

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

György Marx

Přírodovědné vzdělávání v Maďarsku [Pokračování]

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 25 (1980), No. 2, 95--104

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139132>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1980

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>

# vyučování

## Přírodovědné vzdělávání v Maďarsku

3. část\*)

*György Marx, Budapest*

### STŘEDNÍ ŠKOLA (GYMNÁZIUM)

Dnešní doba je svědkem významného sjednocování jednotlivých přírodních věd (astronomie, fyziky, chemie, geologie, biologie). Projevem toho je skutečnost, že to byly právě mezioborové oblasti, v nichž se v posledních desetiletích zrodily nejkrásnější objevy. Proluky mezi jednotlivými přírodními vědami se postupně zaplnily, což umožnilo stále více zdůrazňovat ve všech disciplínách obecné pojmy a základní principy místo zabývat se detaily, které mohly být jen encyklopedicky diskutovány. Základní principy se navzájem přenášejí a jsou do značné míry společné všem přírodním vědám. *Mozaiky jednotlivých oborů se postupně propojily v celkový přírodovědný obraz světa. S prohloubením znalostí se zredukoval objem nekoherentních údajů, které je třeba se učit zapaměti. Nynější situace je příležitostí nejen k rozhodné inovaci učebních plánů a osnov, ale současně i ke zmenšení náporu na žáky.*

V době, kdy *interdisciplinární vztahy* nebyly ještě známy, vyvíjely se učební osnovy přírodovědných předmětů *nezávisle na*

*sobě*. Za posledních sto let se názvy předmětů a učivo jednotlivých ročníků jen málo změnilo. Přetrvávající izolovanost přírodovědných předmětů je dědictvím 19. století a je už anachronismem; znamená nejen přílišný nápor na žáky, ale je i příčinou vnitřních rozporností učebních osnov, které vedou k přetížení.

Ve snaze zmírnit přeplněnost učebních osnov dospívalo se k jejich dílčím úpravám. Například ve fyzice byl učiněn pokus usnadnit žákům práci tím, že se z učiva mechaniky vypustil moment hybnosti. Pak však nebylo oč opřít výklad orbitálního a spinového kvantového čísla v atomové fyzice, ačkoli se v chemii obě tato kvantová čísla používala pro výklad periodické soustavy prvků. Žákům tedy nezbyvalo než se učit mnoha věcem encyklopedicky. — Bohrova modelu atomu, který zastaral už před 50 lety, se ve fyzice stále ještě vyučovalo „v zájmu snazšího vyučování“, přestože tento model vysvětluje spektrum jen nejjednoduššího atomu a jinak je nepoužitelný. Nesprávné přidělování kvantových čísel podle Bohrova modelu nutilo chemiky k různým násilným opravám, což muselo zpochybňovat logiku přírody. — S pojmem teplo operovala chemie už v 7. ročníku základní školy, zatímco fyzika jej definovala teprve ve 3. ročníku střední školy. — Chemie zaváděla pojem iont ve vyšších ročnících základní školy a na začátku střední školy, ale fyzika se elektrickým nábojem zabývala až ve 4. ročníku střední školy. — Nedostatečná koordinace vedla například k tomu, že se elementární formy života zevrubněji probíraly teprve ve 4. ročníku, až po výkladu vysoce složitých organismů.

Fyzika a chemie, prezentované v duchu omezeného a zastaralého pojetí hmoty, nejen znemožňovaly exaktní výstavbu biologie, ale zjevně překážejí všemu, čemu chceme, aby se učilo o jednotě přírody.

*Rozvoj přírodních věd ve 20. století nejen umožňuje, ale také vyžaduje, aby cílem výuky na střední škole byl ucelený přírodovědný obraz světa. Tento obraz musí být úplný a sám v sobě konzistentní, aby byl vhodným východiskem k odpovědím na mnohá*

\*) První část jsme uveřejnili v 6. čísle PMFA 1979, druhou v 1. čísle PMFA 1980.

„proč“, byt studenti tyto otázky kladli jen v souvislosti s novou technikou, s níž se v životě setkávají. *Člověk, který žije a pracuje v prostředí moderní techniky, čte denní tisk a dívá se na televizi, by měl získávat nepostradatelné technické znalosti nikoli memorováním spousty údajů, ale prostřednictvím příkladů ilustrujících základní přírodní zákony. Získávat moderní orientaci v přírodních vědách je současně i výcvikem ve vědeckém způsobu myšlení, a tím také ideologickou výchovou.* Moderní přírodovědný obraz světa chrání studenty proti úzkoprsému technokratickému postoji. Aby se uvedených cílů dosáhlo, je nutno oželet na střední škole mnoho hezkých a užitečných podrobností tradičních předmětů, například uvádění technologických novinek, které časem nutně zastarají. Musí se odbourat všechna odbočení, která oddalují dosažení cíle, a všechno, co odvádí pozornost od základních přírodních zákonů.

Formální integraci předmětů ve středoškolském učebním plánu nelze plně provést, protože žáci musí na každém stupni složitosti nejprve proniknout do systému pojmů potřebných k popisu jevů pro daný stupeň charakteristických. Právě proto se musí přírodovědné předměty navzájem podporovat, mají-li podat hlubší, konzistentnější moderní a úplný obraz světa při nezměněném nebo sníženém počtu hodin a při menším náporu na žáky.

