

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Josef Zahradníček
Z fyzikálního praktika

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 48 (1919), No. 1-2, 78--83

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121118>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1919

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Z fyzikálního praktika.

Dr. J. Zahradníček.

V následujících řádcích podávám popis několika přístrojů, jež sestaveny byly ve fyzikálním praktiku na českém státním gymnasiu v Kroměříži ve školním roce 1916/17.

Volný pád — kmitočet ladičky.

V Jenišťově učebnici fyziky pro VII. třídu gymnasiální popsaný je v kapitole o volném pádu pokus s ladičkou. Jednodušeji než uvedenou tam cestou fotografickou dá se provést pokus onen v této úpravě: Deska dřevěná rozměrů $2\text{ m} \times 14\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ jest opatřena na krajích žlábkou, v nichž se pohybuje deska skleněná 1 m délky. Tření jest zcela nepatrné, tak že při svislé poloze desky máme tu volný pád. Nalepme na skleněnou desku pruh bílého papíru terpentínovým plamenem očázeného, přidržme ladičku jemným hrotem opatřenou a rozkmitanou při desce a desku spustíme. Na očázeném papíru objeví se bíle vytažená vlnovka známého tvaru. Desku skleněnou není radno očaditi, protože snadno praskne; její úloha spočívá jen v tom, aby tření při pohybu bylo co nejmenší. Na dolním kraji desky dřevěné zachycuje se deska skleněná ve žlábkou vodorovném jenž vyložen je vatou*).

Než přikročí se k měření vlnovky, je dobře fixovati ji alkoholickým roztokem šelaku pomocí rozprašovače.

Je-li N kmitočet ladičky, n počet celých vlnek — od začátku pádu měřeno — vytvořených na délce $d\text{ cm}$ v čase

$$\tau = \frac{n}{N} \text{ sekund,}$$

pak platí

$$d = \frac{g}{2} \left(\frac{n}{N} \right)^2.$$

Měřením vlnovky snadno se dokáže

$$1. \quad \frac{d}{n^2} = \text{constans,}$$

čímž potvrzeno, že jde tu vskutku o pohyb rovnoměrně zrychlený.

* Přístroj podobný možno sestavit i v malém měřítku pro projekci — očázená deska skleněná $9\text{ cm} \times 12\text{ cm}$.

Je-li kmitočet ladičky znám, podává nám pokus tento gravitační urychlení

$$2. \quad g = 2 d \left(\frac{N}{n} \right)^2 \frac{cm}{sek.^2}.$$

Předpokládajíc g známo určíme kmitočet

$$3. \quad N = n \sqrt{\frac{g}{2 d}}.$$

Je-li tření omezeno na míru nejmenší, visí-li přístroj svisle, je-li hrot na ladičce lehký proti její hmotě, podává tento pokus pěkné výsledky jak pro g tak pro N . K vůli srovnání jest vhodno určit kmitočet ladičky ještě methodami jinými.

Zahřejeme-li mírně ladičku v plameni Bunsenova kahanu, můžeme ze změněné vlnovky počítati vliv teploty na kmitočet — aspoň kvalitativně.

Přístroje dá se použití i ke studiu pohybu na nakloněné rovině a určení koeficient tření.

Myšlenka tohoto přístroje pochází od dra. F. C. G. Müllera (Technik des physik. Unterrichtes, str. 61, Berlín 1906).

Akce rovná se reakci.

Ve spise „Lehrbuch der Physik“ str. 84. uvádí prof. Grimsehl na důkaz předešlé věty následující přístroj: Železnice poháněná pružným pérem pohybuje se na kruhových kolejnicích; kolejnice jsou upevněny na rovinné podložce — kruhovém kotouči, který otáčí se volně kol středu asi tak, jako je tomu u stroboskopu. Je-li lokomotiva uvedena v pohyb ve směru jednom, otáčejí se kolejnice s kotoučem ve směru opačném. Přidržíme-li roztočenou lokomotivu u kolejnic, pohybují se kolejnice se zvýšenou rychlostí, přidržíme-li zase kolejnice, pohybuje se lokomotiva vůči okolí rychleji.

Přístroj tento vyrábí Leybold za 45 M. Závadou u přístroje je tření, vznikající při otáčení kotouče kol hrotu. Jednoduše možno tomu odpomoci takto: Kolejnice upevní se souměrně na rámu sbitém do kříže ze dvou pravítek. Kříž dá se na 4 závěsy — tenké drátky, vycházející od vnitřní strany kolejnic a zavěsí se nízko nad experimentálním stolem na nit u stropu upevněnou. Aby lokomotiva nerušila rovnováhy, zavěsí se pod

přístroj uprostřed rámu závaží $\frac{1}{2}$ —1 *kg*, čímž zvýší se stabilita celého zařízení. Svrchu uvedené pokusy dají se pak provést zcela bezvadně.

