

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

Přírodovědecká fakulta

FYZIKÁLNÍ ÚLOHY ZADANÉ VE FORMĚ OBRÁZKŮ PRO ŽÁKY 2. STUPNĚ ZŠ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracovala: Nikola Podrábská

Vedoucí práce: RNDr. Eva Hejnová, Ph.D.

Studijní program: Fyzika pro vzdělávání (maior), Biologie pro vzdělávání (minor)

Ústí nad Labem 2025

UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Nikola PODRÁBSKÁ**
Osobní číslo: **F22209**
Studijní program: **B0114A300119 Fyzika pro vzdělávání**
Specializace: **Fyzika pro vzdělávání (MAIOR)**
Biologie pro vzdělávání (MINOR)
Téma práce: **Fyzikální úlohy zadané ve formě obrázků pro žáky 2. stupně ZŠ**
Zadávající katedra: **Katedra fyziky**

Zásady pro vypracování

1. Provést rešerši odborné literatury zaměřené na vizuální pomůcky ve výuce.
2. Provést rešerši vybraných učebnic, sbírek fyzikálních úloh a pracovních sešitů pro výuku fyziky na 2. stupni ZŠ.
3. Vybrat typy úloh, které jsou vhodné pro zadání ve formě obrázku.
4. K vybraným tématům vytvořit sbírku fyzikálních úloh pro 2. stupeň ZŠ zadaných ve formě obrázků

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- Časopisy (např. *MFI*, *Pedagogika*, *Pedagogická orientace*, *SCI ED*)
- Vybrané učebnice, sbírky a pracovní sešity z fyziky pro 2. stupeň ZŠ
- Geoff Petty. *Moderní vyučování*. Šesté, rozšířené a přepracované vydání. Praha: Portál, 2013.

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Eva Hejnová, Ph.D.**
Katedra fyziky

Datum zadání bakalářské práce: 28. února 2023
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2025

L.S.

doc. RNDr. Michal Varady, Ph.D.
děkan

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., ve znění zákona č. 81/2005 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

V Roudnici nad Labem dne 29. 04. 2025

Podpis:

Poděkování

Mé poděkování patří RNDr. Evě Hejnové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala. Rovněž bych chtěla poděkovat své rodině za podporu v průběhu celého studia.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je vytvoření sbírky fyzikálních úloh zadaných formou obrázku pro žáky druhého stupně základní školy, případně nižšího stupně víceletých gymnázií. V teoretické části práce je rozebírán vztah žáků k fyzikálním úlohám. Výrazná pozornost je také věnována základním poznatkům z kognitivní psychologie, o které se opírají nejčastěji používané teoretické přístupy pro studium procesu učení prostřednictvím vizuálního obsahu. Dále se bakalářská práce věnuje vizuáliím jako takovým, jejich využití, funkcím ve vzdělávání a typům, jež se nejčastěji vyskytují ve fyzikálních úlohách. Praktická část je zaměřena na popis procesu tvorby souboru úloh a možnosti jeho využití. Výstupem práce je samotná sbírka úloh se vzorovým řešením a krátkým komentářem. Součástí práce je rovněž samostatná příloha obsahující úlohy zpracované do podoby pracovních listů.

Klíčová slova

Fyzikální úlohy, sbírka obrázkových úloh, vizuálie, základní škola

Abstract

The bachelor's thesis aims to develop a collection of physics tasks presented in visual form, intended for pupils in the upper grades of primary school and the lower levels of multi-year grammar schools. The theoretical section explores pupils' attitudes toward physics tasks and places particular emphasis on key findings from cognitive psychology, which inform the most widely used theoretical approaches to studying the learning process through visual content. The thesis further examines the role of visual materials, their application, educational functions, and the most common types found in physics tasks. The practical section describes the process of creating the problem set and discusses its potential uses in educational contexts. The main outcome of the thesis is the completed collection of tasks, each accompanied by a sample solution and brief commentary. An appendix is also included, containing the problems in the format of printable worksheets.

Keywords

Physics tasks, visual task set, educational visuals, primary education

Obsah

Úvod	8
1. Teoretická část.....	9
1.1 Vztah žáků k fyzikálním úlohám.....	9
1.2 Vymezení pojmu vizuálie.....	11
1.3 Role vizuálního vnímání.....	11
1.4 Náhled do kognitivní psychologie.....	12
1.4.1 Teorie duálního kódování.....	15
1.4.2 Kognitivní teorie multimediálního učení	15
1.4.3 Teorie kognitivní zátěže	16
1.5 Využití vizuálií ve výuce.....	17
1.6 Funkce vizuálií v procesu vzdělávání.....	18
1.7 Typy vizuálních prvků ve fyzikálních úlohách	19
2. Praktická část.....	20
2.1 Tvorba obrázkové fyzikální sbírky.....	20
2.2 Možnosti využití sbírky	22
2.3 Přehled úloh s přiřazením k fyzikálním tématům.....	23
2.4 Sbírká fyzikálních úloh zadaných formou obrázku.....	24
Závěr.....	71
Seznam literatury.....	72

Úvod

Fyzikální úlohy tvoří nepostradatelnou část fyziky jakožto školního předmětu, hrají klíčovou roli v pochopení učiva žákem. Prostřednictvím úloh by žáci měli nejen lépe pochopit fyzikální jevy, ale také si vytvořit lepší představu o fungování fyzikálních principů a aplikovat teoreticky nabyté znalosti v modelových i reálných situacích.

Přestože jsou fyzikální úlohy důležité, nebývají žáky příliš oblíbené. Jedním ze způsobů, který by mohl tuto část výuky fyziky zpestřit a zároveň zvýšit motivaci žáků k řešení úloh, je zadávání úloh formou obrázků. Tento přístup může pomoci upoutat pozornost žáků a zároveň zadání úlohy zjednodušit. Vizualizace zadání jim umožňuje lépe se soustředit na samotné řešení úlohy, aniž by byli zatíženi čtením textového zadání. Úlohy zadané formou obrázku mohou tak představovat výraznou podporu pro žáky se specifickými poruchami učení, jako je např. dyslexie.

Kromě samotných výpočtů si žáci pomocí vizuálně zadaných úloh procvičí např. odečítání hodnot z přístrojů, měření fyzikálních veličin či orientaci v grafu. Tím si vytvoří lepší představu o fyzikálních jevech a jejich praktické aplikaci – nebudou například vnímat ampérmetr jen jako schématickou značku, ale budou schopni si pod tímto pojmem představit reálný přístroj. Díky tomu pro ně fyzikální úlohy nebudou jen teoretická zadání, ale i příležitostí vidět obraz reálné situace.

Bakalářská práce je zaměřena na tvorbu souboru fyzikálních úloh zadaných formou obrázku pro žáky 2. stupně základní školy a nižšího stupně víceletých gymnázií. Jejím cílem bylo provedení analýzy vybraných učebnic, sbírek fyzikálních úloh a pracovních sešitů pro výuku fyziky na 2. stupni základní školy a nižších gymnázií a následné vytvoření souboru úloh, které mohou být učitelem ve výuce jednoduše využity.

Bakalářská práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Teoretická část práce se zmiňuje o oblibě fyzikálních úloh mezi žáky. Shrnuje kognitivní teorie související s učením se z obrazového materiálu. Zaměřuje se také na hlavní funkce vizuálí a uvádí přehled nejčastěji se vyskytující obrázkové prvky ve fyzikálních úlohách.

Praktická část se zaměřuje na proces tvorby obrázkových úloh a zmiňuje možnosti jejich uplatnění a dovednosti, které si žáci při jejich řešení mohou procvičit. Jejím výstupem je soubor úloh, doplněný o komentář se vzorovým řešením. K závěrečné práci je také přiložena samostatná příloha, v níž jsou úlohy zpracované ve formě pracovních listů.

1. Teoretická část

Teoretická část bakalářské práce je rozdělena do sedmi podkapitol. První popisuje vztah žáků k fyzikálním úlohám a jejich zájem o řešení těchto úloh. Ve druhé podkapitole je ve zkratce vymezen termín vizuál, jenž je v této práci používán. Třetí podkapitola nastiňuje význam vizuálního vnímání v procesu učení. Čtvrtá podkapitola poskytuje stručný náhled do kognitivní psychologie a charakterizuje kognitivní procesy, které se vztahují k vybraným teoretickým přístupům, jež vysvětlují zpracování vizuálních podnětů a jejich roli v procesu učení se z obrazového materiálu. Pátá podkapitola se zabývá využitím vizuálních prvků ve výuce a zaměřuje se na jejich hlavní přínosy. V šesté kapitole je také rozebírána funkce vizuálů po stránce psychologické a psychodidaktické. V poslední podkapitole jsou popsány nejčastěji se vyskytující vizuální prvky ve fyzikálních úlohách, popř. učebních textech (tj. ve výkladové části učebnic, pracovních sešitů).

