

## 32. mezinárodní fyzikální olympiáda – pět našich soutěžících přivezlo pět medailí

*Ivo Volf, Bohumil Vybíral, ÚV FO a katedra fyziky, Univerzita Hradec Králové*

Tentokrát se soutěžící, vedoucí a organizátoři sešli na Turecké Riviéře, na břehu Středozemního moře v Beleku nedaleko Antálye v jižní části Turecka. Pořadatelé 32. mezinárodní fyzikální olympiády v roce 2001 byly The Scientific and Technical Research Council of Turkey a Middle East Technical University v Ankaře, zejména pak členové katedry fyziky této vysoké školy. Letošní mezinárodní soutěže se zúčastnilo **306 soutěžících**, kteří přijeli ze **65 zemí** všech kontinentů (letos poprvé byli soutěžící i z Afriky), asi 150 vedoucích družstev a pozorovatelů, několik hostů, asi 70 průvodců družstev a stovka organizátorů. Za dobu 34 let od první MFO v roce 1967 ve Varšavě, kde bylo 15 soutěžících a 5 vedoucích z pěti zemí střední Evropy, se mezinárodní fyzikální olympiáda rozrostla nevídaně. **Ubytování a stravování bylo zajištěno ve dvou pěťhvězdičkových hotelech přímo na břehu moře** – Adora hotel pro studenty a BelConti hotel pro mezinárodní komisi –, takže kromě soutěžních a pracovních dnů a kulturně poznávacího programu bylo na denním programu ve volných chvílích i koupání.

Na 32. MFO se družstvo České republiky připravovalo tradičním způsobem – vítězům celostátního kola, kterých bylo deset, byla nabídnuta příprava na soutěž. Tři z nich přípravu vzdali (jeden se připravoval na MMO, dva považovali mezinárodní soutěž za příliš náročnou). A tak jen sedm statečných fyzikálních olympioniků dorazilo 10. června do Hradce Králové, kde na katedře fyziky Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové proběhlo soustředění. Na něm jsme se věnovali zejména laboratorním úlohám (denně olympionici měli za úkol provést a zpracovat dvě experimentální cvičení) a zevrubnému doplnění středoškolského učiva podle Syllabu MFO, který schválila Mezinárodní komise a který je základem hostitelskému státu pro volbu témat k soutěžním úlohám. Nutno na tomto místě poznamenat, že běžná výuka fyziky, kterou poskytují střední škola (dokonce i gymnázium s přírodovědným zaměřením) je pro přípravu na MFO zcela nepostačující a budoucí soutěžící musejí věnovat hodně svého volného času na to, aby získali a procvičili nové poznatky (v podstatě již na vysokoškolské úrovni) a také dovednosti. Na soustředění byli olympionici zaměstnáni po celý den, ale jak dále zjistíte, bylo to pro ně opravdu užitečné. Na základě pozorování, řešení úloh a hodnocením dosažených výsledků bylo stanoveno pořadí:

- 1. Jan Kapitán, absolvent Keplerova gymnázia v Praze (byl úspěšný již vloni v Leicesteru);**
- 2. Miroslav Hejna, žák 2. ročníku Gymnázia F. M. Pelcla v Rychnově nad Kněžnou;**
- 3. Martin Beránek, absolvent gymnázia v Praze, Ohradní ul.;**
- 4. Norbert Požár, absolvent Městského gymnázia v Bruntále;**
- 5. Jan Pipek, absolvent Keplerova gymnázia v Praze.**

Tito soutěžící byli oznámeni Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy jako účastníci 32. MFO, další dva byli náhradníky: Martin Setvín, absolvent gymnázia v Plzni, Mikulášské nám. a Zdeněk Švindrych, absolvent Městského gymnázia v Bruntále. Vedoucími delegace České republiky na 32. MFO byli prof. RNDr. Ivo Volf, CSc., předseda ÚVFO a vedoucí ka-

\* ivo.volf@uhk.cz

\*\* bohumil.vybiral@uhk.cz







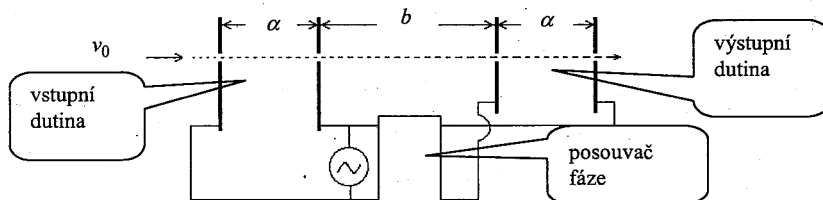
že Fyzikální olympiáda a členům katedry fyziky Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové za přínos při přípravě soutěžících, pracovníkům MŠMT České republiky za vybavení služební cesty.

Již tradičně jsme vybrali jednu úlohu, kterou byste si mohli vyzkoušet – natáhněte si časoměr na 90 minut a pusťte se do čtení následujících řádků, které vám přinášejí první úlohu: čtyři na sebe navazující „dílků“ úlohy 1A, 1B, 1C, 1D. Pamatujte, že v této době museli soutěžící úlohu nejen prostudovat a vyřešit, ale také přepsat tak, aby nejen čeští vedoucí, ale i turečtí korektoři mohli řešení porozumět a bodově ho ohodnotit.

## ÚLOHA 1

### 1A Klystron

Klystrony jsou zařízení, která se používají pro zesilování signálů velmi vysokých frekvencí. Klystron se v podstatě skládá ze dvou identických párů paralelních destiček (dutin), oddělených od sebe mezerou o šířce  $b$ , jak ukazuje obrázek.



Elektronový svazek s počáteční rychlostí  $v_0$  protíná celou soustavu a přitom prochází malými otvory v destičkách. Vysokofrekvenční napětí, které musí být zesilováno, se přivede k oběma párům destiček s jistým fázovým rozdílem (kde perioda  $T$  odpovídá fázovému rozdílu  $2 \cdot \pi$ ) mezi nimi, vytváří ve vodorovném směru v dutinách střídavá elektrická pole. Když elektrické pole směřuje vpravo, elektrony vstupující do vstupní dutiny se opožďují, a když směřuje vlevo, tak se urychlují, takže elektrony vytvářejí svazky (shluky) o určité vzdálenosti. Jestliže výstupní dutina je umístěna do místa vytváření svazků, elektrické pole v této dutině bude pohlcovat energii tohoto svazku za podmínky, že jeho fáze je zvolena odpovídajícím způsobem. Nechť signál napětí má tvar obdélníkových kmitů s periodou  $T = 1,0 \cdot 10^{-9}$  s a mění se mezi hodnotami  $U = \pm 0,5$  V. Počáteční rychlost elektronů je  $v_0 = 2,0 \cdot 10^6$  m  $\cdot$  s $^{-1}$  a měrný náboj elektronu je  $\frac{e}{m} = 1,76 \cdot 10^{11}$  C  $\cdot$  kg $^{-1}$ . Vzdálenost  $\alpha$  je tak malá, že dobu přechodu elektronu můžeme zanedbat.

S přesností na 4 platné číslice vypočítejte následující veličiny:

- a) Vzdálenost  $b$ , ve které elektrony vytvářejí shluky. (1,5 b.)

[rychlosti 1956 km  $\cdot$  s $^{-1}$ , 2044 km  $\cdot$  s $^{-1}$ , vzdálenost 22,7 mm]

- b) Nutný fázový rozdíl, který musí zajistit „posouvač“ fáze. (1,0 b.) [220° nebo 140°]

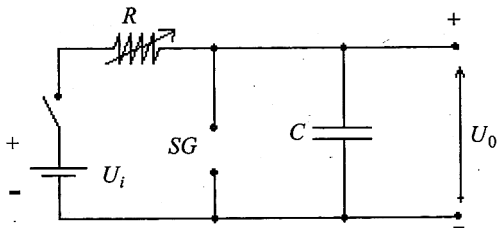
### 1B Vzdálenosti mezi molekulami

Necht'  $d_L$  a  $d_V$  jsou postupně střední vzdálenosti mezi molekulami vody v kapalně fázi a ve vodní páře. Předpokládejme, že obě tyto fáze jsou při teplotě  $100\text{ }^\circ\text{C}$  a atmosférickém tlaku a pára se chová jako ideální plyn. Použijte následující data a vypočítejte poměr  $\frac{d_V}{d_L}$ . (2,5 b.)

Hustota vody v kapalně fázi je  $\rho_L = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , atmosférický tlak  $p_a = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , molární hmotnost vody  $M = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ , plynová konstanta  $R = 8,3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , Avogadrova konstanta  $N_A = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . [podíl vzdáleností je 12]

### 1C Jednoduchý generátor pilových kmitů

Pilové kmity napětí  $U_0$  můžeme získat mezi deskami kondenzátoru  $C$  na obr. Zde  $R$  je rezistor s proměnným odporem,  $U_i$  je ideální baterie a  $SG$  je jiskřiště, přičemž mezera mezi elektrodami může mít regulovatelnou vzdálenost. Když napětí přiváděné na elektrody přesáhne probíjecí napětí  $U_f$ ,



vzduch mezi elektrodami se ionizuje a v jiskřišti dojde ke krátkému spojení. V tomto stavu zůstane až do té doby, než se napětí se stane dostatečně malým.

- a) Nakreslete graf závislosti tvaru kmitů napětí  $U_0$  na čase  $t$  po sepnutí spínače. (0,5 b.)  
[pilové kmity]
- b) Jaká podmínka musí být splněna, abychom získali téměř lineární průběh pilových kmitů napětí? (0,2 b.)  
[ $U_i \gg U_f$ ]
- c) V případě, je-li tato podmínka splněna, získáte zjednodušený výraz pro periodu  $T$  kmitů. (0,4 b.)  
[ $T = \frac{U_f}{U_i} \cdot R \cdot C$ ]
- d) Co musíte změnit ( $R$  nebo  $SG$  či oboje), aby se změnila pouze perioda? (0,2 b.) [R]
- e) Co musíte změnit ( $R$  nebo  $SG$  či oboje), aby se změnila pouze amplituda? (0,2 b.) [R a SG]
- f) Dostanete k dispozici dodatkový zdroj proměnného napětí. Vymyslete a načrtněte nové schéma obvodu, na něm zvýrazněte svorky, kde obdržíte pilové kmity podle následujícího obr. (1,0 b.).

