

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Milan Rojko; Luděk Pekárek

Pokus o novou koncepci vyučování fyzice na střední škole

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 33 (1988), No. 1, 37--46

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139600>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1988

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>

Stejně dobře bychom mohli navrhnout, aby hudebníci trávili všechn svůj čas *skládáním* hudby místo toho, aby koncertovali. Je něco podezřelého na matematicích, kteří se chtějí dozvědět něco více o naší matematické kultuře a tradicích? Pokud ano, měli bychom být stejně podezřívaví k hudebníkům, kteří chtějí poslouchat hudbu a studovat ji. Malíři možná opovrhují uměleckými kritiky, jak řekl Hardy, ale malířské dílo, které nebylo podrobně posouzeno, není ani nikdy obdivováno.

Hardy neměl pravdu. V panenském věku, kdy ve stejnou dobu žilo jen několik set matematiků, se matematická kultura neuspěchaně šířila písemným a ústním stykem. Život šel pomalejším tempem. Jsme pošetilí, když poukazujeme na to, že v posledních dvaceti pěti letech bylo publikováno více matematiky než v předchozích dvou tisíciletích. Je stále obtížnější zjišťovat, co se děje kolem nás nyní, čím se lidé zabývali v minulosti a co budou

pravděpodobně dělat v budoucnu. To nemůže (a nemělo by) být ponecháno jen náhodě.

Za posledních pět let jsem potkal mnoho lidí, kteří s tímto názorem souhlasili. Četl jsem dobré články napsané matematiky, kteří si našli čas komunikovat s námi ostatními. Spolupracoval jsem s mnohými, kteří psali krátké sloupky či dodávali nápady nebo si jen našli čas trochu pomoci a dělali to z nadšení a z vášnivého zaujetí pro matematiku, protože chtěli své vědomosti sdílet s jinými. Za všechny úspěchy, které měl *Zpravořaj* v minulosti a které bude mít v budoucnosti, vděčíme těmto lidem. Usnadnili mi, abych se sám před sebou ospravedlnil za svou činnost. Ujasnili mi, že Hardy neměl pravdu.

Poznámka. Redakce Pokroků zaslala profesorovi J. Ewingovi v prosinci 1986 krátký dopis, ve kterém ocenila vynikající práci, kterou vykonával jako redaktor, a poděkovala mu za to, že po řadu let umožňoval Pokrokům čerpat ze *Zpravodaje* materiály pro překlady.

diskuse

POKUS O NOVOU KONCEPCI
VYUČOVÁNÍ FYZICE
NA STŘEDNÍ ŠKOLE

Milan Rojko, Luděk Pekárek, Praha

1. Hlavní myšlenky a východiska předložené koncepce

V roce 1983 předložil Kabinet pro výzkum vzdělání ve fyzice FzÚ ČSAV k diskusi pracovníkům v didaktice fyziky i odborným fyzikům materiál [1]. V něm je podrobněji rozpracován návrh, jehož klí-

čové myšlenky byly vysloveny již v článku [2]. Jádrem návrhu, se kterým se lze podrobněji seznámit ve shora uvedených publikacích, je myšlenka opustit uspořádání učiva, které v podstatě sleduje historii vývoje fyziky, a tak samozřejmě dochází k popisu stavby atomu a k elementárním částicím až v závěru, a místo toho zvolit postup obrácený. Z hlediska úspornosti výkladu, redukování množství faktografických informací předkládaných žákům k zapamatování a také z hlediska přitažlivosti obsahu se doporučuje co nejdřívější zařazení výkladu vlastností elementárních částic a jejich interakcí s použitím výstavbového způsobu při popisu

složitějších struktur a forem jejich pohybu. Tento způsob není dosud zpracován ani po obsahové, ani po didaktické stránce. Pokusy o jeho zavedení mohou proto nejen narazit na konzervatismus, ale mít ve skutečnosti i vážné neúspěchy. Ve vzdálenější perspektivě však nemá vyučování fyzice na střední škole alternativu, která by byla s navrhovaným postupem srovnatelná co do úspornosti informací, co do výhodnosti vztahu k ostatním oborům přírodních věd i co do atraktivnosti výkladu. Proto snahy o hledání nového přístupu k výuce fyziky v podobných směrech nejsou ojedinělé. [3], [4].

Co nejrychlejší proniknutí do subatomové struktury látek a poznání vlastností elementárních částic, rozdílných od vlastností makroskopických těles, které jediné pozorujeme přímo svými smysly, vytvoří společnou základnu pro pochopení příčin nejrozmanitějších vlastností látek, počítaje v to vlastnosti chemické i vlastnosti živých organismů a procesů v nich probíhajících. Tímto přístupem by tedy výuka fyziky nabyla silnější vazby s ostatními přírodními vědami, a tím by se dosáhlo kvalitativně vyššího stupně integrace – jednoho z hlavních perspektivních cílů modernizace výuky přírodních věd [5], [6], [7], [10].