1.1 Vztah žáků k fyzikálním úlohám

Nepostradatelnou součástí výuky fyziky jsou fyzikální úlohy, které jsou důležité v mnoha ohledech. Pomáhají žákům lépe porozumět fyzikálním zákonitostem či ilustrují aplikaci teoretických poznatků na praktické situace.

Fyzikální úlohy však nejsou u našich žáků oblíbené. Vyplývá to z šetření, které probíhalo formou dotazníku, jehož se účastnilo celkem 1885 žáků ze základních škol a nižších gymnázií ze všech krajů České republiky (Dvořák, 2008, s. 29). Dotazník obsahoval seznam patnácti aktivit obvykle realizovaných v hodinách fyziky, jako jsou například laboratorní práce, měření či řešení početních úloh. Žáci měli tyto činnosti ohodnotit podle toho, kterým by se v hodinách fyziky věnovali nejraději. Výsledky ukázaly, že nejpozitivnější hodnocení získaly praktické aktivity, zatímco řešení početních úloh bylo hodnoceno jako nejméně preferovaná činnost ze všech patnácti nabízených možností.

Z pohledu kognitivních psychologů lze tento postoj vysvětlit tím, že přemýšlení je náročný proces, kterému se mozek přirozeně snaží vyhýbat. Úspěšné vyřešení problému však přináší žákovi pocit uspokojení a může vést k jeho pozitivnímu vztahu k dané činnosti, tedy např. řešení fyzikální úlohy. Pokud však žák nedokáže úlohu vyřešit, může se dostavit pocit frustrace a neúspěch ho může od řešení dalších úloh odradit. Pocit intelektuálního neuspokojení může nastat i v opačném případě, kdy náročnost úlohy je příliš nízká (Willingham, 2023, s. 17-23).

Pro zlepšení vztahu žáků k fyzikálním úlohám i zvýšení jejich motivace může být přínosné je prezentovat způsobem, který zdůrazňuje jejich praktickou aplikaci a propojuje je s reálnými věcmi či situacemi. Jednou z možností mohou být například fyzikální úlohy zadané formou obrázku, které tyto aspekty zohledňují.

Tuto skutečnost podporuje zjištění uvádějící kladný postoj žáků k obrázkové formě při výběru fyzikálních úloh. Kšírová (2023) dala ve své práci mimo jiné žákům na výběr mezi dvojicí odlišných úloh, přičemž jedna obsahovala obrázek a druhá nikoli. Ukázalo se, že úloha obsahující obrázek je pro žáky přitažlivější volbou.¹ Sama autorka na základě rozhovoru s jedním žákem uvedla, že „pro žáka je přehlednější, když jsou veličiny zakresleny přímo do obrázku.“

V šetření byly žákům také předloženy dvě textové úlohy obsahující obrázek – první obsahovala schematicky zakreslených pět částic, úkolem žáků bylo zjistit jakou výslednou gravitační silou působí na zkoumanou částici ostatní částice. Druhá úloha obsahovala reálné objekty – sedmikrásku, otakárka fenyklového a Slunce, přičemž žáci měli za úkol určit, jak velkou gravitační silou přitahuje sedmikráska motýla a jakou gravitační silou ho přitahuje Slunce. Výsledky ukázaly, že respondenti jednoznačně preferovali druhou úlohu, což může naznačovat, že úlohy zasazené do konkrétních situací z běžného života mohou být pro žáky přitažlivější a srozumitelnější než abstraktní schémata. Abstraktní myšlení jako takové není pro lidskou mysl přirozené, jelikož nové informace zaznamenáváme v souvislosti těch dříve osvojených, které ve většině případech mají konkrétní charakter (Willingham, 2023, s. 87-88).

Souhrnně lze tedy říci, že úlohy s obrázkem vzbuzují v žácích větší zájem, neboť jsou pro ně názornější. Projevují se také preference zobrazení reálných objektů, což žákům umožňuje lépe si daný fyzikální problém představit a propojit s praxí.

Jerje (2016) ve svém výzkumu, kterého se účastnilo 189 žáků devátých ročníků ze šesti základní škol a jednoho nižšího gymnázia z Libereckého kraje, ukázal, že významným faktorem úspěšného vyřešení fyzikální úlohy je způsob jejího zadání. Výsledky experimentu prokázaly, že největší úspěšnost žáků byla zaznamenána při práci s úlohami obsahujícími výčet fyzikálních veličin a jejich hodnot. Hned po této formě zadání dosáhli žáci nejvyšší

¹ Dvojice úloh byly předloženy v rámci šetření o osobnostních typech žáků v oblasti výuky fyziky. Průzkumu se účastnilo 10 respondentů, z čehož bylo 5 žáků z nižšího gymnázia, tedy věková kategorie odpovídající té, pro kterou je fyzikální sbírka obrázkových úloh určena. Tito žáci, bez výjimky, odpovídali ve prospěch úlohy obohacené o obrázek. I v případě pěti respondentů z vyššího gymnázia, až na jednu výjimku, se projevila preference úlohy s obrázkem.

úspěšnosti v úlohách zadaných obrázkem. Ze zjištěných výsledků také vyplynulo, že nadpoloviční většina žáků nepreferuje úlohy zadané delším textem či informacemi navíc. Třetina žáků vnímá v hodinách probírané úlohy jako příliš textově obsáhlé a jedna pětina poukazuje na jejich nedostatečnou souvislost s reálnými situacemi. Přibližně každý druhý žák uvedl, že má problém s vyčtením informací potřebných k výpočtu ze samotného zadání úlohy.

Z výše uvedených výzkumů tedy vyplývá, že zadání úlohy formou obrázku může vést k vyšší úspěšnosti jejího vyřešení žákem, jelikož usnadňuje přehlednější identifikaci klíčových informací. Tento přístup může být obzvláště přínosný pro žáky se speciálními vzdělávacími potřebami. Obecně by však učitelé neměli rezignovat na práci s jinými typy úloh, protože různorodé způsoby jejich zadávání mohou rozvíjet odlišné dovednosti žáka.

1.2 Vymezení pojmu vizuálie

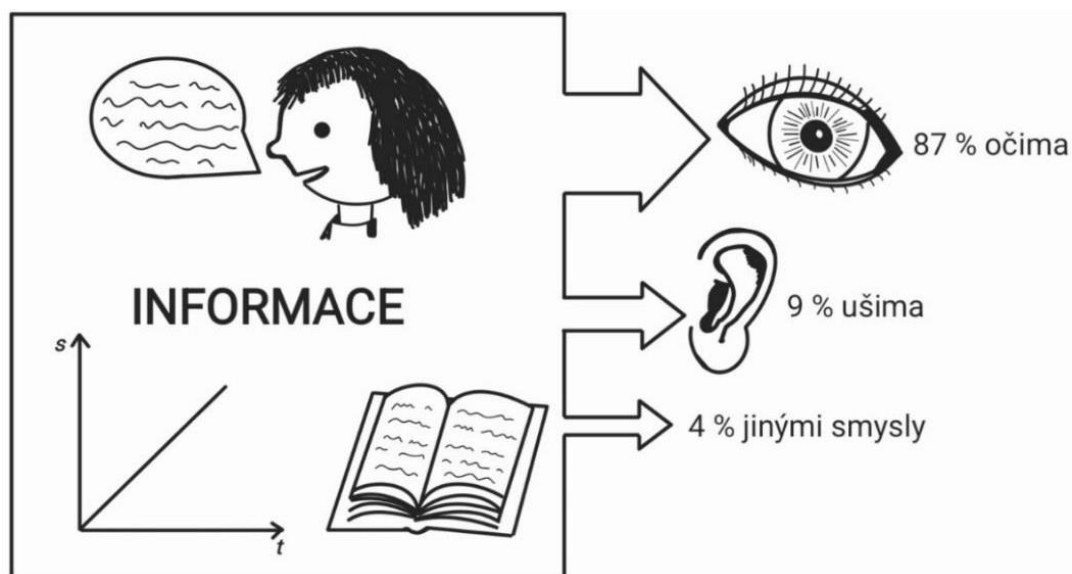
V následujících podkapitolách bakalářské práce je opakovaně zmiňován termín vizuálie, proto je namístě vymezit jeho význam a objasnit, co všechno zahrnuje.

