

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Josef Zahradníček

Z praktika fyzikálních pokusů

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 60 (1931), No. 4, D49--D54

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123932>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1931

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>

JOSEF ZAHRADNÍČEK:

Z praktika fyzikálních pokusů.

(Z přednášky na brněnském kursu.)

Chci stručně pojednati o některých pokusech, které byly předvedeny účastníkům brněnských kursů ve fyzikálním ústavu Masarykovy university. Původní plán byl, aby účastníci kursu, profesori fyziky na našich školách středních, během kursu shlédli naše laboratoře fyzikální, v nichž konány jsou v tomto semestru dvoje kursy praktických cvičení a to fyzikální měření kurs II. a praktikum fyzikálních pokusů. O toto praktikum má jistě učitel fyziky největší zájem, neboť je tu možno sledovati v jednotlivých laboratořích, jak se dnes ve fyzikálním ústavu mladé university Masarykovy provádí praktikum těch pokusů fyzikálních, které by mohly a měly býti provedeny na každé škole střední. Z toho důvodu jsem původně zamýšlel, aby účastníci kursů vykonali sami během kursů toto praktikum v hlavních rysech. Když však vzrostl počet přihlášek fyziků na sto, bylo nutno tento plán pozměniti a vybrané pokusy předvésti účastníkům kursů v posluchárně s příslušnými poznámkami o podstatě přístroje a o technické stránce vlastního pokusu. Vybrány pak byly přístroje a pokusy, které vyrostly během prvního desetiletí našeho ústavu v naší dílně ústavní a v našich laboratořích.

V praktiku fyzikálních pokusů nejde tak o zvláštní přesnost v měření — ač kvantitativní stránce při každém pokusu, pokud je to možno, je věnována patřičná péče —, nýbrž o pochopení fyzikálních dějů na základě vlastních vybraných experimentů. Zvláštní pozornost je tu věnována experimentům přehledným a v uspořádání jednoduchým, přístroje voleny co nejjednodušší, aby čas potřebný ku přípravě a provedení pokusu byl úměrný ceně pokusu a aby pokus měl zaručený zdar.

Každý účastník praktika pracuje sám a jen tam, kde toho povaha pokusu vyžaduje, pracují u těže aparatury dva nebo výjimečně tři praktikanti.

O řadě přístrojů v našem praktiku užívaných byly podány zprávy na různých místech tohoto časopisu; o těch přístrojích se jen zmíním, jinde přičiním malé praktické poznámky. Uvádím tu tedy seznam pokusů, jež na kursech byly ukázány:

Volný pád vodních kapek ve stroboskopickém osvětlení subjektivně i objektivně na projekci.

Padostroj Lippichův s elektromagnetickou pružinou 50 *per/sec.* píšťící na začazené desce skleněné volně padající.

Duffova nakloněná rovina.

Padostroj Edelmannův — padající kulička ocelová probíhá za půl doby kyvu kyvadla $\frac{1}{2}t$ dráhu $s = \frac{1}{2}g \cdot (\frac{1}{2}t)^2$.

Pád kuličky v odporujícím prostředí.

Gravitační váhy na demonstraci zákona Newtonova — konstanty vah gravitačních, které se zvláště dobře osvědčily, a to jak ve vysoko položené posluchárně, tak při velkých změnách teploty a při velkých změnách v gravitačním poli Newtonově, jsou tyto: Vahadlo tvoří aluminiový plech obdélníkové formy $14.5\text{ cm} \times 3.47\text{ cm} \times 0.4\text{ mm}$ a hmoty 7.06 g . Na koncích plechu jsou upevněny uprostřed olověné kuličky hmoty 1.76 g . Vahadlo je zavěšeno na drátě platinoiridiovém délky 35 cm a průměru 0.015 mm ve vodorovně upevněné trubici mosazné průřezu čtvercového $4\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ a délky 15.5 cm , s vysunovatelnými nástavky na koncích. Olověné koule $5\text{--}10\text{ kg}$ posunují se po dvou tyčích, rovnoběžně se skřínkou vah upevněných v rohu dvou hlavních zdí. Váhy samy stojí na konsoli v rohu upevněné a při posouvání koulí z jedné hlavní polohy do druhé jejich chod není otřesy nijak rušen. Hlava závěsu může býti opatřena mikrometrickým šroubem pro justaci vah; jemné váhy je nutno s počátku delší dobu stavěti do osy skřínky. Když ale tato justace jednou je provedena, a když závěsný drát zestárnul, zůstávají váhy ve své poloze a jen po změně intenzity gravitačního pole vychylují se v jednom nebo ve druhém směru.

