

ROZHLEDY

matematicko
-fyzikální

(
5
—
1993/4)

ČASOPIS PRO STUDUJÍCÍ STŘEDNÍCH ŠKOL
A ZÁJEMCE O MATEMATIKU, FYZIKU A INFORMATIKU

ROČNÍK 71, 1994
CENA 11,00 Kč

Naši v Groningenu

doc. Ing. IVAN ŠTOLL, CSc., FJFI Praha

Turnaj mladých fyziků, o němž jsme v našem časopisu už vícekrát psali, je vedle fyzikálních olympiad a SOČek novou, poměrně nedávno vzniklou formou studentských fyzikálních soutěží. Zrodila se z iniciativy učitelů Moskevské státní univerzity při vyhledávání fyzikálních talentů. Podstata turnaje je v úlohách, které vycházejí z tradice založené známým ruským fyzikem P. L. Kapicou. Jde o originální, obecně formulované zajímavé fyzikální problémy, které nemají předem známý výsledek, k nimž je možno přistupovat různým způsobem, a získané závěry pak obhajovat ve vzájemné diskusi s ostatními řešitelskými týmy.

Turnaj má detailně propracovaná pravidla a průběh, v němž se jednotlivá družstva cyklicky střídají ve funkci referujících, oponentů a recenzentů, jsou hodnoceni mezinárodní porotou a pak postupují do semifinále a finále. Tam se pak střetnou tři nejlepší družstva a prezentují svá řešení před širokým, fyzikálně erudovaným publikem. Turnaj tak propojuje prvky sportovního soutěžení s praxí mezinárodních vědeckých konferencí. Jednacími jazyky turnaje jsou angličtina a ruština, na posledním z nich bylo navrženo, aby zůstala angličtina jako jediný jednací jazyk.

Turnaj zpravidla probíhá nejprve na národní úrovni, kde je pak nejlepší mužstvo kvalifikováno pro účast na mezinárodním kole turnaje. Letošní české finále probíhalo 27.–28. dubna na Kladně za účasti studentů gymnázia Zborovská (dříve Korunní) Praha, kpt. Jaroše Brno a Nové Paky. Zvítězilo družstvo gymnázia Zborovská ve složení *Jan Vaněk* (kapitán), *Ondřej Chvála*, *Martin Houska*, *Karel Výborný*, *Robert Šámal*. Při náročné práci nad úlohami turnaje studenty obětavě připravoval profesor tohoto gymnázia RNDr. *Zdeněk Kluiber*, CSc.



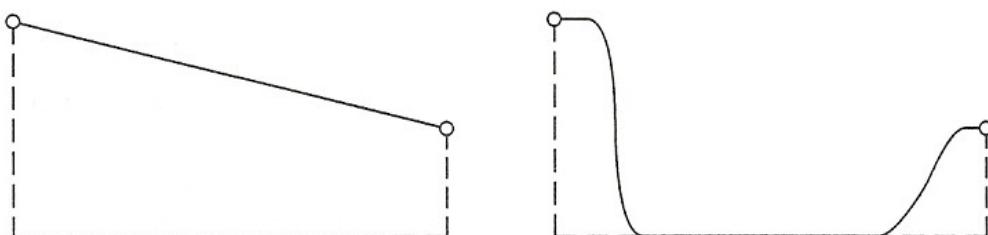
Prvních šest mezinárodních kol turnaje v letech 1988–1993 probíhalo v Moskvě a v městečku Protvino u Moskvy, kde je umístěn největší ruský protonový synchroton. V roce 1994 byl mezinárodní turnaj poprvé organizován mimo území Ruska, a to v holandském Groningenu, kam se sjelo dvanáct soutěžících družstev z různých zemí. Groningen, hlavní město stejnojmenné provincie, leží na samém severu Holandska nedaleko pobřeží a je propojeno s okolím sítí vodních kanálů. Účastníci turnaje byli ubytováni na dvou lodích zakotvených ve městě a soutěžit dojízděli do Zernikeho komplexu Groningenské univerzity.

S univerzitou, která v tomto roce slavila 380 let od svého založení, je spjato i několik kapitol z historie matematiky a fyziky. Na přelomu 17. a 18. století zde působil matematik Johann Bernoulli a zde se mu také narodil syn Daniel, s jehož jménem je spjata mezi jinými i známá rovnice pro energii proudící kapaliny. Svůj vědecký život zde strávil laureát Nobelovy ceny Frits Zernike (1888–1966). Tento fyzik velmi širokého záběru se zabýval teorií Brownova pohybu, rozptylem rentgenového záření v kapalinách, vlastnostmi koherentního světla a zdokonalil konstrukci mikroskopu s využitím fázového kontrastu.