Pojem vizuálie či vizuální reprezentace není možné přesně definovat. Např. Spousta (2001, s. 87) používá označení *vizuália* pro „zobrazení (znázornění) předmětů či jevů, které člověk vnímá zrakem“. Pýchová (1990, s. 683) uvádí, že „pojmem vizuálie se rozumí předměty a jevy a jejich dvojrozměrné nebo trojrozměrné zobrazení nebo znázornění (obrazy, makety, schémata, symboly), které člověk vnímá zrakem.“

V kontextu bakalářské práce jsou vizuálie široce chápány, tj. jako stabilní obrázkové prvky či vizuální reprezentace podporující porozumění, učení a předávání informací. Termín vizuálie tedy zahrnuje širokou škálu obrazových reprezentací, jako jsou např. schémata, diagramy, grafy nebo ilustrace, které obsahují minimum textu.

1.3 Role vizuálního vnímání

Zrak je jedním z pěti základních smyslů člověka, zpracovává téměř 90 % veškerých informací (Petty, 2013, s. 367). V procesu učení zaujímá tento smysl nepostradatelnou roli, jelikož zprostředkovává tzv. neverbální (obrazové) podněty. Vliv vizuálního vnímání na proces učení se navíc s rozvojem moderních technologií prohlubuje. Vizuální podněty se tak stávají stále běžnějším způsobem prezentace informací, což dále posiluje význam zraku v procesu předávání informací.



Obr. 1: Přijímání informací. Překresleno podle Pettyho (2013, s. 367).

Zároveň je vizuální vnímání klíčové pro efektivní zpracování a uchovávání informací, protože obrazy mají tendenci být v paměti uchovávány déle a s větší přesností než samotná slova. Tento jev je známý jako efekt nadřazenosti obrazu. Ačkoli byl tento efekt potvrzen různými výzkumy (např. Shepard, 1967; Defeyter a kol., 2009), neexistuje jednoznačné vysvětlení, proč k němu dochází.² Rovněž podmínky, za kterých se projevuje, stále nejsou jednoznačně určeny (Štvrtna, 2021).³

1.4 Náhled do kognitivní psychologie

V první podkapitole bylo uvedeno, že způsob, jakým jsou fyzikální úlohy zadávány, může ovlivnit jejich vnímání žáky. Dříve zmíněné výzkumy Kšírové (2023) a Jerjeho (2016) ukazují, že vizuální prvky mohou úlohu ztraktivnit a usnadnit pochopení zadání úlohy. Nabízí se tedy otázka, proč jsou vizuální informace pro lidskou mysl přitažlivější než pouhá textová zadání. Podstatu odpovědi na tyto otázky nabízí kognitivní psychologie.

² Jednou z vysvětlujících teorií, o které se v tomto ohledu nejčastěji hovoří je teorie duálního kódování (Piavio, 1971), jež je rozebírána v podkapitole 1.4. Dalšími teoriemi jsou teorie fyzické odlišnosti (Mintzer, Snodgrass, 1999) a konceptuální odlišnosti (Hamilton, Geraci, 2006, Ensor et al., 2019).

³ Např. Ensor et al. (2019) provedl čtyři experimenty, ve kterých ukázal, že efekt nadřazenosti obrazu může být vyrušen či dokonce upozaděn. Efekt byl vyrušen, když obrázky nebyly příliš od sebe rozeznatelné (měly velice podobný tvar nebo barvu). Defeyter et al. (2009) ve své studii ukázal, že efekt nadřazenosti obrazu je markantní zejména u jedinců starších 11 let. Tyto poznatky naznačují, že efekt nadřazenosti obrazu není univerzální, ale může být ovlivněn různými faktory, jako je vizuální podobnost podnětů nebo věk jedince.

Kognitivní psychologie je oborem psychologie, který zkoumá, jak lidé vnímají, zpracovávají, ukládají a využívají informace při učení a myšlení. Mezi klíčové kognitivní procesy patří např. pozornost, vnímání, paměť a řešení problémů.⁴ Kognitivní psychologové se rovněž zabývají širší škálou psychologických jevů, jako je motivace, jež může mít rovněž vliv na výše zmíněné procesy (Sternberg, 2002, s. 41).

Vzhledem k zaměření práce zde budou představeny pouze vybrané kognitivní procesy, které se uplatňují v procesu učení a jsou důležité pro pochopení teoretických přístupů ke zpracování obrazové informace v dalším textu. Bude naznačena jejich obecná charakteristika a význam v souvislosti s fyzikálními úlohami zadanými formou obrázku.

Prvním kognitivním procesem, jež je úzce spjatý s procesem vnímání informací, je pozornost. Pozornost umožňuje aktivně zpracovávat informace a soustředit mentální zdroje člověka na vybrané podněty, a tím chránit naše vědomí před zahlcením (Sternberg, 2002, s. 90). Pozornost jako taková disponuje charakteristickými vlastnostmi, tou nejdůležitější je selektivita, díky které víme, čemu věnovat pozornost a co může být v daný okamžik ignorováno (Plháková, 2003, s. 81). Další významnou vlastností pozornosti je kapacita, u níž Plháková (2003) uvádí, že „její rozsah je pravděpodobně větší než kapacita krátkodobé paměti (7 ± 2 prvků), jelikož pozornost čerpá z více zdrojů (z vizuálních i verbálních podnětů).“

Mechanismus pozornosti zahrnuje vědomé i nevědomé procesy, tzn. že pozornost lze na tomto základě rozdělit na záměrnou a bezděčnou. První zmíněný typ je řízený úmyslně, jedinec soustředí mentální zdroje na určitou činnost nebo podnět. Při řešení (nejen) fyzikálních úloh je schopnost správně zaměřit pozornost klíčová – žák se musí soustředit na relevantní informace. Vizuální zadání úlohy představuje atraktivní zjednodušení, kdy jsou přebytné textové informace eliminovány, tím pádem nedojde k zahlcení pozornosti žáka. Bezděčná pozornost je pasivní forma pozornosti.

Pozornost jako takovou lze rozdělit do dvou fází. První etapou je upoutání pozornosti, jež probíhá obvykle nevědomě. V této primární fázi může výstižné vizuální zadání fyzikální úlohy upoutat pozornost žáků a nasměrovat ji k relevantním částem úlohy. Druhou fází je soustředění vědomí na určitý mentální obsah/aktivitu, žák tedy například analyzuje zadání

⁴ Ve skutečnosti je předmětem kognitivní psychologie mnoho dalších procesů.

úlohy, selektuje klíčové informace a zaměřuje se na jejich zpracování, aby mohl úlohu vyřešit (Plháková, 2003, s. 77-83).

S pozorností úzce souvisí vnímání, jež představuje složitý kognitivní proces, který organizuje, zpracovává a interpretuje našimi smysly získané podněty z prostředí, z nichž se formují vjemy (Sternberg, 2002, s. 133-134).

Další kognitivní proces, který bude v rámci této kapitoly nastíněn je paměť. Jedná se o nástroj, který umožňuje vybavení předešlých zkušeností v přítomnosti. Obecně jsou rozlišovány tři kroky paměťového procesu: kódování (vstup informace do paměti) zajišťující přechod sensorické informace do mentální podoby, uskladnění těchto mentálních reprezentací do paměti a vybavení (spontánní vybavování/znovupoznání), které zajišťuje vyvolání dané informace v paměti (Sternberg, 2002, s. 181-182).

Tradičně je paměť jako taková popisována v trojsložkové podobě: sensorická, krátkodobá a dlouhodobá paměť (Sternberg, 2002, s. 194-196). Úkolem sensorické paměti je uchovávat po velmi krátký časový interval (v případě zrakového příjmu méně než jedna sekunda, u informace přijímané sluchovým ústrojím je to několik sekund) informace pocházejících ze smyslů, její kapacita je omezená. Tento informační obsah sensorické paměti může být převeden do paměti krátkodobé, pokud dojde k upoutání pozornosti. Krátkodobá (pracovní, operační) paměť je schopna ukládat informace po krátkou dobu (15 s až 30 s), má také omezenou kapacitu.⁵ Je využívána k momentálním mentálním činnostem – při první analýze úlohy žákem dojde k dočasnému uchování údajů potřebných pro řešení zadaného problému do krátkodobé paměti, posléze přichází na řadu dlouhodobá paměť, díky které si žák vybaví např. dříve nabyté teoretické znalosti či potřebné postupy potřebné k řešení úloh. Informace z tohoto typu paměti mohou být převedeny do dlouhodobé paměti a zpět, tok informace je tedy obousměrný. Dlouhodobá paměť disponuje schopností ukládat informace po dlouhou dobu, její kapacita je takřka neomezená. Efektivita fixace informací do dlouhodobé paměti je ovlivnitelná mnoha faktory, mezi které patří např. komplexní opakování či propojení s již existujícími znalostmi (Plháková, 2003, s. 193-205).

