L. Dvořák; A. Hladík; E. Svoboda; J. Bičák; J. Kvasnica; J. Langer; Vladimír Balek; J. Pišút; V. Černý

Výklad by měl být především fyzikálně správný (k článku B.Vybírala "K některým didaktickým problémům speciální teorie relativity")

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 31 (1986), No. 1, 52--54

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/138101

vyučování

MEZINÁRODNÍ MATEMATICKÁ SOUTĚŽ ISTAM '85

Oldřich Kowalski, David Preiss, Praha

Na velikonoční sobotu 6. 4. 1985 se uskutečnil v Bělehradě 15. ročník mezinárodní soutěže vysokoškoláků ISTAM. Jak v následujících dnech informovala čs. televize i rozhlas, skončila soutěž po delší přestávce opět významných úspěchem studentů matematicko-fyzikální fakulty v Praze. Jedno ze dvou tříčlenných družstev MFF UK ve složení I. Kříž, J. Sgall a J. Witzany se umístilo na prvním místě mezi 15 družstvy (našimi soupeři byli vysokoškoláci z Jugoslávie, NDR a Nizozemí). V soutěži jednotlivců zvítězil v kategorii studentů 1.–2. ročníků J. Witzany; J. Sgall se umístil na druhém místě (z celkem 35 soutěžících). Posluchač J. Matoušek získal druhé místo v kategorii studentů 3.–5. ročníků. Výborný výkon podal také náš student M. Engliš, kterému některé z předních míst ve vyšší kategorii uniklo jen vlivem nepříznivých okolností: tematika funkcí komplexní proměnné, ve které soutěžil, nebyla organizátory dostatečně zajištěna a úlohy předložené k řešení byly problematické.

Úspěch našich vysokoškoláků je cenný, i když tentokrát na soutěži chyběla některá silná družstva, například z Maďarska.

Pro zájemce uvádíme znění úloh z 1. kategorie soutěže – pro posluchače 1. a 2. ročníků univerzit:

1. Nechť A je kompaktní konvexní množina v R^n a nechť f je nezáporná spojitá konkávní funkce na A. Dokažte, že

$$\int_A f(x)\,dx \geqq \frac{\sup f}{n+1}\int_A dx\,.$$

2. Jaký největší počet ostrých lokálních minim může mít funkce

$$f(x, y) = \alpha(x + y) + \\ + \beta(x^2 + y^2) + \gamma xy - e^{x^2+y^2}$$

(kde $\alpha, \beta, \gamma \in R$ jsou konstanty) na čtverci $(0,1) \times (0,1)$?

3. Buď $\{a_n\}$ libovolná posloupnost reálných čísel. Dokažte, že posloupnost $\{a_n - \sum_{k=1}^{n} a_k^2/k\}$ nemá limitu $+\infty$.

4. Buď $a \in Z$, $|a| > 1$. Nalezněte všechna reálná čísla x, pro která existuje limita $\lim_{n\to\infty} \cos(a^n x)$.

VÝKLAD BY MĚL BÝT PŘEDEVŠÍM FYZIKÁLNĚ SPRÁVNÝ

(K článku B. Vybírala „*K některým didaktickým problémům speciální teorie relativity*“.)

L. Dvořák, A. Hladík, E. Svoboda
Katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze,
J. Bičák, J. Kvasnica, J. Langer
Katedra matematické fyziky MFF UK v Praze,
V. Balek, J. Pišút
Katedra teoretickej fyziky MFF UK v Bratislave
V. Černý
Ústav fyziky a biofyziky UK v Bratislave

V článku [1] navrhuje B. Vybíral „megafyzikální pojetí teorie relativity“ jako perspektivní výklad teorie relativity vhodný už pro střední školy. Demonstruje to na odvození vztahu $m = m(v)$ a několika dalších vztahů z předpokladů o charakteru gravitačního pole vesmíru jako celku a ze vztahů klasické (newtonovské) mechaniky.

