

FYZIKA

K stému výročí narození RNDr. Marty Chytilové, CSc.

JOSEF JANÁS – RŮŽENA KOLÁŘOVÁ

Pedagogická fakulta MU, Brno – Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha



RNDr. M. Chytilová, CSc.

V letošním roce 2007 si připomínáme sté výročí narození trojice zakladatelů a předních pracovníků české didaktiky fyziky: prof. J. Fuky, dr. M. Chytilové, prof. E. Kašpara.

Autoři tohoto medailonku spolupracovali se všemi jmenovanými osobnostmi, nejvíce však s paní doktorkou M. Chytilovou. Proto chceme starší generaci učitelů fyziky připomenout a mladší generaci představit právě ji.

V tomto časopisu byly o dr. M. Chytilové publikovány články k jejím devadesátinám v roč. 7, 1997/98 [1], po jejím skonu v roč. 6, 1998/99 [2], a obsírný článek k jejím 75-tinám v časopisu *Matematika a fyzika ve škole* roč. 13, 1982/83 [3].

Rodačku z Hranice (11. 7. 1907) zajímaly už na gymnáziu v Kyjově problémy, jejichž řešení vyžadovalo logické uvažování. Proto se rozhodla studovat na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně s úmyslem věnovat se vědecké práci v oboru matematicko-fyzikálním. Vysokoškolské studium zdárně ukončila v r. 1932, v období hospodářské krize

a nezaměstnanosti, kdy bylo velmi obtížné nalézt vhodné uplatnění ve vysněném oboru. Proto nastoupila jako učitelka na měšťanskou školu. Dále však studovala na Přírodovědecké fakultě MU, získala učitelskou kvalifikaci a v r. 1936 též doktorát přírodních věd. Disertační práci z akustiky vypracovala u významného fyzika prof. Zahradníčka.

V letech 1936 – 1951 působila jako profesorka na různých typech středních škol a na učitelském ústavu v Brně. Během dlouholeté učitelské praxe poznala rozdíl mezi výukou na nižším a vyšším stupni škol. Zkušenosti z vlastní pedagogické praxe a láska k žákům a studentům ji vedly k rozhodnutí věnovat se profesně řešení didaktických problémů vyučování fyziky. Na toto její rozhodnutí měla vliv i skutečnost, že její sestra MUDr. Marie Chytilová byla dětskou lékařkou v Brně a zabývala se dětskou onkologií.

O její lásce k dětem jsme se (autoři tohoto medailonku) mohli osobně přesvědčit jak v Brně, tak v Praze. Když jsem (J. J.) paní doktorku občas navštívil i s dcerami, a později s vnoučaty, v jejím brněnském bytě, byla vždy velmi potěšena a při rozhovoru s nimi zmizela její charakteristická strohost. Totéž se opakovalo při jejich cestách do Prahy, když nocovala u R. K., vždy si přála setkat se s jejími dcerami a v jejich přítomnosti „úplně roztála“. Důkazem její náklonnosti k dětem je i skutečnost, že věnovala nemalou částku na dětskou onkologii.

Od roku 1951 se věnovala přípravě učitelů fyziky nejdříve jako externí učitelka metodiky vyučování fyziky na své mateřské fakultě a v letech 1952 – 1959 jako odborná asistentka na katedře fyziky pedagogické fakulty MU (od r. 1954 Vyšší pedagogické školy). V té době jsem jako student fakulty (J. J.) a studentská vědecká síla na katedře fyziky poznal paní doktorku jako přísnou až „pedantskou“ vysokoškolskou učitelku. Později, jako vysokoškolský učitel, jsem s jubilantkou spolupracoval při své publikační činnosti, obdivoval její precizní recenze, diskutoval o problémech fyzikálního vzdělávání i didaktiky fyziky.

V letech 1959 – 1973 pracovala ve Výzkumném ústavu pedagogickém v Praze. Jako vědecká pracovnice a vedoucí kabinetu fyziky vytvořila první pracoviště v ČSR, které se zabývalo výzkumem vyučování fyziky, tvorbou nových učebních osnov a učebnic fyziky pro základní školu i pro školy střední. Jako první v ČSR získala v roce 1966 na MFF UK vědeckou hodnost kandidáta pedagogických věd v novém vědním oboru – teorie vyučování fyziky prací na téma Rozvíjení pojmů hmota, síla, práce a energie v učivu základní a střední školy.

Velkým přínosem dr. Chytilové bylo vypracování nového pojetí výuky fyziky na základní škole, kterému předcházela řada dílčích studií ke zpracování základních okruhů fyziky a velice systematický pedagogický výzkum na mnoha základních školách. Od samého počátku experimentálního ověřování nového pojetí byly základem výuky především žákovské frontální pokusy a samostatná práce žáků. O tom svědčí podrobné metodické příručky s náměty na žákovské pokusy, ale i skutečnost, že pokusné texty pro žáky měly tři části: studijní text, pracovní sešit s úlohami a návody k pokusům a pracovní listy k laboratorním úlohám. Tyto materiály pro žáky se velice osvědčily a je škoda, že narůstající počty žáků po roce 1976 neumožnily z ekonomických důvodů vydávat materiály pro žáky formou pracovních sešitů. Tím se samostatná práce žáků do značné míry potlačila.

