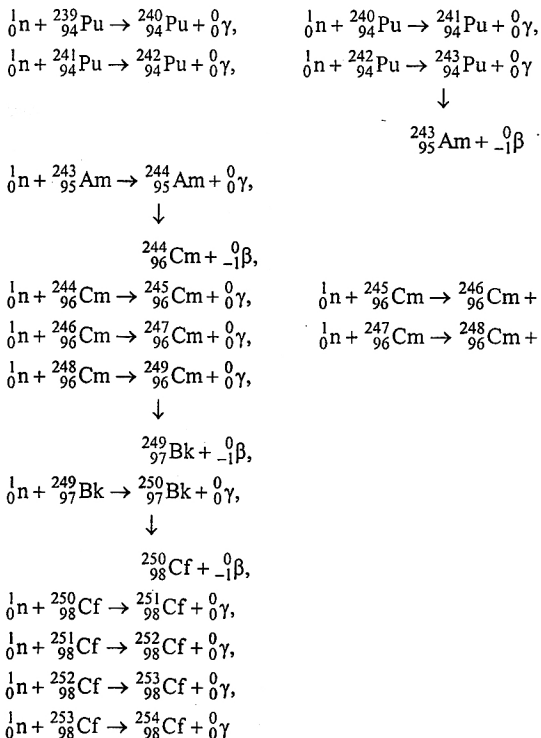
V následující tabulce je přehled užití transuranů. Tam, kde není uvedeno nukleonové číslo, se používá více izotopů, případně jejich směsi. Zkratka SF znamená spontánní štěpení.

prvek	Z	A	rozpad	poločas	užití
neptunium	93	237	α	2 140 000 r	v přírodě, neutronové detektory
californium	98	252	α , SF	2,64 r	neutronový zdroj
americium	95	241	α	432 r	zdroj alfa, do detektorů kouře, rentgenový zdroj
plutonium	94		α		zdroje do srdečních stimulátorů
plutonium	94	239	α , SF	24 110 r	jaderné zbraně, perspektivní palivo do reaktorů
curium	96		α		termoelektrické zdroje el. proudu, Alpha Proton X-Ray Spectrometer na Marsu

Tab. 2

Příklady reakcí, které se využívají k výrobě transuranů:





Starší názvy transuranů se $Z > 103$:

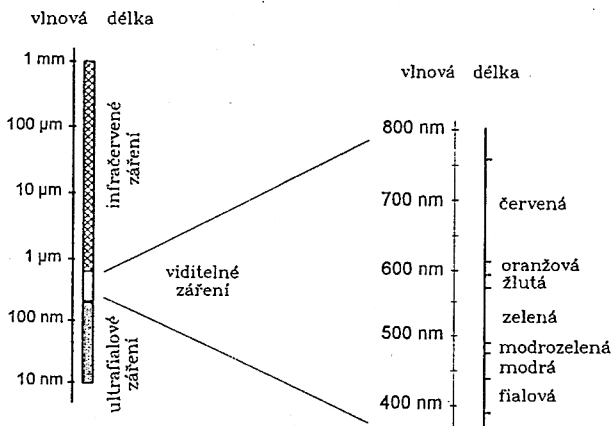
- 104: rutherefordium = kurčatovium (Ku) = unnilquadium (Unq),
- 105: dubnium = nielsbohrium (Ns) = hahnium (Ha) = unnilpentium (Unp),
- 106: seaborgium = unnilhexium (Unh),
- 107: bohrium = unnilseptimum (Uns),
- 108: hassium = unniloctium (Uno),
- 109: meitnerium = unnilennium (Une)

Literatura:

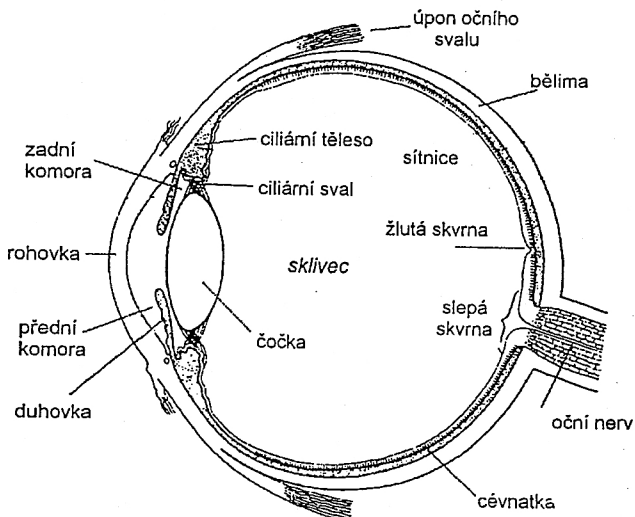
- [1] Rauner K.: *Ununoctium – prvek 118*. Školská fyzika VI, č. 1 (2000) 11.
- [2] Usačev S. a kol.: *Experimentální jadrová fyzika*. ALFA + SNTL, Bratislava 1982.
- [3] <<http://www.shef.ac.uk/chemistry/web-elements/>> *WebElements periodic table of the elements* (anglicky).
- [4] <<http://atom.kaeri.re.kr/ton/index.html>> *Table of Nuclides* (anglicky).
- [5] Randa M., Prokšová J.: *Sbírka úloh z fyziky IV*. ZČU, Plzeň 1993.

Optické klamy a teorie barevného vidění

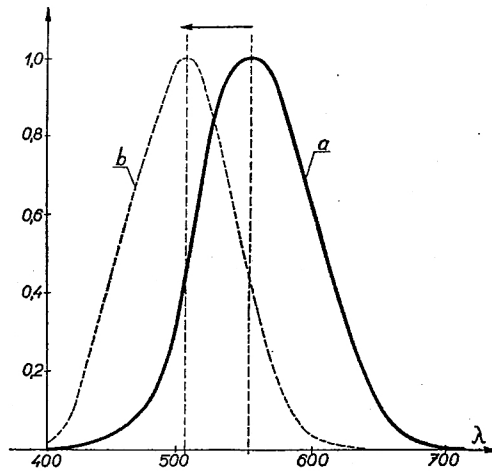
Jitka Prokšová, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň



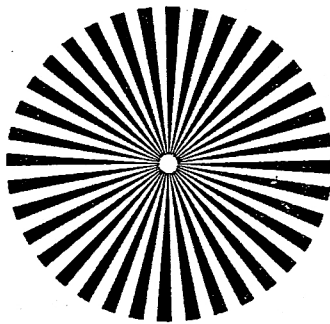
Obr. 1 Spektrum viditelného záření



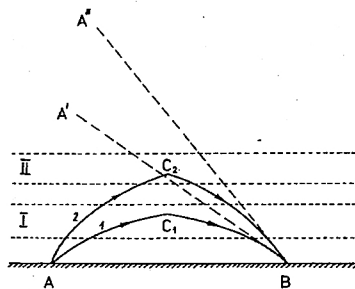
Obr. 2 Schematický řez lidským okem



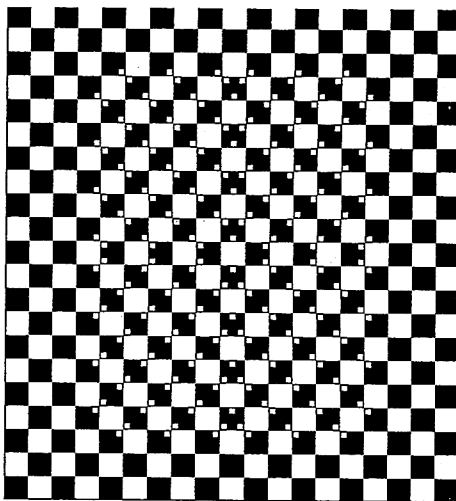
Obr. 3 Křivky relativní citlivosti oka za denního světla (a) a za soumraku (b)



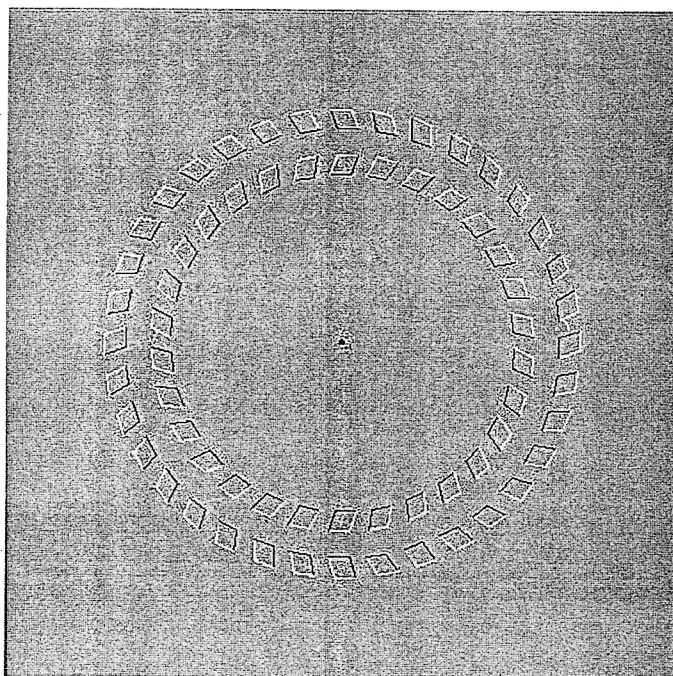
Obr. 4 Jewellův test



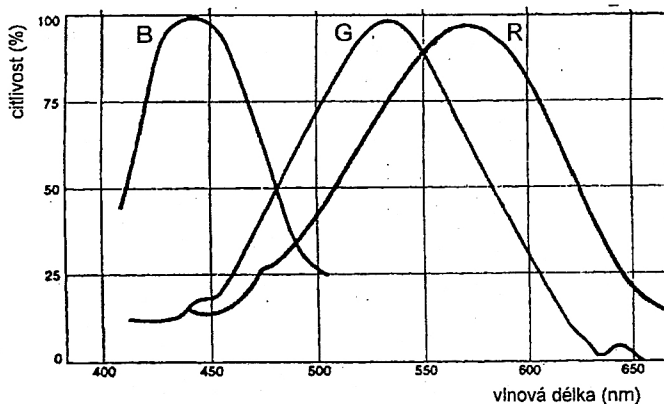
Obr. 5 Spodní zrcadlení



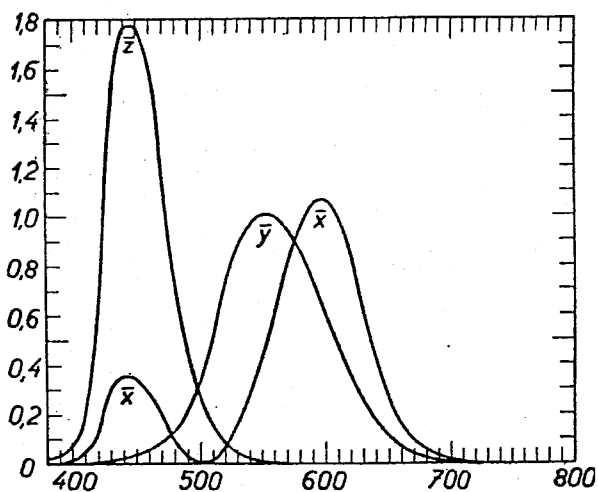
Obr. 6 Optické klamy I



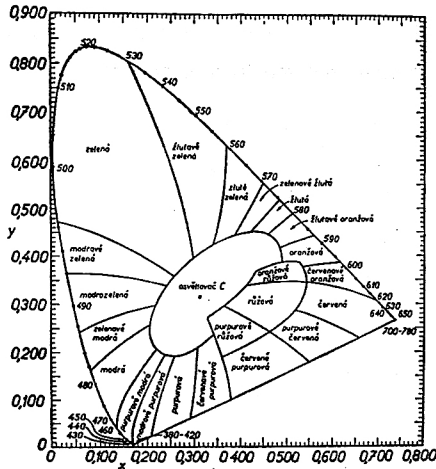
Obr. 7 Optické klamy II



Obr. 8 Spektrální závislosti relativní citlivosti čípků R, G, B



Obr. 9 Křivky citlivosti oka k základním spektrálním barvám



Obr. 10 Diagram chromatičnosti

Tabulka k modelu xy

$\lambda(\text{nm})$	x	y	$\lambda(\text{nm})$	x	y
380	0,1741	0,0050	580	0,5125	0,4866
390	0,1738	0,0049	590	0,5752	0,4242
400	0,1733	0,0048	600	0,6270	0,3725
410	0,1726	0,0048	610	0,6658	0,3340
420	0,1714	0,0051	620	0,6915	0,3083
430	0,1689	0,0069	630	0,7079	0,2920
440	0,1644	0,0109	640	0,7190	0,2809
450	0,1566	0,0177	650	0,7260	0,2740
460	0,1440	0,0297	660	0,7300	0,2700
470	0,1241	0,0578	670	0,7320	0,2680
480	0,0913	0,1327	680	0,7334	0,2666
490	0,0454	0,2950	690	0,7344	0,2656
500	0,0082	0,5384	700	0,7347	0,2653
510	0,0139	0,7502	710	0,7347	0,2653
520	0,0743	0,8338	720	0,7347	0,2653
530	0,1547	0,8059	730	0,7347	0,2653
540	0,2296	0,7543	740	0,7347	0,2653
550	0,3016	0,6923	750	0,7347	0,2653
560	0,3731	0,6245	760	0,7347	0,2653
570	0,4441	0,5547	770	0,7347	0,2653
580	0,5125	0,4866	780	0,7347	0,2653