Poznání společné podstaty vlastností látek je pak i přirozenou základnou pro vytvoření materialistického světového názoru a schopnosti rozpoznávat v pozdějším věku nevědecká vysvětlování přírodních a společenských dějů.

Návrh doporučuje, aby se postup začínající pozorováním a popisem jevů, které přímo pozorujeme smysly a který je vhodný pro mladší žáky, důsledněji realizoval na ZŠ. Při větším zdůraznění kritického pozorování, aktivního provádění jednoduchých experimentů a měření by tak bylo

možné i u velmi mladých žáků vybudovat smysl pro přesnost, odstraňovat subjektivní faktory při pozorování, oddělit výklad jevů od pozorovaných vlastností, odlišit zprostředkované poznatky od poznatků získaných vlastním pozorováním a zkušeností. Na tomto stupni by tedy podle našeho názoru výuka mohla do značné míry sledovat vývoj oboru tak, jak historicky probíhal.

Současný stav je však shodou okolností obrácený. Učebnice fyziky pro dvanáctileté žáky částicovou strukturu látek a model atomu uvádějí v úvodních člancích, zatímco učební osnovy fyziky pro gymnázia stavbou atomu, atomového jádra a fyzikálním obrazem světa končí.

Obtíže spojené se zaváděním výkladu fyzikálních jevů od elementárních částic k složeným soustavám lze očekávat, nemusí však být nepřekonatelné. Úspěšné zavedení nové koncepce výkladu fyziky do středních škol by pak znamenalo:

1. Podstatně se redukuje učivo; výstavbový princip zatíží méně mechanickou paměť.
2. Chemie a biologie získá včas základy pro výklad vlastního učiva; perspektivně se umožní integrovaný výklad přírodních věd začínající fyzikou.
3. Výklad fyzikálních jevů nebude opakováním způsobu použitého na základní škole, ale bude odpovídat skutečnému vývoji hmoty od jednodušších forem existence k formám vyšším, a to tak, jak probíhal v nám známé části vesmíru.
4. Rozdílnost řazení látky ve srovnání se základní školou umožní přitažlivější výklad, a tím i podchycení zájmu žáků o fyziku.

Navrhovanou novou koncepcí vyučování fyziky na střední škole lze znázornit takto:

Částicové složení látek, experimentální rozložení látek na tři elementární částice. Vlastnosti elektronu, neutronu a protonu; foton a neutrino.

Základní fyzikální interakce (pole).

Zákony zachování, nestabilní elementární částice.

Vázané stavy (malého počtu) elementárních částic: atomové jádro, atom, molekula; jaderné a chemické reakce.

Soustavy s velkým počtem volně pohyblivých (nevázaných) částic: plyn, plazma, fotonový plyn; jaderný, mezonový a hyperonový plyn.

Soustavy s velkým počtem vázaných částic: krystaly; kapaliny; makromolekuly.

Soustavy (tělesa) vytvářené gravitačním polem; planety, hvězdy, vývoj vesmíru.

V uvedeném schématu jsou rozepsány jen struktury. Při nich by se probíraly i jevy, které v těchto strukturách probíhají (dynamika) nebo mohou probíhat. Makroskopická fyzika (mechanika hmotného bodu, mechanika tuhého a pružného tělesa, hydrostatika a hydrodynamika, termodynamika, optika a akustika, elektřina a magnetismus) by byla součástí výkladu o vlastnostech jednotlivých struktur, popř. o vlastnostech elementárních částic. Výklad makroskopické fyziky je vlastně opakovaním učiva ze základní školy na vyšší úrovni. Jeho přiřazení k mikro-fyzikálnímu popisu fyzikálních jevů je sice z hlediska dnešního řazení učiva neobvyklé, avšak je naprosto logické. Umožňuje jednak důsledný výklad makroskopických jevů na základě mikro-fyzikálních struktur a procesů, a tím také maximální úspornost, jednak velmi usnadňuje pochopení těch zjednodušení, která vedou k formulaci makroskopických fyzikálních zákonů.

Nová koncepce vyučování fyziky na středních školách byla navržena ve dvou variantách. Ve variantě označené jako (A) se existence elementárních částic (elektronu, protonu, neutronu) deklaruje, aniž se podrobněji popisují experimenty, které tuto existenci dokazují. Také vlastnosti těchto částic se popisují bez uvádění experimentálních důkazů. Jak lze existenci těchto částic experimentálně dokázat a jak byly zjištěny jejich podivné vlastnosti se uvádí až později, a to při rozšíření na částice nestabilní a v souvislosti s fyzikálním obrazem světa, vývojem vesmíru a vlastnostmi látek v extrémních podmínkách, jaké se na Zemi ani ve sluneční soustavě nevyskytují. Deklarativní zavedení elementárních částic má výhodu v tom, že již v prvních týdnech vyučování fyziky na střední škole je možné začít se složením atomového jádra a elektronové obálky atomu; tím se vytvářejí fyzikální základy pro popis vlastností atomů a chemické vazby a zajistí se koordinace s výukou v chemii.

