JIHOČESKÁ UNIVERSITA

ČESKÉ BUDĚJOVICE

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA FYZIKY

Návrh sbírky problémových úloh pro střední školu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc.

Autor práce: Michal Benda, učitelství pro SŠ, M – F

České Budějovice, Duben 2006

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny prameny, ze kterých jsem čerpal.

Michal Benda

Zde bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce, panu Doc. RNDr. Vojtěchu Stachovi, CSc. za odborné vedení a ochotu pomoci při mé práci.

Dále bych chtěl poděkovat mým vyučujícím na vysoké i střední škole a kolegům, z jejíchž hodin jsem čerpal nápady a inspiraci.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Název diplomové práce: Návrh sbírky problémových úloh pro střední školu

Pracoviště: KFY PF JU

Autor: Michal Benda

Studijní obor: Učitelství pro SŠ, kombinace M-F

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc.

Rok obhajoby: 2006

Anotace: Diplomová práce se zabývá tvorbou, zařazením a využitím problémových úloh v hodinách fyziky na základní a střední škole. Definuje a používá pojmy problémová úloha, problémové a projektové vyučování, snaží se vymezit funkce zadávaných problémů ve výuce fyziky. Zaměřuje se na motivační složku, na snahu aktivizovat studenty a přiblížit jim problematiku fyziky. Pomocí konkrétních úloh vyplývajících z vlastních nebo pozorovaných zkušeností žáků propojit jejich teoretické znalosti a praktické zkušenosti.

Klíčová slova: Problémová úloha, projektové vyučování, motivace žáka

Cizojazyčné resumé: This work diserts about creation, cathegorizing and using of troubled exercises in fyzics education. It defines the koncept of troubled exercise, it is focused on the aktivation of students to bring them closer to interesting parts of fyzics lessons. We search the way for students, how to get concrete exersices based on their own experiences or their interests to interconnect with theoretical knowledge. This work is trying to find the way to motivate the students for their work in the physics lessons throw the troubled exercises.

Keywords: troubled motivative exercises (problems), project education, motivation of students in fyzics

Obsah:

1. Úvod ... 6
2. Teoretická část
    2.1. Vymezení základních pojmů ... 8
    2.2. Psychologie vzniku problémové úlohy ... 9
    2.3. Klasifikace problémových úloh z hlediska obsahu ... 11
    2.4. Řešení problémových úloh v návaznosti na zadání ... 12
    2.5. Psychologie způsobů řešení a práce učitele ... 16
    2.6. Návrh rozvržení práce při řešení problémové úlohy ... 21
    2.7. Problémová úloha jako součást motivace ... 26
3. Diskuse dostupných sbírek ... 29
4. Návrh souboru problémových úloh
    4.1. Problémové úlohy z mechaniky ... 33
    4.2. Problémové a motivační experimenty ... 43
    4.3. Řešení úloh ... 47
5. Závěr ... 63
Použitá literatura ... 66

1. Úvod

„Dvě jsou cesty, jimiž se vzděláváme. Buď učíme se tomu, co jiní vyzkoumali a do nauk sestavili, anebo sbíráme vlastní zkušenosti, pozorujíce, zkoušejíce a porovnávajíce zjevy kolem sebe. Tato druhá cesta je ovšem zdlouhavější, namáhavější a má mezery; vyžaduje pozornost, vnímavost, ducha čilého, ale zato má nekonečně větší ceny pro vývoj našeho ducha, dovednost ruky a pokrok vůbec jednotlivce i všeho lidského vědění.“

Bohumil Bauše, 1918

Fyzika je jednou z nejstarších a v podstatě všeobjímajících vědních disciplín. Je zřejmé, že se studenti již od malička setkávají s jejími projevy, přírodními jevy, výdobytky techniky, které využívají fyzikální poznatky. To jistě může být jak výhodou pro učitele fyziky, protože mají jeho žáci k látce blízko. Může to být ovšem i překážkou, pokud studenti reagují na novou látku na základě vlastních neúplných zkušeností. Na tomto rozhraní poznaného a nepoznaného je největší prostor pro problémové úlohy, které by měli poopravit neúplné vidění světa nebo aktivizovat zvědavost studentů.

Ať už učitel vysvětluje či zprostředkovává žákům jakoukoliv látku, je naprosto nutné, má-li být úspěšný, žáky dostatečně motivovat. Způsobů je veliké množství. Podle mého názoru je velikou výhodou výuky přírodních věd a především fyziky, že učitel má jedinečnou možnost žáka motivovat často přímo pomocí látky samotné. Demonstračním pokusem, nastolením vhodných otázek, přirovnáním k situaci běžné v každodenním životě.

Je samozřejmě možné žákům demonstrovat pokusem běžnou situaci a začít popisovat princip a dojít k požadovaným závěrům. Podle mého názoru je daleko lepší demonstrovat situaci, která je zdánlivě v naprostém rozporu se zkušeností žáka, problémovou úlohu, která balancuje na hranici jeho poznávacích možností, donutit jej zamyslet se, přemýšlet jak je to možné a donutit ho udělat si vlastní závěry. Vhodnými protipříklady mu vybrušovat a tříbit jeho myšlenky a v podstatě jej samotného nakonec nechat vyslovit názor správný. Takovýto postup je samozřejmě z hlediska učitele velmi časově náročný, nehledě na problémy se strukturou třídy a udržení pozornosti všech skupin studentů, jejichž znalosti jsou často velmi rozdílné. Výsledné znalosti získané na základě této metody jsou ovšem trvalejšího charakteru, nemají pouze formu osvojení teoretické látky, ale nabyté zkušenosti na základě vlastního myšlení a poznání. Další nespornou výhodou je procvičování jak divergentního, tak konvergentního myšlení.

Takovéto úlohy mohou vycházet ze známých fyzikálních paradoxon, z dlouhé historie objevů, z mezipředmětových vztahů a mnoha dalších nápadů a situací. Cílem této práce je pokusit se popsat princip vzniku takové úlohy, problémové situace, postup jejího řešení a v neposlední řadě navrhnout, poskládat a připravit sbírku právě takových úloh, které žáka dovedou zaujmou a aktivizovat.

2. Teoretická část

2.1. Základní pojmy

Při výuce fyziky klademe důraz na takové prostředky a metody vyučovaní, které co nejúčinněji napomáhají vlastní aktivní práci žáka, ta je podmínkou dosažení vyučovacích cílů školské fyziky. Podle tohoto měřítka patří řešení úloh mezi nejvýznamnější didaktické prostředky ve vyučování fyziky. (Kašpar [1]).

Problémové vyučování je specifický didaktický systém. Úvodem vymezíme obsah pojmů problémové vyučování, problémové učení, problémová situace, problémová úloha a problémová otázka, kterých bude v dalším textu používáno.

Problémové vyučování je typ rozvíjejícího vyučování, ve kterém je spojována soustavná objevitelská činnost žáků s osvojováním si předkládané látky, proces vzájemné koordinace vyučování a učení, vyvolaný pomocí problémových situaci a zaměřený na formování správného názoru žáků, rozšíření jejich poznávací schopnosti a tvůrčí dovednosti.

Problémové učení je učebně poznávací činnost žáků při objevování a osvojování poznatků a způsobů činnosti, analýzou situací, formulovaných problémů a jejich řešení pomocí zjišťování předpokladů a navrhování a upřesňování hypotéz, jejich zdůvodněním a dokazováním a také prověřováním správnosti řešení.

Výchozím stavem v problémovém učení je problémová situace. Problémová situace je psychický stav žáka, vznikající v důsledku plnění zadaného úkolu, který nemůže splnit pouze na základě poznatků, které si již osvojil. Problémové situace navozuje učitel u žáků zadáváním problémových úkolů a úloh.

Příčinou intelektuálních obtíží žáka při plnění problémového úkolu je něco neznámého, co v něm tvoří podstatu problému. Učitel může navodit problémovou situaci mnoha způsoby, předkládat žákům hypotézy k zamyšlení ústně nebo prostřednictvím experimentu. Problémová situace je psychický stav subjektu, obsahuje vždy osobnostní vztah žáka k danému úkolu, proto ji není možno žákovi předložit zvenku a žádat od něho, aby si ji osvojil. Žák může pochopit, osvojit si obsah pouze takového problémového úkolu, který ho nejen zaujme, ale i podněcuje k činnosti a tím vyvolá u žáka problémovou situaci. (Kašpar [5])

Základní vlastností každé problémové fyzikální úlohy je okolnost, že klade žákovi otázku, na kterou žák nedokáže jednoduše odpovědět pouze reproduktivně na základě výkladu učitele, nýbrž musí při řešení samostatně přemýšlet, využívat nejen svých dosavadních znalostí z fyziky, ale jsou-li nedostatečné, musí vhodnými otázkami hledat poznatky u učitele, u spolužáků a stále se tak doučovat. Velice účinná forma vyučování by byla, kdyby každý žák dostal svou vlastní problémovou úlohu.

Není cílem problémového vyučování, aby žák pouze pasivně ovládal určitý systém poznatků, nebo si formálně osvojil princip řešení úloh, ale musí získané znalosti umět i správně použít, získat návyk pochybovat, experimentovat a ověřovat si získané výsledky, řešit úlohy různého druhu. Prokáže-li tyto dovednosti, je to důkaz, že učení je produktivní a jeho poznatky nejen nabyté, ale i vhodně utříděné. Tento princip získávání dovedností je nutno vytvářet. Řešení problémových úloh tedy není konečným cílem výuky fyziky ani není samoúčelné, je pouze jedním z prostředků, s jejichž pomocí žák vniká do podstaty fyzikálních zákonitostí, a tím se je učí aplikovat v praktických a v technických problémech. (Kašpar [1])

2.2. Psychologie vzniku problémové úlohy

Tradiční princip výuky zdůrazňoval zjednodušenou představu frontálního předávání nových poznatků učitelem žákům, kteří si tyto poznatky měli spontánně osvojit. Současná didaktika tuto představu odmítá. K osvojení poznatků nestačí pouze pamětní reprodukce vnějších podnětů působících na žáka, ale je nutný aktivní přístup žáka a jeho samostatné začlenění nové látky do systému vlastních myšlenkových vztahů. Jen tak může dojít k plnému a správnému pochopení nejen nové látky samotné, ale i patřičných vztahů. Učitel musí usměrňovat zájem žáků a motivovat je k vlastní aktivní činnosti.

Problémové vyučování je typ rozvíjejícího vyučování, které vedle osvojování poznatků a dovedností zajišťuje rozumový rozvoj aktivního a tvořivého myšlení žáků. Nevyhnutelnost myšlení vzniká tehdy, setká-li se člověk s novými podmínkami, ve kterých nemůže pracovat obvyklým způsobem, je-li okolnostmi nucen hledat nový způsob činnosti. Problémové situace nevyhnutelně vyvolávají myšlenkové procesy. Proto při problémovém vyučování uvádíme žáka záměrně do situací, v nichž má intelektuální obtíže vyvolávající problémovou situaci.

Problémový úkol obsahuje vedle známého něco neznámé, co způsobuje žákovi těžkosti při jeho plnění, co je však nevyhnutelnou podmínkou k úspěšnému splnění úkolu. Učitel se nastolením takové situace snaží motivovat žáka ke správnému řešení úkolu, pomocí doplňujících otázek pomáhá při překonávání těžkostí, vzbuzuje v něm poznávací potřebu, aktivuje jeho myšlení a konání.

Hledání neznámého v problémové situaci, formulace a řešení problému jsou v souladu s procesem formování rysů osobnosti žáka, jsou důležitou etapou v rozvíjení jeho osobnosti. Tyto skutečnosti jsou potvrzovány i všeobecně uznávanou pedagogickou zkušeností: úspěšné osvojení učiva žákem závisí především na jeho vlastni intelektuální činnosti. (Kašpar [1])

Problémová situace obecně má složku předmětovou a složku podněcující, motivační. Vyjadřuje nejen požadavky učitele, ale i zájmy, potřeby a možnosti žáka. Cílem problémové úlohy je u žáka podpořit poznávací potřebu, která umožňuje nejen uskutečnění procesu učení, ale i řízení a kontrolu průběhu tohoto procesu.

Ústředním prvkem problémové situace je nová neznámá skutečnost, kterou má žák nalézt, aby mohl splnit úkon v úkolu požadovaný. Řešení problémových úloh přispívá nejen k pouhému zvládnutí učiva, slouží k ujasnění a zpřesnění vyložených poznatků, k jejich upevnění, prohloubení a rozšíření. Není ovšem účelnou a vhodnou formou opakování učiva či klasifikace. Moderní psychologie ukazuje, že pojmy, jejich obsah a rozsah se v mysli nevytvářejí slovní definicí, kterou je žák nucen se naučit. Při výuce fyziky stejně jako kdekoli jinde je nejpřirozenější a tím i nejúčinnější cestou osvojení pojmu vlastní žákova činnost.

Při výkladu látky třeba s poutavými demonstracemi nemá učitel téměř žádnou zpětnou vazbu. Dokonce i v případě, že se mu podaří všechny studenty patřičně motivovat a žáci mají o danou problematiku zájem. Proto se nedílnou součástí výuky stávají úlohy, které právě zpětnou vazbu učiteli poskytují. Problémová úloha potom neprověřuje zvládnutí látky žákem, to je dokonce nutný předpoklad k tomu, aby práce na problémové úloze měla vůbec smysl. Smyslem problémové úlohy je pro žáka pochopení vztahů, na první pohled skrytých, nebo vztahů vyžadujících jistou spojitost s jiným předmětem či takových jevů, které se zdají být v rozporu s dosavadními žákovými zkušenostmi. Problémové úlohy jsou účinným prostředkem pro rozvíjení fyzikálního myšlení, pomáhají objasnit obsah rozsah fyzikálních pojmů, ujasnit fyzikální závislosti a jejich fyzikální smysl.

Tím se zároveň objasňuje vztah mezi matematikou a fyzikou, vzájemný vztah obsahu a metod obou předmětů, jejich rozdílný přístup k řešení problémů. Oproti neproblémovým úlohám jsou to zpravidla úlohy kvalitativní, kladou většinou důraz na pochopení či vysvětlení daného jevu. Obecně tedy, pokud není úloha směřována např. na provázání mezipředmětových vztahů k matematice, může být úspěšný s jejím řešením i žák, který má problémy s řešením obyčejných úloh právě vzhledem k matematickému aparátu. (Janás [4])

V každé třídě budou žáci s rozmanitou úrovní obecných a specifických inteligenčních schopností, tj. vrozených a částečně výchovou získaných rysů osobnosti. Většina žáků je nadaných jen v některých oblastech. Má-li některý žák potíže s matematikou, je potřeba tuto vlastnost prozkoumat a při výuce na ni pamatovat. Někteří žáci se oproti tomu tradiční školní úlohy zhostí snadno a rychle. Dokáží bez větších problémů řešit úlohy, myslet abstrakně nebo si zapamatovat informace snáze než ostatní. Jiní žáci potřebují více příležitostí k procvičování a pečlivému spojování nových zkušeností s předchozími. Znalosti a dovednosti je možno chápat jako část dětské skládanky. Učitel může dětem jednotlivé díly podat, ale je na dítěti samotném, aby si je zařadilo do vlastních struktur myšlení. A struktura každého jedince je trochu jiná. Problémová úloha kromě vlastních poznatků klade důraz právě na zařazení nových znalostí do myšlenkových schémat, tj. na uložení nových poznatků nejen do paměti, ale zejména na vytvoření vazeb a souvislostí s ostatními již osvojeným učivem. (Pasch [18])

2.3. Klasifikace problémových úloh z hlediska obsahu

Podle obsahu rozlišujeme tři základní typy problémových situací a s tím i souvisejících problémových úloh (Kašpar [5]):

a) problém cíle

b) problém způsobu

c) problém podmínek

Problémové úlohy cílové mají zpravidla žáka dovést k nějakému novému poznatku, objevit nový jev, vysvětlit jeho fungování a princip. Pomocí myšlenkové úvahy vysvětlit předvedenou demonstraci, popsat souvislosti, odvodit z daných známých zákonitostí rozšiřující poznatek. Smyslem těchto úloh je nalézt cíl – princip, vztah, vlastnost, souvislost.

U způsobové problémové úlohy zpravidla cíl známe nebo jej demonstrujeme, neznámou je pro nás cesta, jakou se k cíli dopracovat. Takovéto úlohy mohou mít zadání zdánlivého nelogického paradoxu, který mají žáci vysvětlit, mohou mít podobu úkolu, sestavení jednoduchého stroje, obvodu apod. Další možností je zadání ověření pravdivosti či podmínek daného jevu, pokusu.

Třetím základním typem problémové úlohy je princip ztížení podmínek. Žák zpravidla ovládá danou látku, zná veškeré potřebné vztahy a podmínky práce, ovládá potřebné dovednosti, ale neumí úlohu řešit za ztížených podmínek. Úloha může mít několik stupňů obtížnosti, např. od jednodušších obvodů se propracováváme ke složitějším, měníme jejich parametry atd. Větší obtížnost úlohy může být dána také nutností použití mezipředmětových vztahů, neuvedených (samozřejmých) skutečností nebo naopak zadání zbytečných parametrů, které žáka matou. (Kašpar [5]).

Součástí takovéto problémové úlohy může být také netypické zadání úlohy. Takovou formu představují např. nonverbální úlohy, tj. úlohy zadané pomocí obrázku, videosekvence, počítačovou animací nebo pozorováním konkrétního jevu. Takové úlohy mohou mít povahu čistě kvalitativní, nebo složením více sekvencí mohou být převedeny do podoby kvantitativních úloh. Námět a zadání takovéto úlohy vyvolává v žácích pocit skrytého problému, snahu o vyřešení hádanky. Řešení takovýchto úloh často není jednoznačné, závisí na posouzení a interpretaci vstupních parametrů. To ovšem může učiteli odkrýt způsob žákova myšlení i případné chybné představy, které je pak snadnější korigovat. (Tesař [19])

2.4. Řešení problémových úloh v návaznosti na zadání

Řešení problémové situace závisí na učivu, věkových a individuálních zvláštnostech žáků, jejich možnostech řešit daný problém a přirozeně i na zběhlosti učitele v organizaci a řízení problémového vyučování.