V této době byla vědeckou aspirantkou na VÚP u paní doktorky Chytilové spoluautorka medailonku R. K. Na svoji dlouholetou spolupracnici vzpomíná jako na osobnost, která ji hodně naučila, hlavně důkladně promýšlet každou větu a systematicky studovat. Počet těch, které dr. M. Chytilová pozitivně ovlivnila a pomáhala utvářet, je veliký. Patří mezi ně žáci, studenti i učitelé všech typů škol od základní, až po vysoké.

Velmi rozsáhlá je její publikační činnost u nás i v zahraničí, zahrnující práce z fyziky i didaktiky fyziky. Je autorkou několika vysokoškolských skript, metodických příruček pro učitele fyziky, spoluautorkou a koordinátorkou řady učebnic fyziky, zejména pro základní školu. Při práci na učebnicích fyziky úzce spolupracovala s mnoha učiteli škol a ověřovala únosnost obsahu i vhodnost metod výuky. Úspěšně tak spojovala teorii s praxí.

Byla členkou redakčních rad časopisů *Pokroky matematiky*, *fyziky* a *astronomie*, *Rozhledy matematicko-fyzikální*, *Matematika a fyzika ve škole* aj. Ve všech působila jako autorka velkého počtu článků, důkladná, ale konstruktivní recenzentka, shovívavá u začínajících autorů.

Významná byla její aktivní činnost v Jednotě československých matematiků a fyziků. Má významný podíl na vzniku Ústřední pedagogické komise pro fyziku (1959) a též na organizaci řady konferencí k problematice vyučování fyzice zaměřených na modernizaci a zvýšení efektivity vyučování. Účastníci takových akcí si ji pamatují jako velmi aktivní a důslednou účastnici. Byla členkou různých výborů, zejména ve Fyzikální pedagogické sekci a svým vystupováním a náměty pozitivně ovlivňovala fyzikální vzdělávání vůbec.

Má zásluhu též na vzniku, organizaci i úspěších soutěže Fyzikální olympiáda. Od jejího vzniku byla po dobu 28 roků členkou ústředního výboru FO, autorkou i recenzentkou velkého počtu soutěžních úloh a studijních textů. Její zásluhy ocenila JČMF udělením medailí, vyznamenáním 1. stupně za úspěchy v pedagogické práci, udělením čestného členství a řadou dalších ocenění.

Po odchodu do důchodu se v r. 1973 vrátila do Brna, ale zájem o dění ve školství a ve světě neztratila. Pravidelně navštěvovala katedru fyziky PdF MU, sledovala naše i zahraniční časopisy a učebnice a dále publikovala. Pokud jí to zdravotní stav dovozoval, zúčastňovala se seminářů, konferencí a besed věnovaných vyučování fyzice a didaktice fyziky. Pro zdravotní potíže se však už nemohla zúčastnit jubilejní desáté konference DIDFYZ '96, konané v Račkové dolině v r. 1996. Organizátoři a účastníci konference jí vyjádřili úctu a dík tím, že ve sborníku z konference s názvem „Prírodovedné vzdelanie pre 21. storočie“ uvedli „*Venované nestorke českej a slovenskej didaktiky fyziky p. RNDr. Marte Chytilovej, CSc. pri príležitosti jej životného jubilea 1907 – 1997*“.

Závěry společných diskuzí na besedách s paní doktorkou, které jsme vedli až do posledních dnů jejího života, uvádíme jako její odkaz didaktikům fyziky:

1. Ve vzdělávání dětí a mládeže bychom neměli podléhat líbivým tezím, že „škola má pripravovat pro život“ v tom smyslu, abychom učili jen tomu „co potřebují pro dnešek“. Škola má myslet na budoucnost, a proto musí obsah i metody vyučování fyzice mít prognostický charakter.
2. Heslo „škola hrou“ je třeba chápat tak, že výuka má být pro žáky zajímavá, ale škola není divadlo, nýbrž vážná instituce, užitečná pro každého.
3. Fyzika je věda systémová, proto i vyučování fyzice musí mít systém a fyzika by měla zůstat samostatným vyučovacím předmětem.

Literatura

- [1] Janás, J.: K životnímu jubileu RNDr. Marty Chytilové, CSc. MFI, roč. 7, č. 1, s. 60.
- [2] Janás, J.: Vzpomínka na paní dr. Martu Chytilovou. MFI, roč. 8, 1998/99, č. 6, s. 378.
- [3] Fuka, J.: K významnému životnímu jubileu RNDr. Marty Chytilové, CSc. – zasloužilé školské pracovnice. Matematika a fyzika ve škole, roč. 13, 1982/83, s. 424.