Deklarativní zavedení elementárních částic, jejich vlastností a typů interakcí mezi nimi nevyžaduje také aplikaci kvantitativních zákonů mechaniky a elektrodynamiky, které mohou být důkladně vloženy později. Návrat k elementárním částicím a popis obtížných experimentů v závěru středoškolského studia umožňuje pak vytvořit shrnující pohled na svět, začínající světem submikroskopických částic a končící vývojem a vlastnostmi celého vesmíru, i pohled na vědecké poznávání zákonů přírody.

V druhé variantě (B) se nejprve zařazují experimenty, které dokazují složení látek z částic a existenci tří dále zatím nedělitelných částic-elektronu, protonu a neutronu, které tvoří stavební jednotky všech známých látek. Dále se uvádí, z kterých expe-

rimentálních dat lze dojít k základním typům interakcí a charakterizují se vlastností těchto částic i interakcí. Po uvedení důkazů o duálních (vlnových a korpuskulárních) vlastnostech částic a elektromagnetického pole se pak aplikuje výstavbový princip na atomová jádra, atom a molekulu. Koordinace s vyučováním chemii při variantě B vyžaduje posunutí výkladu chemické vazby do doby, kdy je ve fyzice skončen popis stavby atomu.

Výhodou této varianty je, že začíná experimentálními důkazy existence a vlastností částic. Výklad však vyžaduje průběžné opakování, popř. rozšíření poznatků z mechaniky a elektrodynamiky. Závěr výuky fyziky na konci středoškolského studia se v tomto případě soustřeďuje již jen na rozšíření poznatků o částicích a polích (fyzika vysokých energií, nestabilní částice) a na shrnující výklad o vývoji vesmíru a fyzikálním obrazu světa.

V pojetí, které odpovídá této druhé variantě, jsme se pokusili zpracovat do formy konceptu učebního textu [8] tři kapitoly, jejichž obsah uvádíme na začátku třetího odstavce tohoto článku, a formou fyzikálního semináře pro zájemce z prvních ročníků některých pražských škol jsme se snažili zjistit první reakce studentů na předkládané pojetí.

2. Zvolený přístup ke zpracování konceptu učebního textu

Netradiční návrh nové koncepce vyučování fyziky přináší potřebu nové volby pojetí výuky, a to hned z několika důvodů. Příprava žáků na základní škole nemůže být natolik komplexní, aby v celé míře zabezpečila připravenost žáků po stránce výstavby potřebných pojmů a fyzikálních vztahů. Připomeňme pro ilustraci, že např. v současných osnovách základní školy

není zařazena ani zmínka o mechanickém kmitání a vlnění včetně jevů akustických, nezavádí se pojem zrychlení a z Newtonových zákonů se uvádí jen zákon setrvačnosti a princip akce a reakce. Ani při dílčích změnách nelze proto reálně předpokládat, že by základní škola mohla vybudovat základ, ze kterého by bylo možno přímo vycházet při výkladu částicové struktury látek, který by nebyl jen popisný. Další rozšiřování obsahu učiva fyziky na základní škole je však nereálné nejen z časových důvodů, ale principiálně. Zkušenosti ukazují, že růst kvantitativní poznatků je nutně provázen snížením jejich hloubky i schopnosti využívat je tvůrčím způsobem i v těch nejjednodušších případech. Jak jsme se rozhodli řešit tento problém?

Stanovení prostředků výuky, a to jak v materiální oblasti, tak v oblasti metod rozhodují zvolené cíle. V hierarchii cílů na první místa klademe:

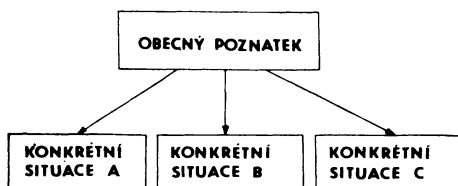
Vytvoření pozitivního *vztahu* studentů k fyzice jako k vědě, která je základem pro ostatní přírodní vědy a pro techniku. Vytvoření představy o *metodách* fyzikálního poznání ve vztahu k jeho výsledkům.

