Werk

Label: Article

Jahr: 1928

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?31311028X_0057|log93

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Ročník III. (1927/28). Číslo 2.

Dr. JOSEF ŠTĚPÁNEK:

O rovnicích kulového zrcadla vypuklého a čoček rozptylných.

V naší Maškově učebnici: »Fysika pro vyšší třídy středních škol« jest odvozena ve druhém díle *základní rovnice* pro kulové zrcadlo *vypuklé* ve tvaru

$$\frac{1}{a}-\frac{1}{b}=-\frac{1}{f}, \tag{1}$$

a výrazy tak zvaného *zvětšovacího poměru*

$$\frac{y'}{y}=\frac{f}{x}=\frac{x'}{f}=\frac{b}{a}. \tag{2}$$

Rovnice čoček *rozptylných* jest napsána ve tvaru

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=-\frac{1}{f}, \tag{3}$$

ale zvláštní rovnice pro zvětšovací poměr u rozptylek není odvozena. Kniha odkazuje na rovnici zvětšovacího poměru čoček spojných, do níž se má dosaditi veličina f (ohnisková dálka) se znaménkem z á p o r n ý m, a vznikne tím rovnice pro zvětšovací poměr čoček rozptylných.

Podobně jako tato naše učebnice počínají si při rovnicích zrcadel vypuklých a rozptylek i německé učebnice fysiky pro vyšší třídy středních škol (na př. Dr. Al. Lanner: Naturlehre, Dr. Fr. Poske: Oberstufe der Naturlehre, Dr. J. G. Wallentin: Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen der Mittelschulen, Dr. K. Rosenberg: Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen der Mittelschulen).

Probírati vztahy mezi polohou a velikostí předmětu a obrazu u zrcadel vypuklých a čoček rozptylných tímto způsobem, není však zcela důsledné a bývá mimo to zdrojem hojných chyb, když má žák podle rovnic upravených tak, jak bylo uvedeno, počítati příklady praktické s danými určitými čísly.

Těmto chybám však učitel předejde a vystačí pro celou nauku v zobrazování zrcadly kulovými i čočkami v š e c h druhů s p o u h ý m i t ý m i ž t ř e m i r o v n i c e m i, když hned od začátku této

nauky o zobrazování důsledně přihlíží nejen k velikosti, nýbrž i ke směru všech délek přicházejících v úvahu.

Základní zrcadlovou rovnici pro skutečný bodový předmět na ose zrcadla kulového vypuklého odvozuji takto:

Předešlu, že vzdálenosti bodů od vrcholu čítají se směrem před zrcadlo kladně, za zrcadlo záporně. Z obr. 52 II. dílu MašKovy Fysiky (4. vydání), v němž AM jest nulový paprsek, plyne pak vztah úseků způsobených osou MS vnějšího úhlu v trojúhelníku AMB:

$$AS : BS = AM : MB = AV : VB;$$

výměnou vnitřních členů pak vychází:

$$\frac{AS}{AV} = \frac{BS}{VB} = -\frac{BS}{BV},$$

a z toho harmonický vztah čtveřiny A, B, S, V.

Výměnou směru všech čtyř úseček v poměru prvním a třetím obdržíme:

$$\frac{SA}{VA} = -\frac{SB}{VB}. \tag{4}$$

Do této rovnice zavedu obvyklé vzdálenosti

$$VA = a,\ VB = b,\ VS = r,$$

z nichž první jest kladná, obě druhé jsou záporné. Pak jest:

$$SA = SV + VA = -r + a,$$
$$SB = SV + VB = -r + b,$$

takže rovnice (4) nabude tvaru:

$$\frac{-r+a}{a} = -\frac{-r+b}{b}, \tag{5}$$

z něhož úpravou plyne

$$\frac{r}{a} + \frac{r}{b} = 2.$$

Zavedeme-li pak

$$\tfrac{1}{2}r = f,$$

obdržíme základní rovnici zrcadla kulového vypuklého ve tvaru

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}, \tag{6}$$

který jest úplně shodný s rovnicí pro zrcadlo kulové duté. Jest ovšem dobře znova upozorniti žáky, že v této rovnici veličina f jest záporná a při zvolené poloze bodu A vzdálenost b rovněž.

Rovnice $xx' = f^2$ odvodí se pak z rovnice (6), zavede-li se

$$\overline{FA} = x, \quad \overline{FB} = x'$$

a počítají-li se tyto délky zase důsledně směrem nalevo od ohniska kladně, napravo záporně.

Pak jest

$$a = VF + FA = f + x,$$
$$b = VF + FB = f + x'.$$

Dosadíme-li tyto výrazy do rovnice (6) a zbavíme-li ji zlomků, vyjde

$$xx' = f^2. \tag{7}$$

Potom provede se rozbor obou rovnic (6) a (7) a ověří pokusy na př. na Hartlově optické desce.

Pro předmětový bod ležící mimo osu sestrojí se pro vypuklé zrcadlo obrazec obdobný obrazci 49 Maškovy Fysiky II. pro zrcadlo duté a z něho pak vypočítá se zvětšovací poměr shodně jako pro zrcadlo duté ve tvaru:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{b}{a} = -\frac{f}{x} = -\frac{x'}{f}. \tag{8}$$

Při kladném a a x jest poměr y'/y ve všech svých třech tvarech kladný, jak to odpovídá poloze předmětu i přímého obrazu nad osou; neboť pak jest b záporné, proto $-b/a$ kladné, f záporné, ale x' kladné, proto $-f/x$ i $-x'/f$ jsou čísla kladná.

Vyjdou tedy všecky tři základní rovnice zrcadla kulového vypuklého úplně shodně s rovnicemi pro zrcadlo kulové duté.