*V časovém rozvržení šlo hlavně o zajištění logických mezipředmětových vztahů. Šlo také o to, aby se snížil počet předmětů s dvěma vyučovacími hodinami týdně, oprávněně kritizovaných z pedagogických důvodů. Hlavní ideou učebního plánu jako celku je odstranit předměty, jejichž výuka se přeruší dříve, než se dosáhne mentální integrace upevněním vědomostí a intelektuálního růstu žáka. Zvýšená pozornost se věnovala integraci přírodovědných základů*

*pokrokového světového názoru zejména v učebních osnovách čtvrtého ročníku.*

V souladu s cíli přírodovědného vzdělávání formulovanými v úvodu\*) tvoří přírodovědné disciplíny skupinu výrazně reálných vyučovacích předmětů, které je nezbytné opřít o pozorování, zejména o pokusy (v ideálních podmínkách o laboratorní činnosti). Protože naším hlavním úkolem je předkládat všeobecně použitelné zákony a rozvíjet celkový přírodovědný obraz světa, neměla by být pro výběr pokusů rozhodující tradice nebo líbivost. Pokusy by neměly sloužit k *aposteriori*mu důkazu vztahu naučeného z knihy nebo z tabule; smyslem pokusu, demonstračního nebo žákovského, má být objev vztahu a uvědomělé ujasnění jeho různých projevů. Při takovém přístupu k pokusům se předejde tomu, že by žáci omezovali zkoumání přírodních zákonů jen na učebnu a laboratoř, tj. na prostředí emocionálně vzdálená od skutečného života.

Mnoho úsilí bylo věnováno tomu, aby se vzalo v úvahu postupné psychologické zrání dětí. Ve věku 14 let většina žáků ještě nedosahuje úrovně formálního myšlení. Proto se v 1. ročníku v předmětu Struktura hmoty vyžaduje jen konkrétní myšlení (myšlení opírající se o názorné modely). V tomto předmětu se střídají přímo pozorovatelné mechanické děje a jevy s takovými, které nejsou přímému smyslovému pozorování přístupné, avšak dají se zřejmě modelovat na základě předchozí mechanické zkušenosti. Takto se mohou názorné mechanické modely snadno použít k interpretaci mikroskopických jevů. Tato metoda modelování se dále rozvíjí v následujícím ročníku při vyučování organické chemii. Ve 2. ročníku mechanika vychází z toho, co je fenomenologicky evidentní

\*) PMFA 24 No. 6 (1979) 339—350. S. 340.

a spolu s matematikou rozvíjí logicko-matematické myšlení. Dovednosti zde získané se explicitně využijí ve 3. ročníku v přísně analytickém stanovisku uplatňovaném ve Fyzice, Chemii a Biologii\*). Konečně 4. ročník uzavírá vzdělávání syntetizujícím pohledem, který umožňuje vytvořit si rozsáhlý pohled na svět (astronomické vzdálenosti, dávnověk, historická podmíněnost moderní společnosti a trendy budoucího vývoje).

Interpretace přírodních jevů se opírá o dvě složky: přímé uplatnění obecných zákonů pohybu a zvláštní lokální okolnosti vzniklé historickým vývojem. Tradiční výuka fyziky a obecné chemie zdůrazňovala přespříliš první hledisko, výuka geografie, botaniky, zoologie a organické chemie hledisko druhé. Tím vznikl rozpor mezi oběma hledisky. V současné době lze však už v několika oborech ukázat, že historický vývoj je také projevem obecných zákonů pohybu. Jestliže tedy předkládáme našim žákům nynější stav světa jako výsledek dlouhého vývoje, neponecháváme přírodovědné vzdělávání bez vnějších vazeb. Přírodovědné vzdělávání se tak stává logičtější a jednodušší.

Maďarské gymnázium je typem výběrové střední školy pro 14 až 18letou mládež, která pomýšlí především na povolání předpokládající vysokoškolské vzdělání. V dalším uvádíme učební osnovy, které doporučujeme pro přírodovědné vzdělávání na gymnáziu.

## **Struktura hmoty**

4 hodiny týdně v 1. ročníku.

Je nereálné vyžadovat v tomto stadiu ve škole přísně logickou posloupnost

---

\*) Velkými písmeny vyznačujeme, že jde o vyučovací předměty.

[matematická analýza → klasická fyzika → atomová fyzika → chemie → biochemie → biologie]; nelze však upustit od koherentní stavby učebních osnov. Podle dřívějších učebních osnov se učilo atomové fyziky a strukturní chemii nezávisle na sobě. V našem návrhu začíná přírodovědné vzdělávání na střední škole *předmětem Struktura hmoty, zařazeným do 1. ročníku. Je to úvod do struktury a chemie hmoty, ve kterém se vychází z existence molekul a atomů.* Tento předmět odstraňuje dosavadní rozpor mezi poznáváním atomů ve Fyzice *na konci* a v Chemii *na začátku* střední školy.

Vzdělávacím úkolem tohoto předmětu je ukázat poznatelnost, jednotu a nevyčerpatelnost materiálního světa, a to podstatně hlouběji, než je to možné při omezené klasické koncepci hmoty, předkládané na základní škole. Tento předmět ukazuje různé úrovně organizace hmoty (soubor částic, molekula, atom, elementární částice).