Čtyři Feynmanovy úlohy

OLDŘICH LEPIL

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Světově známý fyzik *Richard P. Feynman*, nositel Nobelovy ceny za rok 1965 za objevy v kvantové elektrodynamice, byl nejen jedním z největších fyziků 20. století, ale současně byl i vynikajícím pedagogem a popularizátorem fyziky. V proslulé učebnici *Feynmanovy přednášky z fyziky s řešenými příklady* [1] jsou v kapitole 9 věnované Newtonovým zákonům dynamiky na s. 138 čtyři úlohy, které mají čtenáři sloužit k procvičení metody numerického integrování, autor však neuvádí jejich řešení. Je to snad poprvé, kdy uvedená metoda, označovaná také jako dynamické modelování, byla použita jako didaktický prostředek, který má studentům pomoci pochopit, jak napovídá nadpis podkapitoly 9.5, smysl dynamických rovnic. Feynman tak se svými studenty ještě v době, kdy nebyly běžně k dispozici počítače, řešil některé případy numerické integrace pohybových rovnic např. mechanického oscilátoru nebo pohybu planet jen s pomocí kalkulátoru.

V současnosti je metoda dynamického modelování široce využívána pro studium nejen mechanických pohybů, ale i dějů v elektrických obvodech (viz např. [2]) a v dalších oborech fyziky. Existují také počítačové programy, které didaktické využití dynamických modelů usnadňují. Takovým programem je dříve hojně využívaný program FAMULUS, který však umožňoval jen práci na počítači s operačním systémem MS-DOS. Jiným programem, kterým lze na základě numerického řešení diferenciálních rovnic modelovat nejrůznější fyzikální děje, je program *Interactive Physics* [3]. Tento program umožňuje velmi názorné simulace modelovaných dějů, ale pracuje s předem definovanými objekty a parametry fyzikálních situací, takže uživatel jen pomocí myši model sestaví na displeji počítače, vybere potřebné konstanty, zadá počáteční hodnoty veličin a po spuštění pozoruje probíhající děj.

Tím do jisté míry žákovi uniká podstata modelovaného děje a zejména jeho popis odpovídající pohybovou rovnicí, popř. jinou matematicky vyjádřenou zákonitostí. Didaktickou předností metody dynamického modelování je možnost řešit jednoduchými matematickými postupy i úlohy, jejichž analytické řešení není žákovi známo, nebo je náročné z matematického hle-

diska, a to mu neumožňuje řešit úlohy, byť s jednoduchým zadáním, jaké mají právě zmíněné úlohy z Feynmanovy učebnice.

Abychom mohli přikročit k řešení čtyř Feynmanových úloh, potřebujeme vhodný software, který pracuje pod operačním systémem Windows. Dobře nám může posloužit program Coach5, který je určen především k podpoře fyzikálních experimentů, ale jeho součástí je i program Modelování (*Modeling*), který je pro náš účel velmi vhodný a práce s ním je podobná jako u programu FAMULUS, tzn. nevyžaduje hlubší znalost programování a při vytváření dynamických modelů vystačíme s minimem příkazů, které jsou součástí jazyka Coach. Postačí i demoverze programu Coach5 dostupná na webu [4], která je plně funkční, jen neumožňuje záznam vytvořených modelů. To však lze řešit zkopírováním modelu do záznamníku (součástí menu programu je i operace *Clipboard copy*) a uložením jako textový soubor.

Program Modelování má pro vytvoření modelu dvě okna. V jednom se zapíše podobně jako v programu FAMULUS proměnné, konstanty a počáteční hodnoty a ve druhém okně se zapíše vlastní model, který je u mechanických dějů zpravidla tvořen čtyřmi rovnicemi (podrobněji viz např. [5] nebo [6]): 1. rovnicí pro zrychlení vytvořenou na základě pohybové rovnice pro daný děj, 2. rovnicí pro výpočet polohy (souřadnice) objektu sečtením hodnoty předcházející souřadnice a jejího přírůstku (např. $x_{i+1} = x_i + v_i h$, kde h je tzv. časový krok), 3. rovnicí pro výpočet okamžité rychlosti (např. $v_{i+1} = v_i + ah$), 4. rovnicí pro čas $t_{i+1} = t_i + h$.

Opakovaný výpočet těchto rovnic představuje nejjednodušší, tzv. Eulerovu metodu numerického řešení diferenčních rovnic, jejíž přesnost do značné míry závisí na volbě časového kroku. To si Feynman uvědomoval a navrhl zlepšení Eulerovy metody postupem, který vznikající chybu výpočtu alespoň částečně eliminuje použitím hodnoty rychlosti v čase, který odpovídá polovině časového kroku (podrobněji viz [1], s. 129). Pro naše účely postačí, když zvolíme co nejmenší časový krok. To je ovšem omezeno možnostmi použitého softwaru. Program Modelování v systému Coach umožňuje realizovat maximální počet cyklů výpočtu 16300. To však pro většinu modelů postačuje a při vhodné volbě časového kroku dostaneme vyhovující výsledky.

Přikročme k řešení Feynmanových úloh.

Úloha 1

Závaží zavěšené na pružině je v klidu. Po nárazu zdola se začne pohy-

bovat a v prvním okamžiku je jeho rychlost jednotková. Hmotnost závaží a tuhost pružiny jsou takové, že pohybová rovnice má tvar $\ddot{x} = -x$.

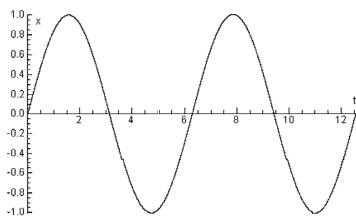
Numerickým integrováním pohybové rovnice najdete maximální výšku, jíž závaží dosáhne.