Způsob zadání problémové úlohy proto musí daným možnostem odpovídat. Podmínkou vzniku problémové situace jsou totiž kromě jiného také možnosti žáků, tj. stav jejich předchozích znalostí a především dostatek času na práci.

Možnosti žáků v určité třídě jsou různé, různé je i jejich přizpůsobení poznávací činnosti. Stejný úkol u některých žáků problémovou situaci vyvolá, ale u jiných nikoliv, protože je pro ně příliš snadný, není pro ně problémovou úlohou, ale jen obyčejnou, neproblémovou úlohou, nebo je pro ně příliš obtížný, je nad jejich možnosti. Tento problém částečně může vyřešit skupinová forma vyučování, není ovšem vyloučeno, že i ve skupině žáků diferencovaných podle stejné úrovně dovedností dojde k uváděnému rozporu. Ideálním řešením by byla výuka individuální, ta je ovšem z časových důvodů často nemožná.

Učitel si musí také uvědomit, že určitý úkol může vyvolat problémovou situaci ve třídě jen jednou. Zadá-li učitel další úlohu stejného typu podruhé, pak tato úloha nevyvolá u žáka problémovou situaci, nebude pro žáka problémová. Takto zadaná úloha se stává pro žáky neproblémovou. Žáci se pokusí aplikovat poznatky z předchozí úlohy. Úloha tak procvičuje nejen nové poznatky získané z předcházející úlohy, ale také případně fixuje nový způsob řešení, novou cestu získávání poznatků nebo vyvozování závěrů. (Kašpar [5]).

Způsob učitelova zadání problémové úlohy zároveň částečně navozuje cestu k řešení. Některé úlohy mohou mít povahu výrazně syntetickou jiné naopak už svou povahou nebo formou zadání přímo vybízejí k řešení metodou analytickou.

Jednou z možností je uvedení situace, která je pro žáky nová a vyžaduje rozšíření teoretických znalostí žáků, případně vysvětlení učitelem. Ideálním zadáním takto připravené problémové úlohy je demonstrační pokus nebo ještě lépe skupinová laboratorní práce žáků. Žáci pak na základě vlastních pozorování mohou ve skupině nebo i s učitelem diskutovat o tom, co nový jev způsobuje, jak daný problém funguje. Žáci získali nový poznatek samostatnou poznávací činnosti. Učitel jejich práci organizoval, řídil a pomáhal jim poznatek přesně formulovat. Je sice nepravděpodobné, že by tímto způsobem žáci byli schopni objasnit teorii a princip vzniku daného jevu, ovšem učitelův výklad je žákům bližší, případně může vyvolat nebo odpovídat na otázky, na které žáci narazili během své práce a které by učitel třeba mohl považovat za samozřejmé nebo nesmyslné. Takovýto způsob řešení problémové úlohy přispívá výrazně k vlastnímu utříbení a správnému setřídění poznatků žáky.

Další možností je zavedení myšlenkové úlohy, která ovšem velmi úzce čerpá z blízkého okolí žáků. Např. většina žáků se u nás setkává se zapojením světel na chodbách apod. Po probrání principů zapojení obvodů je nasnadě otázka: Jak je možné, aby jste jedním vypínačem světlo rozsvítili a druhým zhasli. Problémové situace tohoto druhu vznikají u žáků, jestliže se snaží samostatně dosáhnout praktického cíle, který je vytknut v úloze. Předmětem úlohy je poměrně běžná životní situace, se kterou se žáci setkávají prakticky denně. Žáci jsou nuceni analyzovat situaci, a pro některé z nich může být zdánlivě jednoduchý problém na hranici řešitelnosti. Výborným doplňkem výuky by pak bylo doplnění o praktický úkol: Zde jsou pomůcky, pokuste se vámi navržený systém zapojit. Učitel musí být také připraven na netradiční, nepřiměřeně složitá řešení některých žáků. Zde je potřeba vyzdvihnout a podpořit zejména kreativitu žáků a dané řešení jednoznačně označit za správné. Případně se pokusit je navést k jednoduššímu řešení, ovšem nijak tím nesnižovat jejich cestu, byť byla složitější. Možnost zapojení obvodu může být žákům nabídnuta i jako pomůcka při řešení problému, ale žákům se pak automaticky problém zúží na připravené pomůcky.

Na danou tematiku může navazovat i problémová úloha položená zcela opačně. Žákům je daný jev vysvětlen a učitel po nich požaduje uvedení vyloženého učiva do praxe. Vhodnějším úkolem než „Uveďte příklady využití v praxi“, který spíše vyvolá žákovu reakci typu „Kde už jsem to viděl“, jsou otázky: Jak byste daný jev mohli využít? Kdyby jste byli na pustém ostrově, jak by vám usnadnil život? Dal by se realizovat? Co vše je k tomu potřeba? Teprve poté najít příklady v praxi. Pokud na ně přišli žáci předtím, je pro ně pochvala výraznou motivací pro další práci. Pokud se jedná o nějaký běžně využívaný přístroj na který nepřišli, reakce bývá bouřlivá a často vede k daleko lepšímu zapamatování, něž kdyby jim byla informace sdělena předem.

Jedním pro fyziku typickým zadáním problémové úlohy je demonstrace některého zdánlivého paradoxu, který je v rozporu s žákovskými představami. Takto navozená situace vyvolá problém, který požaduje teoretické vysvětlení. Často se ukáže, že jev je možno vysvětlit pouze na základě nových poznatků. Takto zavedená problémová úloha může sloužit k preciznějšímu pochopení některých veličin, které mohou mít žáci nepřesně zafixovány z běžného používání, např. tlak apod.

Součástí výuky fyziky je uvádění jevů do praxe, odvozování nových vztahů a hledání podobností i odlišností. Některé jevy platí obecně, u jiných platí různé zákonitosti. Suchá sůl je nevodičem, ale její roztok je vodivý. Destilovaná voda nevede proud, voda z vodovodu ano. Při analýze různých situací mohou žáci dojít k závěru, že roztoky jsou vodiče, zatímco čisté kapalné látky jsou nevodivé. Na ověření tohoto závěru navrhne učitel žákům, aby vykonali pokus s roztokem cukru v destilované vodě. Roztok cukru v destilované vodě elektrický proud nevede. Tím vzniká nový typ problémové situace. Žáci např. znají zákonitosti pro pevné látky a snaží se je aplikovat na kapaliny. Postupně pod dohledem učitele dospívají k odlišnostem, které se snaží řešit pomocí metod, které dosud poznali. Někdy vede takováto úloha pouze k vyjasnění odlišností probíraných jevů, občas je závěr úlohy takový, že je třeba dojít k novým poznatkům a učitel tak má připravenou půdu pro výklad nové látky. Pomocí vhodných otázek a dialogu lze docílit toho, že žáci v podstatě nakonec vysloví teoretický poznatek sami, učitel formulaci pouze zpřesní.

Opačným postupem lze také navodit problémovou úlohu spíše teoretického typu. Pomocí demonstrací ukáže učitel žákům několik podobných pokusů nebo soubor různých cest, které vedou ke stejnému závěru. Poté bude na žácích, aby sami analyzovali danou problematiku a pokusili se vyslovit obecný závěr, který charakterizuje všechny předvedené pokusy. Problém často vzniká v různých vnějších projevech nebo v podmínkách vzniku daného jevu. Takto sestavenou problémovou úlohou lze řešit i situaci, kdy žáci již mají nějaké výchozí základní poznatky o předvedeném jevu, učitel se výkladem pouze pokouší probíranou látku rozšířit nebo vyvodit některé nové vztahy.

Jedním z nejefektivnějších způsobů zadání problémové úlohy, který se výborně hodí zejména při výkladu zcela nové látky, je zadání problému vycházejícího z historie objevu dané zákonitosti. Špatné podmínky, jak materiální tak i společenské, které provázeli vznik některých nejdůležitějších objevů pouze podtrhují úsilí vědců, jež se o ně zasloužili. Takto zadaná úloha s patřičným odůvodněním a vhodným doplněním o historická fakta je často výbornou motivací pro další práci žáků. Pomáhá navíc zasadit problematiku do daného období, uceluje žákův názor na vzdělání jako takové, může vyzdvihnout některé společenské otázky a v neposlední řadě ukazuje žákům celistvost a celkovou provázanost učiva a upevňuje mezipředmětové vazby.

Vzhledem k tomu, že každá problémová situace je individuálním psychickým stavem žáka, ani popsané možnosti formulace problémové úlohy nejsou jednoznačné. Jde o zobecnění zkušeností učitelů, které mohou být pomůckou při přípravě problémového vyučování. V každém případě však musí učitel přistupovat k přípravě problémových situací samostatně a tvořivě, protože pracuje se žáky, kteří se někdy liší i od žáků téhož ročníku, kde mohou být veliké rozdíly i v jedné třídě. (Kašpar [5])

Řešení problémových úloh je příležitostí k dalšímu rozšíření znalostí žáků, k seznámení s teoretickými i s praktickými poznatky a dovednostmi, které přesahují rámec školské fyziky. Řešení problémových úloh, které patří mezi formy samostatné práce žáka ve vyučování, rozvíjí samostatnost v myšlení a v úsudku, důvtip, a zejména pomáhá odstraňovat formalismus ve výuce fyziky. Vzhledem k povaze problémových úloh zde formalismus jako takový v podstatě není vůbec možný. Úloha rozvíjí volní vlastnosti, vůli překonávat překážky, vytrvalost, pohotovost, vynalézavost a tvořivou fantazii.

Při správném použití jsou problémové úlohy cenným prostředkem k ověření kombinačních a logických schopností žáků. Přitom se užívá úloh všech typů, řešitelných zpaměti i písemně. V domácí přípravě zaujímají i fyzikální úlohy vždy, kdy je to vhodné, většinu času žákovy přípravy na hodinu fyziky.

Často se užívá úloh, zejména problémových, jako úvodu pro výklad nového učiva. Předloženým problémem se vzbuzuje zájem žáků a vhodně volenou úlohou je možno navázat i na dřívější poznatky žáků. (Janás [4])

Způsobů zadání problémových úloh je mnoho, některé byly popsány výše. Pro řešení všech typů však platí některé obecné zákonitosti. Žák se vždycky pokouší řešit úlohu zpočátku známými způsoby. Když se přesvědčí o jejich nevhodnosti, vznikají u něho poznávací potíže, které vyústí do problémové situace. (Kašpar [5])

Smyslem problému je, aby se žáci při řešení učili myslet, aby sami hledali cestu, zjišťovali a uspořádali si fakta a případně tak docházeli k novým závěrům nebo zjišťovali, že jsou jejich vědomosti nedostatečné a to je podněcovalo k touze po získávání nových poznatků. Problémová úloha je tedy postavená tak, aby dávala co nejvíce prostoru k zamyšlení, přímo nutila žáky k uvažování. Učitelova role je zde spíše organizační a poradní. Velmi záleží na způsobu, jakým je žákům úloha předkládána.

2.5. Psychologie způsobu řešení a práce učitele

Jedním z důvodů, proč je problémová úloha důležitou součástí výuky je skutečnost, že pouhá inteligence sama o sobě k uplatnění učebního potenciálu nestačí.

Práci žáka ovlivňuje mnoho psychologických faktorů. Základní roli zde hraje paměť. Učitel pomocí problémových úloh eliminuje mechanické použití paměti – systematicky zapamatované poznatky, naučené poučky, zákony, vztahy; práce s problémovou úlohou výrazně podporuje paměť logickou – učení s porozuměním, s pochopením, s asociacemi, které vystihují důležité a zákonité vztahy mezi jevy. Student si při správném řešení problémové úlohy často bezděčně a přitom rychle a ***trvale*** zapamatuje to, co je důležité pro vykonání jeho činnosti, dosažení cíle. Když řeší zajímavou úlohu, zapamatuje si přitom mnoho nových poznatků, často více, než když jim je předložíme k pouhému zapamatování.

Z dříve získaných vědomostí vychází potom samotný poznávací proces řešení problémové úlohy. Pro správný postup řešení úlohy jsou potřeba zejména myšlenkové operace analýzy, syntézy, abstrakce, konkretizace a srovnávání. Problémová úloha pomáhá zdokonalovat tyto postupy. Je na učiteli, aby během řešení podporoval a podněcoval tyto činnosti, pomáhal hledat chyby a dal žákům prostor pro jejich odstranění. (Čáp [15])

Analytické myšlení je důležitou součástí procesu řešení úlohy. Je naprosto nezbytným předpokladem pro určení správného postupu. Analýzou rozumíme rozklad, rozbor úlohy na co možná elementární vztahy a zákonitosti. Velmi úzce souvisí s uměním divergentního, tvořivého myšlení. ***Divergentním*** myšlením rozumíme zkoumání problému z co možná nejširšího hlediska, odhadování a formulování myšlenek a hypotéz, proces rozpoznávání překážek a nedostatků, hledání nestandardních cest a nových přístupů ke starým problémům. (Fischer [9])

Student potřebuje tvořivost k tomu, aby si přizpůsobil novou situaci a uplatnil porozumění, které je jen dílčí a neúplné. Podpora tvůrčího, divergentního myšlení je proto důležitou součástí učebního procesu. Každý jedinec má být schopen si při řešení problému vyhradit dostatek času na vytvoření a prozkoumání alternativ a vyhnout se tak ukvapeným závěrům. Tato impulsivita je častou chybou žáků na všech úrovních rozumových schopností. Jedním ze znaků zdatného myšlení je schopnost prozkoumat situaci dříve, než si o ní učiníme závěr. Tuto dovednost je potřeba osvojit a rozvíjet zejména u mladých studentů.

Právě zde je proto jádro práce učitele. Po zadání problémové úlohy ve třídě, ať už skupinám, či třídě jako celku, je učitel situován do role průvodce a „kontrolora správnosti postupu." Je právě na učiteli, aby studenty vedl na jejich cestě poznáním. Aby poznal, kdy je potřeba pomoci a kdy právě naopak je potřeba nechat žáka déle uvažovat, hledat cestu přes zdánlivě neřešitelnou překážku. Právě proto, že se jedná o velmi individuální jev, je nasnadě jistý pedagogický cit, poznání, zda a do jaké míry naznačit cestu. Osvědčených způsobů existuje několik.

Tvořivé myšlení nám pomohlo určit co nejširší spektrum možností. Dalším logickým krokem při řešení úlohy je srovnání, eliminace nevhodných cest a výběr správného postupu řešení. Zde hraje nejpodstatnější roli myšlení konvergentní – ***syntéza***. Analýza nám nastínila jednotlivé přednosti a nedostatky. Syntetické, ***konvergentní myšlení*** je zaměřeno na spojování jednotlivostí v ucelený, souvislý a bezchybný obraz problému. Z jednotlivých objevených zákonitostí nám umožní složit vyšší a složitější schéma problému.

Není bezpodmínečně nutné, aby učitel směroval studenty k cíli. Daleko důležitější je osvojení správných postupů uvažování, které jsou použitelné daleko univerzálněji nejen ve fyzice, ale i v jiných situacích. Učitel by měl sledovat proces řešení úlohy a provést žáky několika stádii poznávacího procesu. Je potřeba, aby posloupnost řešení byla ucelená a nevynechala některý z aspektů správného řešení. Výsledkem osvojení poznávacího procesu, navozeného problémovou úlohou, by měla být rovnováha analytického a syntetického myšlení.

Učitel navede žáka na uvážení co nejširšího spektra možností řešení, jejich výhod, nevýhod a specifik. Poté jej provede přes upřesnění následků a důsledků jednotlivých cest, všech pravděpodobných alternativ, možností a voleb, k poznání, co je nejdůležitější, k usměrnění cesty k cíli.

Pokud učitel zadává problémovou úlohu, musí si být vědom ***časové náročnosti řešení*** a přizpůsobit tomu patřičně časové rozložení výukové hodiny. Ať už je zadána úloha celé třídě, nebo skupinám, učitel nemůže po žácích požadovat okamžité výsledky, je potřeba dát žákům prostor pro vstřebání informací a zpracování problému.

Prvním krokem je analýza zadání. Pokud se pracuje s celou třídou, a ne příliš často, je nejvhodnější hromadná spolupráce. Velmi vhodnou metodou pro tuto fázi řešení je ***brainstorming***. Žáci navrhují veškeré možné asociace a nápady, učitel je situován v podstatě do role zapisovatele na tabuli. Velmi důležité pravidlo pro tento typ práce: všechny nápady jsou rovnocenné, žádné se předem neodsuzují, všichni navrhovatelé jsou si rovni. Učitel v dané fázi vůbec nehodnotí ani nekomentuje, jedinou rolí je udržet debatu v rámci předem stanovených mezí. Na závěr této části se učitel stane průvodcem při hledání co nejširšího spektra možností, jak úlohu vyřešit. „Je ještě nějaký jiný způsob? Jde to udělat jinak? S čím to může souviset? Setkali jste se již s něčím podobným? Co vás napadne, když se řekne…? "

Druhou variantou namísto brainstormingu je metoda nabídky několika možností, kdy učitel sám nebo s pomocí žáků vybere několik možností a formou soutěže potom žáci určují správné řešení. Tato cesta často napodobuje některé populární vědomostní soutěže. Je to sice časově méně náročné, ale učitel zde částečně supluje právě divergentní myšlení žáků.

Pokud učitel pracuje se skupinami, probíhá tato kreativní fáze v jednotlivých skupinách. Pro tento případ je vhodné určit řídícího jedince v každé skupině. Jedná-li se o nehomogenní skupiny různě talentovaných žáků, je zde prostor pro motivaci slabších žáků právě rozdílením takovýchto rolí.

