

přírody i jinými způsoby propagace, to všechno byla příprava pro dnešní i budoucí práci státní ochrany přírody. Je fakt, že teprve v této době, kdy o záležitostech státu rozhoduje opravdu lid, došlo k uzákonění ochrany přírody. Teprve v letech 1955 až 1956 se splnilo volání po vydání zákona na ochranu přírody. Jsou to zákon Slovenské národní rady č. 1/1955 Zb. z 18. října 1955 pro Slovensko a zákon č. 40/1956 Sb. pro české kraje. V nich jsou uplatněny všechny vzpomínuté tu motivy ochrany přírody. Právem jsou tyto zákony počítány k nejlepším svého druhu na světě. Ale naše republika šla ještě dále. Péče Komunistické strany Československa a vlády republiky o naši přírodu, o její krásy a o životní prostředí člověka našla nejvýraznější vyjádření v nové ústavě naší socialistické republiky ze dne 16. července 1960. V jejím článku 15, odst. 2 se stanoví: „*Stát pečuje o zvelebování a všestrannou ochranu přírody a o zachování krajinných krás vlasti, aby tím vytvářel stále bohatší zdroje blahobytu lidu a vhodné prostředí, které by prospívalo zdraví pracujících a umožňovalo jejich zotavení.*“ Československá socialistická republika je prvním státem na světě, který si zvelebení a všestrannou ochranu přírody vložil do svého základního zákona — do ústavy.

Pro státní ochranu přírody je to nejen radostné zjištění, ale také základní směrnice pro další práci. Vycházíme-li z dosavadních výsledků práce a máme-li na mysli třetí pětiletý plán rozvoje národního hospodářství i další perspektivy našeho života dané naší novou socialistickou ústavou, jeví se nám úkoly a další rozvoj naší státní ochrany přírody v těchto hlavních směrech:

Bude nutné dále cílevědomě budovat síť ochranných území, především státních přírodních rezervací tak, aby se vytvořily předpoklady pro plnění všech požadavků vědy i praxe. Touto zrevidovanou a doplněnou sítí se musí zachovat vše, co věda a její výzkumy potřebují jako doklady vývoje přírody i jako „laboratoře pod širým nebem“ k získání poznatků pro zlepšovací snahy přírodních poměrů toho neb onoho typu krajiny. Druhou skupinou úkolů je další spolupráce s ostatními orgány na vytvoření lepšího životního prostředí člověka. Půjde tu především o čištění odpadových i sídlištních vod, o odstranění znečištění ovzduší hmotnými částicemi (saze, popílek apod.) a plynými zplodinami. Rychlé řešení těchto palčivých problémů je částí úkolů, ve kterých se vyrovnávají a komplexně řeší požadavky všech složek hospodářského a kulturního života. V nich se uplatňuje i požadavek zachování krajinných krás. Novým úkolem státní ochrany přírody je výběr a zabezpečení vhodných prostorů pro odpočinek a rekreaci pracujících, jak vyžaduje plánované a už uskutečňované zkracování pracovní doby. I nadále a ještě usilovněji je třeba zkoumat biologii chráněných druhů rostlin a živočichů, a to zejména v souvislosti se snahami o rozmnožení obnovitelného přírodního bohatství naší vlasti. Také využívání přírodního bohatství si vyžádá

zvýšené pozornosti, a to zvláště racionální těžba a komplexní využití všech surovin.

Ve výchově ke správnému chápání přírody jako dialektického celku, ve kterém souvisí vše se vším, a k lepšímu využívání přírodního bohatství musí státní ochrana přírody volit správné cesty. Při propagaci zásad a cílů ochrany přírody se musí k dosavadnímu sboru dobrovolných pracovníků (konzervátorů a zpravodajů) a členům Sboru ochrany přírody při Společnosti Národního muzea připojit i mládež. Bude nutné rozšířit dosavadní spolupráci se Svazem československé mládeže a jeho Pionýrskou organizací. Dosavadní zkušenosti se zájmovými kroužky ochrany přírody v podnicích, zejména průmyslových, ukazují, že bude nutné starat se o rozmnožení těchto kroužků.

Zvláštní místo patří školní výchově. Ve vyučování přírodním vědám je mnoho příležitosti k tomu, aby se do vědomí mládeže vstúpilo zdůvodněné a správné chápání přírody, přírodního dění i jeho zákonitostí. Pochopí-li příští hospodář už ve škole dialektické souvislosti mezi jednotlivými složkami přírody, odnese-li si do života fakty ověřené poznatek, že v přírodě souvisí vše se vším, pak nebude přírodu ochuzovat o produkční možnosti. Naopak, bude od ní získávat vše, co bude potřebovat. Naučí-li se zásadám hospodaření s obnovitelným i neobnovitelným přírodním bohatstvím, bude v dospělosti rozumným hospodářem. Bude si také upravovat své životní prostředí tak, aby bylo nejen zdravé, ale i krásné.

Státní ústav památkové péče a ochrany přírody v Praze

CÍL A OBSAH VYUČOVÁNÍ

Prof. dr. Emil Kašpar:

Vytváření pojmů teplo a specifické teplo v elementární fyzice

1. Historický úvod

Základní pojmy nauky o teple jsou *teplo* a *teplota*. K nim ve středoškolské fyzice přistupují ještě pojmy *specifické teplo* a *skupenská tepla*. Z těchto veličin byla teplota zavedena ve vědě nejdříve, protože je odvozena z jevů bezprostředně přístupných lidským smyslům. Prakticky se tak stalo konstrukcemi různých teploměrů. První teploměry sestrojili nezávisle na sobě Ital *Galileo Galilei* r. 1593 a Holanďan

C. Drebbel r. 1609. Ostatní jmenované veličiny byly v přesném fyzikálním smyslu zavedeny mnohem později. Veličinu *teplo* definoval přesně teprve r. 1747 člen petrohradské akademie G. V. Richman, *specifické teplo* Angličan J. Black r. 1762. *Skupenské teplo* tání ledu („utajené teplo“) objevil po prvé r. 1754 J. A. Deluc (původem Švýcar).

O podstatě tepelných jevů byly od počátku rozvoje vědecké termiky vyslovovány v zásadě dvě různé domněnky. Jedna z nich, která je dnes známa pod jménem *fluidová* teorie, vychází z názoru, že teplo je nevažitelná látka (fluidum caloricum), na jejímž množství v látce závisí tepelný stav tělesa. Od fluidové teorie se liší teorie *molekulárně-kinetická*, která příčinu tepelných jevů vysvětluje určitým druhem pohybu molekul látky. Domněnka molekulárně-kinetická je (ovšem v hrubých rysech) nejméně tak stará jako fluidová. První její zásady vyslovil snad již Francis Bacon (1561—1626), dále Boyle, Huygens, Newton, Lomonosov, D. Bernoulli, Euler, Lavoisier, Laplace aj. Zajímavý názor pochází od pařížského akademika Amontona (1663—1705), podle něhož podstatou tepla je pohyb částíček tepelného fluida, který může přecházet i na částice látky. Podle této své domněnky Amonton dokonce určil teplotu, při které jsou částice látky v klidu, na $-239,5\text{ }^\circ\text{C}$ (přesná hodnota absolutního bodu mrazu je $-273,16\text{ }^\circ\text{C}$). Rozhodným zastáncem molekulárně-kinetické podstaty tepla byl M. V. Lomonosov (1711—1765), který jí objasňoval přeměny skupenství a vytvořil vědecké předpoklady pro její přijetí tím, že ji spojoval s molekulární a atomovou strukturou látek. Benjamin Thompson (později lord Rumford, 1753—1814) provedl r. 1798 v Mnichově proslulý pokus, při němž ukázal, že při vrtání dělové hlavně vzniká teplo, které můžeme získat v libovolném množství, jen když provádíme vrtání dostatečně dlouhou dobu. Námitku, že se teplo při vrtání uvolňuje tím, že železné třísky vznikající vrtáním mají menší specifické teplo než kompaktní železo, vyvrátil pokusem, při němž dal vrtání provádět tupým vrtákem. Přitom nevznikaly téměř žádné piliny, ale teplo vznikalo s nemenší nebo ještě větší intenzitou. Thompson ostatně dokázal měřením, že železné piliny mají stejné specifické teplo jako celistvá látka. Thompson došel z těchto pokusů k závěru, že teplo není látka, nýbrž že je projevem určitého pohybu. Přes tyto průkazné pokusy a přes pokus, který provedl r. 1799 Davy (Sir Humphrey Davy 1778—1829), při němž ve vakuu úplně roztavil prostým třením dva kousky ledu, udržovala se fluidová domněnka houževnatě i nadále. K tomu jistě přispívala velká názornost veličin odvozených z této domněnky. Tak např. ještě i Sadi Carnot (1796—1832) a B. P. E. Clapeyron (1799—1864), kteří položili základy termodynamiky, vycházeli ve svých pracích z představy, že teplo je látka, která nemůže vzniknout ani zaniknout.

Kinetická představa o povaze tepla zvítězila ve fyzice teprve

tehdy, když byla početně odvozena ekvivalence tepla a mechanické práce. Zásahu o to mají teoretické i experimentální práce, které byly uveřejňovány od čtyřicátých let minulého století. První práce pochází od Julia Roberta Mayera (1814—1878), který v r. 1842 uveřejnil článek „Poznámky o silách v neživé přírodě“, v němž z rozdílnosti specifických tepel (při stálém objemu, resp. při stálém tlaku) plynu odvodil myšleným pokusem číselný vztah mezi teplem a prací.

Jeho poučnou úvahu si v podstatě zopakujeme: Necht je v nádobě např. tvaru hranolu o podstavě 1 m^2 uzavřen pohyblivým pístem vzduch objemu 1 m^3 . Teplota vzduchu buď $0\text{ }^\circ\text{C}$ a tlak $b = 1,033\text{ kp/cm}^2$. V nádobě je právě $m = 1,293\text{ kg}$ vzduchu. Specifická tepla vzduchu jsou $c_p = 0,172\text{ kcal/kg.deg}$, $c_v = 0,241\text{ kcal/kg.deg}$ (podle Matematicko-fyzikálních tabulek pro gymnasia).

Ohřeje-li se vzduch při stálém objemu o 1° , je k tomu nutno dodat teplo

$$mc_v = 1,293 \cdot 0,172 = 0,2224\text{ kcal};$$

k ohřátí téže hmoty vzduchu o 1° za stálého tlaku je třeba dodat teplo

$$mc_p = 1,293 \cdot 0,241 = 0,3116\text{ kcal}.$$

Rozdíl

$$m(c_p - c_v) = 0,0892\text{ kcal} \quad (1)$$

připadá na práci, kterou konal plyn ve druhém případě při expanzi. Je-li tlak vzduchu $1,033\text{ kp/cm}^2$, je celková síla na píst plochy 1 m^2 $F = 10\,330\text{ kp}$. Objem vzduchu se při vzrůstu teploty o 1° zvětší při stálém tlaku o $1/273 = 0,00367$ původního objemu. Píst se tedy při této expanzi posune po dráze $h = 0,00367\text{ m}$ a vykonaná práce je

$$Fh = 10\,330 \cdot 0,00367\text{ kpm} = 37,91\text{ kpm}. \quad (2)$$

Tato práce se koná na účet tepelné energie (1). Z rovnosti (1) a (2) plyne, že teplo 1 kcal je ekvivalentní práci $427,9\text{ kpm}$.

Od čtyřicátých let minulého století provedli různí badatelé mnoho měření, jimiž byl experimentálně určován také mechanický ekvivalent tepla. Z prvních je vhodné jmenovat L. A. Coldinga (1818 až 1889), G. A. Hirna (1815—1890) a zejména J. P. Joula (1818—1889), který nezávisle na Mayerovi prováděl různá měření, jimiž experimentálně zjišťoval hodnotu mechanického ekvivalentu tepla.

Závěrem je možno říci, že od doby Mayerových a Joulových prací je kinetický výklad tepla přijat jako jedině správný. Udržuje-li se i nadále ve školské praxi výklad, který vychází z představ překonané teorie fluidové, jsou pro to didaktické důvody.

2. Diskuse pojmů teplo a specifické teplo

Popisujeme-li děje mezi tělesy, při nichž se mění jejich teplota, nevystačíme s pojmem teploty. Vidíme to např. již u tepelného děje, při němž se vyrovnávají teploty mezi dvěma tělesy z různých látek při vzájemném styku. Necht např. dvě tělesa hmot m_1 , resp. m_2 a teploty t_1 , resp. t_2 z látek, které na sebe chemicky nepůsobí, přijdou do těsné blízkosti (nejjednodušeji tak, že jedno těleso je ve skupenství kapalném). Nenastane-li změna fází (skupenství), ustálí se po vyrovnání teplota obou těles na hodnotě t , která je mezi teplo-

tami t_1 a t_2 . (Předpokládáme, že nenastávají ztráty tepla do okolí.) Teplota t se však nedá vyjádřit podle jednoduchého směšovacího zákona, který platí, jsou-li obě tělesa z téže látky (např. dvě množství vody m_1, m_2 o teplotách t_1 a t_2)

$$t = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2} \quad (3)$$

K vyjádření výsledné teploty je třeba zavést ještě dvě veličiny c_1 a c_2 , charakterizující směšované látky. Výsledná teplota se pak obdrží ze vztahu

$$m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2 = (m_1 c_1 + m_2 c_2) t \quad (4)$$

ve tvaru

$$t = \frac{m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \quad (5)$$

Podle těchto rovnic, nalezených experimentálně G. V. Richmanem, se ve fyzice definovaly tři nové veličiny:

- množství tepla n. teplo $Q = mct$ (6)
- specifické teplo c (7)
- tepelná kapacita látky hmoty m mc (8)

Uvedený děj (vyrovnávání teploty) lze vysvětlit formálně stejně uspokojivě jak představou tepelného fluida, tak představami molekulárně-kinetické teorie. Fluidová teorie má v tomto případě nespornou přednost v názornosti, s kterou na propedeutickém stupni vykládá základní pojmy tepla, specifického tepla a jejich vztah k teplotě v uvedeném ději. Její absurdnost plyne teprve z rozporů s dalšími experimentálními fakty a z ideologické nepřipustnosti nehmotných substancí, které odmítá věda z důvodů fyzikálních. O tom, jak se vyrovnáme s didaktickými požadavky při elementárním výkladu pojmů tepla a specifického tepla, se čtenář poučí ve 3. části tohoto článku. Na tomto místě chceme osvětlit povahu těchto veličin a jejich přesnější výklad se stanoviska molekulárně-kinetické teorie.

Teplota. Velikost teploty ideálních plynů souvisí velmi jednoduše s průměrnou kinetickou energií postupného pohybu molekuly. Kinetická energie jednotky hmoty ideálního plynu, která má n molekul hmoty m , je

$$W_k = \frac{1}{2} \sum_1^n m v_i^2 = \frac{1}{2} n m \bar{v}^2, \quad (9)$$

kde
$$\bar{v}^2 = \frac{1}{n} (v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2). \quad (10)$$

Vnitřní energie ideálního plynu jednotkové hmoty je, jak známo,

$$U = c_V \cdot T, \quad (11)$$

kde c_V je specifické teplo při stálém objemu a T teplota v absolutní stupnici. Vztah (11) platí za předpokladu, že vnitřní energie plynu je při teplotě $T = 0^\circ\text{K}$ rovna nule. Ježto v ideálním plynu nemají molekuly jiný pohyb než postupný a vzájemné síly mezi jeho molekulami neexistují, je vnitřní energie U ideálního plynu přímo rovna

kinetické energii jeho molekul. Pak ze vztahu (9) a (10) plyne $T = \frac{W_k}{c_V}$.

Uvážíme-li, že číselná hodnota c_V je přímo úměrná zvolené jednotce hmoty plynu, tj. $c_V \sim nm$, pak platí

$$T \sim \frac{W_k}{nm}, \quad (12)$$

tj. teplota je přímo úměrná průměrné kinetické energii jedné molekuly (neuspořádaného pohybu).