Atomová struktura (v obojím smyslu, tj. atomová struktura látky i struktura atomu) se obecně považuje za velmi abstraktní a složitou kapitolu výuky fyziky. Předmět Struktura hmoty jako první stupeň výuky je něco jiného. Přizpůsobuje se mentální vyspělosti žáků, u nichž teprve probíhá přechod od konkrétního myšlení k myšlení formálnímu. Vyučování má proto induktivní charakter. Hlavní pojmy se zpřístupňují žákovskými pokusy v objevitelských situacích. V prvním pololetí žáci začínají na úrovni bezprostřední zkušenosti (přímo pozorovatelné vlastnosti skupenství) a dospívají k pojmům molekula, atom a elementární částice. Po orientačním seznámení žáků s obecnými zákony pohybu částic ukazujeme na jednoduchých příkladech, jak lze atomové, molekulové a skupenské struktury interpretovat po-

moci modelů stojaté vlny (viz 1. část, PMFA 24 No. 6 (1979) 339–350, s. 342). Pochopení složitějších struktur se ponechává chemii.

*Metodologickým cílem předmětu je získat dovednost vytvářet modely.* Každý model se opírá o dřívější smyslovou zkušenost; nikdy neodpovídá dokonale skutečnosti, která je spleťtější. Ke stále lepšímu porozumění nevyčerpatelné bohatosti hmoty se dochází asymptoticky. Dokonalé poznání je cíl, kterému se věda stále více přibližuje, ale který je nakonec pro ni nedosažitelný. Předmět *Struktura hmoty používá částicového a vlnově mechanického modelu látky jako užitečných pracovních hypotéz*, které se omezují jen na určité aspekty molekul a elektronů. Rozpornost obou modelových představ se nyní nezdůrazňuje ani nevyšvětluje. K tomu se přistupuje až ve 4. ročníku s využitím vědomostí a dovedností abstrakce, které byly mezitím získány. Pracujeme s modely jako s *praktickými* pomůckami, které například názorně představují chování molekul a které lze dobře použít k předpovědím.

Postupujeme-li naznačeným způsobem, lze splnit oba úkoly (orientace ve struktuře hmoty a výcvik ve vytváření přírodovědných modelů).

## UČEBNÍ OSNOVY STRUKTURY HMOTY

Motivace modelování. *Modelování struktury a funkce. Výcvik ve spontánní ruční tvorbě modelů s „černými schránkami“ pro mechanické, elektrické a biologické příklady. Smysl a postup modelování, vztah modelu ke skutečnosti. Stupňovitá, avšak neomezená poznatelnost světa.*

Částicové modely tří stavů skupenství. *Pokusy s plyny, zákony pro plyny. Kinetická teorie plynů. Brownův pohyb. Elementární výklad nestlačitelnosti kapalin. Existence sil vzájemného působení molekul, povrchové napětí. Rozměr molekul, mě-*

*ření Avogadrovy konstanty. Mřížkový model pevných látek. Kinetický výklad tání a varu.*

Statistický přístup k termodynamice. *Statistický výklad vnitřní energie a tepla (tepelného přenosu energie). Teplota jako energie připadající na jeden stupeň volnosti nahodilého pohybu. Rovnoměrnost rozdělení. Statistické fluktuace. Nevratnost, tendence k vyrovnávání stavů, růst statistické neuspořádanosti. Základní stav, absolutní nula.*

Chemické procesy. *Disociace molekul jako následek koncentrace energie nebo zvýšení teploty. Atomy. Stálé a násobné hmotnostní poměry. Atomová hmotnost, molekulová hmotnost, stechiometrické výpočty, roztoky. Statistický výklad časového průběhu chemických procesů: rychlost reakce, chemická rovnováha, zákon působení hmoty. Molekulární výklad reakčního tepla a aktivační energie.*

Atomismus elektřiny a světla. *Katodové paprsky. Pozorov ánívústřelového šumu. Millikanův pokus. Elementární náboj, elektron. Elektronový model proudu, elektrické vodiče. Fotoelektrický jev, foton. Vztah mezi barvou a světelnými kvanty. Coulombova síla. Rutherfordův pokus. Izotopy. Rutherfordův model atomu, jeho nedostatky. Problém stability atomů.*

Popis vln. *Kmitý struny. Vlny na vodní hladině. Skládání kmitů, superpozice a interference vln. Měření vlnové délky. Prostorové vlny: zvukové vlny. Stojaté vlny, vznik uzlů. Hudební nástroje.*

Vlnový model elektronu. *Interference elektronových svazků, de Broglieova vlnová délka. Princip neurčitosti aplikovaný na vlnové klubko. Vlastní kmitý vln v krabici. Kvantové číslo jako počet uzlů. Základní stav a vzbuzené stavy vodíkového atomu. Stabilita atomů. Čárové spektrum. Atomová kvantová čísla, atomové orbitály. Pauliho princip. Periodická soustava prvků. Elektronová struktura prvních deseti prvků; příklad alkalických kovů a halogenů. Ionty. Ionizační energie, elektronová afinita, elektronegativita. Vysvětlení Hundova pravidla maximální multiplicity vzájemným odpuzováním elektronů.*