K dosažení těchto cílů při tvorbě konceptu učebního textu jsme se snažili dodržet několik zásad:

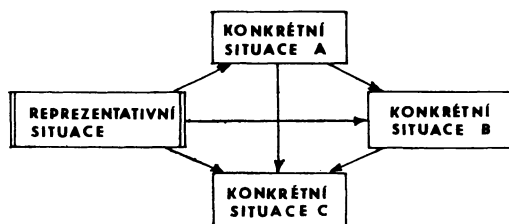
Výklad vést co nejdůsledněji v rovině konkrétního myšlení. Za výchozí bod výuky volit experiment všude, kde je to možné. Ve volbě matematického aparátu dávat přednost grafickému a numerickému vyjadřování a poněkud redukovat algebraizaci fyziky. V souvislosti s tím využít malé výpočetní techniky. Ve výuce nenázorných partií fyziky využít analogií. Využít esteticko-emocionální působení na žáky jak experimentem, tak audiovizuální technikou a bohatou obrazovou náplní i jazykem textu.

Na tomto místě se podrobněji zmíníme o metodě, které jsme přisoudili klíčovou roli při zpracování textu. Jak již bylo uvedeno výše, systematická výstavba všech pojmů a vztahů potřebných pro výuku částicové stavby by nevyhnutelně vedla k odsunutí tohoto učiva na závěr kursu fyziky. Řešení jsme se pokusili nalézt v metodě, kterou označujeme jako *metodu reprezentativních příkladů*. Obecné chápání fyzikálního pojmu nebo vztahu se v prvním přiblížení nahrazuje snahou o pochopení jednotlivého reprezentativního příkladu, na němž se student učí s pojmem operovat v rovině konkrétního myšlení.

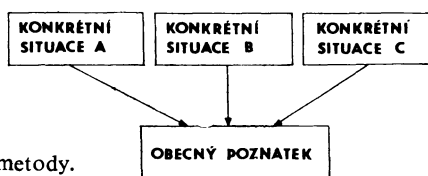
Současná výuka směřuje většinou k tomu, aby žák získal obecné poznatky a uměl je promítat a používat v jednotlivých konkrétních situacích, jak schematicky znázorňuje obr. 1. Stává se však často, že mezi



Obr. 1. Schéma deduktivní metody.



Obr. 2. Schéma metody reprezentativního příkladu.



Obr. 3. Schéma induktivní metody.

oběma rovinami zeje dosti hluboká propast, kterou se daří překonat jen několika šťastnějším studentům. Pro ostatní je často obecný poznatek podvědomě ztotožňován s „konkrétní situací X“. Příčinou je asi fakt, že stupeň používání abstrakce na našich školách je pro žáky daného věku jako celku neúměrně vysoký. Tím dochází často k vytvoření mnemotechnických, fyzi-

kálně bezobsažných představ, budování autonomně existujícího světa školské fyziky, který je irelevantní vůči reálnému světu*).

V našem přístupu nehraje obecná formulace poznatku hlavní roli. Metodu reprezentativního příkladu schematicky znázorňuje obr. 2. V tomto pojetí operování a transfer probíhá od jednoho konkrétního příkladu k druhému. Obecná představa se vytváří postupně, někdy neuvědoměle na závěr výuky daného celku; nejde však o typický induktivní postup znázorněný na obr. 3.

Slabší prospívající žáci dokáží dnes pouze vyslovit obecnou formulaci (definice, zákonitosti apod.), aniž by je dokázali využít, aplikovat, a tedy chápat. Jde vlastně o nulovou úroveň poznání.

Zvolenou metodou směřujeme i k tomu, aby základní již nenulovou poznatkovou úrovní byla schopnost operovat v nejjednodušších konkrétních situacích i za

*) Kam až pronikla tato představa naznačuje věta z dětské encyklopedické publikace vydavatelství Albatros: „Rychlost světla je největší možná rychlost ve fyzice.“ (Podtrženo autory textu.)

cenu menšího důrazu na přesné formulace zobecňujících závěrů.

K vytvoření lepší představy o způsobu zpracování konceptu textu může sloužit ukázka jednoho jeho článku, který v dalším uvádíme.

3. Ukázka realizace konceptu textu

V první části konceptu učebního textu [8] jsou zpracovány tři kapitoly:

1. ÚVOD

- 1.1. Složení látek z částic
- 1.2. Nutnost používat přístroje
- 1.3. Fyzikální teorie
- 1.4. Klasická a kvantová fyzika, teorie relativity
- 1.5. Vztah fyziky a ostatních přírodních věd

3.1. Vlny

Kdybychom si položili otázku „Co je to vlna?“, byla by odpověď na ni komplikovaná; proto ji raději nahradíme otázkou jednodušší: „Podle čeho vlnu poznáme?“. Ptáme se tedy po jedné nebo několika charakteristických vlastnostech, které by nám pomohly poznávat různé druhy vln.