Označíme-li w průměrný přírůstek vnitřní energie jedné molekuly při zvýšení teploty plynu o 1° , pak je specifické teplo

$$c_V = nmw.$$

Měření teploty pomocí vztahu (12), tedy vnitřní energií neuspořádaného pohybu molekul plynu, by bylo pro běžnou praxi nevhodné. Proto se teplota měří pomocí jiných fyzikálních veličin (změnou objemu, termoelektrickou EMS, změnou elektrického odporu atp.), které s teplotou mění svou velikost. Nemůžeme-li teplotu jako základní zkušenostní pojem definovat, není tomu tak u stanovení její jednotky. Přitom volíme jisté teplotní stavy za základní („body“) a teplotní rozmezí mezi nimi vhodně rozdělujeme na jednotky, stupně. Pojmem teploty se dále zde zabývat nebudeme, protože jeho výklad nepřináší na elementárním stupni žádné zvláštní didaktické potíže. Jen je nutno si pamatovat, že na velikost teploty má vliv pouze kinetická energie neuspořádaného postupného pohybu molekul, nikoliv např. jejich pohyb otáčivý, jak uvidíme ještě v dalším textu.

Tepla. Školské výklady pojmu tepla bývají zatíženy závadami dvojího původu: jedny z nich plynou z toho, že se slova teplo užívá, jak uvidíme, pro dva různé fyzikální jevy, druhé pak spočívají v zavedení pojmu tepla ve smyslu, který není se stanoviska molekulárně-kinetické teorie správný. Tyto nesprávnosti jsou pak zaviněny vlastně tím, že se pro tepelné děje nevědomky užívá představ fluidové teorie. Můžeme si to ukázat na jednoduchém pokuse, kterého jsme již jednou použili. Děj v kalorimetru, v němž jsme do studené vody ponořili ohřáté závaží, obyčejně popisujeme tak, že voda přijímá teplo, které jí odevzdává závaží. Tento děj probíhá tak dlouho, až se teploty obou těles vyrovnají. Při tomto ději jedno těleso obsahuje „cosí“, co přechází na těleso druhé. Toto „cosí“ nazýváme ve školských výkladech „teplem“ a popsany děj označujeme jako

ochlazování nebo ohřívání tělesa, souhrnně *výměna tepla*. Ať chceme nebo nechceme, při takovém popisu se představa fluida, přecházejícího z jednoho tělesa na druhé, vnucuje. Jsou však užitečné i další příklady. Při tání se látce dodává „teplo“, aniž se mění její teplota. Také při izotermickém ději dodáváme plynu teplo, aniž se jeho teplota mění. Stejně tak při ději adiabatickém, při němž teplota plynu klesá, aniž plyn teplo ztrácí, nebo stoupá, aniž plyn teplo přijímá. V těchto příkladech představa nezničitelného fluida selhává.

Změny teploty, popř. děje, které nazýváme vzrůstem či poklesem tepla v tělese, souvisí velmi těsně se změnami různých forem energie, obsažených v tělese (vnitřní energie). Proto je nutné si nejprve ozřejmit: a) které formy vnitřní energie vůbec existují a které z nich se projevují změnami teploty; b) kterými ději (vzájemným působením těles) se vnitřní energie těles mění a které z těchto dějů nazýváme výměnou tepla. Přitom zároveň uvidíme, že je třeba zavést novou terminologii, abychom vyloučili možnost nedorozumění.

Při výkladu základních tepelných jevů zpravidla zanedbáváme vliv vnějších těles (gravitačního pole Země, elektromagnetického pole ap.). Proto se můžeme omezit pouze na vnitřní energii, která může být ovšem různého původu (viz také E. J. Evenčík, Vyučování tématu „Teplota a práce“. *Fizika v škole* 1954 č. 5 str. 39–44): 1. energie pohybu molekul a) postupného, b) otáčivého, c) kmitavého; 2. energie potenciální (vzájemného silového působení molekul); 3. vnitřní chemická energie molekul; 4. vnitřní atomová energie optických a rentgenových hladin atomu; 5. vnitřní nukleární energie; 6. elektromagnetické pole (záření), které vyplňuje s určitou hustotou prostor, v němž je těleso umístěno, a zajišťuje tepelnou rovnováhu mezi jednotlivými částmi tělesa. — V termice na střední škole se omezujeme pouze na změny energie mechanického původu, a proto se můžeme omezit na formy vnitřní energie uvedené sub 1. a 2. a ostatní považovat za konstantní.

Vnitřní energie tělesa nebo soustavy těles se může měnit pouze působením jiných vnějších těles. Změny, na které se omezujeme v termice, jsou působeny při dějích, které se nazývají buď *práce* (konání práce) nebo *tepelná změna* nebo lépe *výměna tepla*. O těchto pojmech je nutno se zmínit nejdříve.

Práce. Slova *práce* se ve fyzice užívá ve dvou významech. Ve větě „těleso koná práci“ jde o děj, při němž jedno těleso předává určitým způsobem (silovým působením po určité dráze) energii tělesu jinému. Práce (přesněji: konání práce) je tedy určitý způsob přecházení energie z jednoho tělesa na druhé. Jiný význam má slovo práce ve větě „práce se mění v potenciální energii“ nebo „práce je ekvivalentní energii“ apod. Tyto věty jsou při nejmenším nepřesné, neboť práce (i když je veličinou) není formou energie. Povahu veličiny práce vyjádříme v první větě přesněji takto: „Práce je mírou energie,

zvyšené pozornosti, a to zvláště pedagogů.

kteřá (při ději nazývaném též práce = konání práce) přechází z jednoho tělesa na druhé a mění se v jeho potenciální energii“. Druhá věta pak by měla znít: „Práci můžeme měřit energií, která přechází (při ději nazývaném též práce) z jednoho tělesa na druhé.“ Přitom energie tělesa konajícího práci klesá, energie tělesa práci spotřebovávajícího vzrůstá. Práce je veličina uměle vytvořená (hraničící s matematickou fikcí), kterou do fyziky zavádíme pro usnadnění fyzikálních úvah (*Záviška, Mechanika, JČMF Praha 1933*).

Tepelná změna. Energie může přecházet z tělesa na těleso, aniž se přitom koná práce. Položíme-li studenou žehličku na horký plát plotny, teplota žehličky se zvětšuje. Tento děj, který nazýváme *tepelná změna* (výměna tepla, přecházení tepla z jednoho tělesa na druhé ap.), není zásadně odlišný od konání práce. Práce se koná, když těleso koná makroskopický pohyb, tj. molekuly tělesa konají pohyb uspořádaný. Při tepelné změně molekuly teplejšího tělesa předávají část své energie molekulám tělesa chladnějšího, molekula rychlejší koná práci při působení na molekulu pomalejší, která tuto práci spotřebuje. Je tedy tepelná změna výsledkem vzájemného působení nesmírného počtu molekul (dějů jednotlivě nepozorovatelných).

Teplota. Podle toho, co bylo dosud uvedeno, je zřejmé, že i slova *teplota* se užívá ve dvojím významu (pro dva různé pojmy). V prvním významu je teplota např. v ideálním plynu kinetická energie neuspořádaného postupného (tepelného) pohybu molekul. V tomto smyslu je teplota jedna ze složek vnitřní energie tělesa. (Tak se také veličina teplota vykládá v naší středoškolské učebnici.) Ve druhém smyslu však se veličina *teplota* užívá pro míru postoupené energie jedním tělesem druhému při tepelné změně. V tomto smyslu je teplota veličinou analogickou veličině *práce*. Je zřejmé, že tyto veličiny („teplota“ v obojím smyslu) nejsou ekvivalentní, protože ne všechno teplo ve druhém smyslu (energie postoupená) se mění v teplo v prvním významu (kinetická energie neuspořádaného postupného pohybu molekul). Tak např. při izotermické změně dodávané teplo ve druhém významu (= energie přecházející do hmoty plynu tepelnou změnou) se mění na vnější práci, kterou plyn při expanzi koná, zatím co teplo v prvním významu (vnitřní energie postupného pohybu molekul) zůstává konstantní. — Při tání ledu ve vodě při teplotě 0° přechází kinetická energie neuspořádaného postupného pohybu molekul vody (teplota v prvním smyslu) do ledu, neprojeví se zde však jako teplota v prvním smyslu (teplota nestoupá), nýbrž jako mechanická (potenciální) energie molekul vody uvolněných ze vzájemných vazeb ve skupenství pevném.