V následujících podkapitolách jsou rozebrány teorie vizuálního učení, jež vycházejí z poznatků kognitivní psychologie, které staví na formě předkládané informace (text/vizuál) a smyslovém vjemu (zrak/sluch). Právě tyto teorie poskytují obecný rámec pro pochopení,

⁵ Sternberg (2002) tvrdí, že „pracovní paměť je označení pro krátkodobou paměť a čerstvou aktivní část dlouhodobé paměti.“

jak učící se jedinec zpracovává vizuální informace během procesu učení, a poskytují rámcové zdůvodnění nadřazenosti obrazu nad verbální informací.

1.4.1 Teorie duálního kódování

Teorie duálního kódování (Piavio, 1971) bere v úvahu existenci verbálního a neverbálního subsystému (způsob zpracování podnětu v lidské mysli). Každý systém se skládá z nejnižších reprezentativních jednotek tzv. logogenů a imagenů. Logogeny, se kterými pracuje verbální subsystém jsou organizovány do větších celků sekvenčním způsobem (tzn. písmeno – slabika – slovo – atd.). Generátory obrazu (imageny) zpracovává nonverbální subsystém, jsou to podoby přirozených objektů, jejich částí či seskupení, které nesou nejen informaci o statickém stavu obrazu, ale i o dynamické proměně některé jeho vlastnosti. Strukturu skutečnosti tyto systémy zachycují simultánním způsobem do celků, tzv. percepčních hierarchií. (Paivio, 1990, s. 60)

Příkladem takové hierarchie v oblasti fyziky na úrovni 2. stupně ZŠ může být např. atomová struktura látky: atom sestává z atomového jádra a obalu, tyto části se skládají z dalších částic jako jsou protony a neutrony v případě jádra a elektrony v obalu. Zároveň je tato struktura (atom) součástí větších celků (molekul).

Verbální a neverbální systémy jsou na sobě funkčně nezávislé, ale zároveň mohou fungovat paralelně. Teorie duálního kódování pracuje se vzájemnou návazností aktivace systémů, tedy že jeden systém aktivuje ten druhý. Tento proces naznačuje, že kombinace textu a obrázků vede k efektivnějšímu učení než používání pouze jednoho typu podnětu (Paivio, 1990, s. 54–62). Zároveň také teorie předpokládá, že si jedinec zapamatuje lépe obrázek než dané slovo, jelikož obrázek je v kognitivním systému kódován dvakrát (vizuálně i verbálně), zatímco slovo ve verbálním systému pouze jednou (Crutcher, Beer, 2011, s. 63–64).⁶

1.4.2 Kognitivní teorie multimediálního učení

Kognitivní teorie multimediálního učení je podle Mayera (2011) založena na třech základních principech: princip dvojího kanálu, omezené kapacity pracovní paměti a aktivního zpracování. Princip dvojího kanálu uvádí, že lidé mají dva oddělené kanály, jeden

⁶ Výzkum Piavioa a Csapoa (1973) je východiskem teorie duálního kódování. V experimentu dokázali, že vizuální reprezentace mají silnější vliv na paměť než samotná slova. Podpořil myšlenku, že obrázky jsou zpracovávány jak neverbálním, tak verbálním systémem.

pro zpracování verbálních informací a druhý nonverbální (vizuální) pro zpracování obrazových podnětů. Informace zachycené smysly přicházejí do senzorické paměti, poté jsou postupně zpracovány v pracovní paměti, posléze mohou přecházet do paměti dlouhodobé. První dva druhy paměti, jsou omezené, jak již bylo zmíněno dříve, na což poukazuje princip omezené kapacity. Samotný výsledek učení pak závisí na několika faktorech, např. na tom, zda dojde k propojení přichozí informace s dosavadní znalostí žáka. Tyto aspekty jsou zahrnuty v tzv. principu aktivního zpracování, který zdůrazňuje, že člověk není jen pasivním příjemcem podnětů a informací, ale aktivně do jejich zpracování zapojuje kognitivní procesy (Mayer, 2011, s. 80–82; Černý, 2017).

Mayer (2005) zdůrazňuje, že při učení je vhodné využívat jak verbální, tak nonverbální kanál. Tvrdí, že zapojením obou kanálů lze efektivněji přijímat větší množství informací současně. Zároveň se verbální a vizuální složka vzájemně doplňují – slova obvykle pomáhají vytvářet abstraktní představy, zatímco vizuální reprezentace poskytují konkrétní znázornění.

Kognitivní teorie multimediálního učení tedy předpokládá, že předložení kombinace verbálního a vizuální informace dokáže efektivněji osvojit nové poznatky, protože slova podporují abstraktní myšlení, zatímco vizuální reprezentace usnadňují porozumění konkrétním konceptům. Podle této teorie si žák efektivněji osvojí nové poznatky, pokud jsou mu předloženy v kombinaci verbální a vizuální formy, protože slova rozvíjejí abstraktní myšlení a vizuální prvky usnadňují pochopení konkrétních jevů.

V konečném důsledku je nutné, aby při použití vizuálních prvků docházelo k aktivaci paměťových a kognitivních procesů, což podpoří hlubší a trvalejší porozumění, o čemž hovoří výše zmíněná teorie duálního kódování a multimediálního učení (Pešková, 2012, s. 29). Pokud jsou vizuálie správně navrženy a použity vhodným způsobem, mohou značně přispět k efektivnímu učení.⁷ V opačném případě mohou sloužit pouze jako okrasný či vyplňující prvek (Postigo, López-Manjón, 2018).

1.4.3 Teorie kognitivní zátěže

Teorie kognitivní zátěže zkoumá, jak kognitivní zátěž, představující určité mentální úsilí, které je nezbytné vynaložit k vyřešení konkrétní úlohy či ke zpracování určité informace,

⁷ Správným navržením vizuálních prvků je myšleno to, že vizuálie odpovídají svému účelu, cíli, přiměřenosti věku žáků a neobsahují chybné informace či miskoncepce (Trahorsch, et al. 2018).

zatěžuje samotný proces zpracování informací kognitivním systémem. Tento proces je zásadní pro osvojení nových poznatků v dlouhodobé paměti (Kocyan, 2019, s. 16). Pro uložení nové znalosti v dlouhodobé paměti je potřeba nejprve informaci zpracovat pomocí paměti pracovní. Teorie také předpokládá, že má lidská pracovní paměť omezenou kapacitu. Když je množství informací nebo míra složitosti úkolu příliš vysoká, může to mít negativní následky na proces učení, jako je např. vyšší hladina stresu nebo pokles výkonnosti (Janko, et al., 2018, s. 8).

Zpravidla se uvádí tři typy kognitivní zátěže: vnitřní, vnější a zásadní. Vnitřní kognitivní zátěž je významná pro pochopení informací a závisí na obtížnosti látky a předchozí znalosti žáka. Vnější kognitivní zátěž se týká toho, jakým způsobem jsou informace žákům prezentovány, tj. například jak je daná úloha zobrazena. Zásadní (strukturální) kognitivní zátěž souvisí se zpracováním a automatizací schémat, tedy se začleněním nových poznatků do již osvojených dovedností (Jankowska, Gierus, 2011, s. 10-11). Poslední dva zmíněné typy zátěže jsou pro účely bakalářské práce nejdůležitější, neboť je učitel může ovlivnit, např. prostřednictvím formy zadání úlohy.

Z pohledu teorie kognitivní zátěže se tedy fyzikální úlohy ve formě obrázku jeví jako výhodné, jelikož jsou v nich eliminovány nadbytečné informace, čímž dochází ke snížení kognitivní zátěže, a tím ke zjednodušení procesu učení a zpracování informací.

1.5 Využití vizuálií ve výuce

Verbální složka učení jako např. výklad, slovní zadání problému, text v učebnici, je ve výuce využívána nejčastěji. Podle Pettyho (2013, s. 366) je v mnoha případech efektivnější učení prostřednictvím vizuální formy (tj. grafu, modelu, diagramu, atd.). Janko (et al., 2018, s. 17) uvádí, že „cílem využití vizuálií ve vzdělávání není pouze pasivní pozorování vizuálního zobrazení, vedoucí k reprodukování známých skutečností, nýbrž aktivní interagování s elementy a výrazovými prostředky příslušného vizuálního prvku vedoucí objevování dosud neznámých skutečností.“ Z hlediska využití vizuálií učitelem je jedno z důležitých hledisek jejich přínos, proto jsou v následujícím odstavci dále uvedeny hlavní výhody použití obrázkových prvků ve výuce.

První benefit, který využití vizuálií přináší, je upoutání pozornosti žáka (Petty, 2013, s. 366). Úloha zadaná formou obrázku si spíše získá žakovu pozornost než její pouhé slovní zadání. Tuto stránku vizuálií lze připodobnit ke stimulační funkci obrázků v reklamách (Dusíková, 2009, s. 11). Zároveň na rozdíl od obvyklého výkladu *obrázky přinášejí změnu,*

představují pro žáky atraktivnější formu výkladu. Jako důležitou výhodu vizuálií Petty (2013, s. 366) také zdůrazňuje *konceptualizaci*. Podle něj vizuální reprezentace hraje důležitou roli při pochopení mnoha (abstraktních) pojmů, např. znázornění magnetického pole pomocí magnetických indukčních čar nebo silového působení pomocí šipky. V těchto případech žák pochopí danou myšlenku spíše nonverbálně.

V případě fyzikálních úloh zadaných formou obrázku lze významnou výhodu také spatřit u dětí se specifickými poruchami učení, jak již bylo výše uvedeno. V případě textového zadání úlohy takový žák daný problém nevyřeší například jen proto, že nepochopí zadání, chybně ho přečte, či se v něm dostatečně neorientuje. Tomuto problému lze předejít, pokud bude úloha zadána např. vizuální formou s minimálním textovým rozsahem. Na skutečnost, že specifické poruchy žáků nejsou problémem pouze jazykových předmětů, ale i přírodovědně zaměřených oborů poukazuje práce Makydové a Trny (2009).

1.6 Funkce vizuálií v procesu vzdělávání

Tato kapitola je věnována vybraným funkcím obrazového materiálu ve výuce. V závislosti na jejich charakteru je možné je rozdělit do dvou kategorií – psychologické a psychodidaktické. Pýchová (1990, s. 674–675) bere v úvahu ještě kulturní, estetickou a sociální funkci vizuálních prvků, které nejsou podrobněji popsány, jelikož nejsou pro účely této práce zásadní.

Mezi psychologické funkce vizuálií je řazena funkce aktivizační, která je považována za důležitou charakteristiku psychologické stránky vizuální reprezentace ve výuce. Obrázek působí na žáky jako prvek zpestření, který zaujme jejich pozornost a podpoří produktivitu jejich myšlení. Vizuálie také posilují představivost a fantazii žáka, což postupně vede k rozvoji abstraktního uvažování. Další psychologickou funkcí vizuální reprezentace je podpora zapamatování (Pýchová, 1990, s. 673). Již ve čtvrté podkapitole této práce týkající se teoretických přístupů bylo zmíněno, že vizuální reprezentace podporují vybavení verbální informace, a tím posilují proces zapamatování. Obrazové úlohy vedou žáky také k odhalení mylných či nepochopených představ o daných jevech či pojmech, které mohly být např. chybně převzaty z verbálního projevu učitele. Poslední významná funkce vzhledem k charakteru práce, která stojí za zmínku, je funkce motivační. Obrázek vzbuzuje u žáků pocit jistoty, zbavuje žáky strachu, snižuje úroveň stresu a posiluje tak jejich motivaci k řešení úlohy (Pýchová, 1990, s. 674). Samotná motivace ve výuce fyziky je často diskutované téma

(např. Chromková, 2020; Kekule a Žák, 2010), proto je právě tato motivační funkce vizuálií jedním z hlavních podnětů k tvorbě obrázkových fyzikálních úloh, na něž se tato práce zaměřuje.

Psychologické funkce vizuálií mají ve vzdělávání spíše zkušenostní a intuitivní charakter, jsou tedy jakýmsi opakem k psychodidaktickým funkcím, které jsou ve vzdělávání obvykle využívány cíleně a systematicky. Mezi psychodidaktické funkce vizuálních reprezentací patří funkce explikativní, sloužící k objasňování pojmů, konceptů, či jevů. Explikace pomáhá převádět abstraktní informace do konkrétnější a snadněji pochopitelné podoby. Funkce demonstrativní odkazuje k názorné ukázce daného jevu, principu či pojmu. Jako další funkci je možné uvést fixační funkci, při níž obrázková forma upevňuje již dříve vyloženou verbální informaci. Významná role vizuálií je funkce transformační, díky které lze rozsáhlý text nahradit vizuální reprezentací (Pýchová, 1990, s. 672–673). Právě tato funkce se nejvíce odráží ve výsledné fyzikální sbírce prezentované v této práci.

1.7 Typy vizuálních prvků ve fyzikálních úlohách

Podle způsobu zobrazení skutečnosti lze vizuálie rozdělit do několika kategorií: didaktické obrazy (stabilní a pohyblivé obrazy), makety, modely a reálné předměty (Pýchová, 1990, s. 671).

Mezi stabilní vizuálie, které se ve fyzikálních úlohách vyskytují nejčastěji, patří zejména grafy sloužící jako nástroje k zobrazení závislosti fyzikálních veličin, schémata (např. zapojení elektrických obvodů), kresby či fotografie konkrétních objektů nebo situací. Dále jsou využívána schémata s vektory a geometrické konstrukce (zejména v optice).⁸ Zmíněné vizuální prvky se mohou v úlohách vyskytovat v různých kombinacích.

Na základě těchto nejčastěji se vyskytujících vizuálních prvků byly následně jejich určité typy (grafy, kresby konkrétních objektů a situací, schémata elektrických obvodů, zjednodušené geometrické konstrukce) využity ve sbírce úloh zadaných formou obrázku, která je součástí praktické části práce.

⁸ Výčet nejčastěji se vyskytujících stabilních vizuálních prvků ve fyzikálních úlohách byl orientačně vytvořen na základě rešerše učebních materiálů (viz praktická část Tab. 1).

2. Praktická část

Praktická část bakalářské práce je rozdělena do čtyř podkapitol. První podkapitola popisuje tvorbu sbírky úloh, jsou v ní uvedeny zdroje, z nichž vychází jejich vizuální zpracování. Druhá podkapitola je zaměřena na možnosti využití sbírky a přibližuje dovednosti, na které jsou úlohy ve sbírce zaměřeny. Třetí podkapitola uvádí výčet tematických okruhů, které jsou ve sbírce zahrnuty. Čtvrtá podkapitola je samotná sbírka fyzikálních úloh zadaných formou obrázku pro žáky 2. stupně základních škol a nižších gymnázií, obohacená o komentář s řešením.

2.1 Tvorba obrázkové fyzikální sbírky

Sbírka fyzikálních úloh zadaných formou obrázku byla vytvořena na základě rešerše fyzikálních učebnic, sbírek a pracovních sešitů určených pro žáky základních škol a nižších gymnázií. Při tvorbě sbírky bylo analyzováno celkem 40 zdrojů tohoto typu (Tab. 1), přičemž zvláštní pozornost byla věnována úlohám, které byly zadány výhradně ve vizuální podobě, tj. taková obrazová zadání obsahující všechny potřebné informace pro řešení daného problému bez doprovodného textu či doplňujících otázek. Tento specifický typ úloh se však v učebních materiálech vyskytoval jen velmi výjimečně (až na schémata elektrických obvodů), téměř ve většině případů se jednalo o vizuálie pouze s doplňkovou funkcí. Bylo tedy nutné hledat alternativní zdroje inspirace.

Tab. 1: Seznam zdrojů zařazených do rešerše

Fyzikální učebnice/pracovní sešit/sbírka, autor/ka, nakladatelství, rok vydání
Fyzika kolem nás: Fyzika I pro základní a občanskou školu, Rojko, Scientia, 1995
Fyzika kolem nás: Fyzika II pro základní a občanskou školu, Rojko, Scientia, 1996
Fyzika kolem nás: Fyzika III pro základní a občanskou školu, Rojko, Scientia, 1997
Fyzika kolem nás: Fyzika IV pro základní a občanskou školu, Rojko, Scientia, 1998
Fyzika 6 pro ZŠ a víceletá gymnázia, Macháček, Prometheus, 1999
Fyzika 7 pro ZŠ a víceletá gymnázia, Macháček, Prometheus, 2001
Fyzika 8 pro ZŠ a víceletá gymnázia, Macháček, Prometheus, 2001
Fyzika 9 pro ZŠ a víceletá gymnázia, Macháček, Prometheus, 1996

Fyzika 6: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia, Rauner a kol., Fraus, 2004
Fyzika 7: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia, Rauner a kol., Fraus, 2005
Fyzika 8: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia, Rauner a kol., Fraus, 2006
Fyzika 9: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia, Rauner a kol., Fraus, 2007
Fyzika pro 6. ročník základní školy, Kolářová a Bohuněk, Prometheus, 2006
Fyzika pro 7. ročník základní školy, Kolářová a Bohuněk, Prometheus, 2005
Fyzika pro 8. ročník základní školy, Kolářová a Bohuněk, Prometheus, 2005
Fyzika pro 9. ročník základní školy, Kolářová a Bohuněk, Prometheus, 2005
Fyzika I–1. díl: Látka a těleso, Veličiny a jejich měření, Davidová a kol., Prodos, 2005
Fyzika I–2. díl: Magnetické vlastnosti látek, Síla a její účinky, Částicová stavba látek, Elektrický obvod, Země a vesmír, Davidová a kol., Prodos, 2006
Fyzika II – 1. díl: Pohyb, Síla, Holubová a kol., Prodos, 2006
Fyzika II – 2. díl: Světelné jevy, Zvukové jevy, Banáš a kol., Prodos, 2009
Fyzika III – 1. díl: Práce, Výkon, Energie, Teplo, Holubová a kol., Prodos, 2012
Fyzika III – 2. díl: Kapaliny, Plyny, Holubová a kol., Prodos, 2014
Fyzika IV – 1. díl: Elektřina, Magnetismus, Kubínek a kol., Prodos, 2016
Fyzika IV – 2. díl: Jaderná fyzika, Kubínek a kol., Banáš a kol., Prodos, 2018
Fyzika 1 pro základní školy – Fyzikální veličiny a jejich měření, Jáchim a Tesař, SPN, 2007
Fyzika 2 pro základní školy – Síla a její účinky – pohyb těles, Jáchim a Tesař, SPN, 2015
Fyzika 3 pro základní školy – Světelné jevy, Mechanické vlastnosti látek, Jáchim a Tesař, SPN, 2007
Fyzika 4 pro základní školy – Elektromagnetické děje, Jáchim a Tesař, SPN, 2015
Fyzika 5 pro základní školy – Energie, Jáchim a Tesař, SPN, 2016
Fyzika 6 pro základní školy – Zvukové jevy, Vesmír, Jáchim a Tesař, SPN, 2011
Fyzika 6: pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia, Rauner a kol., Fraus, 2004
Fyzika 7: pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia, Rauner a kol., Fraus, 2005
Fyzika 8: pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia, Rauner a kol., Fraus, 2006

Fyzika 9: pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia, Rauner a kol., Fraus, 2007
Fyzika I–2. díl: Magnetické vlastnosti látek, Síla a její účinky, Částicová stavba látek, Elektrický obvod, Země a vesmír, Davidová a kol., Prodos, 2005
Fyzika II – 1. díl: Pohyb, Síla, Holubová a kol., Prodos, 2006
Fyzika III – 1. díl: Práce, Výkon, Energie, Teplo, Holubová a kol., Prodos, 2012
Sbírka úloh z fyziky pro 6. – 9. ročník základní školy, Jáchim, F. a Tesař, J, SPN, 2004
Sbírka úloh z fyziky pro základní školy a víceletá gymnázia, Mandíková a kol., Prometheus, 2022

Primárním zdrojem inspirace pro tvorbu výsledné sbírky byly textové úlohy, které byly doplněny o vizuální reprezentaci a úlohy, které byly zadány pouze textovou formou, ale měly potenciál být zpracovány do vizuální podoby. Úlohy z výsledné sbírky byly ručně kresleny pomocí tabletu v aplikaci *Samsung Notes* a následně dopracovány v aplikaci *Ibis Paint X*, popř. číselně či textově doplněny v programu *Microsoft Word*. Vizuální zpracování úloh bylo stylizováno do odstínu šedi, aby byla zachována čitelnost při tisku. Tento přístup zajišťuje, že ilustrace zůstávají přehledné a dobře rozlišitelné i při tisku na černobílých tiskárnách. Díky tomu není nutné tisknout úlohy barevně, čímž je zajištěna snadná použitelnost materiálů v běžné školní praxi.

2.2 Možnosti využití sbírky

Sbírka úloh je určena především učitelům druhého stupně základních škol a nižších gymnázií jako motivační a zpestřující prvek výuky, který doplňuje běžně používané textově zadané úlohy. Obrázkové úlohy mohou být použity nejen jako alternativní forma procvičování, ale také zejména jako podpora pro žáky se speciálními vzdělávacími potřebami. Účelem sbírky je rozvíjet dovednosti žáků v oblasti práce s grafy, čtením hodnot z měřicích přístrojů (např. voltmetrů a ampérmetrů), měření fyzikálních veličin (např. délky a objemu) a provádění výpočtů. Většina úloh byla navržena tak, aby co nejvíce znázorňovala reálné situace, což může být přínosné zejména pro školy, které nemají k dispozici dostatečné laboratorní vybavení.

Sbírka obsahuje 22 úloh. Ke každé úloze je přidán krátký komentář s řešením, který obsahuje orientační určení náročnosti úlohy (základní nebo pokročilá) a doporučení pro zařazení úlohy do určitého tématu. Náročnost úlohy je posuzována podle jednotlivých

kroků, které musí žák udělat, aby došel ke správnému výsledku, např. obsahuje-li úloha graf, kdy žák musí danou hodnotu pro další výpočet vyčíst, či musí provést další mezivýpočty, pak je úloha z hlediska náročnosti klasifikována jako pokročilá. Pokud postup neobsahuje úvahy tohoto typu, jedná se o úlohu označovanou z hlediska náročnosti jako základní.

2.3 Přehled úloh s přiřazením k fyzikálním tématům

Níže je uvedeno přiřazení úloh k jednotlivým fyzikálním tematickým celkům zařazovaným na druhém stupni základní školy nebo nižším stupni víceletých gymnázií.

Tab. 2: Přiřazení úloh k fyzikálním celkům

Tematický celek	Název úlohy
Fyzikální veličiny a jejich měření	Objem kamene Hustota kvádra Siloměry Meteorologická stanice
Kinematika	Světový rekord v běhu
Dynamika	Rovnováha Tlak Pružina
Energie, výkon a účinnost	Míč na schodech Automobil Rychlovarná konvice
Hydrostatika	Ledovec Hydraulické zařízení
Elektřina a magnetismus	Elektrický obvod Žárovky Paralelní zapojení rezistorů Reostat Schéma elektrického obvodu Délka drátu Rozpůlení magnetu
Optika	Zrcadla Čočky

2.4 Sbírka fyzikálních úloh zadaných formou obrázku

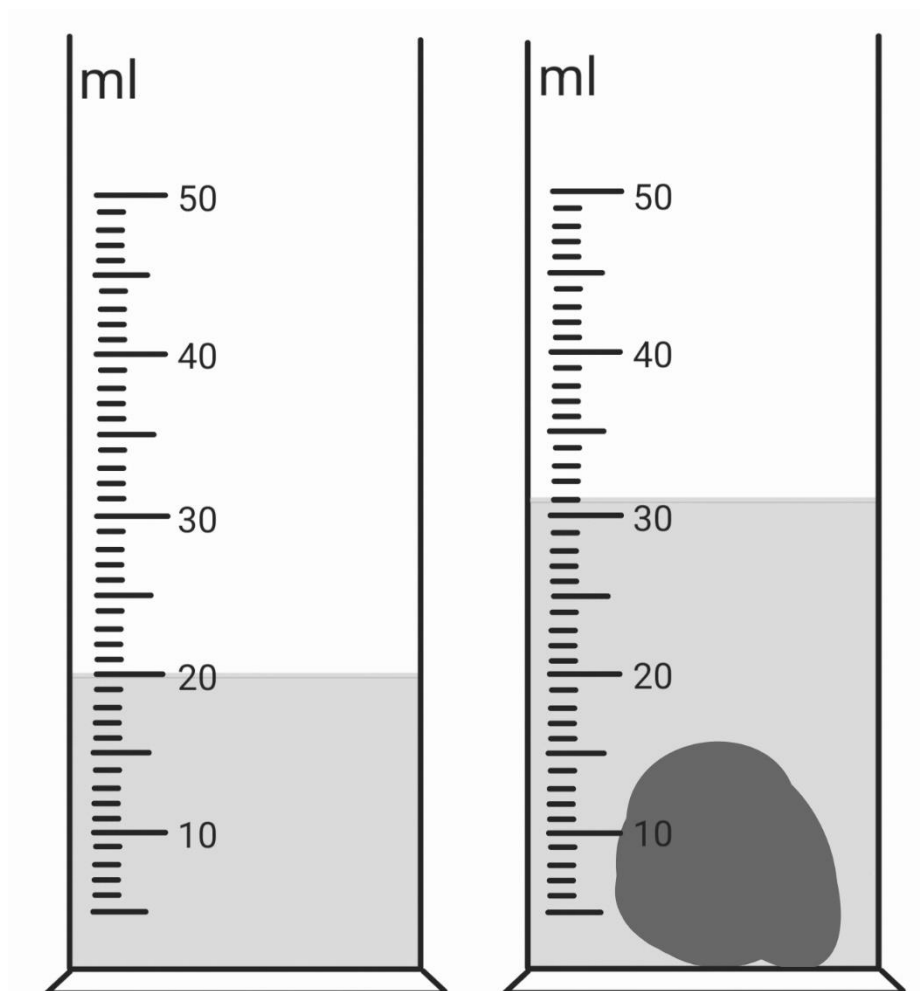
Obecný komentář pro zadávání úloh

Před samotným zadáním úloh je vhodné žáky upozornit, že se jedná o specifický typ úloh prezentovaných formou obrázku s minimem textu. Obrázek v tomto případě neplní pouze dekorační či doplňkovou funkci, ale je nositelem klíčových informací nezbytných k porozumění zadání a k vyřešení úlohy. Žáci by tedy měli být vedeni k tomu, aby pečlivě analyzovali vizuální prvky, hledali v nich souvislosti a pracovali s nimi jako se zdrojem informací. Zároveň je důležité zdůraznit, že nestačí uvést pouze výsledek úlohy – žáci by měli zapisovat celý postup řešení.

Na následujících stranách jsou uvedeny jednotlivé úlohy spolu s jejich tematickým zařazením, úrovní náročnosti a krátkou poznámkou pro učitele. Úlohy ve formátu určeném pro žáky, které obsahují místo pro výpočty, jsou k dispozici v příloze.

Objem kamene

Upraveno dle Jáchima a Tesaře (2007, s. 27)



Objem kamene je

Komentář k úloze

Téma: objem a jeho měření

Náročnost úlohy: základní

Poznámka:

Rozšiřujícím úkolem by mohlo být určení odchylky měření, která je v tomto případě brána jako nejmenší dílek stupnice odměrného válce, tedy 1 ml. Vzhledem k tomu, že pro určení výsledného objemu bylo potřeba dvou odečtů hodnot objemu, výsledný objem kamene je určen s odchylkou 2 ml.

Řešení:

$$V_1 = 20 \text{ ml}$$

$$V_2 = 31 \text{ ml}$$

$$V_k = ?$$

Objem kamene vypočítáme jako:

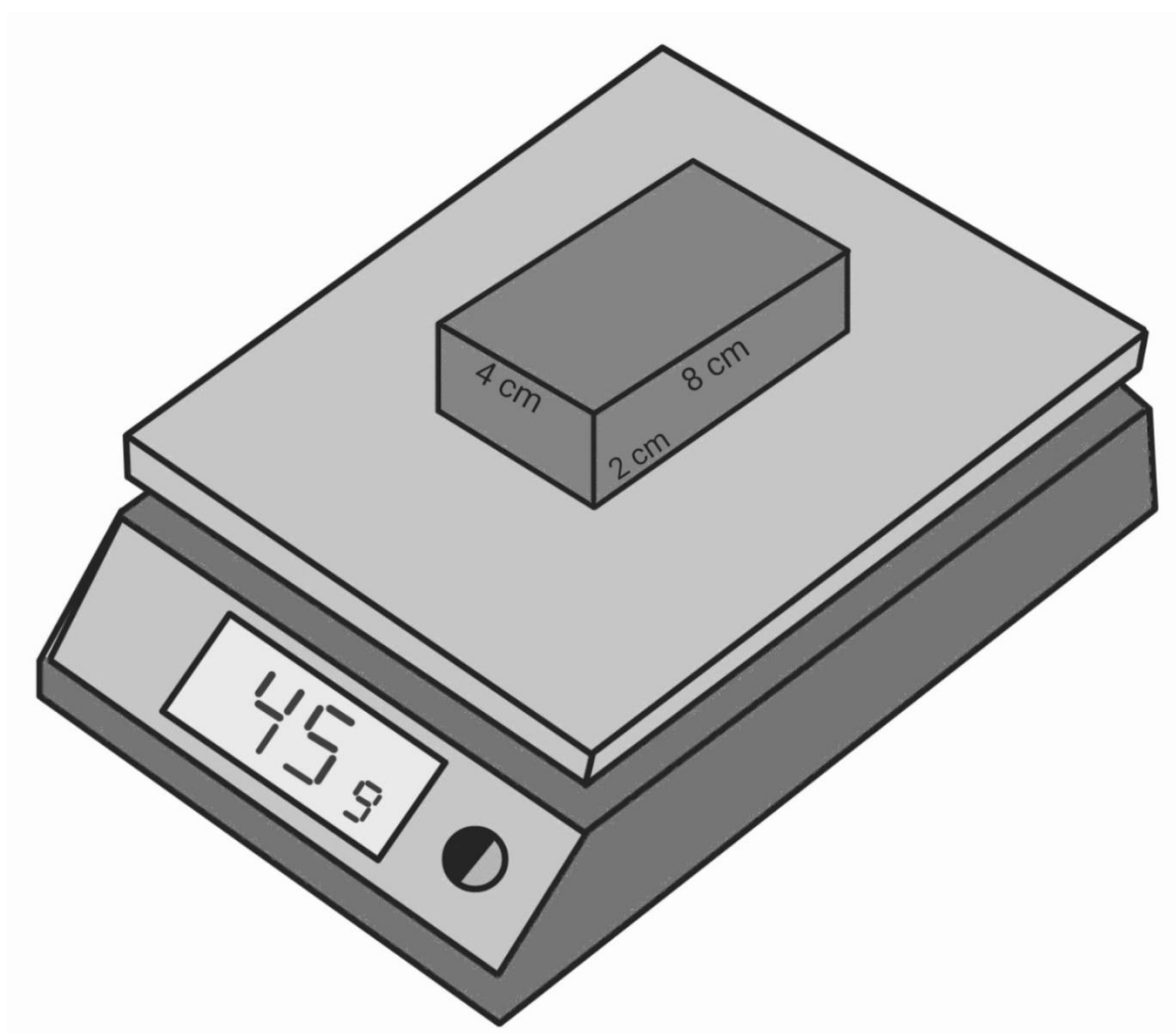
$$V_k = V_2 - V_1$$

Po dosazení:

$$V_k = 31 \text{ ml} - 20 \text{ ml} = 11 \text{ ml}$$

Objem kamene je 11 ml.

Hustota kvádrů



Hustota kvádrů je

Komentář k úloze

Téma: hustota

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

Jako rozšiřující úkol lze žákům zadat, aby na základě vypočítané hustoty určili pomocí tabulek či internetu, z jakého materiálu by kvádr mohl být vyroben. Vypočtená hustota kvádrů je $703 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, což přibližně odpovídá dubovému dřevu (Kolářová a kol., 1994).

Řešení:

$$a = 4 \text{ cm}; b = 2 \text{ cm}; c = 8 \text{ cm}$$

$$m = 45 \text{ g} = 0,045 \text{ kg}$$

$$\rho = ?$$

Objem kvádru vypočítáme podle vzorce:

$$V = abc$$

Po dosazení:

$$V = 4 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 8 \text{ cm} = 64 \text{ cm}^3 = 0,000\,064 \text{ m}^3$$

Hustotu kvádru vypočítáme dle:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