Začneme vlnami na vodní hladině (obr. 4). Můžeme je snadno vytvořit a poměrně jednoduchým způsobem s nimi dělat pokusy. První, čeho bychom si měli všimnout je, že se při šíření voda nepřelévá, neproudí z jednoho kraje misky na druhý. Dá se zhruba říci, že jednotlivé kapky vody, ve které si vodu v misce dokážeme ve své představě rozložit, se houpou nahoru a dolů. Na obr. 5, který zjednodušeně zachycuje průřez vodní hladinou, jsou písmeny **A** a **B** označeny dvě kapky, které jsou současně v nejvyšším bodě. Jejich vzdálenost je přibližně 4 mm. To je vlnová délka (λ) těchto vodních vln. Každá z kapiček kmitla 50krát za jednu sekundu. Kmitočet neboli frekvence (f) tohoto vlnění je je 50 Hz (čti herc). V našem pokusu je možné tyto dvě charakteristické veličiny snadno změřit přímo. U jiných vln to zpravidla tak jednoduché není.

S vodními vlnami ukážeme ještě skládání (interferenci) dvou vln. Jestliže vodu v misce rozhoupáme ve dvou místech, budou se po vodní hladině šířit, vzájemně pronikat a skládat dvě vlnění. Mají-li stejné vlnové délky, je výsledkem zajímavý efekt (obr. 6).

Všimněme si nejdříve, jak se skládá vlnění v bodě **O** na ose souměrnosti obou zdrojů (nulté maximum). Protože je tento bod od obou zdrojů stejně vzdálen, scházejí se obě vlny tak, že současně hladinu vody zvedají a současně stlačují dolů. Voda se v tomto místě proto značně houpá, jak prozrazuje i náš snímek.

Bod **I.**, vyznačený na obr. 6 tečkou, leží v úzkém pruhu téměř nehybné vody. Můžeme sami ověřit, že je od jednoho zdroje vzdálen o 14 vlnových délek, od druhého 13,5 vlnových délek. Proto zde jedna vlna vždy tlačí vodu vzhůru, zatímco druhá působí opačně. Tak se obě vlny vzájemně ruší a voda v tomto místě nekmitá.

Jistě dokážete bez měření, jen na základě své úvahy určit, jaké jsou vzdálenosti dalších, na obrázku vyznačených bodů od obou zdrojů.

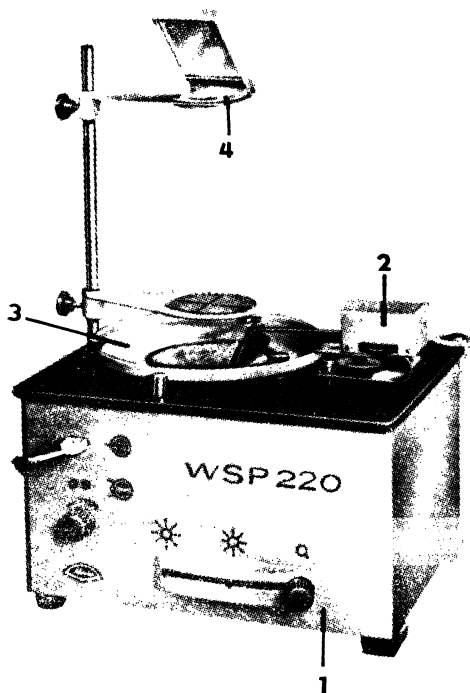
2. EXPERIMENTY DOKAZUJÍCÍ SLOŽENÍ LÁTEK Z ČÁSTIC

- 2.1. Výboj ve zředěném plynu
- 2.2. Kvantování elektrického náboje
- 2.3. Elektron, proton
- 2.4. Atomové jádro
- 2.5. Zkoumání atomového jádra
- 2.6. Zákony zachování
- 2.7. Proton a neutron
- 2.8. Složení atomového jádra. Jaderné síly

3. VLNY A ČÁSTICE

- 3.1. Vlny
- 3.2. Fotony
- 3.3. Elektron jako vlnění
- 3.4. Vlna a částice

Jako ukázkou uvádíme první článek třetí kapitoly.

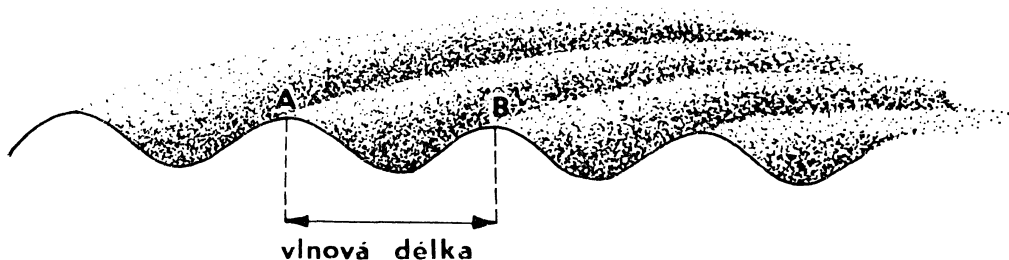


Obr. 4. WSP 220

- 1 světelný zdroj se stroboskopem,
- 2 elektromagnetická chvějka,
- 3 miska s vodou,
- 4 zobrazovací čočka se zrcadlem.



