Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Jaroslav Sommer

Programovaná výuka ve fyzice na vysokých školách

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 23 (1978), No. 2, 96--102

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/139648

$$\tfrac{1}{6}(a^2 + 4ab - b^2) \leqq E(UV) \leqq$$
$$\leqq \tfrac{1}{3}(a^2 - ab + b^2)\,.$$

b) Nechť X_n a Y_n jsou náhodné veličiny, rovnoměrně rozdělené na intervalu $\langle 0, n\rangle$, které jsou definovány na stejném pravděpodobnostním prostoru. Nechť platí

$$X_n^{-1}(\langle m - 1, m\rangle) = Y_n^{-1}(\langle m - 1, m\rangle)\,,$$
$$m = 1, \ldots, n\,.$$

Dokažte, že pro korelační koeficient ϱ_n mezi X_n a Y_n platí nerovnost $1 - 2/n^2 \leqq \leqq \varrho_n$.

Vyšší algebra:

1. Nechť $(G, +)$ je Abelova grupa, jejíž každý element má řád 2 (tj. $x + x = 0$). Rozhodněte, zda lze na G definovat operaci násobení tak, aby $(G, +, .)$ byl Booleův okruh (tj. okruh s jednotkou, v němž $x^2 = x$).

2. Rozhodněte, zda platí: na množině celých čísel lze definovat násobení pomocí sčítání, odčítání a umocňování na libovolný lichý exponent (tj. existuje výraz $t(x, y, +, -, {}^3, {}^5, \ldots)$ tak, že $x \,.\, y = t(x, y, +, -, {}^3, {}^5, \ldots)$).

Geometrie:

1. V rovině π jsou dány dva shodné, opačně orientované trojúhelníky ABC a $A'B'C'$. Dokažte s použitím pouze axiómů absolutní geometrie, že středy P, Q, R úseček AA', BB', CC' leží na jedné přímce.

2. V prostorové geometrii Lobačevského dokažte, že každé dvě mimoběžky mají jedinou společnou příčku, která je k oběma kolmá.

Programování:

Text úloh není k dispozici.

Programovaná výuka ve fyzice na vysokých školách

Jaroslav Sommer, Ostrava

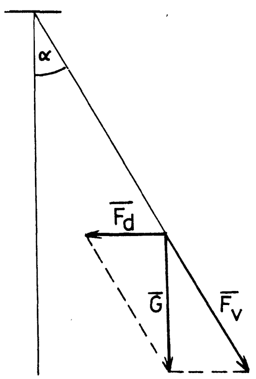
Programovaná výuka ([1] až [4]) tvoří dnes vědní úsek, jehož permanentní rozvoj se dá sledovat v příslušných odborných časopisech, jako např. u nás snadno dostupné *Programmirovannoje obučenije* nebo *Programmiertes Lernen, Unterrichtstechnologie und Unterrichtsforschung*. A přestože se teorie programovaného vyučování rozrůstá do šířky i do hloubky ([5] až [8]), prosazuje se praktické uplatnění této metody jen velmi zvolna. Obtížnost a časová náročnost odrazují většinu autorů od tvorby programovaných učebnic. Zvláště na VŠ stále převládá mezi pedagogy názor, že metody programované výuky se zde nemohou dobře uplatnit, protože studované problémy jsou příliš složité. Alespoň mezi fyziky tento názor naprosto převládá. Zatímco středoškolských programovaných učebnic byla již vydána celá řada, programované vysokoškolské učebnice se objevují jen ojediněle v některých oborech fyziky. Na řadě VŠ v SSSR (Moskva, Kyjev, Vladimir) jsou v poslední době každoročně vydávány sborníky prací z programované výuky, ale jen na úrovni středoškolské fyziky.