Řešení:

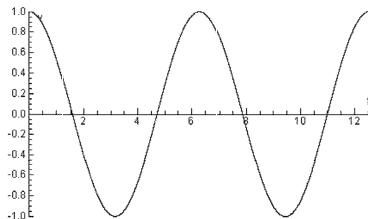
Ze zadání úlohy je zřejmé, že jde o pružinový oscilátor, který kmitá bez tlumení, takže jeho pohybová rovnice by měla tvar $m\ddot{x} = -kx$, kde m je hmotnost závaží a k je tuhost pružiny. Zadání tedy odpovídá případu, kdy $k/m = 1$. Poněvadž je oscilátor uveden do pohybu nárazem zdola (předpokládá se, že osa x je svislá), má počáteční rychlost směr kladné osy x , čili $v_0 = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Maximální výška závaží při kmitavém pohybu bude odpovídat amplitudě kmitů. Model, jak bychom ho vepsali do oken programu Coach, je v tabulce 1.

Tabulka 1

Model	Proměnné, konstanty, počáteční hodnoty
$a = -x$ $x = x + v \cdot h$ $v = v + a \cdot h$ $t = t + h$ if $t \geq 4 \cdot \pi$ then stop endif	$v_0 = 1$ $v = v_0$ $t = 0$ $x = 0$ $h = 0.001$



Obr. 1a



Obr.1b

Maximální výšku závaží odečteme z grafu souřadnice x na obr. 1a: $x_{\max} = 1 \text{ m}$. Na obr. 1b je graf rychlosti. V tomto jednoduchém případě ovšem můžeme amplitudu určit i ze vztahu $a = -\omega^2 x = -x$, ze kterého vyplývá, že $\omega = 1 \text{ s}^{-1}$ a poněvadž $v_0 = v_m = \omega x_m = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, je $x_m = 1 \text{ m}$. Perioda kmitání $T = 2\pi/\omega \approx 6,28 \text{ s}$, což je z grafu dobře patrné.

Úloha 2

Těleso o hmotnosti m se pohybuje přímočaře. Pohyb je bržděn silou úměrnou rychlosti tělesa $F = -kv$. V počátečním okamžiku $t = 0$ bylo $x = 0$ a $v = v_0$. Numerickým integrováním najděte x jako funkci času. Určete dobu $t_{1/2}$, za níž těleso ztratí polovinu své rychlosti, a maximální vzdálenost x_m , kterou projde.

Poznámky:

- Zvolte měřítka času a vzdálenosti tak, aby pohybová rovnice měla jednoduché číselné koeficienty.
- Navrhněte schéma výpočtu, analogické uvedenému v textu přednášek, jež by dávalo dobrou přesnost při poměrně hrubém kroku Δt .
- Na základě úvah o rozměrnosti objasněte, jak $t_{1/2}$ a x_m závisejí na v_0 , k a m . Pohybovou rovnici řešte jen pro jednu vhodnou hodnotu v_0 , např. $v_0 = 1$ (v modifikovaných jednotkách x a t).

Řešení

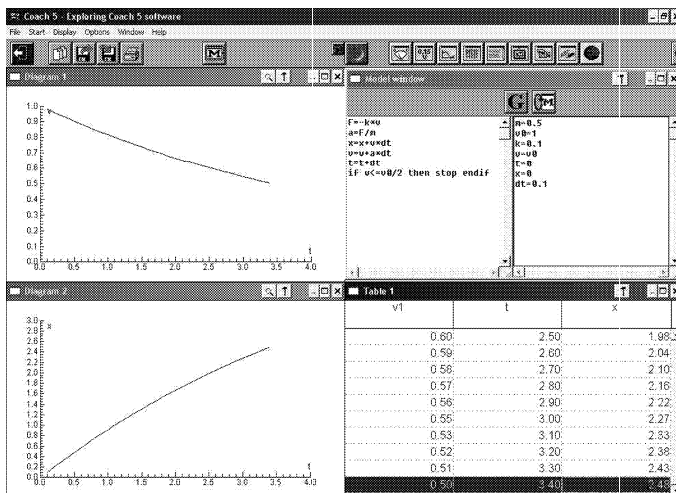
V počátečním okamžiku se těleso pohybuje přímočaře rychlostí v_0 a jediná síla, která na něj působí, je brzdící síla F . Pohybovou rovnici tedy zapíšeme ve tvaru

$$ma = -kv$$

a odtud určíme vztah pro zrychlení, který je výchozí rovnicí dynamického modelu pohybu tělesa. Jeho podoba je v tabulce 2. Zvolené hodnoty veličin m a k jsou v tabulce. Z grafů je patrné, že rychlost tělesa se zmenší na polovinu ($v = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) za dobu $t = 3,4 \text{ s}$ a těleso urazí vzdálenost $x = 2,48 \text{ m}$.