Obr. 6. Interference vodních vln.



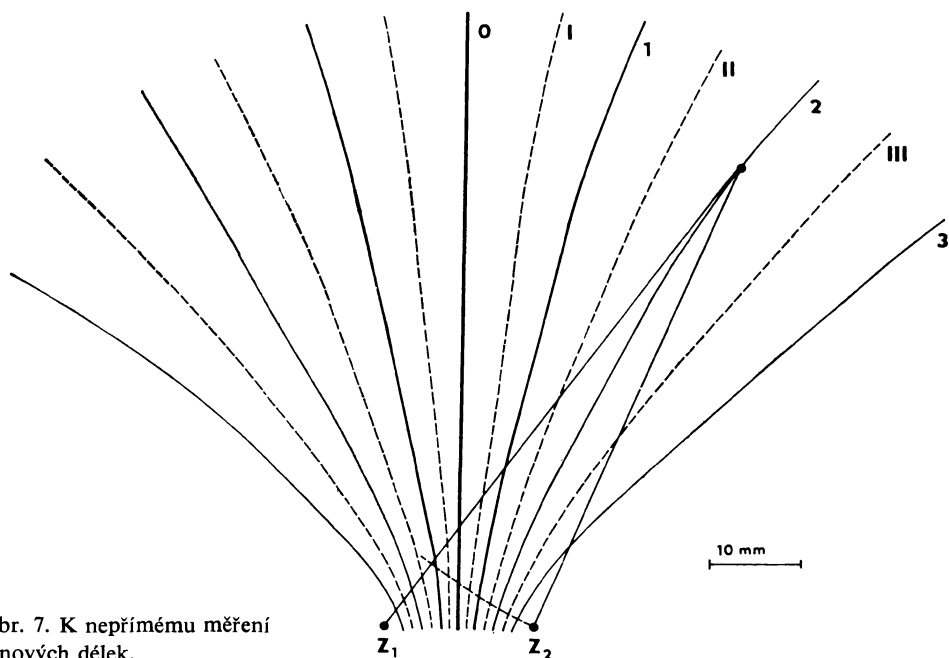
Obr. 5. K zavedení vlnové délky.

Představíme si nyní, že bychom jednotlivé vlny neviděli (například při pozorování z velké vzdálenosti nebo u jiných druhů vln), ale pouze dokázali nějakým způsobem zjistit místa zesílení a zeslabení vln — tzv. interferenční maxima a minima (obr. 7). Bylo by možné určit nějak vlnovou délku těchto vln? Poměrně snadno. Změříme např. rozdíl vzdáleností druhého maxima od obou zdrojů a výsledek vydělíme dvěma. Vlnová délka vln použitých při tomto pokuse byla tedy $8 \text{ mm} : 2 = 4 \text{ mm}$.

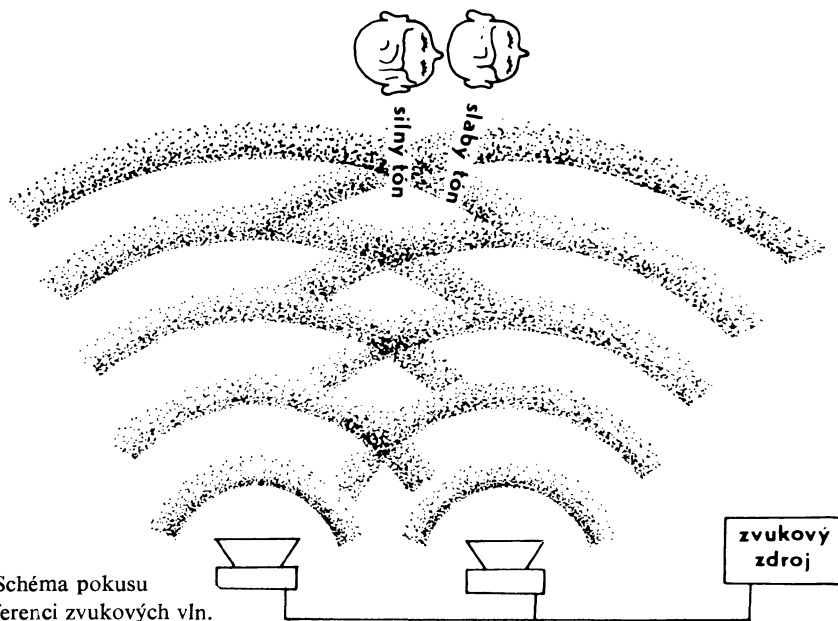
Běžně se hovoří například o zvukových vlnách, i když nemůžeme tvrdit, že jde o vlny, opřít o bezprostřední pozorování jako v případě vodních vln. Interferenci zvuku však můžeme prokázat v podstatě stejně jako u vln na vodní hladině (obr. 8).