Poněkud jiná je situace ve cvičení z fyziky na VŠ. Dnes již řada vysokoškolských pedagogů zastává názor, že zvláště v seminárním cvičení ze základů fyziky mohla by se programovaná výuka dobře uplatnit. Toto cvičení má za úkol [9] naučit posluchače v prvé řadě samostatně řešit problémy zadávané ve formě úloh z fyziky, a protože algoritmus řešení každé takové úlohy je znám, nemělo by vypracování výukového algoritmu ([5], [9]) představovat žádný zvláštní problém. To je ovšem pravda jen tehdy, pokud jde o nalezení výukového algoritmu pro řešení úlohy, ve které se uplatňují veličiny a vztahy, o kterých se ví, že jsou studentům známé a rozumí jim, jinými slovy, pokud je jisté, že operace uplatňované ve výukovém algoritmu jsou pro všechny studující elementárními operacemi. Při studiu základů fyziky na VŠ týká se to např. jednoduchých úloh z kinematiky bodu, hydrostatiky, teplotní roztažnosti apod. Jakmile však máme najít výukový algoritmus pro řešení úlohy, ve které se má student naučit uplatňovat kterýkoli z fyzikálních principů, stává se problém značně složitějším.

Je velmi dobře známo, s jakými obtížemi se setkáváme při výuce fyzikálním principům. Má-li student při zkoušce z fyziky mluvit např. o principech dynamiky, ukazuje se, že i velmi dobrý student dovede tyto principy jen formulovat, ale není schopen žádného samostatného komentáře. Musíme se spokojit s tím, že dovede principy dynamiky správně aplikovat. Ostatně při výuce základům fyziky, a to zvláště na VŠT, je naším prvořadým úkolem vypěstovat ve studentech schopnost správně aplikovat fyzikální zákony při řešení zadaných problémů. Tato schopnost se pak má vytvářet a rozvíjet v prvé řadě v seminárním cvičení.

Nemůžeme ovšem zastírat, že v současné době používaná metoda vedení seminárního cvičení s jedním posluchačem u tabule není příliš účinná. Při zkouškách z fyziky jsme nuceni konstatovat, že ani průměrní studenti nedovedou fyzikální principy při řešení úloh samostatně uplatňovat, a stálo by za to zjistit, kolik studentů po absolvování 1. ročníku studia na VŠT nedovede řešit pohyb tělesa na nakloněné rovině, na pružném vlákně, v odporujícím prostředí apod. Jejich počet je značně vysoký a příčinou nezdaru při řešení těchto úloh je právě nedostatečná znalost principů dynamiky. Uvedená skutečnost potvrzuje, že seminární cvičení z tohoto hlediska nesplnilo svůj úkol a podle mého soudu existují dvě příčiny tohoto neúspěchu.

Obr. 1.



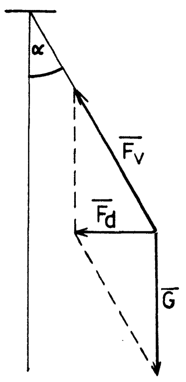
Nepochybuji, že v seminárním cvičení byly všechny uvedené úlohy pečlivě probrány. Přesto si student postup řešení nevštípil v paměť, protože nenašel řešení úlohy samostatně. Vedoucí cvičení má možnost přivést k samostatnému řešení úlohy prakticky jen toho posluchače, který právě pracuje u tabule. Ostatní, snad až na velmi nadané studenty, přijímají hotové řešení. Druhou příčinou pak je to, že vedoucí cvičení ve snaze probrat větší počet úloh vede studenta k použití operací, které pro něho v daném okamžiku nejsou elementárními. Student se tak naučí jakémusi algoritmu řešení dané úlohy, který rychle zapomene, protože mu neporozuměl. Vezměme jako příklad kónické kyvadlo. Studenti obvykle uvažují takto: Z obr. 1 je zřejmé, že na hmotný bod v tomto případě působí tíhová síla $G = mg$ a síla dostředivá $F_d = mv^2/R$ (někdy také odstředivá síla). Protože vlákno může být jen napínáno (tangenciální složka výslednice by způsobila změnu úhlu alfa), dostáváme ihned ze silového rovnoběžníku správnou podmínku ustáleného kruhového pohybu. Takový postup řešení je ovšem zcela chybný. Aby se mu předešlo, je nezbytné věnovat v seminárním cvičení úlohám tohoto typu mnohem více pozornosti a času. Je třeba vést studenty k tomu, aby se naučili správně aplikovat 2. Newtonův zákon a aby si prohloubili znalosti o vazebných silách. Tyto znalosti bývají velmi mlhavé. Při řešení si má student v prvé řadě ujasnit, zda bude postupovat na základě využití 2. Newtonova zákona, nebo na základě D'Alembertova principu. V prvním případě musí rozpoznat tyto podmínky řešení:

A) pohyb je rovnoměrný
B) rovina dráhy je vodorovná
C) na bod působí dvě síly, tíhová síla $\bar{G}$ a vazebná síla $\bar{F}_v$.

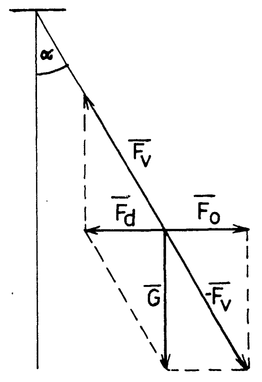
Jako první krok řešení je třeba zjistit, zda studentovi je zřejmé, že z podmínky A plyne, že bod nemá tangenciální složku zrychlení. Není-li tomu tak, je třeba učinit opatření, aby dohnal zameškané znalosti z kinematiky bodu. Ve druhém kroku řešeni musí pochopit, že zrychlení bodu míří do středu kruhové dráhy. Dále musí sám přijít na to, že z 2. Newtonova zákona plyne, že síla dostředivá $F_d = ma = mv^2/R$ je zde silou výslednou, a že proto musí na bod vedle tíhové síly působit ještě vlákno tahovou silou, která je silou vazebnou. Její směr a velikost musí být takové, aby spolu s tíhovou silou vytvářely právě výslednou sílu, jak je to naznačeno na obr. 2. Ze silového obrazce na obr. 2 dostáváme pak správně podmínku kruhového pohybu.

Při řešení této úlohy na základě D'Alembertova principu jsou podmínky řešení stejné, je však třeba do silového obrazce nakreslit záporně vzatou výslednou sílu, tj. sílu $\bar{F}_0$. A protože součet tíhové síly, vazebné síly $\bar{F}_v$ a záporně vzaté výslednice je nulový, musí být součet tíhové síly a síly $\bar{F}_0$ roven záporně vzaté vazebné síle $-\bar{F}_v$ podle obr. 3, který opět vede k správnému znění podmínky pro kruhový pohyb kyvadla.

Obr. 2.



Obr. 3.



Z příkladů podobných uvedenému kónickému kyvadlu je zřejmé, že výukový algoritmus, na základě kterého má student získat schopnost samostatně řešit úlohy, ve kterých se aplikují principy dynamiky, je metodou, která vytváří a zpevňuje tyto schopnosti:

1. Prohloubení znalosti, že síla je projevem interakce mezi dvěma tělesy.
2. Zpevnění schopnosti rozpoznat, která okolní tělesa na daný hmotný bod působí.
3. Schopnost určit druhy těchto sil.
4. Schopnost najít výslednici těchto sil.
5. Schopnost aplikovat 2. Newtonův zákon.
6. Zpevnění schopnosti využít znalostí z matematiky k řešení daného problému.