Chemická vazba. *Vznik molekulových orbitalů z atomových orbitalů. Uzly, antivazebné orbitály. Kovalentní vazba. Pokusy s plyny s nejjednoduššími dvouatomovými molekulami, molekulové struktury  $H_2$ ,  $N_2$  a  $O_2$ . Vztah mezi tvary a elektronovými strukturami molekul. Polární vazby. Redoxní procesy,  $CO$ ,  $CO_2$ . Tvary, rozdělení náboje a vlastnosti molekul  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$  a  $HF$ .*

Skupenství. *Sily vzájemného působení molekul: van der Waalsova síly, vodíková vazba. Atomová mřížka, iontová mřížka, kovová mřížka, molekulová mřížka; souvislost mezi vlastnostmi látky a typem vazby. Skupenské přeměny. Struktura vody a ledu, výklad jejich fyzikálních vlastností. Voda jako rozpouštědlo. Iontový roztok, elektrolytická disociace. Kyselý a zásaditý charakter. Úloha polárních a nepolárních skupin v roztoku. Povrchově aktivní látky, koloidy.*

## Chemie

3 hodiny týdně ve 2. ročníku, 2 hodiny týdně ve 3. ročníku.

Základní škola se zabývala empiricko-induktivním úvodem do chemie. V 1. ročníku gymnázia se v předmětu Struktura hmoty vybudovaly základy chemie. Ujasnilo se, že fyzikální a chemické vlastnosti prvků, chemické vazby a mezimolekulové interakce lze pochopit na základě několika obecných zákonů platných pro elektron. Po této přípravě se jako reálný jeví požadavek, aby se středoškolská chemie vybudovala na elektronových strukturách rozličných molekul na základě struktur atomů a aby předpovídala pozorovatelné vlastnosti látek ze struktur jejich molekul.

Deduktivní postup nelze ovšem plně uskutečnit, což ani není žádoucí. Lze říci, že chemie je z přírodovědných předmětů stále ještě nejhodnější k tomu, aby žák nejen pochopil strukturu hmoty a metody její plánované přeměny, ale aby obojí také zkoumal osobní zkušeností a aktivně kontroloval v žákovských pokusech. Pokusy se zařazují souběžně s teoretickým studiem, někdy mu předcházejí, jindy se provádějí až po něm. Při vyučování chemii je třeba se vyhnout encyklopedickému řazení prvků, sloučenin a reakcí. Je třeba si jasně uvědomit, že chemické struktury a procesy

jsou projevem obecných zákonů charakteristických pro hmotu. Hlavním vodítkem pro výběr učiva je záměr objasnit chemické aspekty moderního přírodovědného obrazu světa. Znalosti materiálů, úplnost poznatků nebo důležitost technologických hledisek se musí vesměs podřídit tomuto záměru.

Jedním z cílů předmětu Chemie je průprava pro biologii. Chemie musí biologii vybavit k diskusi o životních procesech jako projevech chování týchž látkových částic, se kterými se žák setkal už ve fyzice a v chemii; v biologii se však objevují ve složitějších situacích. Život je soubor jevů, které mohou být zkoumány na základě univerzálních přírodních zákonů. Chemie musí uvést a Biologie dále rozvinout biochemii. Má-li však mít Biologie možnost využít poznatky z Chemie, je nutno rozsah chemického vzdělávání zvětšit. Při přípravě podrobných učebních osnov je nutné pamatovat na to, že v prvním pololetí 3. ročníku gymnázia operuje Biologie už s makromolekulami. Je tedy zřejmé, že organická chemie (2. ročník) musí předcházet anorganické chemii (3. ročník). Znalosti poskytnuté v 1. ročníku ve vyučovací předmětu Struktura hmoty umožňují žákovi porozumět organické chemii i bez zevrubného použití anorganických sloučenin. Obtížnost organické chemie se přičítá velkému počtu organických sloučenin. Avšak počet vazebných typů je větší u anorganických sloučenin; mnohé z nich mají specifické struktury, takže výklad jejich vlastností na základě struktury je mnohem obtížnější než v případě organických sloučenin. Diskuse o organických molekulách se může opřít o pojmy homologická řada a funkční skupina. Tím se jejich studium stane přehlednějším. Podle zkušeností z našeho experimentálního vyučování je zařazení organické chemie do 2. roč-

níku možné a vhodné; názorně se jím předvede kauzální spojení mezi elektronovou strukturou a makroskopickými vlastnostmi.

Ve vyučování anorganické chemii ve 3. ročníku mohou převládat exaktní kvantitativní aspekty (energieově zaměřené fyzikálně chemické a elektrochemické aspekty, které žáci souběžně poznávají ve Fyzice). To umožňuje, aby tento předmět měl náročnější vzdělávací úkoly než dříve.