PŘEDNÁŠKA NA LETNÍ ŠKOLE

Planetky a jejich charakteristiky

Miroslav Randa, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

KEPLERŮV MODEL SLUNEČNÍ SOUSTAVY

planeta	a [AU]	poměr	poměr pro tělesa	pravidelná tělesa
Merkur	0,39			
Venuše	0,72	1,87	1,73	8stěn
Země	1,00	1,38	1,26	20stěn
Mars	1,52	1,52	1,26	12stěn
Jupiter	5,20	3,41	3,00	4stěn
Saturn	9,55	1,83	1,73	6stěn

TITIUS-BODEHO POSLOUPNOST

$a = 0,4 + 0,3 \cdot 2^k$ (Wurmovy koeficienty: 0,387; 0,293)

planeta	skutečná a	vypočtená a	pro k
Merkur	0,39	0,4	$-\infty$
Venuše	0,72	0,7	0
Země	1,00	1,0	1
Mars	1,52	1,6	2
?		2,8	3
Jupiter	5,20	5,2	4
Saturn	9,55	10,0	5
Uran (1781)	19,18	19,6	6
Neptun (1846)	30,06	38,8	7
Pluto (1930)	39,44	77,2	8

RŮST POČTU PLANETEK

číslo planety	dosaženo	jméno
1 000	XII/1924	Piazzia
2 000	III/1977	Herschel
3 000	II/1984	Leonardo
4 000	II/1989	Hipparchos
5 000	XI/1991	IAU
6 000	VI/1994	United Nations
7 000	VI/1996	Curie
8 000	XI/1997	Isaac Newton
9 000	VIII/1998	Hal
10 000	III/1999	Myriostos
11 000	VII/1999	
12 000	X/1999	
13 000	I/2000	
14 000	III/2000	
15 000	V/2000	CCD
16 000	VII/2000	
17 000	IX/2000	
18 000	X/2000	
19 000	XI/2000	
20 000	I/2001	Varuna
21 000	II/2001	
22 000	II/2001	
23 000	III/2001	
24 000	IV/2001	
25 000	VI/2001	
26 000	VI/2001	

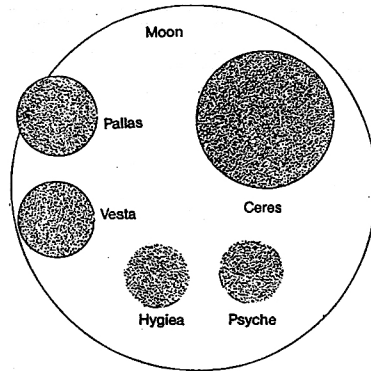
Randa: Planetky a jejich charakteristiky

NEJJASNĚJŠÍ PLANETKY

planetka	albedo	střední magnituda
(4) Vesta	0,38	6,8
(1) Ceres	0,10	7,6
(2) Pallas	0,14	8,6
(7) Iris	0,16	9,4
(6) Hebe	0,17	9,4
(15) Eunomia	0,19	9,5
(8) Flora	0,15	9,6
(3) Juno	0,16	9,7
(9) Metis	0,14	9,9
(20) Massalia	0,17	10,1

NEJVĚTŠÍ PLANETKY

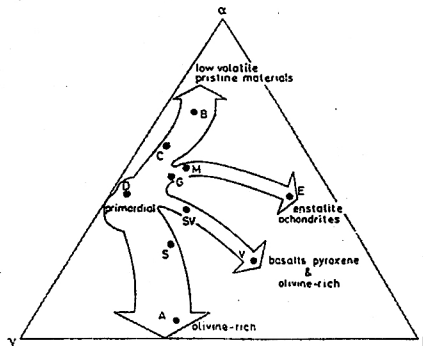
planetka	velikost [km]	hmotnost
(1) Ceres	960 x 932	$8,7 \cdot 10^{20}$ kg
(20 000) Varuna	900	
(2) Pallas	570 x 525 x 482	$3,2 \cdot 10^{20}$ kg
(4) Vesta	530	$3,0 \cdot 10^{20}$ kg
(10) Hygiea	429	$9,3 \cdot 10^{19}$ kg
(511) Davida	337	
(704) Interamnia	333	
(52) Europa	312	
(10 199) Chariklo	300	
(15) Eunomia	272	$8,3 \cdot 10^{18}$ kg
(87) Sylvia	271	
(16) Psyche	264	
(31) Euphrosyne	248	
(65) Cybele	245	



TYPY PLANETEK PODLE JEJICH SLOŽENÍ

typ	popis (albedo)	poznámka
C-typ	uhlíkové (velmi tmavé – albedo 0,03)	75 % známých planetek
S-typ	křemičitanové (světlé – albedo 0,10–0,22)	17 % známých planetek
M-typ	kovové (světlé – albedo 0,10–0,18)	6 %
E-typ	enstatické achondrity (albedo 0,35)	enstatit = $MgSiO_3$
V-typ	pyroxeno-olivínové bazalty (albedo 0,23)	
A-typ	olivínové bazalty	olivín = $(Mg, Fe)_2 SiO_4$
D-typ	červenější než C, velmi tmavé, původní (Trojané)	

další vzácné typy (P, B, G, R apod.)



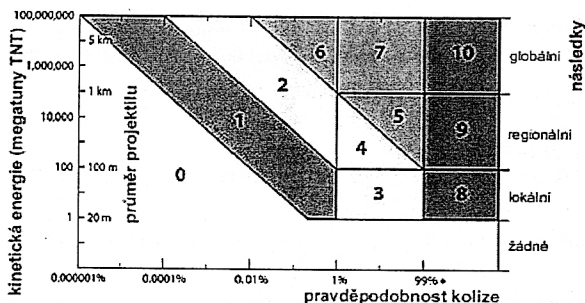
ROZDĚLENÍ PLANETEK PODLE VZDÁLENOSTI OD SLUNCE

skupina planetek	charakteristika
Aten-Apollo-Amor	dráhy v okolí Země (NEA, NEO – 500)
	200 PHA ($r > 180$ m, blíže než 0,05 AU)
křížiči Marsu	protínají dráhu Marsu
hlavní pás planetek	mezi Marsem a Jupiterem, asi třetina soustředěna v rodinách:
	Flora ($a \sim 2,2$ AU; více než 400 členů)
	Koronis ($a \sim 2,9$ AU; asi 50 členů, Ida)
	Eos ($a \sim 3,0$ AU; asi 75 členů)
	Themis ($a \sim 3,1$ AU; asi 65 členů)
	Hilda ($a \sim 3,9$ AU); Thule ($a \sim 4,3$ AU)
Trojané	$a \sim 5,2$ AU
Kentauroi	za drahou Jupitera
transneptunická tělesa	za drahou Neptuna (nyní více než 200)

NEJVĚTŠÍ KRÁTERY NA ZEMI

kráter	poloha	velikost	stáří
Vredefort	Jižní Afrika	300 km	2 miliard let
Sudbury	Kanada	250 km	1,9 miliard let
Chicxulub	Mexiko	170 km	65 milionů let
Manicougan	Kanada	100 km	214 milionů let
Popigai	Rusko	100 km	35 milionů let
Acraman	Austrálie	90 km	590 milionů let

NEBEZPEČÍ SRÁŽKY ZEMĚ S PLANETKOU



rozměr	četnost	důsledek
do 50 m	do 1 roku	většinou shoří v atmosféře
75 m	1 000 let	zničí město
160 m	5 000 let	zničí velkoměsto
350 m	15 000 let	zničí malý stát (Malta)
700 m	63 000 let	zničí střední stát (ČR)
1 700 m	250 000 let	zničí velký stát (Francie)
10 000 m	100 milionů let	globální katastrofa

LITERATURA, INTERNET

- [1] Pravec P.: *Pohled do světa planetek aneb Malý princ by se divil*. Ve: Havlík T. (red.): *Příběhy planetek a komet*. Hvězdárna a planetárium VŠB, Ostrava 1995, str. 10.
- [2] <<http://cfa-www.harvard.edu/cfa/ps/mpc.html>> IAU: Minor Planet Center (anglicky).
- [3] <<http://planetky.astro.cz/>> Planetky z našich luhů a hájů (česky).
- [4] <<http://www.hvezdcb.cz/>> Hvězdárna a planetárium České Budějovice (česky).
- [5] <<http://earth.agu.org/revgeophys/claeys00/node7.html>> Chicxulub Crater (anglicky).
- [6] <<http://seds.lpl.arizona.edu/nineplanets/nineplanets/>> The Nine Planets (anglicky).
- [7] <<http://www.solarviews.com/eng/asteroid.htm>> Asteroid Introduction – Views of the Solar System (anglicky).
- [8] <<http://neo.jpl.nasa.gov/orbits/>> Orbits (anglicky).
- [9] <<http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/PHACloseApp.html>> PHA Close Approaches To The Earth (anglicky).
- [10] <<http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/Closest.html>> Closest Approaches to the Earth by Minor Planets (anglicky).
- [11] <<http://www.ifa.hawaii.edu/faculty/jewitt/kb.html>> Kuiper Belt (anglicky).
- [12] <<http://www.ifa.hawaii.edu/faculty/jewitt/kb/plutino.html>> The Plutinos (anglicky).
- [13] <<http://www.flag.wr.usgs.gov/USGSFlag/Space/nomen/asteroids/astesysTOC.html>> Asteroids nomenclature table of contents (anglicky).
- [14] <<http://near.jhuapl.edu/>> Near Earth Asteroid Rendezvous mission (anglicky).

Historický vývoj poznatků o kometách

Miroslav Randa, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

VÝVOJ POZNATKŮ O KOMETÁCH

Aristoteles (384–322 př. n. l.):

Komety jsou suché a horké výpary Země, které stoupají vzhůru, zahušťují se a jsou zapáleny Sluncem.

Seneca (4 př. n. l.–65 n. l.):

Komety jsou nebeská tělesa podobná planetám.

Regiomontanus (1436–1476):

Kometa 1472 při průchodu perihelium velice zrychlila svůj pohyb, její ohon (30 stupňů dlouhý) se za 24 hodin stočil o 30 stupňů!

V roce 1533 se pokouší určit vzdálenost komety – neúspěšně.

Tadeáš Hájek z Hájku (1525–1600):

Kometa 1577 je zhruba čtyřikrát dále než Měsíc (spolupráce s Tychohem Brahe).

Tycho Brahe (1546–1601):

Kometa 1577 je nejméně ve čtyřnásobně větší vzdálenosti než Měsíc (pozorována současně z Čech a Dánska).

Edmund Halley (1656–1742):

Kometa z roku 1682 má stejnou dráhu jako Keplerem pozorovaná kometa z roku 1607; totéž platilo i pro kometu z roku 1532 a 1456, proto předpověděl její návrat na rok 1758, kometa se ovšem opozdila (1759): Saturn 100 dní, Jupiter 500 dní.

Heinrich Wilhelm Olbers (1758–1840), Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846)

1812/1836: ohony komet jsou tvořeny prachovými částicemi odpuzovanými od Slunce.

Francois Arago (1775–1836):

Změřil polarizaci světla komety 1819: jedná se o záření Slunce rozptýlené materiálem komety.

Paul Swings (1906–1983):

1940: ionty pozorované v komě nemohou být volně obsaženy v kometárních jádrech, ale pocházejí z „mateřských“ molekul vody, čpavku, metanu.

Hannes Alfvén (1908–1995):

1957: iontové ohony komet jsou odpuzovány částicemi slunečního větru.

Jan Hendrik Oort (1900–1992):

1950: zásobárnou dlouhoperiodických komet je zhruba sféricky symetrický oblak s rozměry 20 000–200 000 AU, Oortův oblak.

Gerard Peter Kuiper (1905–1973):

1951: zásobárnou krátkoperiodických komet je pás s rozměry 50–100 AU, Kuiperův pás.

přímý průzkum kometárních jader:

1985: ICE zkoumala ohon komety 21P/Giacobini-Zinner.

1986: sondy Giotto a VEGA (dvě) zkoumaly jádro komety 1P/Halley.