Druhým krokem je porovnávání a ***eliminace*** nápadů, které při řešení úlohy nejsou důležité, nelze je aplikovat. Zde je role učitele jako řídícího diskuse velmi důležitá a podstatně výraznější než v první části. Žáci hledají „slabé a silné stránky" jednotlivých nápadů. Metodou eliminace a porovnáváním alternativ se studenti učí vyloučit zjevně nesmyslné cesty. Hlavní pozicí učitele je zajistit, aby proces eliminace nebyl příliš povrchní, často hraje roli advokáta jednotlivých zapsaných myšlenek, zpochybňuje argumenty, znesnadňuje vyřazení jednotlivých možností a nutí žáky přemýšlet a obhajovat svůj názor. Tím sami podvědomě hledají správná řešení a souvislosti. „Myslí si všichni totéž? Co se stane, když …?"

Třetím krokem je ***upřesnění cíle*** a podstatných jednotlivostí. ***Určení priorit*** a vlastností problému, které jsou klíčové pro jeho řešení. Po stanovení přednostního vlivu jednotlivých činitelů, žáci zváží jejich výhody a nevýhody. Prací učitele je navést studenty na podstatu problému. „Co je společné pro všechny cesty, které jsme vybrali? Která vlastnost je nejdůležitější, nejcharakterističtější, nejobecnější pro daný problém? Kterou vlastnost nelze obejít? Co je základem? Jakým výsledkem jsme si jisti? ..." Postupným pronikáním do problému se nakonec propracujeme k principu řešení. Pokud učitel příliš nezasahoval do procesu řešení, odnesou si žáci pocit, že problém zvládli vlastními silami, což má nesporný motivační efekt. Proto je práce učitele v tomto směru velmi citlivá, zásahů do procesu by mělo být co nejméně, a spíše ve smyslu upřesnění než navrhování cesty.

Z postupného ohodnocení jednotlivých návrhů a během eliminace by měla na povrch kromě principu vyplynout i metoda řešení. Zde je nasnadě, že se metoda řešení bude odvíjet jednak od problému samotného, jednak od dovedností a schopností jednotlivých žáků a v neposlední řadě i od zadání problémové úlohy. (Fischer [9])

Pokud se žák nakonec dostane k cíli, ať už s pomocí učitele nebo bez ní, neměla by jeho cesta skončit. Je na učiteli, aby si studenti osvojili autokontrolní mechanismy. Po nalezení řešení by měla ještě následovat verifikace, tj. porovnání a ověření, pokus o nalezení jiné cesty k výsledku a prozkoumání všech hledisek problému, případně nástin nových možností využití v podobných situacích nebo porovnání s praxí.

Závěrečným a shrnujícím krokem je právě ***verifikace***, ověření správnosti a ucelenosti řešení. Tu by neměl provádět učitel, ale žáci sami. Učitel se stylizuje do role žalobce, snaží se vyvrátit správnost řešení a nutí studenty k hledání protiargumentů a obhajobě jejich řešení. Je nasnadě, že si učitel musí být vědom slabých míst problému. Útok by měl být velmi pečlivě směřován žádoucím směrem. „Jaké je zde nebezpečí? Co by se mohlo pokazit? Co se může stát nejhoršího? Dopadne to vždy takto? Mohlo by to dopadnou jinak? Existuje nějaká možnost, která nás nenapadla?"

Hrozí nebezpečí, že by se obhajoba problému dostala do příliš teoretické roviny nebo by narazila předčasně na dosud neprobranou látku. Pokud úloha měla plnit motivační účely směrem k nové látce, je toto ideální možnost nasměrovat žáky vhodnými otázkami právě požadovaným směrem. Dalším efektem je potom upevnění nových vědomostí a snaha je spojit s již osvojeným učivem. Při obhajobě řešení se žáci snaží postavit základy na učivu, které učitel nemůže napadnout. Tím se upevňují vazby a vztahy mezi jednotlivými kapitolami učiva.

Součástí tohoto kroku je i určité zobecnění úlohy. Pokud si bude učitel počínat obratně a napadne specifika problému, donutí žáky k přechodu do obecné roviny. Argumentace je tu však ještě složitější a tím se opětovně upevňuje vazba mezi myšlením jako procesem a znalostmi, které jsou nezbytné pro vybudování uceleného obrazu.

Žáci jsou nuceni podívat se na problém jinak, z jiných hledisek. Nutí je hledat alternativní řešení i různé způsoby, jak se s problémem vypořádat. Konečná vysvětlení pak často nastíní nové hypotézy k objasnění. Smyslem práce učitele je donutit studenty vystoupit ze stereotypu myšlení, systému dělej, co se ti řekne. Donutit je hledat alternativy tam, kde to dělat zdánlivě nemusí, neustále provokovat a snažit se studenty nabudit a probudit jejich zvědavost. Slangový výraz používaný pro tento styl práce je „dát žákům jednu za ucho.“

Tento princip aktivizuje myšlení žáků, nutí je spojit inteligenci, tvořivost a logické uvažování v jeden celek. Cílem je pak osvojení řešení problémů obecně, daleko nad rámec fyziky. (Fischer [9])

2.6. Návrh rozvržení práce při řešení problémové úlohy

V této kapitole se pokusíme navrhnout rozvržení práce dvěmi nejpoužívanějšími metodami, tj. metodou syntetickou a analytickou. Syntetická metoda je asi nejčastější formou řešení problémových úloh. Její princip studentům většinou vyhovuje více, než metoda analytická, nejdříve aktivizují veškeré své dovednosti a vědomosti k překonání problému a poté hledají správnou variantu řešení.

Tabulka č.1:

metoda	fáze	práce žáků	práce učitele	časová náročnost
syntetická metoda	zadání problémové úlohy a její analýza	brainstorming navrhují veškeré souvislosti a nápady, které by mohli s problémem souviset	zapisuje nápady na tabuli a udržuje nápady v rozumných mantinelech ne z hlediska obsahu, ale formulace	15 %
	porovnání a eliminace	formou řízené diskuse zužují výběr a zajišťují a konkretizují důležité aspekty	učitel obhajuje jednotlivé nápady a nutí žáky k argumentaci pro jejich vyřazení a utříbení souvislostí a podobností jednotlivých možností	30 %
	upřesnění cíle,určení priorit	samostatně nebo s pomocí učitele určí nejdůležitější body, jejich souvislost a tím i cestu a metodu řešení úlohy	v případě potřeby zdůrazňuje důležité body a je-li potřeba jemně navede studenty na správnou cestu	35 %
	určení řešení a verifikace	dosáhnou výsledku a hledají jeho ověření, argumentují pro podporu svého názoru	sleduje správnost cesty k dosažení cíle a správnost výsledku jako takového i jeho formulace, napadá výsledek a nutí žáky k obhajobě a příp. zobecnění	20 %

Namísto brainstormingu může učitel nastínit několik možností řešení a žáci pak v první a druhé fázi hledají vztahy a souvislosti navržených variant se zadáním a diskutují o tom, jak jednotlivé možnosti vyřadit.

Metoda analytická vyžaduje určitý cit pro řešení problémů a v principu je kladen velký důraz na znalost co nejrozmanitějšího vyjádření jedné veličiny pomocí jiných. Od jednoduchého vztahu s jednou či dvěma neznámými se propracováváme k složitějším vztahům s větším počtem známých veličin. Tím jsou kladeny požadavky na systematičnost práce a bezchybnou orientaci ve složitějších vztazích. Často je spojena s matematickým aparátem a vyžaduje znalost početních operací s rovnicemi.

Tabulka č.2:

metoda	fáze	práce žáků	práce učitele	časová náročnost
analytická metoda	zadání problémové úlohy a její analýza	heuristický rozhovor: snaží se rozebrat problém ze všech možných hledisek, postupně jej rozkládají na elementární části	Zapisuje varianty, kam by analýza měla směřovat společně s jejich úskalími, případně jemně doplňuje	35 %
	porovnání a eliminace	jednotlivé elementy nahrazují známými fakty či vztahy	zapisuje důležité podmínky a vztahy, usměrňuje besedu a upozorňuje na jednotlivá úskalí	25 %
	upřesnění cíle,určení priorit, syntéza	na základě analýzy hledají nejschůdnější cestu k řešení, aby dospěli ke známým a již osvojeným vědomostem	je-li potřeba, pomáhá se zakomponováním vztahů do principu řešení.	20 %
	vlastní řešení a verifikace	poskládají výsledný obraz řešení a ujasní si závislosti a vztahy k již osvojeným znalostem, jejich příčiny a pokusí se ověřit jejich správnost	napadá řešení, včetně relevantnosti postupu k němu a nutí studenty obhájit svůj názor	20 %

Obě metody mohou poměrně plynule přecházet jedna v druhou. Některé složitější problémy lze řešit kombinovaně oběma metodami. Silná individualita a pestrost problémových úloh téměř s jistotou zaručuje, že některé problémové úlohy nelze řešit ani jednou ze zmíněných metod. Specifika problémových úloh úplnou algoritmizaci v podstatě vylučují.

Časová náročnost je druhou silně individuální částí problému. Proto jí uvádíme proporcionálně. Jde v podstatě o důležitost a náročnost jednotlivých fází řešení. Celkový čas potřebný pro řešení úlohy lze jen těžko zobecnit. Je silně odvislý na schopnostech žáků i míře pomoci učitele. Časové hledisko by ale nikdy nemělo převážit. V tom tkví úskalí častějšího zařazování problémových úloh do vyučování. Tento problém by měl být částečně vyřešen zavedením školních vzdělávacích programů. Tak bude poskytnuta větší volnost učiteli pro rozložení látky do jednotlivých hodin.

Tabulka č. 3:

fáze	**možné metody**	**práce žáků**	**práce učitele**	**časová náročnost**
analýza	heuristický rozhovor brainstorming diskuse	kolektiv se snaží rozebrat problém ze všech možných hledisek	Zapisuje varianty, kam by analýza měla směřovat společně s jejich úskalími, případně jemně doplňuje	15 %
eliminace	heuristický rozhovor diskuse	z předchozí části se snaží určit jednotlivé podmínky řešení a vytyčit možná úskalí, vyloučit nevhodné postupy	zapisuje důležité podmínky a vztahy, usměrňuje besedu a upozorňuje na jednotlivá úskalí	20 %
syntéza	heuristický rozhovor	na základě analýzy hledají nejschůdnější cestu k řešení, aby dospěli ke známým a již osvojeným vědomostem	je-li potřeba, pomáhá se zakomponováním vztahů do principu řešení.	30 %
vlastní řešení	samostatná práce skupinová práce	zvoleným postupem řeší danou úlohu	kontroluje správnost průběhu řešení	15%
verifikace	diskuse	poskládají výsledný obraz řešení a ujasní si závislosti a vztahy k již osvojeným znalostem, jejich příčiny a pokusí se ověřit jejich správnost	vhodně napadá řešení, včetně relevantnosti postupu k němu a nutí studenty obhájit svůj názor	20 %

Nechť je zadání úlohy takovéto:

Karel spěchá za Janou na kole z Kaplice do Českých Budějovic. K dispozici má dvě stejně dlouhé cesty. Jedna vede po rovině, druhá potom vede polovinu cesty do kopce a polovinu cesty z kopce. Karel ví, že do kopce jede třikrát pomaleji než po rovině ale z kopce zase třikrát rychleji. „Proč přemýšlet, stejně je to jedno, cesta mi bude trvat stejně dlouho." Má Karel pravdu?

Analýza:

Z hlediska výsledku mohou v podstatě nastat pouze tři varianty: obě možnosti budou trvat stejně dlouho, nebo bude jedna rychlejší a jedna pomalejší. Při použití metody brainstormingu (s čím by řešení problému mohlo souviset, co je pro něj důležité) se v návrzích studentů jistě objeví pojmy jako dráha, čas, rychlost, průměrná rychlost, rovnoměrný pohyb, práce, výkon, gravitační síla atd. a souvislosti mezi nimi.

Když jsme zadali tuto úlohu na základní škole v Kaplici po probrání rovnoměrného pohybu a před výkladem průměrné rychlosti (7.třída), většina žáků se přikláněla k možnosti, že obě cesty budou trvat stejně dlouho. Na otázku proč odpověděli, že se jim toto řešení zdá nejvíce logické. Když jsme zadali tuto úlohu na gymnáziu v Kaplici v prvním ročníku, většina studentů se přikláněla k možnosti, že delší bude cesta přes kopec. Jako by vycházeli z vlastních zkušeností, z přístupu, že cesta přes kopec je obtížnější a tudíž zabere více času.

Eliminace:

Poměrně rychle lze vyloučit všechny možnosti řešení vycházející z dynamiky pohybu. Je zde příliš mnoho nových neznámých a problémů. Na gymnáziu se jako rozhodující brzy ukáže parametr průměrné rychlosti.

Určení cíle a hledání vhodného postupu:

Protože pro průměrnou rychlost existuje jednoduchý vztah, nabízí se analytická metoda. Pomocí matematického aparátu dosadíme do vzorce pro průměrnou rychlost a celkem snadno dojdeme k cíli. (viz řešení 4.1.1.) I přes poměrnou jednoduchost úvahy uvázla téměř polovina žáků na problému s matematickým vyjádřením.

Na základní škole je v sedmé třídě problém s úpravou rovnic nasnadě, žáci se složitější úpravy ještě neučili. Většina žáků tak není schopna vyřešit tuto úlohu analytickou metodou. Přesto nebo možná právě proto spatřila světlo světa takováto úvaha: Polovina cesty po silnici trvá určitou dobu (t). Celá cesta po rovině pohybem rovnoměrným tedy bude trvat dvojnásobnou dobu (2t). Pohyb do kopce je také rovnoměrný ale třetinovou rychlostí, takže mu bude trvat trojnásobek naší doby (3t). Na cestě z kopce naopak strávíme třetinu této doby ($\frac{1}{3}$t). Poskládáme-li jednotlivosti v celek, redukuje se problém na úvahu: Jsou dva koláče to samé jako tři a třetina dalšího? Jistě že ne. Po rovině to tedy Karel stihne rychleji. K úplnosti je potřeba dodat, že celá úvaha vznikla na základě jednoduchého náčrtu cesty přes kopec a kolem něj. Z rozboru je patrné především rozdělení cesty na dvě nezávislé poloviny.

***Verifikace*:**

Ověření správnosti je v tomto případě nasnadě. Obě formy řešení dospějí ke stejnému závěru a jsou tedy sobě navzájem zkouškou. Je otázkou, do jaké míry musí učitel nasměrovat žáky k druhému řešení. Další vhodný krok je konkrétní výpočet pro náhodně zvolené číselné parametry. Samozřejmě že se nejedná o důkaz správnosti, to by mělo být studentům zdůrazněno, ale případný neúspěch by pravdivost výsledku vyvrátil. Dalším pozitivem je přechod od abstraktního a obecného ke konkrétnímu řešení. Studenti si bezděčně uvědomí jejich provázání. Pokud studenti zvolili cestu pomocí analýzy rovnice, přínos spočívá v nastínění myšlenkového pochodu, který se elegantně vyhne matematickému aparátu.

Pokud úlohu zadáme před probráním průměrné rychlosti, lze při závěrečném hodnocení žáky žádoucím směrem nasměrovat.

Při zadání úlohy na základní škole navíc velmi usnadní prezentaci i diskusi řešení zavedení proměnné t jako doby potřebné pro uražení jedné poloviny dráhy po rovině (popsat původní úvahu slovně je poměrně složité) a žáci tak plynule přecházejí na práci s proměnnými a chápou ji jako zjednodušení své práce.

2.7. Problémová úloha jako součást motivace

Základní úlohou motivačních metod je vzbudit zájem žáků o učební činnost. Prvním a nejdůležitějším stavebním kamenem jakékoli práce nebo úlohy je chuť pracovat, chuť úlohu vyřešit. Motivace je tudíž velmi důležitým nástrojem učitele, pokud se nepodaří žáky dostatečně motivovat, je velmi složité dosáhnout požadovaných výsledků.

Jestliže je motivace k učení komplexní a zahrnuje větší počet dílčích složek, existuje také množství rozmanitých vnějších podnětů, které mohou motivaci ovlivňovat.
Problémová situace je bezpochyby jedním z těchto podnětů. Má-li být učitel při motivaci žáků pomocí problémové úlohy úspěšný, hraje samotné zadání úlohy důležitou roli. Každá problémová úloha v sobě ze své podstaty ukrývá ***novost*** situace. Žáka upoutává vše, co je pro něho nové. Je to projev poznávací potřeby, zvídavosti, případě orientačního reflexu. Z tohoto hlediska vytváří vhodné zadání úlohy příznivou situaci pro vznik nového zájmu. Součástí tohoto motivačního prvku je ovšem i to, aby žák nalézal v úloze něco známého a pochopitelného, aspekt, který mu dává naději na úspěšné řešení, naději že daný problém zvládne. Naprosto nová situace by mohla vyvolat strach ze selhání.

Kromě obsahu samotného je z hlediska motivace důležitá i metoda a forma zadání úlohy. Větší zvídavost bude upoutána názorným předvedením problému nebo alespoň grafickým náčrtem či elektronickou prezentací. Jedná-li se o pouhé ústní zadání, mělo by alespoň apelovat na představivost žáka, předložit poutavou hádanku. Důležitý je i ***projev učitele***. Žákovu motivaci posílí dynamičnost zadání, nadšení při sledování cílů, jasné vyjádření a stanovení cílů, podpora a povzbuzení v učení a nabídka pomoci.

Dalším motivačním aspektem je samotná ***činnost*** a žákovo uspokojení z ní. V tomto ohledu má význam zejména hromadné nebo skupinové řešení úlohy. Studenti nejsou odsouzeni k pasivnímu přijímání nových poznatků, mají možnost vlastní výraznější aktivity. Činorodý přístup se projeví zejména při práci metodou brainstormingu či heuristického rozhovoru během celého procesu řešení. Pro zachování a udržení motivace žáků je velmi důležité dodržení pravidel stanovených pro tyto formy práce, nekritizovat žádnou vyslovenou myšlenku. Žákova činnost a novost situace se spojují k silnějšímu motivačnímu zážitku zejména tehdy, pokud se žáci aktivně účastní objevování něčeho nového, hledání těch poznatků, které se mají naučit.