Tabulka 2

Model	Proměnné, konstanty, počáteční hodnoty
$F = -k \cdot v$	$m = 0.5$
$a = F/m$	$v_0 = 1$
$x = x + v \cdot h$	$k = 0.1$
$v = v + a \cdot h$	$v = v_0$
$t = t + h$	$t = 0$
if $v < = v_0/2$ then stop endif	$x = 0$
	$h = 0.1$



Obr. 2

Úloha 3

Nabitá částice se pohybuje v elektrickém a magnetickém poli podle pohybových rovnic

$$\frac{dv_x}{dt} = -2v_y \quad \text{a} \quad \frac{dv_y}{dt} = 1 + 2v_x.$$

Při $t = 0$ je částice v bodě o souřadnicích $(0,0)$ a její rychlost má složky $v_x = 1,00$ a $v_y = 0$. Numerickým integrováním určete druh pohybu částice. Řiďte se poznámkou b) z předchozí úlohy.

Řešení

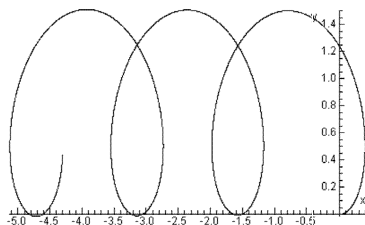
Na částici s kladným nábojem Q v elektrickém poli o intenzitě $\mathbf{E}$ a v magnetickém poli o magnetické indukci $\mathbf{B}$ působí Lorentzova síla, pro kterou platí $\mathbf{F}_L = \mathbf{F}_e + \mathbf{F}_m = Q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$. Z rovnic v zadání úlohy vyplývá, že při pohybu částice v kladném směru osy x na ni působí síla $\mathbf{F}_m$ v kladném směru osy y , což podle Flemingova pravidla levé ruky znamená, že vektor $\mathbf{B}$ magnetické indukce míří za nákretnu. Současně na ni působí stálá elektrická síla $\mathbf{F}_e$, která má směr kladné osy y . Složka v_y rychlosti částice je v počátečním okamžiku nulová, ale její zvětšení znamená vznik síly, jejíž

složka v ose x má záporný směr. Tvar trajektorie částice najdeme pomocí modelu, který je v tabulce 3 a trajektorii znázorňuje graf na obr. 3a. Vidíme, že trajektorie částice znázorněná v rovině Oxy odpovídá pohybu po šroubovici.

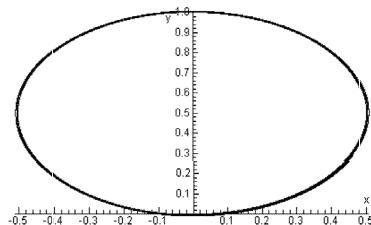
Můžeme si ještě vyzkoušet, jak se částice bude pohybovat v případě, že na ni nepůsobí elektrická síla (druhou rovnici modelu upravíme na tvar $a_y = 2v_x$). Částice se pohybuje po kružnici (obr. 3b, graf je zakreslen nestejným měřítkem na osách). Řešení úlohy je značně citlivé na velikost časového kroku. Již při použití časového kroku $h = 0,001$ je patrné postupné narůstání průměru šroubovice.

Tabulka 3

Model	Proměnné, konstanty, počáteční hodnoty
<pre> ax = -2*vy ay = 1 + 2*vx vx = vx + ax*h vy = vy + ay*h x = x + vx*h y = y + vy*h t = t + h if t>20 then stop endif </pre>	<pre> t = 0 h = 0.001 vx = 1 vy = 0 x = 0 y = 0 </pre>



Obr. 3a



Obr. 3b

Úloha 4

Mina vyletí z hlavně minometu rychlosti 300 m/s pod úhlem 45° k obzoru. Její pohyb je brzděn silou úměrnou třetí mocnině rychlosti ($F =$

$= -kv^3$). Koeficient úměrnosti k je takový, že při rychlosti 300 m/s je síla odporu prostředí dvakrát větší než tíha miny. Metodou numerického integrování najděte přibližnou hodnotu maximální výšky, do níž mina vyletí, a vzdálenost od místa výstřelu k místu, kde dopadne na zem. Výsledky srovnajte s hodnotami, které byste dostali, kdyby nepůsobil odpor vzduchu.

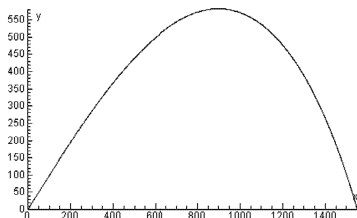
Řešení

Pohyb miny je příkladem pohybu po balistické křivce a pro zobrazení trajektorie je třeba dynamickým modelem určit časové závislosti souřadnic x a y pohybu miny v rovině Oxy . Zadaný úhel je třeba převést na radiány a vypočítat počáteční hodnoty složek rychlosti v_x a v_y . V každém kroku výpočtu pak musíme nově vypočítat rychlost v miny ($v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$) a z podmínky uvedené v zadání určíme velikost koeficientu k

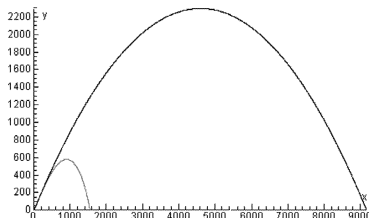
$$k = \frac{2mg}{v_0^3}.$$

Pro numerické řešení úlohy zvolíme $m = 10$ kg.