DRÁHY KOMET (STAV K ROKU 1996)

Celkem 883 komet v katalogu kometárních drah (Brian Marsden)

162 komet perioda do 20 let

25 komet perioda mezi 20 a 200 lety

213 komet perioda nad 200 let

eliptická dráha

347 komet

parabolická dráha

138 komet

hyperbolická dráha

(excentricity pouze nepatrně větší než 1 – maximální excentricita: 1,057 pro kometu C/1980 E1 Bowell; způsobeno jednak gravitačními poruchami obřích planet, jednak negravitačními silami při průchodu perihelem. **Žádná kometa nepochází z oblastí mimo sluneční soustavu!**)

ROZDĚLENÍ KOMET

krátkoperiodické

perioda menší než 200 let

zásobárna: Kuiperův pás (~50–100 AU)

rovina dráhy svírá s ekliptikou malý úhel (do 20°)

kometry, které zůstaly během vývoje sluneční soustavy na stabilních drahách

dlouhoperiodické

perioda větší než 200 let

zásobárna: Oortův oblak (do ~100 000 AU)

úhel sklonu dráhy je libovolný

vznikly uvnitř dráhy Neptuna, ale byly vymrštěny na velmi protáhlé dráhy

OZNAČOVÁNÍ KOMET (ZAVEDENO V ROCE 1995)

C/ kometa s periodou větší než 200 let

P/ kometa s periodou menší než 200 let

X/ kometa s neurčenou dráhou

D/ kometa, která se ztratila (rozpadla)

B pořadí kalendářního půlměsíce, v němž byla kometa objevena

2 pořadí objevu komety v intervalu daném předchozím písmenem

jméno podle prvních tří nezávislých objevitelů

Příklady: 76P/West-Kohoutek-Ikemura

C/1996 B2 Hyakutake

STRUKTURA KOMET

Kometární jádra

pro pozemská pozorování nedostupná (příliš malá, přezářená komou); pozorování možné

pouze daleko od Slunce, případně s využitím sond

průměr 1–40 km (Hale-Bopp); nepravidelný, často protažený tvar

hustota pouze 500–1200 kg · m⁻³, porézni materiál

pevná tělesa, velice křehká

rotace pomalá (hodiny až dny); známa však jen pro několik komet

velice tmavá tělesa (albedo asi 0,04)

mateřské molekuly: H₂O – 80 %, CO, CO₂, CH₃OH, CH₄, NH₃, HCN apod.

Koma (kometární atmosféra)

obsahuje radikály, atomy, ionty (CN, CH, C₂, C₃, NH, NH₂, OH, O, OH⁺, CO⁺ apod.) – dceřinné molekuly (uvolněny z jádra ultrafialovým zářením)

rychlost expanze plynu z jádra ~ 1 km · s⁻¹ ve vzdálenosti 1 AU od Slunce, strhává s sebou prachové částice

hustota asi 10¹¹ cm⁻³ při povrchu jádra

teplota 10–100 K

při vzdálenostech do 4 AU (140 K) rozhodující sublimace vody (ledu), ve větších vzdálenostech CO

aktivní oblast tvoří asi 20 % povrchu jádra

Kometární ohony

Typ I (iontový):

přímý, dlouhý, úzký (při vzdálenosti menší než 2 AU)

tvořen nabitými částicemi (H₂O⁺, CO⁺, CO₂⁺, OH⁺ apod.)

urychleny na rychlosti ~ 100 km · s⁻¹

Typ II (prachový):

zakřivený, někdy se může promítat směrem ke Slunci

tvořen prachovými částicemi

Sodíkový ohon:

pozorován u komety Hale-Bopp jako přímý ohon

patrně způsoben fluorescencí sodíkového dubletu

KOMETY A NĚKTERÉ METEORICKÉ ROJE

meteorický roj	kometa	datum
Aquaridy	1P/Halley	28. 7.
Perseidy	109P/Swift-Tuttle	12. 8.
Orionidy	1P/Halley	22. 10.
jižní Tauridy	2P/Encke	3. 11.
severní Tauridy	2P/Encke	13. 11.
Geminidy	(3200) Phaeton	14. 12.

LITERATURA A INTERNET

- [1] Pravec P.: *Pohled do světa planetek aneb Malý princ by se divil*. Ve: Havlík T. (red.): *Příběhy planetek a komet*. Hvězdárna a planetárium VŠB, Ostrava 1995.
- [2] <<http://encke.jpl.nasa.gov/>> *Comet Observation Home Page* (anglicky).
- [3] <<http://www.maa.mhn.de/Comet/>> *Comets & Meteor Showers* (anglicky).
- [4] <<http://www.bdl.fr/s2p/hyakutake.html>> *P/Hyakutake, Pic du Midi* (anglicky).
- [5] <<http://www.sipe.com/halebopp/>> *Comet Hale-Bopp* (anglicky).
- [6] <<http://www.windows.ucar.edu/cgi-bin/tour.cgi?link=/comets/linear.html>> *Comet Linear* (anglicky).

Ověření 2. pohybového zákona na upraveném Atwoodově padostroj

Václav Havel, Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň

Úkol

Ověřte závislost $a = \frac{F}{m}$ na upraveném padostroj pro 3 hodnoty síly.

Pomůcky

Upravený Atwoodův padostroj, zdroje napětí, přivažky, 3 čítače.

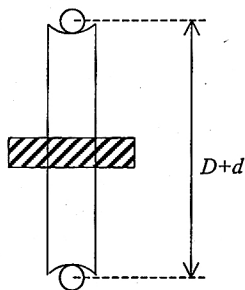
Výklad

Slabou stránkou činnosti Atwoodova padostroje bylo měření času i měření dráhy. Oboje se opíralo o stanovení koincidencí dvou událostí sluchem nebo zrakem. Modernizace padostroje spočívá v dokonalejším snímání polohy a elektronickém měření časových intervalů. Snímání polohy se uskutečňuje tak, že kladka padostroje je upevněna na ose optického snímače otočení. Byl vybrán typ snímače, který na 1 otáčku dává 360 impulsů. Na jeden úhlový stupeň tedy případně jeden impuls. Průměr kladky D zvolíme tak, aby otočení o 1 stupeň odpovídalo posunutí o 1 mm. Označíme-li d průměr užitého vlákna (obr. 1), bude platit

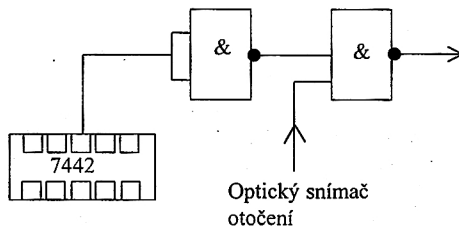
$$\frac{\pi \cdot (D+d)}{360} = 1.$$

Po dosazení vychází $(D+d) = 114,6$ mm. To je přiměřená a pro tyto přístroje přípustná hodnota. Při dodržení těchto vypočtených rozměrů odpovídá 1 impulsu snímače 1 mm.

Měření času se odehrává s velkou přesností tak, že z přesného, křemenným krystalem řízeného oscilátoru s frekvencí 1 MHz se po dělení kmitočtu získá základní frekvence 10 Hz. Impulsy této frekvence jsou přivedeny na dekodér z kódu BCD na kód desítkový (integrováný obvod typu 7442). Každý z výstupů tohoto obvodu je aktivní (dosahuje logické nuly) po dobu 0,1 s. Je-li i -té číslo (jedno z 9) připojeno přes invertor (obr. 2) na řídicí hradlo NAND, prochází signál ze snímače do čítače právě po dobu jedné desetině sekundy.



Obr. 1



Obr. 2

Rychlost pádu závaží (měřená v $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) v i -té desetině sekundy je dána číselným vztahem

$$v_i = \frac{n_i}{100}. \quad (1)$$

Zde n_i je počet impulsů registrovaných čítačem. Předpokládáme použití tří čítačů. Snadno lze změřit i zrychlení. To provedeme tak, že pro tři časové intervaly (od začátku pohybu 0,2 s, 0,5 s, 0,8 s) stanovíme rychlost podle vztahu (1). Měření dráhového úseku se vždy provádí po dobu 0,1 s.

$$\Delta s_1^{(1)} = s(0,2) - s(0,1) = \frac{a}{2} \cdot \left[(t+2 \cdot T)^2 - (t+T)^2 \right] = \frac{a}{2} \cdot T \cdot (2 \cdot t + 3 \cdot T);$$

$$\Delta s_2^{(1)} = s(0,5) - s(0,4) = \frac{a}{2} \cdot \left[(t+5 \cdot T)^2 - (t+4 \cdot T)^2 \right] = \frac{a}{2} \cdot T \cdot (2 \cdot t + 9 \cdot T);$$

$$\Delta s_3^{(1)} = s(0,8) - s(0,7) = \frac{a}{2} \cdot \left[(t+8 \cdot T)^2 - (t+7 \cdot T)^2 \right] = \frac{a}{2} \cdot T \cdot (2 \cdot t + 15 \cdot T).$$

Pro druhé diference potom obdržíme

$$\Delta s_1^{(2)} = \Delta s_2^{(1)} - \Delta s_1^{(1)} = 3 \cdot a \cdot T^2$$

$$\Delta s_2^{(2)} = \Delta s_3^{(1)} - \Delta s_2^{(1)} = 3 \cdot a \cdot T^2$$

Je zřejmé, že druhé diference jsou konstantní a je možno z nich vypočítat zrychlení

$$a = \frac{\Delta s^{(2)}}{3 \cdot T^2}.$$

Pohybovou rovnici můžeme zapsat jako

$$(M + m_k + m_p) \cdot a = m_p \cdot g. \quad (2)$$

Zde M je celková hmotnost obou závaží, m_k , m_p jsou ekvivalentní hmotnost kladky, jejíž hodnota je 121,6 g a hmotnost přivažku. Pro každý přivažek (a tím i sílu) udáme zrychlení naměřené a vypočtené podle vztahu (2). Výpočet se opět provede v Excelu a obě zrychlení se zobrazí jako funkce síly.

Postup měření

1. Zapojte obvody k ovládání Atwoodova padostroje, vše pečlivě zkontrolujte. Na pravé závaží připevněte jeden přivažek. Zapište si do tabulky I jeho hodnotu a hmotnosti obou velkých závaží.
2. Zapněte síťové spínače všech zdrojů a čítačů. Levé závaží uchyťte elektromagnetem.
3. Vynulujte všechny čítače.
4. Sepněte spínač do polohy „měření“ a v okamžiku, kdy se rozsvítí zelená svítivka opět do původní polohy. Zapište údaje čítačů do tabulky I. Měření opakujte 10krát.

Tabulka I

Přívazek $m =$ g Přívazek $m =$ g Přívazek $m =$ g

Měř.č.	n_1	n_2	n_3	n_1	n_2	n_3	n_1	n_2	n_3
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

5. Přidejte další přívazek a opakujte postup od bodu c).
6. Po skončení měření vypněte síťové spínače všech přístrojů.

Zpracování výsledků měření

Naměřené hodnoty přepište do programu Excel. Pro každý přívazek vypočtete zrychlení z kinematického měření a ze vztahu (2). Vytiskněte výsledný graf.

Měření na ladičkách a varhanních píšťalách

Josef Petřík, *Fakulta pedagogická ZČU v Plzni*

Úkol

Ověřte měřením délku stojaté vlny vznikající v korpusu ladičky a varhanní píšťale. Výsledek porovnejte se skutečnou délkou obou korpusů.

Potřeby

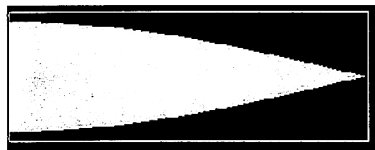
Měření bude prováděno pouze s pomocí běžné zvukové karty do počítačů, s programovým vybavením vyvinutým na KOF ZČU v Plzni a dostupným ihned pro případné zájemce.

Výklad

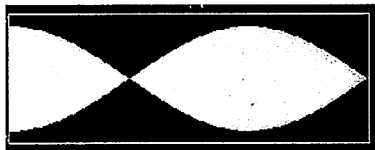
Tónem nazýváme zvuk, vznikající v klasických hudebních nástrojích periodickým kmitáním pružných dřevěných plátků (klarinet), kovových listových pružin (harmoniky, ladičky), hudebníkových rtů (trubky), strun (housle, klavíry, kytary), umělých či přírodních blan (tympány) atd. Tóny vznikají i nárazem proudu vzduchu na ostrou hranu otvoru (píšťaly u varhan).

Na vzniku a trvání tónu se u klasických hudebních nástrojů podílejí další fyzikální děje jako mechanická rezonance ozvučných skříněk nástrojů, stojaté vlnění vznikající v trubicích dechových nástrojů a Helmholtzovy rezonátory. Tyto fyzikální děje zesilují některá pásma kmitočtů (formanty).