Třetím motivačním zdrojem může být bezpochyby ***souvislost úlohy se studentovými zkušenostmi a zájmy***. Tato souvislost může hrát podstatnou roli zejména při individuálním přístupu k učení. Předchozí zkušenosti, příbuzné činnosti a zájmy mohou usnadnit práci na řešení problému, úspěch při jeho řešení a zformování a upevnění motivace k práci.

Hromadné nebo skupinové řešení problémových úloh vytváří ideální prostor pro další složku motivace. Tou je ***soutěžení*** nebo naopak apel na ***společnou, týmovou práci***. Soutěžení v učení přináší doplňkové a často velmi silné momenty úspěchu a neúspěchu. Při práci ve třídě velmi silně motivuje zejména elitní skupinu nejlepších žáků. Naopak pro slabší žáky může mít poměrně nežádoucí efekt, může vyvolat stres a strach z neúspěchu, frustraci a ztrátu jistoty. Týmová práce oproti tomu vyvolává pocit sounáležitosti. V příznivé, srdečné atmosféře může zvýšit motivaci k učení. Ani kombinace obou možností formou soutěže mezi skupinami není ideální. Dokonce může být z hlediska motivace nejhorší možnou variantou. Úskalí se skrývá především v rozdělení skupin a rozdělení práce ve skupině samotné. Slabší jedinci budou vytlačeni z práce rychlejšími a chytřejšími žáky snažícími se o úspěch. To vede k roztrpčení a zhoršení pracovní atmosféry a tím ke ztrátě motivace.

Nejvýraznějším motivačním prvkem řešení problémové úlohy je stejně jako ve většině jiných činností ***úspěch***. Dobrý výsledek je odměnou za vykonanou práci a zpevňuje motivaci k další práci. U řešení problémové úlohy je ještě umocněn tím, že se zpravidla jedná o překonání nové a dosud neznámé překážky. Pokud úloha vede k novému poznatku, jež si žák má osvojit, je osobní úspěch nejen motivací k další práci, ale výrazně podpoří i osvojení a zapamatování nových vědomostí. Tím se uspokojuje nejen potřeba dobrého výkonu, ale zejména touha po způsobilosti a úsilí o získání dovednosti, což jsou jedni z nejmocnějších činitelů v motivaci k učení.

Důležitá je míra úspěchů a neúspěchů. To nás opět přivádí k individualitě problémových úloh. Příliš mnoho neúspěchů žáka frustruje a vede ke ztrátě motivace k učení. Částečný neúspěch může motivovat ke zvýšenému úsilí, ovšem pouze za předpokladu, že je naděje na zdar v dalším průběhu řešení. Příliš snadný úspěch na druhé straně netěší tolik jako úspěch v náročném úkolu. Jistá míra obtíží a překážek, typická pro problémovou úlohu, je nutná pro to, aby žák prožíval vyřešení úlohy jako opravdový úspěch.

Motivační působení je do značné míry, ve školním kolektivu mladých lidí obzvlášť, závislá na ***sociálním aspektu***, na ***zhodnocení úspěchu*** osobou učitele nebo skupinou spolužáků, na kterých osobě záleží. Kladné zhodnocení práce je proto nezbytnou součástí motivace k učení. Řešení problémových úloh, ať už při hromadné nebo individuální výuce, nabízí vzhledem ke složitosti a rozmanitosti procesu širokou půdu pro motivační působení učitele. Při analýze je jistě možné kladně ohodnotit postřehy i slabších žáků, stejně jako v konečné fázi vyzdvihnout shrnutí některého z výborných žáků třídy. Ačkoli je problémová úloha velmi vhodným prostředkem pro upevňování motivace žáků k učení, v konečné fázi je to opět především postoj učitele, který má na motivaci rozhodující vliv. Problémová úloha je pouze nástrojem, který je potřeba využívat s jistým pedagogickým taktem. Již samotné přesycení, přílišné používání tohoto nástroje, působí na motivaci žáků nepříznivě. Ať už se problémová úloha zadává hromadně, skupinově, či individuálně, je hlavní rolí učitele eliminovat nepříznivé jevy co možná nejvíce a podpořit tak žákovo úsilí při jejím řešení.

3. Diskuse dostupných sbírek

V této kapitole se budeme věnovat porovnání a diskusi sbírek problémových úloh, které byli v dané chvíli již k dispozici. Je to kniha [5] Kašpar, Janovič, Březina: Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice, SPN Praha 1982; [6] Bilimovič, A.: Fyzikální kvíz, SPN Praha 1989 a kniha [21] Makoveckij P.: Vezmi rozum do hrsti, Mir Moskva 1985. Úvodem této kapitoly zdůrazněme, že se v žádném případě nejedná o jakoukoliv kritiku uvedených sbírek nebo jejich autorů, jejichž práce si neobyčejně vážím, zejména poté, co jsem se stal autorem podobného pokusu.

Kniha Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice se co do rozsahu nedá s ostatními dvěma srovnávat, její rozsah je téměř dvojnásobný. Je oproti ostatním dvěma rozdělena na dvě části, teoretickou úvahu na téma řešení problémových úloh a sbírku úloh samotnou. Tato práce v některých pasážích čerpá z této teoretické části. Ostatní dvě knihy se teorií řešení úloh vůbec nezabývají.

Z hlediska rozvržení sbírek samotných, jsou první dvě jmenované knihy rozčleněny do klasického systému kapitol. Obsahy kapitol postupně kopírují standardní rozdělení jako u drtivé většiny sbírek s úlohami. Kniha pánů Kašpara a kol. svým rozdělením i formou přímo naznačuje, že je určena výhradně učitelům, kteří chtějí zařadit do svých hodin problémové úlohy. To přesně koresponduje s první částí knihy, která podává jakýsi návod na právě takovouto formu práce. Druhá kniha, Fyzikální kvíz, je sice také členěna podle standardního rozdělení, kapitoly jdou za sebou podle posloupnosti probírání učiva, nicméně již je patrná snaha o nabídku širším vrstvám čtenářů. Třetí kniha, Vezmi rozum do hrsti, je rozvržena atypicky. Jak už napovídá úvodní slovo autora, je kniha určena spíše zájemcům z řad učitelů, inženýrů apod. Je koncipována jako populárně vědecká četba pro někoho, kdo se o přírodní vědy zajímá, má již nějakou představu a chce si volnější formou obohatit a vytříbit vědomosti. Kniha je tak rozdělena do čtyř velkých kapitol: Se psím spřežením k Aldebaranu, Instruktáž před startem, Letíme volným prostorem, Dopisy a vlny. Každá z těchto kapitol pak obsahuje sérii dílčích problémů, které tvoří někdy více, někdy méně ucelenou posloupnost stále obtížnějších úloh, jež zaštiťuje daný fiktivní úkol celé kapitoly.

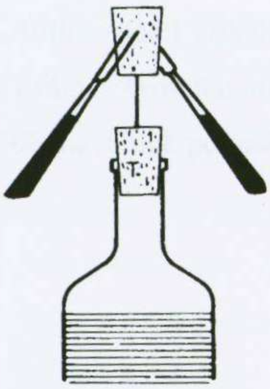
Po stránce obsahové pouze první z knih zahajuje sbírku kapitolou věnovanou matematice, zejména vektorům, a velký důraz klade na pojmosloví, přesnost a preciznost jednotlivých definic. Ostatní dvě knihy uvrhnou čtenáře po krátkém úvodním slovu autora rovnou do víru problémových úloh. Kniha Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice obsahuje v kapitole mechaniky 507 slovních úloh, Fyzikální kvíz jich ve stejné kapitole obsahuje 153 a Vezmi rozum do hrsti obsahuje celkem 67 úloh. Nutno podotknout, že první kniha nastiňuje jednoduchou situaci, po které následuje otázka. Druhá kniha plynule spojuje myšlenkové experimenty s návody na konkrétní demonstrační pokusy a třetí kniha předkládá nejširší problém tak, jak na něj lze narazit v přírodě bez bližší specifikace, jakým směrem se má řešitel zaměřit. Pro tuto práci je asi nejvýhodnější způsob, který přibližuje kniha Fyzikální kvíz. Kniha pánů Kašpara a kol. se v zadáních snaží držet pouze strohých fakt, což na jednu stranu zefektivní zadávání i řešení úlohy, ale z hlediska motivace je jistě vhodnější barvitější popis problému a jeho přiblížení konkrétní situaci. Třetí kniha, Vezmi rozum do hrsti pak při řešení jednoho sledu problémů využívá širokou paletu vědomostí, které by student již musel znát.

Všechny tři sbírky obsahují vedle zadání i řešení všech problémů. Řešení je vždy nastíněno hned po zadání úlohy. První kniha doslova střídá odstavce formou zadání a odpověď. Druhá kniha v podstatě pracuje na stejném principu. Vzhledem k tomu, že se často při zadání nastiňuje myšlený experiment, je většina zadání v této knize ještě doplněna schématem nebo obrázkem. Třetí kniha rozděluje problémovou úlohu do tří částí: úloha, nápad a řešení. V této posloupnosti jsou i představovány čtenářům. Úloha – v podstatě se jedná o zadání úlohy nebo myšlený nástin konkrétní situace a popisu podmínek. Nápad – je v podstatě jakási částečná analýza problému, autor zde rozebírá problém z různých stran (včetně nesprávných postřehů). Třetí částí problému je potom řešení – autor označí správný postup z předešlé části a zdůvodní řešení. Protože tato práce je navržena pro práci učitele společně s žáky, zvolíme prostřední cestu. Nastínit situaci, případně přímo v zadání lehce zmást nebo naopak pomoci vhodnou formulací otázky. Řešení nejsou uvedena hned za úlohou pro případ, že by žáci chtěli nahlédnout nebo si například opsat zadání.

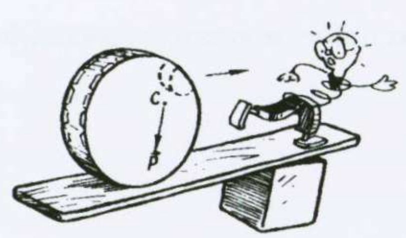
Ve všech třech sbírkách se objevují některé podobné úlohy. Například úloha k objasnění těžiště tělesa zní v **knize Kašpara a kol.** takto: *Učitel přinesl do hodiny fyziky dlouhou papírovou krabici a položil ji na okraj stolu tak, že asi 1/5 ležela na stole, a krabice přesto nespadla. Jak byla uvnitř upravena?* **Odpověď**: *Žáci sami přijdou k názoru, že krabice musí obsahovat na jednom kraji těžší předmět, takže nespadne proto, že je v rovnovážné poloze stálé (svislá těžnice prochází plochou podstavy).* V **knize Bilimovičově**: *V jednom rohu cigaretové krabičky byl předem umístěn libovolný drobný těžší předmět (například železná matice). Krabička se položí na okraj stolu tak, aby její tři čtvrtiny tento okraj přesahovaly a aby ležela na stole ta její část, v níž je umístěn předmět. Na účastnících kvizu, kteří neznají obsah krabičky se požaduje odpověď na otázku, proč krabička nespadne.*

Odpověď: *Krabička je v rovnováze toho důvodu, že těžiště soustavy, které se nachází poblíž těžšího předmětu, leží nad podpěrnou plochou.* Obě knihy tak zadávají v podstatě stejný problém. Bilimovič zadává úlohu možná až příliš obšírně, pan Kašpar je stručný a precizní.

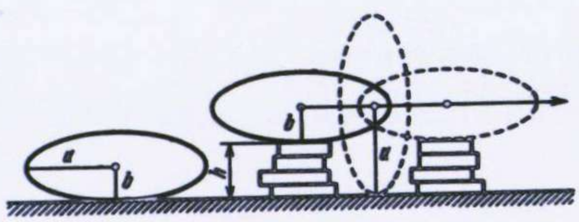
Některé aspekty motivace formou povzbuzení zvídavosti jsou patrné u všech autorů. Jsou navrženy experimenty, které mají svou zdánlivou rozporuplností podnítit přemýšlení (viz obr. 3.1.):



Kašpar a kol.



Bilimovič



Makoveckij

obr. 3.1.

V prvním případě jde o sestavení zdánlivě vratké soustavy těles. Ve druhém případě jde o umístění olůvka uvnitř uzavřené plechovky, ta se pak pohybuje vzhůru po nakloněné rovině. Ve třetí knize autor předkládá k zamyšlení princip pro přesouvání kamene. Zatímco první autor aktivizuje zvídavost žáků demonstrací, kterou si mohou vyzkoušet a která je zdánlivě nesmyslná, druhý autor předkládá jistou formu záhady. Třetí pak apeluje na praktické využití a předkládá jej k zamyšlení. Která cesta je nejvhodnější? V této práci je uvedena úloha o falešném bowlingu (viz níže), která v sobě obsahuje onu záhadu i možnost manuálního vyzkoušení pro studenty, i když je náročná na přípravu.

Jak už bylo poznamenáno na začátku této kapitoly, nejde v žádném případě o kritiku. Spíše o hledání toho nejlepšího z jednotlivých sbírek a o pokus spojit jejich klady a vyhnout se jejich úskalím. Pan Kašpar a kol. nás jistě obohatil rozsáhlou teorií, a i když je kniha staršího data, neztratila nic na své preciznosti. Naopak se pokusíme trochu upustit od příliš velkého důrazu na skoro až úzkostlivě přesné formulace. Z knihy p. Makoveckého oceníme snahu veškeré problémy řešit a popisovat slovními formulacemi, pokud to je jen trochu možné a matematický aparát omezíme na formulaci důkazů tam, kde to jinak nebude možné. Kniha A. Bilimoviče Fyzikální kvíz je této práci asi nejblíže. Čtivější, hravější formulace sice vybočují z rámce školních úloh, ale podporují právě motivační složku jednotlivých problémů. Velký výběr návodů k pokusům pak podporuje snahu o demonstraci, možnost vidět a zkusit.

4. Návrh sbírky problémových úloh

4.1. Problémové úlohy z mechaniky

Klasifikace problémových úloh z hlediska obtížnosti a zařazení do vyučování na základní nebo střední školu je nejednoznačná vzhledem k silně individuální povaze vzniku problémové situace (viz 2.2.). Přesto úlohy 4.1.6., 4.1.8., 4.1.10-4.1.13, 4.1.17., 4.1.19.-4.1.21, 4.1.25., 4.1.27.-4.1.31., 4.1.33.-4.1.37., 4.1.46., 4.1.48, 4.1.49 ,4.1.54 ,4.1.55, 4.2.8. a 4.2.9 jsou vhodné zejména pro práci na středních školách.

4.1.1. Karel spěchá za Janou na kole z Kaplice do Českých Budějovic. K dispozici má dvě stejně dlouhé cesty. Jedna vede po rovině, druhá potom vede polovinu cesty do kopce a polovinu cesty z kopce. Karel ví, že do kopce jede třikrát pomaleji než po rovině, ale z kopce zase třikrát rychleji. „Proč přemýšlet, stejně je to jedno, cesta mi bude trvat stejně dlouho.“ Má Karel pravdu?

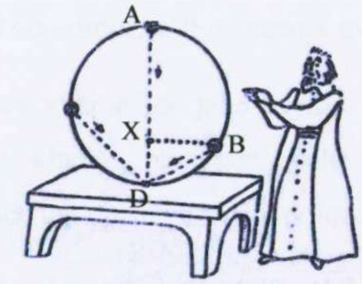
4.1.2. V dlouhé chodbičce vagonu vlaku, jedoucího z Oklahoma City do Chicaga rychlostí 60 km/h, se dva kovbojové vyzvali na souboj. Každý si stoupl na jeden konec uličky. Výstřely zazněly současně. Který z nich bude zasažen dříve, ten, který střílí ve směru jízdy, nebo ten druhý?

4.1.3. Na nafukovací matraci, která je unášena proudem řeky, leží Janička a vedle plave Petr. Co je pro plavce snadnější: dostat se 10 m po proudu před matraci, nebo se opačným směrem vzdálit proti proudu 10 m za matraci?

4.1.4. Blíží se špatné počasí. Za šest minut po zablesknutí zazněl zvuk hromu. Jak daleko od nás je bouřka?

4.1.5. Galileova úloha : Ze šikmé věže v Pizze pustím za bezvětří najednou dvě stejně velké kuličky o různé hmotnosti, železnou a dřevěnou. Která z nich dopadne dříve?

4.1.6. Galileova úloha jinak (viz. obr. 4.1.1.) Všechny tři kuličky se začnou pohybovat současně ve směru šipek do bodu D, jako by vlastní vahou klouzali trubičkami bez tření. Která z nich dorazí dolů jako první?



obr. 4.1.1.

4.1.7. Padající voda: v předchozích příkladech jsme ukázali, že různě těžké předměty stejného tvaru a velikosti dopadají současně. Dokazuje to pokus v Newtonově trubici. Jak je tedy možné, že mrholení nás bolí méně než déšť velkých kapek?

4.1.8. Jaká je nejvyšší možná rychlost letadla? Je možné nasednout v Praze v 8 hodin ráno do letadla, přeletět Atlantický oceán a celé Spojené Státy a přistát v 8^{30} hodin ráno téhož dne v Los Angeles na západním pobřeží USA?

4.1.9. Jedete autobusem na školní výlet, vedle vás stojí v uličce pan učitel. Najednou musí řidič prudce zabrzdit. Jakým směrem učitel upadne?

4.1.10. Na jedné misce vah je postavena nádoba s vodou a na druhé je umístěn stojan, na jehož příčném rameni je zavěšeno těleso. Zachová se rovnováha, prodloužíme-li nit tak, aby se celé těleso ponořilo do vody? Pokud ne, která miska převáží?

4.1.11. Průhled pozorovatele má šířku 20 cm. Velitel posádky sedí ve vzdálenosti 60 cm od průhledu. Jak dlouho bude v jeho zorném poli tank jedoucí rychlostí 18 km/h ve vzdálenosti 600 m?