Že jsou odvozené rovnice správné i pro případ předmětů virtuálných, lze ověřiti snadno několika číselnými příklady.

Podobně jako při zrcadle vypuklém počínám si i při rovnicích pro čočky rozptylné. Podle roztřídění čoček plyne, že ohnisková dálka rozptylek jest záporná pro $n > 1$, neboť ve výrazu

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$$

jest druhý činitel pravé strany záporný. Jinak zůstává v platnosti rovnice táž jako u čoček spojných, tedy

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}, \tag{9}$$

ale poloha ohnisek jest vyměněna, předmětové ohnisko F jest za čočkou, kdežto obrazové F_1 před čočkou (viz obr. 75 Maškovy Fysiky II.). Předmětovému bodu A na ose patří obrazový bod B. Pak jest $SA = a$ kladné, ale $SB = b$ záporné, neboť jest B v prostoru předmětovém. Vzdálenosti

$$x = FA, \quad x' = F_1B$$

čítají se směrem k čočce kladně, záporně směrem od čočky, opačně než u čoček spojných. Jest tedy

$$a = SF + FA = f + x,\ b = SF_1 + F_1B = f + x'.$$

Dosazením do rovnice (9) a úpravou dospějeme k rovnici Newtonově

$$xx' = f^2. \tag{10}$$

I zvětšovací poměr se vypočítá zcela stejně jako pro čočky spojné ve tvaru

$$\frac{y'}{y} = -\frac{b}{a} = -\frac{f}{x} = -\frac{x'}{f}. \tag{11}$$

Že i pro rozptylky vyhovují rovnice (9), (10), (11) správně všem možným polohám předmětu a obrazu, ověří se pak několika číselnými příklady. Chybiti v těchto příkladech nemůže žák tak snadno, když má stále na mysli, že do každé rovnice jest mu dosazovati veličiny se zřetelem ke směru i k velikosti. Ovšem jest nutno důrazně žáky upozorniti, že u zrcadel počítají se vzdáleností obrazové kladně v prostoru před zrcadlem, kdežto u čoček jest tomu opačně.

Paměti žákově jest však popsaným postupem značně ulehčeno, neboť místo tří různých tvarů rovnic základních a rovnic pro zvětšovací poměry stačí mu pamatovati si tvar jediný pro všecky čtyři zobrazovací soustavy. Uvážíme-li pak, že rovnice Newtonova platí i pro čočky tlusté, spojky i rozptylky, a zvětšovací poměr ve tvaru

$$\frac{y'}{y} = -\frac{f}{x} = -\frac{x'}{f}$$

rovněž, jest výhoda tohoto jednotného tvaru zobrazovacích rovnic tím patrnější.

FRANTIŠEK ONDRÁK:

O fysice v nižších třídách středních škol.

(Dokončení.)

II. O metodě vyučovací.

V pedagogických snahách poslední doby bývá stále více zdůrazňována důležitá úloha studijní školy, uváděti žáka v metody vědeckého myšlení, aby se naučil nalézati ve spoustě empirických jednotlivostí zákonitost; žák má nabýti schopnosti pronikati splet života a určiti si v ní pevný směr. Voláno jest po výchově lidí schopných tvůrčí práce a vědomých zodpovědnosti; prostředkem k ní

má býti zvýšení samočinnosti a samostatnosti žáků. Tyto myšlenky dávají podnět k úvaze, zda a jak je možno také v metodě fysikální výuky posíliti směr jimi zdůrazňovaný.

O metodě vyučovací rozhoduje podstatně obsah a cíl předmětu. Účelem fysikálního vyučování jest, aby žák po stránce věcné získal základních vědomostí o fysických zjevech a porozumění pro jejich zákonité vztahy; po stránce formální má tato výuka rozvíjeti schopnosti pozorovací a seznámiti žáky s metodami, jimiž se dochází k poznatkům ve vědách empirických a zvláště přírodních; pro tyto bývá metoda fysiky uváděna za vzornou. Je ovšem nutno, aby již propedeutické vyučování fysice na nižším stupni navykalo žáky vědeckému myšlení, ač nemůže býti a není jeho úkolem vštěpovati žákům pravidla vědeckých metod a jejich používání. Vzhledem k vytčenému cíli musí se metoda vyučovací co nejvíce blížiti metodě vědeckého poznávání. Badání přírodovědecké jest charakterisováno hlavně metodou induktivní; velká však je také cena dedukce. V souhlase s tím žádá se na metodě vyučovací, aby se při získávání poznatků začínalo co možno cestou induktivní; ale též dedukci i na nižším stupni náleží důležité místo jak při vyučování, zvláště při vysvětlování nových zjevů ze známých již zákonů, tak i při učení se, zde jmenovitě při cvičení se v použití poznatků. Induktivní způsob při vyučování nelze ovšem ztotožniti s indukcí badání vědeckého; není možno ve škole reprodukovati celý skutečný proces hledání poznatků a opatřiti veškerý potřebný materiál. Metoda vyučovací zůstane jen obrazem metody vědecké. Se stanoviska praxe vyučovací jest asi jednota v náhledu, že hlavní formou vyučování na nižším stupni jest metoda dialogická, vyznačující se střídáním otázky a odpovědi; z jejích jednotlivých variací vyhovuje nejlépe metoda heuristická, kterou hledány a vyvozovány jsou poznatky za cílevědomého vedení učitelova. Na vhodných místech dá učitel před formou dialogickou přednost souvislému výkladu, který připouští buď také postup heuristický nebo postup čistě dogmatický.