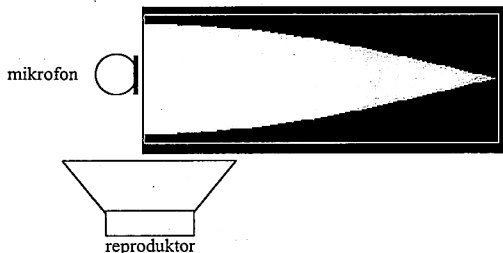
U běžné samotné kovové ladičky tvaru U je při rozechvění gumovým kladívkem vydáván tón velmi slabý a brzy zaniká. Zasunutím ladičky do příslušné ozvučné skřínky dojde k mnohonásobnému zesílení vydávaného tónu. Tento jev je způsoben částečně přenesením mechanických kmitů ladičky na korpus skřínky, ale hlavně vznikem stojaté vlny uvnitř korpusu. Ten bývá obvykle navržen jako trubice uzavřená na jednom konci. Vlivem odrazu na tzv. pevném konci bodové řady vzniká stojatá vlna, jejíž největší délka odpovídá čtyřnásobku délky trubice (obr. 1). V trubici může vzniknout odrazem na pevném konci i stojatá vlna znázorněná na obr. 2 i další liché násobky čtvrtin vlnové délky.



Obr. 1



Obr. 2



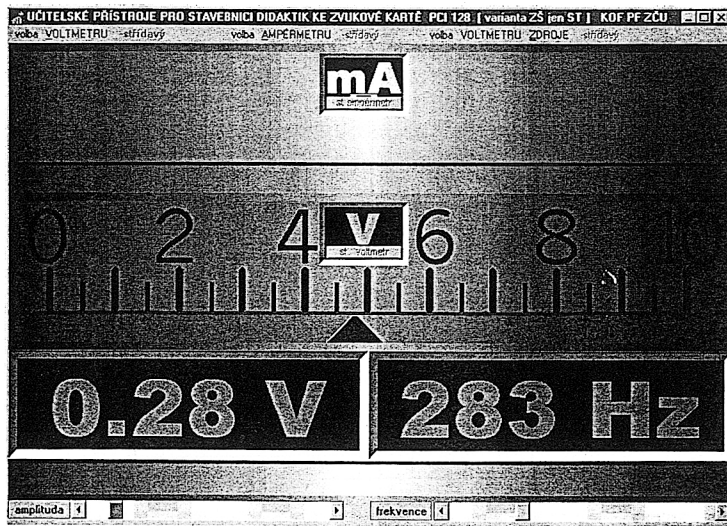
Obr. 3

Stojaté vlny v korpuu ladičky je možné vybudit i pomocí reproduktoru, napájeného z generátoru konstantní amplitudy a proměnné frekvence, jak je ukázáno na obr. 3.

Podobný jev je možné vyvolat i u uzavřené varhanní píšťaly a opět vybudit stojaté vlny pomocí reproduktoru místo třecích tónů u skutečných varhan.

Postup měření

Měření provádíme pomocí zvukové karty a programového vybavení vytvořeného na katedře, které využívá zvukovou kartu jako analogový voltmetr měřící výstupní napětí z mikrofonu a jako výkonový generátor harmonického průběhu nastavitelné amplitudy a frekvence na (viz obr. 4).



Obr. 4

1. Ověřte lineární závislost výstupního napětí mikrofonu (a tedy i intenzity zvukového pole) na frekvenci budicího generátoru v rozsahu frekvencí 100 Hz až 500 Hz, přibližně tedy v pásmu, kde mají ležet maxima stojatých vln.
2. Na reproduktor položte korpus ladičky a měňte frekvenci generátoru v rozsahu cca 400 Hz až 500 Hz a nalezněte maximum. Vypočtěte vlnovou délku pro toto maximum a porovnejte ji s rozměry korpusu.
3. Měření opakujte pro uzavřenou varhanní píšťalu a frekvenci měňte v rozsahu 150 Hz až 300 Hz. Opět nalezněte maximum a proveďte stejný výpočet a porovnání.
4. Měření se pokuste zopakovat i pro stejnou píšťalu otevřenou a proveďte diskusi naměřených hodnot.

Příklad tabulky naměřených hodnot

f (Hz)	U_{mikrof} – ladička	U_{mikrof} – píšťala uzavřená	U_{mikrof} – píšťala otevřená

Určení magnetického momentu železného elipsoidu magnetometrem

Václav Havel, Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň

Úkol

Měřením zjistíte magnetický moment železného rotačního elipsoidu a stanovte magnetizaci.

Potřeby

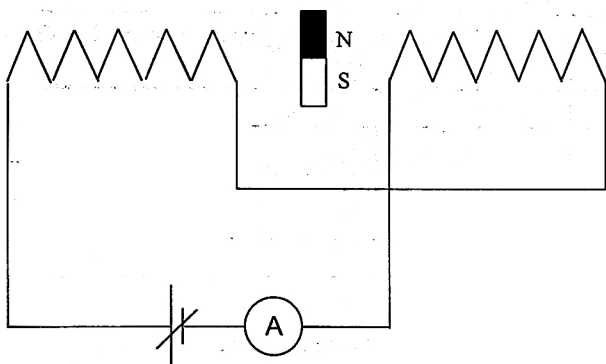
Železný elipsoid ($a = 7,5 \text{ cm}$, $b = 1,5 \text{ cm}$), 2 magnetizační cívky, proudový zdroj do 10 A, ampérmetr, přesná magnetka, délkové měřítko.

Výklad

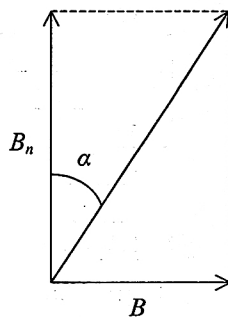
Elipsoid má schopnost homogenního zmagnetování. Na rotační ose elipsoidu ve vzdálenosti r od jeho středu je magnetická indukce dána vztahem (I. Gaussova poloha)

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\frac{2 \cdot \vec{m}}{r^3} \right). \quad (1)$$

Elipsoid je vložen do jedné cívky magnetometru (obr. 1). Osa magnetometru musí být kolmá na magnetický poledník.



Obr. 1



Obr. 2

Obě cívky magnetometru jsou umístěny tak, že když v žádné z nich není feromagnetické těleso, je jejich účinek na magnetku vykompenzován. Po vložení elipsoidu bude na magnetku působit výsledné magnetické pole, jehož magnetická indukce je dána vztahem (1). Tato magnetická indukce se skládá s horizontální složkou zemské magnetické indukce, jejíž hodnota je v naší oblasti asi $19,5 \mu\text{T}$. Označíme-li úhel mezi výslednicí tohoto složení a magnetickým poledníkem jako α (obr. 2), bude

$$B = B_h \cdot \text{tg } \alpha. \quad (2)$$

Ze vztahů (1), (2) můžeme snadno vypočítat magnetický moment. Magnetizace je určena vztahem $M = \frac{m}{V}$, kde V je objem tělesa. Pro rotační elipsoid platí jednoduchý vztah

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot a \cdot b^2, \quad (3)$$

kde a je velká (rotační) poloosa elipsoidu. Magnetický moment musí být vyjádřen v $A \cdot m^2$, objem v m^3 .

Postup měření

1. Sestavte a zapojte aparaturu podle obr. 1.
2. Vzdálenost magnetky od středů cívek nastavte asi na 65–70 cm. Magnetka musí ležet na ose cívek a ukazovat na sever.
3. Zapněte síťový spínač zdroje a nastavte proud na 6 A. Vzdálenost cívek od magnetky nastavte tak, aby magnetka ukazovala na nulu stupnice.
4. Proud vypněte a nechte cívku ochladit.
5. Do levé cívky vložte elipsoid tak, aby jeho střed ležel přesně ve středu cívky. K tomu slouží pomocný váleček, jehož pomocí se elipsoid zasune do cívky.
6. Změřte vzdálenost r středu elipsoidu od osy magnetky.
7. Zapněte proud v obvodu a nastavte jeho velikost opět na 6 A. Odečtěte výchylku magnetky. Výsledky запиšte do tabulky. Proud vypněte a po chvíli měření opakujte. Proveďte celkem 5 měření.

Tabulka

$r =$ $I =$

Měření č.	Výchylka magnetky	Magnetický moment	Magnetizace
1			
2			
3			
4			
5			
Průměrné hodnoty			

Zpracování výsledků měření

Měření zpracujte pomocí programu Excel. Doplňte tabulku.

Měření nasycené magnetizace železa a výpočet efektivního magnetického momentu železnatého iontu

Václav Havel, Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň

Úkol

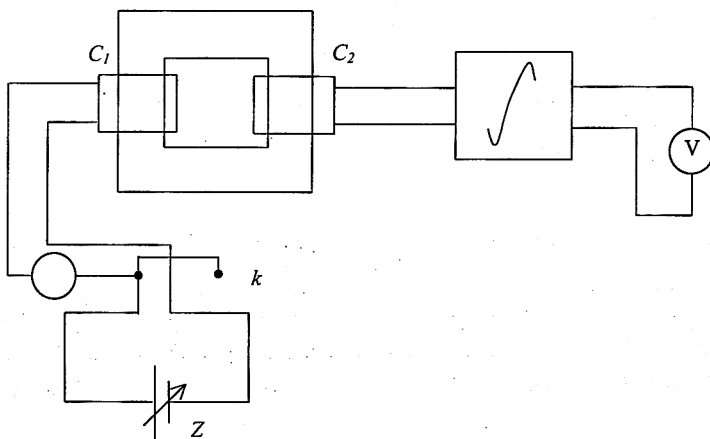
Zjistěte nasycenou magnetickou indukci železa a jeho nasycenou magnetizaci. Vypočítejte z této hodnoty efektivní počet Bohrových magnetonů připadajících na jeden iont železa.

Potřeby

Magnetický obvod sestavený z magneticky měkkého železa a opatřený magnetizační a měrnou cívkou, regulovatelný zdroj stejnosměrného napětí, komutátor, integrátor, voltmetr, ampérmetr, spojovací vodiče.

Výklad

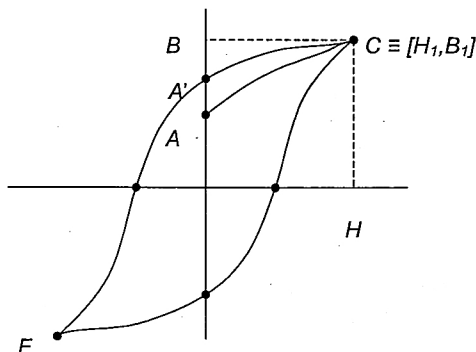
Aparatura je zapojena podle schématu na obr. 1,



Obr. 1

C_1 je magnetizační cívka, napájená výkonným regulovatelným zdrojem Z , který je k cívce připojen přes komutátor k . Měrná cívka C_2 je připojena k integrátoru, jehož výstupní napětí je měřeno voltmetrem.

Předpokládáme, že výchozí magnetický stav železa je určen bodem A na obr. 2. Zvýšíme-li dostatečně intenzitu magnetického pole H (tím, že proud v magnetizační cívce zvýšíme na 15 A), přejde magnetický stav do bodu C (obr. 2).



Obr. 2

Při tomto procesu se v měrné cívce indukuje napětí, které je dáno vztahem

$$u = -n_2 \cdot \frac{d\Phi}{dt}. \quad (1)$$

Zde n_2 je počet závitů měrné cívky a $\Phi = B \cdot S$ je magnetický indukční tok v železe, přičemž B je magnetická indukce, S průřez železného jádra. Napětí udané vztahem (1) se integruje, takže na výstupu integrátoru je napětí

$$U_1 = k \cdot n_2 \cdot \Phi_1, \quad (2)$$

kde $\Phi_1 = B_1 \cdot S$. Ve vzorci (2) k představuje integrační konstantu integrátoru. Jakmile magnetizace dosáhne nasycení, zvyšuje se napětí na výstupu integrátoru jen nepatrně. Tím je určena poloha bodu C. Změříme toto napětí, příslušný proud.

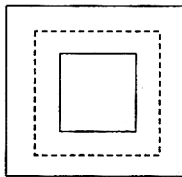
Snížíme-li proud v magnetizačním obvodu na nulu, přejde magnetický stav do bodu $A' \equiv [0, B_r]$. Potom komutujeme směr proudu a zvyšujeme napětí, až proud opět dosáhne hodnoty I_1 . Voltmetr ukáže hodnotu $U_2 = -k \cdot n_2 \cdot \Phi_1$. Z rozdílu napětí $\Delta U = U_1 - U_2$ potom vypočteme

$$B = \frac{|\Delta U|}{2 \cdot k \cdot n_2 \cdot S}. \quad (3)$$

Je-li bod C správně zvolen, představuje tato hodnota magnetickou indukci při nasycení. Příslušnou intenzitu magnetického pole určíme ze vztahu

$$H = \frac{n_1 \cdot I_1}{l}, \quad (4)$$

kde n_1 je počet závitů magnetizační cívky a l střední délka magnetické indukční čáry (na obr. 3 vyznačena čárkovaně).