Už z těchto ukázek je zřejmé, že poměry při různých tepelných dějích jsou rozdílné a složité a že požadavek výkladu základů termiky ve shodě s materialistickými představami molekulárně-kinetické teorie tepla bude vyžadovat značné didaktické obezřetnosti.

Měrné teplo. Také pojem měrného (specifického) tepla v tomto smyslu, jak se zavádí na všeobecně vzdělávací škole, vede k nesprávným představám. Měrné teplo se zpravidla definuje (viz nyní *Fyzika 10* 1954, str. 12, pokusná *Fyzika 10* str. 102) jako množství tepla, jehož je potřeba k ohřátí 1 g dané látky o 1°. Rozměr jednotky měrného tepla plyne ze vztahu

$$c = \frac{1}{m} \cdot \frac{dQ}{dT} \quad (dT \dots \text{změna teploty}) \quad (13)$$

a je $J \cdot kg^{-1} \cdot deg^{-1}$; měrné teplo nemá tedy rozměr energie.

Obecně je specifické teplo dáno součtem

$$c = \frac{1}{m} \left(\frac{dU}{dT} + p \frac{dV}{dT} \right), \quad (14)$$

kde první člen v závorce znamená poměrný přírůstek vnitřní energie a druhý souvisí s prací, kterou těleso koná při dané tepelné změně proti vnějšku. Při základních dějích tepelných, které se uvádějí ve středoškolské fyzice, pokládáme objem těles za stálý. Pak druhý člen pravé strany rovnice (14) odpadá, tj. specifické teplo je

$$c = \frac{1}{m} \frac{dU}{dT}. \quad (15)$$

Avšak i tak je mezi vztahy (13) a (15) jistý rozdíl v soulase s tím, co jsme řekli: Vzrůst celkové vnitřní energie (dU) a vzrůst „tepla“ (dQ), školsky definovaného jako kinetická energie postupného neuspořádaného pohybu molekul, jsou rozličné veličiny.

Abychom lépe pochopili povahu veličiny „měrné teplo“, je nutno objasnit děj oteplování látky. Ten je různý u různých látek a různý při různých dějích. U ideálního jednoatomového plynu se při ohřívání (= při dodávání energie zvenčí tepelnou změnou) dodávaná energie mění zcela na kinetickou energii neuspořádaného postupného pohybu molekul. Přitom počet stupňů volnosti molekuly je roven 3. Dvouatomové molekuly (činkový model) mají pět stupňů volnosti. Podle představ klasické kinetické teorie plynů se vnitřní energie rozděluje rovným dílem na stupně volnosti. Ježto u ideálního plynu je nejmenší možný počet stupňů volnosti roven 3 (jako pro hmotný bod), je energie neuspořádaného pohybu připadající na tyto 3 stupně volnosti směrodatná pro vzrůst teploty. U činkových molekul (5 stupňů volnosti) připadají další 2 stupně na otáčivý pohyb (netepelný), proto specifické teplo při stálém objemu (při čemž se dodávaná energie mění úplně na vnitřní energii) je u těchto plynů v poměru 5/3 větší než u jednoatomového plynu. Tato skutečnost je patrná z tabulky molekulových tepel (podle *Friš-Timoreva, Kurs fyziky I*):

Plyn	c_p
Hélium He	2,98 \doteq 3

Argon Ar	2,98 \doteq 3
Vodík H ₂	4,78 \doteq 5
Dusík N ₂	4,96 \doteq 5
Kyslík O ₂	4,99 \doteq 5
Kysličník uhelnatý CO	5,01 \doteq 5
Vodní pára H ₂ O	6,65
Metan CH ₄	6,51
Chloroform CHCl ₃	15,2
Etylalkohol C ₂ H ₆ O	18,9

Z uvedené teorie plyne např. důsledek, že molekulové teplo nezávisí na teplotě. Tento důsledek však není ve skutečnosti splněn. To se vysvětluje tím, že na jednotlivé atomy a molekuly nelze použít klasických pojmů. Mnohem lepší souhlas se skutečností dává kvantová mechanika. Výklad jejich základů se však vymyká z rámce tohoto článku. Z tabulky molekulových tepel je zřejmé, že molekulová tepla složitějších molekul (chloroform, etylalkohol) jsou značně vyšší, než dává teorie z představy, že molekula je tuhé těleso o 6 stupních volnosti. U těchto molekul je nutno předpokládat, že mají další stupně volnosti, které souvisí s kmitavými pohyby atomů uvnitř molekuly. U skutečných plynů nelze kromě toho zanedbat vzájemné silové působení molekul a tím ovšem ani podíl potenciální energie na vnitřní energii. U látek skupenství kapalného a zejména pevného se uplatňuje vzájemné silové působení molekul ještě ve větší míře než u skutečných plynů. S tím souvisí okolnost, že se dodávaná energie rozděluje mezi energii kinetickou „tepelnou“ i „netepelnou“ a potenciální (netepelnou).

Již z těchto neúplných poznámek je zřejmé, že povaha veličiny nazvané měrné (specifické) teplo je složitá a že při různých dějích je její podstata různá. Její velikost závisí jak na vnitřním složení vnitřní energie, tak (zejména u plynů) na vnějších podmínkách, za kterých se zvenjška energie látky dodává. Proto po odborné stránce není název *měrné teplo* zdůvodněn a byl by mnohem vhodnější termín *koeficient ohřívání*, jak jej navrhuje *Bludov (M. J. Bludov, K otázce přechodu k nové terminologii v nauce o teple. Fyzika v škole 1955 č. 3 str. 18–23)*.

Na střední škole však sotva by bylo možné zavádět pojem měrného tepla (třeba se změněným názvem) ve smyslu, jak právě bylo uvedeno. Zde ho bude nutno vykládat ve zjednodušeném smyslu, který navazuje na experimentální fakta, plynoucí ze základních školních pokusů o výměně tepla.

Skupenská tepla. Podobné výhrady jako u měrného tepla můžeme vznést i proti pojům skupenských tepel. O tom, že při přeměnách skupenství vede fluidová představa tepla k naprosto nesprávným důsledkům, již byla zmínka.

Z předešlého plyne, že problém důsledného zavedení nové terminologie i nových představ podle molekulárně-kinetické teorie tepla přináší i na 3. stupni mnoho nerozřešených problémů, a to nejen po stránce didaktické, ale už v odborné terminologii. Kromě toho vážným důvodem pro ponechání nynějšího stavu je i okolnost, že technická praxe vesměs užívá staré terminologie (a starých představ).*)

Dokončení

P. A. Gloriov:

Rozhovor učitele s žáky v hodinách chemie jako jeden ze způsobů aktivace vyučování

Výsledky přijímacích zkoušek na vysoké školy, maturitní zkoušky i vlastní zkušenosti autora článku dokazují, že vědomosti absolventů všeobecně vzdělávací střední školy z chemie mají ještě mnoho nedostatků; především je v nich ještě mnoho formalismu.

Žáci celkem správně definují zákony, znají základní teoretická pravidla atd., ale jsou přitom v rozpacích, mají-li vysvětlit příslušné příklady a jevy; znají složení, vlastnosti a upotřebení probraných látek, nedovedou však použít těchto vědomostí k řešení úkolů atd.

Je více příčin toho, že vědomosti, dovednosti a návyky žáků neuspokojují, ale hlavní příčinou je stále ještě nedostatek kvalitní vyučovací hodina.