Vahami v popsané úpravě — velký útlum — dá se pěkně ukázati přitahování hmot ve smyslu Newtonově a to jak subjektivně — dalekohledem se škálou, tak objektivně — na projekci. Pro výpočet gravitační konstanty je nutno voliti váhy s menším útlumem — vahadlem je v tom případě drát aluminiový průměru asi 3 mm a na koncích kuličky olověné, každá z nich asi 6 g těžká.

Popsané zařízení je vhodnější než přístroje, které vyrábí firma Leybold a Kohl za 2400 resp. 4000 Kč. Podotýkám, že závěsný drát platinoiridiový a zrcátko možno koupiti u fy Š. Schön, Praha II. Doporučuji zrcátko 1 cm v průměru v jakosti za 75 Kč.

Pohyby hmot na pružném vlákně nebo tyči — kmity podélné, příčné a torsní.

Měření modulu pružnosti v tahu a kroucení metodou statickou — z deformace — a dynamickou — z doby kyvu.

Měření koeficientu Poissonova σ z protažení a zkrácení dvou k sobě kolmých průměrů $2r = 10\text{ cm}$, vyznačených v kružnici na kaučukovém pásu o rozměrech $50\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 1\text{ mm}$ — cena asi 10 Kč.

Vlnění podélné — ocelová spirála s malou pružností v tahu. — a příčné — vlákno kaučukové a bavlněné. Kmity jsou buzeny elektromagnetickou pružinou s frekvencí 50 *per/sec.* Jeden konec spirály resp. vlákna je upevněn na konci pružiny, druhý je vhodně napínán. Kaučukové vlákno průřezu čtvercového asi 2×2 mm je tu vedeno ve směru pružiny — příčné vlnění polarisované —, vlákno bavlněné je vedeno napříč ke směru pružiny — příčné vlnění nepolarisované, rovina kmitů jednotlivých částí vlákna se stále mění. Polohu vlákna v jednotlivých okamžicích — fázích možno dobře přehlédnouti ve stroboskopickém osvětlení —, světlo přerušované dopadá se strany podél délky kmitajícího vlákna.

Pohyb struny ve strobosk. osvětlení — pomocí rotujících objektivů.

Pohyb centrální ve stroboskopickém osvětlení — na odstředivém stroji jest upevněno pravítko s dvěma bílými porculánovými knoflíky průměru asi 3 cm na koncích, na druhém odstředivém stroji jest upevněna stroboskopická deska — mezi kondensorem a objektivem projekčního stroje. Pozorování se děje proti bílému stínítku resp. proti tmavému pozadí — tabule —, při čemž stroj s pravítkem stavíme tak, aby rovina rotace byla ke směru paprsků kolmá a pak ji stáčíme až do směru paprsků.

Kyvadla sprážená s proměnnou vazbou.

Skládání dvou pohybů kyvadlových a to buď stejnosměrných nebo různosměrných. Tento pokus je vhodno předeslati skládání pohybů kmitavých a to z důvodu jednoduchosti a přehlednosti celého pokusu. Jedno kyvadlo jest bifilární — těžká hmota olověná asi 5 kg, zavěšená na dvou provazcích — dva závěsné háky ve stropě asi 1 m od sebe vzdálené; délka kyvadla asi 2 m. Druhé kyvadlo je vytvořeno z tyče železné 2 m délky, 13 mm v průměru, jež jest opatřena uprostřed osou vodorovnou a dvěma posuvnými hmotami nad osou a pod osou, aby bylo možno dobu kyvu v širokých mezích měniti. Na horním konci spodního kyvadla jest nasunuta pomocí nástavku deska dřevěná rozměrů 70 cm \times 25 cm resp. 40 cm \times 40 cm. Spodní kyvadlo jest umístěno tak, aby osy obou kyvadel spolu splývaly a aby kyvadlo horní mohlo psáti kyvy na dřevěné desce kyvadla spodního. Zapisovací zařízení je buď nálevka s pískem, nebo skleněná trubička ve špičce vytažená s fialovým barvivem. Trubice skleněná je volně pohyblivá v trubici mosazné, upevněné na spodu hmoty kyvadla horního. Jsou-li kyvy stejnosměrné, posunujeme rovnoměrně bílý papír, na kartonu přilepený, podél listu desky napříč k rovině kyvu; jsou-li kyvy různosměrné — kyvadlo spodní jest i s ložiskem otočeno o 90° —, píše kyvadlo horní na desce dolního Lissajousovy křivky různých poměrů.