Obr. 3

Mezi intenzitou magnetického pole H , magnetizací M a magnetickou indukcí B platí vztah

$$B = \mu_0 \cdot (H + M),$$

kde μ_0 je permeabilita vakua. Odtud potom

$$M = \frac{B}{\mu_0} - H. \quad (5)$$

Dosadíme-li sem B_1, H_1 , což jsou hodnoty, o nichž jsme předpokládali, že náleží bodu C (magnetické nasycení), obdržíme nasycenou magnetizaci. Známe-li nasycenou magnetizaci, můžeme vypočítat i efektivní magnetický moment připadající na jeden železnatý iont podle vztahu

$$M_s = N \cdot n_{ef} \cdot \mu_B, \quad (6)$$

kde N je počet iontů v objemové jednotce, μ_B je Bohrovův magneton a n_{ef} je efektivní počet Bohrových magnetonů na jeden iont. Pro N platí

$$N = \frac{\rho}{M_{mol}} \cdot N_A, \quad (7)$$

kde ρ, M_{mol}, N_A jsou po řadě hustota, molární hmotnost a Avogadrovo číslo. Po dosazení $N = 8,472 \cdot 10^{28}$. Efektivní počet Bohrových magnetonů nemusí být celým číslem, neboť 3d-elektrony v iontech železa jsou částečně delokalizovány a pásmová teorie dává pro n_{ef} hodnotu asi 2,2.

Postup měření

1. Změřte rozměry obdélníkového průřezu jádra a označte je a, b . Měření proved'te 10krát a zapište do tabulky I.
2. Změřte střední délku magnetické indukční čáry. Výsledky zapište do tabulky I.
3. Zkontrolujte zapojení obvodu. Zapište si konstantu integrátoru. Zdroj napětí musí být nastaven na 0. Kondenzátor integrátoru zkratován spínačem (sepnut).
4. Zapněte síťové spínače všech zdrojů i voltmetru. Zkontrolujte, zda je rozsah voltmetru nastaven na 10 V.
5. Rozepte spínač integrátoru.
6. Pozvolna, ale plynule zvyšujte magnetizační proud až na hodnotu 15 A. Odečtěte napětí na voltmetru a zapište velikost proudu i napětí. **Pozor na znaménko napětí!**
7. Proud postupně snižte na 0.
8. Komutujte magnetizační proud a postupně opět zvyšujte proud na 15 A. Opět změřte proud i napětí.

$$I_1 = \dots\dots\dots, U_1 = \dots\dots\dots, I_2 = \dots\dots\dots, U_2 = \dots\dots\dots$$

9. Snižte magnetizační proud na nulu, sepněte spínač integrátoru. **Všechny operace v bodech 6–9 provádějte hbitě, aby se zbytečně nezahřívalo vinutí magnetizačních cívek!**
10. **Vypněte všechny spotřebiče!** Naměřené hodnoty pak zpracujte pomocí programu Excel.
11. **Pokuste se vysvětlit poněkud menší hodnoty naměřené magnetické indukce, magnetizace i efektivního magnetického momentu.**

Tabulka I

Měření č.	a (cm)	b (cm)	$S = a \cdot b$	ΔS	l (cm)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
průměr					

Experimentální určení vzájemné indukčnosti vázaných obvodů

Václav Havel, *Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň*

Úkol

Určete vzájemnou indukčnost solenoidu a na něm navlečené cívky.

Potřeby

Přípravek pro měření vzájemné indukčnosti, nízkofrekvenční voltmetr, odporový normál, nízkofrekvenční generátor, zesilovač, měřič frekvence, komutátor.

Výklad

Máme-li měřit vzájemnou indukčnost dvou vázaných obvodů, můžeme postupovat tak, že měříme napětí, které se indukuje v jednom obvodu, když druhým protéká proud známé velikosti a frekvence. Potom pro toto napětí platí

$$u_2 = -L_{21} \cdot \frac{di_1}{dt} \quad (1)$$

Dosadíme-li pro harmonicky proměnný proud

$$i = I_0 \cdot \cos \omega t, \quad (2)$$

dostáváme pro napětí

$$u_2 = L_{21} \cdot I_0 \cdot \omega \cdot \sin \omega t,$$

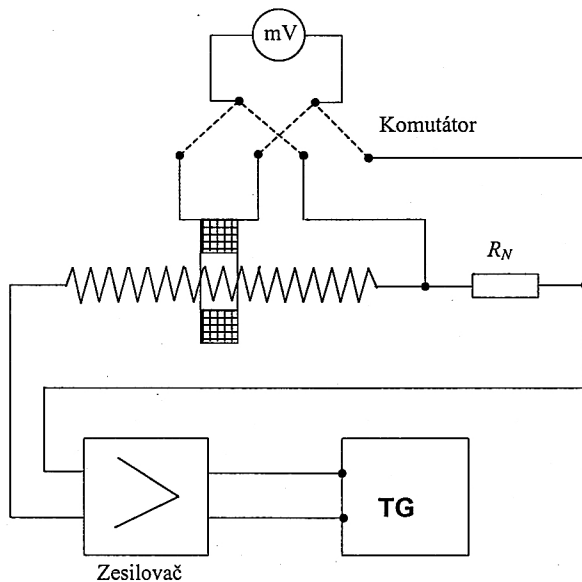
kde $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$. Přejdeme-li k efektivním hodnotám, bude

$$U_{2ef} = L_{21} \cdot \omega \cdot I_{1ef}. \quad (3)$$

Napětí měříme nízkofrekvenčním voltmetrem na svorkách cívky. Proud s vyšší frekvencí než síťovou se však měří obtížně. Proto proud budeme měřit tak, že stejným voltmetrem měříme napětí na bezindukčním odporu, jehož hodnotu přesně známe (odporový normál). Potom

$$L_{21} = \frac{U_{2ef} \cdot R_N}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U_{1ef}}. \quad (4)$$

Je tedy nutno měřit napětí indukované, napětí na odporové normálu a frekvenci. K měření napětí užíváme téhož voltmetru a k různým obvodům ho přepínáme pomocí komutátoru (obr. 1).



Obr. 1

Postup měření

1. Zapojte obvod podle schématu, nechte zkontrolovat a poté zapněte síťové spínače všech přístrojů.
2. Přesvědčete se, zda voltmetr je nastaven pro měření napětí na odporu. Nastavte frekvenci na 1 kHz a napětí na 1 V.
3. Komutátorem přepněte na měření napětí na odporovém normálu. Nastavte pomocí zesilovače napětí na 100 mV. Při všech měřeních budeme na odporovém normálu udržovat tuto hodnotu napětí. Změřte napětí indukované v cívce. Postupně zvyšujte frekvenci po 1 kHz a zapisujte do tabulky.
4. Výsledky zpracujte pomocí programu Excel.
5. Pokuste se vysvětlit závislost $L_{21}(f)$.

Tabulka

Měření č.	f (kHz)	U_2 (mV)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Měření magnetické indukce

Václav Havel, Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň

Úkol

Změřte průměrnou magnetickou indukci na čelní ploše tyčového magnetu.

Potřeby

Cívka pro snímání napětěového impulsu, převodník u/f , univerzální čítač, normál magnetické indukce, tyčový magnet.

Výklad

Jestliže je cívka umístěna do magnetického pole tak, že její plocha je kolmá na vektor magnetické indukce, je tzv. účinný magnetický tok dán vztahem $\Phi_u = k \cdot N \cdot S \cdot B$, kde k je koeficient, charakterizující geometrii cívky, N je počet jejích závitů, S střední plocha a B je magnetická indukce. Jestliže cívku přesouváme do místa, kde je magnetická indukce zanedbatelná, indukuje se v cívce napětí

$$u(t) = -\frac{d\Phi_u}{dt} \quad (1)$$

Provedeme-li časovou integraci, bude hodnota tzv. napětěového impulsu

$$\int_0^T u(t) dt = -[\Phi(T) - \Phi(0)] = k \cdot N \cdot S \cdot B, \quad (2)$$

neboť $\Phi(T) \rightarrow 0$. Mezi napětěovým impulsem a magnetickou indukci je tedy vztah

$$B = \alpha \cdot \int_0^T u(t) dt, \quad (3)$$

kde α je součinitel ($\alpha = \frac{1}{k \cdot N \cdot S}$). Provedeme-li měření nejprve v poli normálu, kde je magnetická indukce známa a má hodnotu B_N , bude platit

$$B_N = \alpha \cdot \int_0^T u_N(t) dt. \quad (4)$$

V poli neznámé indukce bude podobně

$$B = \alpha \cdot \int_0^T u(t) dt. \quad (5)$$

Ze vztahů (4) a (5) potom obdržíme

$$B = B_N \cdot \frac{\int_0^T u(t) dt}{\int_0^T u_N(t) dt}. \quad (6)$$

Problém měření magnetické indukce se převádí na určení napětěových impulsů. K jejich určení užijeme převodníku napětí frekvence. Toto zařízení dává na výstupu frekvenci, která je

úměrná vstupnímu napětí. Mezi počtem impulsů udaných čítačem a napětovým impulsem platí vztah

$$n = \beta \cdot \int_0^T u(t) dt, \quad (7)$$

kde β je součinitel. Označíme-li po řadě počet impulsů při měření v neznámém poli a v poli normálu n_x , n_N , bude

$$B = B_N \cdot \frac{n_x}{n_N}. \quad (8)$$

Postup měření

1. Cívku připojte na vstup převodníku u/f , jeho výstup na čítač.
2. Sepněte síťové spínače obou přístrojů.
3. Vložte měrnou cívku mezi póly normálu magnetické indukce.
4. Vynulujte čítač.
5. Plynule vytáhněte cívku a odečtěte údaj čítače. Údaj zapište do tabulky I.
6. Měření opakujte 10krát.
7. Cívku přiložte na čelo tyčového magnetu a vynulujte čítač.
8. Oddalte cívku a odečtěte údaj čítače.
9. Měření opakujte 10krát a výsledky zapisujte do tabulky I.
10. Pomocí programu EXCEL proveďte vyhodnocení měření.

Tabulka I

Měř. č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n_x										
n_N										

Zpětný rozptyl částic beta

Karel Rauner, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Úkol

Změte závislost počtu zpětně rozptýlených částic beta na protonovém čísle rozptylujícího prvku. Popište polynomicickou aproximací zjištěnou závislost. Pomocí získané závislosti určete složení přeložené slitiny stříbra a mědi.

Výklad

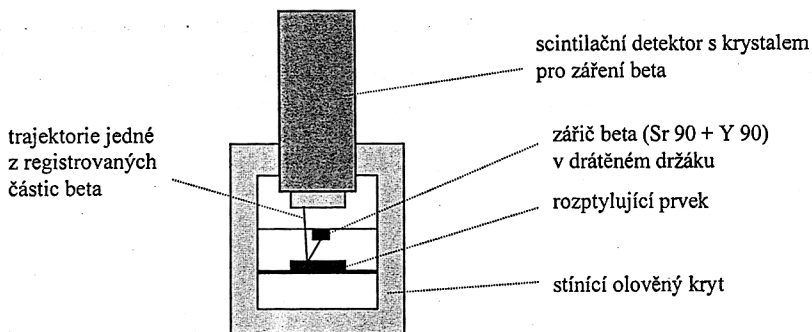
Částice beta z radioaktivního nuklidu jsou proudem velmi rychle letících elektronů. Jsou to výrazně relativistické částice, protože jejich kinetická energie bývá několik MeV, zatímco klidová energie elektronu je 0,511 MeV. Energetické spektrum beta částic je navíc spojité, což je dáno rozdělením energie radioaktivní přeměny mezi elektron a neutrino při přeměně neutronu v proton:



Interakce částic beta s hmotou jsou proto výrazně složitější a rozmanitější než interakce částic alfa. Hlavními interakcemi jsou:

- pružný rozptyl na elektronovém obalu,
- nepružný rozptyl na elektronovém obalu (ionizace, excitace),
- pružný a nepružný rozptyl na atomovém jádře,
- brzdné záření,
- Čerenkovovo záření.

Hmotnost částice beta je navíc velmi malá, proto se pohybují po složité trajektorii ve tvaru lomené čáry. Popsat kvantitativně závislost úhlu rozptylu na protonovém čísle Z rozptylujícího prvku je proto teoreticky velmi obtížné a v literatuře se s takovým vztahem nesetkáváme. V učebnicích kvantové mechaniky bývá popsán jen rozptyl monoenergetických elektronů nízkých energií. Z rozboru mechanismu rozptylu a z její hlavní příčiny – coulombovského pů-



Obr. 1

sobení elektronového obalu a jádra na elektron – je zřejmé, že za jinak stejných podmínek bude úhel rozptylu záviset na protonovém čísle rozptylujícího prvku. Čím větší bude protonové číslo vzorku, tím více se částice beta budou rozptylovat. Při rozptylu po průchodu vzorkem

o tloušťce menší, než je dolet částic, je nutné brát v úvahu koncentraci rozptylujících atomů, hustotu a tloušťku vzorku. Vyloučení těchto vedlejších parametrů se dosáhne měřením zpětného rozptylu, tj. rozptylu o úhly blízké 180° . I tento rozptyl je tím pravděpodobnější, čím je protonové číslo rozptylujícího materiálu větší. Toho se využívá i při výrobě zářičů – plošný radioaktivní vzorek se podkládá prvkem s velkým Z (olovem) a tak se dosahuje zvýšení aktivity zářiče až o 50 % [1].