4.1.12. Lano je připevněné jedním koncem ke zdi. Na druhém konci stojí bruslař a za lano zatáhne silou 100 N směrem od zdi. Jak je tedy možné, že se bruslař pohybuje ke zdi a ne od ní? A pokud za stejné lano nebude tahat bruslař ale správce po odstranění ledu, kam se poděje síla reakce? Jak to bude fungovat, přitahují-li se dva bruslaři k sobě navzájem? Jak to bude s dvěma lidmi při přetahované, kam se poděje síla reakce? Jakou silou bude napínáno lano?

4.1.13. Proč se cyklista snaží udržet rovnováhu tím, že otáčí řidítky a tím i předním kolem na tu stranu, na kterou padá?

4.1.14. Je možné uvést do pohybu vor, dmýchá-li námořník měchem do jeho plachty?

4.1.15. Je možné, aby člověk, který váži stejně jako závaží, tímto závažím pohnul tahem za lano, vedené přes pevnou kladku, na jehož druhém konci připoutané závaží leží v klidu na zemi? (Oba konce lana jsou ve svislé poloze).

4.1.16. Student stojí klidně na váze. Váha ukazuje 60 kg. Náhle student udělá dřep. Co během něj ukáže váha? Po ustálení se student prudce narovná. Co ukáže váha nyní?

4.1.17. Střela váží 100 g. Puška má hlaveň dlouhou 1 m. Namíříme hlaveň svisle a vypálíme. Plyny vzniklé spálením prachu se rozepnou a vykonají práci a tlačí na střelu po celé délce hlavně. Zvednou tedy stogramovou střelu o 1 m a vykonají práci 1 J. Jakou práci jste schopni vyvinout vy? Proč nedokážete hodit kámen stejnou rychlostí jako střílí puška?

4.1.18. Na temeno hlavy můžeme položit bez nebezpečí úrazu předmět o hmotnosti až několika kilogramů. Proč je nebezpečné, spadne-li na hlavu mnohem lehčí předmět (např. kámen) ač z poměrné malé výšky?

4.1.19. Ve vysokopodlažním domě jsou jednotlivá patra vysoká 3 metry. Výtah stoupal vzhůru rychlostí $v = 10\ m.s^{-1}$. Ve třetím patře se přetrhlo lano. Bezpečnostní brzda výtah zastaví přesně 2 s po přetržení lana. Kde v tomto okamžiku skončí výtah? Kde by skončil výtah, jel-li by směrem dolů ? (Počítáme s grav. zrychlením $10\ m.s^{-2}$)

4.1.20. Myslivec vystřelí vodorovně z pušky a mine cíl. Nábojnice je z komory vymrštěna v okamžiku výstřelu vodorovně do boku. Co dopadne na zem dříve, nábojnice nebo střela?

4.1.21. Staňte se na chvilku vrhačem koulí. Jste ve špičkové kondici a připravujete se na světový rekord. Máte na výběr ze dvou mítinků v Moskvě nebo v Brasilii. Počasí je téměř stejné, kam se vypravíte?

4.1.22. Co je pro cyklistu obtížnější? Vykoná stejně, nebo více práce? Zrychlí-li z 0 na 5 m/s, z 5 na 10 m/s nebo z 10 na 15 m/s?

4.1.23. Co se stane s potenciální energií dřeva, jestliže ho vyneseme do 1. patra a rozděláme oheň v krbu? Bude ze dřeva větší množství tepelné energie než když ho zapálíme v přízemí?

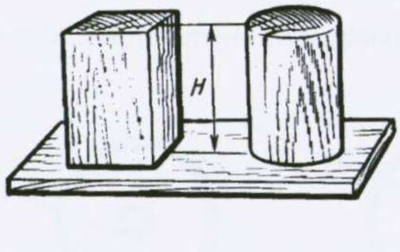
4.1.24. Na letním táboře je potřeba nasekat dříví. Petr je do lesa porazit starý suchý strom. Na výběr má dvě sekery se stejně širokým ostřím. Jedna z nich má kratší topůrko. Kterou sekeru je lepší si vzít a proč? Měl by práci lehčí s pilou? Proč? Jak naformulovat otázku z čistě fyzikálního hlediska?

4.1.25. Chůze rychlostí 5 km/h představuje pro člověka výkon asi 60 W. Při rychlosti 7 km/h je to už 200 W. Při jízdě na kole rychlostí 9 km/h je to 30 W. Jak je možné, že při jízdě na kole, kdy pohybujete nejen svým tělem, ale i kolem, je potřeba výkonu menší?

4.1.26. Zelená škoda jede rychlostí 80 km/h. V protisměru jede modré Audi 90 km/h. V místě 50 m před míjením, kde u pravé krajnice stojí policejní auto, začne náhle v protisměru předjíždět žlutý fiat. Má řidič škody brzdit a narazit do Audi, Fiata nebo do policejního auta? Kdy bude srážka nejtěžší? Proč?

4.1.27. Na stole leží kovová tyčka tak, že její část přesahuje přes hranu stolu. Jaká největší část tyčky může přesahovat, aby nespadla na zem? Na stole leží kovový řetízek tak, že jeho část přesahuje přes hranu stolu. Jaká největší část řetízku může přesahovat, aby nespadl na zem?

4.1.28. Dvě tělesa ze stejného materiálu, válec a hranol o stejném obsahu podstavy a stejné výšce (viz. obr. 4.1.2.), jsou postupně nakláněna. Které z těchto těles se překlopí dříve?



obr. 4.1.2.

4.1.29. Proč natírá houslista smyčec kalafunou? Proč ne olejem?

4.1.30. Jdete domů a náhle začne pršet. Kdy zmoknete nejméně, když zůstanete stát, když půjdete stále stejnou rychlostí dále nebo když poběžíte napřed? Za předpokladu, že přestane pršet dříve než by jste během dorazili domů.

obr. 4.1.3.

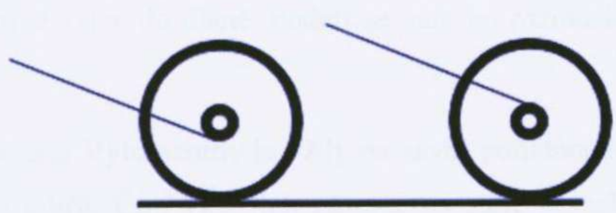
4.1.31. Plastiková láhev plná vody má ve dně díru. Pustíme-li ji volným pádem, poteče voda děrami? Tekla by děrami v boční stěně? Vyzkoušejte.

4.1.32. V rukou máme dvě syrová vejce špičkami k sobě. Jedno držíme v klidu a druhým do něj uhodíme. Které vejce se rozbije? Dopadne to stejně s vařenými vejci?

4.1.33. Bylo by možné pomocí měděného lanka měřit hloubku moře? (víte-li, že 1 cm^3 mědi váží ve vodě asi 8 gramů a pevnost v tahu je asi 4 000 N/cm^2)

4.1.34. Ve slavném filmu AIR FORCE ONE Harrison Ford jako president USA bojuje pěstmi s teroristou na otevřené plošině letadla (po vyrovnání tlaku) letícího rychlostí zvuku za řevu motorů 3 m nad nimi ve výšce 7 000 metrů nad povrchem. Po několika minutách zápolení vstává a odchází zpět do letadla. Je tato scéna realistická ? Pokud ne, co se Vám na ní nelíbí?

4.1.35. Na cívce je namotán provázek, jakým směrem se bude cívka pohybovat, začneme-li za provázek tahat? Co se stane, namotáme-li ho v opačném směru? (viz. obr. 4.1.4.)



obr. 4.1.4.

4.1.36. Jak dokážete, že je Země kulatá? Jak bychom to mohli odvodit či dokázat, kdybychom žili ve 13. století?

4.1.37. Do sklenice vložím hořící svíčku (viz. obr. 4.1.5.). Sklenice je dostatečně velká aby svíčka měla dost kyslíku a aby zamezila vlivu proudění okolního vzduchu. Vezmu sklenici do ruky a prudce s ní pohnu doprava. Co se stane s plamenem? Poté sklenici zvednu nad hlavu a pustím ji k zemi. Před dopadem ji zachytím. Co se stane s plamenem tentokrát?

obr. 4.1.5.

4.1.38. Co by se změnilo, kdybychom se přestěhovali na jinou planetu se stejným prostředím ale poloviční gravitací? Co kdyby měla planeta dvojnásobnou gravitaci? Jak by to ovlivnilo vás a přístroje kolem vás? Platil by např. ještě Archimédův zákon?

4.1.39. Nejlepší sportovci překonávají laťku při skoku do výšky nad značkou 2 m. Jak vysoko by skákali za stejných podmínek (v kryté hale) na Měsíci, kde je gravitační síla šestkrát menší?

4.1.40. Co se snáze zaboří do ledu? Dáma na jehlových podpatcích nebo tunový traktůrek na čtyřech kolech?

4.1.41. Vezmete-li syrové vejce do dlaně, podaří se vám ho rozmáčknout pouhým sevřením dlaně?

4.1.42. V televizním pořadu Vylomeniny je vždy na závěr pořádána soutěž o strhnutí ubrusu ze stolu plného talířů. Čím více jich zůstane na stole nerozbitých tím lépe. Zkuste vysvětlit princip. Je lepší dvacet talířů rozložit po celém stole jednotlivě, nebo do sloupců po pěti talířích?

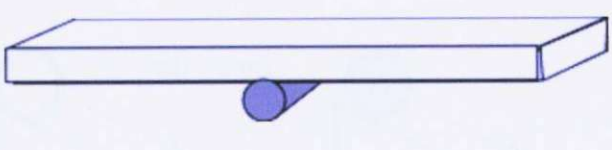
4.1.43. Proč se mají na zimu měnit pneumatiky? Jaký je rozdíl mezi zimními a letními pneumatikami?

4.1.44. Přes hranu stolu položím pivní tácek (nebo kus kartonu) a prudce udeřím tyčkou do části mimo stůl. Co se stane? Pokus opakuji, ale přes část tácku na stole položím noviny. Co se stane tentokrát?

4.1.45. Děti sedí na kolotoči a jedno z nich během roztáčí kolotoč na co nejvyšší rychlost otáčení. Když jej roztočí, vyskočí na sedačku. Když dosedne, rychlost kolotoče se tím zvětší, zmenší nebo se nezmění?

4.1.46. Jak poznám, zda je vejce syrové nebo vařené aniž bych ho rozbil?

4.1.47. Na vodorovné osičce je v rovnováze položen kovový proužek (viz. 4.1.6.). Poruší se rovnováha, jestliže ohnutím změníme tvar jednoho z konců proužku proužku?



obr. 4.1.6.

4.1.48. Jirka a Pavel nesou na ramenou z lesa do srubu část kmene stromu. Každý z nich stojí na jednom konci. Jirka je menší než Pavel. Kdo z nich musí působit větší silou? Budou konat stejnou práci? Po chvíli to Jiří nevydrží a posune se blíže ke středu kmene. Kdo bude působit větší silou v této situaci?

4.1.49. Všimli jste si, že při prudkém zastavení auta poklesne přední část karoserie k zemi? Jak lze tento jev vysvětlit?

4.1.50. Proč nemá Zeměkoule tvar koule? Proč je na pólech zploštělá? A co ostatní planety? Co hvězdy?

4.1.51. Otáčí se vzduchový obal Země spolu s ní? Pokud ano, není to v rozporu se zákonem setrvačnosti?

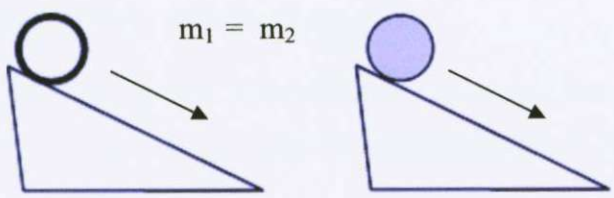
4.1.52. Páka: Princip páky je studentům jasný již od 7. třídy základní školy. Představme si, že levý konec páky je desetkrát kratší než pravý. Na levém je těleso o hmotnosti 200 kg.

Pro rovnováhu je tedy potřeba, aby na pravém konci bylo těleso o hmotnosti 20 kg. Pokud tedy člověk nadzvedne páku v ose otáčení, působení sil se vyruší a on ji může v klidu přenést jinam?

4.1.53. Proč posunujeme jednu ruku blíž k břemenu, chceme-li zvednout lopatou větší náklad?

4.1.54. Na stropě je zavěšena kladka. Přes kladku je provlečeno lano. Na jednom konci visí Petr a na druhém konci ve stejné výšce je zavěšeno zrcadlo, které má stejnou hmotnost jako zmíněný student. Může student svému obrazu uniknout? Musí šplhat nahoru, dolů, nebo se musí lana pustit?

4.1.55. Na nakloněnou rovinu položíme dva válce o stejné hmotnosti i rozměrech (viz. obr. 4.1.7.). První je celý hliníkový, druhý je železný a dutý. Který z nich dorazí na konec nakloněné roviny v kratším čase? Který z nich bude mít v okamžiku ujetí celé dráhy větší okamžitou rychlost?



obr. 4.1.7.

4.1.56. Máme na stole devět mincí, z nichž jedna je falešná, a rovnoramenné váhy. Jakým nejmenším počtem vážení dokážete určit falešnou minci?

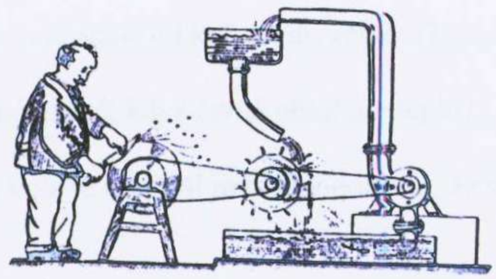
4.1.57. Může být těleso, které je úplně ponořeno do kapaliny, nadlehčováno větší silou, než je jeho tíha?

4.1.58. Když loď vypluje z řeky na moře, změní se s hloubkou vody i ponor lodi?

4.1.59. Když poprvé začali mořeplavci pravidelněji připlouvat do Číny, všimli si, že tamní rybáři napínali na stěžně rozřezané plachty. Velmi je to rozesmálo. V Egyptě na Nilu zas měli na lodích velkou dřevěnou desku, kterou prý používali jako pohon lodi za nepříznivého větru. Zkuste se zamyslet a přijít na příčinu těchto zvláštností.

4.1.60. Bydlíte v panelovém domě? Byli jste někdy v takovém domě na návštěvě? Všechny byty nad sebou mají propojené toalety společným potrubím. Jak je možné, že se voda z nich nevylije v prvním patře ven, vždyť spojité nádoby mají mít stejnou výšku hladiny?

4.1.61. Perpetuum mobile?



obr. 4.1.8.

Další motivační otázky a úlohy k zamyšlení (neřešené)

1. Proč stoupá voda úzkým brčkem?
2. Proč se proud vody vytékající z ústí vodovodního kohoutku postupně zužuje a trhá na kapky?
3. Jak se voda ve stromech dostane od kořenů do větvoví?
4. Proč nosí beduíni černé pláště, když černá přitahuje teplo?
5. Při jakém převodu na kole je největší pravděpodobnost, že se přetrhne řetěz?
6. Proč je nebe modré?
7. Proč jsou obláčky bílé?
8. Proč jsou na zatažené obloze opět tmavě modré?
9. Jak velká by musela být plocha solárního panelu, má-li nahradit jadernou elektrárnu Temelín? Kolik by bylo potřeba na místo Temelína například větrných elektráren?
10. Jak je možné, že má hurikán takovou ničivou sílu, když je to jen proudící vzduch?
11. Jak může žiletka plavat na vodě, když je ze železa? Jak může plavat na hladině plechová loď?
12. Jak to že když se ponorka potopí, dokáže se opět vynořit? A jak se poté dokáže opět potopit?
13. Proč síly skládáme rovnoběžníkem sil? Proč zrovna rovnoběžník?
14. Proč na diskotéce při použití stroboskopu vidíme trhané pohyby?
15. Jak zvážíme vzduch?

4.2. Problémové a motivační experimenty

4.2.1. Jak funguje solení silnice? Do kovové nádobky nasbíráme venku v zimě mokrý sníh o teplotě zhruba 0°C a nádobku položíme na vlhký kus látky. Přidáme několik lžic kuchyňské soli a zamícháme. Co se stane? Roztaje sníh rychleji než kdybychom jej nechali roztát teplem místnosti?

4.2.2. Co se stane s kapkou vody na rozžhavené plotýnce? Jak to, že se rychle neodpaří?

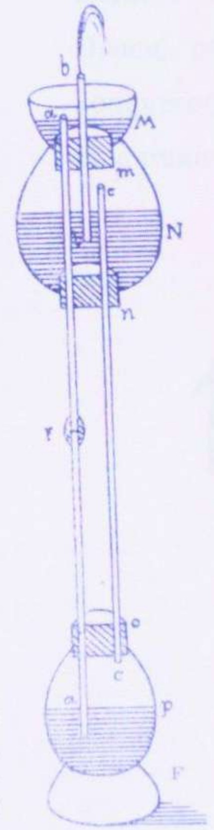
4.2.3. Položím-li sněhovou kouli na stojan a zapálím kahan tak, aby plamen "olizoval" sníh, oheň stále zahřívá sníh, ale voda neodtéká ani se neodpařuje. Namísto toho vznikne ve sněhové kouli začouzená jeskyně. Jak je to možné?

4.2.4. Pouštíte si o vánocích lodičky z ořechových skořápek se svíčkami? Proč se nakonec všechny nalepí na sebe nebo k okraji?

4.2.5. Na celém světě probíhá v každém okamžiku v průměru 2000 bouřek a za jednu sekundu přeskočí mezi mraky a zemí 30 až 100 blesků, tzn. asi 5 000 000 blesků každý den. Kolik stojí jeden blesk? Dalo by se vydělávat na „chytání" blesků?