Chemie je jedním z nejdůležitějších a opravdu základních předmětů pro moderní život a praxi průmyslové výroby. Přesto však se na většině škol s vyučováním chemii končí předčasně a v posledním ročníku, určeném k upevňování a syntéze vědomostí, se chemie vůbec neobjevuje. Intenzivní příprava na závěrečnou zkoušku vede k tomu, že znalosti z chemie nabyté v dřívějších ročnících žáci zapomenou. Náš návrh tuto nesnáz překonává tím, že ve všech čtyřech ročnících se upevňuje a využívá chemické myšlení, a to v těchto vyučovacích předmětech: Struktura hmoty (1. ročník), Chemie (2. a 3. ročník), Biologie, koncipovaná s důrazem na biochemické základy (3. ročník), Fyzika a Vývoj hmoty, orientované na strukturu látek (4. ročník) a nepovinné Laboratorní práce (3. ročník). Navíc jsou všechna důležitá chemická témata zahrnuta také do obsahu navrhované komplexní závěrečné zkoušky z přírodních věd.

## UČEBNÍ OSNOVY CHEMIE

### 2. ročník. Organická chemie.

Úvod do chemie organických sloučenin. *Jednoduché organické sloučeniny složené z prvků H, C, O, N. Výklad vlastností uhlíku z hlediska tvorby molekul. Konstituce a izomerie. Hry se vzorci.*

*Heteroatomy a funkční skupiny. Vztah mezi strukturou a vlastnostmi. Určení konstituce. Klasifikační principy organických sloučenin.*

Konstituce a elektronová struktura organických sloučenin: uhlovodíky. *Elektronová struktura nasycených, nenasycených, konjugovaných a aromatických uhlovodíků. Základní typy probírané podrobněji: metan, etan, etylen, butadien, acetylen, benzen. Hierarchie molekulových elektronových stavů. Výklad makroskopických vlastností sloučenin na základě jejich molekulové struktury. Porovnání reaktivit u jednoduchých přeměn: hydrogenace, oxidace. Výskyt uhlovodíků v přírodě a jejich praktický význam.*

Konstituce a elektronová struktura organických sloučenin: heteroatomové sloučeniny. *Odvození heteroatomových organických sloučenin z uhlovodíků substitucí. V návaznosti na jednoduché molekuly vody, fluorovodíku a amoniaku se proberou tyto příklady: metylamin, metanol, metylfluorid, formaldehyd, kyselina mravenčí, pyridin, pyrrol, imidazol. Změny elektronové struktury. Korelace vlastností, např. acidobazického charakteru, s elektronovou strukturou. Struktura, název a vlastnosti určitých typů sloučenin v závislosti na jejich funkčních skupinách. Praktická a biologická úloha některých sloučenin: halogenidy, alkoholy, fenoly, étery, aldehydy, ketony, chinony, karboxylové kyseliny, estery, aminy, amidy. Polysfunkční sloučeniny: jednoduché příklady důkazu funkčních skupin; výklad vlastností.*

Prostorová struktura organických sloučenin (základy stereochemie). *Geometrická izomerie. Konfigurace, chiralita (zrcadlová izomerie). Vlastnosti chirálních enantiomerů. Chiralita přírody, stereospecificita enzymů. Konformery acyklických a cyklických molekul. Konformační rovnováha. Strukturní izomerie.*

Struktura přírodních makromolekul. *Jednoduché sacharidy; prostorová struktura, biologická úloha. Polysacharidy: škrob, celulóza. Aminokyseliny: strukturní princip, charakter postranních řetězců. Polypeptidový řetězec. Struktura bílkovin: sekvence aminokyselin, prostorová struktura. Prostorové struktury skeletu bílkovin a enzymů. Stavební složky nukleových kyselin; stavební princip nukleotidů. Prostorová struktura nukleových kyselin: dvoušroubovice. Strukturní základ pro uložení genetické informace.*

Dynamická organická chemie. *Obecný popis chemických reakcí s užitím příkladu fotochemické chlorace metanu: energiové a kinetické podmínky,*

reakční diagram, mechanismus elementárních kroků, katalýza. Radikálové reakce plynů: tepelný rozklad, krakování. Reakce v roztocích. Úloha rozpouštědel. Iontové reakční mechanismy. Pojem nukleofilnost a elektrofilnost. Nukleofilní substituce: interkonverze organických sloučenin. Pojem syntéza. Adiční reakce nenasycených sloučenin: adice vodíku, adice halogenu, adice halogenovodíku; eliminace jako opak adice. Polymerace. Substituční reakce aromatických sloučenin, orientace. Reakce oxosloučenin: úloha nenasycenosti a polarity, adice, redukce, oxidace; důkaz oxosloučenin. Abiogenezní chemická evoluce. Vznik a hydrolyza esterů. Mechanismus kyselých katalýz. Vztah mezi strukturou a katalytickou aktivitou enzymů. Základy molekulární biologie.

### 3. ročník. Anorganická a fyzikální chemie.

Reakční rychlost a chemická rovnováha. Rychlost chemických reakcí. Faktory ovlivňující reakční rychlost. Rychlostní rovnice. Teplotní závislost. Katalýza. Chemická rovnováha jako ustálený stav opačných procesů o stejné rychlosti. Homogenní a heterogenní rovnováha. Rovnovážná konstanta. Zákon působení hmotnosti. Teplotní závislost rovnovážných konstant. Simultánní reakce. Úloha rovnovážných a rychlostních konstant u simultánních reakcí.