Měření zpětného rozptylu částic beta se provádí v uspořádání podle obr. 1.

Potřeby

Scintilační detektor se zdrojem a zesilovačem, čítač, zářič β^- (Sr 90 + Y 90), drátěný držák na zářič, sada rozptylujících vzorků z různých prvků, vzorek ze slitiny Ag a Cu, počítač.

Postup při měření

1. Připravte scintilační detektor a čítač k měření podle přiloženého návodu.
2. Vyčkejte asi 5 minut k získání stabilních parametrů měřicí aparatury.
3. Zářič v drátěném držáku zasuňte do drážky oloveného stínícího domečku č. 3.
4. Měřením bez vzorku ověřte zanedbatelný vliv zpětného vyzařování zářiče, pozadí a rozptylu ve vzduchu a stěnách domečku (N_0). Měřte 10 s.
5. Podložku s 1. vzorkem zasuňte do drážky č. 6. Vzorek vždy vkládejte s příslušnou distanční podložkou, aby pro různé tloušťky vzorků zůstalo zachováno geometrické uspořádání.
6. Změřte počet rozptýlených částic s dobou měření 10 s (N_1).
7. Postup podle 5.–6. opakujte pro další vzorky. Změřené údaje (N_i) zapisujte spolu s označením použitého prvku.
8. Stejným způsobem změřte i vzorek ze slitiny Ag a Cu (stříbrnou minci) (N_s).
9. K eliminaci případné změny parametrů měřicí aparatury během měření celý postup od bodu 4. opakujte.

Zpracování výsledků měření

1. Z obou měření pro každý vzorek určete střední hodnotu a odečtete vliv okolí (průměrnou hodnotu podle bodu 4 postupu při měření).
2. Stavte tabulku s protonovými čísly vzorků a s naměřenými počty rozptýlených částic.
3. Vložte tabulku do vhodného tabulkového procesoru počítače (Excel).
4. Sestrojte závislost $N(Z)$ a aproximujte polynomem 3. stupně.
5. Sestrojte inverzní závislost $Z(N)$ a opět aproximujte polynomem 3. stupně.
6. Pomocí polynomu, získaného v bodu 5 zjistěte průměrné protonové číslo slitiny.
7. Vypočtete složení slitiny Ag + Cu.

Závěr a hodnocení

Zhodnoťte vliv okolí na výsledek měření (rozptyl stěnami stínícího krytu, zpětné vyzařování zářiče). Navrhněte další prvky, ze kterých by bylo možné zhotovit vzorky. Proč mají vzorky stejné rozměry, ale různou tloušťku? Lze dané měření provádět jako demonstrační pokus?

Literatura:

[1] Usačev S. a kol.: *Experimentální jadrová fyzika*. ALFA + SNTL, Bratislava 1982.

Pokusy s neutronovým zdrojem

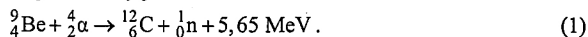
Karel Rauner, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Úkol

Změřte poločas rozpadu $^{116}_{49}\text{In}$. Ověřte existenci rezonance v závislosti účinného průřezu pro reakci (n, γ) na energii neutronu aktivací metodou pro absorbatory z india ve vodním moderátoru.

Výklad

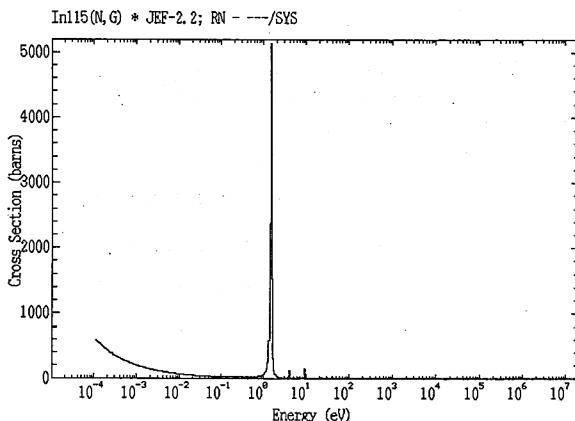
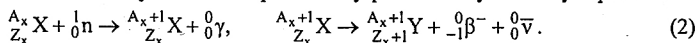
Am-Be zdroj neutronů uvolňuje neutrony jadernou reakcí



Zdrojem α -částic je transuran americiium 241 s poločasem rozpadu 432,2 roku. Energie α -částic je asi 5,4 MeV, což je postačující iniciační energie k uskutečnění jaderné reakce (1), což je v podstatě jaderná syntéza berylia a hélia s uvedeným energetickým ziskem. V používaném neutronovém zdroji se uvolňuje každou sekundu $6,8 \cdot 10^5$ neutronů. Neutron uvolněný z reakce (1) může získat energii až přes 10 MeV, neutrony z Am-Be zdroje jsou tedy neutrony **rychlými**.

Neutrony jako částice bez elektrického náboje mohou snadno vnikat do jader. Účinné průřezy jaderných reakcí vyvolaných neutrony jsou proto pravidelně větší než u reakcí vyvolaných nabitými částicemi. Pro naše měření je důležitá jaderná reakce typu (n, γ) , tedy pohlcení neutronu s následným vyzářením kvanta gama. Této reakci se říká radiální záchyt neutronu. Často vznikne touto reakcí jádro, které má proti stabilnímu nuklidu přebytek neutronů.

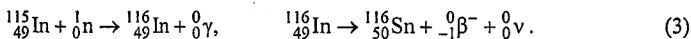
Nově vytvořené jádro je proto β^- -radioaktivní a přeměňuje se na nové jádro nuklidu, který je prvkem v periodické soustavě o jedno místo vpravo. Celý proces lze symbolicky zapsat



Obr. 1

Účinný průřez reakce typu (n, γ) výrazně závisí na energii neutronu. Pro rychlé neutrony je účinný průřez malý. Neutrony středních energií vykazují v závislosti účinného průřezu na energii rezonance. Při určitých energiích neutronu se pravděpodobnost reakce zvyšuje až o několik řádů. Tato skutečnost je potvrzením diskrétní struktury energií atomového jádra, k rezonanci dochází, má-li neutron energii blízkou rozdílu energetických hladin nového a původního jádra. Pro neutrony pomalé a tepelné (s energií $E \sim k \cdot T \sim 0,025 \text{ eV}$, kde k je Boltzmannova konstanta a T je termodynamická teplota) platí tzv. zákon $\frac{1}{v}$, podle kterého je účinný průřez nepřímě úměrný rychlosti neutronu.

Protože se v této úloze používá jako absorbátoru nuklidu $^{115}_{49}\text{In}$, mají reakce (2) konkrétní podobu:



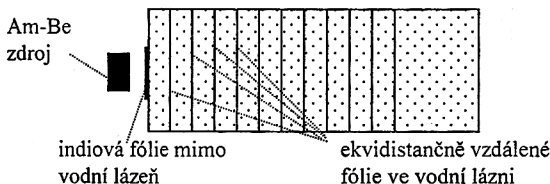
Účinný průřez pro radiační záchyt neutronu v $^{115}_{49}\text{In}$ závisí na energii neutronu podle obr. 1. ($1 \text{ bn} = 1 \text{ barn} = 10^{-28} \text{ m}^2$). Je vidět, že průběh vykazuje výraznou rezonanci pro energii 1,5 eV. Při nižších energiích je dobře patrná závislost podle zákona $\frac{1}{v}$, pro tepelné neutrony dosahuje účinný průřez 201 barnů. Celková pravděpodobnost radiačního záchytu neutronu při zpomalování je dána rezonančním integrálem, který je pro $^{115}_{49}\text{In}$ 3 208 bn. Porovnáním této hodnoty s účinným průřezem pro tepelné neutrony je zřejmé, že většina neutronů se absorbuje v okolí rezonance.

Reakci (n, γ) může vzniknout $^{116}_{49}\text{In}$ v excitovaném stavu (75 % případů), pak se přebytečná energie uvolňuje ve formě kvanta gama, případně v základním stavu (25 %). Poločas rozpadu excitovaného stavu je 54,3 minuty, základní stav má poločas rozpadu pouhých 13 sekund. Protože od konce ozařování indiových fólií k počátku měření uplyne několik minut, měří se pouze přeměna excitovaného stavu s poločasem rozpadu 54,3 minuty. Pro aktivitu fólie, která byla od neutronového zdroje ve vzdálenosti r , proto platí:

$$A(r) = A_0(r) \cdot e^{-\lambda t}, \quad (4)$$

kde $A_0(r)$ je aktivita fólie v čase $t = 0$ a λ je rozpadová konstanta.

Indiové fólie jsou během ozařování v kazetě opatřené ekvidistančními zářezy a naplněné vodou (obr. 2).



Obr. 2

První fólie, která je mimo vodní lázeň, se používá k měření poločasu rozpadu. Předpokládáme, že neutronový zdroj má kulovou vyzařovací charakteristiku, proto je nutné přepočítat aktivitu jednotlivých fólií na jednotný plošný obsah. Toho se dosáhne násobením druhou mocninou vzdálenosti od zdroje. Aktivita fólií přepočítaná na jednotný čas a jednotnou

plochu má maximum pro jistou tloušťku vodního absorbátoru. Porovnáním této skutečnosti s obrázkem č. 1 můžeme usoudit na to, že v okolí fólie s maximální přepočítanou aktivitou byl tok neutronů s energiemi kolem 1 eV maximální. Samotná existence tohoto maxima svědčí o výrazné rezonanci v závislosti účinného průřezu na energii.

Potřeby

Scintilační detektor se zdrojem a zesilovačem, čítač, neutronový zdroj Am-Be, kazeta s indiovými fóliemi, počítač.

Postup při měření

1. Připravte scintilační detektor a čítač k měření podle přiloženého návodu.
2. Vyčkejte asi 5 minut k získání stabilních parametrů měřicí aparatury.
3. Změřte pozadí za dobu 300 s.
4. Požádejte asistenta o kazetu s ozářenými fóliemi. Asistent vám musí zároveň oznámit vzdálenost první fólie od neutronového zdroje.
5. Měřte vždy po dobu 100 s, zaznamenávejte čas počátku každého měření.
6. Je-li v kazetě založeno n fólií, měřte fólie v pořadí: 1, n , 1, $n-1$, 1, $n-2$, 1, ... 1, 2, 1.
7. Změřte vzdálenosti fólií: x_i .
8. Změřte pozadí za dobu 300 s.

Zpracování výsledků měření

1. Ze změřených vzdáleností x_i a zadané vzdálenosti první fólie od zdroje určete vzdálenosti jednotlivých fólií od neutronového zdroje: r_i .
2. Od změřených aktivit odečtete pozadí.
3. Závislost měřené aktivity první fólie na čase vyneste do tabulky a ve vhodném tabulkovém procesoru proložte exponenciální aproximací. Zjištěným exponenciálním koeficientem je rozpadová konstanta ze vztahu 4.
4. Určenou rozpadovou konstantu využijte pro přepočet aktivit ostatních fólií na jednotný časový okamžik – podle (4).
5. Přepočtete aktivity všech fólií na jednotnou plochu.
6. Vyneste do grafu závislosti aktivit (přepočítaných na jednotný čas a jednotnou plochu) na vzdálenosti od zdroje. Na vodorovnou osu vyznačte počátek vodního moderátoru.

Závěr a hodnocení

Uved'te získaný poločas rozpadu a porovnejte jej s tabulkovou hodnotou. Uved'te zjištěnou tloušťku vodního moderátoru, která zpomalí neutrony z Am-Be zdroje na energie s velikostí kolem 1 eV. Posuďte přesnost měření, zhodnoťte vliv statistického charakteru zpomalování neutronů a navrhněte opatření k zlepšení přesnosti měření.

Literatura:

- [1] Usačev S. a kol.: *Experimentálna jadrová fyzika*. ALFA + SNTL, Bratislava 1982.
- [2] Korbel Z.: *Praktikum jaderné fyziky I*. SPN, Praha 1971.
- [3] Drška L., Klimeš B., Slavík J.: *Základy atomové fyziky*. ČSAV, Praha 1958.
- [4] <<http://www.wndc.tokai.jaeri.go.jp/jendl/j32/Tabsigs/In115.HTML>> *In115* (anglicky).
- [5] <<http://hpngp01.kaeri.re.kr/cgi-bin/w3graf?n=In115&l=n&m=102>> *Graph for In115(N,G)* (anglicky).