Avšak při bližším rozboru metody dialogicko-heuristické, která se zdála býti nejvhodnějším prostředkem k buzení samočinnosti žákovy, shledány byly závažné nedostatky právě vzhledem k tomuto úkolu. Při bezesporných přednostech této metody pro školní vyučování, zvláště s ohledem na součinnost žactva, se ukazuje, že samočinnost žákova při ní jest klamnou, že otázkami učitelovými se žáku všechno cenné sdělí nebo aspoň napoví. Ba žák si zvyká při dlouhém, výhradném používání této metody mysliti jedině tenkrát, když je k tomu povzbuzován otázkami. Tak ochabuje jak vůle, tak i schopnost jeho k samostatnému jednání.

Z tohoto poznání vyrostl zásadní požadavek metody činného vyučování, nazývané metodou bádavou, aby do popředí práce školní byly posunuty vlastní myšlenky a vlastní činnost žáků, od učitele jen neznatelně vedená, a to počínajíc již nejnižším stupněm.

Učitel má šetřiti otázkami a užívati jich jen v případě nutnosti, žáci se mají co možno samostatně dopracovati nových poznatků, jednak v tichém zaměstnání, jednak za vzájemné výměny názorů a poznatků a ovšem ve fysice na základě samostatných pozorování a samostatně prováděných pokusů. Výchovná cena tohoto postupu vyučovacího jest několikerá. Logické myšlení je školeno hlouběji, samostatná práce směřující k určitému cíli tuží vůli, zvláště pak jest cvičena fantasie žáků. Čím více se uplatnila samočinnost a samostatnost žáků při vyvozování nového učiva, tím jistější a radostnější jest jejich vědění a zvýšena schopnost, nabytých vědomostí samostatně používati. Posílením citové stránky získána jest pro práci tvořivá moc citu. Tyto myšlenky tvoří základ moderní činné studijní školy, jejímž pravým znakem má býti samostatná práce duševní a jejímž cílem jest výchova lidí s duchem iniciativním a produktivním.

Činné vyučování fysice ve smyslu bádavé metody vyžaduje ovšem zavedení povinných cvičení žákovských na vyšším i nižším stupni, která by, v nižších třídách na př. ve formě zvláštní týdenní hodiny, byla podkladem práce školní. Dobré služby by konalo mimo to rukodělné vyučování, uvedené v organickou souvislost mimo jiné obory též s fysikou; tato skytá ručním pracím hojný výběr úloh, majících za účel jednak udržování pořádku ve sbírkách, jednak opravu nebo zhotovování potřebných a užitečných předmětů, přístrojů nebo jejich součástí, se žádoucí přesností provedených, ať ze dřeva, papíru, skla nebo kovu. Uskutečnění těchto požadavků bádavé metody, povinných praktických cvičení a rukodělného vyučování, jest ovšem spojeno se značnější změnou učebného plánu a vyžaduje účelného zařízení pracovních místností a doplnění sbírek; jest tudíž věcí dalšího vývoje středního školství u nás a závisí od zkušeností s bádavou metodou i jinde získaných.

Za dnešní vnitřní organisace středních škol je možno využíti jen některých námětů, které dává metoda bádavá k prohloubení výuky a k posílení bádavého a kritického ducha v žácích. Základní myšlenky činného vyučování fysikálního jsou obsaženy v recensi pojednání E. Güntherova Physikalischer Arbeitsunterricht, uveřejněné v »Příloze« ročníku LVI., str. 46.

Pro vědeckou i praktickou výchovu zasluhuje zmínky zvláště požadavek, vyslovený již dřívějšími metodiky a zdůrazňovaný zastánci činné školy, aby větší měrou školena byla fantasie žáků; tito si mají zvyknouti a se učiti samostatně objevovati problémy tam, kde jich člověk neznalý vědeckého způsobu myšlení nevidí, a mají samostatně nalézati i přiměřené cesty k jejich řešení. Bylo by prospěšné, když by i učebnice obsahovala na vhodných místech náměty směřující k tomuto cíli. Tak na př. není mnohdy účelné začínati odstavce pokusy uměle zařízenými a příklady ze zkušenosti uváděti na konci. Zjevy známé ze života mohou často sloužiti k ob-

jevení problému a k navázání experimentu, směřujícího k jeho řešení, a hodí se tudíž na začátek odstavce. Na př. odstavec o páce je možno začíti úlohou: »Na modelu houpačky, sestávající z dlouhé desky uprostřed opřené, pokuste se napodobiti houpání dětí, které nahradíte závažími. Jakých zkušeností o účinku síly nabýváte? Jakým zařízením je možno tento účinek studovati přesněji?« Na konci odstavce zůstanou ovšem i jiné příklady páky. Nebo v čelo odstavce o nakloněné rovině hodí se otázky: »Jaký účel má líha při nakládání sudů? Jaké přesnější zařízení může sloužiti ke studiu tohoto úkazu? Pokusy!« Nebo při lomu světla jest možno vyjíti z pozorování tyče částečně šikmo ponořené do vody a hloubky předmětu ve vodě.