Při sestavování výukového algoritmu je třeba mít na zřeteli, že některé operace, které by měly být pro studenta v tomto stádiu elementárními, jimi ve skutečnosti nejsou, a že student pravděpodobně má některé mylné nebo nedostatečné představy o probíraných jevech. Při aplikacích principů dynamiky se nejčastěji setkáváme s těmito případy:

1. Studentovi není zcela jasný III. princip dynamiky a při skládání sil zamění některou reakci a akci.
2. Není mu jasný pojem interakce a je s to zavést v inerciální vztažné soustavě sílu, která není vyvolána žádným tělesem.
3. Zvlášť častý je případ neznalosti vazebné síly.
4. Neví, že II. princip dynamiky se vztahuje k výslednici působících sil.
5. Nezná D'Alembertův princip.
6. Nedovede při řešení úlohy aplikovat matematické znalosti.

Jak známo, existuje velmi mnoho výukových algoritmů pro řešení každého problému. Pro aplikace principů dynamiky na řešení pohybu hmotného bodu je pravděpodobně optimálním algoritmem ten, na základě kterého student sám pochopí nezbytnost každé operace při řešení daného problému. Do rámce tohoto algoritmu musí pak být zahrnuty operace, pomocí kterých lze poznat, které z vyžadovaných operací při řešení úlohy jsou pro studenta elementárními, dále operace, kterými se zjistí a vyvrátí mylné názory a představy, a konečně operace, kterými se uskutečňují nápovědi, a to jen ve formě elementárních operací. Je zřejmé, že při klasickém způsobu vedení cvičení se dá těmto podmínkám vyhovět jen u toho posluchače, který právě pracuje u tabule, u ostatních studentů nemohou být splněny. Takový výukový algoritmus se dá uplatnit jen při individuálním přístupu k posluchačům a ve cvičení se dá nejlépe uskutečnit pomocí programované výuky. Přitom by se mohlo zdát, že napsat program pro řešení úlohy typu stanovení podmínky kruhového pohybu pro kónické kyvadlo nemůže být žádným obtížným úkolem. Ale není tomu tak. Při aplikaci psaných programů (a v současné době je možné bez obtíží používat jen tuto formu) lze při zjišťování znalostí základních fyzikálních zákonů dávat jen otázky s volenou odpovědí. V tom případě však student nutně získává tak obsáhlou nápověď, že se znemožňuje další vedení programem jen pomocí elementárních operací. Bylo by to možné jen zavedením numerických výpočtů, které nepříjemně prodlužují program a práci s ním. Budu se dál zabývat jen metodou, která při vedení seminárního cvičení využívá samočinný počítač a která umožňuje provádět kontrolu znalostí i představ pomocí instrukcí, na které se vyžaduje nepříliš složitě tvořená odpověď. Po technické stránce je dnes realizace takového postupu zcela perspektivní. V současné době se vyrábějí samočinné počítače střední velikosti pro pedagogické účely, na které je možno napojit 20 až 25 terminalů opatřených obrazovkou a klávesnicí až do vzdálenosti 100 km, jako např. Siemens 4005/45, jehož bylo použito na augsburgském gymnáziu při pokusném zavedení systému LIDIA (vyučování dialogem) ([10], [11]). Ale ani v tomto případě není situace nijak růžová. Jednak vzhledem k omezené kapacitě paměti samočinného počítače stroj není schopen kontrolovat správnost tvořené odpovědi, je-li ji možno uskutečnit větším počtem správných formulací. A za druhé zatím není nalezena metoda, která by dovolovala kontrolovat správnost náčrtku, např. silového obrazce. Pokusím se ukázat obtíže, se kterými je nutno počítat, na vzpomenutém řešení pohybu tělesa na nakloněné rovině.

Pro vedení studenta programem je třeba zjistit úroveň jeho znalostí, jinými slovy, které operace jsou pro něho při řešení této úlohy elementárními. Je tedy třeba zjistit, zda:

1. dovede provést rozklad tíhové síly na složku rovnoběžnou s nakloněnou rovinou a na složku normálovou,
2. umí určit směr a velikost síly tření,
3. rozumí dostatečně pojmu vazebná síla,
4. rozpozná právě ty síly, které na dané těleso působí,
5. dovede nakreslit diagram působících sil,
6. dovede aplikovat 2. Newtonův zákon,
7. je s to provést matematické řešení úlohy.