Odpovídající model je v tabulce 4 a graf balistické křivky je na obr. 4a. Na obr. 4b je tvar trajektorie v případě, že na minu nepůsobí odpor vzduchu. Z grafu, popř. přesněji z tabulky vypočítaných hodnot určíme maximální výšku $y_{\max} = 579$ m a vzdálenost místa dopadu miny $x_{\max} = 1\,551$ m. Pokud by na minu nepůsobila brzdící síla, bylo by $y_{\max} = 2\,295$ m a $x_{\max} = 9\,175$ m.



Obr. 4a



Obr. 4b

Tabulka 4

Model	Proměnné, konstanty, počáteční hodnoty
<pre> v = sqrt(vx^2 + vy^2) ax = -k*vx*v^2 ay = -g - k*vy*v^2 x = x + vx*h y = y + vy*h vx = vx + ax*h vy = vy + ay*h t = t + h if y<0 then stop endif </pre>	<pre> m = 10 g = 9.81 v0 = 300 k = 2*m*g/v0^3 h = 0.01 uhel = 45 alfa = pi/180*uhel vx = v0*cos(alfa) vy = v0*sin(alfa) x = 0 y = 0 t = 0 </pre>

I když je Feynmanova učebnice určena vysokoškolákům, najde zde i středoškolský učitel řadu podnětů, jak učinit výuku fyziky zajímavější. Dynamické modelování fyzikálních dějů k těmto podnětům jistě patří a řešení Feynmanových úloh může být pro žáky dobrou motivací.

Literatura

- [1] *Feynman, R. P. – Leighton, R. B. – Sands, M.*: Feynmanovy přednášky z fyziky s řešenými příklady, Fragment, Praha 2000.
- [2] *Lepil, O.*: Modelování dějů v elektrických obvodech, MFI 10 (2001), č. 10, s. 603.
- [3] *Janeček, P.*: Interactive Physics – moderní nástroj ve výuce fyziky. MFI 14 (2005), č. 7, s. 433.
- [4] <http://www.cma.science.uva.nl/>
- [5] *Šedivý, P.*: Modelování pohybů numerickými metodami. Knihovnička fyzikální olympiády č. 38, Gaudeamus, Hradec Králové 1999.
- [6] *Lepil, O.*: Demonstrujeme kmity netradičně, Prometheus, Praha 1996.

Diskuse k článku K. Bartušky „Pseudovědecké představy o pojmu energie“

LUBOMÍR SODOMKA

Adhesiv, Technická univerzita, Liberec

Úvod

Je zásluhou redakce MFI, že čas od času se objevují v tomto časopise i články přesahující hranice fyziky a zasahující do filosofie a mimofyzikálních oborů a tak posilující význam fyziky. V tomto smyslu je třeba ocenit práce *K. Bartušky*, které se pohybují mezi fyzikou a nefyzikálními disciplínami, jak je uvedeno v jednom z jeho příspěvků „Pseudovědecké představy o pojmu energie“ [1]. V následujícím textu je uvedena diskuse k tomu to příspěvku.

Co je vědecké, nevědecké, paravědecké a pseudovědecké

Věda je uvědomělá lidská činnost sledující experimentálně, teoreticky zákonitosti přírody, lidstva a jeho okolí ověřované praktickou činností. Je skutečností, že nejdále došly v této činnosti fyzika, chemie a biologie, podporované matematikou. I když dosáhly exaktní vědy pozoruhodných výsledků majících dopad na praxi (počítače, Internet, jaderná energie, výlety do kosmu), přesto nebylo dosud vysvětleno velké množství jevů kolem nás, jako jsou piktogramy v polích, některé vrcholové činnosti starých kultur jako je výstavba pyramid, existence kulových blesků, některé otázky životních i posmrtných pochodů a řada dalších jevů, kterým dosavadní vědecké poznatky neskýtají jejich částečný či úplný výklad. Ten se pak stává tajemný a jevy nazýváme paranormální a činnost zabývající se těmito jevy nazýváme paravědou.

Zvolíme-li přístup k výkladu různých jevů, které nás obklopují, a postupy odporující současným poznatkům a zákonům vědy, nazýváme takový přístup pseudovědeckým případně nevědeckým. Podrobnější vysvětlení paravědy, pavědy a pseudovědy najde čtenář např. v [2], [3]. V práci [3] je velké množství tvůrčích myšlenek i odporujících si tvrzení, jak to

bývá téměř v každém článku, zabývajícím se obecnými až filosofickými problémy vědy. Zvláště je třeba zmínit psychotroniku, homeopatii, proutkaření, ufologii a jiné paranormální jevy. Ne vždy může současná fyzika či chemie nebo biologie přinést v současnosti úplné vědecké vysvětlení, neboť jde o vědy málo nebo vůbec ne fyzikálně zkoumané, nebo ještě současně znalosti těchto věd nejsou schopné přispět k jejich výkladu. Je třeba si uvědomit, že i současná fyzika má řadu otevřených problémů, které musí řešit, nehledě na problémy aplikační (informační technologie, biofyzika, kosmologie, jaderná fúze apod.). Jak bylo ukázáno na pojmu energie v [1], vznikají i ve fyzice, jakož i v každé vědě problémy názvoslovné. V některých zvláště jednoduchých případech se nejeví obtížné ukázat, co je vědecké, nevědecké, pseudovědecké (pavědecké) nebo paravědecké, ve většině je to však velmi obtížné.