Dvojití zdrojů zastoupí dva reproduktory vysílající stejný tón. Zda se zvuk zesiluje, popř. zeslabuje, můžeme posoudit přímo sluchem nebo pomocí mikrofону a vhodného měřicího přístroje.

Můžete se pokusit sami vysvětlit, proč je v některých oblastech výsledný zvukový signál silnější a v jiných slabší. Uvědomte si, že podstatou zvuku je šíření rychlých změn tlaku vzduchu, tedy opakované zhušťování a zředňování vzduchu.



Obr. 7. K nepřímému měření vlnových délek.

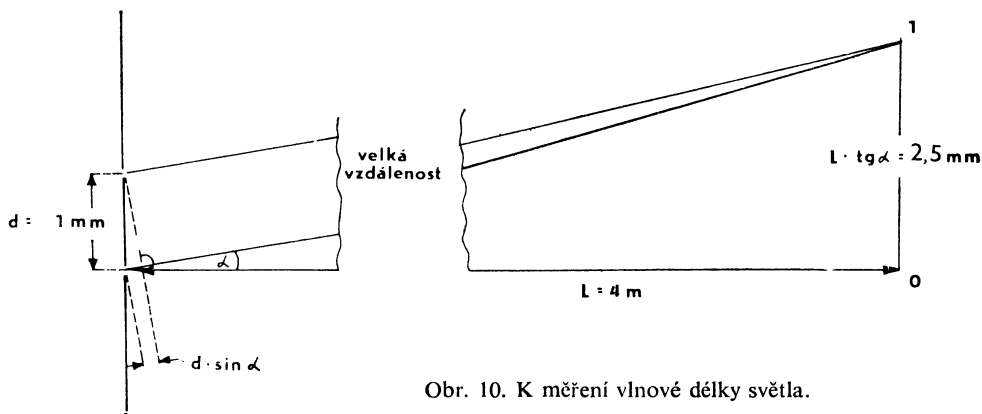


Obr. 8. Schéma pokusu na interferenci zvukových vln.

Proč interference zvuku vylučuje, že z reproduktorů vylučují drobné „částice zvuku“ ve dvou vzájemně se pronikajících sprškách, podobně jako jemné kapičky vody z dvojice rozprašovacích stříkaček? Ve všech místech, kam by tryskaly oba proudy, by vaše ucho muselo zachytit silnější zvuk než od jednotlivého zdroje. Je to tedy zejména zeslabování, tj. existence interferenčních minim, které svědčí o vlnové povaze zvuku. Interferenci zjištěnou i při dalších fyzikálních dějích můžeme považovat



Obr. 9. Interference světelných vln.



Obr. 10. K měření vlnové délky světla.

za důkaz jejich vlnové podstaty. (Není to ovšem důkaz jediný. Například i kmitavý pohyb korkových zrnek ve skleněné trubici do níž vysíláme zvuk prozrazuje vlnovou povahu zvuku.)

Kdybychom se však podobně pokoušeli dokázat vlnové vlastnosti světla pomocí dvou žárovek, nepodařilo by se nám to. I úplně stejné žárovky jsou natolik odlišnými a proměnnými zdroji světla, že výsledný efekt se neustále nepostřehnutelnou rychlostí mění. Teprve v poslední době se podařilo pomocí dvou sladěných zdrojů světla, laserů, získat podobný snímek, jehož reprodukcí vidíte na obr. 9. Objevují se na něm opět typická interferenční minima v oblastech, kde se světelné vlny z obou zdrojů navzájem zrušily, a interferenční maxima v místech, kde došlo k zesílení.

V jednodušším uspořádání můžeme provést podobný pokus sami. Zdroji světla budou dvě úzké, těsně vedle sebe ležící štěrby na fotografickém filmu, kterým proniká světlo červené žárovky. Stínítkem bude sítnice našeho oka. I v tomto případě zřetelně vidíme charakteristické střídání světlých a tmavých pruhů, které svědčí, že světlo je vlnění.

Jestliže zaměníme červený zdroj světla modrým, světlé a tmavé pruhy se opět objeví, ale budou blíže u sebe. Tímto způsobem se projevuje nestejná vlnová délka červeného a modrého světla. To nás přivádí na myšlenku, zda by nešla vlnová délka pomocí těchto jevů změřit podobně jako v případě vodních vln.

K pokusu použijeme jednobarevné světlo laseru, které je tak intenzivní, že dovoluje zachytit i interferenční obraz na dostatečně vzdálené stínítce.