Otázky ovšem nemohou být zařazeny do programu v té formě, jak byly shora uvedeny. Odpověď na tyto otázky poznáme z reakcí na instrukce, které je třeba zařazovat do programu s maximálním využíváním zkušeností z pedagogické praxe. Jestliže např. zařadíme jako první instrukci do programu: „Napiš obecný výraz pro zrychlení tělesa na dané nakloněné rovině se započítáním tření!“ a reakce studujícího se realizuje zápisem: A = G * (SIN(ALFA) – F * COS(ALFA))*), dá se takřka s jistotou předpokládat, že by studující mohl kladně odpovědět na všech sedm shora uvedených otázek. Následující instrukcí v programu může tedy být pokyn k matematickému řešení úlohy. Jestliže však student na první instrukci reagoval chybně nebo odpověděl znakem neumím-nevím, je třeba zjistit, která z uvedených schopností mu chybí, aby mohl být dále veden programem. Formulace těchto instrukcí nebo otázek pak patří mezi nejobtížnější části celého programu. V našem pokusném programu jsme další postup zvolili tak, že jsme do programu zařadili otázku s volenou odpovědí: „Kolik sil na těleso na nakloněné rovině působí?“

Jako alternativní odpovědi byly uvedeny: a) 2, b) 3, c) 4, d) nevím. Při odpovědi „2“ je zřejmé, že student buď problému vůbec nerozumí, nebo spíše, že úlohu nebere vážně. Dalším krokem, právě tak jako při odpovědi „nevím“ je nezbytné vysvětlení. Při odpovědi „3“ je třeba dále zkoumat, zda pod těmito třemi silami vskutku rozumí tíhu, tření a vazebnou sílu, anebo zda ho k této odpovědi vedla mylná představa. Často se setkáváme s takovým případem, kdy student nepochopil nebo zapomněl, že těleso je uváděno do pohybu na nakloněné rovině složkou tíhy, a zavede jakousi sílu *F* působící podél nakloněné roviny, aniž by o této síle měl nějakou určitější představu. V tom případě se dá oprávněně předpokládat, že takový student vůbec nezná pojem vazebné síly, a bude-li následující instrukce tento pojem obsahovat, nemůže se tato instrukce stát nápovědí, která by se vymykala z rámce elementárních operací. Proto jsme zařadili po odpovědi „3“ otázku s volenou odpovědí: „Která z dále uvedených trojic sil na toto těleso působí?“ Alternativní odpovědi pak jsou:

a) tíhová síla, třecí síla, pohybová síla,
b) tíhová síla, třecí síla, vazebná síla,
c) jiná trojice sil,
d) nevím.

Při odpovědích a), c) nebo d) musí následovat nezbytná vysvětlení. Při odpovědi b) je pak nutné se přesvědčit, zda student při odpovědi nehádal. Zjistit tuto okolnost je opět velmi obtížné. Protože program nesmí být příliš rozsáhlý, spokojili jsme se se zařazením otázky: „Jaký je směr vazebné síly?“ Při odpovědi kolmo nad nakloněnou rovinu je student veden dále programem, při jiné odpovědi vrácen zpět.

---

*) Klávesnice samočinného počítače neobsahuje ani malá, ani řecká písmena a je nutno použít algolové formy zápisu.

Podobným způsobem byly zpracovány cesty programem při odpovědi, že na těleso působí čtyři síly. Počítali jsme s tím, že student může úlohu řešit pomocí D'Alembertova principu a odpor setrvačnosti chápat jako čtvrtou sílu působící na těleso. V programu se pak kontroluje, zda student chápe, že odpor setrvačnosti není silou působící na těleso, ale reakcí na výslednici.