Skládání kyvadlových pohybů různosměrných dá se provésti buď zkríženými kyvadly, jak právě bylo popsáno, nebo kyvadlem Airy-Blackburnovým, které v jednoduché úpravě dá se sestaviti takto: Na stropě jsou upevněny dva závěsné háky, v nich pak jest vinut provazec bifilárně až skoro k podlaze. Svorkou na vhodném místě docílíme vhodných poměrů v dobách kyvu. Písek padající z těžké nálevky, nebo „péro“ skleněné v horní úpravě píše na podloženém černém resp. bílém papíře pěkné křivky velkých rozměrů.

Pohyby setrvačnicku ukázány na kole z bicyklu, opatřeném osou na jednu stranu prodlouženou, případně opěrným nastavkem na ose a závažím.

Rayleighova deska a citlivý plamen jako detektory akustického pole. Pro citlivý plamen je zvláště vhodný plameník následující úpravy: Na mosaznou trubici 20 cm délky a 8 mm v průměru opatřenou na jednom konci otvorem 1.7 mm v průměru, je nasazena trubice širší 10 cm délky a 2 cm v průměru, dole uzavřená, nahoře otevřená a opatřená na volném konci drátěnou sítkou — 200 oček na 1 cm². Tato trubice jest opatřena postranním výřezem 5 cm × 0.8 cm. Na tuto trubici jest těsně navlečena trubice s týmž výřezem, jednak aby sítko byla jí držena, jednak aby vhodným natočením šterbina postranní byla vhodně zúžena. Vzdálenost špičky vnitřní trubice od sítky volíme při vysokých tónech asi 2—3 cm, tehdy je plamen nejcitlivější. Tento plamen má široký obor citlivosti a jeho citlivost je nezávislou jak na změnách tlaku plynu, tak na teplotě plameníku.

Akustické pole vytvořené na př. vysokým tónem krátké píšťalky poháněné foukadlem dá se tímto detektorem dobře zjistiti. Odraz krátkých zvukových vln na kovové desce rozměrů 1 m × 1 m dá se velmi dobře tímto plamenem studovati. V uzlech stojatých vln hoří plamen klidně, plamenem svítivým, v kmitnách neklidně, plamenem nesvítivým. Experimentátor sám nesmí ovšem akustického pole mezi vysilačem a přijímačem svým tělem rušiti — při posouvání plameníku je dobře se shýbnouti.

Interference vln v trubici Quincke-Stefanově — z posluchárny do přípravny je ve zdi vodorovně zasazena trubice mosazná takové světlosti, aby se v posluchárně dala do ní zasunouti trubice Stefanova, opatřená nálevkovitým nastavkem. V přípravně je zasazena do trubice krátká píšťalka, poháněná foukadlem. V posluchárně jest umístěn ve vzdálenosti několika metrů od interferenční trubice citlivý plamen. Při vytahování jednoho ramene interferenční trubice poznáme ostře jak uchem tak na plameni minima základního tónu píšťalky, který zaznívá v celé směsi tónů nejsilněji; snadno je možno zachytiti tři minima i více.

Trubice Rubensova k demonstraci stojatých vln zvukových pomocí plaménkových vlnovek — obdoba trubice Kundtovy, pokus je však vhodný pro velké auditorium.

Termoelektrický článek měď-konstantán v diferenciálním spojení s galvanometrem zrcadlovým — na projekci — k ukázaní: a) zvýšení bodu varu souvisícího se zvýšením tlaku vzduchu, b) zvýšení bodu varu u roztoků. Oba termoelementy měď-konstantán jsou spojeny proti sobě a s galvanometrem. Spájená místa termoelementů jsou v postranních nástavcích dvou dlouhých zkumavek s vodou — délka asi 40 cm, nástavek ve výši asi 10 cm ode dna, vody je 10 cm vysoko a topení je elektrickým proudem — topné tělísko na trubici mosazné, obalené asbestem. Termoelementy jsou zasazeny do kaučukových zátek, spájená místa ústí v kapalině.