Prvky a jejich struktury. Zopakování a doplnění vazebných typů a mezimolekulových interakcí. Prvky skupin VIII—V periodické soustavy prvků. Polystředové vazby. Kovová vazba. Nevodiče, polovodiče a vodiče — prvky skupin IV—I. Modelování pevných látek spřaženými oscilátory. Rovnováha nosičů náboje v polovodičích, úloha příměsí a bodových poruch. Elektrická a tepelná vodivost. Barvy prvků. Mechanické vlastnosti.

Sloučeniny prvků s vodíkem. Zopakování halogenovodíků. Voda jako „protonový polovodič“, autoionizace. Donory a akceptory protonů, kyseliny a báze; analogie s polovodičovými příměsemi. Příprava elektrolytických roztoků. Acidobazická rovnováha, pH; konjugované kyseliny a báze. Amoniak, acidní a bazické organické sloučeniny jako rozpouštědla. Hydridy kovů, jejich reakce s vodou; anorganické báze.

Halogenové sloučeniny prvků. Struktura a typ vazby jako faktory určující makroskopické vlastnosti. Barva sloučenin přechodových kovů. Kvali-

tativní diskuse teorie krystalového pole. Součinné rozpustnosti. Komplexní ionty. Donory a akceptory s elektronovým párem odpovídajícím kyselinám a bázím. Rovnováha komplexů.

Sloučeniny prvků s kyslíkem, oxokyseliny, hydroxidy a soli. Struktura a typ vazby, makroskopické vlastnosti. Oxidy jako vodiče a polovodiče. Závislost vazby prvek—kyslík na oxidačním prvku. Reakce oxidů s vodou jako s donorem protonu a elektronového páru; pojmy anhydrid kyseliny, anhydrid báze; oxokyseliny, hydroxidy.

Oxidačně-redukční procesy ve vodném roztoku. Kvalitativní a kvantitativní úvodní výklad redoxní rovnováhy. Nernstova rovnice. Elektrochemická řada kovů. Faradayovy zákony. Akumulátory. Pojem volná energie a její měření. Volná energie jako charakteristika určující rovnovážný stav. Pojem volná entalpie.

Praktická anorganická chemie. Příprava kovů: redukční a elektrolytické metody. Elektrolyza chloridu sodného. Korozí a ochrana před ní. Sklo. Keramika. Horninotvorné křemičitany. Fotografování. Chemie přírodních vod. Změkčování vody, výměna iontů. (Náplň této kapitoly může učitel přizpůsobovat aktuálnosti jednotlivých problémů.)

Bioanorganická chemie. Struktura biologicky důležitých organokovových komplexů; hem, chlorofyl. Úloha komplexů kovů ve fotosyntéze a biologické oxidaci; jejich chemické chování.

### Fyzika

3 hodiny týdně ve 2. až 4. ročníku.

Stále složitější systémy organické chemie a biochemie se opírají o podnětnou metodu konkrétního modelování struktury hmoty z 1. ročníku. Konkrétní modely však nestačí bez rozporů a předsudků k pochopení elementárních forem hmoty (gravitační pole, elektromagnetické vlny, atomové částice, jádro), které jsou už velmi vzdáleny smyslové zkušenosti; jsou však zcela nepostradatelné jak pro praxi, tak pro filozofické zobecňování. Schematičnost intuitivního pohledu a myšlení omezené hranicemi smyslové zkušenosti je



nutno často překonávat použitím abstraktní logické úvahy.

Zastaralý pohled na fyziku jako na obor zabývající se jevy neživé přírody, při nichž nedochází k hlubokým strukturním změnám, je už neudržitelný. *Posláním fyziky je zkoumání obecných exaktních zákonů pohybu a kvantitativní vysvětlení přírodních jevů opírajících se o tyto zákony. Z toho musí vycházet také koncepce vyučování fyzice na střední škole. Vyžaduje to, aby se ve vyučování fyzice začal od 2. ročníku uplatňovat nový rys: deduktivní popis přírody na základě empiricky poznávaných základních zákonů* (přitom bereme v úvahu rozumovou vyspělost žáků).

Fyzika ve 2. ročníku zkoumá mechanický pohyb těles, ve 3. ročníku abstraktnější elektromagnetické pole a elektromagnetický pohyb a ve 4. ročníku se zabývá složenými a statistickými strukturami a jejich statisticko-termodynamickým chováním. Celková skladba fyzikálního učiva 4. ročníku je zaměřena na termodynamické a kvantově mechanické zákony pohybu, jejichž univerzálnost umožňuje popsat přírodní jevy v zásadě bez jakéhokoliv omezení. Oba přístupy, termodynamický a kvantově mechanický, se přitom budují už na důkladnějším základě, než to bylo možné u názorných mechanistických modelů atomu v 1. ročníku.