Předpoklady o charakteru gravitačního pole vesmíru, z nichž vychází, jsou ovšem v rozporu s obecnou teorií relativity (která je dnes uznávanou relativistickou teorií gravitace) a s výsledky relativistické kosmologie; s pojmem gravitačního potenciálu autor zachází způsobem, který není adekvátní klasické mechanice (jíž sám dále užívá) a především: v klíčovém odvození (které je základem všech dalších) je zjevná fyzikální chyba!

Přistupme k ilustraci výše uvedených námitek. Nejprve několik slov k obecnějším otázkám.

Autor sám uvádí ([1], str. 40): „Rozhodně by však nebylo správné popisovat gravitační pole vesmíru užitím Newtonovy teorie gravitace v eukleidovském prostoru.“ Přesto však dále s řadou výsledků této teorie pracuje: gravitační pole vesmíru popisuje pomocí jediného skalárního potenciálu φ_* a uvažuje o intenzitě gravitačního pole — vše v globálním inerciálním systému, který však samozřejmě eukleidovskou geometrii předpokládá. Existenci globálního inerciálního systému autor prostě bere jako danou. (Obecná teorie relativity popisuje gravitační pole pomocí deseti potenciálů, jimiž jsou složky metrického tenzoru. Existence skutečného gravitačního pole znamená zakřivení prostoročasu a v takovém prostoročasu samozřejmě nelze zavést globální inerciální systém.)

Nyní se obraťme k základním chybám, jichž se autor dopouští v rámci klasické (newtonovské) fyziky.

V klasické mechanice je potenciál určen až na konstantu (stejně jako potenciální energie); přičtením libovolné konstanty k potenciálu se fyzikálně nic nemění. Případy gravitačního potenciálu rovného konstantě a potenciálu rovného nule jsou tedy zcela ekvivalentní. To, že autorovi vychází hodnota φ_* fyzikálně významná, je dáno chybou v jeho odvození, kterou rozebereme podrobněji.

Zmíněnou zásadní fyzikální chybu obsahuje autorovo odvození vztahu pro $m = m(v)$ (autorův vztah (11), $m = \ldots = m_0/\sqrt{(1 - v^2/c_*^2)}$). (A právě toto odvození je v daném přístupu klíčové.) Celková energie částice v potenciálu uvažovaném autorem je $E_{celk} = E_k + E_*$. Autorův vztah (5), $E_k + E_* =$ konst., tvrdí, že v důsledku zákona zachování mechanické energie je E_{celk} konstantní. Následující vztah (6) $\boldsymbol{F} = d\boldsymbol{p}/dt$ spojuje změnu hybnosti se silou $\boldsymbol{F}$ působící na tuto částici; dále se diskutuje práce této síly. Položme si otázku, kterou si autor neklade: Jakého původu je síla $\boldsymbol{F}$? Jsou pouze dvě možnosti:

1. *Síla* $\boldsymbol{F}$ *je silou, kterou na částici působí gravitační pole popsané potenciálem* φ_*. Protože však intenzita tohoto gravitačního pole je nulová (jak autor uvádí na str. 41), je $\boldsymbol{F} = 0$. Pak ovšem z autorova vztahu (6) ($\boldsymbol{F} = d\boldsymbol{p}/dt$) plyne $\boldsymbol{p} =$ konst. a z jeho vztahů (7)–(9) dále $m =$ konst., takže *vztah* (10), $p\,dp = -\varphi_* m\,dm$, *je triviální rovností* $0 = 0$, *z níž nelze dále nic odvodit* — tedy ani vztah (11).