Doporučuje se pěstovati schopnost k objevování problémů i výslovným ukazováním obecných cest k novým otázkám vedoucích, jako jsou princip analogie, princip zobecnění, specialisace, změna podmínek zjevu neb pokusu, otázka po praktickém využití a jiné. Těchto je možno i v nižších třídách s prospěchem použíti, ovšem na konkretních příkladech, a též učebnice může na ně výslovně ukazovati na př. otázkami, úlohami, historickými poznámkami a pod. Nejdůležitější cestou zůstává ovšem intuice. Jako příklad uvádím úlohu: »Které podmínky můžeme měniti při pokuse s Galileiovou nakloněnou rovinou? Proveďte pokusy, pozorujte různosti v průběhu jejich a vyložte je!« Cenné jsou pokusy provedené při různých odklonech roviny, neboť jimi vynikne význam pohybové složky váhy. Jinde může změna podmínek vésti k novým problémům, jako při působení dvou sil na těleso nebo při kalorimetrických pokusech směšovacích, vody s vodou, pak s jinou látkou (spec. teplo), a podobně v jiných případech. Princip vedoucí k jiným problémům spojuje pak zjevy, někdy zdánlivě různé, a napomáhá koncentraci učiva. Důležitou úlohou učitelovou, k níž bádavá metoda skýtá zvýšenou příležitost, jest objevovati omyly žáků a ukazovati jim na chyby myšlení, které jim jinak snadno zůstávají pro další život, jako nesprávná indukce, nesprávná analogie a pod.

Z prostředků vnější samočinnosti žáků, t. j. tělesného zaměstnání všeho druhu sloužícího účelům vyučovacím, jíž podněcována jest bezprostředně i samočinnost duševní, a k níž poskytuje fysika na poli experimentů velmi vhodné pole, bych zdůraznil zejména zvýšenou, činnou účast žáků při sestavování a provádění pokusů, pak experimentální úlohy žádající, aby žák předvedl pokus buď ve škole již provedený, ale vhodně obměněný nebo nový, zvláště také pokusy prováděné s jednoduchými prostředky, uložené třeba dříve za domácí cvičení.

Není ovšem možno, aby všechny problémy a cesty k jejich řešení, ve vyučování probírané, objeveny byly žáky, a aby podstatná část každé hodiny byla věnována často zdlouhavému samostatnému tápání žáků za novým cílem. Při nynějších osnovách může býti jen omezený počet hodin věnován zpracování některých vhodných od-

dílů bádavou metodou. Jedná se tudíž o organickou synthesu této metody s ostatními v účelný vyučovací způsob. O vhodnosti určité metody pro jednotlivé stati rozhoduje vedle látky ohled na školu, třídu, pomůcky vyučovací, čas a ne málo i povaha učitelova; také mohou přijíti v úvahu lokální technické, průmyslové a jiné poměry a zkušenosti žáků. Látku hodící se pro bádavou metodu skýtají všechny oddíly fysiky; zvláště vhodnou zdá se mi býti geomechanika, jejíž poučky matematického rázu stanou se také následkem hlubšího prožití pokusů bádavým způsobem prováděných žákům přístupnějšími.

Nové zde dotčené směry metodické mění značně způsob vyučovací i ve třídách vyšších, kde jest ještě větší měrou stupňována tvořivá samostatnost žactva.

JOSEF ZAHRADNÍČEK:

Několik poznámek k padostrojům.

V tomto článku chci uvésti několik jednoduchých pokusů a měření týkajících se volného pádu a pohybu po nakloněné rovině; jsou to ukázky z praktika fysikálních pokusů konaných na Masarykově universitě v Brně přístroji vesměs tak jednoduchými, že dají se snadno sestaviti v kabinetě každé střední školy.

Volný pád probírá se na střední škole zpravidla tím způsobem, že se předloží žákům fakta převzatá z měření Galileových: dráhy vykonané volně padajícím tělesem za 1, 2, 3, 4, 5,... sekund a z těchto experimentálních dat vyvodí se závěr

$$s = \tfrac{1}{2} g t^2, \quad v = gt.$$

Známý pokus Hartlův a to v dvojím provedení: na jedné niti jsou upevněny kuličky ve vzdálenostech:

0—19·6—78·5—176·6—313·9—490·5 *cm*,

na druhé na př. ve vzdálenostech

0—100—200—300—400—500 *cm*

poučí žáky aspoň zhruba o tom, zda volný pád je pohyb rovnoměrný, nebo rovnoměrně zrychlený.

Pro přesnější studium volného pádu užívá se v přednáškách prof. Macků cesty fotografické, tím, že se fotografuje pohybující se těleso při krátkých záblescích světelných, následujících za sebou po známých, přesně určených intervalech časových — kinematograficky. Tento způsob jest ovšem pro střední školu nevhodný, dá se však tam nahraditi metodou stroboskopickou. Užívajíce kratších

jednotek časových než jest sekunda, na př. 1/10, 1/20, 1/50, 1/*N* sekundy a zjemnivše takto pozorovací metodu dovedeme stroboskopickým pozorováním při krátké poměrně dráze snadno rozhodnouti, o jaký pohyb se jedná, zda o rovnoměrný nebo nerovnoměrný.[1])

Že jest volný pád pohybem rovnoměrně zrychleným, odvodíme z pokusů na padostroji Lippichovu,[2]) o němž je v dalším pojednáno. Jako jednotky časové je tu použito doby kmitové pružného péra, jež píše kmity své na volně padající desce skleněné. Na této myšlence sestrojili padostroje též: Laborde, Müller, Rabs, Neumann a j. V prvních vydáních Maškovy »Fysiky« pro 6. třídu reálek a Jeništovy pro 7. tř. gymnasií byl uveden padostroj Lippichův v úpravě poněkud složitější — s fotografickou deskou —, snad z důvodů složitosti byl později vypuštěn. V úpravě v dalším popsané je tento přístroj vhodným pro střední školy jak pro kvalitativní, tak kvantitativní studium volného pádu — případně pohybu po rovině nakloněné.

Padostroj Lippichův.