Přístroj sestaven byl žáky v praktických cvičeních ze známé hračky — lokomotiva s kruhovými kolejnicemi. Rozměry přístroje našeho jsou: vnitřní průměr kolejnice 38 *cm*, vnější 45 *cm*; podložka pro kolejnice — dřevěný kříž ze dvou pravítek 50 *cm* délky, 5 *cm* šířky, 6 *mm* tloušťky; 4 dráty závěsné jsou 29 *cm* dlouhé a ve vzdálenosti 18 *cm* od středu kříže upevněny, druhé konce jejich jsou spolu spojeny v kroužku, který se zavěšuje nad experimentální stůl na dlouhou nit. Doprostřed kříže vespod zavěšuje se závaží 1 *kg*.

Zákon akce a reakce možno v našem případě vyjádřit rovníci

$$m_1 v_1 = m_2 v_2,$$

kde m_1 , m_2 značí hmoty lokomotivy a kolejnic s podložkou, v_1 , v_2 jejich protisměrné rychlosti. Jsou-li kolejnice s podložkou těžší než lokomotiva, je reakční pohyb kolejnic menší než pohyb lokomotivy

$$m_2 > m_1, \quad v_2 < v_1;$$

jsou-li kolejnice lehčí, je jejich reakční pohyb větší. Na dřevěný kříž možno upevnit závaží (symmetricky) a tak sledovat platnost věty této aspoň kvalitativně.

Prováděje pěkné pokusy tyto vzpoměl jsem si na výrok svého nezapomenutelného učitele, zvěčnělého profesora Koláčka, který vykládá nám v roce 1904 ve svých přednáškách „Mechanika“ o principu zachování těžiště — na tomto principu zakládají se všechny zjevy reakční — pravil: „Kdyby na naší zeměkouli velké hmoty byly současně uvedeny v pohyb od západu k východu, rotace zemská by se zmenšila, případně i zrušila, ano mohla by dokonce Země býti uvedena v rotaci od východu k západu.“ Pokusy s předešlým přístrojem vedou k pochopení tohoto výroku.

Apparát dle Quinceho pro pokusy zvukové resonance.

Mám zde na mysli přístroj, jehož podstatou je skleněná trubice délky asi 1 *m*, v níž se posunuje na tyčince upevněný

kruhový kotouček a tím se mění délka rezonujícího sloupce vzduchového. Dáme-li před volný konec trubice kmitající ladičku, uslyšíme v jistých polohách kotoučku maximum resonance. Vzdálenost dvou sousedních maxim dává polovinu délky vlny pro příslušnou ladičku; vzdálenost prvního maxima od kraje trubice d jest přibližně čtvrtvlnou — přesněji jest

$$d + \frac{3}{10} 2r = \frac{\lambda}{4},$$

kde $2r$ je vnitřní průměr trubice *).

Skleněná trubice k tomuto přístroji je dosti drahá, i když má třeba jen malou světlost. Pro žákovská cvičení sestavena byla u nás ze čtyř lampových válců (délky 32 cm, průměru 65 mm dlouhá trubice poměrně velké světlosti. Spojení jednotlivých válců mezi sebou bylo vytvořeno pomocí dřevěných objímek: v deskách čtvercových 2 cm silných a o straně 9 cm vysoustruhován byl kruhový otvor, jímž skleněné válce právě procházely. Pět takových objímek bylo přišroubováno na dřevěný podstavec (140 cm × 15 cm) v příslušných vzdálenostech a do objímek zasazeny válce, tak že vytvářejí souvislou trubici. Na dřevěné tyčince délky 130 cm upevněn kruhový kotouček ($2r = 64$ mm), jenž se dá v trubici posunovati. Resonance je silná.

Přístroje dá se použítí ke známému pokusu Kundtova; obrazce z korkových pilin možno vytvořiti na vloženém pruhu černého papíru, pak pohodlně vyjmouti a fixovati šelakem pro demonstraci celé třídy.

Celý přístroj dá se lehko a levně sestavit.

Přístroj na interferenci zvuku.

Pěkný pokus interferenční popisuje dr. Volkmann ve svém spise „Anleitung zu den wichtigsten physikalischen Schulversuchen“ str. 147, Berlin 1912. Přístroj k tomu je zcela jednoduchý: dvě trubice papírové, na jedné straně uzavřené, naladěné na tón ladičky, postaveny jsou k sobě kolmo, takže otvory vzdáleny jsou asi 2 cm a 4 cm od vrcholu pravého úhlu. Ve

*) Z určeného λ dá se počítati buď rychlost zvuku nebo kmitočet ladičky dle rovnice

$$\lambda = \frac{v}{N},$$

vrcholu pravého úhlu přidržena kmitající ladička, tak aby osa její splývala s osou bližší trubice. Každá trubice sama o sobě zesiluje resonancí tón ladičky, jak se můžeme přesvědčiti, zakrývajíce střídavě jeden nebo druhý otvor. Jsou-li obě trubice otevřeny, je tón interferencí značně zeslaben, ano i dokonce zrušen. Je nutno jen vyhledati správné postavení trubic a ladičky.