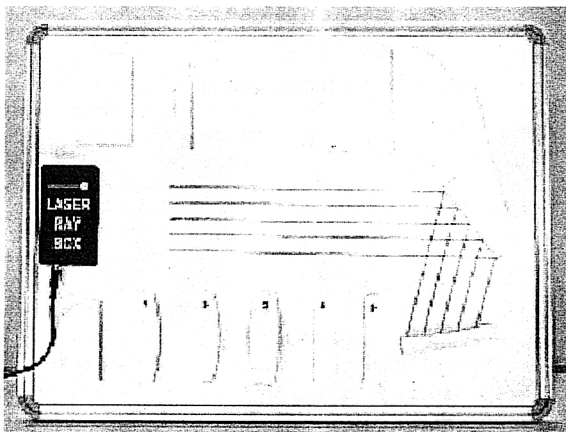
Laserová optika – novinka v nabídce firmy DIDAKTIK

Josef Kepka, Miroslav Randa, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

DEMONSTRAČNÍ LASEROVÁ OPTIKA

Geometrická laserová optika

Souprava obsahuje celou řadu plochých modelů čoček a zrcadel různých poloměrů a tvarů. Všechny prvky jsou na magnetických podložkách, které se dají připevnit na bílou přenosnou

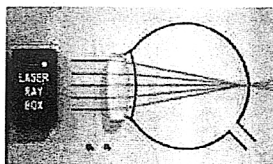


magnetickou tabulí rozměrů 60 x 45 cm. Výhodou soupravy je velká názornost a dobrá viditelnost světelných paprsků a jejich přechodu přes optické prvky. Díky dobré viditelnosti je možné vidět chování světelných paprsků i po průchodu více prvky, což umožňuje demonstrovat funkci základních optických přístrojů (Gallileův dalekohled, Keplerův dalekohled, model oka, korekce očních vad, fotoaparát, ...).

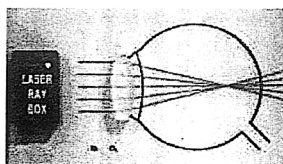
Tabulí a laserový zdroj je nutno zakoupit zvlášť. Listy s obrázky je možné upevnit magneticky na tabuli.

Souprava obsahuje následující modely (listy):

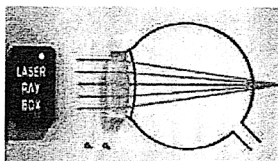
- model lidského oka;
- foto kamera;
- Gallileův dalekohled;
- Keplerův dalekohled;
- sférické vady čoček a jejich korekce;
- list pro refrakci a reflexi.



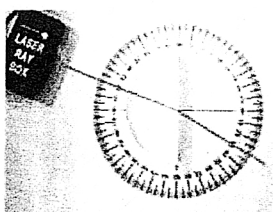
Normální oko



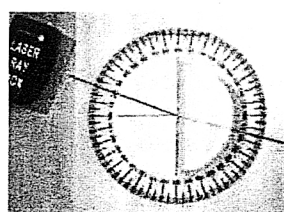
Krátkozraké oko



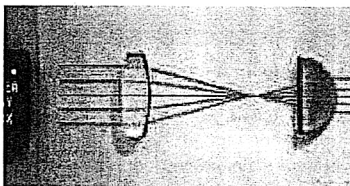
Dalekozraké oko



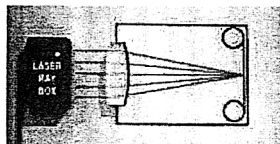
Lom od kolmice



Lom ke kolmici



Model dalekohledu



Model fotoaparátu

Univerzální laserová optická souprava

Souprava obsahuje tyto součástky:

Kolejnice dlouhá (58 cm)	2 ks
Kolejnice krátká (38 cm)	2 ks
Nožičky krátké kolejnice	2 ks
Vozíky s kleštinami a aretací	10 ks
Polopropustné zrcadlo	2 ks
Zrcadlo	3 ks
Matnice	1 ks
Držák s dvouosou justáží	3 ks
Držák čoček	4 ks
Stolík předmětový	1 ks

Držák regulovatelný	1 ks
Držák holografické desky	1 ks
Držák laseru	1 ks
Čočka S1 $\varnothing = 52$ mm, $f = +80$ mm	1 ks
Čočka S2 $\varnothing = 52$ mm, $f = +200$ mm	1 ks
Čočka S3 $\varnothing = 33$ mm, $f = +100$ mm	1 ks
Čočka S4 $\varnothing = 21$ mm, $f = +40$ mm	1 ks
Čočka S5 $\varnothing = 21$ mm, $f = +40$ mm	1 ks
Čočka S6 $\varnothing = 5$ mm, $f = +5$ mm	1 ks
Čočka R1 $\varnothing = 5$ mm, $f = -75$ mm	1 ks
Pravouhelný hranol	1 ks
Polarizační filtr	2 ks
Fotoelasticimetrický model	1 ks
Difrakční struktura – mřížka s vysokou hustotou čar	2 ks
Difrakční struktura – mřížka jednorozměrná s nízkou hustotou čar	12 ks
Difrakční struktura – mřížka dvojrozměrná	1 ks
Difrakční struktura – velký kruhový otvor	1 ks
Difrakční struktura – malý kruhový otvor	1 ks
Difrakční struktura – obrázek s rastrem	2 ks
Difrakční struktura – čtvercový otvor	1 ks
Hologramy	2 ks
Fresnelova čočka (3 x 3 cm)	1 ks
Optické vlákno (1 m)	1 ks
Kuffík na uložení	1 ks

Univerzální optická souprava je vhodná na demonstraci prakticky všech pokusů z optiky (geometrické i vlnové).

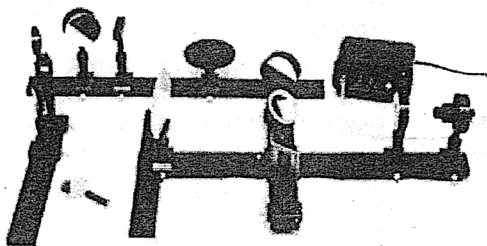
Umožňuje realizovat i takové jevy, jako jsou interference, difrakce a holografie. Celá souprava se skládá z pevné kolejnicové sestavy, regulovatelných držáků a množství optických prvků.

Z geometrické optiky je možné demonstrovat všechny základní optické jevy (přímocháre šíření světla, lom světla, rozklad světla, zobrazování čočkou a jiné), jako i funkci některých základních optických přístrojů (lupa, Keplerův a Gallileův dalekohled, mikroskop, fotoaparát a další).

První část soupravy obsahuje dvojlomný krystal kanadského vápence, čtvrtvlnnou a půlvlnnou destičku, hranol, optický kvádř. Součástí je několik praktických úloh, při kterých se používají uvedené optické prvky.

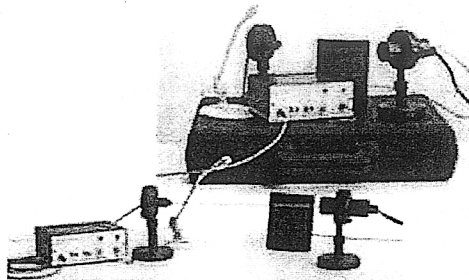
Druhá část obsahuje elektronické, mechanické a optické prvky na realizaci světelných laserových efektů. Je možné re-

alizovat efektní rotační symetrické Lissajousovy obrazce. Nadstavba obsahuje i příručku praktických úloh na procvičení dané problematiky.



Univerzální optická souprava

Optická vlákna a senzory



Optická vlákna a senzory

Souprava umožňuje demonstrovat chování se světla při průchodu optickými vlákny, přenos informací optickými vlákny, vláknový senzor. Souprava obsahuje:

- optická vlákna
- optické konektory
- vysílač
- přijímač
- zesilovač
- reproduktor
- mikrofon
- měřicí přístroj
- sbírku úloh

Laserová optická souprava

Souprava je složena z různých mechanických a optických prvků. Umožňuje názorně vykonávat pokusy z oblasti vlnové optiky, a to zejména:

- základní principy světelné interference
- difrakce
- lineární polarizace
- koherentní světelné interference
- holografický obraz

Souprava obsahuje:

- diodový laser 635 nm / 1 mW
- držák laseru
- 2 zrcadla
- 2 nastavitelné držáky zrcadel
- poloprůhledné zrcadlo
- polarizační filtr
- matnice
- stínidlo
- soupravu difrakčních a interferenčních prvků

- hologram
- plastový obal
- zdroj pro laserovou diodu 3 V DC

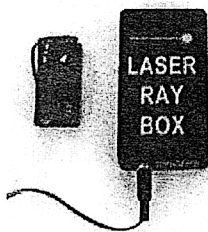
Souprava **neobsahuje** bílou tabuli (nutno objednat zvlášť).



Balení laserové optické soupravy a ukázky prvků a pokusů

Laserové zdroje

Laserové zdroje jsou monochromatické koherentní, vysoce směrové, moderní zdroje světla, které je možné využít jak při výuce vlnové a geometrické optiky, tak při realizaci moderních měřících postupů v technické praxi (metrologie, geodézie, defektoskopie, ...).



Laserový zdroj LG5

Laserový zdroj LG5 vyzařuje 5 nezávislých paprsků s vlnovou délkou 645 nm a výkonem 1 mW (každý paprsek), napájení je buď pomocí AC/DC nebo z 9V baterie.

Literatura:

[1] <<http://www.didaktik.cz/>> *Didaktik – Tradiční dodavatel učebních pomůcek (česky).*

Postavte si Wilsonovu mlžnou komoru

Karel Rauner, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Wilsonova mlžná komora je zobrazovacím detektorem ionizujících částic, který je svou jednoduchostí předurčen pro školské demonstrace. Na školách se sice v kabinetech vyskytuje difúzní mlžná komora, ta však ke své činnosti potřebuje suchý led, proto většinou jen v kabinetu zabírá místo. V současnosti vyráběné difúzní mlžné komory pro školské potřeby s elektrickým chlazením jsou finančně nedostupné (~ 750 tisíc Kč), proto je naši žáci a studenti mohou pozorovat jen v různých expozicích, například v Technickém muzeu v Mnichově.

Wilsonova mlžná komora dosahuje stavu přesycených lihových par expanzí, způsobenou pohybem pístu v nádobě se skleněným víkem. Má proti difúzní mlžné komoře dvě hlavní nevýhody:

- stopy částic můžeme pozorovat jen v jednom okamžiku, dalších několik sekund musíme vyčkat, až se po návratu pístu dosáhne opět stavu nasycených par,
- stopy částic jsou často deformovány nerovnoměrným prouděním par ze sledovaného prostoru.

Pro použití ve školních podmínkách má však také svoje výhody:

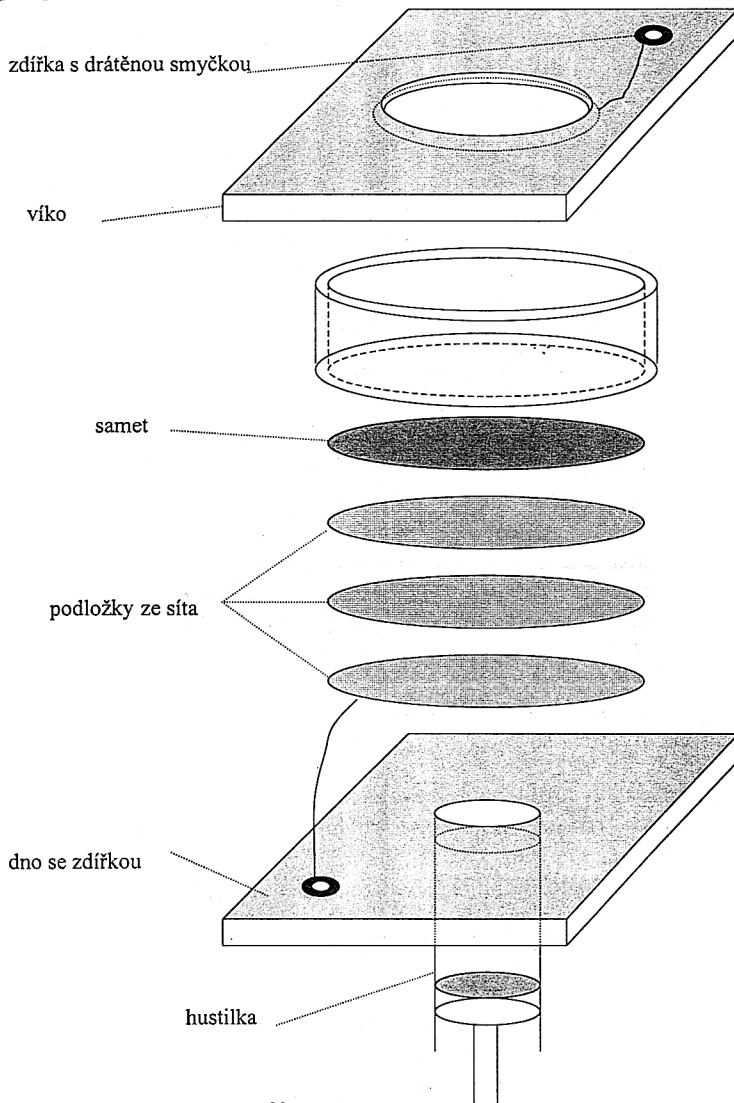
- je připravena k činnosti za několik minut přípravy,
- nevyžaduje ke své činnosti suchý led ani jiné těžko dostupné materiály.