Má-li výuka fyziky splnit svůj úkol, musí se vzdát rozboru a výčtu mnoha rozmanitých vzlaštých případů. Žáky je třeba zasvětit do principů uspořádání, které jim pomohou orientovat se v rozmanitosti jevů. Vede to k tomu, že učiva bude méně, žáci si je však osvojí účinněji. Výuka se může při takovém pojetí lépe soustředit na základní principy. Podle časových možností se mohou probírat speciální fyzikální problémy jako ilustrace, při nichž se procvičuje dovednost aplikovat základní prin-

cipy při řešení konkrétních otázek. Tyto speciální problémy jsou žákům předkládány jako cvičení v podnětných situacích. Žákům je nutno ukazovat, že při řešení různých problémů nebo experimentálních úloh nepotřebují improvizované metody, ale že vystačí s několika obecnými principy použitými v logickém sledu. Tedy například ve 2. ročníku není třeba zdůrazňovat tuhost těles (ve skutečnosti neexistující) nebo příliš speciální případy poddajnosti těles tak, že se tím zastírají obecné základní zákony a jejich důležitost. Ve 3. ročníku je třeba místo elektrotechnických příkladů, které zastarávají, znovu a znovu zdůrazňovat obecné základní principy.

Náplní fyziky ve 2. ročníku je mechanika. *Poznatelnost materiálního světa, nezničitelnost hmoty a pohybu a princip kauzality* jsou zde diskutovány také z filozofického hlediska. Učivo se soustřeďuje kolem *zákonů zachování*.

Ve 3. ročníku je náplní učiva elektromagnetismus. Zavádějí se pojmy náboj a elektromagnetické pole. Učební osnovy se soustřeďují kolem těchto témat: *Působení elektromagnetického pole na nosiče náboje* (Coulombova síla, Lorentzova síla). *Působení elektricky nabitých těles na elektromagnetické pole* (elektrické náboje jako zřídla elektrického pole, proud jako rotace magnetického pole). *Působení elektromagnetického pole na sebe sama* (zákon elektromagnetické indukce, Maxwellův proud). *Ekvivalence energie a hmotnosti*.

Náplní Fyziky v prvním pololetí 4. ročníku je atomová struktura. Navazuje na vyučovací předměty Struktura hmoty a Chemie, jejichž obsah zobecňuje a upevňuje. Učební osnovy se soustřeďují na tato témata: *Časově závislé statistické chování systému mnoha částic* (druhý princip termodynamiky). *Univerzální kvantově me-*

*chanické zákony pohybu hmoty* (superpozice, nedělitelnost, komplementarita, Pauliho princip). *Struktury ovládané kvantovými zákony* (jádra, atomy, molekuly, pevné látky).

Ve druhém pololetí IV. ročníku by se mělo vyučování fyzice a biologii integrovat nebo v největší míře koordinovat. Fyzikální a biologické vzdělávání je třeba spojit v jeden předmět *Vývoj hmoty* nebo koordinovat z hlediska vývoje přírody. Toto pololetí má silně filozofické zaměření, což vyhovuje zájmu osmnáctileté mládeže.

## UČEBNÍ OSNOVY FYZIKY

### 2. ročník. Mechanika.

*Zachování hybnosti. Popis polohy a rychlosti, vztažná soustava. Setrvačnost. Inerciální soustava. Ráz. Zachování hybnosti a hmotnosti. Interakce, přenos hybnosti, zrychlení, síla, silový zákon. Speciální silové zákony: pružná síla, tíhová síla, třecí síla, gravitační, elektrické a magnetické síly, van der Waalsovy síly. Newtonův pohybový zákon, princip kauzality. Volný pád. Hookův zákon, kmítání. Vektory, křivočarý pohyb, vrhky.*

*Zachování energie. Práce, kinetická energie; jejich souvislost. Potenciální energie, zachování energie. Výklad vnitřní energie podle kinetické teorie látek. Disipace energie. Potenciálová jáma, vázané a volné stavy. Hustota energie pružného prostředí. Tok kapaliny, rovnice kontinuity, Bernoulliho rovnice.*

*Zachování momentu hybnosti. Newtonův gravitační zákon. Orbitální pohyb. Zachování momentu hybnosti. Popis sluneční soustavy, rozdělení momentu hybnosti a energie. Analýza oběžných drah, výpravy do vesmíru. Měření času. Moment síly. Stručný přehled jednoduchých strojů.*

*Zachování rychlosti těžiště. Uzavřený systém. Pojem těžiště, jeho pohyb. Deset integrálů pohybu. Pojem tuhé těleso, zákony pohybu tuhých těles.*

### 3. ročník. Elektromagnetismus.

*Elektrostatické pole. Coulombova síla, intenzita elektrického pole, potenciál, obecné charakteristiky silových polí.*

*Stejnosměrný proud. Ohmův zákon, odpor, baterie článků, napětí, síť, Kirchhoffovy zákony. Práce a výkon. Magnetický účinek proudů, magnetické pole, magnetická indukce, magnetický moment proudové smyčky. Magnetické pole pohybujícího se elektrického náboje, Lorentzova síla, interakce proudů.*

*Střídavý proud. Elektromagnetická indukce, zákony Faradayův a Lenzův, vlastní indukce, odpor a výkon střídavého proudu. Principy generátoru, elektrického motoru a transformátoru. Elektrické oscilace. Zařízení k buzení elektrických oscilací, oscilační obvody, elektronky.*

*Polarizovatelná prostředí. Dielektrika, magnetické látky, stručný přehled o permanentním magnetu. Vodiče, polovodiče. Tranzistor, integrované obvody. Základní přehled logických obvodů.*