2. *Síla* $\boldsymbol{F}$ *je jiná síla než síla daná gravitačním polem vesmíru* (popsaném potenciálem φ_* — jen v tom případě se částice může urychlovat). Tato síla koná na částici práci (autorem vyjádřenou na pravé straně jeho vztahu (7), $dE_k = \ldots = v\,dp$). To ovšem znamená, že *celková energie částice* E_{celk} *se nutně mění*, nemá-li být porušen zákon zachování energie. (V E_{celk} není zahrnuta po-

tenciální energie částice v poli síly F.) Autorův vztah (5) tedy v tomto případě neplatí, a *neplatí proto ani jeho důsledek* (8) (tj. $dE_k = -dE_*$), *z něhož autor dále vychází. Celé odvození je tedy rovněž neplatné.*

Z uvedeného je zřejmé, že odvození propagované B. Vybíralem je fyzikálně nesprávné. (Nic jiného ostatně ani nelze čekat, vychází-li pouze z klasické Newtonovy mechaniky, tedy teorie, která není invariantní vůči Lorentzovým transformacím, a chce dojít ke vztahům speciální teorie relativity.)

I proti dalšímu autorovu textu lze vznést řadu námitek. Například vztah (19), $m^2(u^2 + \varphi_*) = m'^2(u'^2 + \varphi_*)$, autor odvodil jako rovnost výrazů, jejichž veličiny se vztahují k různým okamžikům pohybu částice; veličiny se přitom vztahují k *jediné* inerciální soustavě souřadnic. Již v následující větě však bez jakéhokoli zdůvodnění uvažuje u a u' jako rychlosti částice vůči dvěma *různým* inerciálním soustavám (v témže okamžiku).

I z metodického hlediska lze mít k autorovu výkladu námitky. Zmiňme se alespoň o dvou z nich.

Autorovo odvození vztahu (11) pro $m = m(v)$ (pomineme-li fakt, že je špatně) vůbec nevyžaduje užití speciálního principu relativity. Zdůrazňování role vesmíru a jeho gravitačního pole může vést k tomu, že studenti budou vědomě či podvědomě preferovat soustavu souřadnic, která je „vůči vesmíru" v klidu. Základní fyzikální aspekt speciální teorie relativity, tj. princip relativity, se tak zcela zakrývá.

Před svým vztahem (5) autor nazývá celkovou energií součet kinetické a potenciální energie $E_k + E_*$ (kde $E_* = -mc_*^2$). Při odvozování vztahu (15) ($E = mc_*^2$) ovšem celkovou energií nazývá součet $E_k + m_0c_*^2$; studenti sotva pochopí, proč se v tomto případě potenciální energie do celkové nezapočítává.

Přednosti daného způsobu výkladu speciální teorie relativity uváděné B. Vybíralem se tedy při bližším pohledu zcela rozplývají. Rozhodující je skutečnost, že žádnými didaktickými přednostmi nelze ospravedlnit výklad, který je zásadně fyzikálně špatně. Vybíralův postup lze tedy označit za vysloveně nebezpečný, neboť by studenty učil „odvození", které ke správnému výsledku vede právě jen díky chybám a nesprávnému použití základních fyzikálních pojmů.*)

Literatura

[1] VYBÍRAL, B.; *K některým didaktickým problémům speciální teorie relativity.* Pokroky MFA *30* (1985), č. 1, 39—45.

[2] VYBÍRAL, B.; *O teorii relativity trochu jinak I—II.* Rozhledy MF *63* (1984/85), č. 7, 308—312, č. 8, 357—361.

[3] VYBÍRAL, B.; *Fyzikální pole z hlediska teorie relativity.* SPN, Praha 1976; upravené a rozšířené slovenské znění: SPN, Bratislava 1980.

*) Z tohoto hlediska je zvláště politováníhodné, že daný přístup k didaktice teorie relativity byl publikován i v časopise Rozhledy matematicko-fyzikální [2], určeném převážně studentům. Doufáme, že redakce Rozhledů uvede brzy věci na pravou míru a pokusí se zmírnit dezinformaci studentů středních škol, kterou způsobila. Rovněž pouze s politováním lze konstatovat, že zmíněný chybný výklad již pronikl i do knižní literatury (např. [3]).