

Nevratné procesy pro žáky základních škol

LIBUŠE ŠVECOVÁ – ERIKA MECHLOVÁ

Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě

Naše zkušenost z denního života, technické praxe a samozřejmě i pokusy ukazují, že všechny reálné děje probíhající v přírodě jsou nevratné. Každý fyzikální děj proběhne tak, že po sobě zanechá v přírodě určitou stopu, změnu. Souvisí to s tím, že při všech reálných dějích nastává vždy částečná přeměna celkové energie ve vnitřní energii okolí [2, s. 162]. Neměli bychom žákům základních škol zatajovat průběh přirozených procesů a vůbec si jich nevšímat, jakoby neexistovaly. Na první pohled se sice zdá, že pochopení nevratnosti procesů je pro žáky základní školy velmi obtížné. Pokud se ovšem více zamyslíme, uvědomíme si, že opak je pravdou.

Příklady nevratných procesů v životě žáků základních škol

Uvedeme dva jednoduché příklady z každodenního života žáků.

Příklad první: V ruce držíte hrnek horkého čaje. Ruce se zahřívají a hrnek chladne. Ještě se nestalo, že by se ruce ochladily a hrnek víc zahřál [3, s. 553].

Příklad druhý: Ze stolu spadla skleněná sklenice a rozbila se. Ale ještě nikdo neviděl, že by se sklenice sama bez vnějšího zásahu vrátila do původního stavu.

Uvedené procesy proběhly nevratně. Průběh nevratných procesů se jeví tak samozřejmý, že by bylo překvapující, kdyby proběhly jinak. Položme si otázku týkající se zákona zachování energie. Byl by „obousměrný směr“ samovolných a přirozených procesů v rozporu se zákonem zachování energie? U prvního příkladu by byl zákon zachování energie splněn i při opačném procesu, tzn. při přechodu tepla z chladných rukou do teplého hrnku. Ale nikdy tento jednoduchý proces nebyl pozorován. Rovněž i u druhého příkladu by pohyb sklenice ze země na stůl splnil podmínku zákona zachování energie, došlo by jen k přeměně energie.

První termodynamický princip vyjadřuje princip zachování energie. „První termodynamický princip též první termodynamický zákon; vyjadřuje obecný princip zachování energie pro makroskopické soustavy. Princip zachování energie je obecnou formulací empiricky zjištěného poznatku, který byl experimentálně ověřen u nejrůznějších přírodních procesů a který se týká přeměn různých druhů energie v jiné její druhy. Bylo zjištěno a experimentálně bezpečně ověřeno, že úbytek jednoho druhu energie se vždy projeví v rovnocenném přírůstku u jiných druhů energie“ [6, s. 239]. „Druhý termodynamický princip též druhý termodynamický zákon se zabývá se nevratností přirozených termodynamických procesů. Byl slovně vyjádřen různými autory odlišně, fyzikálně jsou však všechna vyjádření ekvivalentní (v oblasti kladných termodynamických teplot)“ [6, s. 241]. Z druhého termodynamického principu vyplývá, že v izolované soustavě existují procesy, které mohou probíhat přirozeně, samovolně, jen určitým směrem, kdežto ve směru opačném samovolně probíhat nemohou. Ze změny energie v izolovaných systémech nelze odvodit směr nevratných procesů. Tento směr je určen jinou vlastností dané soustavy, změnou její entropie. Směr změny entropie někdy nazýváme „šipkou času“ [3, s. 553].

V učebnicích fyziky pro střední školy jsou uvedeny oba termodynamické principy, proto učitelům doporučujeme, aby při vysvětlování různých procesů uváděli oba termodynamické principy a vysvětlili jejich důsledky.

Zavést pojem entropie jako fyzikální veličinu do výuky fyziky na středních školách se pokusila *J. Prokšová* [7], [8]. Zaměřila se především na vysokoškolské studenty fyziky a žáky středních škol, kteří se zajímají o fyziku. Učební texty jsou založeny převážně na matematickém aparátu. Pro žáky základních škol v České republice dané téma nebylo zpracováno.