Na dřevěné desce 100 *cm* dlouhé a 12 *cm* široké po delších stranách opatřené žlábky, je připevněna ve vzdálenosti 40 *cm* od jednoho konce elektromagnetická pružina,[3]) opatřená hrotem. Podél desky pohybuje se ve žlábcích skleněná deska očazená terpentinovým plamenem — rozměry desky jsou 50 × 10 *cm*. Pružina, rozkmitaná střídavým proudem o frekvenci 50 za sekundu, píše na volně padající desce vlnovku, mezitím co druhý hrot, klidný, na spojnici pólů magnetické podkovy upevněný, zapisuje přímku — osu vlnovky. Skleněná deska zaráží se na druhém konci desky dřevěné ve žlábku, v němž přilepen je kousek hadice kaučukové na utlumení nárazu. Odklopením tohoto žlábku vytahuje se deska skleněná z aparátu vhodně na zdi upevněného.

Na grafu fixovaném alkoholickým roztokem šelaku[4]) odměříme — od počátku pohybu vždy měřeno — délku 2, 4, 6... vlnek, t. j. dráhu vykonanou za $\frac{2}{50}, \frac{4}{50}, \frac{6}{50}$... sekundy a vytvoříme první a druhé diference podle schematu:

s	Δs	$\Delta(\Delta s)$
$s_1 = \lambda_1 + \lambda_2$	$\Delta s_{2,1} = s_2 - s_1$	
$s_2 = \lambda_1 + .. + \lambda_4$	$\Delta s_{3,2} = s_3 - s_2$	$\Delta s_{3,2} - \Delta s_{2,1}$
$s_3 = \lambda_1 + .. + \lambda_6$	.....	.....
.....		

[1]) Viz autorovo pojednání »Stroboskopická metoda ve fysikální praksi« v »Časopisu pro pěst. mat. a fys., Příloha 50, 68, 1921.

[2]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 52, (2), 549, 1866.

[3]) Bližší popis elektromagnetické pružiny viz v článku autorovu: »Upotřebení elektromagnetické pružiny« v Časopisu 55, 209, 1926.

[4]) anebo na fotografické kopii pořízené na citlivém papíru tak, že k němu přiloží se čistá stěna skleněné desky a strana očazená — nefixovaná — osvětlí se paprsky pokud možno rovnoběžnými a k desce kolmými.

Poněvadž druhé diference jsou konstantní — vlivem tření jen přibližně —, jedná se tu o pohyb rovnoměrně zrychlený, jehož grafem

$$s = f(t)$$

jest parabola

$$s = \tfrac{1}{2} g t^2, \quad t = \frac{n}{N}.$$

Je-li na délce l od počátku pohybu naměřeno n vlnek, platí bez ohledu na tření

$$l = \tfrac{1}{2} g \left(\frac{n}{N}\right)^2, \quad N = 50 \frac{1}{\text{sek}}.$$

Z rovnice této možno určiti g.

Je-li od počátku pohybu měřeno

r vlnek na délce l_r,
s vlnek na délce l_s, $\quad s > r$,

platí

$$l_s - l_r = \frac{g}{2N^2} (s + r)(s - r).$$

Je-li měření provedeno až od určitého místa, před nímž je od počátku pohybu n vlnek na délce l (n a l neznámo), pak platí, jak snadno se vyvodí, vztah

$$rs(s - r) g = 2(l_s r - l_r s) N^2;$$

odtud možno určiti g.

Je-li délka k-té vlnky — k neznámo — l_k a následující l_{k+1}, platí

$$k = \tfrac{1}{2} \frac{l_{k+1} + l_k}{l_{k+1} - l_k};$$

ze známého k možno pak určiti g, které ovšem vychází od pravé hodnoty odlišné podle toho, jak odstraněno je tření.

Rovnici pohybové dráhy odvodíme z rovnic

$$x = \tfrac{1}{2} g t^2, \quad y = b \sin \frac{2\pi}{T} t,$$

z nichž platí druhá pro malé výchylky pružiny z polohy rovnovážné. Z obou rovnic plyne vyloučením t

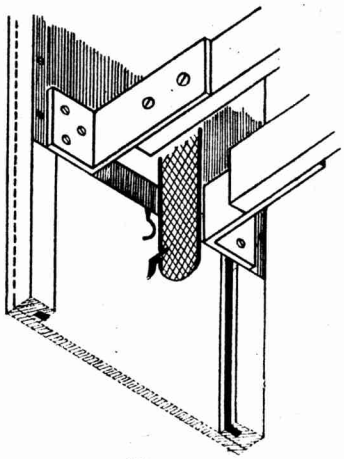
$$y = b \sin \frac{2\pi}{T} \sqrt{\frac{2x}{g}}.$$

Je patrno, že $y = 0$ (osové body křivky) pro místa, kde jest splněn vztah

$$t = \sqrt{\frac{2x}{g}} = k \frac{T}{2}, \quad k = 0, 1, 2, \ldots,$$

odtud

$$x = \tfrac{1}{2}g(k \,.\, \tfrac{1}{2}T)^2, \quad T = \tfrac{1}{50}\ \text{sek.}$$



Obr. 1.