Domnívám se, že z uvedených příkladů je zřejmé, s jakými obtížemi se setkáváme při konstrukci výukového algoritmu pro řešení úloh ze základů fyziky a jak je i tato na první pohled velmi jednoduchá práce časově náročná. Zřejmě právě tato okolnost způsobila, že dosud nebyl realizován pokus o vedení seminárního cvičení samočinným počítačem na žádné vysoké škole. Na katedře fyziky VŠB byla v r. 1973 až 1975 zkoumána účinnost psaných programů v seminárním cvičení [14]. V tomto roce se konaly pokusy s vedením posluchačů při řešení fyzikálních úloh pomocí samočinného počítače. V našich podmínkách to bylo ovšem možné realizovat jen s jedním posluchačem přímo ve výpočetním středisku u stroje Tesla 200. Podmínky pro práci posluchačů jsou zde značně ztíženy, protože student je si vědom, že hodina práce se strojem má hodnotu 1500,– Kčs a že má k dispozici jen omezenou dobu 30 minut. Studenti se vesměs snaží pracovat velmi intenzívně a tato snaha nemá právě příznivý vliv na jejich práci. Naproti tomu proti očekávání nepůsobila studentům žádné obtíže okolnost, že řešení úlohy nemohou zaznamenávat obvyklým způsobem, ale jsou nuceni používat Algolu. Forma použitého Algolu je tak jednoduchá, že ji snadno zvládají, a potíže nedělá pak ani nutnost používat nenormovaná označení veličin. Velmi nepříznivě však působí na studenty ruch a hluk v operačním sále. Stroj obsluhuje operátorka a trvá dosti dlouhou dobu, než se vyvine dobrá spolupráce mezi studentem a operátorkou, které student musí diktovat své odpovědi na instrukce. Studenti k těmto pokusům nebyli vybíráni náhodně, ale jen ti, kteří se sami přihlásili. Je proto velmi nesnadné na základě takových pokusů objektivně posoudit účinnost této nové metody. Přesto se dají na základě těchto pokusů učinit některé závěry.

Studenti sami hodnotí práci s programem lépe než práci v klasickém seminárním cvičení, přestože jde o práci mnohem namáhavější. Intenzitu práce s programem lze srovnat s intenzitou práce při písemné kontrolní práci. Programovaná výuka je časově náročnější, v jedné hodině se probere zhruba polovina úloh, které by se probraly v klasickém cvičení. Programovaná výuka zato vede ke značně lepšímu pochopení podstaty problému a k trvalejším vědomostem. I když z hodiny cvičení si odnášejí v tomto případě mnohem víc studenti nadaní a ti, kteří studují soustavně, přesto i ti studenti, kteří z různých důvodů fyziku soustavně nestudují, mohou při programované výuce efektivně využívat celou dobu cvičení. Je samozřejmě perspektivně možné, že i při vedení cvičení samočinným počítačem nebude student reagovat na instrukce nebo bude odpovídat bezmyšlenkovitě, nahodile, či dokonce nesmyslně. Aby k tomu nedocházelo, musí být práce studentů kontrolována vedoucím cvičení. Je velmi snadné naprogramovat pro každou reakci posluchače časový limit, jehož překročení se hlásí vedoucímu cvičení právě tak jako počet chybných kroků v daném programu. Z tohoto hlášení může vedoucí cvičení soudit na kvalitu práce posluchače a hledat nápravu.