Rámcové vzdělávací programy a školní vzdělávací programy

Rámcové vzdělávací programy pro základní vzdělávání zdůrazňují badatelský charakter výuky, který žákům umožní „hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů, a tím si uvědomovat i užitečnost přírodních poznatků a jejich aplikací v praktickém životě“ [9, s. 51].

Školní vzdělávací programy, které si vytváří každá škola sama podle zásad stanovených v příslušném rámcovém vzdělávacím programu, umožňuje školám používat ve výuce nové metody a formy učení, zařadit nová témata do výuky a podpořit mezipředmětové vztahy.

Nevratné procesy jsou právě jedním možným společným tématem pro všechny přírodovědné předměty. V přírodních vědách se totiž nevratné

procesy vyskytují v biologii, chemii i fyzice. Fyzika na základních školách o nich prozatím mlčí, i když žáci se s nimi v životě běžně setkávají a mají o nich intuitivní představy. Tyto poznatky lze velmi dobře aplikovat do vzdělávací oblasti Člověk a příroda.

Při úvahách o jednotících idejích všech přírodních věd v rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda se znovu vynořila idea nevratných procesů v přírodě, kterou jednotlivé přírodní vědy zkoumají z různých úhlů pohledu. S cílem realizace této ideje byl vytvořen učební text *Nevratné procesy pro žáky základních škol* [5]. K učebnímu textu byly vytvořeny scénáře vyučovacích hodin pro učitele. Nové učivo bylo žákům vysvětlováno na základě jevů, které znají z běžného života bez použití matematického aparátu. Uvedené učební texty i scénáře vyučovacích hodin byly ověřeny v rámci výzkumu [5]. Pedagogický experiment proběhl u žáků 8. ročníku základních škol a 3. ročníku osmiletého gymnázia. Výuka se uskutečnila po probrání tematického celku Tepelné jevy.

Během pedagogického experimentu na základních školách byla použita metoda problémového výkladu. Učitel uvedl problém, zeptal se žáků, jak by daný problém řešili, dal žákům čas, aby se o problému poradili ve dvojicích případně ve trojicích, po dvou minutách se jich zeptal na řešení problému. Postupně odhaloval své myšlenkové postupy a uvedl konečné řešení problému. Učitel ukazoval příklad vědeckého řešení problému. Úkolem žáka bylo kontrolovat přesvědčivost a logiku postupu učitele.

Výzkum ukázal, že žáci na základních školách byli schopni pochopit nevratný proces jako proces, který směřuje ke stabilitě systému, a mohli s tímto jevem konkrétně pracovat.

V učebním textu *Nevratné procesy pro žáky základních škol* je zpracováno pět vyučovacích hodin fyziky, ve kterých se žáci postupně seznamují s nevratnými ději na konkrétních příkladech z praxe (pozn.: byla použita metoda konstruktivismu). Uvádíme scénář první vyučovací hodiny.

Nevratné děje pro žáky základních škol – scénář vyučovací hodiny

Cíl hodiny: Žák by měl pochopit nevratný děj jako děj, který probíhá jen jedním směrem.

Metody výuky: metoda problémového výkladu.

Organizační formy vyučování podle vztahu k osobnosti žáka: hromadné vyučování.

Organizační formy vyučování podle charakteru výukového prostředí: výuka ve třídě, práce ve dvojicích nebo ve skupinách.

Úkoly pro žáky:

Úkol č. 1: Na stůl položíme skleněný džbánek s vroucí vodou. Do džbánu vložíme sáček ovocného čaje. Voda ve džbánu se obarví. Zkuste navrhnout způsob, jak byste částice barviva čaje oddělili od vody, aby voda ve džbánu byla opět čirá.

Úkol č. 2: Do misky s vodou kápneme pár kapek vonného oleje, vonný olej se pomalu vypařuje z povrchu vody. Po určité době jeho vůni cítíte v celé místnosti. Myslíte, že existuje způsob, jak lze vrátit částice vonného oleje zpět do vody?