I když Wilsonovy mlžné komory vyrábí a dodává několik firem, pro šikovného nadšence je stále jednodušší si takový detektor částic vyrobit. Lze k tomu použít vyřazenou hustilku na kolo, ze které vyšroubujeme dno se závitem pro hadičku. Vyjmeme táhlo s pístem a obrátíme těsnění. Do silnější desky z termoplastické umělé hmoty vyvrtáme otvor s nepatrně menším průměrem, než má závit na konci hustilky. Do tohoto otvoru pak zašroubujeme zahřátý závit tělesa hustilky. Vlastní tělo komory tvoří nízký válcový plášť ze silnějšího průhledného materiálu (vyříznutá část skleněné láhve, zavařovačky) s průměrem 8–10 cm a výškou kolem 2 cm. Horní víko může opět tvořit deska z umělé hmoty se zasazeným kruhovým skleněným okénkem. Celou sestavu utěsníme vhodnou zavařovací gumou a stáhneme šrouby nebo sponami. Komora musí být vybavena elektrodami, které vytvářejí čistící elektrické pole. Toto pole odvádí z prostoru komory vznikající ionty a prachové částice. Jednu elektrodu může tvořit vystřihnutý kotouček z kovového síta na mouchy, který umístíme na dno komory. Vhodnější je použít několik takových kotoučků, protože umožňují rovnoměrnější odsávání par a klidnější pozorování vznikajících stop. Druhou elektrodu může být drátěná smyčka kolem vsazené skleněné destičky na víku. Sítky na dně se překryjí černým sametem, který se vydatně napustí lihem. Celá sestava jednoho z možných uspořádání mlžné komory je na obr. 1. Na obrázku nejsou zakresleny šrouby či spony, které k sobě přitahují víko a dno, nejsou zde ani gumová těsnění.

Velkým problémem pro pokusy z jaderné fyziky je potřeba radioaktivního zářiče. V tomto pokusu můžeme použít punčošky na plynové lampy. Ty jsou tvořeny textilíí, napuštěnou oxidem thoričitým. Tento oxid je žáruvzdorný, teplota tání je 3 050 °C. Thorium 232 je počátečním nuklidem radioaktivní řady, ve které dochází celkem k 6 rozpadům α . Po třech α -rozpadech (thorium 232, thorium 228 a radium 224) se uvolňuje plynný radon 220, který je se svými dceřinými produkty – poloniem 216 a poloniem 212 – rovněž α -radioaktivní. V mlžné komoře, do které umístíme několik thoriových punčošek, proto můžeme pozorovat jednak stopy α -částic vycházejících přímo z punčošek, jednak stopy částic, které pocházejí z radonu či z jeho produktů. Tyto stopy mohou začínat i mimo punčošky.

K vlastnímu pozorování je třeba k zdičkám připojit napětí 300 až 500 V přes ochranný rezistor s odporem 10 M Ω . Pozorovat je nutné v zatemněné místnosti, detekční prostor osvětlíme z boku vhodným projektorem se štěrbinovou clonou. Je nutné, aby projektor byl od komory vzdálen alespoň 0,5 m, jinak může tepelné záření narušit stav nasycených par.

Poznámka: Aktivita thoria s produkty jeho rozpadu je tak nízká, že neohroží sebemenší nebezpečí překročení povolených dávek.



Velká kniha o energii

Josef Kepka, Miroslav Randa, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Elektrárenská společnost ČEZ se systematicky věnuje, jako dosud jediná velká průmyslová firma v naší republice, podpoře vzdělávání mládeže v technických oborech. V rámci svého vzdělávacího programu vydává nejrůznější výukové materiály, nabízí exkurze a přednášky. Nejnovějším produktem je tato kniha encyklopedického charakteru.

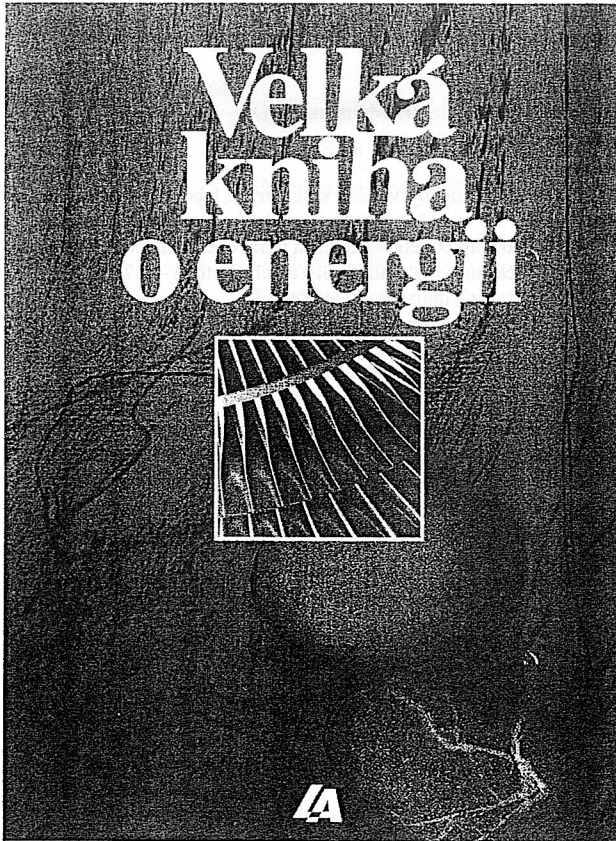
Velká kniha o energii vypráví o energii a jejích zdrojích v pestré škále různých pohledů. Stručně čtenáře seznámí s fyzikálními základy a způsoby měření energie a příbuzných fyzikálních veličin. Vydá se hluboko do historie, aby sledovala úsilí našich předků o zvládnutí stále rostoucích nároků na ovládnutí energie pro rozvoj výroby, dopravy i stylu života. Nevynechá ani slepé uličky, které lidské poznání provázejí. Především však populární formou popisuje moderní metody, technický pokrok v tomto důležitém oboru a také reálné výhledy do budoucnosti. Stále vyšší nároky na energii sebou až do současných dnů nesly takřka zákonitě negativní důsledky pro životní prostředí na naší planetě. Proto i těmto otázkám je v knize věnována patřičná pozornost.

Jednotlivé základní kapitoly *Velké knihy o energii* se věnují například obnovitelným zdrojům energie – energii vody, větru, Slunce, hlubin Země či biomas. Právě tady si podávají ruce tradiční dávné způsoby získávání energie s těmi nejmodernějšími a teprve perspektivními. V části o využívání fosilních paliv najde čtenář klasické technologie spalování uhlí, produktů ropy a zemního plynu. Seznámí se tu s nejrůznějšími topnými zařízeními, motory a také s výrobou elektřiny – energie, bez které si svět už ani nedovedeme představit. V kapitole o jaderné energii pozná tento pro lidstvo nový zdroj, jeho přednosti i způsoby, jak jej bezpečně využívat. Samozřejmě se v knize nezapomíná ani na otázky a problémy přenosu energie a jejího skladování.

Vedle přehledného a srozumitelného textu se *Velká kniha o energii* opírá o stovky obrázků – názorných kreseb a schémat, dokumentárních fotografií, ale i uměleckých ilustrací. Všem, kdo se zajímají o vědecký pokrok, kdo se chtějí orientovat v dnešní složité technické civilizaci, otevírá tato kniha nové obzory.

Zájemci si o knihu mohou napsat na adresu

ČEZ, a. s.,
oddělení komunikace,
Jungmannova 29,
111 48 Praha 1.



PRÁVĚ VYCHÁZÍ

NEJNOVĚJŠÍ ČÁST VZDĚLÁVACÍHO PROGRAMU ČEZ, a. s.,

ENERGIE PRO KAŽDÉHO

Na téměř 400 stranách bohatě ilustrovaného textu najdete populárně a srozumitelně podané informace v kapitolách Energie z pohledu fyziky, Obnovitelné zdroje energie, Energie z fosilních paliv, Jaderná energie, Přenos a akumulace energie, Energie a životní prostředí a Světová energetická bilance

K dostání u dobrých knihkupců.

Doporučená cena 427 Kč.

PROGRAM LETNÍ ŠKOLY FYZIKY

Laboratorní měření, školní pokusy a seznámení s novými pomůckami

Seznam laboratorních úloh

Blok 1:

Havel V., Petřík J.: Společný výklad k některým laboratorním úlohám – K64

Blok 2:

1. Ověření druhého pohybového zákona na upraveném Atwoodově padostroji (Havel) – K63C
2. Měření na ladičkách a varhanních píšťalách (Petřík) – K72

Blok 3:

3. Měření magnetického momentu železného elipsoidu (Ronovský) – K63B
4. Měření nasycené magnetizace železa a výpočet efektivního magnetického momentu atomu železa (Ronovský) – K63C

Blok 4:

5. Experimentální určení vzájemné indukčnosti vázaných obvodů (Wanka) – K63B
6. Měření magnetické indukce číslíkovým integrátorem (Wanka) – K63B

Blok 5:

7. Zpětný rozptyl beta záření (Rauner) – K65E
8. Pokusy s neutronovým zdrojem (Rauner) – K65E

Časový rozpis laboratorních úloh

číslo skupiny	14.00–14.40	14.40–15.20	15.20–16.00	16.00–16.40	16.40–17.20
1	blok 1	blok 2	blok 3	blok 4	blok 5
2	blok 1	blok 3	blok 4	blok 5	blok 2
3	blok 1	blok 4	blok 5	blok 2	blok 3
4	blok 1	blok 5	blok 2	blok 3	blok 4

uvedené konce časových intervalů jsou orientační

Seznam školních pokusů, nové pomůcky

1. Soubor pokusů s pomůckami firmy *Didaktik* – K77
2. Jednoduché pokusy z magnetismu – K67
3. Polarizace světla – K65B
4. Školské experimenty s měřičem výkonu + Wilsonova mlžná komora – K77
5. Fyzika z Internetu – K60 (1. patro!!)
6. Indikátory elektrického pole – K65A

Časový rozpis školních pokusů

číslo skupiny	14.00–14.35	14.35–15.10	15.10–15.45	15.45–16.20	16.20–16.55	16.55–17.30
1	úloha 1	úloha 2	úloha 3	úloha 4	úloha 5	úloha 6
2	úloha 2	úloha 3	úloha 4	úloha 5	úloha 6	úloha 1
3	úloha 3	úloha 4	úloha 5	úloha 6	úloha 1	úloha 2
4	úloha 4	úloha 5	úloha 6	úloha 1	úloha 2	úloha 3
5	úloha 5	úloha 6	úloha 1	úloha 2	úloha 3	úloha 4
6	úloha 6	úloha 1	úloha 2	úloha 3	úloha 4	úloha 5

uvedené konce časových intervalů jsou orientační

SEZNAM ÚČASTNÍKŮ

Seznam účastníků letní školy fyziky 2001

Pavína Borská	Gymnázium Mariánské Lázně
Eva Cibulková	Gymnázium Lud'ka Pika Plzeň
Lukáš Česal	Gymnázium Plzeň, Mikulášské nám.
Tomáš Česal	21. základní škola Plzeň
Mgr. Dagmar Česalová	Úřad práce Plzeň
Vlastimil Havránek	Klvaňovo gymnázium Kyjov
Karel Heřman	Gymnázium Příbram
Petra Hluchá	Obchodní akademie Mariánské Lázně
Eva Holubová	Základní škola Praha 4, Křejského
Petr Hřebejk	10. základní škola Plzeň
Doc. RNDr. Josef Hubeňák, CSc.	Univerzita Hradec Králové
RNDr. Margita Hubeňáková	Gymnázium J. K. Tyla Hradec Králové
Petra Komprdová	Masarykovo gymnázium Plzeň
František Kopecký	Klvaňovo gymnázium Kyjov
Naděžda Kubešová	Gymnázium Lud'ka Pika Plzeň
Vítězslav Kubín	Gymnázium Cheb
Jaroslava Metličková	Základní škola Tachov, Kostelní
Vlasta Nováková	Plzeň
Zdeňka Pinkavová	Základní škola Ústavní, Praha 8-Bohnice
Zdeněk Polák	Jiráskovo gymnázium v Náchodě
Jiří Ringel	Gymnázium Broumov
Ivana Sirotková	Gymnázium Lud'ka Pika Plzeň
Mgr. Libor Stáňa	Základní škola Karviná-Ráj, Borovského
Ivana Suchá	Základní škola Chlumčany
Ivana Štejrová	Masarykovo gymnázium Plzeň
Ing. Jaroslav Švandlík	Příbram
Jan Thomas	První české gymnázium Karlovy Vary
Roman Úlovec	Gymnázium Cheb
Robert Vacek	Gymnázium Lud'ka Pika Plzeň
Josef Vinter	ISŠ a OU Cheb
Zdeňka Vrátníková	13. základní škola Plzeň
Michal Wirth	Gymnázium Mariánské Lázně