4.2.6. Dá se voda uvařit sněhem? Lahvičku s vodou vložíme do vodní lázně a ohříváme. Jakmile v lahvičce začne vřít voda, vyjměme ji z hrnce a rychle ji zazátkujme. Potom obraťme lahvičku dnem vzhůru a počkejme, až var ustane. Když ji polijeme vařící vodou, nestane se nic. Když položíme na dno obrácené lahvičky trochu sněhu nebo ji prostě polijeme studenou vodou, voda v lahvičce začne vřít. Sníh tedy dokázal to, co se nepodařilo vařící vodě!

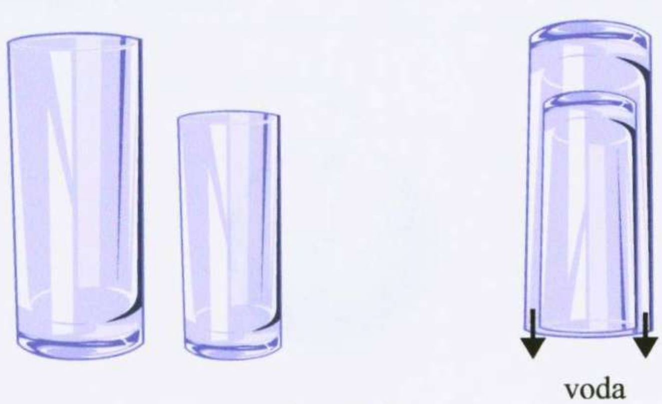
4.2.7. Heronova fontána (viz. obr. 4.2.1.)



Heron žil v Alexandrii 120 let před naším letopočtem a snažil se kromě jiného objasnit vytlačování kapalin tlakem vzduchu touto fontánkou. Na výrobu potřebujeme tři vejce, tři umělá brčka a lepidlo nebo pečetní vosk. Sestavíme fontánku podle obrázku. Veškeré otvory pro průchody trubiček je potřeba neprodyšně zalepit. Pak naplníme asi do dvou třetin nádobku N brčkem b. K tomu je ideální injekční stříkačka. Poté nalijeme vodu do horní nádržky M. Ta začne proudit do spodní nádobky, tím vytlačuje vzduch do nádržky N a voda z této nádržky vytvoří vodotrysk. Pro utěsňování je vhodný pečetní vosk právě proto, že lze soustavu rozebrat, vyprázdnit a používat opakovaně. Při problémovém zadaní si vodu do nádržky N připravíme předem tak, aby ji žáci neviděli. Úkol žáků spočívá v objasnění principu vodního strojku.

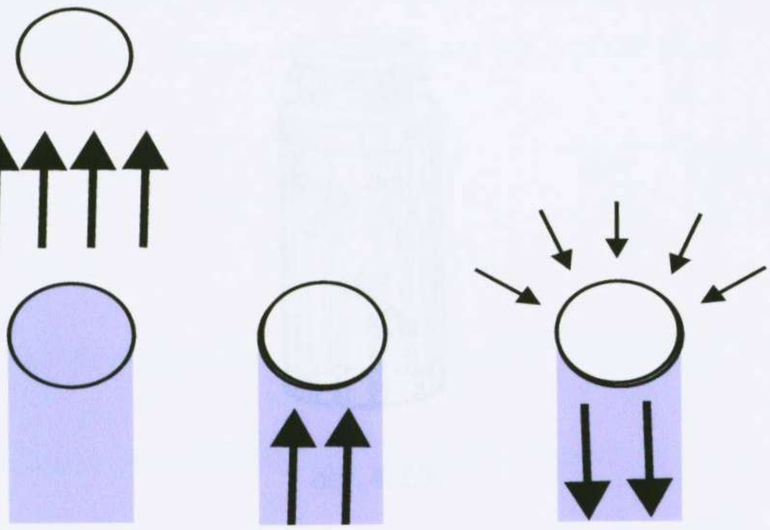
obr. 4.2.1.

4.2.8. Na stole jsou dvě sklenice podobného tvaru, jedna větší a jedna menší. Větší sklenici naplníme do čtvrtiny vodou a menší vtlačíme do vody dnem dolů (viz. obr. 4.2.2.). Poté soustavu otočíme. Voda vtlačená mezi sklenicemi začne vytékat, ale vnitřní sklenička nevypadne. Jak je to možné?



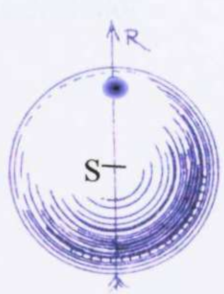
obr. 4.2.2.

4.2.9. Vysavač má trubici o průřezu přibližně stejném, jako je velikost pingpongového míčku. Přidržím-li míček na ústí trubice a spustím vysavač, chová se míček jako zátka. Opakuji pokus podruhé. Tentokrát spustím vysavač na zpětný chod (nebo použijeme kompresor) tak, že vzduch je hnán z trubice ven. Do třetice přidržím míček asi 20 cm před trubicí (viz. obr. 4.2.3.). Jak bude vypadat chování míčku teď?



obr. 4.2.3.

4.2.10. Falešný bowling (viz. obr. 4.2.4.): Do dřevěné koule navrtáme malý otvor a vložíme do něj kovovou, nejlépe olověnou kuličku. Je nutné kuličce zamezit v pohybu například tím, že je otvor těsný a kulička je přilepená. Poté otvor zakryjeme kouskem dřevotřísky, celou kouli nabarvíme a přelakujeme, tak, aby otvor nebyl viditelný. Na vzdálenost šířky učebny pak připravíme kužel. Komu se ho podaří porazit, toho čeká odměna. Vzdálenost je malá a úkol se zdá jednoduchý. Pokud student neuspěje, musí ovšem svůj neúspěch vysvětlit.



obr. 4.2.4.

4.2.11. Kartusiánci (viz. obr. 4.2.5.) – Dříve se přímo vyráběli porcelánové figurky, které byli duté (a ne úplně uzavřené, aby do nich mohl proudit vzduch) a jejichž hmotnost byla vypočtena tak, aby při ponoření do vody měli hustotu (spolu se vzduchem uvnitř) shodnou jako voda. Figurky se umístí do po okraj plné nádoby s vodou. Nádoba se pak překryje pevnou

obr. 4.2.5.

folií nebo gumou a utěsní. Pokud na folii poté zatlačíme, začnou kartusiánci klesat ke dnu. Pokud přestaneme vyvíjet tlak, opět vystoupají do původní výšky. Jak je to možné? Pokus dnes lze provést s pomocí např. kapátka, do kterého nasajete právě takové množství vody, aby se vznášelo ve vodě. Je možné pokus provádět s porézním kouskem dřeva v plastikové láhvi. Dřívko plave na hladině, ale pokud láhev stlačíme, začne klesat ke dnu. Pokud tlak povolíme, opět se vynoří na povrch.

4.2.12. Na stůl položíme několik pomůcek: porcelánový talíř, nožík, ředkvičku, bramboru a pokud chcete pokus udělat napínavějším, ještě několik dalších potřeb. Úkol je jednoduchý. Studenti mají nadzvednout talíř do vzduchu tak, aniž by se ho dotkli rukou a aniž by talíř cokoliv podepíralo.

4.3. Řešení úloh

4.1.1. Pojede-li Karel po rovině, jedná se o pohyb rovnoměrný přímočarý, tj. celková doba pohybu je rovna podílu dráhy a rychlosti: $t_0 = \frac{s}{v}$

Pojede-li druhou cestou, je celkový čas také roven podílu celkové dráhy a průměrné rychlosti. Rovnice pro výpočet času druhé cesty tedy vypadá takto:

$$t = \frac{s_1 + s_2}{v_p} = \frac{s}{\frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}} = \frac{s}{\frac{s_1 + s_2}{\frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2}}} = \frac{s}{\frac{s}{\frac{s_1 v_2 + s_2 v_1}{v_1 v_2}}} = \frac{s}{\frac{s}{\frac{\frac{1}{2}s(v_1 + v_2)}{v_1 v_2}}} = \frac{s}{\frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}} = \frac{s}{\frac{2 \cdot \frac{1}{3}v \cdot 3v}{\frac{1}{3}v + 3v}} = \frac{5}{3} \cdot \frac{s}{v} = \frac{5}{3} t_0$$

Druhou cestou urazí tedy dráhu za $\frac{5}{3}$ doby, kterou by jel po rovině.

Při tomto způsobu výpočtu je důležité žákům připomenout, že $s_1 = s_2 = \frac{1}{2} s$

4.1.2. Oba střelce zasáhne kulka současně za předpokladu, že se vlak pohybuje rovnoměrně přímočaře. Kulky mají vzhledem k vagonu stejnou rychlost, pouze vzhledem k zemi se pohybuje každá jinou rychlostí. Relativní výhodu by mohl střelec získat pouze tehdy, pokud by se vlakem vzdaloval od soupeře stojícího na nástupišti. Vzhledem k poměru rychlosti střely a vlaku se ale jedná o výhodu opravdu nepatrnou.

4.1.3. V obou případech musí plavec vyvinout stejné úsilí. Proud působí na oba stejně, rozhoduje tedy pouze relativní rychlost.

4.1.4. Rychlost šíření světla ve vzduchu je $v_1 = 3.10^8$ m.s^{-1}. Rychlost šíření zvuku ve vzduchu je přibližně $v_2 = 330$ m.s^{-1}. Potom je možné z doby rozdílu mezi oběma událostmi určit naši přibližnou vzdálenost od místa bouřky.

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{s}{v_1} - \frac{s}{v_2} = \frac{s.(v_1 - v_2)}{v_1.v_2}$$

Dosadíme-li za časový rozdíl 1 s, odpovídá každá sekunda:

$$1s = \frac{x.(300\,000\,000 - 330)m.s^{-1}}{300\,000\,000 m.s^{-1}.330 m.s^{-1}} \qquad x = 330m$$

Začneme-li tedy odpočítávat každou sekundu po blesku až do zaznění hromu, odpovídají každé tři sekundy asi jednomu kilometru vzdálenosti od blesku.

4.1.5. Jedná se o pokus, kterým chtěl Galileo dokázat učené italské společnosti, že obě tělesa dopadnou současně. Snažil se tak odbourat tehdy vžitou představu, že tělesa s větší hmotností padají rychleji. I přesto, že uvedení učenci viděli výsledek na vlastní oči, odmítli tomuto faktu uvěřit. Obě tělesa skutečně dopadnou na stejně. Jde o stejný princip, jako při pokusu v Newtonově trubici.

4.1.6. Myšlenková varianta Galileova pokusu. Princip je stejný jako v předchozí úloze. Kuličky vypuštěné z libovolného bodu na obvodu kruhu dorazí do bodu D současně. Trojúhelníky ABD a BXD jsou podobné. Kuličky se pohybují různými rychlostmi, ale dráha rychlejší kuličky je úměrně delší.

4.1.7. Odpověď je téměř obsažena už v zadání. V tomto případě jsou kapičky sice stejného tvaru, ale různě veliké i hmotné. Odpor vzduchu malé kapičky téměř zadrží, a proto větší dopadají s vyšší rychlostí i hmotností a tím nám více vadí.

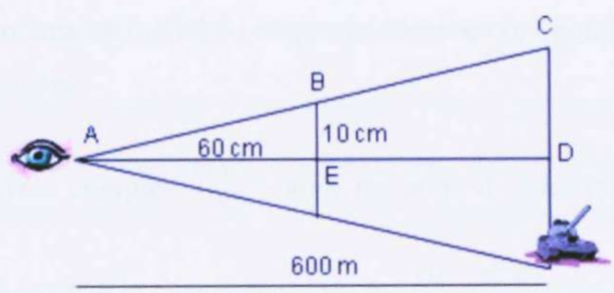
4.1.8. Tento problém je více zeměpisný než fyzikální. A možná právě proto patří mezi problémové úlohy. Přeletem mezi oběma městy překonáme 9 hodin časového posunu. Je tedy jen otázkou, je-li možné přeletět danou vzdálenost za tuto dobu realistickou rychlostí. Letadla Concord to zvládali běžně okolo 6 hodin.

4.1.9. Velmi záleží na tom, jak prudce zabrzdí autobus. Pokud bude brzdný proces krátký a velmi intenzivní, setrvačná síla způsobí pád stojícího dopředu. Je-li proces brzdění pomalejší, reaguje stojící člověk tak, že se zapře o přední nohu a zakloní se, tím se těžiště přesune dozadu a poloha je stabilnější. Ovšem po úplném zastavení přestane setrvačná síla náhle působit a hrozí pád dozadu.

4.1.10. Převáží se na stranu misky s vodou. Tíhová síla působící na závaží bude částečně kompenzována vztlakovou silou kapaliny.

4.1.11. Úloha připomíná časy nedávno minulé. Nejsnáze je řešitelná pomocí podobnosti trojúhelníků. Trojúhelníky ABE a ACD jsou podobné (viz. obr. 4.3.1.). To znamená, že je poměr $\frac{CD}{600} = \frac{0,1}{0,6}$ $odtud$ $|CD| = 100m$. Tank bude viditelný na dráze 200 m.

Jede-li tank rychlostí 5 m/s, bude průzorem vidět po dobu 40 s.



obr. 4.3.1.

4.1.12. Bruslaře nerozpohybuje síla akce, ale síla reakce působící opačným směrem. Síla reakce, působící na správce se spotřebuje nejspíše na ohřev či deformaci podrážek bot nebo místa pod ním. Lano je napínáno ve všech případech pouze silou F, odpovídající síle jednoho bruslaře.

4.1.13. Padá-li cyklista, je třeba k obnoveni rovnováhy působit silou, která má opačný směr, než je směr pádu. Tuto sílu cyklista vyvolá jako setrvačnou sílu, která vzniká při kruhovém pohybu vyvolaném otočením řidítek.

4.1.14. Loďka, plachta, měch a námořník tvoří jedinou soustavu, která jako celek nemůže být uvedena do pohybu vnitřními silami. Síly, kterými na sebe působí jednotlivá tělesa soustavy, jsou sice akcí a reakcí, mohou způsobit pohyb těles v soustavě, ale vzhledem k celé soustavě je jejich výslednice nulová. Námořník by musel dmýchat měchem opačným směrem, aby se vor dal do pohybu.

4.1.15. Je-li člověk i závaží na počátku v klidu na zemi, nemůže závažím pohnout směrem nahoru, neboť by musel vyvinout větší sílu, než je jeho vlastní tíha. Kdyby počal šplhat po laně vzhůru, zvedalo by se i závaží.

4.1.16. Udělá-li student na váze prudce dřep, váha ukáže výchylku, jako by byl na chvilku lehčí. Pokud se prudce narovná, váha bude naopak krátkodobě ukazovat větší zátěž.

4.1.17. Výpočet jednoho Joulu je samozřejmě chybný. Byl by správný v okamžiku, když by se střela na konci hlavně zastavila, ale ona vyletí vysokou rychlostí. Práce vykonaná plynem v hlavni pušky je tak řádově v desítkách tisíc Joulů.

4.1.18. Zde nejde ani tak o sílu (tíhu) předmětu, ale o impuls síly. Padající kamínek zabrzdí ve velmi krátkém čase. Kinetické energie je absorbována pouze místem dopadu, což může způsobit zranění.

4.1.19. Ze zákona zachování energie $\frac{m.v^2}{2} = mgh$ lze určit, do jaké výšky ještě výtah vyjede i po přetržení lana $h = \frac{v^2}{2g}$, to odpovídá $h = \frac{10^2}{20} \cdot \frac{m^2 s^{-2}}{ms^{-2}} = 5m$. Jedná se o pohyb rovnoměrně zpomalený se zrychlením g. Dobu zpomalování tedy lze určit ze vztahu pro rychlost rovnoměrně zrychleného pohybu: $v = v_0 - g.t$, kde v_0 je počáteční rychlost a v je koncová rychlost, tj. v = 0.

$$\text{Odtud } t = \frac{v_0 - v}{g} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{10-0}{10} \cdot \frac{ms^{-1}}{ms^{-2}} = 1s.$$

Výtah tedy po dobu jedné sekundy ještě stoupá. Druhou sekundu před spuštěním nouzového zařízení bude padat se zrychlením g. Dráhu kterou urazí vypočteme:

$$s = \tfrac{1}{2} g t^2 \quad \Rightarrow \quad s = \frac{10.1^2}{2} \cdot \frac{ms^{-2}.s^2}{1} = 5m.$$

Výtah tedy v okamžiku spuštění záchranné brzdy bude ve stejném místě, jako když se mu přetrhlo lano. Výpočet samotný je pouze potvrzením hypotézy. Důležité je, aby si studenti uvědomili, že výtah ještě nějakou dobu pokračuje v pohybu vzhůru.

4.1.20. Nábojnice i střela dopadnou k zemi současně. Nábojnice opisuje vrh vodorovný a svislé složky rychlosti vodorovného vrhu střely i nábojnice jsou shodné.

4.1.21. Zanedbáme-li vlivy počasí, fyzické zátěže z cestování vrhače a politické situace, bude mít na stejný výkon vliv gravitační zrychlení g. Jeho hodnota v Moskvě je asi 9,82 $m.s^{-2}$, zatímco v Brasilii, která je podstatně blíže rovníku, je to 9,78 $m.s^{-2}$. Po dosazení hodnot do vzorce pro vrh šikmý vzhůru se rozdíl na úrovni světového rekordu pohybuje v řádech centimetrů. Je tedy lepší jet do Brasilie.

4.1.22. Tato otázka se dá vysvětlit nejméně dvěma způsoby. První je podpořen čistě logickou úvahou a podle mého názoru je i efektnější: Pokud by bylo nejjednodušší zvyšovat rychlost z 0 na 5 km/h, potom pokud jste to dokázali, je další zrychlování už jen snadnější a snadnější ... Pokud by bylo zrychlení ve stejných intervalech rychlosti stejně náročné, potom pokud dokážete zrychlit z 0 na 5 km/h, zrychlíte bez problémů i z 5 na 10 km/h ... ze 100 na 105 km/h atd.