Výklad učitele

Po použití parfému jeho vůni cítíte v celé místnosti, příčinou je difúze – tepelný pohyb. To, že se částice parfému srážejí s molekulami plynného vzduchu, způsobuje, že se vůně šíří postupně. Existuje způsob, jak lze vrátit částice parfému zpět do nádoby? Všimněte si, že za nějakou dobu přestanete jeho vůni vnímat. Vaše čichové buňky se přizpůsobí (asimilují) okolí, to ovšem neznamená, že by tam částice parfému nebyly.

Ano, máte pravdu, takový způsob neexistuje. *Děj, který probíhá jenom jedním směrem a opačným směrem nemůže sám od sebe proběhnout, se nazývá nevratný děj.*

Klasický příklad nevratného děje je vývoj každého z vás. Nikomu se nestane, že by se sám od sebe stal mladším. Takovému neustálému ději se říká stárnutí.

Vědci zjistili, že v uvařeném jídle, které necháme teplé, se během třech až čtyř hodin začnou tvořit nežádoucí mikroorganismy a bakterie. Navrhněte, jak můžeme oddálit tvorbu nežádoucích bakterií a mikroorganismů.

Uvedeme další příklady nevratného děje. Jistě znáte hračku „jojo“. Jestliže provázek pověsíte na prst a hračku pustíte, „jojo“ se začne pohybovat. Po určité době se hračka zastaví. Jestliže chceme, aby se hračka stále pohybovala, musíme konat práci. „Jojo“ se nevrátí do původního stavu samovolně, proto se opět jedná o nevratný děj. Dalším příkladem nevratného děje je pohyb zavazí na pružině nebo jakékoliv hračky na pružině.

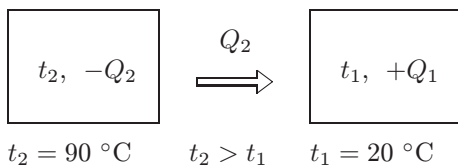
Pustíte-li po podložce setrvačnickové autíčko, autíčko se vlivem tření zastaví. Ze zkušenosti víte, že *všechny reálné děje probíhající v přírodě jsou nevratné.*

Určitě jste si všimli, že se vám v zimě „vlní“ záclony, i když máte plastová okna, která velmi dobře těsní. Je to z toho důvodu, že se vzduch v místnosti ohřívá od teplého radiátoru. Teplý vzduch má menší hustotu než studený a proudí směrem ke stropu. Jakmile radiátor vypnete, ještě se nestalo, že by se radiátor od vzduchu ohřál, protože *teplo vždy samovolně přechází z teplejšího tělesa na těleso chladnější*.

Žákovský experiment: Použijeme dvě termosky s víčky z polystyrénu, ve kterých bude otvor na teploměr a míchačku. Do první nádoby vlijeme vodu o teplotě $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ o objemu 1 litr a do druhé vodu o stejném objemu o teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ nejlépe „odstavenou“ vodu, která má teplotu místnosti. Jeden litr vody představuje 1 kg.

Do teplejší vody o teplotě $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ vlijte studenější vodu o teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Popište děje, které nastanou. Když dáme do vzájemného kontaktu dvě kapaliny o různých teplotách, potom teplejší voda o teplotě t_2 odevzdá teplo Q_2 chladnější vodě o teplotě t_1 . Jinými slovy, studenější voda o teplotě t_1 přijme od teplejší vody o teplotě t_2 teplo Q_1 . Jak vypočítáte tato tepla?

