

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Jitka Fenclová; Zdena Lustigová

Srovnání fyzikálních vědomostí absolventů SVVŠ a současného gymnázia

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 27 (1982), No. 6, 345--350

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138155>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1982

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Jitka Fenclová a Zdena Lustigová, Praha

Pro práce na koncepci fyzikálního vzdělávání jsou potřebné objektivní informace o výsledcích výuky. Jednou z neobjektivnějších metod zjišťování žákovských vědomostí je didaktický test, jehož statistické zpracování poskytuje reprezentativní, matematicky vyjádřitelné informace. V roce 1967 byl v Praze proveden svou povahou i rozsahem ojedinělý výzkum na souboru 442 žáků z 16 náhodně vybraných závěrečných tříd přírodovědné větve tehdejší střední všeobecně vzdělávací školy (SVVŠ) [1]. V roce 1980 byl v Praze výzkum opakován na současné všeobecně vzdělávací

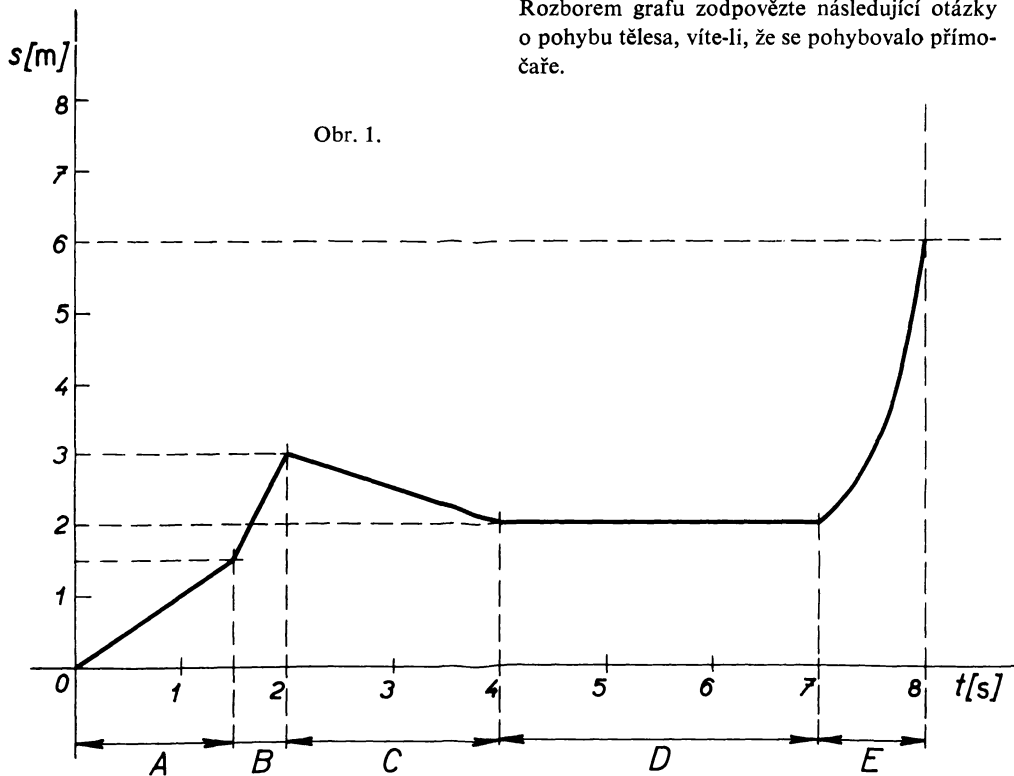
střední škole, tj. se žáky nejvyššího ročníku přírodovědné větve gymnázia [2]. Výzkum byl v obou případech proveden týž speciálně konstruovaným didaktickým testem. Test zahrnuje pět témat ze dvou okruhů fyzikálního učiva, mechaniky a elektřiny. Otázky byly voleny tak, aby umožňovaly proniknout do struktury příslušných vědomostí. Jde v nich o základní pojmy z mechaniky, používané dále v jiných fyzikálních oborech. Zařazené pojmy z elektřiny jsou rovněž elementární a patří mezi vůbec nejdůležitější, které si absolventi střední školy mají odnést.