Ve dnech odpočinku se účastníci seznamovali s přírodou severního Holandska. Navštívili přírodní rezervaci na ostrově Schiermonnikoog (vzácné ptactvo, občas tuleni), přímořskou lokalitu Zoutkamp, skansen Zaanse Schans a prohlédli si systém hrází, kterými Holandsko stále rozšiřuje své území směrem k Fríským ostrovům. Systémy čerpadel po celá desetiletí přelévají vodu z mělkého uzavřeného zálivu Zuiderzee do Severního moře a z mořského dna se jako kouzelným proutkem stávají pastviny, hájky a pole. Fríské ostrovy (na nichž se hovoří zvláštním germánským jazykem, fríštinou) oddělují jen několik metrů hluboké Waddenzee od hlubokého moře na severu, a za odlivu se velké části mořského dna obnažují a mezi některými ostrovy lze přecházet suchou nohou. Místní obyvatelé to také někdy ze sportu dělají, musí si však dobře propočítat cestu podle tabulek přílivu a odlivu. Pro každý případ nosí s sebou vysílačku, a kdyby je zastihl příliv, mohou přivolat záchranný vrtulník. Síť vodních kanálů je v Holandsku prakticky stejně hustá jako síť pozemních komunikací, a tak se stávalo, že náš plovoucí hotel prostě zvedl kotvy a vydal se na cestu krajinou a tam, kde kanál křížoval silnice, se na zelenou zvedaly mosty. Měli jsme též příležitost k prohlídce Amsterodamu a k návštěvě nedalekého Naardenu, kde je pohřben Jan Amos Komenský. Je zajímavé, že Hollandané považují Amsterodam za hlavní město, i když královna, vláda i parlament sídlí v Haagu.

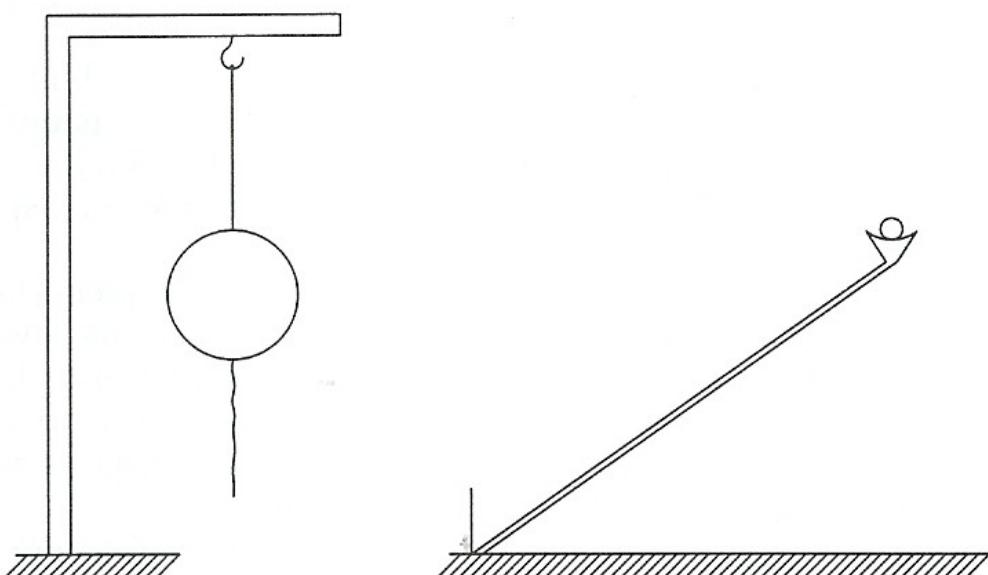
Vráťme se však k vlastnímu turnaji. *Spiritus agens* a neúnavný organizátor, profesor Hans Jordens z katedry fyziky Groningenské univerzity zahájil turnaj sérií vtipných fyzikálních experimentů. Kapitáni

jednotlivých družstev byli vyzváni, aby předem odhadli výsledky těchto experimentů a jejich předpovědi byly pak na místě ověřovány. Nejdříve byly demonstrovány dvě různé dráhy, kterou měly proběhnout kuličky mezi dvěma body ve stejné vzdálenosti a s týmž výškovým rozdílem (obr. 1). Jedna dráha představovala nejkratší spojnici těchto bodů po



Obr. 1

úsečce, druhá, podstatně delší dráha nejdříve prudce klesala, přešla ve vodorovný úsek a nakonec k cíli stoupala. Bylo třeba odhadnout, která kulička dorazí k cíli dříve.



Obr. 2

Obr. 3

Druhý experiment (obr. 2) byl prováděn s těžkou koulí zavěšenou na tenké niti. Na spodní straně koule byla upevněna další nit, za kterou má experimentátor trhnout směrem dolů. Je třeba předpovědět, zda se přetrhne nit nad nebo pod koulí. Podobný fyzikální princip se uplatnil i u třetího experimentu. Ze dvou stejných pistolí měly být vystřeleny svisle dolů dvě stejné šipky zatížené jedna lehčí a jedna těžší kuličkou. Soutěžící měli odhadnout, která ze šipek dopadne na podlahu dříve.

Při dalším experimentu vystoupil experimentující na stůl a držel v ruce horní konec dlouhé, volně visící duhové spirály. Pak jej pustil a otázka zněla, jak se v prvním okamžiku zachová dolní konec — zda se bude pohybovat dolů, vzhůru, či zůstane na místě. Při pátém experimentu bylo třeba odhadnout dobu, po kterou bude padat malý magnet asi metr dlouhou silnostennou mosaznou trubkou. Pohyb magnetu byl přitom brzděn vířivými proudy indukovanými ve stěnách trubky.

Jiná úloha zněla: může v dané místnosti volně padající předmět nebo jeho část dosáhnout zrychlení převyšující tíhové? Pozitivní odpověď byla demonstrována malou kuličkou volně položenou v prohlubni na konci dlouhé páky otáčivé kolem druhého konce (obr. 3). V okamžiku uvolnění předběhl padající konec páky volně padající kuličku. Složitější předpověď vyžadovalo chování kuličky umístěné na rotující gramofonové desce.

Osmý úkol spočíval v odhadu, zda rozvinutý papírový kávový filtr bude při volném pádu brzděn ve vzduchu silou úměrnou první nebo druhé mocnině rychlosti. Experiment, který měl rozhodnout tuto otázku, vycházel z toho, že v prvním případě bude prošlá dráha úměrná hmotnosti filtru a ve druhém případě odmocnině hmotnosti. Pak stačilo porovnat pád jednoduchého a zdvojeného filtru, na něž zřejmě působí táz odporová síla. Výsledek svědčil pro úměrnost v^2 .

Jako další úkol bylo třeba odhadnout, po jakou dobu bude svítit 6voltová žárovička napájená z kondenzátoru dané kapacity nabitého na totéž napětí. Nakonec byl demonstrován vysokonapěťový výboj z van de Graafova generátoru a bylo třeba určit, zda a kterým směrem bude elektrické pole odklánět plamen svíčky.

Tyto fyzikální úložky byly vlastně jakousi rozsvíčkou před vlastním turnajem. Text turnajových úloh v angličtině připojujeme na závěr této informace. Podobně jako úlohy minulých turnajů mohou sloužit k inspiraci našich čtenářů a k zamýšlení nad fyzikálním přístupem k zajímavým přírodním dějům. Uvítáme vaše názory a komentáře a možná, že některý z čtenářů nám zašle svůj vlastní problém k řešení.

Naši studenti se samozřejmě na turnaj doma usilovně připravovali, studovali literaturu, prováděli experimenty, sestavovali počítačové programy. Příprava se vyplatila — ze semifinále jsme postoupili jako jedno ze tří nejlepších družstev do finále, které proběhlo v zaplněné starobylé aule univerzity. Našimi soupeři byla Gruzie a střední škola při Moskevské státní univerzitě. Náš Karel Výborný výborně předvedl řešení úlohy číslo 9 o pádu meteoritu na Slunce, a tak jsme se stali vítězi turnaje. Dále v pořadí následovaly Moskva, Gruzie, Bělorusko, Holandsko, Rusko, Ukrajina, Maďarsko, Slovensko, Švédsko a Uzbekistán. V pořadí individuálního hodnocení 37 vystupujících byl náš Jan Vaněk hodnocen jako druhý, Karel Výborný jako osmý.

V Groningenu se nám tedy dařilo. Na sportovních soutěžích jsou vítězové ověnčováni vavříny, na vědeckých konferencích ale není vítězů. Tam jde o společné hledání odpovědi na hádanky přírody, navazování mezinárodních kontaktů a přátelství. Také to je Turnaj mladých fyziků. Jeho sedmý ročník skončil a už začínají přípravy na ročník další. Jako hostitelé se tentokrát nabídli naši polští sousedé.

Problems for the VII International Young Physicist' Tournament

Think up a problem yourself (problems 1, 2, 3). Invent yourself and solve a problem on the given theme.

1. Optics

Think up and solve a problem connected with employing a thin lens of a large focal length.

2. Compass

“...In sledge trips we use liquid compasses, the most exact of the small ones. But you understand of course that due to proximity to the magnetic pole the arrow usually points downwards. To make it horizontal, its opposite end is balanced with a weight.” (From the letter of Cherry-Garrard, member of the last expedition of R. Scott). Use the context of this quotation to formulate a problem.

3. Magnetism

A cylindrical permanent magnet falling inside a copper tube is found to move at an almost constant velocity, the slower the thicker are the walls of the tube. Use this fact to formulate a problem (see also 14).

Gravitation machine (problems 4, 5, 6). A horizontal plate (a vibrator) oscillates harmonically up and down. A steel ball put on the surface of the plate starts jumping higher or lower. For the experimental device one may successfully use a ferrite core in a coil connected to an alternating current generator (a sound generator). The butt-end of the ferrite core will play the part of the vibrating horizontal plate. Steel balls of diameter 1 to 2 mm are suitable for the experiment. The glass tube approximately 1 m long can also be very helpful.

4. Upper boundary

Measure experimentally the maximum height the ball rises to and explain the result.

5. Distribution function

Determine experimentally what part of a sufficiently large time interval the ball is in the range of heights H , $H + dH$ and explain the result.

6. Acceleration

The mechanical energy of the ball changes after every impact. The mean mechanical energy (averaged over several successive impacts) increases at the beginning of the process and then tends to a constant value. Try to obtain experimentally the time dependence of the mean mechanical energy of the ball.

7. Aspen leaf

Even in windless weather aspen leaves tremble slightly. Why does an aspen leaf tremble?

8. Superball

Highly elastic rubber ball (a superball) falls on a horizontal surface from a small height (5 cm or less) and recoils several times. What is the number of impacts of the superball against a table?

9. Meteorite

A meteorite of mass 1,000 tons flies directly into the Sun. Can modern instruments register the fact of its fall on the Sun?

10. Water dome

A vertical water jet falls on the butt-end of a cylindrical bar and creates a bell-like water dome. Explain this phenomenon and evaluate the parameters of the dome.

11. Siphon

A rubber tube is used as a siphon to flow water from one vessel into another. The vessels are separated by a high partition and the levels of water in them are different. If one withdraws the tube from one vessel, lets the pole of air enter it and then puts the tube into the water again, the action of the siphon may be resumed or not. Investigate this phenomenon.

12. Boiling

Put a metallic ball heated to the temperature $150^\circ\text{--}200^\circ\text{C}$ into hot water at the temperature close to 100°C and observe the process of intensive evaporation of the water. Explain the observed phenomenon.

13. Spirits

A closed vessel (a bottle) contains spirits—pure or substantially diluted by water. Suggest a method of estimation of the concentration of spirits without opening the vessel.

14. Magnetic friction

To investigate the phenomenon described in the problem 3 we suggest to create the device containing the following elements:

- a) a copper plate (or a set of plates) 0.3 to 15 mm thick. The length and the width of the plate may be chosen according to one's convenience, but they should be large enough to avoid the effect of the boundaries;
- b) a cylindrical electromagnet with a flat butt-end;
- c) a device providing free motion of the flat butt-end of the electric magnet over the horizontal surface of the copper plate. It is very important that the gap between the magnet and the plate is as small as possible and constant everywhere;
- d) the push providing the uniform motion of the magnet at a given velocity over the plate surface.

Introduce the following notation: T – the push (and the force of magnetic friction), v – the velocity of the magnet, h – the thickness of the plate. Investigate and determine experimentally the dependence on T on h at $v = \text{const}$ for several values of v .

15. Transmission of energy

Transmit without wires to a distance of 3 meters the largest possible part of the energy stored in a capacitor $C = 10 \mu\text{F}$ charged to voltage $U = 100 \text{ V}$. Measure this energy. Your device should not contain energy sources. Naturally the capacitor itself must not be transported.

16. The moon and the sun

"If you are asked what is more important, the Sun or the Moon, you should answer: the Moon. For the Sun shines in daytime when there is enough light without it," says a joke. When is it possible to see the Sun and the Moon at the same time? Calculate the schedule of these events for the European countries during 1994.

17. Straw

The Russian proverb says: "Had I known the place where I fell, I would have laid some straw there." How much straw should be laid to guarantee a safe fall?