Na vedlejším obrazci vyznačen je schematicky popsaný padostroj. Proměření vlnovky — 2, 4, 6... vlnek od začátku pohybu měřeno — podává následující tabulka (všechny hodnoty v *cm*):

s	Δs	$\Delta^2 s\ (=g(2/N)^2)$	g cm/sek^2
0·90			
	2·31		
3·21		1·40	875
	3·71		
6·92		1·41	881
	5·12		
12·04		1·43	894
	6·55		
18·59		1·57	981
	8·12		
26·71		1·54	962
	9·66		
36·37			

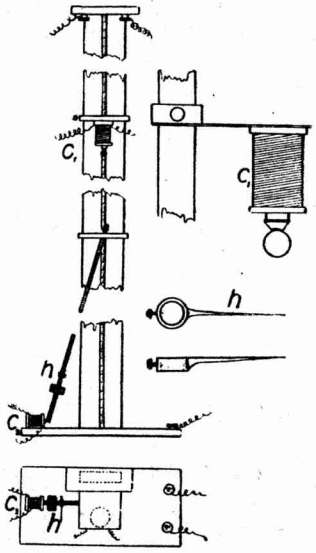
Hodnota ve třetím sloupci není sice konstantní, nemá však také nějakého chodu. Za předpokladu správnosti vztahu

$$s = \tfrac{1}{2}gt^2, \quad t = n/N$$

udává 4. sloupec hodnotu gravitačního urychlení z měření vycházející — chyba až 10%! — Přesněji dá se gravitační urychlení naměřiti padostrojem následujícím.

Padostroj Obermayer-Edelmannův.[5])

Na sloupu dřevěném, 180 *cm* vysokém, průřezu obdélníkového — 7 × 2·5 *cm* — jest umístěno kyvadlo — železná tyč s průměrem 1 *cm*, délky 120 *cm*, s posuvnou hmotou — železný válec průměru 7·5 *cm*, výšky 4 *cm*. Na dolním konci kyvadla nad železným válcem jest upevněna kolmo k rovině kyvu příčka ve tvaru jazýčku délky 7 *cm* a tloušťky 1 *mm* — na posunování. Podél sloupu opatřeného milimetrovým měřítkem, dá se posunovati cívka se železným jádrem, dolů zahroceným, sloužící k elektromagnetickému zadržení



Obr. 2.

kuličky ocelové asi 1 *cm* v průměru — ložiskové. Vychýlené kyvadlo dá se rovněž elektromagneticky zachytiti v krajní poloze jádrem cívky na podstavci sloupu upevněné. Obě cívky — 3 *cm* v průměru, 5 *cm* dlouhé s 10 vrstvami drátu 0·5 *mm* — jsou spojeny za sebou. Celý přístroj upevněn je na zdi: dolní podstavec sloupu má rozměry 40 × 18 *cm*, horní 10 × 10 *cm*.

Určíme nejprve dobu kyvu kyvadla při určité poloze hmoty — válce. Cívka na sloupu a jazýček na kyvadle umístěny jsou tak, že kulička cívkou zachycená a pak spuštěná zasahuje klidné kyvadlo a odráží se od jazýčku svisle vzhůru. Pak hledáme takovou polohu cívky na sloupu, aby kulička spuštěná současně s vychýleným kyvadlem, setkala se volně padajíc s kyvadlem v jeho rovnovážné poloze, aby odraz od jazýčku byl zase svisle vzhůru. Pro dráhu

[5]) Physikalische Zeitschrift 4, 413, 1903.

kuličky s — mezi cívkou a jazýčkem — a pro dobu pádu, kterou znovu měříme, platí

$$s = \tfrac{1}{2} g t^2;$$

odtud určí se gravitační urychlení.

Touto cestou možno určiti g s přesností aspoň 1%. Kyvadlo probíhá rovnovážnou polohu rychlostí, jež plyne ze vztahu

$$\tfrac{1}{2} m v^2 = mgh$$

kde h je výška, s které vychýlené kyvadlo padá do polohy rovnovážné. Snadno se nahlédne z jednoduchého náčrtku správnost vztahů

$$h = l - l \cos \varphi_0 \doteq \tfrac{1}{2} l \varphi_0^2$$

a tedy

$$v \doteq \sqrt{gl} \cdot \varphi_0.$$

V případě $\varphi_0 = 5^0$, což odpovídá při metrové délce kyvadla vzdálenosti z rovnovážné polohy 9 *cm* — polotětiva k — jest při $l = 90{\cdot}0$ *cm* — vzdálenost jazýčku od osy závěsu —

$$v_{max} = 25{\cdot}9 \frac{cm}{sek}.$$

Vezmeme-li nejnepříznivější případ, že kulička odráží se svisle vzhůru na kraji jazýčku — 1 *mm* — t. j. $\frac{1}{2}$ *mm* od rovnovážné polohy, je příslušná diference časová

$$\pm \tfrac{1}{2} : 259 = 0{\cdot}0019 \text{ sekundy}$$

a tuto hodnotu má chyba při době pádu přibližně rovné $\frac{1}{2}$ sekundy. Relativní chyba v gravitačním urychlení jest

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \frac{\Delta t}{t}$$

a je patrno, že může býti udržena pod 1%.

V našem případě jest k větší, než nahoře udáno — 14·3 *cm* —, tím je větší i v_{max} a chyba v době pádu a urychlení menší; střed z 10 měření dával:

$$t = 0{\cdot}491 \pm 0{\cdot}001 \text{ sek}, \quad s = 118{\cdot}2 \pm 0{\cdot}2 \, cm,$$

$$g = 980{\cdot}6 \pm 5{\cdot}6 \frac{cm}{sek^2}.$$

Proud do cívek nutno voliti tak, aby kyvadlo i kulička byly vybaveny přerušením proudu současně; jest vhodno na místo stykové mezi jádro cívky a kuličku nalepiti kousek papíru a proud voliti od nejnižší intensity počínaje tak, aby kulička a kyvadlo při zapjatém proudu právě tíží neodpadávaly.

Padostroj Atwoodův.