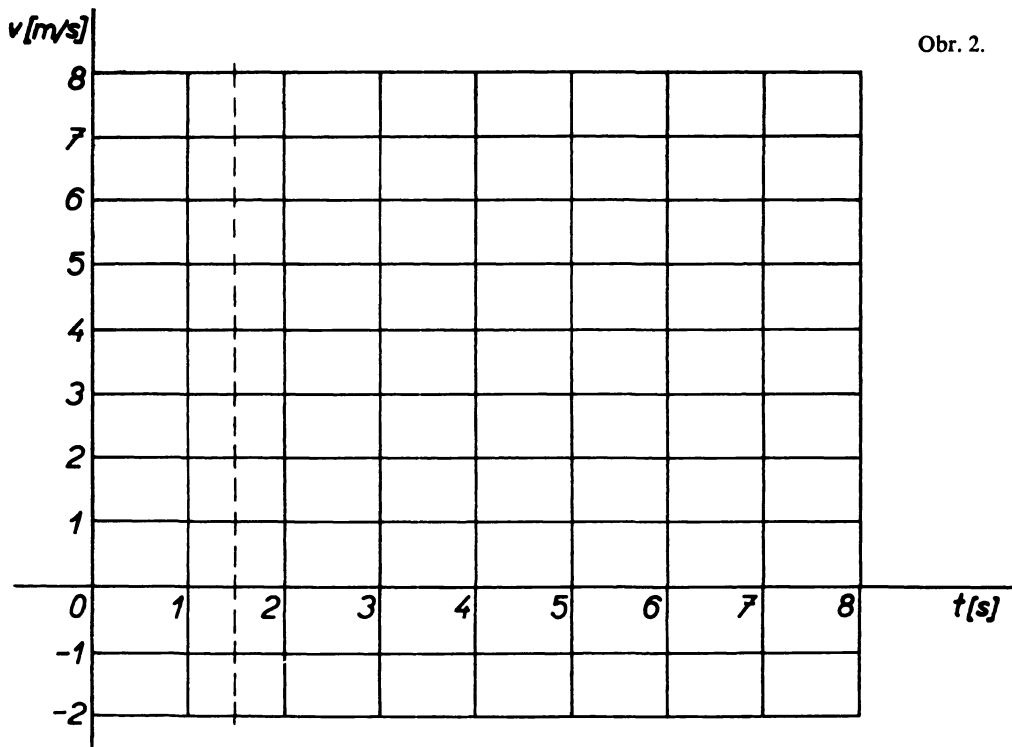
#### Didaktický test

(Za každou otázkou je v závorce uveden počet správných odpovědí v r. 1967 a v r. 1980.)

Otázky 1–7:

Graf v obr. 1 znázorňuje závislost dráhy tělesa na čase. Různé části čáry jsou označeny písmeny A, B, C, D, E. Křivka v části E je parabola. Rozborem grafu zodpovězte následující otázky o pohybu tělesa, víte-li, že se pohybovalo přímočaře.



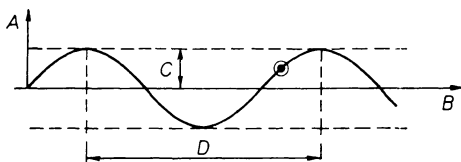


1. Jak velkou rychlost mělo těleso v úseku *A*? (71%; 97%)
2. Která část křivky označuje konstantní rychlost  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ? (59%; 79%)
3. Jak dlouho bylo těleso v klidu? (57%; 90%)
4. V jaké vzdálenosti od výchozího bodu bylo těleso po 4 sekundách pohybu? (84%; 86%)
5. Jaký pohyb vykonávalo těleso v úseku *C*? (48%; 21%)
6. Jaký pohyb vykonávalo těleso v úseku *E*? (88%; 69%)
7. Do obr. 2 zakreslete graf rychlosti pohybujícího se tělesa v závislosti na čase. (10%; 10%)

Otázky 8–14:

Po srovnání dvou fotografií I a II bylo zjištěno, že na obou fotografiích jsou stejné křivky jako v obr. 3 (zobrazující funkci sinus). Fotografie I

Obr. 3.