Struktura převážně většiny hodin je stejná. Hodina zpravidla začíná zkoušením žáka vyvolaného k tabuli. Zkouška se často protahuje. Výklad nového učiva je pak velmi kvapný a často se ani nedokonečí. Neprobraná část nového učiva se přesunuje na domácí práci.

Při výkladu nového učiva se málo používá laboratorních pokusů.¹⁾ Mnozí učitelé se stále ještě domnívají, že po zavedení praktických cvičení není třeba již dělat laboratorní pokusy a omezují se ve vyučovací hodině jen na demonstraci názorných pomůcek a pokusů.

Organizace žákovských pokusů je většinou skupinová a ne individuální. Při velkém počtu žáků ve třídě se práce žáků nedostatečně kontroluje.

Žádoucí zkvalitnění vědomostí žáků z chemie naléhavě vyžaduje zdokonalení organizace vyučovací hodiny a vyučovacích metod.

Při určování struktury hodiny je třeba brát v úvahu cíl a obsah dané hodiny. Je-li v určité části probíraného tématu naléhavě třeba důkladně opakovat a upevnit učivo, je velmi účelné, věnovat třeba celou hodinu opakování a nepokračovat v probírání nového učiva. V případě, že rozsah nového učiva, které je nutné probrat v jedné vyučovací hodině, je dosti veliký, vynechá se zkoušení. Učitel na začátku hodiny naváže nové učivo na učivo probrané a celou hodinu věnuje výkladu nové látky.

¹⁾ Přesto by se měl zahájit didaktický výzkum, který by tyto otázky objasnil ze stanoviska vyučování.

*) *Poznámka překladatele:* V sovětské středoškolské pedagogice se jako laboratorní pokusy označují pokusy konané frontálně žáky při výkladu nového učiva. Praktická cvičení jsou pak laboratorní práce žáků konané ve zvláštních hodinách.

Pro výklad nového učiva je třeba vybrat takovou metodu, aby u žáků vytvářela uvědomělé a trvalé vědomosti. Vědomosti tohoto druhu nezískají žáci jen mechanickým osvojováním toho, co učitel vložil, ale uvědomělou a aktivní prací při výkladu nového učiva, ovšem za vedení učitele.

Trvalých a uvědomělých vědomostí u žáků je možné dále dosáhnout stálým a organickým spojováním nově probíraného učiva s učivem dříve probraným.

Jedním ze způsobů, jak zapojit žáky do aktivní spolupráce při výkladu nového učiva, je vedení výkladu určitou formou heuristického rázu. Žákům se stále kladou otázky, na něž musí odpovídat. Žáci jsou vedeni k tomu, aby se učili pozorovat demonstrováné názorné pomůcky nebo průběh pokusů a výsledky pozorování vysvětlovat. Konečně se od žáků žádá, aby podle vysvětlení, pozorování a rozboru pokusů samostatně dělali příslušné závěry. Tento způsob vedení výkladu nového učiva je možné použít ve všech ročnících.

V dalším uvádíme příklad takové hodiny na téma: *Fyzikální a chemické vlastnosti síry*.

Učitel: V této hodině začneme probírat síru a její sloučeniny. (Píše na tabuli: Síra. Žáci píšou do sešitu všechno, co učitel píše na tabuli). Vzpomeňte si, jak jsme postupovali, když jsme probírali chlór.

Žák: Při probírání chlóru jsme postupovali takto: fyzikální vlastnosti chlóru, chemické vlastnosti chlóru, použití, výskyt v přírodě, příprava a výroba chlóru.

Učitel: Stejně budeme postupovat i u síry. Jakou značku má síra?

Žák: Síra má značku S.

Učitel: (Píše na tabuli: S). Latinský název síry je Sulphur. (Píše na tabuli). Jakou atomovou váhu má síra?

Žák: Atomová váha síry je 32.

Učitel: (Píše na tabuli: at. v. 32). Co je to atomová váha?

Žák: Atomová váha je váha atomu vyjádřená v kyslíkových jednotkách.

Učitel: Kolikrát je atom síry těžší než atom kyslíku?

Žák: Dvakrát.

Učitel: Kolik je gramatom síry?

Žák: Gramatom síry je 32 g síry.

Učitel: (ukazuje gramatom síry) Co je gramatom?

Žák: Gramatom je atomová váha prvku vyjádřená v gramech.

Učitel: Kolik atomů síry váží 32 g?

Žák: $6 \cdot 10^{23}$ atomů síry váží 32 g.

Učitel: Jaký je rozdíl mezi atomovou váhou a gramatomem?

Žák: Atomová váha je váha jednoho atomu udávaná v kyslíkových jednotkách; gramatom je váha $6 \cdot 10^{23}$ atomů a udává se v gramech.

Učitel: Nyní se seznámíme s fyzikálními vlastnostmi síry. Pozorujte kousky síry. (Na každý stůl byly rozdány baničky s kousky síry. Žáci prohlížejí síru). Co pozorujete na síře?

Žák: Síra je pevná, krystalická látka, má žlutou barvu.

Učitel: Jaká je specifická váha síry? Je síra lehčí nebo těžší než voda? Co je třeba udělat, abychom mohli odpovědět na tuto otázku?

Žák: Vhodíme kousek síry do kádinky s vodou.

Učitel: Vhodte kousek síry do kádinky s vodou! (Žáci dělají závěr).

Žák: Síra je těžší než voda.

Učitel: Specifická váha síry je 2,1 (píše na tabuli: sp. v. = 2,1). Rozpouští se síra ve vodě? Míchejte skleněnou tyčinkou kousky síry s vodou v kádince (žáci to dělají). I kdybychom sebeděle míchali síru s vodou, síra se nerozpustí. Síra se však rozpouští v líhu, v benzenu a zvláště dobře v sirouhlíku. (Učitel demonstruje). Vede síra elektrický proud? (Učitel se dotýká konci elektrického vedení kovového předmětu. Žárovka se rozsvítí. Pak se dotýká konci vedení kousku síry. Žárovka nesvítí). Co je možné říci o vodivosti síry?

Žák: Síra nevede elektrický proud.

Učitel: Jaký prvek je tedy síra — kov nebo nekov?

Žák: Síra je nekov; nemá kovový lesk a nevede proud.

Protože v tomto článku bylo možné se pouze dotknout některých nových objevů týkajících se buňky, doporučuji prostudování příslušných referátů, které vyšly v posledních ročnících *Vesmíru* a *Vědy a života* (VŽ) a které jsou v přehledu literatury označeny čísly v textu. Vážným zájemcům doporučuji studium některé z učebnic cytologie (A–B, D, E) nebo příručky redigované *Brachetem* a *Mirskym* (C).

Literatura

Učebnice:

- A. Soudek D. a Nečas O.: Základy obecné cytologie. Praha, SZN, 1960.
- B. Gize (Giese): Fiziologija kletki, překlad z angličtiny, Moskva 1959.
- C. Brachet J. a Mirsky A. E. (red.): The cell; morphology, physiology, biochemistry, New York. 1. díl vyšel v roce 1959.
- D. Braše J. (Brachet): Biochemičeskaja citologija. Moskva 1960.
- E. Chesin R. B.: Biochemija citoplazmy. Moskva 1960.