Jak přistupovat k užívání pojmů síla a energie

Pojmy síla a energie mají vedle obecného významu, významy speciální dané homonymitou těchto pojmů. Např. energie z řeckého *energeia* měla obecný význam jako je hybnost, činnost, uskutečnění [4], či ráznost, důraznost, rozhodnost, schopnost nějakého výkonu [5] a fyzikálně schopnost konat práci, takže je možné užívat těchto pojmů i oborech nefyzikálních. Není proto divu, že tohoto pojmů užívají i jiné obory a vědy. Např. filosofie rozlišuje různé druhy pohybů (rozumí se změn), a to mechanický, fyzikální, chemický, biologický a společenský a jím mohou odpovídat i příslušné síly a energie. Prvním čtyřem pohybům bude odpovídat fyzikální síla a energie ve fyzikálních jednotkách newtonech (N) a joulech (J). Pro společenský pohyb jsou ovšem fyzikální jednotky newton a joule zatím nepoužitelné.

Oba pojmy síla a energie byly v různých významech používány dříve než v 19. století vznikla fyzika v současném slova smyslu, i když fyzikální síla byla definovaná až zákonem síly Newtonem [6]. Jejich semantický význam má i hlediska historická. Co bylo někdy v historii vědecké, může být v současnosti pseudovědecké a naopak. Jako příklad lze uvést *vis vitalis* (životní síla), či energii, které se projevují v pochodech živých soustav či bioenergii, zmiňovanou v [1] a [7].

Objeví-li se nějaký neznámý či nevysvětlitelný jev, je přirozené jeho vzniku přisoudit neznámou sílu či energii. Tak vznikaly síly a energie kromě uváděných v [1] jako jsou ještě božská, duševní, duchovní a další, dále pak kvanta energie myšlenek, myšlení (psychóny) a jejich vyzářování (mentiony [3], [8]), které se mohou uplatňovat např. při hypnóze apod. a těžko

je možné zařadit je mezi pojmy pseudovědecké, ale to je již otázka názoru. Zajímavý je pojem pyramidální energie, která je uváděna v [1]. Ta má způsobovat zvláštní jevy jako je „broušení žiletek“ či uchovávání masa, jsou-li umístěny ve třetinové výšce dutiny tělesa ve tvaru pyramidy. Idea „broušení žiletek“ byla patentována a k těmto účelům byly vyráběny dokonce plastové pyramidy. Do jejich třetiny výšky byly vkládány žiletky s orientací pyramidy sever-jih, tj. ve směru ostří kolmém na magnetické siločáry Země, a to po každém holení a žiletky se mohly prý podle autora patentu používat stále. Vznikl problém, jak eventuálně takový jev lépe označený za zachovávání ostří žiletky, než její broušení, vysvětlit, byl-li popsán jev pravdivý. Po nějakém čase o jev věčné žiletky přestal být zájem.

Na ověření konzervování masa doporučuje autor [1] dát maso do pyramidy a současně nechat položené vedle a je přesvědčen, že konzervační účinky jsou v obou případech stejné. Vzniká otázka, zda autor [1] sám takový pokus provedl. Stačí dát maso do polymerového sáčku a vedle položit maso nechráněné a lze se snadno přesvědčit o různých výsledcích. Ony jsou totiž v obou případech podmínky na první pohled různé právě tak jako v pyramidě. Z toho vyplývá, že než něco prohlásíme za pseudovědu, je třeba to dokázat. Podobně je tomu i s dalšími pojmy energie, které autor [1] považuje za pseudovědecké. Možná, že měl na mysli spíše pojem pseudofyzikální, i když i v tomto případě by byl pojem diskutabilní.

Nesmíme zapomenout, že věda se neustále vyvíjí, a s ní se často mění i obsah pojmů síla a energie.

Jak přistupovat k užívání pojmů síla a energie

Oba pojmy mají, jak bylo uvedeno výše, obecný význam a nelze je vykládat vždy fyzikálně, kde jsou oba pojmy přesně definované, měřitelné a mají své jednotky. Jejich používání nelze vždy označovat jako pseudovědecké, neboť se jako vědecké neprezentují. Zvláště choulostivé je označování za pseudovědecké některé projevy a jevy živých organismů a jejich interakci s okolím jako je levitace, okultismus, astrologie, kde se zdá interakce kosmických jevů a psychikou člověka málo pravděpodobná. Zařazování těchto jevů do pseudovědy je v některých případech předčasné a prozatím mimo dosah fyzikálního výkladu. Jedinou cestou je postupně dokazovat nebo vyvracet tyto jevy experimentálně či teoreticky a shromažďovat důkazy, které existenci takových jevů vyvracejí. Není nutné v případě nejasnosti známkovat takové jevy jako pseudovědecké.