Po těchto pokusech a měřeních — z nichž některá mohou býti provedena ve cvičeních žákovských — jest vhodno přistoupiti k pokusům na padostroji Atwoodovu a experimenty ukázati, že tu jde o pohyb rovnoměrně zrychlený, jehož zrychlení je zmenšeno oproti urychlení volného pádu. Padostroj Atwoodův, jehož se užívá v našem praktiku, je zcela jednoduše zařízen: Sloup rozměrů $210 \times 5 \times 3$ *cm* s měřítkem centimetrovým, opatřený dole deskou $16 \times 8{\cdot}5$ *cm* a nahoře deskou $8{\cdot}5 \times 8{\cdot}5$ *cm* — tloušťky 3 *cm* — je připevněn na zdi. Kladka aluminiová tloušťky 4 *mm*, průměru 12 *cm* se šesti kruhovými výřezy průměru 3 *cm* otáčí se kolem osy spočívající na dvou párech kladek menších průměru 3 *cm*. Hmota mosazná opatřena jest na spodní podstavě plíškem železným velikosti dvouhaléře k elektromagnetickému zachycení. Příslušná cívka s jádrem jest upevněna na podstavci padostroje; sklopný můstek tu odpadá. Ostatní zařízení jest, jak na přístrojích těch bývá obvyklo.

(Dokončení.)

DROBNOSTI.

Obrácení čáry sodíkové a anomální disperse. Tento překrásný pokus optický možno provésti tím způsobem, že použijeme uspořádání uvedeného v Maškově Fysice II. díl, 4. vyd., str. 77 a násl. Obloukova lampa, kondensor, v místě, kde paprsky se sbíhají, je postaveno stinítko s úzkou štěrbinou asi *1 mm* × *1 mm*, kterou zobrazíme čočkou ve vhodné vzdálenosti na stinítku asi *2 m* od lampy. Mezi štěrbinu a čočku je postaven plynový hořák opatřený komínem — plechový válec průměru asi *6 cm*, výšky *30 cm* se dvěma protilehlými výřezy *6 cm* × *0·5 cm*, jimiž mohou paprsky z lampy procházeti. Nad ústím Bunsenova kahanu, jež nalézá se na spodku komínu, je zavěšena na železném drátě plechová miska — průměru asi *2 cm* — s kouskem kovového sodíku asi ½ cm^3 tak, aby nad sodíkem mohly paprsky z lampy nerušeně procházeti. Jednoduchá centrace provede se pomocí optické lavice. Dáme-li na stoleček za čočku hranol, nejvhodněji flintový s lámavým úhlem 60° do minima úchylky, dostaneme na stinítku úzký pruh spojitého spektra obloukové lampy. Rozžehneme-li pak plynový hořák, roztaví se sodík na lžičce a vznítí, na stinítku objeví se zprvu převrácená čára sodíková a pak úkaz anomální disperse — zobrazený na př. v Novákově Fysice II., str. 1053, Praha 1921, nebo v barvách v Müller-Pouilletově Lehrbuch der Physik, 10. vyd., II. 3. tab. XXI., Braunschweig 1909. Máme tu případ dvou zkřížených hranolů: hranol — kužel žhoucích par sodíkových a hranol flintový. — Užijeme-li štěrbiny delší, pak při nezměněném uspořádání pozorujeme jen převrácení čáry sodíkové.

Dr. Josef Zahradníček, Brno.

Z LITERATURY.

R. Karselt: **Der Rechenunterricht im Dienste staatsbürgerlicher Bildung und Erziehung,** Velhagen & Klasing, Bielefeld, 1925, 118 str.

Ač jest kniha myšlena pro školy národní, t. j. pro učitele dětí do 14 let, jest tam mnoho podnětů, vhodných i pro další třídy středních škol. Karselt podává tu učitelům výklad ke své sbírce národohospodářských úloh. Kniha jest psána se stanoviska německého, a to poválečného Německa, která vštěpuje své mládeži horoucí německé vlastenectví, nauky o »Schuldlüge«, nespravedlivosti versailleského míru a připravuje ji na hospodářské obnovení Německa a po případě odvetnou válku, avšak jest v ní velmi mnoho, co platí i pro nás. Prvních 12 stránek jest metodický úvod, o jehož některých zajímavých myšlenkách se tu chci zmíniti. Karselt uvádí známé důvody, že jest nutno mládež již ve škole seznámiti s národním hospodářstvím a s číselnými poměry různých zjevů státně občanského života. Tak na př. upozorňuje, že zjistil, že z 20 žáků mezi 16 a 20 léty jen jeden měl přibližně správnou představu o tom, kolik hlasů stačí při poměrném volebním právu německém ke zvolení poslance, a že tato neznalost ve voličstvu způsobila, že v r. 1924 při volbách 800.000 hlasů bylo roztříštěno a tak se samo zbavilo prvního práva státního občana. Jistě otázka i pro nás zajímavá. Žádá, aby státně občanská výchova ve škole se nesla k tomu, aby žactvo na základě číselného materiálu proniklo látky sem spadající, a aby každý se naučil svůj hospodářský život podříditi hospodářským potřebám celku. Jednu z hlavních příčin německé prohry ve světové válce vidí právě v tom, že široké masy nepochopily hospodářské problémy války a nepodřídily se prospěchu celku. Dosavadní sbírky úloh podávají spoustu jednotlivostí hospodářského života s bohatým číselným a statistickým materiálem, než stávají se svou roztříštěností bezcenným balastem paměti. Karselt ovšem nemyslí, že by se měly podávati ve škole soustavné teorie národohospodářské, zabarvené určitým směrem. Vždyť o jednotlivých otázkách není dnes ještě jasno ani mezi odborníky, avšak chce, aby žák pozoroval a jednou se činně účastnil hospodářského života, neboť v mládeži leží budoucnost národa. Cestu k tomuto cíli vidí pak ve vysvětlení souvislostí a příčin hospodářského dění. Vztahy mezi hospodářskými otázkami na straně jedné a potřebami, technickou výrobou a politikou na straně druhé mají býti žactvu osvětleny. Byť i úlohy národohospodářské byly vhodným početním materiálem k získání početní sběhlosti, přece tato sběhlost mu není prvním cílem, nýbrž právě ona schopnost národohospodářského myšlení. Při tom lze i nenásilně vštípiti žactvu určité etické zásady trvaleji, než by se to podařilo moralistním kázáním. Na př. již na nejnižším stupni při úloze o koupi potravin lze vysvětliti, že třeba obchodníku zaplatiti výrobní cenu a za jeho práci, nebo při úloze o směšování vína, kdy jest smísení dovoleno a kdy se stává trestným podvodem a proč. Hodina věnovaná takovým úvahám, musí býti vhodně uspořádána, aby upoutala a stala se duševním zážitkem žákovým. Hodina má se připnouti na nějakou událost současnou či historickou. Dobrým úvodem bývá i novinová zpráva, která má zvláště vždy pel aktuality, na ni připojí se zprávy žáků, co o věci vědí nebo slyšeli, pak teprve pod vedením učitelovým se propracuje na základě číselného materiálu plánovitě, pod určitým národohospodářským zorným úhlem určitá úloha nebo skupina úloh, z jejichž souvislosti vysvítá národohospodářský zjev nebo poučka. Při tom budiž dbáno výchovy k soudržnosti a odpovědnosti. Vhodnou pomůckou, žáky hlavně doma připravenou, jest grafické znázornění statistických dat. Vedle běžných způsobů doporučuje také Karselt pro srovnání hustoty obyvatelstva 2 krajů, nebo podobné úlohy vkresliti do dvou stejně velkých kruhů s hustotou úměrný počet šestiúhelníků pravidelných, pro jejichž stranu udává přibližný vzorec $x = \frac{1 \cdot 1\, r}{\sqrt{n}}$. Toto znázornění nezdá se mi však tak výhodným.

Je jistě zbytečně obtížným při grafickém provedení. Myslím, že by po vhodném zaokrouhlení čísel rozdělení shodných obdélníků na úměrný počet čtverečků nebo obdélníčků prokázalo tytéž služby. V dalším obírá se kniha jednotlivými národohospodářskými otázkami a jich využitím ve škole. Statistický materiál jest ovšem upraven na německé poměry. Podám jen nadpisy jednotlivých kapitol pro orientaci: Zákon nabídky a poptávky. Peníze. Směnná hodnota zboží a kupní síla peněz. Čísla indexová. Válka a hospodářství. Dřívější doby válečné. Etika a hospodářství: shrabování zásob a lichva. Počasí a žně. Technika a hospodářství (zemědělství, průmysl). Sport a hra, denní úkol. Voda. Plyn. Světová doprava a světový obchod. Placení bez hotových. Světové žně a světové tržní ceny. Hospodaření v rodině, státu a říši. Německé peníze a německá měna. Výpočet kursů. Cenné papíry. Bilance obchodní a platební. Rozmnožování peněz. Ničení peněz. Rentová marka. Zahrádkářství a obytné kolonie. Nepřítel lidu alkohol. Versailleský mír. Nový zhodnocovací zákon. Doslov. Seznam literatury. Celá kniha vyznívá v tutéž snahu po hospodářském znovudobytí světa, v jaké vyzněl i hannoverský sjezd v dubnu 1925 (v. můj referát v posledních číslech Věstníku pedagogického 1925). *O. Vetter.*

Papelier: **Exercises de géométrie moderne.** Paříž. Díl V, 1926, 103 str., 19 Kč, díl VI, 1926, 135 str., 25·20 Kč, díl VII, 1926, 128 str., 25·20 Kč, díl VIII, 1926, 96 str., 19 Kč, díl IX, 1927, 172 str., 22·50 Kč.

Připojuji zde jen několik slov ke svému referátu o prvních 4 dílech v tomto časopise, roč. LV str. 432. Díl V. jest věnován dvojpoměru čtyř bodů na přímce, čtyř paprsků ve svazku a čtyř rovin ve svazku. V prvé části se setkáváme i s rovnicí, jejíž kořeny jsou šest dvojpoměrů určité bodové čtveřiny, ve druhé s dvojpoměry čtveřin čtyř bodů na kružnici a čtyř jejích tečen, s odvozením poučky Menelaovy z Cevovy, perspektivními trojúhelníky, poučkami Pascalovou a Brianchonovou a jejich aplikacemi. Inverse v rovině i v prostoru jest obsahem dílu šestého. První část, kde jsou také probírány poučky Ptolemaiovy a Feuerbachova, vyvrcholuje v řešení úlohy Apolloniovy, druhá část, kde se vyskytá i stereografická projekce, v obdobné úloze o 4 koulích. Díl sedmý, nadepsaný »Homographie«, probírá pojem projektivního vztahu a vlastnosti projektivních řad a svazků nesoumístných i soumístných. V díle osmém obírá se autor involucí. Z teorémů tu uvádí poučky Freglerovu a Desarguesovy, jakož i jejich aplikace. Díl poslední konečně jest věnován projektivní geometrii a zvláště její aplikaci na teorii kuželoseček, a to jak kuželoseček jednotlivých, tak jejich řad a svazků. Ač celé dílo tvoří samostatný celek, přece jest psáno tak, že lze studovati i jednotlivé díly zvláště. Výklad jest jasný, přísně logický, postupuje při tom metodami elementárními. Četné příklady činí jej jen srozumitelnějšími. *O. Vetter.*