Když se voda zahřívá v obou nádobkách, ukazuje galvanometr — klíč — obecně výchylku v důsledku různé teploty obou spájených míst. Když se voda v obou zkumavkách vaří, galvanometr je v poloze nulové. Ucpeme-li zátkou jednu zkumavku, nastane na galvanometru výchylka značící vyšší teplotu příslušného termoelementu, při oddálení zátky vrátí se galvanometr do nulové polohy. — Vhodíme-li sůl do téže zkumavky, galvanometr má úchylku souvisící s ochlazením té kapaliny, když pak roztok začne vařit, galvanometr ukáže výchylku svědčící o vyšší teplotě roztoku, než jest u čistého rozpustidla. Galvanometrem citlivosti 10^{-8} — 10^{-9} dají se zjistiti setiny resp. tisíceiny stupně.

Pokusy s tekutým vzduchem.

Elektrické siločáry — Lichtenbergovy obrazce vytvořené na citlivých deskách fotografických.

Magnetické pole proudu — místo jednoduchého vodiče volíme vodič n -násobný, na př. při $n = 50$ docílíme silných polí intenzitou poměrně malou asi 2 ampérů.

Vzájemné působení magnetů a proudů — proudovody volíme n -násobné, cívky s naznačeným směrem proudu.

Elektromagnet s jádrem otevřeným a uzavřeným.

Změna elektrického odporu elektrolytu, skla s teplotou.

Změna elektrického odporu silitu, nebo soli — ve skupenství pevném — s teplotou dá se demonstrovati pomocí neonové lampy. Přes velký odpor silitu nebo soli nabíjí se kondensátor, k němuž je paralelně připojena neonová lampa s telefonem-tlampač. Počet nabíjení a vybití kapacity v jedné sekundě závisí na odporu a kapacitě. Odpor zahřívávaného silitu nebo soli — mezi dvěma kovovými elektrodami — klesá a v důsledku toho zvyšuje se počet intermitencí v jedné sekundě, t. j. výška tónu roste až nad hranici slyšení. Při chladnutí odporu probíhá tón z vysokých zase k nízkým až případně pod hranici slyšení — jednotlivé nárazy.

Elektromagnetické oscilace krátkovlnné tlumené: vysilačka a přijímačka jsou co nejjednodušší formy; každá z nich se skládá ze dvou trubic mosazných po 30 cm délky a 2 cm průměru, jež v jednom případě jsou odděleny jiskřištěm, ve druhém krystalovým detektorem. Vysilačka je spojena dvěma spletenými kabely se svorkami induktoru, přijímačka se zrcadlovým galvanometrem. Je snadno v této úpravě demonstrovati přímočaré šíření elektromagnetických vln, úkaz stínu a polarisaci — natáčením anten vysilačky —, kteréžto dva úkazy jsou hlavní pro pochopení elm. vln.

Lecherův pokus na ukázání stojatých vln elektromagnetických — sekundární cívka Teslova transformátoru je spojena s aparaturou Lecherovou, jejíž vzduchový kondensátor je nastaven tak, aby bylo možno na drátech zjistiti jednu resp. dvě nebo tři půlvlny. Detektorem jest neonová lampa s doutnavým světlem. Blíží údaje jsou uvedeny v „Rozhledech“ II, 20, 1922.

Absorpční spektrum natria a anomální disperse.

Ionisační účinek preparátu radia 4 mg a emanace asi 200 millicurie v závislosti na času. Ukázány též výsledky měření docílené radiovémi preparáty 160 mg a 42 mg, jakož i emanací asi 100 millicurie pomocí točivých vážek.

Ionisační komůrka Geigerova spojená s kapacitou leydských lahví přes trubici neonovou a telefon — ionisační účinek radiového preparátu nebo Röntgenových paprsků dá se sledovati okem — v záblescích trubice — a současně uchem — v telefonu, tlampačem, který může býti případně spojen s nízkofrekventním zesilovačem dvoustupňovým.

V Brně v dubnu 1931.

Fysikální ústav Masarykovy university.

JOSEF VAVŘINEC:

Základy deskriptivní geometrie v kvartě — bez tabule.

V minulém ročníku psal jsem o tom, jak omeziti užívání tabule a křídly při vyučování aritmetice a geometrii podle zkušeností v I., III. a V. třídě. Chci nyní referovati o zdařilém pokusu vyučovati takto — ba téměř vůbec bez tabule — desk. geometrii ve IV. třídě. Snad se někomu bude zdáti takový pokus příliš dobrodružný — deskriptiva, při níž se nerýsuje na tabuli! Sám jsem se rozpakoval dosti dlouho, ač jsem měl za sebou již pokus