Články v časopisech:

1. Bystrický V.: O význame nukleových kyselin pro živou hmotu. *Vesmír* 37, str. 330, 1958. — 2. Čech M.: Mimobuněčná fotosyntesa. *Vesmír* 37, 78, 1959. — 3. Filkuška J.: Sušení ve zmrzlém stavu. *Vesmír* 36, 192, 1957. — 4. Holubář: Pohled do nitra bílkovinné molekuly. *Vesmír* 33, 259, 1954. — 5. Hřšel I.: Některé poznatky o biologii, chemii a morfologii mitochondrií. *Čs. biologie* 5, 375, 1956. — 6. Hrubý K.: Polyploidie a její význam v přírodě. *Vesmír* 36, 11, 1957. — 7. Hrubý K.: Využití polyploidie v praxi. *Vesmír* 36, 59, 1957. — 8. Hrubý K.: Buněčné jádro a dědičnost. *Vesmír* 37, 184, 1958. — 9. Koloušek J.: Autoradiografie a její použití v biologii. *Vesmír* 36, 225, 1957. — 10. Koukalová B.: Význam metody centrifugační frakcionace ve výzkumu buňky. *Vesmír* (v tisku). — 11. Linc R. a spoluprac.: Určení pohlaví podle struktury jádra. *Vesmír* 35, 121, 1956. — 12. Málek I.: Vznik života na zemi. *Malá moderní encyklopedie*, Praha 1958. — 13. Nečas O.: Může buňka regenerovat? *Vesmír* 35, 183, 1956. — 14. Nečas O.: Ultratenké řezy pro elektronovou mikroskopii. *VŽ* 329, 1956. — 15. Nečas O.: Nová buněčná organella — mikrosomy. *VŽ* 40, 1957. — 16. Nečas O.: Otázka regenerace buňky a autoreprodukce buněčných organel. *Přírodní vědy*. Studijní materiály pro lektory Čs. společnosti pro šíření pol. a věd. znalostí, 5, 37, 1957. — 17. Nečas O.: „Barviva“ pro elektronovou mikroskopii. *VŽ* 485, 1958. — 18. Nečas O.: Submikroskopická struktura buňky. *VŽ* 409, 1959. — 19. Nečas O.: Jak vznikají buňky. *VŽ* 530, 1959. — 20. Oparin A.: Vznik života, Praha 1960. — 21. Rosenberg M.: Elektronová histologie. *Vesmír* 38, 261, 1959. — 22. Soudek D.: Koacervace a živá hmota. *Vesmír* 33, 262, 1954. — 23. Soudek D.: Chemické složení buněčného jádra. *Vesmír* 35, 225, 1956. — 24. Soudek D.: Jak vnikají látky do buňky. *Vesmír* 36, 258, 1957. — 25. Soudek D.: Buněčné jádro. *Vesmír* 38, 261, 1959. — 26. Soudek D.: Projevy koacervace ve struktuře buňky. *Přednášky Čs. společnosti pro šíření pol. a věd. znalostí, sekce biolog.* 9, 1958. — 27. Soudek D.: Nové metody výzkumu buňky. *VŽ* 219, 1959. — 28. Soudek D.: Význam nukleových kyselin v buňce. *VŽ* 689, 1959. — 29. Štokrová Š.: Povrchové jevy a jejich význam v biologii. *Vesmír* 34, 185, 1955. — 30. Šorm F.: Bílkoviny — základ života. *Nové obzory vědy*, Praha 1960.

Materiál pro populární přednášku:

Soudek D.: Cesta do nitra buňky. Přednášky Čs. společnosti pro šíření polit. a věd. znalostí. Praha 1961 (v tisku).

Biologický ústav lékařské fakulty university v Brně

Prof. dr. Emil Kašpar:

Vytváření pojmů teplo a specifické teplo na druhém stupni

Dokončení

3. Výklad pojmů teplo a specifické teplo na druhém stupni

Úkol zavést ve fyzice na druhém stupni pojem tepla způsobem pro žáky srozumitelným a přitom ve shodě s dnešními vědeckými představami o podstatě tepla, je nesplnitelný, i kdybychom se omezili na ohřívání ideálního jednoatomového plynu při stálém objemu, přičemž všechna dodávaná energie přechází při zahřívání na vnitřní energii „tepelnou“, tj. vnitřní energii postupného chaotického pohybu molekul. K tomu přistupuje ještě okolnost, že proces ohřívání a sdílení tepla se ve škole názorně demonstruje na kapalinách (ohřívání vody). Nynější učebnice fyziky pro 7. ročník (*Fyzika* 7. SPN, Praha 1954) se rozsáhle a poměrně věrně opírá o sovětskou učebnici (*Peryškin, Falejev, Krauklis, Fyzika č. II*, Učpedgiz 1952). V obou učebnicích je mnoho textu předesláno a věnováno pojmům *molekula* a *molekulární pohyb*. Pro zavedení pojmu tepla však není těchto poznatků využito. Domnívám se, že tato skutečnost není tak velkou závadou jako např. okolnost, že učebnice neuvádí molekulární pohyb do souvislosti s teplotou, ačkoliv tlak na stěny nádoby nárazy molekul na stěny vysvětluje (l. c. str. 163). Po této stránce šťastněji řeší problém pokusná *Fyzika* 7 (SPN, Praha 1958), která (po fenomenologickém výkladu teploty a tepelné roztažnosti látek) dokazuje ve stručném čl. 4. *Teplota a pohyb molekul* (l. c. str. 82) na běžných příkladech, jak souvisí změny teploty s pohybem molekul.¹⁾ Článek pak končí větou: *Jestliže látku zahříváme, zvyšuje se rychlost molekul. Říkáme, že látce dodáváme teplo.*

Zdá se, že za daných okolností je tento způsob zavedení pojmu tepla nejpříjemnější. Ovšem o podstatě tepla tím není vlastně řečeno nic, protože žáci, kteří se podle pokusných osnov nyní učí, nevědí dosud nic o energii, neboť pojmy *práce* a *mechanická energie* jsou

¹⁾ Je jen škoda, že představa vzrůstu tepelného pohybu molekul není tu spojena také se vzrůstem délky a objemu těles (ev. i tlaku plynu), tedy s jevy, které byly v předchozích článcích vykládány.

posunuty do dalšího ročníku. Způsob zavedení pojmu tepla, při němž se jeho podstata nevysvětluje, nebýval ve školské fyzice obvyklý. Některé starší učebnice obcházely potíž tím, že pomocně zavedly představu tepelného fluida (*Petira—Šmok, Fysika pro nižší třídy školy střední. JČMF. Praha 1933; Ryšavý, Fysika pro nižší třídy středních škol. JČMF Praha 1934*). Kdyby se žáci přitom aspoň na závěr nauky o teple dověděli o nesprávnosti fluidové domněnky a o správném mechanickém výkladu tepelných jevů, nemusilo by použití tepelného fluida — což má z důvodu názornosti velmi mnoho předností — znamenat závažnější chybu. Naopak, domnívám se, že seznámí-li se žáci s fluidovou představou a potom s fakty, které této představě odporují (vznik tepla prací), a ovšem se správnějším vysvětlením, budou daleko účinněji vedeni k materialistickým představám, než používáme-li těch nesprávných představ mlčky a nakonec neprovedeme ani konfrontaci obou domněnek.

Dříve než přikročíme k návrhu schématu vzorového postupu výkladu základních pojmů nauky o teple, je třeba podrobit soustavnější diskusi text nynější normální učebnice. Přitom se totiž ukáže, na které okolnosti bude třeba myslet hlavně.

V učebnici fyziky pro 7. ročník (l. c.) se výkladu pojmu tepla věnuje článek 129. *Jednotka množství tepla.*, čl. 130. *Laboratorní práce 9* (vyvození směšovacího zákona pro stejná množství vody), čl. 131. *Specifické teplo* a čl. 132. *Jak se vypočítává teplo, kterého je třeba k zahřátí tělesa*. Text učebnice se opírá o starší předlohy, po věcné stránce nemá chyb. Po metodické stránce zachovává celkem správné pořadí výkladu, tj. nejdříve se zabývá pojmem tepla (s teplotou se žáci seznámili již dříve), pak souvislostí tepla a teploty, zavedením jednotky tepla, dále vysvětluje tepelný obsah vody (i když se pro tento pojem zvláštní název nezavádí), ekvivalenci tepla při zahřívání a ochlazování, v laboratorní práci se odvozuje směšovací zákon. Pak je tu vyvozen pojem specifického tepla a znovu se text vrací k tepelnému obsahu (pro libovolnou látku).