Mohlo by se soudit, že práce na programech pro řešení úloh v seminárním cvičení vedeném samočinným počítačem jsou v současné době přinejmenším předčasné, protože v 6. pětiletce žádná z našich VŠ nedostane samočinný počítač vybavený 20 terminaly s obrazovkovým displayem a klávesnicí. Jde však o práci časově velmi náročnou. Příprava a zvláště nezbytné praktické zkoušky programů řešení úloh pro celý rok, tzn. okolo 150 programů, není otázkou jednoho roku, sami tuto práci plánujeme na celou pětiletku. V současné době didaktická technika — hardware — je již vyvinuta a dá se počítat s možností, že během příští pětiletky budou na školách tyto stroje k dispozici. Protože však jde o velmi nákladné investice, nesmí dojít k situaci, že by škola měla vhodný počítač, ale neměla připraveny programy. Tím, že zajišťujeme software pro tyto počítače, vytváříme současně podmínky pro jejich nasazení. Vzhledem k tomu, že v tomto případě jde o velmi efektivní didaktickou metodu, mnohem efektivnější než řada dalších rovněž moderních metod, dá se jen stěží očekávat, že by se v budoucnu naše VŠ obešly bez samočinných počítačů určených jen pro pedagogické účely.

Literatura

[1] TOLLINGEROVÁ, D., KNĚZŮ, V., KULIČ, V.: *Programované učení.* SPN 1966.

[2] KULIČ, V.: *Programované učení jako světový problém.* SPN 1966.

[3] TOLLINGEROVÁ, D., JUNOVÁ, O., ZÁPLATA, Z.: *Přehled literatury o programovaném učení a vyučovacích strojích.* St. kn. ČSSR 1965.

[4] DOLEŽAL, V., VEJMOLA, S., HAVELKA, S.: *Nové poznatky z techniky programované výuky.* Ústav školských informací.

[5] LANDA, L. N.: *Algoritmi i programmirovannoje obučenije.* Moskva 1965. *O kibernetičeskom podchodě k těorii obučenija,* č. př. Pedagogika 1963 č. 1.
Opyt priměněnija matěmatičeskoj logiki i těorii informacii k někotorym problemam obučenija. Voprosy psichologii 1962, č. 2.

[6] RŽECKIJ, N. N.: *O suščnosti programmirovanovo obučenija.* Programmirovannoje obučenije *10,* 1973. Izd. Kijevsk. Univerziteta.

[7] KORŽ, E. D.: *Problemy programmirovannovo obučenija.* Vladimir 1971.

[8] CLAUSS, CONRAD, KNÖCHEL, LOHSE: *Einführung in die Programmierung von Lehr-und Lernprocessen.* DVW Berlin 1974.

[9] Závěrečná zpráva výzkumného úkolu P 04-533-081-00-24/2. Softwareové vybavení předmětu fyzika.

[10] TEUERLEIN, R.: Programmierter Physikunterricht *26,* 1973, 332.

[11] HARSCH, G.: Phys. Blätter *30,* 1973, 315.

[12] BALL, G. A., BRAMOVSKIJ, V. I., DOVGJALLO, A. M., MAŠPIC, E. I.: Programm. obuč. *10,* 1973, 98.

[13] BROWN, D.: Computer Decis, *6,* 1974, 41.

[14] KOPEČNÁ, M., WYSLYCH, P.: *Zefektivnění teoretického cvičení.* Sborník prací VŠB v Ostravě (dosud nevyšlo).

„Jiná příčina jest to, že bývají na mnohých gymnasiích hned v prvních třídách špatné základy položeny, na kterých pak těžko pevně staviti, ano nemožno.

Stává se totiž velmi často, že učitelé jiných oborů, které s mathematikou nesouvisí, mathematiku přednáší a to povrchně a nedoskonale. Takový učitel, který již před léty z matematiky vše zapomněl, musí se tomu naučiti nazpaměť, co stojí v knize, a podává to žákům téměř doslovně. Tací učitelé nemají sami lásku k této vědě a tím méně dovedou ji vzbuditi ve svých posluchačích. Pročež tento zlořád by se měl odstranit a jenom ti měli by býti ustanoveni za učitele mathematiky, kteří mathematiku za svůj odbor si vyvolili, studovali a ji si oblíbili.“