*Elektromagnetické záření. Elektrická a magnetická energie statických polí. Tok energie vedením ke spotřebiči. Maxwellův proud, elektrické a magnetické pole urychlovaného náboje, dipólové záření, elektromagnetické vlny. Princip rozhlasu a televize. Světlo, úplné spektrum elektromagnetického záření. Energie záření. Tlak záření, ekvivalence hmotnosti a energie.*

### 4. ročník — první pololetí. Atomová struktura.

*Druhý princip termodynamiky. Statistické systémy. Dynamická rovnováha. Vratné a nevratné procesy. Vzrůst statistické neuspořádanosti. Statistické pojetí entropie. Boltzmannovo rozdělení. Teplota. Ekvipartičnost. Základní stav, nemožnost dosažení absolutní nuly. Výklad principu minima energie na základě druhého principu termodynamiky.*

*Kvantově mechanické zákony pohybu. Světelné a elektronové vlny. Superpozice a interference vln. Neurčitost vlnové délky ve vlnovém klubku. Světelná kvanta, elektrony, nedělitelnost. Pravděpodobnostní interpretace vlnových funkcí. Komplementarita. De Brogliova vlnová délka, Bohrův kmitočet. Princip neurčitosti.*

*Struktura atomu. Základní stavy vázaných systémů, kmity při absolutní nule. Vzbuzený stav.*

*Stacionární vlny, uzly, kvantová čísla. Energiové hladiny. Čárové spektrum. Pauliho princip, struktura elektronových slupek, periodická soustava prvků. Vznik iontů.*

*Struktura molekul. Delokalizace elektronů, kovalentní vazba. Polární vazba. Dipólový moment. Uskladnění energie a informace v molekulách. Van der Waalsova vazba. Vodíková vazba. Kapaliny. Roztoky.*

*Struktura pevných látek. Kovová vazba. Pásová struktura. Vodiče, polovodiče, izolanty. Strukturální poruchy. Výklad mechanických a optických vlastností. Součástky polovodičových obvodů.*

*Struktura jader. Složení jader, jaderné síly. Slupková struktura lehkých jader. Vazebná energie těžkých jader, objem jádra, nasycení. Radioaktivní přeměna: pohyb směrem k energiově stabilnějším stavům. Interakce beta. Štěpení jader. Uvolňování jaderné energie řetězovou reakcí.*

#### 4. ročník — druhé pololetí. Vývoj hmoty.

*Vývoj hvězd. Gravitační kontrakce kosmické hmoty. Vznik galaxií a hvězd. Stáří naší Galaxie a Slunce. Slunce jako zdroj energie. Vývoj hvězd, vytváření chemických prvků.*

*Vývoj planet. Složení mezihvězdné hmoty. Vznik sluneční soustavy: gravitační kontrakce omezená zachováním momentu hybnosti. Popis vývoje struktury naší sluneční soustavy. Srovnání Merkuru, Venuše, Země, Měsíce a Marsu.*

*Historie Země. Utváření zemské kůry. Kapalná fáze. Historie atmosféry. Fyzikální procesy v troposféře, stratosféře a ionosféře. Magnetosféra. Velké geologické cykly. Interakce naší planety s kosmickým prostředím. Život na naší planetě.*

*Věda a společnost. Průmyslová revoluce. Vědecká revoluce. Elektronika, automatizace, samostatné počítače. Problém energie.*

*(Dokončení v příštím čísle.)*

## Zkušenosti s výukou dějinám matematiky\*)

*Renate Tobies, Leipzig*

V současné době poslouchají studenti učitelství i odborných větví matematiky v NDR pravidelně jednosemestrovou přednášku z dějin matematiky. Pro studenty učitelství je zařazena do jarního semestru třetího roku studia, pro odborné větve do podzimního semestru pátého roku studia. Jde o povinné přednášky, jež mají za základ závazné učební programy. Učební plán pro studenty učitelství je v tomto oboru závazný již od roku 1969.

\*) Diskusní příspěvek na 3. zasedání odborné sekce dějin a filozofie matematiky Matematické společnosti NDR 17. 10. 1978 v Greifswaldu. Přeložil a upravil JAROSLAV FOLTA.

*Pozn. překl.:* Protože u reformovaného studia učitelů matematiky se i na našich vysokých ško-

Učební program z dějin matematiky pro odborné větve byl vypracován v roce 1975/76 pracovní skupinou „dějiny vědy“ při ministerstvu vysokého a odborného školství NDR. Obdobně byly vypracovány i učební programy pro dějiny fyziky, chemie, biologie a lékařství.

Příslušné přednášky pro odborné větve studentů poprvé započaly v podzimním semestru 1978.

3. zasedání odborné sekce pro dějiny a filozofii matematiky Matematické společnosti NDR, které se uskutečnilo 16. a 17. října 1978 v Greifswaldu, se zaměřilo rovněž k rozpravě o otázkách vyučování. K přípravě této diskuse rozeslali pracovníci Karl-Sudhoff-Institutu pro dějiny lé-

lách chystá v 5. ročníku zavedení přednášky z dějin matematiky, považují za nejdříve účelné se zmínit o zkušenostech z této problematiky v NDR. Je to o to důležitější, protože na rozdíl od NDR se u nás zatím nepříkročilo ani k přípravě vyučujících tohoto předmětu.