Na obr. 10 jsou vyznačeny všechny potřebné údaje o sestavě pokusu. Vypočítejte vlnovou délku světla laseru tím, že vypočítáte úhel α , o který je odchyleno od směru nultého maxima první maximum. Jestliže jste správně počítali, vyjde i vám výsledek $\lambda = 630 \text{ nm}$.

Není to krásné? Pomocí tyčového metru dokázat změřit milionkrát menší vlnovou délku světla?*)

Otázky a úkoly

1. Při pokusech s vodními vlnami kmital zdroj 50krát za jednu sekundu. Jak dlouho trval jeden kmit?

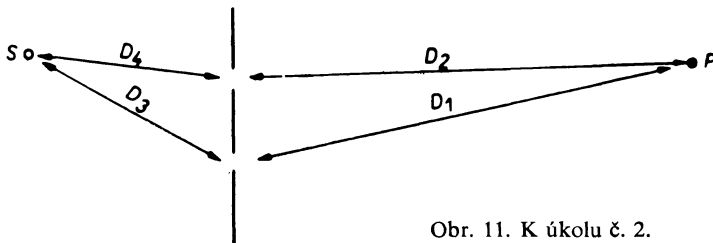
*) Při semináři se studenty gymnázií byly všechny v článku uváděné experimenty reálně provedeny v rámci dvou výukových hodin.

Jakou rychlostí vlna postupovala po vodní hladině, jestliže během doby jednoho kmitu urazila dráhu 4 mm?

$$[T = 0,02 \text{ s}, v = 0,2 \text{ m s}^{-1}]$$

2. Jaká je podmínka, aby v bodě P na obr. 11 vzniklo minimum?

$$[(D_1 + D_3) - (D_2 + D_4) = (n + \frac{1}{2}) \lambda, n \text{ celé číslo}]$$



Obr. 11. K úkolu č. 2.

3. Posluchač, který je ve stejné vzdálenosti od dvou reproduktorů Hi-Fi systému, slyší čistý tón. Jestliže z tohoto místa začne přecházet napříč, bude slyšet slábnutí tónu. V místě, které je ve vzdálenosti 3 m od levého reproduktoru a 2,5 m od pravého reproduktoru, poprvé slyší zvuk nejslabší. Jakou frekvenci má zvuk vysílaný reproduktory? Rychlost zvuku je 330 m s^{-1} .

$$[f = 330 \text{ Hz}]$$

4. Sodíková výbojka vyzařuje žluté světlo s vlnovou délkou $\lambda = 5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Toto světlo necháme procházet dvěma úzkými štěrbinami vzdálenými od sebe 0,1 mm. Ve vzdálenosti 2 m za dvouštěrbinou umístíme rovnoběžně s ní fotografický film. Jaká bude vzdálenost maxim na filmu?

$$[d \doteq 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}]$$

V současné době se pokračuje s výukovými experimenty podle uvedené koncepce v rámci fyzikálních seminářů pro studenty 1. ročníku pražských gymnázií pořádaných na MFF UK.

Poznámka. Redakce PMFA si předem vyžádala názory některých odborníků k této problematice. Dva příspěvky otiskneme v příštím čísle. Další názory z řad čtenářů jsou vítány.

Literatura

- [1] PEKÁREK, L.: *Návrh na novou koncepci vyučování fyzice na střední škole*. KVVV ČSAV, interní materiál 1983.
- [2] PEKÁREK, L.: *Vyučování a současná fyzika*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, 5 (1968), s. 296–311.
- [3] UNESCO: *New Trends in Integrated Science Teaching I., II., III., IV.* Paris, UNESCO 1971, 1973, 1975, 1977.
- [4] UNESCO: *New Trends in Physics Teaching* Paris, UNESCO 1976.
- [5] MARX, G. et al.: *Návrh na zladené vyučování přírodních věd*. Překlad red. článku Fizikai Szemle 1978/12. KMVF 1979 interní materiál.
- [6] MATYÁŠ, M.: *Současný stav výzkumu v integrovaném vyučování*. Sborník z konference „Současný stav a perspektivy rozvoje vědecké práce v didaktice fyziky“. Olomouc UP 1974, s. 56–66.
- [7] FAST, J. D.: *Matter and Life, The relations between the sciences*. REDHILL surrey, The School Government Publishing Company 1977.
- [8] ROJKO, M.: *Částicová stavba látek*. KVVV ČSAV, interní materiál 1985.
- [9] FENCLOVÁ, J. a kol.: *K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd*. Praha, ČSAV 1984.
- [10] MARX, G.: *Přírodovědné vzdělání v Maďarsku*. Pokroky matematiky fyziky a astronomie, 24 (1979), s. 339–350, 25 (1980) s. 44–53, 95–104, 156–161.