Popsaný přístroj byl sestaven u nás pro školní účely následovně: Na dřevěném podstavci obdélníkovém ($30\text{ cm} \times 15\text{ cm}$) připevněna jest na okraji pod pravým úhlem deska ($15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$) a uprostřed této připevněn jest kolmo válec dřevěný ($2r = 5\text{ cm}$, $v = 20\text{ cm}$) osou rovnoběžně s podstavcem. Na válci je navlečen skleněný válec lampový ($l = 33\text{ cm}$), takže délka resonančního sloupce vzduchového dá se v jistých mezích měniti. Takový přístroj sestaven dvojmo.

Válce posuneme tak, až resonance je co největší; pak postavíme oba přístroje, jak svrchu řečeno, tak aby válce tvořily pravý úhel.

Skládáním vln zvukových v obou válcích vznikajících vzniká zde interference. Je zajímavo sledovati interferenci i při jiných vzájemných polohách obou válců a při různých polohách kmitající ladičky. V našem případě užíváno ladičky komorního a^1 .

Poznámka: Přístroj s posunovatelným válcem skleněným na vodorovném válci dřevěném k ukázání resonance hodí se dobře k měření. Je vhodné připojiti k válci skleněnému papírové měřítko. Zdá se mí zařízení toto pohodlnější místo obvyklého nalévání vody do válce, nebo ponořování válce do vody a pod.

Pokusy z elektrodynamiky.

Zákony vzájemného působení přímých proudovodičů zkouší se obyčejně na Ampèrově stativu. Pokusy daří se však jen při větší intenzitě proudu asi 20 a více amperů. Upravíme-li Ampèrův stativ tak, že ponechávajíc pohyblivý vodič jednoduchý, volíme pevný vodič s 10 až 20 závitů, pak probíhají pokusy ony bezvadně již při menší intenzitě. Tento pevný proudovodič s vícenásobným vinutím možno sestaviti s ohledem na příslušný stativ Ampèrův asi následovně: Na dřevěném podstavci ($25\text{ cm} \times 13\text{ cm} \times 1,5\text{ cm}$) upevněna jest uprostřed deska ($20\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 1\text{ cm}$); na ní vyříznut jest při delší straně (svislé)

obdélník $10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$. Podél obvodu velkého obdélníka ($20\text{ cm} \times 30\text{ cm}$) veden jest v 10—20 závitěch izolovaný drát (1 mm), který v rozích držen jest šroubky. V délce 20 cm jsou dráty volné (v obdélníkovém výřezu) a ovinuty nití ve váleček co nejmenšího průřezu. Proudem 10 amperů docílíme tu týchž výsledků jako proudem 100—200 amperů v (jedním drátě*).

Vzájemné působení solenoidů a solenoidu a magnetu ukazuje se rovněž na Ampèrově stativu. I zde známa jest těžkopádnost, s jakou pokusy ty mnohdy probíhají; záleží tu vedle intenzity proudu na přesné poloze přístroje, na čistotě rtuti a j. Ve cvičeních žákovských sestaven byl k tomu účelu zcela jednoduchý přístroj: Cívka dřevěná o průměrech 11 cm a 4.5 cm a celkové délce 3 cm — tloušťka postranních stěn jest 5 mm — se 100 závitů izolovaného drátu (1 mm) zavěšena je nad experimentálním stolem na nitě ke stropu jdoucí. Na rozdíl od tak zvaných Buffových spirál jde proud do této pohyblivé cívky dvěma volnými ohebnými šňůrami z Holtzových svorek, které jsou umístěny na stole pod cívku. Na pobočných stěnách cívky označeny jsou u svorek cívky póly pro proud (+, —) a odpovídající tomu směr proudu v cívce šipkami a velkými značkami +, —. Proud veden je současně do cívky pevné, zcela podobné cívce předešlé a opatřené rukojetí; i tato cívka má označeny póly a směr proudu šipkou a znaménkem na obou stěnách.

Tímto jednoduchým přístrojem možno ukázati:

1. působení magnetu na pohyblivý proudovodič — pohyblivá cívka a magnet, pohyblivá cívka mezi póly magnetu, elektromagnetu, pohyblivá cívka v magnetickém poli zemském;
2. vzájemné působení proudů stejnosměrných a protisměrných — cívka pohyblivá a pevná.

Žáky zvláště poutá, jak silné jest ono vzájemné působení nejen v tom případě, když blížíme pohyblivé cívce pevný magnet (nebo měkké železo), ale i tehdy, když pohyblivé cívce blížíme cívku pevnou. Žáci sami čtou zde příslušná pravidla a chápají příbuznost mezi solenoidem a magnetem.

*) Přístroj tento uveden jest ve spise Ebert-Wiedemann, Physikalisches Praktikum V. str. 499, Braunschweig 1904 pro ukázání siločar proudových. K tomu účelu nutno takové přístroje sestaviti dva.