Druhé, čistě početní vysvětlení: Vykonaná práce je úměrná rozdílu koncové a počáteční kinetické energie. Protože se počítá s druhou mocninou rychlosti, je nejméně práce potřeba při zrychlení 0 – 5 km/h a poté nároky rostou.

4.1.23. Polohová energie dřeva se přemění na polohovou energii spalin. Výhřevnost bude naprosto stejná. Nicméně svaly se zahřejí konáním práce při nošení dříví po schodech.

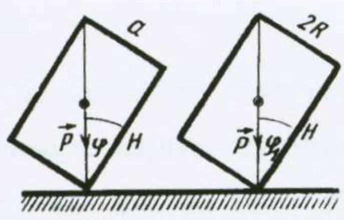
4.1.24. Při sekání sekerou koná sečná plocha pohyb po kružnici. Má-li sekera delší topůrko, opisuje kovová část větší oblouk a získá tak větší rychlost a tím i větší kinetickou energii při dopadu. Je tedy výhodnější sekera s delším topůrkem. Výhoda pily spočívá ve velmi účinné práci. Zatím co sekerou je potřeba vysekat širší pruh dřeva, pila pracuje na velmi úzkém zářezu. Tím se efektivita práce ještě zvyšuje.

4.1.25. Představte si v duchu vaši chůzi. Rozdíl je způsoben tím, že při chůzi neustále zvedáte své těžiště asi o 6 cm (v závislosti na výšce člověka). Při jízdě na kole ovšem tento pohyb zcela odpadá. Proto je jízda na kole při stejné rychlosti méně obtížná.

4.1.26. Pokud pominete následky toho, že jste nabourali policejní auto, z čistě fyzikálního hlediska je právě toto řešení nejbezpečnější. Relativní rychlost totiž odpovídá vaší rychlosti, kdežto v obou dalších případech se rychlosti protijedoucích vozidel sčítají.

4.1.27. Rozdíl v obou případech spočívá v tom, že u tyče počítáme kromě polohy těžiště s momentem síly, který způsobí její otočení kolem rohu stolu a následný pád. Pro tyčku s rovnoměrně rozloženou hmotností je tedy maximální přesah polovina tyče. U řetízku oproti tomu bude velmi záležet na kvalitě povrchu stolu, na kterém leží. Zde totiž nehraje roli moment otáčení, ale velikost třecí síly, která řetízku brání v pohybu ze stolu.

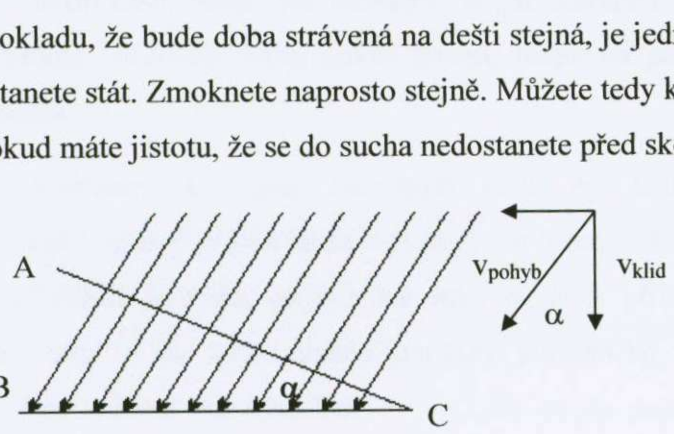
4.1.28. Tělesa se překlopí, pokud kolmice těžištěm na desku stolu již neprotíná podstavnou plochu tělesa (viz. obr. 4.3.2.). Pro krajní případ lze úhel určit z pravoúhlého trojúhelníku: $tg\varphi = \frac{\sqrt{S}}{H} < tg\varphi_1 = \frac{2}{H}\sqrt{\frac{S}{\pi}}$. Hranol se tedy překlopí dříve než válec.



obr. 4.3.2.

4.1.29. Pro rozkmitání strun je potřeba, aby smyčec strunu vychýlil, ne aby po ní klouzal. Proto se natírá kalafunou. Tím je zaručeno, že strunu zachytí a rozkmitá.

4.1.30. Za předpokladu, že bude doba strávená na dešti stejná, je jedno jestli poběžíte, půjdete nebo zůstanete stát. Zmoknete naprosto stejně. Můžete tedy klidně stát na dešti, ovšem pouze pokud máte jistotu, že se do sucha nedostanete před skončením přeháňky.



obr. 4.3.3.

Průřez, na který dopadá voda v klidu je úměrný BC, za pohybu se jedná o průřez AC (viz. obr. 4.3.3.). Množství vody V, které na vás dopadne, je úměrné průřezu a rychlosti dopadu vody. Poměr průřezů je $\frac{AC}{BC} = \cos\alpha$. Poměr rychlostí je dán vztahem

$$\frac{v_{klid}}{v_{pohyb}} = \cos\alpha .$$

Potom $\frac{V_{klid}}{V_{pohyb}} \approx \frac{BC}{AC} \cdot \frac{v_{klid}}{v_{pohyb}} = \frac{1}{\cos\alpha} \cdot \cos\alpha = 1$. Je tedy jedno, jestli se pohybujete nebo stojíte v klidu.

4.1.31. Jsou-li otvory proraženy do dna nádoby, voda nebude po dobu letu vytékat ven. Ve vakuu padají všechna tělesa se stejným zrychlením a zde navíc ještě působí odpor prostředí, který stlačuje vodu zpět do lahve. Pokud budou otvory v boční stěně nádoby, bude okolní proudění vzduchu vytvářet podtlak a vysávat kapalinu z lahve ven.

4.1.32. Za předpokladu, že mají stejně silnou skořápku, by se rozbilo vejce, které je v pohybu. Je to dáno tím, že ve vejci je vzduchová bublina. Při pohybu vejce dopředu se tekutý obsah přesune vlivem setrvačné síly k zadní stěně a vzduchová bublina kupředu. Náraz pak vstřebává především skořápka. U vejce, které je v klidu, je vzduchová bublina v horní části. Náraz tak vstřebává nejen skořápka, ale i tekutý vnitřní obsah. Pokud budete předvádět tento pokus dětem, mějte na paměti, že žádná dvě vejce nejsou stejná.

4.1.33. Nebylo. Vzhledem k vlastní hmotnosti lanka by došlo k přetržení. Budeme-li předpokládat kruhový průřez lanka a průměr jen 3 mm, vážilo by lanko dlouhé 11 km (což je přibližná hloubka nejhlubších míst oceánu) přibližně 600 kg. Při zadané pevnosti v tahu by ale lanko uneslo hmotnost jen 283 kg. Měděné lanko je tedy pro takovýto druh měření nepoužitelné.

4.1.34. Bývá velmi častým zvykem filmařů, že zanedbají několik pro ně nepodstatných detailů. Možná by ještě mohl být slyšet zvuk motorů. I když se letadlo pohybuje rychlostí zvuku, šíří se zvuk motorů trupem letadla daleko rychleji než vzduchem. Podstatné jsou ovšem parametry vzduchu v takovéto výšce, nejvýraznější je pokles teploty a tlaku. Po nahlédnutí do tabulek je zřejmé, jak by takový zápas vypadal.

4.1.35. Není podstatné, jakým směrem je namotán provázek. Podstatný je úhel, pod kterým za provázek taháme. Při vhodně zvoleném úhlu (pokud směrová přímka provázku prochází bodem dotyku cívky s podložkou), budeme cívku smýkat po povrchu lavice.

4.1.36. Dnes je to samozřejmě jednoduché. Studenti si rychle vybaví satelitní snímky planety. V minulosti to tak snadné nebylo. První náznaky odvozovali starověcí Řekové od pozorování lodí připlouvajících do přístavu: Nejprve byl vidět stožár, poté plachty a nakonec trup. Pokud by planeta byla plochá, mělo by být vidět vše současně. Další z možností starověku bylo měření úhlu stínu ve studnách v různých městech tehdy známého světa ve stejný čas. Z rozdílů bylo zřejmé, že Země nemůže být plochá.

4.1.37. Plamen vždy plane proti výslednici působících sil. Je-li svíčka v klidu, působí na plamen pouze gravitační síla a plamen hoří směrem kolmo vzhůru. Pohneme-li sklenicí doprava, začne na plamen působit setrvačná síla směrem doleva. Výslednice sil tak směřuje doleva dolů, proto plamen plane směrem doprava vzhůru, tj. ve směru pohybu sklenice. To se zdá studentům v rozporu s jejich zkušenostmi, kde ovšem hraje hlavní úlohu proudění vzduchu kolem svíčky. Pokud sklenici se svíčkou pustím volným pádem, plamen se nejprve vlivem setrvačnosti zmenší. Vlivem zdánlivé ztráty tíhy se neprojeví rozdíl v hustotě teplého a chladného vzduchu, plamen zhasne.

4.1.38. Každý si jistě hned uvědomí, že by mohl skákat daleko lépe do dálky i do výšky, unesl by těžší břemena. Obtížnější je uvědomit si, že menší gravitace bude mít vliv i na vzdušný obal planety, na vodní masy. Vzduch by měl menší hustotu, ovlivnilo by to dýchání, hoření, tělesnou stavbu člověka. Účinnost lodních šroubů, vodních kol i turbín, kyvadlové hodiny by šli pomaleji, atd. Dalších vhodných příkladů jistě existuje mnoho. Archimédův zákon by platil stále. Zmenšila by se sice vztlaková síla ale zmenšila by se úměrně k tíze tělesa, ponořeného do kapaliny.

4.1.39. Rozhodně nepřekoná šestkrát vyšší laťku, jak by se mohlo zdát na první pohled. Těžiště těla sportovce je ve výšce asi 1,2 m od země. V okamžiku, kdy překonává laťku, je těžiště ve výši asi 2,1 m, změna výšky těžiště činí tedy asi 0,9 m. Počítáme-li s uvedenými hodnotami, pak na Měsíci by sportovec při skoku do výšky zvětšil výšku svého těžiště asi o 6.0,9 m = 5,4 m. Překonal by tedy laťku ve výšce 6,6 m, nikoliv ve výšce nejméně 12 m, jak by se mohlo zdát.

4.1.40. Rozhodující vliv při této otázce hraje tlak. Přisuďme dámě hmotnost 50 kg, a podpatek o ploše 1 cm^2. Do hmotnosti traktůrku se 50 kg vejde dvacetkrát. Aby byl tlak na povrch ledu stejný jako v případě dámy, musí tedy být plocha pneumatik dotýkajících se ledu dvacetkrát větší, než plocha dvou podpatků, tj. alespoň 40 cm^2. Na každou ze čtyř pneumatik tak připadne 10 cm^2, což je obdélníková ploška o rozměrech 2 x 5 cm. Z toho je zřejmé, že traktor se zaboří podstatně hůře než dáma.

4.1.41. Opět otázka tlaku jako v předchozí úloze. Pokud sevřete vejce v celé dlani a budete se jej snažit rozmáčknout, je vaše síla rozložena na celou plochu vejce. Pokud jej ovšem uchopíte pouze prsty, je tlak v místech dotyku podstatně větší a vaše snaha může sklidit úspěch.

4.1.42. Pokud je trhnutí ubrusem dostatečně rychlé, nestačí třecí síla mezi ubrusem a talíři udělit dostatečné zrychlení a nádobí zůstane na stole. Je tedy třeba vyvinout co největší sílu v co nejkratším okamžiku. Pokud jsou talíře narovnány na sobě v několika sloupcích, je potřeba odstranit ubrus z menší plochy a pravděpodobnost rozbití talířů je tak menší. Ovšem za předpokladu, že talíře jsou alespoň trochu hluboké a udrží se na sobě.

4.1.43. Většina žáků vám okamžitě odpoví, že hlavní příčinou je vzorek pneumatik. To ovšem dnes již zdaleka není pravda. Hlavním rozdílem je kvalita a pružnost gumových směsí, ze kterých se pneumatiky vyrábí. Zimní pneumatiky jsou z méně tvrdé pryže, aby si zachovaly za nízkých teplot větší přilnavost k vozovce a lepší jízdní vlastnosti. Proto se také, pokud zůstanou nasazené celý rok, podstatně více opotřebovávají než pneumatiky letní.

4.1.44. Při prvním pokusu tácek odletí ze stolu. Položím-li napodruhé přes polovinu na stole noviny, zvýším tak výrazně plochu a tím i tlak vzduchu. Při prudkém úderu do kartonu se tak tácek přelomí. Při pomalejším úderu se působení rozloží do celé soustavy a tácek vypadne z pod novin, nebo se noviny roztrhnou.

4.1.45. Rychlost otáčení kolotoče se zvýší. Při vyskočení na kolotoč se přiblíží tělo běžce k ose otáčení, tím se zmenší moment setrvačnosti a vzroste úhlová rychlost. Mluvíme o zákonu zachování energie.

4.1.46. Možností je několik. Stačí však vejce položit na stůl a roztočit kolem své osy. Vařené vejce se bude točit rovnoměrně. V syrovém vejci dojde k přesunu hmoty vlivem odstředivé síly a vejce se rozkmitá.

4.1.47. Rovnováha se poruší. Pokud proužek ohneme, změní se poloha jeho těžiště.

4.1.48. Předpokládejme, že je těžiště uprostřed nesené zátěže, tj. ve středu vzdálenosti mezi Pavlem a Jirkou. Oba chlapci vyrovnávají tíhu kmene, a zajišťují rovnováhu momentů sil. Pokud by byli stejně vysocí, byla by zátěž rozložena rovnoměrně a oba by působili stejnou silou. Protože je jeden z nich menší, není kmen ve vodorovné poloze, ale je mírně nakloněn. Pokud stojí oba na koncích, ramena sil jsou i při náklonu pro oba stejná, musí tedy působit stejnou silou. Jakmile se ale jeden z nich přiblíží ke středu kmene, musí působit větší silou a to v převráceném poměru vzdáleností od středu. Posune-li se Pavel o polovinu vzdálenost ke středu, musí působit dvojnásobnou silou.

4.1.49. Při zpomalení vozidla působí třecí síla v bodě dotyku pneumatik s povrchem. V tomto bodě tak vznikne osa otáčení. Setrvačná síla působící v těžišti automobilu má otáčivé účinky. Brzdíme-li zadními koly, moment setrvačné síly stlačí přední část k zemi. Brzdíme-li předními koly, naopak nadzvedává setrvačná síla zadní část automobilu a tím opět tlačí přední část k zemi.

4.1.50. Většina planet vznikala postupným shlukováním vesmírného prachu a jeho postupným zhušťováním. Eliptický tvar tak vznikl při rotaci kolem vlastní osy vlivem odstředivé síly, která je na rovníku větší než u pólů.

4.1.51. Vzdušný obal Země se opravdu otáčí spolu se Zemí. Kdyby setrvával v klidu, pohybovali bychom se ve vzduchu rychlostí přes tisíc km/h. Výsledek není v rozporu se zákonem setrvačnosti, protože na vzdušný obal Země působí gravitační síla.

4.1.52. Při probírání daného tématu si žáci často neuvědomují, že páka vyrovnává pouze otáčivé účinky sil. Gravitační sílu, která působí na obě tělesa na páce tak kompenzuje právě síla, působící v místě upevnění páky v ose otáčení. Naši páku by tedy nadzdvihl pouze člověk, který je schopen nést 220 kg zátěže.

4.1.53. Pracujeme-li s lopatou, pak má jedna ruka funkci osy páky a v místě druhé ruky je působiště síly, pomocí které páku zvedáme. Při zvedání těžkého nákladu tak pomocí posunutí ruky vpřed posunujeme osu otáčení (nebo působiště síly) a prodlužujeme tak rameno naší síly.

4.1.54. Pokud zanedbáme tření na kladce a hmotnost lana, je v podstatě jedno, jak se bude student pohybovat, zrcadlo bude stále ve stejné výšce jako on. Pokud bude šplhat nahoru nebo dolů, jeho protiváha má stejnou hmotnost, proto bude student svým šplhem vytahovat nebo spouštět zrcadlo stále do shodné výšky. Pokud se lana pustí, budou obě tělesa padat volným pádem, poletí stejnou rychlostí a dopadnou současně.

4.1.55. Druhá otázka je zavádějící. Válec, který dorazí na konec nakloněné plošiny první, bude mít současně i větší okamžitou rychlost. První projede hliníkový válec. Má menší moment setrvačnosti vzhledem k rozložení hmotnosti kolem osy otáčení. Ta část polohové energie, která se přemění na pohybovou, je tím větší něž u dutého válce.

4.1.56. Rozdělím si mince na tři hromádky po třech. Po jedné z nich dám na misky vah. Pokud je jedna trojice mincí lehčí, je falešná mince mezi nimi. Pokud jsou v rovnováze, je falešná mince ve skupině, která zůstala mimo. Ze skupinky s nepravou mincí vyberu libovolné dvě a opět je porovnám na vahách. Stejnou úvahou jako v prvním případě určím falešnou minci. Váhy jsem tedy použil pouze dvakrát.

4.1.57. Ano, může. Pokud je do kapaliny zatlačováno vnější silou. Každé těleso, jehož hustota je menší než hustota kapaliny, plove na hladině, je-li volné. Jestliže je ponoříme do kapaliny silou, takže ponořená část tělesa má větší objem než při plování, je vztlaková síla větší než tíha tělesa.

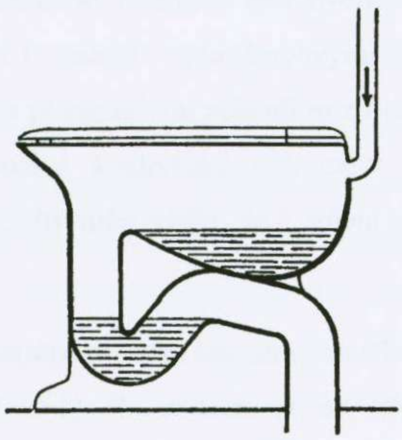
4.1.58. Ano, ponor lodi se změní. Ovšem ne v závislosti na hloubce vody. Slaná mořská voda má větší hustotu a proto se zvětší přímoúměrně i vztlaková síla.