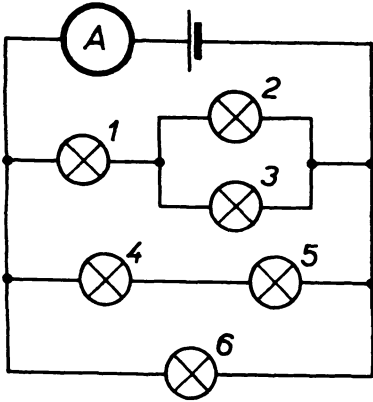
byla získána vyfotografováním postupné vlny na gumové hadici (která realizuje bodovou řadu), Fotografie II je časový rozvoj kmitavého pohybu hmotného bodu.

8. Které veličiny jsou označeny písmeny *A*, *B* ve fotografii I? (29%; 51%)  
A: amplituda, okamžitá výchylka, vlnová délka, perioda.  
B: čas, frekvence, vzdálenost  $x$  od počátku, vlnová délka.
9. Která veličina je označena písmenem *D* ve fotografii? (74%; 72%)
10. Kterým písmenem je v případě I označena amplituda vlnění? (90%; 95%)
11. V případě I je na hadici výrazně vyznačené místo (v obr. 3 kroužkem). Do obr. 3 zakreslete dráhu, po které se při vlnění pohybuje příslušný bod. (34%; 41%)
12. Které veličiny jsou označeny písmeny *A*, *B* ve fotografii II? (36%; 57%)
13. Která veličina je označena písmenem *D* ve fotografii II? (34%; 60%)
14. V případě II запиšte (užitím jen veličin *A*, *B*, *C*, *D*) výchylku harmonického pohybu jako funkci času. (13%; 10%)

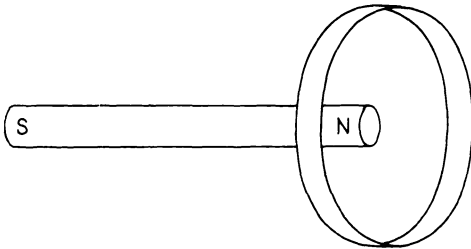
Otázky 15–20:

V obr. 4 je na zdroj stejnosměrného napětí 12 V připojena síť složená ze žárovek č. 1, 2, ... 6, které mají všechny stejný odpor  $R$ . Odpor ampérmetru, vnitřní odpor zdroje a spojovacích vodičů neuvažujeme.

Obr. 4.



Obr. 5.



15. Jaké je napětí na žárovce č. 4? (45%; 54%)
16. Jaké je napětí na žárovce č. 1? (15%; 10%)
17. Které žárovky budou ještě svítit, přepálí-li se vlákno v žárovce č. 1? (93%; 91%)
18. Vyjádřete odpor  $R_x$  sítě po přepálení vlákna žárovky č. 1 (v závislosti na odporu  $R$ ). (26%; 17%)
19. Vyjádřete velikost proudu protékajícího ampérmetrem po přepálení žárovky č. 1. (21%; 11%)
20. Jak se změní výchylka ampérmetru A, přepálí-li se v celém obvodu pouze žárovka č. 4?  
Výchylka se zvětší zmenší nezmění (33%; 30%)

Otázky 21–26:

V obr. 5 je zakreslen tyčový magnet a nepohyblivý hliníkový kroužek.

21. Který fyzikální jev je způsoben zasouváním magnetu do kroužku? (55%; 52%)
22. Do obr. 5 zakreslete směr indukovaného proudu v kroužku při zasouvání magnetu severním pólem. (42%; 31%)
23. Kterých dvou pravidel jste užili při předchozí úvaze? (28%; 13%)
24. Změní se směr indukovaného proudu při provléknutí celého magnetu kroužkem? (40%; 41%)
25. Protéká kroužkem proud, zůstane-li magnet i kroužek v klidu v poloze jako v obr. 5? (73%; 63%)
26. Zapište obecný vztah pro indukované napětí. (24%; 7%)

Otázky 27–30:

Beranidlo o hmotnosti 600 kg padá volným pádem z výše 5 m na pilotu o hmotnosti 200 kg. Po dopadu beranidla se pilotu zarazí do země o 0,03 m. Gravitační zrychlení uvažujte  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

27. Jaká je rychlost beranidla při dopadu na pilotu? (47%; 50%)
28. Předpokládáme-li, že se beranidlo a pilotu pohybují po dopadu společně, vypočítejte, jaký je poměr rychlosti této soustavy bezprostředně po dopadu k rychlosti beranidla bezprostředně před dopadem. (Užijte zákona zachování hybnosti.) (16%; 19%)
29. Vypočtete kinetickou energii soustavy (beranidlo a pilotu) v okamžiku po dopadu. (7%; 7%)
30. Jestliže je kinetická energie soustavy  $W_k$  a potenciální  $W_p$ , vyjádřete obecně sílu odporu kladeného půdou pilotě, je-li její dráha v půdě  $h$ . (6%; 1%)

Při tvorbě hypotéz o výsledcích testu po zadání v roce 1980 bylo třeba brát v úvahu, k jakým úpravám došlo v systému školství a projektech výuky. Tříletá střední všeobecně vzdělávací škola byla v roce 1971 nahrazena čtyřletým gymnáziem. Na gymnázia dnes přicházejí někteří žáci již po osmém, jiní po devátém ročníku základní školy. Část absolventů gymnázia je tedy o jeden rok starší než absolventi SVVŠ, což ve věku adolescence může hrát určitou roli. V učebním plánu gymnázia

zia je fyzika zařazena ve všech čtyřech ročnících s těmito počty hodin týdně: 3, 4, 3, 3. Ve třech ročnících SVVŠ bylo týdně věnováno fyzice 4, 4, 5 hodin. Celkový počet hodin fyziky (13) i matematiky (15) zůstal zachován, rozvržení do čtyř let je však didakticky výhodnější.

Učební osnovy z roku 1980 zahrnují též témata jako v roce 1967 a navíc základy speciální teorie relativity. Výraznější změny však nastaly v počtech hodin věnovaných jednotlivým tematickým celkům a v jejich struktuře. Největší vzrůst počtu hodin zaznamenala témata „Molekulová fyzika a termika“, „Kmitání, vlnění a akustika“, „Atomová fyzika“. K poklesu počtu hodin došlo v optice a elektřině. Současně s těmito úpravami nastaly nezanedbatelné změny i v obsahu a uspořádání učebních osnov. Například v tématu „Kmitání, vlnění a akustika“ je věnována pozornost i pojům jako nucené kmity, rezonance, zpětná vazba, oscilátor, které se v roce 1967 probíraly pouze okrajově. V mechanice se nově objevují pojmy inerciální a neinerciální soustava, setrvačné síly, Galileův princip relativity aj. Změny nastaly rovněž v uspořádání tématu „Elektřina a magnetismus“. Pojem elektrický náboj je zaveden v souvislosti se strukturou atomu, je vytvářena ucelenější a hlubší představa o vzniku a šíření elektromagnetického pole.

Pro uvedené změny obsahu výuky fyziky je charakteristické vytváření logických struktur poznatků. Učebnice fyziky, původně koncipované pro tříleté SVVŠ, zůstaly i na gymnáziích v platnosti, byly však opatřeny doplňky pro všechny čtyři ročníky.

Podrobná analýza příslušných učebních plánů, osnov, učebnic i dalších objektivních podmínek umožnila vyslovit tyto domněnky:

1. V celkové úrovni fyzikálních znalostí lze očekávat mírné zlepšení.
2. Výrazné změny v učivu mechaniky by se měly projevit zlepšením příslušných znalostí. Rovněž u otázek z elektřiny a magnetismu není důvod očekávat negativní změny.
3. Logické myšlení, fyzikální představivost a operační schopnosti žáků se pravděpodobně zlepší.
4. Zvýšený zájem o fyziku se patrně neprojeví v počtu maturujících z fyziky, ale v kvalitě jejich vědomostí.
5. Fyzikální vědomosti dívek dosáhnou vyšší úrovně.

Podmínky při zadávání testu v roce 1980 byly buď naprosto shodné, nebo v největší míře přizpůsobeny podmínkám z roku 1967. Výsledky byly v obou případech zpracovány stejnými statistickými metodami a poskytly dostatečný obraz o stavu fyzikálních vědomostí žáků. Vykázaly v obou případech úplnost frekvenční křivky a normální rozdělení, takže test lze považovat za dostatečně citlivý a spolehlivý nástroj pro porovnání fyzikálních vědomostí. V tabulce jsou údaje potřebné pro dokumentaci dále uváděných vybraných zjištění.

Především lze říci, že fyzikální vědomosti žáků jako celku se co do kvantity nezměnily (test významnosti rozdílů prokázal, že zlepšení celkového průměru z 13,0 na 13,4 není na pětiprocentní hladině statisticky významné). Podobná situace je i u žáků, kteří si fyziku vybrali jako maturitní předmět. Pozoruhodné je, že jejich počet výrazně poklesl.

Velmi výrazný je pokles směrodatné odchylky: v roce 1980 jsou větší četnosti v oblasti průměrných výsledků, v oblastech výsledků silně podprůměrných i vynikajících je patrný pokles. Pouze u samotných

Tabulka: Výsledky testu v roce 1967 a v roce 1980

	Celek		Maturující z fyziky		Chlapci		Dívky	
	1967	1980	1967	1980	1967	1980	1967	1980
Počet žáků	442	446	185	122	278	224	164	222
Průměr správných odpovědí (30 otázek) a jeho směrodatná odchylka	13,0 5,4	13,4 4,4	15,3 5,5	16,3 4,2	14,8 5,5	14,5 4,5	10,0 3,6	12,3 4,3
Nadprůměrných (%)	35	28	42	54	40	37	7	19
Průměrných (%)	30	45	37	40	37	44	31	45
Podprůměrných (%)	35	27	21	6	23	19	62	36

dívek došlo k posuvu celé skupiny směrem k lepším výsledkům a zvýšil se tedy i počet vynikajících. (Tendenci k průměrnosti dokumentují i výsledky jednotlivých školních tříd. V roce 1967 se hodnoty průměru charakterizujícího třídu pohybují v rozmezí 20,5 až 8,0 v roce 1980 v rozmezí 18,8 až 10,3.)

Pro soubory chlapců a dívek jsou změny, ke kterým došlo, velmi výrazné. V roce 1967 se chlapci a děvčata chovali jako značně odlišné soubory. Slabší vědomosti dívek se v roce 1980 přiblížily vědomostem chlapců. Rozdíl však je stále statisticky významný.

Rozbor odpovědí na jednotlivé otázky umožnil posoudit změny ve struktuře fyzikálních vědomostí i v úrovni myšlenkových a operačních schopností žáků. Otázky z mechaniky jako celek vykazaly vzrůst úspěšnosti, naproti tomu učivo z elektřiny a magnetismu se zdá být pro žáky z roku 1980 výrazně obtížnější. V otázkách vyžadujících jen prostou znalost nejzákladnějších pojmů (např. otázka 8) jsou výsledky v roce 1980 úspěšnější než v roce 1967, naproti tomu otázky

myšlenkově náročnější (např. 5, 14, 16, 18) zaznamenaly pokles úspěšnosti.

Naznačený rozbor dílčích výsledků testů, ověření statistické významnosti rozdílů, které se vyskytly, a důkladná didaktická analýza umožnily zaujmout stanovisko k domněnkám 1 až 5.

1. V rozporu s předpokladem nedošlo v uplynulých 13 letech k pozitivní změně v celkové úrovni fyzikálních znalostí. Některé základní statistické charakteristiky (průměr počtu správných odpovědí) zůstaly nezměněny. Zmenšila se však variabilita výsledků, vzrostla koncentrace kolem průměru.

2. K podstatným změnám došlo ve struktuře vědomostí. Znalosti i hloubka pochopení problematiky v oblasti kinematiky a mechaniky se ve srovnání s rokem 1967 zlepšily. Nejvýraznější pozitivní změnu zaznamenalo v souladu s očekáváním učivo „Kmitání a vlnění“. Naproti tomu úlohy z tematického celku „Elektřina a magnetismus“ téměř bez výjimky vykazovaly neočekávaný pokles úspěšnosti.

3. Výsledky srovnání prokazují, že většina žáků v roce 1980 lépe ovládá základní

pojmy a vzťahy. Otázky, ktoré vyžadujú samostatný prístup a schopnosť fyzikálneho myslenia, vyřešila v roe 1967 správne asi čtvrtina študentů (25%), v roe 1980 méně (20%). Obecných myšlenkových pochodů a vyšší abstrakce bylo v obou případech schopno asi 10% študentů. Úroveň fyzikálního myslenia tedy nestoupila úměrně základním znalostem, což je v rozporu v očekáváním.

4. V roe 1967 maturovalo z fyziky 42% z celkového počtu náhodně vybraných žáků, v roe 1980 pouhých 27%, což se nečekalo. Struktura vědomostí maturujících z fyziky je v souladu s očekáváním oproti roku 1967 lepší.

5. Doměnka o zlepšení vědomostí dívek se potvrdila v plném rozsahu.

Závěrem lze konstatovat, že výzkum poskytl objektivní podklady pro současné i budoucí práce na koncepci fyzikálního vzdělávání na našich školách. Opakování testu na různých místech a v různých dobách může přispět ke zvýšení efektivity výuky fyziky.

#### Literatura

- [1] J. Fenclová: *Fyzikální vědomosti našich študentů*. Studie ČSAV, číslo 5. Praha, Academia 1980.
- [2] Z. Lustigová: *Srovnání fyzikálních vědomostí žáků středních škol v roe 1967 a 1980*. Diplomová práce. Praha, MFF UK 1981.

# jubilea zprávy



## ŽIVOTNÉ JUBILEUM PROF. RNDR. CYRILA PALAJA

Dňa 24. augusta 1982 sa dožil sedemdesiat rokov čestný člen JČSMF prof. RNDr. Cyril Palaj, ktorý dlhé roky pôsobil ako vedúci Katedry matematiky a desk. geometrie na VŠLD vo Zvolene a taktiež ako vedúci Katedry matematiky na Prírodovedeckej fakulte Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach. Jeho rozsiahle celoživotné dielo už bolo podrobne zhodnotené na stránkach tohoto časopisu pri príležitosti jeho predchádzajúcich životných jubileí.

Patrí k tej generácii slovenských matematikov,

ktorá kládla prvé základy matematickej vedy na Slovensku a svojou celoživotnou prácou má podiel na rozvoji slovenskej matematiky. Pracoval predovšetkým v oblasti klasickej algebraickej geometrie a v teórii viacrozmerných matic a ich aplikácií.

Celý svoj život venoval škole a matematike. Vychoval množstvo inžinierov a matematikov, ktorí s vďakou spomínajú na jeho vynikajúce pedagogické schopnosti a hlboko ľudský a citlivý prístup.

Mnoho úsilia venoval organizačnej činnosti a veľký kus záslužnej práce odviezol v JČSMF. Bol zakladateľom a dlhoročným predsedom pobočky JSMF vo Zvolene a viac rokov zastával rôzne funkcie aj v ústredných orgánoch JSMF a JČSMF. Ocenením tejto práce bolo aj udelenie viacerých vyznamenaní a nakoniec zvolenie za čestného člena JČSMF.

Je typom pracovitého, priateľského a obetavého človeka s hlbokým sociálnym cítením. Ako vedúci pracovník mal svoj prístup k spolupracovníkom hlboko ľudský a otcovský. Vedel nielen nariadiť, ale aj pochopiť, poradiť a pomôcť, v čom spočívala jeho veľká autorita a za