Poněkud zvláštní postavení mají síly a energie jako je božská (boží),

nebo duchovní či duševní energie, o jejichž existencích je možné pochybovat a přesto se budou nadále používat. Jde však o pojmy filosoficko-náboženské.

Z fyzikálního hlediska jsou zajímavé děje kolem spánku, sny a jejich výklad. Z teologických hledisek pak různá zjevení, která jsou popsána v náboženské literatuře. Nejrozšířenější jsou pak zjevení panny Marie. Někdy existující jevy a úkazy jsou vykládány nevědecky např. z existence neidentifikovatelných objektů vznikla celá věda ufologie. Vznikají otázky, kam zařadit takové vědy jako je ufologie, astrologie, psychotronika a další.

Z tohoto hlediska je zajímavé zařazení studené jaderné fúze popsané v roce 1969 *B. S. Ponseem* a *M. Fleishmannem*, která zaujala mnoho laboratoří jaderného výzkumu a rozdělila fyziky na zastánce a protivníky „studené jaderné fúze“. Dnes existuje nepřehledné množství původní literatury o tomto jevu, např. [9] s přijatelnými výklady i experimentálními důkazy. Někdo tento jev zařadí do vědy, jiný do pseudovědy. Jiný příklad: proč létají tažní ptáci na jih. Je možné předložit mimo jiné dva výklady: 1. Činí tak z vůle boží nebo 2. je nutí zachování života létat do příznivějších podmínek za potravou a teplem. Druhý výklad považujeme za vědecký, první za teologický (pseudovědecký). Další příklad: Jak vyložit život a jeho projevy. I když otázkami života se v podrobnostech zabývá bi-fyzika, biochemie, biologie a medicína, zůstává ještě řada otázek v tomto oboru otevřených a dá se říci i záhadných. Zdá se však, že nejpravděpodobněji budou všechny životní pochody v budoucnosti vyloženy na základě elektromagnetické interakce, což je výklad vědecký. Ostatní pak můžeme považovat za nevědecké.

Zhodnocení a závěr

Je skutečností, že moderní fyzika se stala základem všech věd přírodních i technických. Její rozsah sahá od kosmických měřítek, až po měřítka sub-jaderná. Zavedla do vědy měření definováním jednotek všech zavedených veličin, měřicích metod i nutnost teoretického výkladu s použitím matematiky a jako kritérium správnosti užívá aplikace a praktické důsledky. To utváří fyziku jako vědu exaktní. Stala se také základem moderní filosofie. I když se různé vědy rozvíjely nezávisle, postupně se spojují ve velký interdisciplinární celek fyzikálně technických věd, které pak tvoří základy rozvoje společnosti. Byly doby, že vědou všech věd byla teologie. Ta ztratila zákonitě své prvenství v osvícenství a na její místo nastoupily vědy přírodní, které svou vládu již nikdy neztratí a budou zvláště v 21. století

vládnout všem vědám včele s fyzikou. V tomto směru je nutné vychovávat studenty k oblibě fyziky a při účtě i k vědám ostatním.

K další diskusi na téma vědecké, nevědecké, paravědecké, pseudovědecké je možné doporučit četbu článku [3].

L i t e r a t u r a

- [1] *Bartuška, K.*: Pseudovědecké představy o pojmu energie. MFI 15 (2005), č. 1, s. 21.
- [2] Para-science. <http://www.parascience.org.uk/>
- [3] *Patrovský, V.*: Co je věda, pavěda a pseudověda.
http://www.revprirody.cz/data/1105/veda_paveda.htm
- [4] Slovník cizích slov pro nové století. Dialog, Litvínov, 2004, s. 103.
- [5] *Rejman, L.*: Slovník cizích slov. SPN, Praha 1966.
- [6] *Úlehla, I.*: Fyzika a filosofie. SPN Praha 1989, s. 62: Newton, I.: Philosophiae naturalis principia mathematica. Julii 5. Londini 1686
- [7] *Koštář, J.*: Biochemie, známá i neznámá. Avicenum Praha 1980, s. 80.
- [8] *Vacek, K., Nauš, J.*: Vybrané partie z fyziky pro biology, Academia Praha 1986, s. 104.
- [9] *Derjagin, B. V. et al.*: Mechanoemission of neurons from deuterated materials. 25th Eu. Conference EWGAE 2002, volume I, p. I/149. Prague, september 2002.

Akce Fyzikální pedagogické společnosti JČMF ve 2. pololetí 2007

1. Veletrh nápadů učitelů fyziky XII

MFF UK Praha, 27. – 29. srpna 2007

kontakt: leos.dvorak@mff.cuni.cz

2. Konference „20 let Turnaje mladých fyziků“

PdF UHK, 10. – 13. září 2007

kontakt: zdenek.kluiber@email.cz

3. Padesát let didaktiky fyziky v České republice

PdF MU Brno, 13. – 14. září 2007

kontakt: janasa@ped.muni.cz

4. Projektová výuka fyziky ve ŠVP základního vzdělávání

Vlachovice, 17. – 20. 10. 2007

kontakt: piskac@jaroska.cz

Další informace o plánovaných akcích:

<http://www.kfy.vslib.cz/fps/aktivita.htm>