4.1.59. Jednoduchý prostředek jak se vyhnout prudkým nárazům větru do plachet, které by mohli roztrhnout plachtu nebo dokonce převrátit loď (viz. obr. 4.3.4.). Tlak vzduchu na plachtu se v nárazech velice zmenší.

obr. 4.3.4.

Loď se stejným obsahem plachet nic netratí na rychlosti. Plachty byly vždy rozděleny na lichý počet pásků, zkušenost ukázala, že takový způsob je nejlepší. V Egyptě za nepříznivého počasí používali lodě plující po proudu dřevěnou desku jako hnací prvek. Byla-li ponořena na přídi kolmo na směr proudu, unášela řeka loď rychleji.

4.1.60. Schéma ukazuje, že se nejedná o spojité nádoby (viz. obr. 4.3.5.). Pokud by toalety měli být propojeny trubkami s vodou, nebyla by instalace toalet na patro vůbec možná právě v důsledku stejné výšky hladin spojitých nádob. Voda v toaletě zabraňuje pronikání zápachu zpět do místnosti. Vylití toalety tak hrozí pouze v případě zaneseného odtoku z domu. Pak hladina stoupá trubkami a platí pravidlo o stejné výši hladin spojitých nádob.



obr. 4.3.5.

Výsledky a zdůvodnění motivačních experimentů

4.2.1. Teplota soustavy se sníží až k 15 stupňům pod nulou. Sůl se rozpouští v mokrém sněhu a odebírá tak soustavě teplo potřebné pro změnu skupenství. V průběhu pokusu se sníh mícháním změní na směs vody a ledu, vlhká látka přimrzne ke kovové nádobce a na vnějších stěnách nádobky zkondenzuje okolní vlhký vzduch a vytvoří souvislý povlak jinovatky. Změna je patrná i bez ověření teploměrem. Tento pokus tak demonstruje i rychlost vedení tepla kovovými předměty. Je na místě žákům připomenout sekvenci s přimrzajícím zábradlím z filmu Obecná škola. Na solení silnic se samozřejmě nepoužívá kuchyňská sůl, navíc zde hraje roli tlak pneumatik projíždějících aut. Žáci by měli vědět, že i solení silnic se neprovádí pokud klesne teplota příliš pod nulu.

4.2.2. Po zahřátí plotýnky (nejlépe doruda) kápneme na střed trochu vody. Pozor na možnost prudkého rozstříknutí vody. Po ustálení se na středu vařiče vytvoří kapka, která „tančí“ po ploše vařiče a vydrží poměrně dlouho. Princip spočívá ve vytvoření parového polštáře mezi kapkou a plochou vařiče, který tak částečně izoluje vodní kapku od rozehřáté desky. Je to proto, že se mezi kapkou a rozžhaveným povrchem neustále tvoří vrstvička páry, která kapku nadnáší, a ta se pak s malým třením pohybuje - klouže - nad povrchem plotny. Tvořící se pára kapku dále izoluje, a ta se pak vypařuje pomalu pouze prosřednictvím tvorby "parového polštáře" pod sebou.

4.2.3. Sníh taje. Voda však neodkapává ale vsakuje se kapilárami ve sněhu do zbývající koule. Po odstavení kahanu žáci snadno zjistí, že zbytek koule je doslova plný vody. Sníh je tvořen malými krystalky ledu ve tvaru vloček - převážnou část objemu zaujímá vzduch. Když sníh začne při zahřívání tát, vzniklá voda se nasává do kapilár mezi vločkami, odkapávat začne až v okamžiku, kdy je vzduch mezi vločkami vytlačen vodou.

4.2.4. Lodičky s nezapálenými svíčkami daleko od sebe se viditelně nepřitahují. Zapálíme-li svíčky, lodičky se pomalounku přiblíží. Vysvětlujeme si to tím, že nad svíčkami stoupá ohřátý vzduch a musí ho nahrazovat studený vzduch z okolí. Tento vánek směrem ke svíčkám shání jednotlivé lodičky do houfu. Ověřte si toto vysvětlení.

4.2.5. Proud, který vzniká při blesku se odhaduje v průměru na 2 000 ampérů, byly však naměřeny hodnoty až 20 000 ampérů. Předpokládejme tedy blesk 10 000 000 V, 20 000 A , který trvá 0,001 s:

$$W = P.t = U.I.t \qquad W = 200MJ = 5{,}6kWh$$

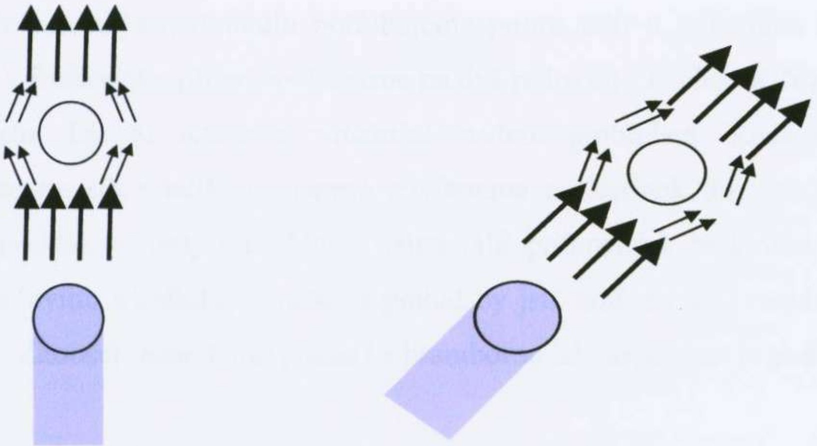
Při ceně 5 Kč za jednu kilowatthodinu je to zhruba 27 Kč. Po výpočtu je hodnota elektrické energie překvapivě malá. Může vzniknout otázka, jak je možné, že poměrně malá energie má tak vysoké ničivé účinky. Pochopení není tak obtížné. Záleží totiž nejen na množství energie, ale i na době, za kterou se energie uvolní.

4.2.6. Je to tím záhadnější, že lahvička nebude na dotyk nijak zvlášť horká, a přitom na vlastní oči vidíme, že voda uvnitř vře. Sníh ochladil stěny lahvičky. Tím se pára uvnitř zkondenzovala ve vodní kapky, a protože při varu bylo z lahvičky vypuzeno mnoho vzduchu, působí teď na vodu mnohem menší tlak. Je známo, že při menším tlaku vřou kapaliny při nižší teplotě. Máme tedy v lahvičce vodu, která vře, ale teplotu má nižší než 100 °C. Jsou-li stěny lahvičky příliš tenké, může náhlá kondenzace par v lahvičce způsobit něco podobného výbuchu (imploze). Tlak vnějšího vzduchu není totiž vyrovnán dostatečným tlakem zevnitř a může lahvičku rozdrtit. Proto je lépe použít k pokusu kulovité baňky, aby vzduch tlačil na klenutý povrch.

4.2.7. Řešení je uvedeno u zadání úlohy

4.2.8. Vytékáním vody vzniká ve větší sklenici podtlak a ten spolu s atmosférickým tlakem vtlačí menší sklenici dovnitř té větší. Poté, co odteče všechna voda, sklenice vypadne.

4.2.9. V prvním případě se míček chová jako zátka ve vaně. Ve druhém případě se chová jako zátka v lahvi sektu nebo jako náboj ve vzduchovce. Ve třetím případě míček zůstane v poměrně stabilní poloze na svém místě uprostřed proudění vzduchu (viz. obr. 4.3.6.). A to dokonce i po naklonění výfukové trubice. Vzduch míček obtéká. V místech, kde se dotýká míčku, se zvyšuje rychlost proudění a tím se zmenšuje tlak. Atmosférický tlak pak přitlačuje míček směrem k trubici.



obr. 4.3.6.

4.2.10. Námi připravenou koulí je samozřejmě poměrně těžké kužel srazit. Podařit se to může pouze studentovi, který by si zatížené místo vložil přímo do dlaně. V ostatních případech se koule vždy uhne do strany, protože těžiště nemá uprostřed. Pokud je požadován důkaz, že je možné srazit kužel, mírným opakovaným pohazováním si kouli natočíme právě tak, abychom měli upravenou část přímo v dlani.

4.2.11. Princip Kartusiánků je jednoduchý. Jejich hustota odpovídá hustotě vody (v případě dřívka je dokonce menší). Pokud zvýšíme tlak na vodu v láhvi, voda stlačí vzduch v Kartusiáncích a vnikne na jeho místo. Tím se zvýší hustota Kartusiánků a ti klesají ke dnu. Po opětovném uvolnění tlaku se proces otočí.

obrázek 4.3.7.

4.2.12. K úspěšnému zvládnutí úkolu potřebujeme pouze talíř a ředkvičku (pokud možno čerstvou). Ředkvičku příčně rozřízneme na dvě poloviny. Je vhodnější použít polovinu s kořínkem. Do ní uděláme v dužnině nožem prohlubeň. Ředkvičku obrátíme, přitlačíme na střed talíře a opatrně zdvihneme za kořínek do výše. Ředkvička se přisaje, podtlak vzniklý v prohlubni udrží talíř přilepený k ředkvičce. Je vhodnější použít polovinu s kořínkem, protože pokud by jste táhli za nať, mohla by se snadno utrhnout. Zkoušeli jsme tento pokus i s bramborou, ale úspěšnost je podstatně menší.

5. Závěr

V současné době se opět začíná v souvislosti s tvorbou nových školních vzdělávacích programů hovořit o nových i starších formách výuky. Čím dál tím více učitelů fyziky se snaží o zpestření hodin výuky jakoukoliv formou. Cílem této práce je přispět k těmto snahám a naznačit jednu z možností, jak by mohly hodiny fyziky být pro žáky více zajímavé.

Slovní úlohy a demonstrační pokusy jsou stále nedílnou součástí výuky přírodních věd. Mou snahou bylo navrhnout nebo posbírat takové příklady, které by už při zadání vzbudily zájem buď svou atypickou myšlenkou, netradiční formou zadání nebo rozporem se zdánlivě jasnou dosavadní zkušeností studentů.

Tyto problémové úlohy, ať už zadané slovní formou, nebo podpořené demonstrací, mají sloužit zejména jako motivace žáků k další činnosti. Jejich použití v úvodní fázi hodiny by mělo žáky zaujmout, aktivizovat jejich zvídavost a motivovat je tak na práci po zbytek hodiny. Smyslem těchto úloh je především nabourat stereotyp učení žáků formou: „Zde máš zadání, vzorce si jistě pamatuješ, tak pracuj a urči výsledek." Studenti jsou navyknuti na systematické opakování, na pamětní učení. Je v jejich přirozenosti, že hledají nejjednodušší cestu k dosažení svých cílů. Jejich jedinou motivací je často pouze dobrá známka. Problémová úloha oproti tomu se těmto stereotypům vymyká. Učitel by zpravidla neměl hodnotit neúspěch, problémové úlohy nejsou vhodnou formou klasifikace. Motivace je zde naprosto jiná. Pokud je úloha zadána skupině nebo celé třídě, je často už jen soutěživost a sociální rivalita mezi studenty dostatečně motivujícím prvkem k pilné práci. Dílčím cílem této práce proto bylo posoudit a upozornit na jednotlivé aspekty motivace žáků (kapitola 2.7.). Nebyla rozlišována motivace vnější a vnitřní, neboť spolu často velmi úzce souvisí a v poslední době se od takovéto kategorizace upouští.

Protože je práce na problémech silně individuální záležitostí, je složité určit obtížnost jednotlivých úloh. Pro některé nadané studenty může být většina úloh jednoduchá a pak zdánlivě prostá úvaha může být nepřekonatelnou překážkou. Pro správný motivační efekt musí snaha studenta balancovat neustále na pomezí známého a neznámého. Pokud se příliš nakloní na jednu či druhou stranu, úlohy jsou příliš složité nebo opakovaně nejsou pro studenta výzvou, motivace velmi rychle vymizí.

Proto řazení úloh zhruba odpovídá posloupnosti probírání látky. Přes posuvný pohyb k rotačnímu, soustavě těles a těžišti až po problematiku mechaniky kapalin. Zadání jsou řazena za sebou a jednotlivá řešení jsou uvedena v samostatné kapitole. Toto rozložení považuji za nejlepší. Pokud učitel nahlíží při přípravě hodiny do takovéto sbírky, snadno si najde odpovídající řešení. Pokud se sbírkou pracuje skupina studentů, je vhodné, aby na jedné straně neviděli zároveň zadání i výsledek. Příliš mnoho pokušení najednou. Pokud se sbírkou bude pracovat jednotlivec, je jakékoliv rozložení vcelku nepředmětné. Ale i tak podpoří pevnost studentovy vůle, pokud by musel neustále listovat a hledat odpovědi.

Řešení jednotlivých příkladů ve sbírce jsou uvedena včetně vysvětlení postupu. Nejsem zastáncem uvádění holých výsledků bez uvedení zdůvodnění. Mohou sice napovědět nebo ověřit správnost řešení, nikoliv však správnost úsudku, který je právě u takovýchto úloh nejdůležitější. Navíc jsem byl příliš často sám na sobě svědkem, jak bezradnost při řešení naprosto zničí chuť do jakékoliv další práce, nemluvě o případných chybách tisku apod.

Je na posouzení jednotlivých učitelů, zda jsou problémové úlohy vhodnou formou samostudia nebo domácí přípravy. Můj názor je takový, že tyto úlohy může student řešit samostatně, ovšem za předpokladu neustálé možnosti dotázat se, upřesnit si správnost své úvahy a případně možnosti vyžádat si pomoc od svého učitele. Pokud mají úlohy mít motivační efekt, je nutné, aby se žák při své práci dostal zdárně až k cíli. Opakovaným nezdarům se dá předejít právě při kontrolované práci, kdy učitel neustále kontroluje průběh řešení a může v případě uvíznutí na mrtvém bodě naznačit další cestu.

Já osobně používám tyto úlohy při práci v homogenních skupinách zhruba stejně nadaných žáků. Učitel tak má možnost různě nadaným žákům poskytnout jinou úroveň pomoci, aniž by ostatním napověděl málo, nebo naopak příliš. Vhodné jsou jistě také jako samostatná práce v rámci přípravy na různé soutěže nebo při probuzení zájmu jednotlivců, ovšem opět pouze za předpokladu, že mají nepřetržitou možnost konzultace v průběhu řešení.

Některá zadání úloh lze řešit několika způsoby. Některá jsou naopak závislá na zdroji informací. Pokud bude student například řešit otázku: Kolik m^2 solárních panelů by bylo potřeba na nahrazení jaderné elektrárny při výrobě elektrické energie, je nasnadě, že výsledek bude záviset na informacích o obou typech získávání energie. Zjištění těchto parametrů je součástí úlohy, jejich posouzení i výsledek pak musí posoudit čtenář sám.

Na závěr bych rád zdůraznil, že problémová úloha rozhodně není všelékem na upadající motivaci žáků. Samozřejmě, že i výuka bez takovýchto úloh může mít i větší motivační efekt, nebo naopak nemusí nutně tyto úlohy žáky vždy aktivizovat. Prostředků, které nás vedou k cíli, je mnoho. Je na posouzení každého z nás, do jaké míry problémové úlohy do výuky zařadí a zda vůbec. Cesta k vzdělávání studentů je složitá a motivace a touha žáka samotného je ústřední motiv lemující celou tuto cestu. Smysl této práce je právě v obohacení palety možností, jak vylepšit těžkou pozici učitele, který musí ze začátku překonat přirozený odpor studentů k práci. Cílem nás všech, tato práce je snad jedním z nástrojů, je student motivovaný látkou samotnou a svou zvídavostí k touze pochopit, poznat zapamatovat si a umět využít těchto vědomostí v praxi.

Použitá literatura

[1] Kašpar E. a kol.: Didaktika fyziky – obecné otázky , SPN Praha 1978

[2] Kružík M.: Sbírka úloh z fyziky pro žáky středních škol, SPN Praha 1974

[3] Špulák F.: Cvičení z obecné fyziky I, PF JU ČB 1990

[4] Janás J.: Kapitoly z didaktiky fyziky: PF MU Brno 1996

[5] Kašpar E.,Janovič J., Březina F.: Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice, SPN Praha 1982

[6] Bilimovič, A.: Fyzikální kvíz, SPN Praha 1989

[7] Krutina J.: Praktická mechanika, PRÁCE Praha 1951

[8] Mojžíšek L.: Vyučovací metody, SPN Praha 1988

[9] Fischer R.: Učíme děti myslet a učit se, PORTÁL Praha 1997

[10] Fenclová J.: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky, SPN Praha 1982

[11] Kubeš P., Kyncl Z.: Fyzika I, ČVUT Praha 1994

[12] Feynman R. P.: Přednášky z fyziky, FRAGMENT Praha 2002

[13] Halliday D. a kol.: Fyzika, PROMETHEUS Praha 2003

[14] Mikulčák J. a kol.: Matematické,fyzikální a chemické tabulky, SPN Praha 1978

[15] Čáp J.: Psychologie pro učitele, SPN Praha 1983

[16] Krutina J.: Stokrát proč z fyziky, ROH Praha 1976

[17] Backe H.: Fyzika z vlastních pozorování, SPN Praha 1967

[18] Pasch M. a kol.: Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině, Portál Praha 1998

[19] Tesař J.: Nonverbální úlohy, Katedra Fy PF JU České Budějovice 2006

[20] Špaček J., Vagner J.: Fysika pro sedmý postupný ročník, SPN Praha 1953

[21] Makoveckij P.: Vezmi rozum do hrsti, Mir Moskva 1985

[22] Bauše B.: Zábavy vědecké, Ústřední nakladatelství, knihkupectví a papírnictví učitelstva československého Josefa Rašína, Praha 1918

[23] Bartuška K.: Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy 1, Prometheus Praha 2004

[24] Svoboda E.: Pokusy z fyziky na střední škole, Prométheus Praha 1999