Pro izolovanou soustavu platí:



Naměřená výsledná teplota $t = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$,

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= cm\Delta t = cm(t - t_2) & Q_1 &= cm\Delta t = cm(t - t_1) \\
 Q_2 &= 4\,180 \cdot 1 \cdot (55 - 90)\text{ J} & Q_1 &= 4\,180 \cdot 1 \cdot (55 - 20)\text{ J} \\
 Q_2 &= 4\,180 \cdot (-35)\text{ J} & Q_1 &= 4\,180 \cdot 35\text{ J} \\
 Q_2 &= -146\,300\text{ J} \doteq -150\text{ kJ} & Q_1 &= 146\,300\text{ J} \doteq 150\text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Záporné znaménko u vypočítaného tepla Q_2 znamená, že teplá voda odevzdává teplo chladnější vodě. Kladné znaménko u tepla Q_1 znamená, že chladnější kapalina teplo přijímá. Znaménka u jednotlivých tepel informují o přechodu tepla. Proto pro izolované soustavy platí, že se obě tato tepla rovnají.

Pokud bychom tepla vypočítali podle učebnice fyziky pro základní školy [4], vypočítané teplo Q_2 , by bylo kladné a museli bychom žákům vysvětlit, proč jsou obě tepla stejná. Uvádíme výpočet:

$$\begin{aligned}
Q_2 &= cm\Delta t = cm(t_2 - t) & Q_1 &= cm\Delta t = cm(t - t_1) \\
Q_2 &= 4\,180 \cdot 1 \cdot (90 - 55) \text{ J} & Q_1 &= 4\,180 \cdot 1 \cdot (55 - 20) \text{ J} \\
Q_2 &= 4\,180 \cdot 35 \text{ J} & Q_1 &= 4\,180 \cdot 35 \text{ J} \\
Q_2 &= 146\,300 \text{ J} \doteq 150 \text{ kJ} & Q_1 &= 146\,300 \text{ J} \doteq 150 \text{ kJ}
\end{aligned}$$

Shrnutí vyučovací hodiny: Děj, který probíhá pouze jedním směrem a opačným směrem nemůže sám od sebe proběhnout, takový děj se nazývá nevratný děj. Teplo vždy samovolně přechází z teplejšího tělesa na těleso chladnější.

Závěr

Na základě provedeného pedagogického experimentu o rozsahu pět vyučovacích hodin žáci porozuměli obsahu pojmu nevratný proces. Myslíme, že tím se fyzika základní školy přiblíží běžnému životu, protože se jedná o řešení autentických problémů, se kterými se žáci setkají nejen ve fyzice, ale i v dalších přírodovědných předmětech.

Pozn.: Navrhujeme používat v textu pro žáky základních školy raději termín „děj“ a ne „proces“, i když je zřejmé, že obsah obou je shodný.

Literatura

- [1] *Bartuška, K.*: Pseudovědecké představy o pojmu energie. MFI, roč. 15 (2005), č. 1, s. 21.
- [2] *Bělař, A., Fuka, J., Rudolf, V.*: Termika – Molekulární fyzika. SPN, Praha, 1964.
- [3] *Halliday, D., Resnick, R., Walker, J.*: Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky. Vyd. 1., Vutium, Brno, 2000, s. 330–576, ISBN 80-214-1869-9.
- [4] *Kolářová, R., Bohuněk, J.*: Fyzika pro 8. ročník základní školy. Dotisk 1. vyd., Prometheus, Praha, 2001.
- [5] *Kubincová, L.*: Termodynamika nevratných procesů pro žáky základních škol. Ostrava, 2009. Disertační práce. Ostravská univerzita v Ostravě, PŘF, Katedra fyziky. Vedoucí práce doc. RNDr. Dalibor Dvořák, CSc.
- [6] *Mechlová, E., Košťál, K.*: Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz. 1. vyd., Prometheus, Praha, 1999.
- [7] *Prokšová, J., Obdržálek, J.*: Entropii do středoškolské fyziky? PMFA 2/2007, s. 152–168. Dostupné z: <http://dml.cz/dmlcz/141351>
- [8] *Prokšová, J.*: Entropie na středoškolské úrovni. Praha, 2004. Doktorská disertační práce. MFF UK. Vedoucí práce doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc.
- [9] Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online]. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, Praha, 2007. 126 s. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf