NONVERBÁLNÍ FYZIKÁLNÍ ÚLOHY

Diplomová práce

Petr Pavlas

Jihočeská univerzita

Pedagogická fakulta

Katedra fyziky

České Budějovice 2006

ANOTACE

V diplomové práci je vytvořeno několik fyzikálních úloh, které jsou zadávány jinak než prostým textem. V tomto případě videem, či obrázkem.

Práce je rozdělena na dva větší celky. První část je zaměřena na teorii a obsahuje vysvětlení pojmu nonverbální komunikace a fyzikální úloha. Definuje význam slovní úlohy, způsob jejího řešení a nechybí zmínka o fyzikálních problémových úlohách. Druhá část práce již popisuje vytvořené slovní úlohy. Nechybí samozřejmě ani poznatky z aplikace úloh v praxi a názory žáků, kteří tyto úlohy řešili.

Práce by mohla být využita pro zpestření výuky, či jako motivační prvek tvorby dalších úloh.

SUMMARY

This dissertation introduces several physical exercises which are not assigned by a plain text.

The work is divided in two larger parts. The first one focuses on a theory and includes an explanation of the therm non-verbal communication and physical exercise. It defines a meaning of a verbal exercise and a method how to solve it, including a short view of physical problem solving exercises. The second part introduces already created verbal exercises. There is also information based on the application of the exercises practically as well as the opinions of those students who had tested them.

This work should be used to enrich the lessons or as a motivating factor leading to creation other exercises.

Děkuji PaedDr. Jiřímu Tesaři, Ph.D. za odbornou pomoc, trpělivost a rady při vedení mé diplomové práce. Poděkování patří též všem, kteří mi jakkoli pomohli při pořizování videonahrávek a fotografií a samozřejmě Mgr. Tomáši Fáberovi za umožnění prezentace příkladů v jeho hodinách fyziky.

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pramenů, které jsou uvedeny v přiloženém seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích, duben 2006

podpis

OBSAH

1. ÚVOD

V příležitostných průzkumech oblíbenosti předmětů u žáků základních škol figuruje fyzika spolehlivě na posledních místech. Tamtéž se nachází v tabulkách úspěšnosti žáků v jednotlivých předmětech. Fyzika děti nebaví a "nejde jim". Přitom je to právě ona, která má jako obor skvělé dispozice k tomu, stát se pro učitele i děti záživným a zábavným představením: jde přece o disciplínu, která stojí a padá s experimenty, jejichž průběh je zajímavý sám o sobě, a její výsledky a aplikace potkáváme na každém kroku. [5.]

V moderním vyučování učitelé hojně aplikují experimenty do svých hodin a to nejen při výkladu nové látky, ale také při zkoušení a opakování. Hodina tak nabírá mnohem větší zajímavosti a zábavnosti než pouhý výklad a žáci si více pamatují. Do výuky však neodmyslitelně patří i slovní úlohy, které žáci musí řešit ať už z důvodu osvojení si probraného učiva, zopakování, či zkoušení. Přestože se tyto slovní úlohy snaží být jakkoliv vtipně, či zábavně podané, jde vždy pouze o psaný text (občas doplněný obrázkem), který žáci přijímají s odporem.

Ve své diplomové práci se snažím slovní úlohy zpracovat trochu jiným způsobem a to způsobem nonverbálním. V hodině je možno strohý výklad nahradit například frontálním experimentem, zkoušení laboratorní úlohou a zadání slovních úloh nahradit videem či obrázkem. Nonverbální fyzikální úlohy jsou tedy slovní úlohy zadané jiným způsobem než pouhým textem. V případě mé diplomové práce jde o krátká videa či fotografie.

V první části práce je krátce popsán pojem nonverbální komunikace a vysvětleno proč je tak důležitá. Navazuje díl, který je zaměřen na slovní úlohy ve fyzice, na jejich význam, rozdělení a řešení. Zmíněny jsou i slovní úlohy problémové. Nejdůležitější část diplomové práce je věnována samotným úlohám. U každé úlohy je popsáno její verbální i nonverbální zadaní, řešení a samozřejmě zmíněna aplikace v praxi (reakce žáků, problémová místa úlohy, míra pochopení zadání …)

2. NONVERBÁLNÍ KOMUNIKACE

2.1. *Nonverbální komunikace z psychologického hlediska*

Termín *neverbální komunikace* náleží výzkumnému proudu, který se zabývá dorozumíváním mimo jazykovými prostředky. Tato výměna informací není často ani uvědomělá, ani záměrná — přesto dokáží neverbální signály ovlivnit mluvčího pětkrát silněji než slova [11.]

Neverbální komunikace je zdrojem kontextu, v jehož rámci probíhají a jsou interpretována verbální sdělení. Podoby neverbální komunikace jsou obvykle rozdělovány do dvou skupin:

individuální sdělení,

interakční sdělení.

K prvé skupině patří ta sdělení, jež se vyskytují v případech, kdy jedinec je osamocen a tato sdělení momentálně nemají svého příjemce — typickým příkladem je mimika a vokalizace. Druhá skupina sdělení je naproti tomu spojena s interpersonální relací (zrakový kontakt, interpersonální prostor, vzdálenost interakce apod.).

V průběhu interpersonální komunikace dochází u všech zúčastněných stran ke dvěma druhům úkonů — sdělení jsou jak *vytvářena* (emitována), tak *přijímána*. Každý účastník plní tedy současně úlohu podavatele i příjemce informací. [6.]

Interpersonální komunikace existuje díky signálům, které mají určitý význam, odhadnutý a interpretovaný druhou osobou. Verbální signály jsou zpravidla přesnější a jednoznačnější než signály neverbální (jedno slovo má nejčastěji jen jeden význam a např. různé citové odstíny jsou jemně diferencovány). Neverbální signály obvykle vynikají mnohovýznamovostí — co všechno může, dejme tomu, vyjadřovat pláč...

Verbální signály se často pokládají za věrohodné, přestože jejich význam podléhá mystifikaci daleko snadněji než význam signálů neverbálních. Rozdíl ve vnímání komunikační hodnoty verbálních a neverbálních signálů je ovšem také dán kulturou, tradicí a výchovou.

V odborné literatuře je rozlišováno osm základních mimoslovních způsobů sdělování. [10.] Jedná se o komunikaci:

- pohledy (tzv.„řeč očí")
- výraz obličeje (mimika)
- pohyby (kinezika)
- fyzickými postoji (konfigurací jednotlivých částí těla)
- gesty (gestika)
- dotekem (haptika)
- přiblížením či oddálením (proxemika)
- úpravou zevnějšku a životního prostředí

Všechny naznačené způsoby nonverbální komunikace spolu vzájemně souvisejí a doplňují se jako nástroje v orchestru — jednotlivé nástroje lze sice sledovat, skladbu však vnímáme jako celek.

2.2. *Nonverbální komunikace ve výuce*

V oblasti mimoslovní komunikace jde velmi často o sdělování emocionálního stavu a postojů k žákům. Žáci si citlivě uvědomují hněv, údiv, nespokojenost, smutek nebo radost v mimických projevech učitele. Učitel si obdobně může všímat a včas rozpoznávat projevy odporu, strachu, bázně, nesmělosti, ostýchavosti nebo provokativních pohledů, které mohou být projevem vnitřní nejistoty. Neverbálně tedy sdělují žáci informace o tom, jak prožívají výuku (zda je pro ně zajímavá či nudná), a jaký je jejich postoj k učiteli (pozitivní, negativní, neutrální apod.). Učitel si z těchto projevů může přečíst celou řadu postojů, které jsou vyjádřením vztahu žáků k sobě samým, např. za jakého se považuje žák (poslušný či neposlušný - jaký jsem?); nebo „Jaký bych chtěl být?"; úspěšný či neúspěšný apod., což se projevuje v individuální kázni nebo v úsilí o změnu. [9.]

Učitel by měl vyhledávat optimální strategie řešení pedagogické komunikace ve výuce tak, aby vytvářel žákům stejné šance, aby uměl předem formulovat kritéria učebních výkonů, která žáci prožívají jako základ spravedlivého hodnocení, aby hledal optimálně motivující formulace učebních cílů a učebních úloh, aby vyjadřoval rovnovážnou míru pocitů odpovědnosti jak za žákovské úspěchy, tak za jejich neúspěchy, aby vedl žáky k sebekontrole, sebehodnocení i k potencím seberozvoje.

2.3. *Fyzika a nonverbální komunikace*

Význam nonverbální komunikace se odráží jak v psychologických, tak i v medicínských výzkumech. Jejich rezultáty jednoznačně praví, že 80% informací získáváme zrakem, 10% sluchem a zbytek ostatními smysly.

V hodinách fyziky je vcelku jednoduché tohoto výroku využít. V každém fyzikálním kabinetě je mnoho pomůcek, nástrojů a nářadí, které jsou učiteli k dispozici. Pokud je možno probírané učivo názorně předvést jakýmkoliv pokusem či experimentem, neměl by učitel váhat a rozhodně této možnosti využít. Výklad tak nabere mnohem větší zajímavosti a především hodnoty z didaktického hlediska. Každý experiment, každé video zachycující pokus neproveditelný ve školním prostředí, vše co žáci nejen uslyší nebo si přečtou, ale uvidí na vlastní oči, dopomůže k lepšímu zapamatování si daného učiva.

Slovní úlohy mají v tomto směru značný nedostatek. Žáci si zadání mohou pouze přečíst – situaci nevidí na vlastní oči. Tím se pro ně úlohy stávají nezajímavými, neuvědomí si fyzikální problém a pracují pouze s hodnotami, které dosadí do naučeného vzorce. Řešení slovních úloh pak ve většině případů ztrácí smysl. Dnešní moderní výpočetní technika umožňuje tento nedostatek napravit a slovní úlohy žákům předložit v příjemnější podobě než tištěný text. Situace, viditelná na videu či fotografii, v žákovi zanechá citový vztah, mnohem jednodušeji ji uchová v paměti a lépe si k ní přiřadí patřičný fyzikální problém.

3. ÚLOHY VE VYUČOVÁNÍ FYZICE

3.1. *Fyzikální úloha - definice, význam, klasifikace*

Fyzikální úloha je slovně formulovaný podnět k činnosti žáků vyjádřený textem úlohy. [8.]

1) Fyzikální úloha je prostředkem osvojování si fyzikálních poznatků a dovedností. Ve vyučování si mají žáci osvojit určitý soubor vědomostí a dovedností a umět je použít k dalšímu studiu i v praktickém životě. Řešení fyzikálních úloh k tomu významně napomáhá.

2) Řešení fyzikálních úloh je *prostředkem rozvíjení fyzikálního myšlení* (napomáhá žákům hlouběji chápat fyzikální pojmy, jevy, zákony).

3) Řešení fyzikálních úloh je prostředkem k rozvíjení *morálních vlastností* (přesnost, důslednost, vytrvalost, houževnatost, snaha překonávat obtíže).

4) Řešení fyzikálních úloh aktivizuje žáky k samostatné práci.

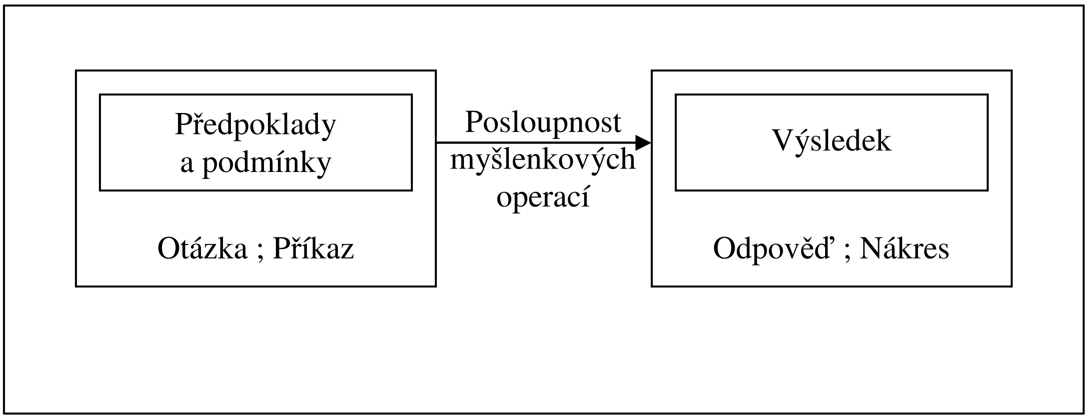
5) Fyzikální úlohy slouží též ke *kontrole* vědomostí (prostředek kontroly, zpětná vazba).

Tím, že se při řešení fyzikálních úloh provádí *analýza* fyzikálního a technického obsahu úlohy, že se *deduktivně* usuzuje a ověřuje výsledek, rozvíjí se fyzikální a logické myšlení vůbec. [8.]

Pokud více zobecníme význam fyzikální úlohy najdeme jistou podobnost s klíčovými kompetencemi Rámcového vzdělávacího programu. Ty ještě můžeme rozvést o: [4.]

- žák využívá vhodné naučené metody, strategie učení včetně nemotechnických pomůcek a jiné pomocné techniky
- žák vnímá problémové situace, rozpozná problémy a hledá nejvhodnější způsob řešení
- žák vyjadřuje své názory a postoje a umí vhodnou formou obhájit svůj názor
- žák respektuje pravidla práce v týmu a svými pracovními činnostmi ovlivňuje kvalitu společné práce

Blokové schéma řešení fyzikální úlohy



Klasifikace fyzikálních úloh

a) Podle *formální povahy*	- kvantitativní	- numerické
		- algebraické
		- geometrické
		- grafické
	- kvalitativní	- s otázkou „Proč?“
	(problémové,	- pokus a úvaha
	bez matematického vyjádření)	
b) Podle *formy zadání*	- textové	
	- obrazové	
	- experimentální	
c) Podle *logické povahy*	- analytické – vycházíme z hledané veličiny k obecnému řešení	
	- syntetické – postupujeme od známého k neznámému	

Logická povaha řešení není dána zadáním úlohy, ale volbou metody řešení; tutéž úlohu lze řešit různými metodami.

3.2. *Metodika řešení fyzikálních úloh - strategie řešení fyzikálních úloh*

a) Při probírání nového učiva nezačínat s řešením početních úloh, protože početní úlohy se pak jeví žákům jako hlavní a ztrácí se fyzikální podstata řešení. Začínat řešením problémových úloh.

b) Úlohy volit *postupně* od jednoduchých problémových ke složitějším početním a kombinovaným, příp. volit úlohy s neúplným textem (s neúplnými údaji).

c) Podstatou řešení fyzikálních úloh nemají být matematické operace, ale *fyzikální úvaha;* číselné údaje proto vhodně zaokrouhlit.

d) Každá úloha má určitým způsobem prohlubovat vědomosti.

Strategie řešení fyzikálních úloh - 10 základních etap [8.]

1. Čtení textu (pochopení fyzikálního obsahu úlohy)
2. Zápis veličin (převod do SI)
3. Náčrt situace (náčrt či schéma)
4. *Fyzikální analýza situace* (návrh postupu řešení)
5. Obecné řešení úlohy (ve vyšších ročnících)
6. Rozměrová zkouška (určení jednotky výsledku)
7. Numerické řešení úlohy (odhad, zaokrouhlení výsledku)
8. Konstrukce grafu (u grafických úloh je to základní etapa)
9. Diskuse řešení
10. Odpověď

Je to *formální etapizace*, neplatí pro každý typ fyzikální úlohy. U všech úloh jsou však etapy 1,2,3,4 9,10 .

Kroky, navržené strategie

V následujících odstavcích vysvětlíme význam a nezbytnost jednotlivých kroků, vyznačených ve schématu strategie. [13.]

Pozorné *čtení textu* vede žáka k tomu, aby se snažil porozumět všem pojmům, které jsou v úloze uvedeny, a současně pochopit základní problém úlohy. Podmínky dané problémové situace bývají v textu úlohy zakódovány do obecného jazyka, který se do značné míry odlišuje od jazyka odborného. Úkolem žáka je tedy především "fyzikalizace" reálné situace. Zde je dobré upozornit na problém tzv. "opěrných slov". Úspěch řešení spočívá především v odhalení těch pojmů, jejichž znalost je pro řešení úlohy podstatná, popř. je nutno provést dostatečnou abstrakci dané situace.

Problematika vyhledávání "opěrných slov" je považována za nejdůležitější při identifikaci fyzikální problémové situace a je třeba jí věnovat prvořadou pozornost. Je pochopitelné, že tyto otázky jsou v těsné souvislosti jak s bodem 2. naší strategie, tak s analýzou fyzikální situace. Proto oddělení etapy první od čtvrté budeme považovat za důsledek procesu "vydělování etap v průběhu myšlenkového zpracování problémové situace“; ve skutečnosti probíhají všechny etapy 1 - 4 v úzké návaznosti.

Všechny *fyzikální veličiny*, uvedené jako předpoklady úlohy, je nutno *označit* podle smluveného kódu, převést je do jedné soustavy jednotek (nejlépe do SI) a zapsat. Potom oddělíme čarou veličiny známé od hledaných a celý zápis od dalších výpočtů. V průběhu řešení se objevuje nutnost vyhledat a zapsat hodnoty konstant, popř. dalších podmínek, což postupně dopisujeme do sloupce veličin. Ukázalo se vhodné do záhlaví zápisu poznamenat několika slovy obsah problémové situace, což umožňuje pozdější reprodukci daného problému.

Někteří metodikové pokládají za výhodnější provést přepočet veličin do SI a doplnění konstant až v průběhu 7. etapy, neboť po analýze fyzikální situace a po obecném řešení se ukáže, které konstanty a které další veličiny jsou potřebné. Proto je v našem schématu zápisu podmínek úlohy uvedena možnost postupného doplňování sloupce veličin.

Označení veličin souvisí úzce s problematikou fyzikální symboliky, o níž jsme se již zmiňovali. Aby se proces abstrakce a formalizování nestal formálním způsobem řešení fyzikálního problému, bude nutné neustále spojovat symbol uvedený v zápisu označení podmínek úlohy s jeho fyzikálním významem. Tato činnost vede k uvědomělému řešení dané fyzikální úlohy a je podmínkou rozvoje fyzikálního myšlení.

Podle potřeby se provede *náčrt situace* nebo *nakreslí schéma*, do něhož vyznačíme údaje v úloze dané a údaje potřebné pro řešení. Někdy je pro žáka obtížné se orientovat v textu úlohy, nedovede si popisovanou situaci představit. Potom náčrtek nebo schéma pomůže v rychlejší orientaci v problémové situaci a je vhodnou pomůckou při oznamování, popř. při indexováni fyzikálních veličin. V tom případě se doporučuje vyměnit pořadí bodů 2 a 3.

V řadě ana1ýz řešení fyzikálních úloh se ukazuje, že mezi etapou "náčrt situace" a "obecné řešení úlohy", popř. "stanovení odpovědi“ existuje značná návaznost tak, že provedení náčrtku ve většině případů vede ke správnému obecnému řešení úlohy a naopak tato scházející etapa má za následek nevyřešení úlohy.

Je nutné provést *fyzikální analýzu situace*. Zatímco předchozí etapy jsou víceméně velmi obecného charakteru a fyzikální problémová situace popisovaná v dané úloze je žákem identifikována a zapisována, dostává se obsah dané úlohy vhodným způsobem abstrahovaný do popředí a bude předmětem dalšího zpracování. Žák si uvědomuje fyzikální zákony, o něž se bude při řešení opírat, zapisuje vztahy, které bude potřebovat při řešení úlohy. V procesu analýzy musí také stanovit zjednodušující podmínky, které dovolí úlohu vyřešit úměrně vědomostem a dovednostem žáka. Žák se pokouší vybrat i způsob řešení (algebraický, geometrický, grafický aj.) a metodu řešení (analytická a syntetická). Na závěr analýzy fyzikální situace stanoví žák *plán řešení*, který bude dále realizovat.

Úlohu je třeba *vyřešit* nejprve *obecně*. Najdeme algebraické vyjádření vztahu mezi hledanou veličinou a veličinami udanými v předpokladech úlohy tak, aby se ve vzorci na jedné straně vyskytovala pouze neznámá veličina a na druhé straně rovnosti pouze veličiny známé a užívané konstanty. Obecné řešení má značné výhody zejména pro žáky vyšších ročníků, neboť podává řešení určité třídy úloh a je nutné žáka postupně k obecnému řešení přivádět. Pouze v případě, když se během obecného řešení dostane žák k takovému vyjádření, jež by v obecné formě přesahovalo meze známých početních operací, je možné přejít k daným hodnotám. Tento přístup je vhodný zejména tam, kde obecné řešení nám umožňuje vyřešit širší třídu úloh (např. při řešení složitějších elektrických sítí). Může nastat taková situace i tehdy, kdy se vzorce příliš komplikují a po dosazení nelze pro výpočty použít tabulek vůbec nebo jen obtížně k dílčím výpočtům.

Stanovíme jednotku hledané veličiny. Každá fyzikální veličina má svou jednotku, kterou v procesu řešení úlohy zdůrazňujeme a vyžadujeme. Velmi důležitá je i skutečnost, že většina konstant úměrnosti jsou čísla s rozměrem různým od 1. Některé vztahy jsou do jisté míry invariantní vzhledem ke zvolené soustavě jednotek, tzn., že při libovolné volbě jednotek daný vztah platí, jiné vztahy mají v různých soustavách různé vyjádření. Většina vztahů pro analytické vyjádření jisté fyzikální zákonitosti je však závislá na volbě soustavy jednotek. Jednotku výsledku stanovíme tak, že do obecného vztahu dosazujeme pouze jednotky veličin ve vztahu se vyskytujících, popř. rozměr, tj. vyjádření dané jednotky pomocí jednotek základních. Potom s nimi provedeme naznačené algebraické úkony, využíváme přitom známé vztahy mezi jednotkami a srovnáme s jednotkou, která přísluší k hledané veličině v soustavě SI. Jestliže se nám nepodaří získat odpovídající jednotku výsledku, svědčí to o chybě buď ve volbě základních vztahů nebo o chybě v průběhu algebraických operací při obecném řešení úlohy. Proto se někdy této etapě říká "rozměrová zkouška". Na druhé straně je třeba upozornit, že vyjde-li rozměrová zkouška správně, potom ještě nemáme jistotu, že daný vztah je správný. Mohlo totiž dojít k eliminaci chyby tak, že byly v průběhu řešení provedeny chyby alespoň dvě, vzájemně se kompenzující.

Rozměrová zkouška - a bohužel ani stanovení jednotky výsledku – zatím na školu základní nepronikla. Je to způsobeno jednak tím, že se na základní škole doposud řeší úlohy velmi jednoduché, k jejichž řešení postačí žákovi buď jeden vzorec nebo spojení pouze dvou vztahů. Dalším důvodem je všeobecné podceňování vypracování strategie řešení fyzikální úlohy.

Podle názoru některých metodiků je stanovení jednotky výsledku až po obecném řešení opožděné. Doporučují zařadit určení této jednotky již do fyzikální analýzy problémové situace ve spojitosti s identifikací fyzikálních veličin v reálné situaci. V tom případě se doporučuje při stanovení jednotky výsledku v etapě 6. vycházet zásadně z obecného řešení úlohy, takže etapa 6. je současně kontrolou volby jednotky v průběhu fyzikální analýzy.

Provedeme *výpočet s danými hodnotami*. Výslednou číselnou hodnotu musíme zaokrouhlit na potřebný počet platných číslic, jenž závisí na počtu platných číslic zadaných hodnot, popř. užívaných konstant. Matematický výpočet se nesmí stát zatěžující složkou průběhu řešení fyzikální úlohy. Stává se, že úloha fyzikálně jednoduchá je pro žáky matematicky neřešitelnou, neboť žák nemá potřebné matematické vědomosti a dovednosti. Proto bychom měli používat různých pomůcek ulehčujících počítání - jde o různé matematicko-fyzikální tabulky, kalkulačku, grafické metody řešení, ale také různé přibližné výpočty, jež dávají odpověď na otázku dané úlohy s postačující přesností. Přitom číselný výsledek doplníme příslušnou jednotkou, kterou jsme stanovili v bodu 6. Výpočtu hodnoty hledané fyzikální veličiny by měl podle některých metodiků předcházet odhad výsledku, který lze provést již v průběhu fyzikální analýzy a slouží současně k realizaci etapy 9.

Vyžaduje-li to úloha, *nakreslíme graf*, diagram, popř. nakreslíme schéma. Někdy se k výsledku může dojít grafickou cestou. Zde nebudeme uvažovat ty případy, kdy nahrazujeme grafem výpočet. Je nutno upozornit, že v mnoha případech dovoluje graf lépe pochopit funkční závislosti fyzikálních veličin.

Provedeme diskusi řešení: získaný výsledek srovnáme se skutečností, tj. s naší osobní zkušeností, s hodnotami ve fyzikálních tabulkách, a oceníme hodnověrnost odpovědi. Žáci mají snahu tuto etapu obcházet a rychle stanovit odpověď. Přitom je třeba znovu prohlédnout zjednodušující předpoklady a odhadnout, jak by ovlivnily řešení úlohy. Je vhodné též provést možné variace některých veličin, popř. najít výsledek pro určité význačné hodnoty.

Stanovíme odpověď, která bude mít většinou dvě části: obecné řešení a číselný výsledek pro dané hodnoty. Tato etapa bude nutná především tehdy, když výpočet některé veličiny je pouze podmínkou pro určení odpovědi na otázku. Např. máme rozhodnout, zda daný předmět je vyroben z mosazi; je třeba určit hustotu látky, z níž je vyroben. Velikost hustoty ρ látky však není odpovědí na otázku, ale dává pouze předpoklad pro stanovení této odpovědi.

3.3. *Způsoby řešení fyzikálních úloh*

Výběr určitého způsobu řešení je v jednotlivých případech určován nejen obsahem a charakterem úlohy, ale především místem zařazení úlohy ve vyučování fyzice, jejím didaktickým účinkem a také vědomostmi a dovednostmi žáků. V podstatě lze uvést tyto způsoby řešení úloh zadaných konkrétními údaji: řešení heuristickým rozhovorem, aritmetickým způsobem, řešení podle hotového vzorce, geometrický způsob, grafický způsob, algebraický způsob. [13.]

Řešení heuristickým rozhovorem

Řešení fyzikálních úloh je možno provádět především *heuristickým rozhovorem*. Jak se ukazuje, ústní řešení není příliš rozšířeno v praxi. To je vážný nedostatek vyučování fyzice, zejména na základní škole. Jde o to, že fyzikální analýza problémové situace se provádí v orální formě, ale při samostatném řešení bývá často zanedbávána a žáci většinou rychle přistupují k dosazování do známých vzorců.

Je obecným pravidlem, že pro ústní řešení heuristickým rozhovorem se vybírají jednoduché úlohy, v nichž není fyzikální problematika zamaskována podrobnostmi podružného charakteru. Proto ústní řešení úloh může být užitečné při zavádění a objasňování fyzikálních zákonitostí. Někdy je ústní řešení doprovázeno na závěr zápisem.

Velmi důležitá je i výchovná stránka tohoto způsobu řešení. Učitel má možnost neustálé zpětné vazby s žáky. Učitel může motivovat postup žáka, který obhajuje své pracovní hypotézy před kolektivem třídy. Žáci mají zájem o řešení úloh heuristickým rozhovorem, neboť vzbuzuje mezi nimi zdravou soutěž.

Na učitele jsou při tomto způsobu kladeny stejné požadavky jako u heuristického rozhovoru při výkladu nové látky. Především musí být učitel velmi trpělivý, musí vyslechnout návrhy žáků na řešení úlohy, prodiskutovat je a nepředkládat jim svůj způsob za jedině správný a možný. Učitel může a musí bojovat s mechanickým způsobem řešení, šablonovitostí a tím zamezovat vznik formalismu při řešení fyzikálních úloh.

Důležitou podmínkou řešení fyzikálních úloh je vhodné vedení žáka v procesu řešení a kontrola průběhu řešení úlohy. To je možno uskutečnit volbou návodných, popř. kontrolních otázek. Proto by se řešení fyzikálních úloh heuristickým rozhovorem mělo stát důležitým předstupněm při výchově fyzikálního myšlení žáků na základní škole.

Aritmetický způsob

Aritmetický způsob spočívá v postupném analytickém řešení dané úlohy. Na základě analýzy rozdělí žák úlohu na řadu menších problémů, na které pak odpovídá bez použití vzorců, prostým úsudkem, doplněným jednoduchými výpočty a konkrétními hodnotami zadaných veličin. Postup tedy má mnoho společného se způsobem řešení heuristickým rozhovorem. Žáci, zejména v sedmém ročníku, si jen postupně (a někdy s obtížemi) osvojují fyzikální závislosti, vyjádřené analyticky, tj. vzorcem. Proto řešení úloh formou odpovědí na jednotlivé částečné problémy jim pomáhá ujasňovat si tyto zákonitosti. Je tedy dobrou propedeutickou cestou při přechodu k algebraickému řešení ve vyšších ročnících. Žáci musí bezprostředně spojovat fyzikální úvahu s výpočty s konkrétními čísly. Tento způsob musí logicky předcházet zavedení analytického vyjádření fyzikálního zákona. Často bývá aritmetický způsob možným základem pro zobecnění a pro zápis zákona v obecné formě.

Obvykle se učitelé domnívají, že aritmetický způsob řešení fyzikální úlohy je nutno provádět v sedmém ročníku, neboť zde žáci neznají algebru a práce se vzorci jim činí značné obtíže. Obyčejně však tomuto způsobu věnují nedostatečnou pozornost, neboť je časově náročný. Učitelé neučí žáky usuzovat, ale snaží se co nejrychleji přejít ke "vzorcům", tj. stručným zápisům dané fyzikální závislosti. U žáků se tak vypěstuje návyk formálního dosazování do nacvičeného vztahu a tím i návyk formálního přístupu k procesu řešení fyzikálních úloh. Žák, který dostává příliš brzy "vzorec", bude mechanicky dosazovat fyzikální veličiny do tohoto vzorce.

Správné řešení úlohy se vždy skládá z řady otázek, na něž žák vypočítává číselné odpovědi. Pro ekonomiku času není možné zapisovat otázky do sešitu; otázky klade učitel nebo sám žák, do zápisu se však dostanou pouze stručně formulované nástiny odpovědí. Zapisovat otázky se doporučuje pouze zpočátku, kdy se žáci zacvičují v řešení fyzikálních úloh. Tento způsob zápisu jednoduchých úloh lze později užít při komentovaném zápisu procesu řešení.

Řada úloh i ve vyšších ročnících se dá řešit aritmetickým způsobem, a to je někdy i metodicky důležité. Při algebraickém řešení se snaží žáci používat hotových vzorců, zatím co při relativně pomalejším aritmetickém řešení si mají možnost uvědomovat fyzikální smysl každé operace a tak se osvojení látky stává hlubší a trvalejší. Často se ukazuje, že aritmetický způsob vzbuzuje u žáků větší obtíže než obecné řešení úlohy algebraickým způsobem. Důvodem obtíží je právě neformální přístup k procesu řešení. Někdy je vhodné použít aritmetického způsobu řešení k odvození obecného vztahu pro řešení určitého typu úloh.

Řešení úloh podle hotového vzorce

Vznik přesně definovaných pojmů, jim odpovídajících odborných termínů a vznik fyzikálního odborného jazyka má za následek zobecnění konkrétních, jednotlivých reprezentantů určitého fyzikálního děje. S tím je spojena problematika přesného označování v písemném vyjádření, používání algebraických výrazů a matematické symboliky. Symbolický zápis, založený na dohodnutém systému značek a zkratek umožňuje stručnější a přesnější záznam fyzikální skutečnosti i v procesu řešení fyzikálních úloh.

Řešení úloh podle hotového vzorce můžeme charakterizovat jako určitý stupeň mechanizace aritmetického způsobu s použitím matematické symboliky. Pro žáka sedmého ročníku je tento zápis za jistých podmínek rovnocenný se slovním vyjádřením určité fyzikální závislosti.

Při řešení fyzikálních úloh se potom požaduje na žákovi provést analýzu fyzikální situace a dovednost najít v úloze právě tu zákonitost, která se dá vyjádřit jedním z jemu známých vzorců.

Při analýze obsahu úlohy se tedy objasňuje, jaká fyzikální zákonitost (nebo definiční vztah) se hodí k vysvětlení jevu popsaného v úloze a který vzorec dává do souvislosti veličiny dané v úloze s hledanou veličinou. Tento způsob se používá nejen při řešení úloh na I. stupni vyučování fyzice (základy fyziky jsou zde zařazeny v předmětech prvouka a přírodověda), ale i při řešení jednoduchých úloh ve vyšších třídách, hlavně v období procvičování určité zákonitosti (nebo definičního vztahu). A právě v tomto procesu dochází k situaci, kdy žák neustále zkracuje proces analýzy fyzikální problematiky a v rámci pochybené "racionalizace" uvažování vzniká zkratkový vztah: údaje v úloze - formálně naučený vzorec - formální řešení úlohy.

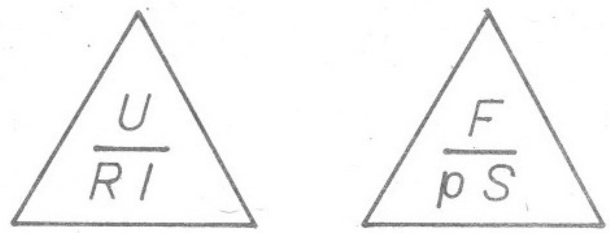
Žáci potom nehledají v úloze tu fyzikální zákonitost, které se podřizuje určitý jev v úloze popsaný, ale vyhledávají fyzikální veličiny, které by bylo možno přiřadit k "písmenkovému" označení uvedenému ve vzorci. Důvodem je jednak to, že samotná fyzikální zákonitost není vždy žáky dobře osvojena nebo je osvojena pouze formálně. Dále je to skutečnost, že žáci nejsou seznámeni s "metodikou" řešení úloh tohoto typu. Pro řešení úloh podle hotového vzorce je potřeba znát přesně nejen znění vzorce, ale zejména fyzikální význam každé složky daného vztahu i vztahu celého. Proto často žáci nedovedou správný vzorec zvolit nebo nedovedou vysvětlit použitou symboliku. *Pro řešení úloh podle hotového vzorce je nutno tedy neustále spojovat formální znalost vzorců s vysvětlováním jejich fyzikálního obsahu, a to i v těch případech, kdy je učitel přesvědčen o dostatečné znalosti zákona.* Velmi často ukazují žáci podstatné neznalosti právě v takových případech, jež se zdají absurdní. Hlavní zásadou pro učitele fyziky při řešení fyzikálních úloh podle hotového vzorce musí tedy být neustálé prověřování úrovně pochopení fyzikální podstaty úlohy.

Velké obtíže se projevují při vyjadřování jednotlivých veličin ze vzorce. Jde především o neznalost algebraických úprav. V praxi základní školy pak daný vztah, spojující např. tři veličiny, je uváděn ne jako jedna, ale tři závislosti, které se předkládají žákům. Např.:

$$I = \frac{U}{R} \qquad \text{(Ohmův zákon);} \qquad U = R \,.\, I \qquad R = \frac{U}{I}$$

$$p = \frac{F}{S} \qquad \text{(definiční vztah);} \qquad F = p \,.\, S \qquad S = \frac{F}{p}$$

Proto někteří učitelé používají známých mnemotechnických pomůcek, aby si žáci uvedené vztahy zapamatovali



Rozhodně však týž funkční vztah nemůže být interpretován jako tři závislosti. Neznají-li žáci algebraické úpravy, je nutné, aby ke "vzorci" došli vždy po logické úvaze. Uvedená mnemotechnická pomůcka je příkladem hrubého metodického formalismu, jenž by se ve vyučování fyzice neměl objevovat.

Řešení úloh podle hotového vzorce musí být doprovázeno vhodným zápisem samotného vzorce. To znamená, že jde především ne o chyby v zapsání vzorce (dokonalou formální znalost vzorce nutno předpokládat), ale o posloupnost jednotlivých prvků v něm. Vhodně zapsaný vzorec je ten, který obsahuje prvky v takovém pořadí, že odpovídají myšlenkovému postupu a usuzování, jehož bylo použito při jeho vyvozování.

V literatuře (dokonce ani v učebnicích) se na toto většinou nedbá. Autoři vědeckých prací mají v symbolice značnou volnost, to však nepřísluší vyučování fyzice. Aby žák porozuměl fyzikálnímu obsahu vzorce, pak posloupnost písmen musí odpovídat fyzikálnímu smyslu a tomu napomáhá logické uspořádání symboliky.

Učitelé nevěnují často dostatečnou pozornost ani dosazování daných číselných hodnot do vzorců. Logika řešení fyzikálních úloh požaduje, aby i číselné údaje byly dosazovány do obecného vzorce v takovém pořadí, které odpovídá fyzikálnímu myšlení žáka. *Záměna pořadí veličin vede k dezorientaci v písemném záznamu*; přitom v zájmu správného řešení úlohy je nutné, aby v každém okamžiku (tedy i v procesu dosazování) dovedl žák přesně ukázat, s jakou veličinou operuje a jaké je její symbolické označení i její postavení ve vzorci.

Tento způsob řešení fyzikálních úloh je nejrozšířenější na základní škole a současně je zdrojem formálního přístupu k řešení fyzikálních problémových situací.

Geometrický způsob

Geometrický způsob řešení fyzikálních úloh spočívá v tom, že hodnota hledané veličiny v úloze se nalézá cestou, v níž se používají základní věty geometrie či trigonometrie. Podstatnou část řešení tedy představuje sestrojení jisté geometrické konstrukce. Na rozdíl od dále uvedeného grafického způsobu se grafu nebo náčrtku tedy používá především k získání základních geometrických vztahů mezi danými a hledanými veličinami, jež dají možnost určit hledanou veličinu. Při grafickém způsobu stačí odměřit veličiny z grafu.

Velmi málo je geometrický způsob řešení fyzikálních úloh užíván v dosavadní praxi školního vyučování zejména tam, kde by bylo jeho použití užitečné.

Grafický způsob

Grafický způsob je založen na konstrukci odpovídajících grafů nebo vektorových nákresů, na nichž lze číselnou hodnotu hledané veličiny nalézt bezprostředním odměřením úseček v určitém zvoleném měřítku, jindy pomocí úhlů či měřením ploch.

Grafický způsob má řadu předností. Grafický způsob řešení některých úloh z fyziky činí fyzikální jev názornějším. To se, ne vždy, podaří při algebraickém způsobu. Často bývá grafické řešení jedinou možností, jak se dostat k cíli. To platí zejména vzhledem k úrovni matematických znalostí žáků. Současně získaný graf dává možnost zopakovat dříve studované části fyziky, jež jsou mimo okruh otázek v úloze. Tento způsob řešení je účelný i z jiného pedagogického hlediska: žáci získávají návyky práce s pravítkem a kružítkem, učí se vybrat potřebnou souřadnicovou síť a měřítko, hodnotit stupeň nepřesnosti získaného výsledku atd. Současně s tím je graf důležitým prostředkem, pomocí něhož si žáci mohou názorně představit předloženou fyzikální úlohu nebo její řešení či úlohu i řešení současně.

Grafický způsob řešení by se měl doporučovat při řešení mnoha úloh ze všech částí fyziky, zejména však z mechaniky a optiky. Je třeba poznamenat, že grafický způsob dává vždy jen přibližné řešení a na to musí učitel neustále upozorňovat. Grafický způsob bývá rychlejší, po matematické stránce méně náročný, ale tyto přednosti se dosahují na úkor přesnosti výsledku. Protože však ve fyzice pracujeme pouze s neúplnými či zaokrouhlenými čísly, nebude výsledek nikdy zcela přesný; je třeba dbát jen na to, aby se použitím grafických metod chyba výsledku podstatně nezvětšila.

Žáci musí být pro grafické řešení dobře připraveni. Proto je nutné, aby nejen z počátku řešili úlohy společně s učitelem, ale aby učitel i později pomohl žákům s volbou soustavy souřadnic, měřítka. To lze konkrétně provést tak, že předepíšeme velikost jednotlivých úseček pro dané veličiny.

Mezi grafickým a geometrickým způsobem řešení fyzikálních úloh je mnoho společných rysů a není nutno, ani možné je striktně rozlišovat.

Velmi důležité jsou úlohy, kde odpověď je dána souřadnicemi průsečíků určitých čar. Do této skupiny patří již tradičně úlohy o pohybech.

V celé řadě případů může vzniknout nutnost určit aritmetický průměr veličiny, měnící se v určitých mezích. Jde např. o určení průměrné rychlosti tělesa pohybujícího se rovnoměrně zrychleně, určit průměrnou hodnotu teploty či atmosférického tlaku v určitém časovém intervalu, průměrnou hodnotu výkonu aj. Ve všech těchto případech je nutno vždy určit velikost nějaké vhodně zvolené plochy a dělit ji diferencí souřadnic proměnné veličiny.

Učitel fyziky na základní škole by se měl zaměřit na ekonomiku času při matematických výpočtech, aby se v procesu řešení fyzikální úlohy mohl žák věnovat především řešení fyzikální problémové situace.

Algebraický způsob

Algebraického způsobu řešení fyzikálních úloh používá žák v případech, když je nutné k řešení spojit několik vztahů. K výpočtu hledané veličiny algebraickým způsobem lze dospět tak, že uvedeme vztah, postupně používáme dalších vztahů a užíváme dalších fyzikálních veličin a konstant, až se podaří konečně najít odpověď na otázku úlohy. Výsledný vztah potom obsahuje na jedné straně hledanou veličinu, na straně druhé pouze dané veličiny a konstanty, jež je možno najít v tabulkách. V procesu řešení však často operujeme s veličinou, která se při výpočtu s danými hodnotami vyskytuje v rovnicích na obou stranách, takže její figurování ve vzorcích je důležité pouze z důvodů úplnosti fyzikálních úvah.

Bude racionální provádět nejprve operace se symboly označujícími fyzikální veličiny, získat tzv. "obecné řešení" a teprve potom přistoupit k řešení úloh s danými hodnotami veličin. Tomuto způsobu se říká algebraický.

Současně nám obecné řešení umožňuje řešit určitou třídu fyzikálních úloh, jejichž společným znakem je skutečnost, že jsou zadány tytéž fyzikální veličiny a táž fyzikální situace. Algebraický způsob řešení úloh vyžaduje fyzikální analýzu problémové situace a její uvědomělé řešení na jistém stupni abstrakce. Její nácvik je proto vhodný při vyučování fyzice na střední škole. Teprve ve vyšších ročnících střední školy může algebraický způsob řešení úloh dosáhnout návyku. Existuje však ještě v dnešní době mnoho vysokoškolských studentů, jejichž úroveň myšlenkového zpracování fyzikálních problémových situací je nedostatečná. Lze tvrdit, že je to důsledek nejednotného působení učitelů fyziky na žáky během celé jejich školní docházky, především podceňováním procesu osvojování metodiky řešení fyzikálních úloh.

Nácvik dovednosti řešit fyzikální úlohy algebraickým způsobem a dovednosti řešit fyzikální úlohy vůbec začínáme nejjednodušší cestou - *syntetickou metodou*. Ta spočívá v tom, že při řešení vycházíme z veličin daných v podmínkách úlohy a na základě známých zákonitostí stanoví učitel se žáky spojení daných veličin vzájemně mezi sebou a s dalšími neznámými veličinami, což se vyjádří příslušným vzorcem. Tak se pokračuje do té doby, než získáme rovnost, v níž je na jedné straně hledaná veličina a na straně druhé veličiny dané v podmínkách úlohy a známé konstanty. Někdy je nutno v zájmu řešení úlohy vyslovit ještě dodatkové podmínky, za nichž platí jednak užívané zákonitosti, jednak řešení úlohy.

Syntetická metoda v podstatě odpovídá pedagogickému principu "od známého k neznámému", takže je přiměřená především pro žáky základní školy, vedené učitelem v procesu řešení úlohy. Její nevýhodou je skutečnost, že na cestě od podmínek úlohy k jejímu řešení je mnoho uzlových bodů a křižovatek, vedoucích jak k cíli tak také do slepých uliček. Proto při používání syntetické metody se žák nachází jakoby v bludišti, v němž se může stát, že zabloudí a vůbec se k cíli nedostane.

Analytická metoda spočívá v tom, že řešení úlohy začíná nalezením takové fyzikální zákonitosti, která dává bezprostřední odpověď na otázku úlohy. Stanovená závislost se vyjadřuje analyticky odpovídajícím vzorcem. Při analytické metodě řešení je tento vzorec východiskem pro další postup řešení; začíná se tedy "koncem" úlohy, odpovědí na otázku, stanovením vzorce, který tuto odpověď přináší. Tímto vzorcem musí být některý základní fyzikální vztah, který je žákům znám. Na správném nalezení výchozího vztahu pak závisí správná cesta celého řešení.

Jestliže počáteční analýza úlohy byla provedena dostatečně úplně a žáci ovládají odpovídající teoretické vědomosti, potom nalezení takovéto závislosti hledané veličiny na ostatních veličinách, charakterizujících daný fyzikální jev (tj. napsání vzorce), nepředstavuje pro žáka velkou obtíž.

V nejjednodušším případě přejde analytická metoda ve výpočet podle hotového vzorce, neboť kromě hledané veličiny mohou být všechny další veličiny uvedeny v podmínkách úlohy nebo jde o známé konstanty. Jestliže však vedle hledané neznámé veličiny obsahuje daný vztah ještě další neznámé veličiny, pak je nutno použít dalších fyzikálních závislostí, dalších vztahů. Tak postupně pokračujeme v nahrazování neznámých, až dojdeme k cílovému vztahu. To znamená, že veličinu hledanou v řešení úlohy je možno vyjádřit postupně známými veličinami, na nichž závisí. Tak získáme obecné řešení úlohy.

Před zápisem řešení úlohy je nutno provést důkladnou analýzu úlohy. To předpokládá značnou znalost odpovídajícího fyzikálního učiva, schopnost odpovídat na otázky úlohy analytickým vyjádřením, tj. vzorcem. Úspěch analytické metody spočívá v tom, že žáci potom umějí plánovat práci, dovedou se orientovat v řešení úlohy. Žák musí umět rozkládat složitou úlohu na řadu drobnějších problémů, musí zvládnout účelnou volbu proměnných v daných funkčních závislostech. Analytická metoda řešení předpokládá ve své podstatě oddělení výpočtů s danými hodnotami od řešení úlohy v obecném tvaru. To znamená, že úlohu vyřešíme nejprve obecně a teprve potom dosazujeme dané hodnoty. Z toho vyplývá, že úplné řešení úlohy analytickou metodou představuje proces analýzy fyzikální situace v obecné rovině a na to následuje syntéza v procesu dosazování daných číselných hodnot, popř. syntéza v postupném dosazování dalších obecných vztahů. Proto bude výstižnější hovořit o analyticko-syntetické metodě řešení fyzikálních úloh.

Je nutno uvést, že každý způsob má své didaktické problémy. V nižších ročnících je obvykle žákům více přiměřený aritmetický způsob a dosazování do vzorců; při použití algebraického způsobu pak syntetická metoda. Cílem řešení fyzikálních úloh musí být ovládnutí dovednosti řešit fyzikální problémové situace; tomu však nejlépe odpovídá analytická metoda řešení fyzikálních úloh algebraickým způsobem. Nejlepší způsob bude vždy ten, který zavádí žáka rychleji a bezpečněji k cíli. V rámci boje s formalismem je však nutné, aby žáci neustále spojovali matematický zápis, popř. graf s fyzikální podstatou, tj. do "vzorců" a grafů vkládali fyzikální obsah.

Dovednost řešení fyzikálních úloh rozvíjíme u žáků tak, že postupujeme od způsobu nejjednoduššího k složitějším, tedy od heuristického rozhovoru k algebraickému způsobu a analytické metodě.

Výběr způsobu řešení fyzikální problémové situace z hlediska matematického zpracování je závislý na druhu úlohy, na jejím zařazení do vyučovacího procesu i na věkových zvláštnostech dětí. Přitom cílem školního vyučování fyzice je vypěstovat u žáků dovednost samostatně řešit fyzikální problémové situace algebraickým způsobem, analytickou metodou, s vhodným použitím grafických prvků. To však přesahuje rámec základní školy. Učitel si však musí uvědomit, že existuje řada způsobů řešení úloh. Obsah úlohy i postup řešení volí tak, aby byl pro stav rozumového vývoje žáka optimální. Pro řešení úloh je třeba vypracovat určitou strategii.

3.4. *Metodika řešení fyzikálních problémových úloh*

Pojem „problémová úloha“

Základním úkolem školské fyziky je učit žáky fyzikálně myslet. Impulsem pro myšlení je vznik problémové situace, tedy otázka, problém, údiv nebo rozpaky nad určitým dějem a snaha dopátrat se příčiny, určitá nesrovnalost ve známých faktorech aj. V daném psychologickém pojetí by se stala každá potíž, nesrovnalost, překážka ve vyučování fyzice „problémem“, který je třeba řešit podle schématu myšlení v procesu řešení fyzikálního problému. Tedy každá fyzikální úloha, správně položená otázka, správně formulovaný úkol, laboratorní práce aj. jsou „problémem“ v psychologickém pojetí. [13.]

V logickém třídění fyzikálních úloh termín „problémová úloha“ označuje třídu úloh, v nichž má žák odpovědět na určitý problém z teorie nebo praxe, přičemž musí úvahou zjistit nejen postup fyzikálního myšlení, ale je povinen také někdy provést volbu fyzikálních veličin nutných k řešení.

V literatuře není jednoty při označování tohoto typu fyzikálních úloh. Někteří autoři používají termínu kvalitativní úlohy, otázky, úsudkové úlohy, praktické otázky, vtipné otázky, prověřovací otázky, úlohy ve formě otázek aj. Každý z uvedených názvů odráží nějakou stránku těchto úloh z hlediska jejich didaktické významnosti. Proto jsou všechny názvy pouze přibližné. Základním rysem problémových úloh je skutečnost, že pozornost žáků se soustřeďuje na kvalitativní hledisko určitého zkoumaného fyzikálního jevu. Úloha se řeší většinou cestou logických úvah, řešení je založeno na znalosti zákonů fyziky, přičemž dané číselné údaje nebývají podstatné, popř. ani úloha nebývá číselnými hodnotami zadána. Jindy se získává řešení cestou grafickou, popř. experimentálně. Je pochopitelné, že algebraické nebo dokonce numerické řešení se ovšem nevylučuje. Naopak je nutno upozornit, že hraje důležitou roli při řešení řady problémových úloh. Mohli bychom také říci, že problémová úloha je jedním ze základních prostředků rozvoje fyzikálního myšlení žáků ve školním prostředí nebo i v mimotřídní a mimoškolní práci. Když si uvědomíme její důležité postavení v rámci vyučování fyzice, je nutno věnovat metodice řešení tohoto typu úloh značně vyšší pozornost než tomu bylo doposud. Problémové úlohy dávají učiteli možnost zavést procvičování i do těch kapitol školské fyziky, které se vykládají na základní škole pouze kvalitativně, tj. bez analytického vyjádření fyzikálních zákonitostí.

Způsoby řešení problémových úloh

Při řešení každé problémové úlohy lze v podstatě vyjít ze schématu posloupnosti myšlenkových operací obvyklých při řešení libovolného problému. V podstatě jde o to, abychom využili analytické cesty a uvědomili si existující problém, analyzovali fyzikální podstatu úlohy a předložili hypotézu jako východisko k řešení problému. Potom nastoupí syntéza, vytváříme řetězce na sebe navazujících úvah a formulujeme plán řešení. Při řešení fyzikálních problémových situací se velmi markantně uplatňuje analyticko-syntetická metoda řešení; v procesu analýzy si žák uvědomuje známé a hledané fyzikální veličiny, které syntézou spojuje se známým fyzikálním zákonem.

Při řešení se používá několika způsobů: heuristického rozhovoru, dále grafického, experimentálního, aritmetického popřípadě algebraického způsobu řešení. [13.]

Heuristický způsob spočívá v tom, že se problémová úloha rozdělí v průběhu analýzy fyzikálních veličin na řadu jednodušších problémů. Sestavení plánu řešení začíná tím, že formulujeme, jak získat odpověď na otázku. Přitom se zjišťuje, že je potřeba řešit další úlohu, jednodušší problém, většinou opět kvalitativního rázu; řešení úlohy závisí na výsledku další odpovědi atd. Tento analytický řetěz končí otázkou, na níž odpovíme buď údaji z úlohy nebo pomocí známých fyzikálních zákonů. Tato metoda otázek a odpovědí dává učiteli možnost pěstovat analyticko-syntetickou metodu v myšlení žáků.

Když se žáci naučí řešit jednoduché problémové úlohy, přistupujeme ke složitějším. Při řešení kombinovaných problémových úloh se objevují další potíže pro žáka – musí sestavit plán řešení na základě analýzy celé situace a syntetizovat z rozboru fyzikálních dějů jeho realizaci. V praxi jde o to, aby uměl nejen řešit částečné problémy, ale aby „viděl celou úlohu“, aby se v ní vyznal, aby zvolil správný směr uvažování. Ovládnutí metody řešení složených problémových úloh má za následek kvalitativní skok v rozvoji návyku řešení problémových úloh. Při získávání tohoto návyku existují v podstatě tři stavy:

a) Návodné otázky jsou dávány učitelem, který volí jejich posloupnost tak, aby vedl myšlení žáků; v této etapě nácviku žák neřeší úlohu samostatně. Používá se jí tam, kde se žáci teprve učí řešit problémové úlohy pod učitelovým vedením.

b) Žák sám formuluje otázky a odpovídá na ně. K takové samostatné práci přistupujeme tehdy, kdy již žáci ovládli metodu návodných otázek. Z počátku nutíme žáky, aby dotazy i odpovědi formulovali nahlas. Hlavní předností je plná aktivita a iniciativa žáků, spojená s účinnou kontrolou jejich myšlenkového postupu ze strany učitele.
c) Žáci odpovídají na nevyslovené otázky. Řešení se objevuje ve formě logicky i fyzikálně spojených návrhů, tezí, které vytvářejí složitý řetěz. Je to nejvyšší úroveň heuristického přístupu; vyžaduje dlouholetého cvičení a návyku.

Heuristický způsob řešení fyzikálních úloh je jedním ze základních způsobu řešení těchto úloh žáky základní školy.

Grafického způsobu řešení fyzikálních problémových úloh používáme ve dvou směrech. Jde zejména o ty případy, kdy se podmínky úlohy formulují použitím grafu, obrázku, náčrtku, fotografie atd. Grafický způsob spočívá v tom, že odpověď na otázku získáme podrobnou analýzou odpovídajícího grafického záznamu. Řešení úlohy začíná vždy formulací problému a analýzou podmínek. Proto je třeba obrázek, graf či schéma nakreslit, popř. již dříve připravený grafický záznam použít. Odpověď na otázku je nutno buď přímo z obrázku vyčíst nebo se při jejím stanovení o tuto pomůcku opírat. Mezi přednosti tohoto způsobu patří názornost a většinou i stručnost řešení.

Grafická metoda zadání problémové situace je velmi cenná tam, kde lze nakreslit posloupnost obrázků, zachycujících určité momenty fyzikálního děje. Můžeme pak požadovat na žákovi, aby popsal „jak k tomu došlo“.

Grafický způsob řešení problémové situace pěstuje v žákovi funkční myšlení, učí ho přesnosti a pečlivosti. Mnohdy je výhodný tam, kde numerické či algebraické řešení je žákům nedostupné. Přitom se nevylučuje možnost spojit grafický způsob řešení s cestou heuristického rozhovoru či s řešením algebraickým a aritmetickým.

Experimentální způsob spočívá v tom, že odpověď na otázku zjistíme na základě pokusu, který žák vhodně zabuduje do plánu řešení.

I když experimentální způsob získávání řešení je spojen s obvyklými potížemi, známými u laboratorní metody, má velké přednosti: názornost řešení, rychlost získání odpovědi, přesvědčivost a v řadě případů i možnost několikanásobného opakování pokusu. Navíc dává žákům možnost opakovat dovednosti v zacházení s fyzikálními přístroji atd. Musíme však upozornit na skutečnost, že sice experiment obvykle dává odpověď na otázku úlohy, někdy však odpověď zůstává na úrovni popisu pokusu a není-li tedy doplněn pokus podrobnou analýzou fyzikálního děje, neodpovídá na otázku úplně, neboť nevysvětluje, proč k jevu dochází.

Algebraického způsobu užívá žák tehdy, chce-li vyjádřit vztahy mezi veličinami i kvantitativně nebo požaduje-li se po něm, aby exaktně vyjádřil chod fyzikálního myšlení za použití kvantitativních fyzikálních zákonů. Většinou tak řeší celou třídu shodných úloh, popřípadě připravuje diskusi řešení úlohy v závislosti na změnách podmínek, v nichž k ději došlo. Algebraický způsob řešení problémové úlohy je poměrně hodně podobný řešení „neproblémových" úloh.

Řada problémových úloh požaduje k řešení i výsledky numerické; v tom případě je algebraické řešení předstupněm numerického zpracování pro dané hodnoty.

Strategie řešení problémových úloh

Různorodost problémových úloh z hlediska jejich obsahu, tematiky, složitosti i vybraného způsobu při jejich řešení ztěžuje vytvoření jednotného schématu pro jejich řešení. Přesto však většinu problémových úloh bude možno řešit podle následujícího schématu: [13.]

a) Seznámení s podmínkami úlohy

   Pozorně přečteme text úlohy, objasníme neznámé termíny, podrobnosti konstrukce, obrázky a jejich podrobnosti. Při ústním řešení necháme zopakovat text, při písemném řešení zapíšeme plný či zkrácený text podmínky. Ujasníme hlavní otázku úlohy.

b) Studium podmínek úlohy

   Provedeme analýzu podmínek úlohy, analýzu fyzikálních dějů popsaných v úloze, popřípadě v grafu, náčrtku, schématu, obrázku atd. zadaných v úloze. Někdy musíme zavést doplňující a upřesňující podmínky k tomu, aby bylo možno dostat jednoznačnou odpověď, popřípadě aby byla úloha řešitelná na myšlenkové úrovni žáka některého ročníku základní školy.

c) Sestavení plánu řešení úlohy

   Přejdeme ke konstrukci analytického řetězce úsudků, začínajícího otázkou úlohy a zakončujícího se danými veličinami nebo výsledkem provedeného pokusu, údaji v tabulkách nebo formulací zákonů a určením fyzikálních veličin.

d) Uskutečnění plánu řešení úlohy

Jde o konstrukci syntetického řetězce úsudků, začínajícího formulací odpovídajících zákonů, definicemi fyzikálních veličin, popisem vlastností, kvalit, stavů tělesa a končící se odpovědí na otázku úlohy.

e) Prověrka, kontrola odpovědi

Sestavíme odpovídající fyzikální experiment, prověřující výsledek, řešíme úlohu jiným způsobem, uvedeme výsledek úlohy do souvislosti s obecnými fyzikálními principy (především se zákony zachování hmotnosti, energie, náboje atd.).

4. KONKRÉTNÍ ZAŘAZENÍ NONVERBÁLNÍCH ÚLOH DO VÝUKY

Úlohy byly prezentovány na Základní škole Oskara Nedbala v Českých Budějovicích ve třídě 8.B. Žáci viděli a řešili 7 z 11 úloh. Úloha číslo 3. a 8. nebyla žáky počítána, jelikož ještě nebyli seznámeni s pojmem kalorimetrická rovnice a elektrický výkon. Úloha číslo 10. a 11. byla vytvořena později.

Každá níže popisovaná úloha obsahuje fotografii, možné slovní zadání, nonverbální zadání, řešení, očekávané reakce a ověření v praxi.

Možné slovní zadání – možný zápis zadání úlohy v učebnici či sbírce úloh

Nonverbální zadání – popis obsahu fotografie či videa, způsob vyznačení neznámé veličiny

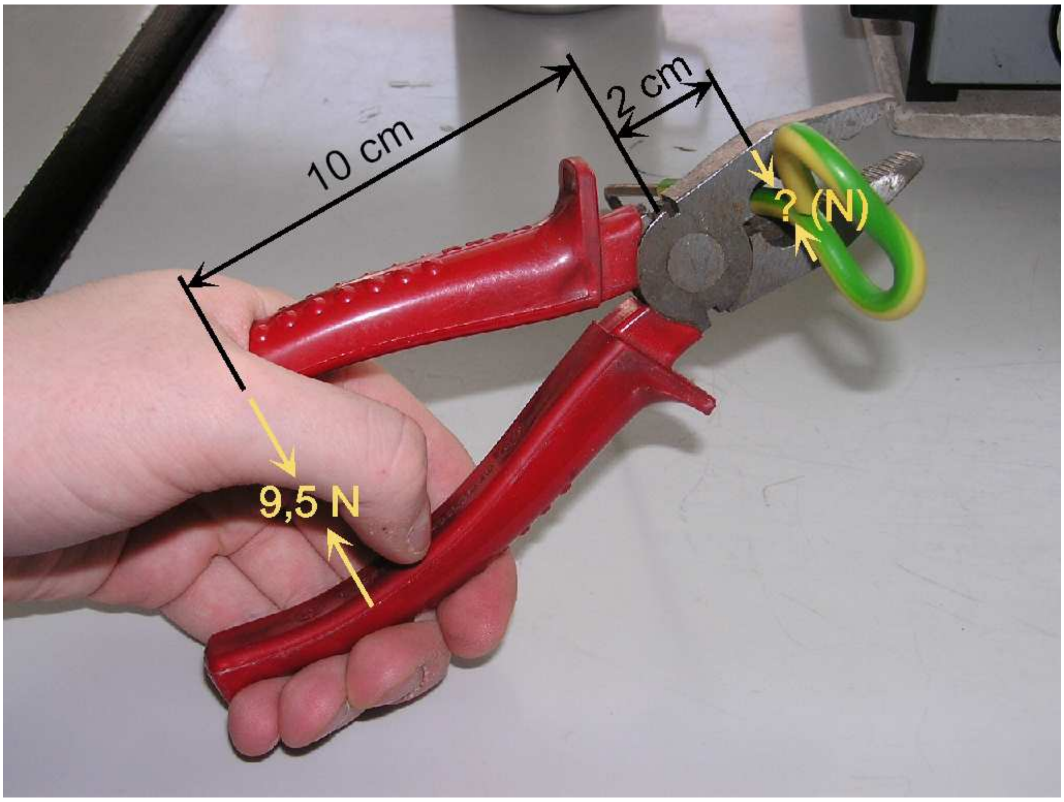
Řešení – správné řešení úlohy

Očekávané reakce – předpokládané reakce žáků, problémová místa úlohy, možnosti jak se dostat k výsledku

Ověření v praxi – popis skutečných reakcí žáků, s čím žáci měli problémy, co bylo třeba upřesnit, jaké byly dotazy

Žáci při sledování zadání příkladu

Příklad č.1 – Páka



Možné slovní zadání:

Jakou sílu vyvinou čelisti kleští, jestliže vzdálenost sevřeného předmětu od kloubu kleští je 2 cm a vzdálenost ruky od kloubu kleští je 10 cm? Ruka svírá kleště silou 9,5 N.

Nonverbální zadání:

Na fotografii jsou zachyceny běžné kleště svírající drát. Naznačeny jsou známé veličiny: vzdálenost drátu od kloubu kleští, vzdálenost ruky od kloubu a síla jakou ruka na kleště působí. Síla, kterou působí kleště na drát, je znázorněna otazníkem a žáci ji mají vypočítat.

Řešení příkladu:

$a = 2$ cm

$b = 10$ cm

$F_2 = 9{,}5$ N

$F_1 = ?$ (N)

$$a \cdot F_1 = b \cdot F_2$$
$$F_1 = \frac{b \cdot F_2}{a}$$
$$F_1 = \frac{10 \cdot 9{,}5}{2}$$
$$F_1 = 47{,}5\,\mathrm{N}$$

Čelisti kleští vyvinou sílu 47,5 N.

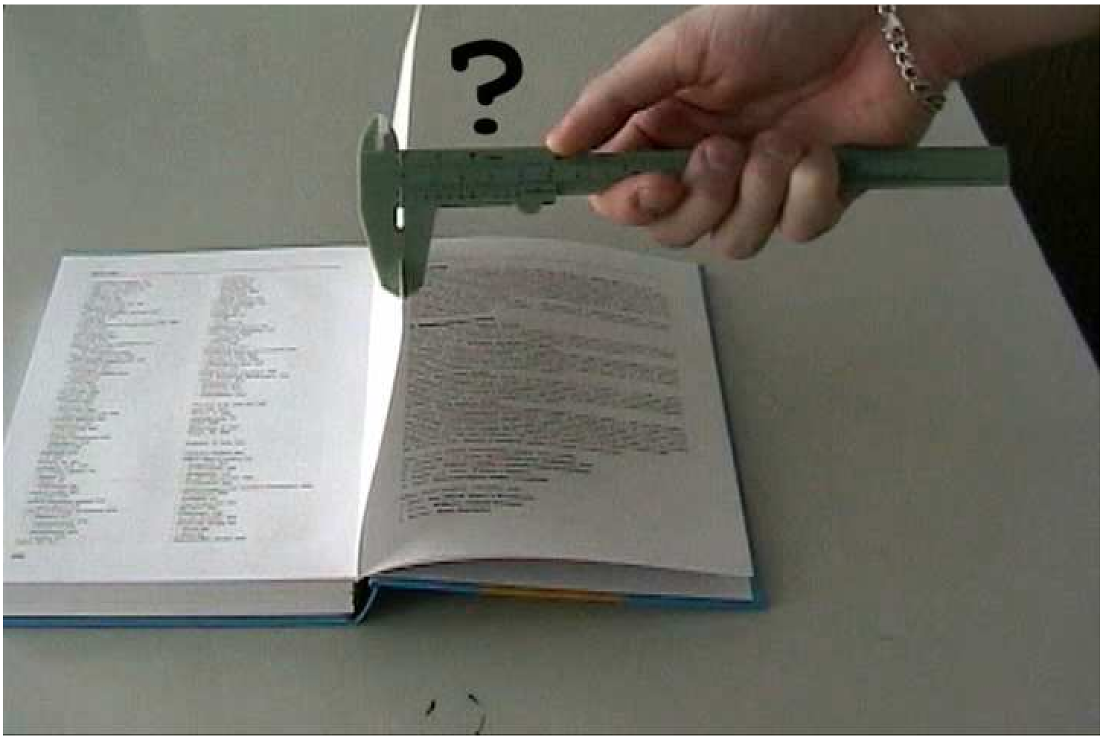
Očekávané reakce:

Žáci by měli poznat, že jde o jednoduchý výpočet páky. Při kreslení schématu si musí uvědomit, která síla bude větší a která menší a podle toho je znázornit. Pokud si žáci nevzpomenou na vzorec pro výpočet páky, měli by si ho odvodit z nakresleného schématu.

Ověření v praxi:

Po promítnutí obrázku žáci příklad ihned pochopili. Sami bez jakéhokoliv navedení určil,i že jde o výpočet páky. Jako první odpověď na otázku „Co máme spočítat?“ byla: „Máme spočítat sílu potřebnou k přestřižení drátu.“. Odpověď byla po chvilce žáky opravena na: „Máme vypočítat jakou silou působí kleště na drát.“. Vzoreček na výpočet páky znali, takže vlastní výpočet provedli rychle a se správným výsledkem.

Příklad č.2 – Tloušťka stránky knížky



Možné slovní zadání:

Tloušťka knihy o 497 stranách je 2,92 cm. Jaká je tloušťka jednoho listu papíru, je-li jedna deska knihy 0,3 cm silná?

Nonverbální zadání:

Video zachycuje postupně průběh měření šířky celé knihy, šířku jedné desky a poté je zobrazen i počet stran knížky. Rozměry nejsou nijak vypsané – žáci by je měli být schopni vyčíst sami z posuvného měřítka. Zjišťovaná veličina je zobrazena pouze otazníkem u posuvného měřidla na konci videa.

Řešení příkladu:

t_K = 2,92 cm = 29,2 mm

t_D = 0,3 cm = 3 mm

n = 497

t_L = ? (mm)

Z počtu stran je potřeba spočítat počet listů. Každý list má dvě strany proto je nutno k počtu stran přičíst 1 (neočíslovaná strana posledního listu) a to vydělit 2.

$$t_L = \frac{t_K - 2.t_D}{(n+1):2}$$

$$t_L = \frac{29{,}2 - 2.3}{(497+1):2}$$

$$t_L = 0{,}09\ \mathrm{mm}$$

Tloušťka jednoho listu je 0,09 mm.

Očekávané reakce:

Žáci mohou mít problém s odečtením hodnot z posuvného měřítka. Pokud pouze nestihnou hodnoty přečíst, je možno video pustit vícekrát, popřípadě pozastavit a po odečtení hodnot pokračovat. Pokud problém s odečtením hodnot bude způsoben neznalostí posuvného měřítka, může učitel buď hodnoty odečíst sám, nebo lépe – žákům vysvětlí a ukáže používání jiných měřidel než školního pravítka (mikrometr, posuvné měřítko, pásmo …)

Dále je třeba dát pozor na to, zda žáci přepočítali strany a počet listů (stránek). Na videu je detailní záběr na číslo poslední strany. Každý list má dvě strany, proto je třeba buď počet stran vydělit dvěma a zaokrouhlit nahoru, nebo přičíst 1 (druhá strana listu, která již není očíslována) a až poté vydělit dvěma.

Při samotném výpočtu by se už neměl vyskytnout problém. Může se stát, že žáci zapomenou od celkové tloušťky knihy odečíst 2x tloušťku desky knihy, ale na svou chybu by po upozornění měli přijít sami a napravit jí.

Ověření v praxi:

Při prvním puštění videa někteří žáci nestihli přečíst naměřené hodnoty, bylo třeba video přehrát ještě jednou. Posuvné měřidlo bylo všem známé, proto nebylo třeba jeho funkci vysvětlovat. Též sami přišli na to, že je třeba odečíst 2x tloušťku desky. Problém nastal pouze v počtu listů. Většina žáků si neuvědomila, že na videu je zobrazen počet stran, nikoliv listů. Po upozornění na chybu si někteří uvědomili problém a výpočet upravili.

Řešení s ohledem na znalosti a věk žáků šesté třídy:

Od tloušťky knihy je nejprve nutno odečíst dvakrát tloušťku desky. Získáme tak tloušťku všech listů knihy.

29,2 – (2 . 3) = 23,2

Potřebujeme zjistit počet listů. Na videu je vidět počet stran a z těch počet listů získáme tak, že počet stran vydělíme dvěma a zaokrouhlíme nahoru, nebo přičteme 1 (druhá strana listu, která již není očíslována) a až poté vydělíme dvěma.

497 : 2 = 248,5 ≈ 249 nebo (497 + 1) : 2 = 249

Nyní, když známe tloušťku všech listů a jejich počet, prostým vydělením dostaneme tloušťku jednoho listu.

23,2 : 249 = 0,09 mm

Příklad č.3 – Teplota vody

Možné slovní zadání:

V odměrném válci je 175 ml vody o teplotě 90°C. Jaká bude výsledná teplota po dolití 100 ml vody o teplotě 24°C?

Nonverbální zadání:

Video začíná nalitím horké vody do odměrného válce. Poté je detailní záběr na stupnici teploměru a odměrného válce. Hodnoty nejsou nijak vypsané či zvýrazněné, žáci je musí ze stupnic vyčíst sami. Záběr přechází na odměrný válec se studenou vodou a hodnoty jsou zobrazeny analogicky jako v případě teplé vody. Po zobrazení hodnot je studená vola nalita do odměrného válce s teplou vodou a promíchána. Video je zakončeno záběrem na válec s teploměrem u kterého problikává otazník pro naznačení neznámé.

Řešení příkladu:

$V_1 = 175$ ml

$t_1 = 90°C$

$V_2 = 100$ ml

$t_2 = 24°C$

$c = c_1 = c_2$

$\rho = \rho_1 = \rho_2$

$t = ?$ (°C)

$$c_1 . m_1 . (t_1 - t) = c_2 . m_2 . (t - t_2)$$

$$c . m_1 . t_1 - c . m_1 . t = c . m_2 . t - c . m_2 . t_2$$

$$c . m_1 . t + c . m_2 . t = c . m_1 . t_1 + c . m_2 . t_2$$

$$t . (c . m_1 + c . m_2) = c . m_1 . t_1 + c . m_2 . t_2$$

$$t = \frac{c . m_1 . t_1 + c . m_2 . t_2}{c . m_1 + c . m_2}$$

Jiný postup řešení při rozepsání: $m = \rho . V$

$$t = \frac{c . \rho . V_1 . t_1 + c . \rho . V_2 . t_2}{c . \rho . V_1 + c . \rho . V_2}$$

$$t = \frac{c . \rho . (V_1 . t_1 + V_2 . t_2)}{c . \rho . (V_1 + V_2)}$$

$$t = \frac{V_1 . t_1 + V_2 . t_2}{V_1 + V_2}$$

$$t = \frac{175 . 90 + 100 . 24}{175 + 100}$$

$$t = 66° \mathrm{C}$$

Výsledná teplota vody bude 66°C.

Očekávané reakce:

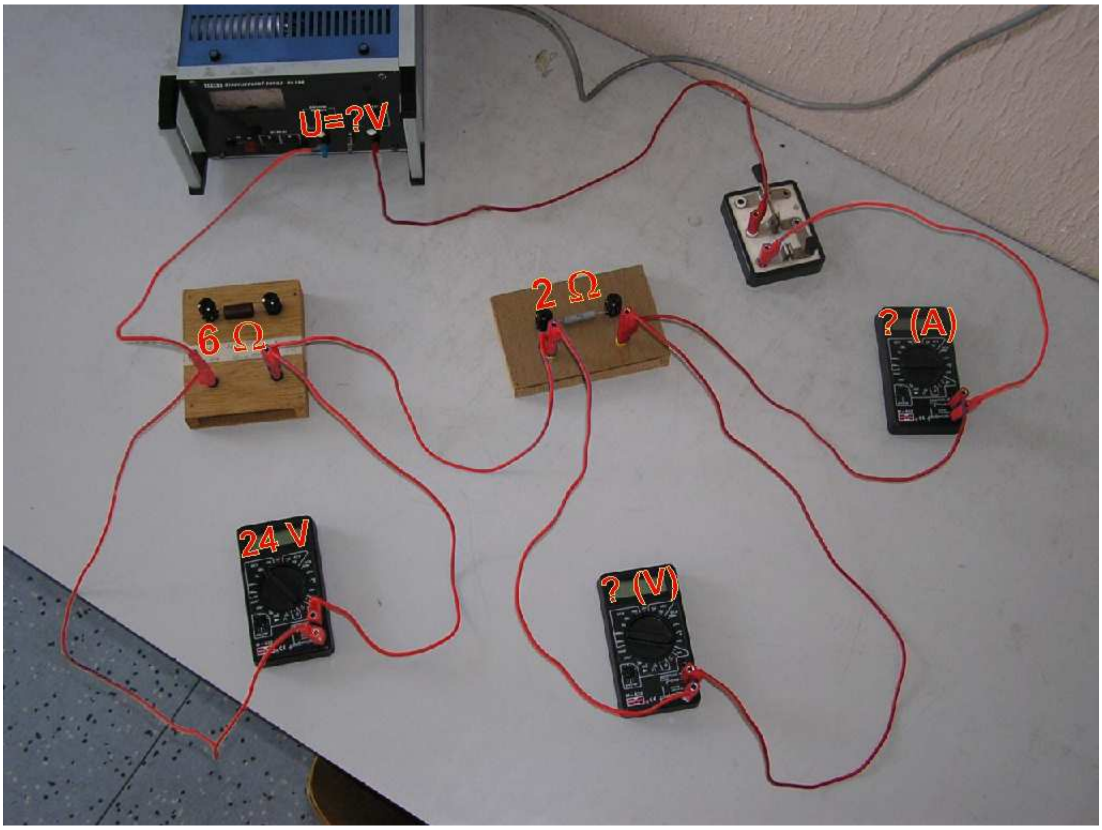
Stejně jako v předchozím příkladě (Příklad č.2 – Tloušťka stránky knížky) se může vyskytnout problém s odečítáním hodnot z teploměrů a odměrných válců. Všichni žáci se při seznamování s teplotou a objemem učí pracovat s příslušnými měřidly, proto bude problém spíše v době zobrazení dané hodnoty. Video můžeme opět pustit několikrát nebo pozastavit.

Po odečtení hodnot následuje pouze úprava kalorimetrické rovnice a dosazení známých veličin. Jelikož smícháváme pouze vodu o různých teplotách, měrná tepelná kapacita a objem jsou v obou případech identické a při výpočtu je můžeme vytknout.

Ověření v praxi:

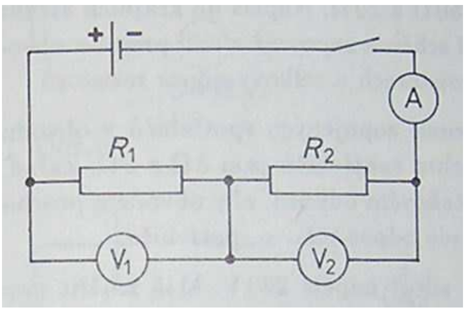
Hodnoty z videa žáci odečetli celkem bez problému, ale samotný výpočet neprovedli, jelikož kalorimetrická rovnice se vyučuje až v 9. třídě. Rovnice v upraveném tvaru byla tedy napsána na tabuli a žáci pouze dosadili hodnoty a spočítali výsledek.

Příklad č.4 – Elektrický obvod



Možné slovní zadání:

Na obrázku jsou zapojeny dva rezistory o odporech $R_1 = 6\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$. První voltmetr udává napětí 24 V. Jaký proud ukazuje ampérmetr? Jaké napětí naměří druhý voltmetr? Jaké napětí je nastaveno na zdroji?



Nonverbální zadání:

Na fotografii je sestaven jednoduchý elektrický obvod stejně jako na schématu ze zadání. Skládá se ze dvou různých rezistorů, dvou voltmetrů, ampérmetru, spínače a zdroje. Známé hodnoty jsou na rezistorech a voltmetru napsány, ostatní jsou zastoupeny otazníkem s příslušnou jednotkou.

Řešení příkladu:

$R_1 = 6\ \Omega$

$R_2 = 2\ \Omega$

$U_1 = 24$ V

$U_2 = ?$ (V)

$U = ?$ (V)

$I = ?$ (A)

$$R = \frac{U}{I}$$

$I = \frac{U_1}{R_1}$ $\qquad$ $I = \frac{24}{6}$ $\qquad$ $I = 4\,\text{A}$

$U_2 = R_2\,.\,I$ $\qquad$ $U_2 = 2\,.\,4$ $\qquad$ $U_2 = 8\,\text{V}$

$U = (R_1 + R_2)\,.\,I$ $\qquad$ $U = (6+2)\,.\,4$ $\qquad$ $U = 32\,\text{V}$

Ampérmetr ukazuje proud 4 A. Druhý voltmetr naměří napětí 8 V. Na zdroji je nastaveno napětí 32 V.

Očekávané reakce:

Pravděpodobně největším *problémem* pro žáky bude *překreslení zapojeného obvodu do schématu*. Žáci se pravděpodobně v obvodu nebudou moci zorientovat. Pro zjednodušení je možno zakrýt paralelně zapojené voltmetry a nechat žáky nakreslit pouze jednoduchý sériový obvod se zdrojem, dvěma rezistory, ampérmetrem a spínačem. Pak odkrýt jeden voltmetr a ten přikreslit do paralelního zapojení s rezistorem. Analogicky druhý voltmetr. Pokud chce učitel tento příklad pro žáky zjednodušit, nemusí je nechat obvod překreslovat do schématu, ale schéma může nakreslit sám a žákům tak ukázat, jak ve skutečnosti vypadá obvod, který je zapojený dle obrázku na který jsou zvyklí z učebnic.

Ohmův zákon by žáci měli znát a umět ho použít. Měli by si uvědomit, že proud je v celém obvodu stejný a vypočtou ho pomocí hodnot odporu a voltmetru číslo 1. Z vypočteného proudu a hodnoty odporu číslo 2. spočítají napětí, které ukazuje druhý voltmetr. Při výpočtu napětí na zdroji nesmí žáci zapomenout, že v obvodu jsou dva sériově zapojené rezistory a hodnoty odporů tedy musí sečíst.

Ověření v praxi:

Po promítnutí žáci měli porovnat zapojení se schématem nakresleným na tabuli. Zapojení na fotografii jim přišlo velmi složité. Po srovnání fotografie se schématem se v obvodu začali orientovat, vyčetli známé veličiny a neznámé dopočetli. Při výpočtu napětí na zdroji si sami bez nápovědy uvědomili sériové zapojení rezistorů.

Příklad č.5 – Délka dráhy vláčku

Možné slovní zadání:

Dětský vláček na pouti se po své dráze pohybuje rychlostí 1,8 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Jeden okruh ujede za dobu 32 s. Jak dlouhá je dráha vláčku?

Nonverbální zadání:

Vláček na videu objede jedno kolo kolem své dráhy pro navození situace a až při druhém kole se v levém horním rohu zobrazí rychlost vláčku, v pravém horním rohu stopky měřící čas, za který vláček okruhem projede. Na konci videa se uprostřed obrazovky objeví značka dráhy s otazníkem jako hledaná veličina.

Řešení příkladu:

$v = 1{,}8\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 0{,}5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

$t = 32$ s

$s = ?$ (m)

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = v\,.\,t$$

$$s = 0{,}5\,.\,32$$

$$s = 16\,\mathrm{m}$$

Dráha vláčku je dlouhá 16 m.

Očekávané reakce:

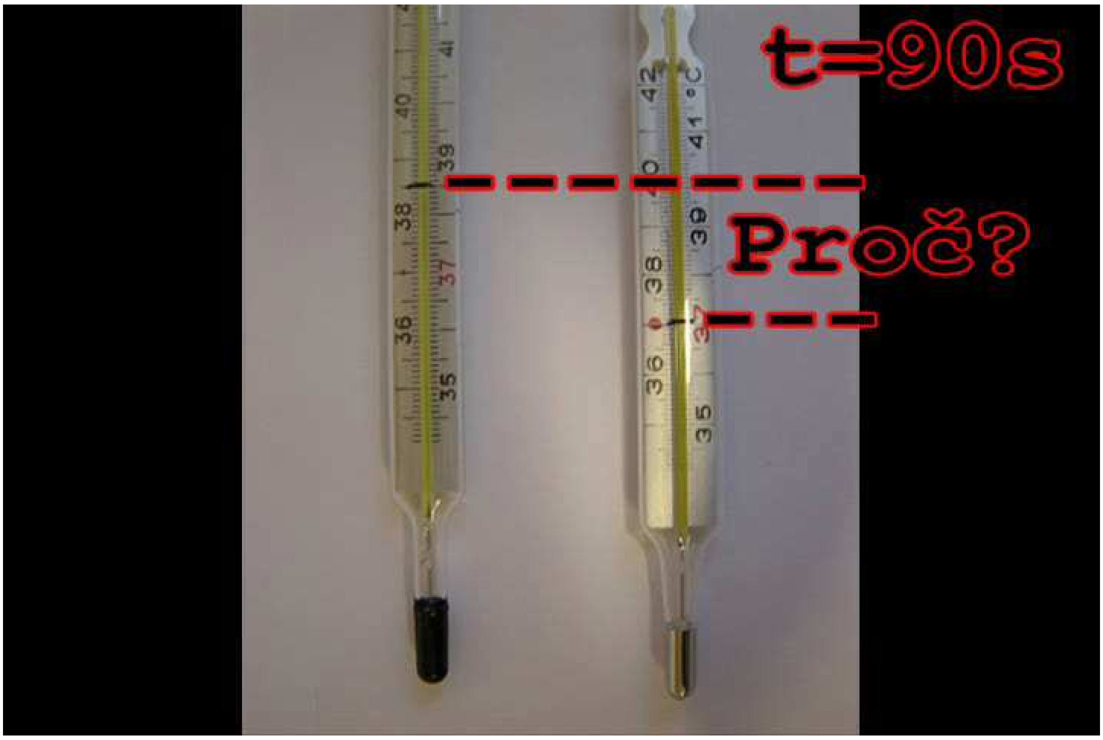
Jednoduchý příklad na výpočet dráhy. Jediný problém by mohl být s převodem jednotek. Žáci by měli převést rychlost na $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ a s tímto rozměrem dále počítat.

Pokud učitel zastaví video těsně před zobrazením „s=?“, může žáky nechat popřemýšlet co budou počítat. Sami by měli být schopni z videa a známých veličin poznat co je úkolem.

Ověření v praxi:

V průběhu promítání videa si žáci opsali zadané veličiny. Někteří žáci si neuvědomili, že je třeba převést jednotky a začali počítat. Asi jen polovina třídy si vzpomněla, jak převést $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ na $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Další kroky už byly pouze dosazení do vzorce a výpočet.

Příklad č.6 – Teploměry



Možné slovní zadání:

Ke zdroji tepla jsou přiblíženy dva stejné teploměry se stejnou počáteční teplotou. Jeden se začerněným koncem a druhý bez. Proč za dobu 90 s ukazuje každý teploměr jinou teplotu, když jsou oba ve stejné vzdálenosti od zdroje tepla? Proč jsou použity lékařské teploměry?

Nonverbální zadání:

Na začátku videa je navozena situace fotografií se dvěma lékařskými teploměry přiblíženými k žárovce jakožto zdroji tepla. Levý teploměr má spodní část zabarvenou černě, pravý teploměr je ponechán bez úpravy. Následující snímky ukazují detailní pohledy na stupnice teploměrů v daných časových intervalech. Tyto intervaly jsou viditelné v pravém horním rohu a na každém teploměru je černě vyznačena aktuální teplota. Na snímku v čase $t = 0$ s je patrné, že počáteční teplota obou teploměrů je shodná. Video je zakončeno znázorněním rozdílu teplot a otázkou „Proč?“.

Řešení příkladu:

Tělesa tmavé barvy pohlcují více tepelného záření (tepla) než tělesa barvy světlé a díky tomu je na začerněném teploměru vyšší teplota.

Pokud vzdálíme lékařský teploměr od zdroje tepla, naměřená teplota zůstane zachována a nevrátí se na teplotu okolního prostředí, jak je tomu u teploměru laboratorního.

Očekávané reakce:

Jako první krok po shlédnutí videa by učitel se žáky měl rozebrat, co je na videu a na co se ptáme. Pokud by si sami žáci nevšimli, že jeden teploměr má začerněný konec a druhý ne, měl by je k tomu učitel navést.

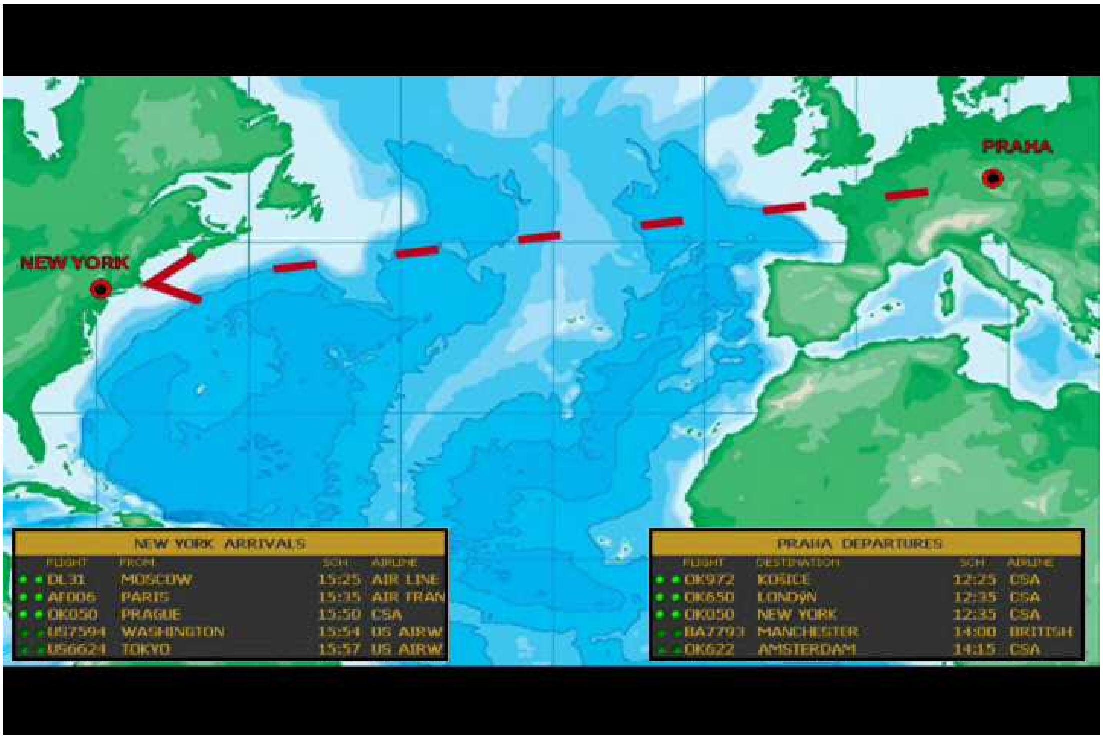
Nyní záleží na učiteli, jak úlohu pojme. Jedna z možností je rozšíření otázky z videa: „*Proč každý teploměr ukazuje jinou teplotu, když jsou oba stejné, jsou u stejného zdroje tepla, foceny jsou ve stejném časovém intervalu a počáteční teplota byla u obou teploměrů shodná?*“.

Jinou, lepší možností, je pojetí úlohy jako námět na diskuzi. Nabízí se zde spousta otázek, kterými učitel může prověřit znalosti žáků, popřípadě je rozšířit. „Je každý zdroj světla zároveň i zdrojem tepla? Jaký je rozdíl mezi lékařským a laboratorním teploměrem? Proč je na videu použit lékařský teploměr? Jaké znáte další teploměry? Víte jak fungují? Je nějaká závislost mezi barvou tělesa a teplotou? Kde a jak se této závislosti využívá?“ Po této diskusi by žáci sami měli být schopni odpovědět na otázku z videa.

Ověření v praxi:

Video bylo třeba pustit 2x, poté žáci měli sami říci co viděli a na co se ptáme. Následovala řada otázek, na které se žáci snažili odpovídat. „Jaké jsou na videu teploměry? Jaké jsou mezi nimi rozdíly? Proč jsou použity zrovna tyto teploměry? Proč každý ukazuje jinou teplou.“ Na většinu otázek žáci nebyli schopni odpovědět bez pomoci učitele. Na poslední otázku všichni reagovali: „Černá barva pohlcuje teplo.“. Odpověď byla upřesněna učitelem.

Příklad č.7 – Rychlost letadla



Možné slovní zadání:

Ve 12 h 35 min z letiště v Praze vzlétne letadlo letící do New Yorku, kde přistane v 15 h 50 min tamního času. Jakou průměrnou rychlostí letadlo letělo? Vzdálenost mezi Prahou a New Yorkem zjistěte ze školního atlasu. Nezapomeňte na časový posun.

Nonverbální zadání:

Úloha je opět zpracovaná pomocí videa. V úvodu je zobrazena mapa s vyznačenými městy New York a Praha. Po chvilce se zobrazí tabulka s časy odletů letadel z Pražského letiště a tabulka příletu na New Yorské letiště. Let je znázorněn pohybujícím se obrázkem letadla. Na konci se mapa změní na jednoduchou mapu časových pásem a žáci by měli být schopni časový posun vyčíst z této mapy, přičíst k času příletu letadla a s tímto údajem dále počítat. Zjišťovaná veličina – rychlost je též znázorněna na konci videa v podobě zkratky veličiny a otazníku. Pro výpočet žáci potřebují znát ještě vzdálenost obou měst – tu si zjistí například ze školního atlasu.

Řešení příkladu:

Vzdálenost Praha – New York odečtena z mapy s měřítkem 1:80000000 je 6560 km.

Čas odletu 12:35, čas příletu 15:50 + časový posun 6 h.

t = 9 h 15 min = 9,25 h

s = 6560 km

v = ?

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{6560}{9{,}25}$$

$$v = 709\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$$

Průměrná rychlost letadla letícího z Prahy do New Yorku je 709 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

Očekávané reakce:

Tato úloha je pro žáky složitější, vyžaduje více času na vyřešení a znalosti zeměpisu. Některé údaje mohou být hůře čitelné, proto je dobré jednoho žáka vyzvat k tabuli, aby ostatním diktoval známé hodnoty.

Žáci si musí uvědomit, co mají počítat a jaké hodnoty potřebují pro výpočet. První veličinou, která je v zadání schována, je doba letu. Neměl by být problém od doby odletu odečíst dobu příletu, těžší pravděpodobně bude uvědomit si *časový posun* mezi Prahou a New Yorkem. Z mapy časových pásem žáci vyčtou časový posun, ale poté je třeba dát pozor, aby tento čas přičetli k době příletu letadla a pak odečetli dobu odletu, nebo aby od doby příletu odečetli dobu odletu a k výsledku opět přičetli časový posun. Tento postup není dobré žákům přesně nadiktovat, ale spíše je navést na správný směr výpočtu.

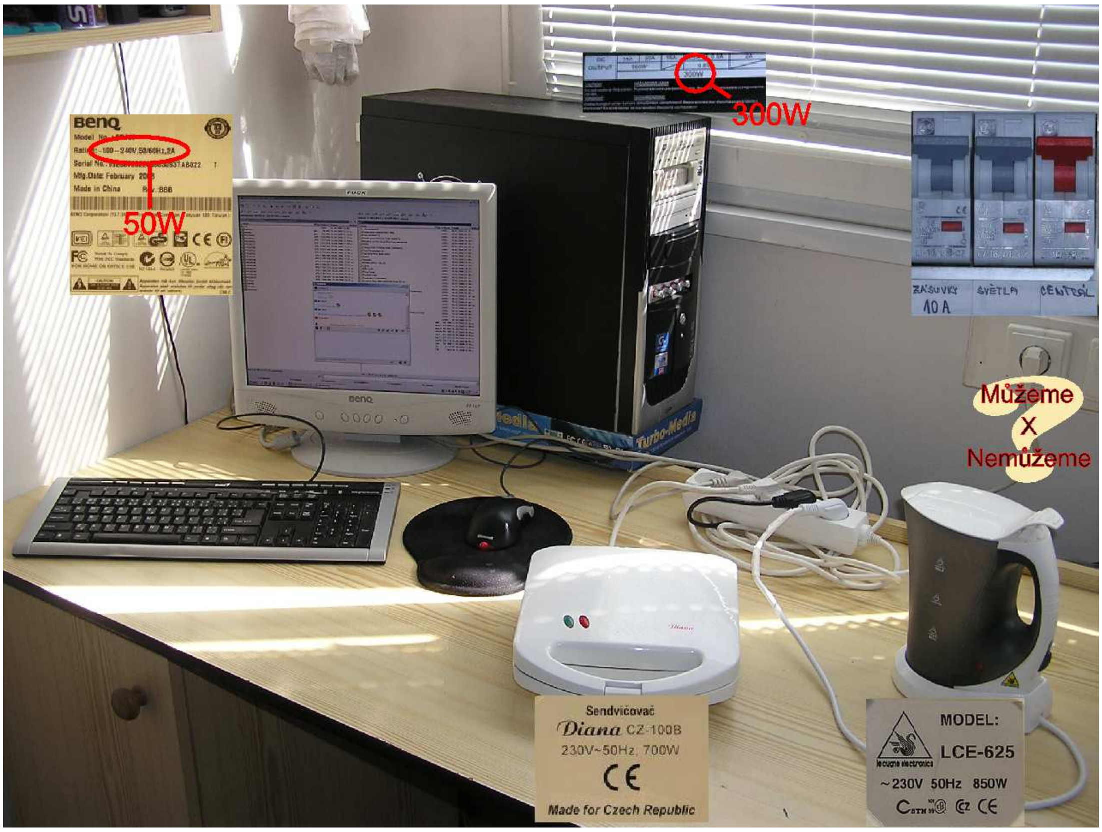
Další veličinou potřebnou pro výpočet rychlosti bude velikost dráhy letu letadla. Většina žáků bez zamyšlení řekne, že dráhu neznáme, ale opak je pravdou. Učitel by měl žáky navést k použití mapy a *pomocí pravítka a měřítka mapy zjistit vzdálenost měst*. Je možné, aby každý žák použil svůj Školní zeměpisný atlas s mapou světa, ale pak vzniknou odchylky ve výsledku kvůli chybám v měření. Lepší je využít Školní nástěnné mapy světa, z které jeden žák změří vzdálenost a nadiktuje měřítko mapy. Z těchto hodnot už si každý vzdálenost vypočte.

Když už je všem známa dráha a čas, výpočet rychlosti letadla bude pouze dosazení těchto hodnot do vzorce.

Ověření v praxi:

První problém se u žáků vyskytl při počítání časových pásem. Většina po shlédnutí videa a zobrazení mapy časových pásem pochopila, že bude třeba s nimi počítat, časový posun též odečetli ale nevěděli jak s ním naložit. Neuvědomili si, že oproti času v Praze je čas v New Yorku posunut o 6 hodin zpět a musí tedy tento rozdíl přičíst k času příletu. Ke zjištění vzdálenosti mezi Prahou a New Yorkem byla použita Školní nástěnná mapa. Jeden žák vzdálenost změřil a přečetl měřítko. Výpočet žáci provedli sami se správným výsledkem. Tyto výsledky dosadili do vzorce pro zjištění rychlosti.

Příklad č.8 – Zapojení domácích spotřebičů



Možné slovní zadání:

Do jedné zásuvky je připojen monitor s maximálním výkonem 50 W, počítač o výkonu 300 W, toustovač s výkonem 700 W a rychlovarná konvice s výkonem 850 W. Můžeme všechny spotřebiče zapojit naráz když zásuvkou smí procházet nejvýše proud 10 A?

Nonverbální zadání:

Fotografie zachycuje čtyři spotřebiče – počítač, monitor, rychlovarná konvice, toustovač, zapojené do 5-ti násobné zásuvky připojené do zásuvky ve zdi. U každého spotřebiče je štítek zobrazující jeho výkon. Zásuvka má nad sebou obrázek tří jističů z nichž jeden je pro zásuvky s vyznačeným maximálním možným průchozím proudem.

Řešení příkladu:

$P_K = 850$ W

$P_T = 700$ W

$P_P = 300$ W

$P_M = 50$ W

$U = 230$ V

$I_{Celkové} = ?$ (A)

$$P = U.I$$

$$I_K = \frac{P_K}{U} \qquad I_T = \frac{P_T}{U} \qquad I_P = \frac{P_P}{U} \qquad I_M = \frac{P_M}{U}$$

$$I_K = \frac{850}{230} \qquad I_T = \frac{700}{230} \qquad I_P = \frac{300}{230} \qquad I_M = \frac{50}{230}$$

$$I_K = 3{,}7\ \text{A} \qquad I_T = 3\ \text{A} \qquad I_P = 1{,}3\ \text{A} \qquad I_M = 0{,}2\ \text{A}$$

$$I_{Celkové} = I_K + I_T + I_P + I_M$$

$$I_{Celkové} = 3{,}7 + 3 + 1{,}3 + 0{,}2$$

$$I_{Celkové} = 8{,}2\ \text{A}$$

Po zapojení prochází všemi spotřebiči proud 8,2 A. Pokud zásuvkou smí procházet maximální proud 10 A, spotřebiče zapojit můžeme.

Očekávané reakce:

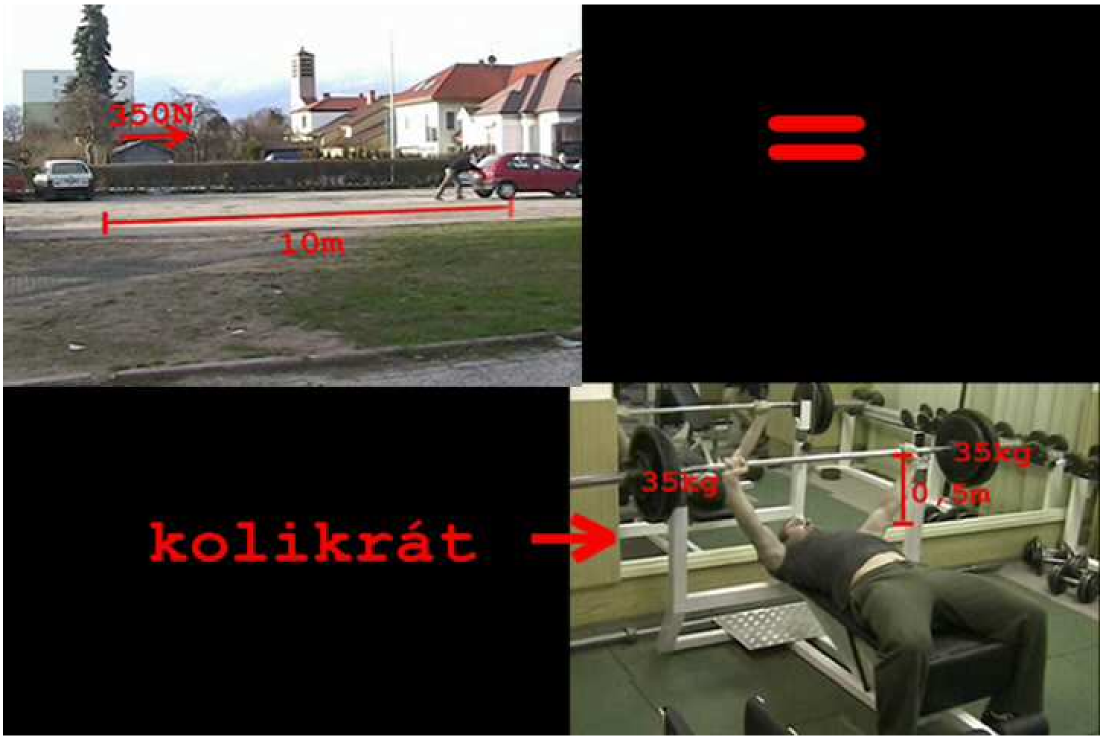
Po promítnutí fotografie by pro žáky neměl být problém pochopit zadání. Učitel krátkými otázkami (Co vidíme na obrázku? Co známe? Co máme zjistit? Co pro to potřebujeme?) situaci přiblíží. Vzoreček pro výpočet elektrického výkonu by žáci měli znát a z něj vypočítají proud procházející spotřebiči. Na některých štítcích je uvedeno i napětí na spotřebiči, ale přesto by si žáci měli uvědomit že *všechny spotřebiče jsou zapojeny do zásuvky* s napětím 230 V.

Po zjištění celkového proudu procházejícího všemi spotřebiči dojde k diskusi, zda je možno zapojit všechny naráz, či nikoliv.

Ověření v praxi:

Příklad byl žákům promítnut, ale k počítání nedošlo, protože se s elektrickým výkonem ještě nesetkali.

Příklad č.9 – Vykonaná práce



Možné slovní zadání:

Jirka tlačí auto silou 350 N po dráze 10 m. Kolikrát by musel Jonáš zvednout činku o hmotnosti 70 kg do výšky 0,5 m aby vykonal stejnou práci?

Nonverbální zadání:

Video se skládá ze dvou částí. V první části je vidět člověka tlačícího automobil. Známé veličiny jsou zobrazeny šipkou (síla) a úsečkou (dráha). Navazuje druhá část videa, kde muž zvedá činku. Známé veličiny jsou opět vyznačeny. Na konci jsou zachyceny obě dvě situace. U snímku s tlačením auta je „=“, u snímku druhého „kolikrát ->“ pro naznačení zjišťované hodnoty.

Řešení příkladu:

$F_1 = 350$ N

$s_1 = 10$ m

$m_2 = 70$ kg

$s_2 = 0{,}5$ m

$x = ?$

$$W_1 = F_1 . s_1 \qquad W_2 = F_2 . s_2 = m_2 . g . s_2$$
$$W_1 = 350.10 \qquad W_2 = 70.10.0{,}5$$
$$W_1 = 3500\,\mathrm{J} \qquad W_2 = 350\,\mathrm{J}$$

$$x = \frac{W_1}{W_2}$$
$$x = \frac{3500}{350}$$
$$x = 10$$

Jonáš musí činku zvednout 10x aby vykonal stejnou práci jako Jirka při tlačení auta.

Očekávané reakce:

U této jednoduché úlohy by se neměli vyskytnout větší problémy. V první části videa si žáci opíší známé veličiny, stejně tak u druhé časti. Ze závěrečného obrázku a zadaných veličin by žáci měli poznat, že budou počítat mechanickou práci a porovnávat. Pokud si žáci toto neuvědomí, učitel může zopakovat definici mechanické práce (Co se děje s tělesem, které působí silou na jiné těleso a to se díky tomu pohybuje po určité dráze?) a tím žákům napovědět. Další postup už je pouze dosazení hodnot do vzorečku a srovnání.

Ověření v praxi:

Po skončení videa žáci sami určili, že musí zjistit kolikrát musí kulturista zvednout činku, aby vykonal stejnou práci jako člověk tlačící auto. Obě mechanické práce vypočítali a zjistili, že činku je třeba zvednout 10x.

Příklad č.10 – Optické přístroje

Možné slovní zadání:

Optické přístroje z pravé části obrázku správně přiřaď k situacím v levé části.

Nonverbální zadání:

Levá část obrázku je složená z pěti fotografií zachycujících situaci či předmět. Pohled na město, člověk, který čte časopis, motýl, noční krajina s hvězdárnou a hvězdami, preparát mezi skly. V pravé části jsou vyfoceny lupa, dalekohled, brýle, hvězdářský dalekohled a mikroskop. Slovíčko „přiřaď“ se šipkami naznačuje co je úkolem.

Řešení příkladu:

1 - B

2 - C

3 - A

4 - E

5 - D

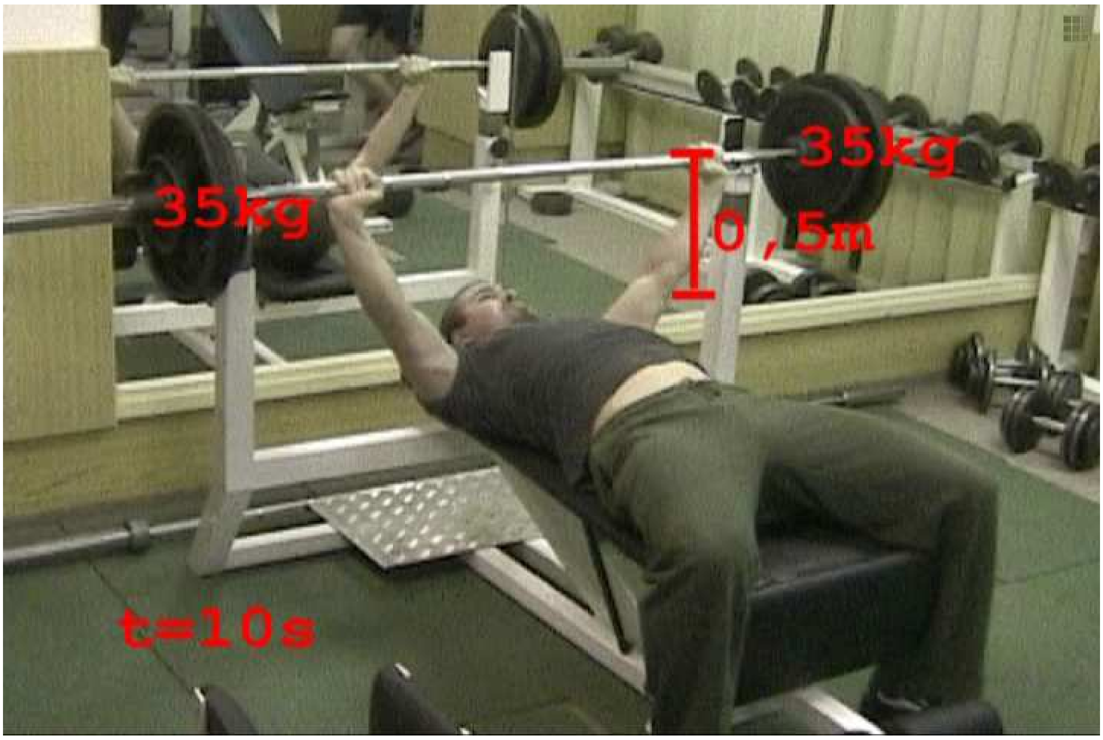
Očekávané reakce:

Po zobrazení zadání učitel s žáky projde, co na kterém obrázku vidí. Žáci si v sešitě vytvoří dva sloupečky s jednoslovným popisem fotografií a jejich označením. Levý sloupeček bude obsahovat popisy situací či věcí, pravý sloupeček názvy optických zařízení. Co se k sobě nejvíce hodí, by žáci měli bez problému určit. Po kontrole správnosti učitel může úlohu rozvinout o *popis částí těchto optických zařízení a jejich funkci*.

Ověření v praxi:

Tato úloha byla vytvořena až po prezentaci na ZŠ a nebyla tedy v praxi zkoušena.

Příklad č.11 – Práce, výkon



Možné slovní zadání:

Po dobu 10 s zvedal Jonáš činku o hmotnosti 70 kg do výšky 0,5 m.

a) Jakou vykonal práci?

b) Jaký byl jeho výkon?

Nonverbální zadání:

Jako zadání je použita druhá část videa z příkladu č.9 – vykonaná práce. Do levého spodního rohu byly přidány stopky měřící dobu zvedání činky.

Řešení příkladu:

m = 70 kg

s = 0,5 m

t = 10 s

a) W = ? (J)

b) P = ? (W)

$$W = F\,.\,s = m\,.\,g\,.\,s$$
$$W = 70\,.\,10\,.\,0{,}5$$
$$W = 350\,\mathrm{J}$$

$$P = \frac{W}{t}$$
$$P = \frac{350}{10}$$
$$P = 35\,\mathrm{W}$$

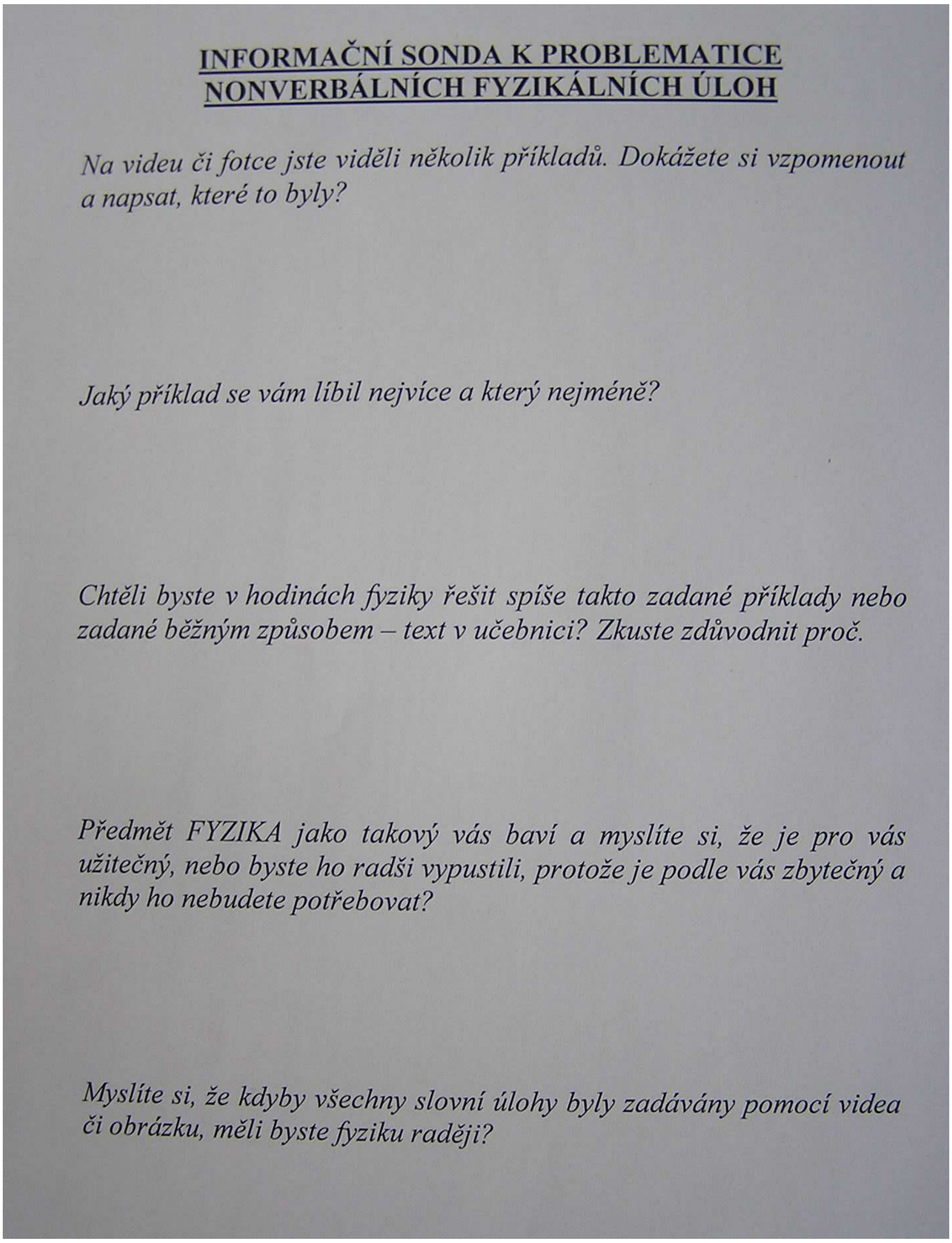
Jonáš vykonal práci 350 J a jeho výkon byl 35 W.

Očekávané reakce:

Tato úloha byla vytvořena díky poznatkům z prezentace příkladu č. 9 - vykonaná práce. I přesto, že je řazena na konci vytvořených příkladů, by ve výuce měla být před úlohou č.9. Úlohy je možno aplikovat dvojím způsobem. Za prvé mohou být zadány tak, že všichni budou mít za úkol vyřešit tuto úlohu a žáci rychlejší a nadanější, na doplnění, spočítají úlohu č.9. Druhou možností je zadání této úlohy na začátku hodiny, seznamující žáky s výkonem, a na konci hodiny pro doplnění vypočítání úlohy č.9.

5. DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ

Po vyřešení všech příkladů každý žák dostal krátký dotazník s pěti otázkami týkajícími se úloh a fyziky. Několika slovy měli vyjádřit svůj názor na to, co si vyzkoušeli a na fyziku jako takovou. Aby žáci napsali, co si opravdu myslí, byly dotazníky vyplněny anonymně. Odpovědi byly zpracovány do grafů, z kterých je nejlépe viditelné, které úlohy na žáky nejvíce či nejméně zapůsobily a co si myslí o fyzice. Ve třídě bylo celkem 26 žáků.


INFORMAČNÍ SONDA K PROBLEMATICE NONVERBÁLNÍCH FYZIKÁLNÍCH ÚLOH

Na videu či fotce jste viděli několik příkladů. Dokážete si vzpomenout a napsat, které to byly?

Jaký příklad se vám líbil nejvíce a který nejméně?

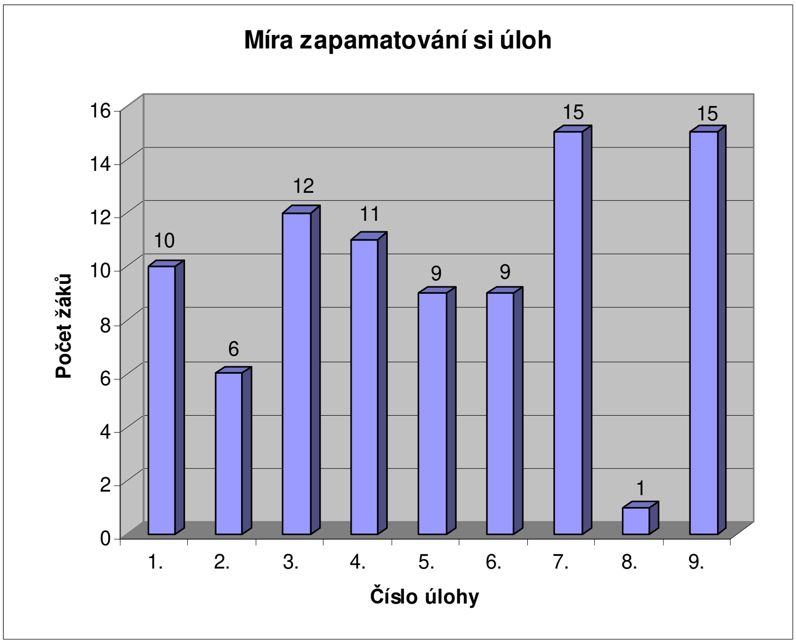
Chtěli byste v hodinách fyziky řešit spíše takto zadané příklady nebo zadané běžným způsobem – text v učebnici? Zkuste zdůvodnit proč.

Předmět FYZIKA jako takový vás baví a myslíte si, že je pro vás užitečný, nebo byste ho radši vypustili, protože je podle vás zbytečný a nikdy ho nebudete potřebovat?

Myslíte si, že kdyby všechny slovní úlohy byly zadávány pomocí videa či obrázku, měli byste fyziku raději?

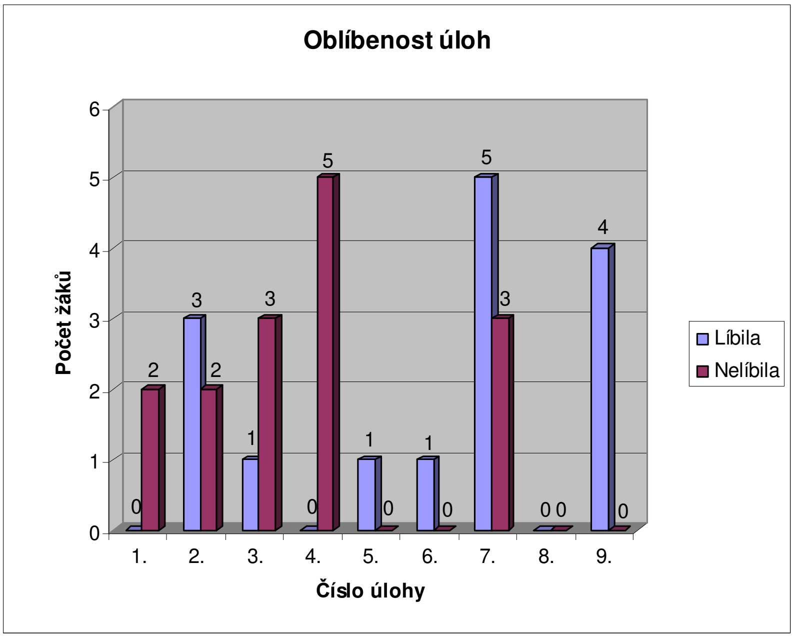
Otázka č.1 – Na videu či fotce jste viděli několik příkladů. Dokážete si vzpomenout a napsat které to byly?

Cílem nebylo aby žáci vypsali všech 9 úloh, ale aby napsali jen ty, které si sami zapamatovali.



Jak je v grafu vidět, nejvíce žáků si vzpomnělo na úlohu s výpočtem rychlosti letadla a úlohu s porovnáním vykonané mechanické práce. Dle výsledku se dá usoudit, že tyto úlohy žáky nejvíce zaujaly. Na opačné straně žebříčku stojí úloha číslo 2 s vypočtením tloušťky stránky knížky.

Otázka č.2 – Jaký příklad se vám líbil nejvíce a který nejméně

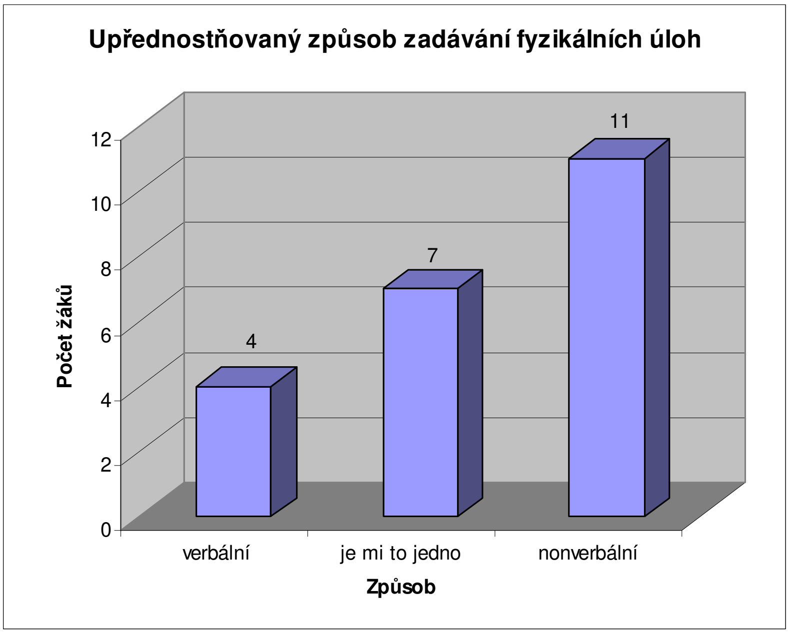


Při porovnání tohoto grafu s grafem z předchozí otázky je vidět, že nejvíce si žáci pamatují ty úlohy, které se jim líbily nejvíce a nejméně.

Nejoblíbenější úlohou byl výpočet rychlosti letadla. Nešlo zde pouze o počítání, ale žáci museli pracovat se zeměpisnou mapou, časovými pásmy a více museli zapojit logické myšlení.

Úloha která se žákům líbila nejméně je číslo 4. s procvičováním Ohmova zákona. To je pravděpodobně způsobeno tím, že žáci jsou zvyklí spíše na schematické zadání a ve fotografii, zachycující skutečné zapojení obvodu, měli problémy s orientací.

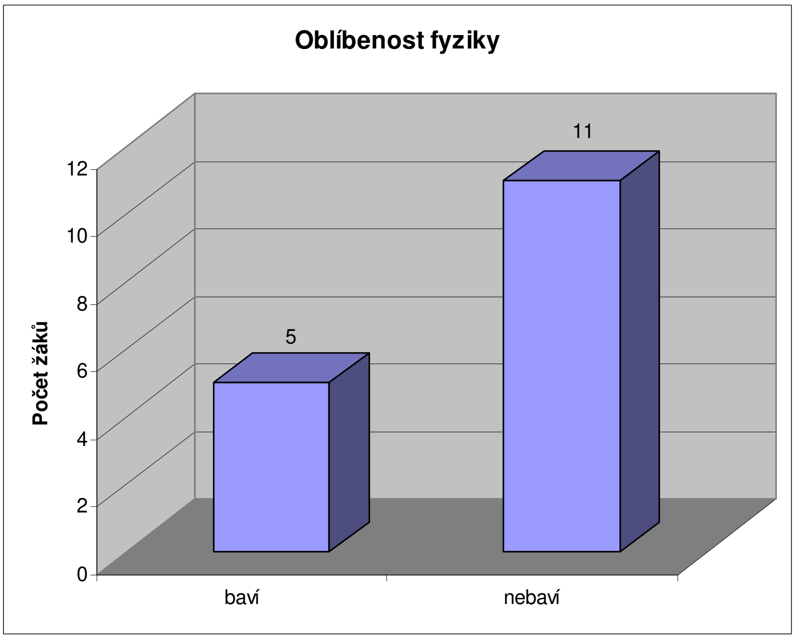
Otázka č.3 – Chtěli byste v hodinách fyziky řešit spíše takto zadané příklady nebo zadané běžným způsobem – text v učebnici? Zkuste zdůvodnit proč.

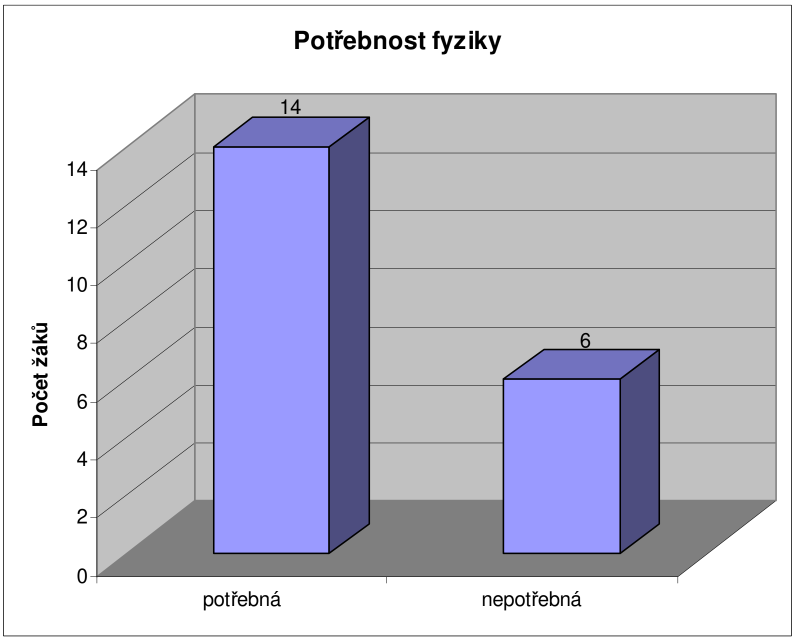


Dle předpokladů nejvíce žáků dalo přednost nonverbálnímu zadání. Jako důvod většina žáku napsala, že takto zadané úlohy jsou zábavnější, zajímavější, přehlednější, lépe si problém představí a úlohu pochopí.

Ti, kteří dali přednost zadání, na které jsou zvyklí z učebnic, svou odpověď zdůvodnili menší přehledností videí či fotek a vyšší obtížností.

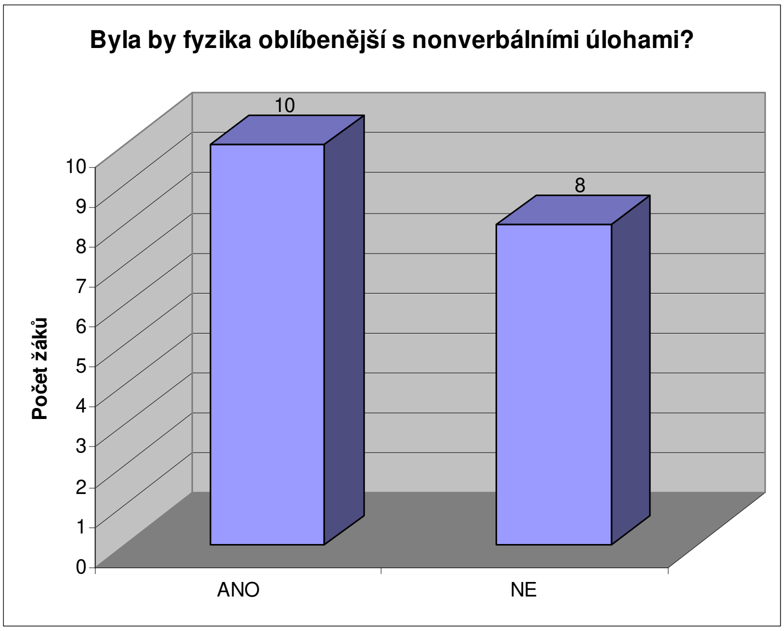
Otázka č.4 – Předmět FYZIKA jako takový vás baví a myslíte si, že je pro vás užitečný, nebo byste ho radši vypustili, protože je podle vás zbytečný a nikdy ho nebudete potřebovat?





Oblíbenost, nebo spíše neoblíbenost fyziky mezi žáky je všeobecně známá. I v tomto případě většinu žáků fyzika nebaví. Víc než polovina třídy si je ale vědoma, že fyzika je v životě potřebná a užitečná. Tyto výpovědi potvrzuje výzkum Gerharda Höfera [7.] ze Západočeské univerzity v Plzni, který zkoumal oblíbenost předmětů, názor žáků na důležitost fyziky v životě a další věci týkající se fyziky. To vše především na základních školách v celorepublikovém měřítku.

Otázka č.5 – Myslíte si, že kdyby všechny slovní úlohy byly zadávány pomocí videa či obrázku, měli byste fyziku raději?



Tato otázka podněcuje k zamyšlení a dává smysl celé diplomové práci. Skoro polovina žáků sice uvedla, že nonverbálně zadávané úlohy by nezměnily jejich pohled na fyziku a nezvedly by její oblíbenost, ale to neznamená, že by se vše zhoršilo. Pokud by tedy takto zadávané úlohy byly zapojeny ve větší míře do výuky, pohled na fyziku by se změnil k lepšímu.

6. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvořit několik fyzikálních úloh, které žáci nebudou muset číst, ale které uvidí. Názornost takto zadávaných úloh je zřejmá. Pokud pomůžou aspoň trochu k lepším výsledkům žáků a ke zpříjemnění a zpestření fyziky, bylo by dobré ve tvorbě takovýchto úloh pokračovat.

Nonverbální fyzikální úlohy ovšem nemusí být zaměřeny pouze na fyziku. Rozsáhlejší příklady mohou zasahovat do dalších předmětů a tím posílit mezipředmětové vztahy.

Měl jsem možnost své vytvořené příklady prezentovat na základní škole a pozorovat reakce žáků. I přesto, jak někteří vyjádřili v dotazníku svou nepřízeň k takovýmto úlohám, mohu říci, že pro všechny byly mé hodiny příjemné a každý se do řešení úkolů zapojil. Jelikož pro mě nebyl důležitý správný výsledek, ale reakce žáků, nenutil jsem nikoho k nedobrovolné činnosti (jak tomu většinou bývá při řešení běžných úloh) – žáci se zájmem pracovali sami.

Vytvořené úlohy a celá práce mohou být použity pro doplnění či rozšíření, popřípadě zpestření výuky na základní škole. Může být též motivačním prvkem pro tvorbu dalších úloh, jejich rozšíření a běžné používání v hodinách fyziky.

7. POUŽITÁ LITERATURA

[1.] Bohuněk, Jiří: Sbírka úloh z fyziky pro ZŠ 1.díl, 2.vydání; Prométheus; Praha; 1992

[2.] Bohuněk, Jiří: Sbírka úloh z fyziky pro ZŠ 2.díl, 1.vydání; Galaxie; Praha; 1993

[3.] Bohuněk, Jiří: Sbírka úloh z fyziky pro ZŠ 3.díl, 2.vydání; Prométheus; Praha; 1994

[4.] Brychnáčová, Eva, Zahradníková, Jana: Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání - příloha upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením; Výzkumný ústav pedagogický v Praze; Praha; 2005

[5.] Časopis Moderní vyučování 08/2005 článek „Tučňáci z učebnic ožili" http://www.modernivyucovani.cz/

[6.] Hodný, Jiří a kol.: Vybrané kapitoly z psychologie a pedagogiky pro studující doplňujícího pedagogického studia; VA v Brně; 2000

[7.] Höfer, Gerhard: Výuka fyziky v širších souvislostech – Názory žáků -; Západočeská univerzita v Plzni, Pedagogická fakulta; Plzeň; 2005

[8.] Janás, Josef: Kapitoly z didaktiky fyziky; Masarykova univerzita v Brně, Pedagogická fakulta; Brno; 1996

[9.] Kurelová, M., Kantorová, H., Kozelská, Z., Malach, J., Judein, R.: Pedagogika II. Kapitoly z obecné didaktiky.; Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta; Ostrava; 1999

[10.] Mareš, J., Křivohlavý, J.: Komunikace ve škole. 1. vyd.; Brno; 1995

[11.] Podgórecki, J.: Jak se lépe dorozumíme. 1. vyd.; Ostrava; 1999

[12.] Šedivý, J., Párkař, J., Pfefrček, S.,: Úlohy z fyziky pro ZŠ a nižší ročníky víceletých gymnázií, 1.část; Fortuna; Praha; 1996

[13.] Volf, Ivo: Metodika řešení úloh ve vyučování fyzice (zejména na základní škole); JČSMF; Praha; 1975

[14.] Kolářová, R., Bohuněk, J.: Fyzika pro 6.-8. ročník základní školy; Prométheus; Praha; 2002

[15.] Tesař, J., Jáchym, F.: Fyzika pro 6.-8. ročník základní školy; SPN; Praha; 1999

[16.] Macháček, M.: Fyzika 6 až 9 pro základní školy a víceletá gymnázia, 3. vyd.; Prométheus; Praha; 2000

8. PŘÍLOHY

1) Čtyři vybrané informační sondy vyplněné žáky 8.B.

2) CD disk obsahující následující soubory :

01 Paka.jpg	- foto úloha č.1
02 Tloustka stranky knizky.mpg	- video úloha č.2
03 Teplota vody.mpg	- video úloha č.3
04 Elektricky obvod.jpg	- foto úloha č.4
05 Delka drahy vlacku.mpg	- video úloha č.5
06 Teplomery.mpg	- video úloha č.6
07 Rychlost letadla.mpg	- video úloha č.7
08 Zapojeni domacich spotrebicu.jpg	- foto úloha č.8
09 Vykonana prace.mpg	- video úloha č.9
10 Opticke přístroje.jpg	- foto úloha č.10
11 Práce výkon.mpg	- video úloha č.11
Diplomova prace.doc	- práce v elektronické podobě