Vlastní metodické zpracování je ve většině textu správné, ale na některých místech (někde dokonce klíčových) nalezneme závažné nedostatky, které zbytečně komplikují výklad a ztěžují pochopení vyvozovaného učiva. Ukáží to na příkladech. Např. hned úvodní dvě věty čl. 129 nejsou správné: „*Chceme-li ohřát vodu, musíme pod ní spálit palivo.*“ Tato věta by měla znít: „*Pálíme-li pod vodou palivo, její teplota vzrůstá.*“ Hledáme totiž příčinu (= teplo) změny teploty. A druhá věta zní: „*Čím více paliva shoří, tím více tepla dostaneme, a tedy tím více vody můžeme ohřívát.*“ Nehledě k nepřesnosti závěru věty (více vody můžeme ohřívát i menším množstvím paliva — text zřejmě myslí na ohřátí o stejnou teplotu), je tu nedostatek v tom, že se pojem teplo zavádí jaksimimochodem, „levou rukou“, ač hlavním úkolem článku je právě výklad pojmu tepla. Teplo proto

nemá být vedlejším produktem, nýbrž hlavním středem pozornosti článku.

Článek pokračuje na str. 166 textem:

„*Zahříváme 100 cm³ vody a zjistíme, oč se ohřeje za minutu. Budeme-li vodu ohřívát dvě, tři minuty, ohřeje se o dvakrát, třikrát větší počet stupňů. Za dvakrát, třikrát delší dobu jsme tedy vodě dodali dvakrát, třikrát větší množství tepla.*“

Zde učebnice z rovnoměrného vzrůstu teploty (s časem) soudí na rovnoměrné dodávání tepla. To však není správné, protože žákům přece není dosud známa závislost mezi teplem a teplotou. Odvození této závislosti (nebo aspoň její osvětlení) musí předcházet.

V dalším odstavci (str. 166) se vyvozuje (ze zkušenosti) závislost tepelného obsahu na množství látky:

„*Když ohříváme v jedné nádobě na plotně 1 litr vody a v druhé stejné nádobě dva litry vody, ohřeje se litr vody dříve než dva litry, ačkoliv se voda v obou případech zahřívá stejně, neboť dostává stejné množství tepla. To znamená, že k ohřátí na stejnou teplotu se potřebuje tím více tepla, čím více látky se zahřívá.*“

Zde je výklad celkem správný. Ovšem vhodnější by bylo, kdyby se vyšlo z pokusu prováděného před očima žáků. Kromě toho by měla být vynechána část textu, kterou jsem dal do hranatých závorek, neboť se v ní užívá problematického „zahřívá stejně“. (Tento výrok by mohl znamenat stejně dobře zahřátí o stejnou teplotu jako dodání stejného tepla.) A konečně pro zpřesnění je lépe psát zahřátí „o stejnou teplotu“ než „na stejnou teplotu“. — Ve druhé části článku 129 se zavádí jednotka tepla, definuje se příčina ochlazování (ztráta tepla) a na dvou číselných příkladech se procvičuje výpočet tepelného obsahu vody.

V laboratorní práci 9 v čl. 130 se odvozuje směšovací zákon pro stejná množství vody. Postup učebnice není podle mého mínění nejšťastnější. Na nedostatky postupu bylo již dříve upozorněno.¹⁾ Příklad totiž počítá tepelný obsah 250 cm³ vody teploty 12° a obsah tepla stejného množství vody teploty 80° tak, že určuje, kolik kalorií je třeba k ohřátí vody od 0° až na danou teplotu. Pak se tato tepla sečtou a dělí 500 cm³. Vyjde, že obsah tepla 1 g vody je 46 cal., tj. směs má teplotu 46°. — Myslím, že závažný nedostatek je zde jednak v tom, že text mluví o tom, že „směs 50 cm³ vody obsahuje . . . 23 000 cal.“ (což je věcně nesprávné), jednak v postupu, který je dost komplikovaný. Jestliže v čl. 129 bylo odvozeno, že teplo odevzdané vodou ochlazovanou je rovno teplu přijatému látkou ohřívanou, pak by bylo velmi vhodné tohoto základního poznatku použít. Rovnost poklesu teploty teplejší vody a vzrůstu teploty studené vody při stejných množstvích vody je snadno pochopitelná. Postup uvedený v učebnici by byl odůvodněn tehdy, kdyby se výsledku v dalším

¹⁾ Dr. M. Chytilová, Poznámka k laboratorní práci č. 9 v učebnici fyziky pro 7. roč., *PVVŠ*, 6, 1956, str. 357.

textu učebnice užilo, třeba při vyvozování vztahu pro směšovací zákon pro různá množství téže látky anebo snad různých látek (kalorimetrická rovnice). Tomu však tak není. Naopak, jak ve cvičení 45, tak v čl. 131 a 132 se *teplo, které je třeba k zahřátí tělesa*, právě počítá z rozdílu teplot.

V čl. 131 se vyvozuje pojem *specifického tepla*. V prvním odstavci se popisuje pokus, který nalezneme již v dřívějších německých učebnicích laboratorních prací²⁾ nebo metodikách³⁾. Tento postup — snad jakž takž vhodný pro laboratorní práci — není vhodný pro demonstraci závislosti specifického tepla na látce. Několikeré odčítání teploty po 1 minutě zde není odůvodněno. Do pokusu a vyvození pojmu specifického tepla se tak zbytečně vnáší časová složka, která zde nemá žádný význam (kromě uvedené komplikace postupu), zejména proto ne, že jí nebylo použito ani v čl. 129 při vyvozování pojmu tepla.

Po těchto poznámkách se pokusíme o schéma vzorového postupu při vyvozování těchto základních poznatků⁴⁾. Výklad pojmu tepla a odvození základních tepelných jevů rozdělíme do 6 kroků:

1. Demonstrace některých typických fyzikálních změn při přecházení tepla z jednoho tělesa do druhého, zejména vyrovnávání teploty dvou těles s různými počátečními teplotami.

2. Důkaz, že teplo má kvantitativní povahu. (Teplo je množství — veličina.)

3. Měření tepla.

4. Pojem měrného tepla.

5. Teplo a skupenství.

Při odvozování veličin i zákonů vycházíme v termice jako jinde z pokusů:

1. V nádobě zahříváme plamenem kahanu 1 kg vody. Teploměrem pozorujeme vzrůstání teploty. Závěr: Z teplejšího plamene kahanu přechází do vody teplo a způsobuje zvyšování teploty vody. Jinými slovy: Přidáme-li látce teplo, projeví se to zvýšením teploty. (Propeuticky zde zavádíme teplo jako příčinu vzrůstu teploty, aniž vysvětlujeme jeho podstatu.)

2. Důkaz kvantitativní povahy tepla provádíme v několika stupních.

a) Přípravný pokus: Velký plamen zahřívá stejné množství vody (1 kg) rychleji než plamen malý. To znamená, že z většího plamene

²⁾ Hahn—Koch, *Physikalische Schülerübungen*, Lipsko—Berlín 1929, str. 28.

³⁾ Hahn K., *Methodik des physikalischen Unterrichtes*, Lipsko 1927, str. 242.

⁴⁾ Další text je zpracován podle připravované publikace autora tohoto článku „Kapitoly z didaktiky fyziky“, 2. sv.

přejde ve stejné době do látky více tepla než z plamene malého. Soudíme dále, že za stejných okolností (z téže vzdálenosti od tělesa apod.) stejný plamen dodává ve stejné době látce stejné teplo. — Ev. pokus a z něho další soud: Dva stejné plameny dodávají za stejnou dobu dvakrát větší množství tepla než jeden z nich.

b) Kvantitativní souvislost tepla a teploty: a) Zahříváme 1 kg vody po určitou dobu nejprve jedním plamenem a změříme, oč se zvětšila teplota vody. Pak nahradíme ohřátou vodu opět studenou a zahříváme totéž množství vody po stejnou dobu dvěma stejnými plameny, tj. dodáváme podle předešlých pokusů a úvah stejné hmotě vody dvojnásobné teplo. Teplota vzroste o dvojnásobek hodnoty v prvním pokuse. Závěr: Vzrůst teploty je přímo úměrný dodanému teplu. b) Nalezený výsledek ověříme kontrolním pokusem. Napřed provedeme úvahu: Bude-li tentýž plamen zahřívát určité množství vody nejprve po 1 minutu, pak po 2 minuty, po 3 minuty atd., bude dodané teplo ve 2. a 3. případě 2krát a 3krát větší než v případě prvním. Proto i vzrůst teploty by měl být 2krát, 3krát atd. větší. Pokus na to doprovodíme tabulkou i grafem.

c) Kvantitativní souvislost tepla, teploty a množství zahříváné vody: V jedné nádobě ohříváme 1 kg vody a ve stejné nádobě jiné 2 kg vody stejně velikými plameny. Pozorování: K ohřátí 2krát většího množství vody o stejnou teplotu je nutno zahřívát 2krát déle tj. dodat dvojnásobné množství tepla. Závěr: Množství tepla potřebné k ohřátí vody o stejnou teplotu je přímo úměrné množství ohříváné vody.

Celkový závěr: Množství tepla je přímo úměrné množství látky a vzrůstu teploty. Vzorcem: $Q \sim mt$.

3. a) Zavedení jednotky tepla definicí.

b) Odvození tepelné kapacity (aniž tento termín zavedeme) vody v kaloriích jako důsledek výsledků odst. 2 b), c). Větou: K ohřátí m g vody o teplotu t je třeba dodat teplo

$$Q = mt \text{ kalorií.}$$

4. *Směšovací zákon* pro stejné látky. a) Ukážeme kvalitativně, že z teplejší látky přechází teplo na chladnější, a tím že se teplejší látka ochlazuje a chladnější ohřívá. Pokus: Nádobku s teplotou ponoříme do chladné vody v širší nádobě. Pozorujeme změnu teploty v obou nádobách.

b) Kvantitativně se odvodí *směšovací zákon* pro stejné látky pokusem: Položíme si za úkol zjistit, jaká je výsledná teplota, smísíme-li třeba 1 kg vody 60° a 1 kg vody 20°. Po vyrovnání teplot (40°) určíme, kolik tepla odevzdala voda teplejší a kolik tepla přijala voda studená. Dostáváme zákon o zachování tepla: *Teplo přijaté vodou studenou je rovno teplu odevzdanému vodou teplejší.* — Kontrolní

pokus provedeme s různými množstvími vody m_1, m_2 . Žáci by měli napřed sami úsudkem odvodit závěr z pokusu, tj. rovnost výrazů $m_1(t_1 - t) = m_2(t - t_2)$, kterou pak potvrdíme měřením.

5. *Měrné teplo.* (V pokusných osnovách je pojem *měrné teplo* vynechán. Taková redukce ochuzuje nauku o teple o jeden z nejzákladnějších pojmů a o výklad jevů, které v praktickém životě mají mnohonásobné aplikace.)

Zatím jsme se zabývali podmínkami ohřívání jediné látky — vody. 1 kg vody se ohřeje o 1° teplem 1 kcal. Je otázka, zda také 1 kg každé jiné látky potřebuje o ohřátí o 1° právě 1 kcal. Tuto otázku nelze řešit pouhou logickou úvahou (pro nedostatek zkušenosti), nýbrž pokusem. Ze zkušenosti je možno pouze poukázat na různou rychlost ohřívání kovů a vody (žehlička vedle vody stejné hmoty na plotně). Tato zkušenost je však nevhodná jako výchozí bod úvah, protože na rychlost ohřívání různých látek má jistě vedle rozdílnosti specifických tepel i vliv různá tepelná vodivost, dále proudění tekutiny, vliv nádoby atp. Nemůžeme proto pouhou úvahou z uvedených zkušeností objasnit vliv těchto různých okolností na tak složité a nestejně děje. Proto musíme vyjít ze vhodného pokusu jiného.

V učebnicích se často popisuje příslušný pokus tak, že se vedle sebe (nebo po sobě) ohřívají stejnými plameny dvě kádinky, v jedné je 1 kg jen vody a ve druhé $\frac{1}{2}$ kg vody, v níž je ponořeno kovové závaží hmoty $\frac{1}{2}$ kg. Při pokuse se sleduje vzrůst teploty v obou nádobách. Zjišťuje se, že v nádobě s vodou a kovem vzrůstá teplota s časem rychleji než teplota v kádince se samotnou vodou. Odtud se soudí, že kov potřebuje ke stejnému ohřátí (o stejnou teplotu) méně tepla než voda stejné hmoty. — (Nevhodnost postupu v nynější normální *Fysice 7* (str. 168) již jsme diskutovali.) Ale v tomto uspořádání se uplatňuje další zbytečná proměnná — čas. Považují za jednodušší, a tím průkaznější pokus v následující upraveně:

Do dvou kalorimetrů (termosek nebo i kádinek, papírových kelímků ap.) nalejeme stejná množství ($\frac{1}{2}$ kg) stejně horké vody ($80-100^{\circ}$). Nato do jednoho kalorimetru vlejeme $\frac{1}{2}$ kg vody studené (teplotu napřed změříme), např. 18° , a do vody ve druhém kalorimetru vnoříme $\frac{1}{2}$ kg závaží téže nízké teploty. (Stejnou teplotu chladné vody a závaží zajistíme tím, že závaží před provedením pokusu ponoříme na delší dobu do studené vody a těsně před pokusem je vytáhneme.) Pak pozorujeme teplotu „směsí“, v obou kalorimetrech. Zjistíme, že teplota v nádobě se závažím poklesne o mnoho méně než v nádobě, v níž je pouze voda. Závěr: Stejně veliká množství hmoty různých látek potřebují k ohřátí o 1° různá množství tepla. Můžeme dokonce z pokusu vypočítat, kolik tepla potřebuje k ohřátí o 1° $\frac{1}{2}$ kg (a také 1 kg) železa (kovu).

Nato vyslovíme definici měrného tepla přesněji. O závislosti měr-

ného tepla na teplotě na druhém stupni nemluvíme, a to ani při definici kalorie.

6. *Teplo a skupenství látek.* Přírůstek tepla v tělese nemusí mít vždy za následek vzrůst teploty. Místo toho se teplo tělesu dodané projeví změnou skupenství, při čemž teplota zůstává stálá. Proto přímá úměrnost mezi množstvím tepla dodaného tělesu a mezi vzrůstem teploty platí jen v určitých teplotních mezích. Při této příležitosti bude vhodné osvětlit přeměnu skupenství ze stanoviska molekulárně-kinetické teorie tepla, i když na druhém stupni se musíme spokojit jen s vysvětlením v nejhrubších rysech.

Doslov. Ukázka schématu postupu, jak byla právě uvedena, není ovšem ani návrhem textu učebnice, ani nevyčerpává celou problematiku nauky o teple na druhém stupni. Jde tu jen o nástin postupu při výkladu klíčových jevů a pojmů tohoto oddílu. Pokud pak jde o metodiku výkladu na třetím stupni, bude nutno provést speciální výzkum, nakolik jsou zásady výkladu ve smyslu molekulárně-kinetické teorie na tomto stupni všeobecně vzdělávací školy realizovatelné.

Katedra fyziky VŠP v Praze

Dr. Marta Chytilová:

Poznámky k návrhu osnov fyziky na střední všeobecně vzdělávací škole

Od 1. 1. 1961 probíhá diskuse o návrhu vyučovacích osnov pro školy II. cyklu. Chceme seznámit čtenáře s celkovým pojetím vyučování fyzice a s některými problémy návrhu osnov fyziky na střední všeobecně vzdělávací škole.

1. *Vzdělávací a výchovný cíl vyučování fyzice na střední všeobecně vzdělávací škole.*

Postavení fyziky v soustavě všeobecného, polytechnického a odborného vzdělání na střední všeobecně vzdělávací škole je určeno hlavně současným rozvojem fyzikální vědy a jejím významem pro pokrok ostatních přírodních věd, důležitostí fyziky pro rozvoj současné techniky a jejím významem pro vytváření vědeckého světového názoru žáků.

Vyučování fyzice na střední všeobecně vzdělávací škole navazuje na základní vědomosti a dovednosti získané na základní škole; rozvíjí je, prohlubuje a rozšiřuje.