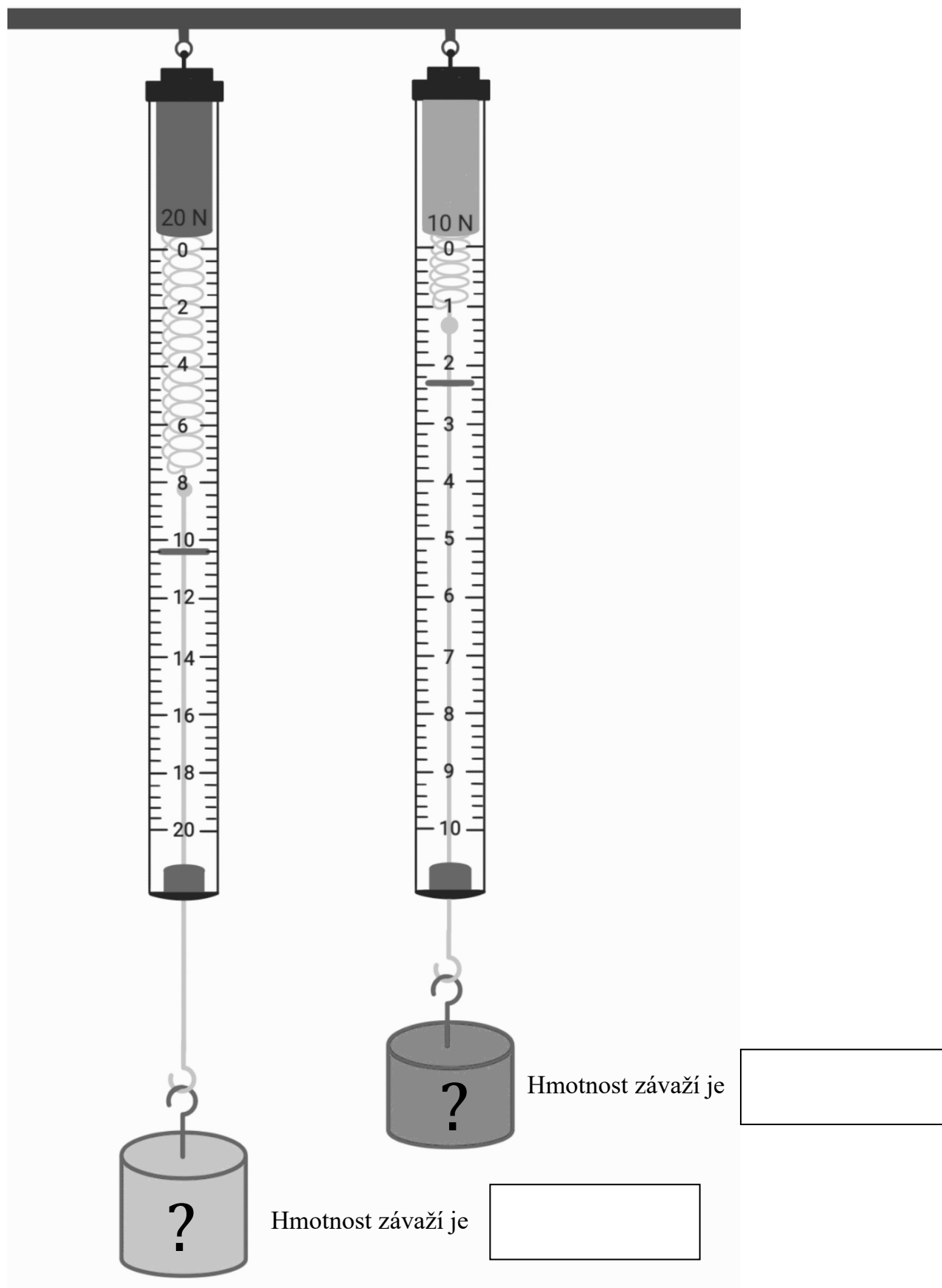
Po dosazení:

$$\rho = \frac{0,045 \text{ kg}}{0,000\,064 \text{ m}^3} \doteq 703 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Hustota kvádru je přibližně $703 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Siloměry

Upraveno dle Kolářové a Bohuňka (2005, s. 37)



Komentář k úloze

Téma: síla a její měření

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

V úloze žáci zjišťují hmotnost závaží za použití pružinového siloměru. Žáci by měli umět odečítat hodnoty síly ze stupnice siloměru a zároveň vyjádřit hmotnost ze vzorce $F_g = mg$. Důležité je upozornit žáky, aby si všímali, v jakých jednotkách je stupnice uvedena a jak velké síle odpovídá její jeden dílek.

Učitel může ukázat žákům různé typy pružinových siloměrů a dodat, že se liší rozsahem, tedy při měření je důležité použít siloměr s vhodným rozsahem, aby nedošlo k jeho poškození.

Řešení:

$$F_1 = 10,4 \text{ N}$$

$$F_2 = 2,4 \text{ N}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$m_1 = ?$$

$$m_2 = ?$$

Hmotnost vyjádříme ze vzorce:

$$F_g = mg \rightarrow m = \frac{F_g}{g}$$

Po dosazení:

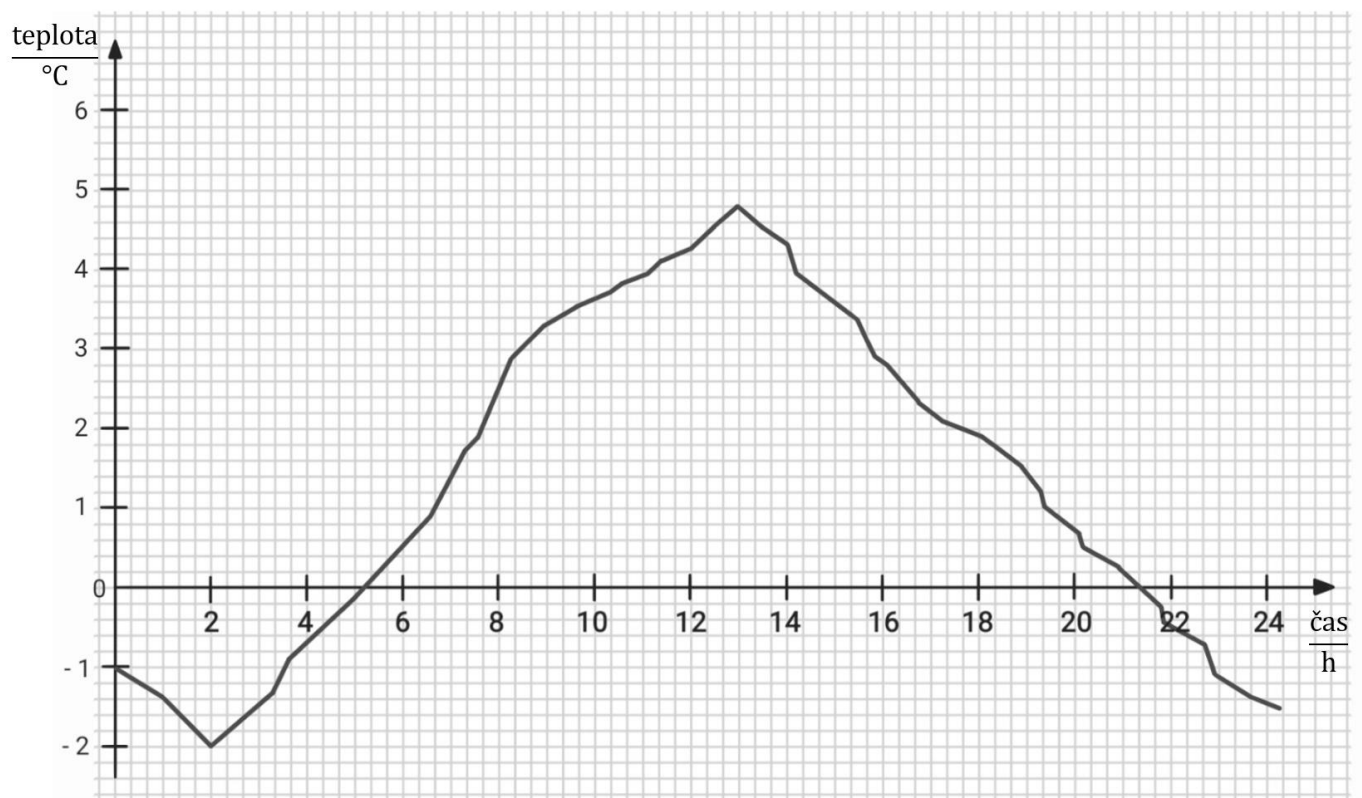
$$m_1 = \frac{10,4 \text{ N}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,04 \text{ kg}$$

$$m_2 = \frac{2,4 \text{ N}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,24 \text{ kg} = 240 \text{ g}$$

Hmotnost závaží je 1,04 kg a 240 g.

Meteorologická stanice

Upraveno dle Mandíkové a kol. (2022, s. 35, 44)



Komentář k úloze

Téma: teplota, práce s grafem

Náročnost úlohy: základní

Poznámka:

Cílem této úlohy je zejména procvičení orientace v grafu. Žáci mají za úkol vyčíst z grafu hodnotu teploty v určitém čase (v 15 h), zároveň její maximální a minimální hodnotu v průběhu dne.

Řešení:

$$\tau = 15 \text{ h}$$

$$t = ?$$

$$t_{\max} = ?$$

$$t_{\min} = ?$$

Z grafu odečteme teplotu odpovídající času na meteostanici:

$$\tau = 15 \text{ h} \rightarrow t = 3,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

V grafu najdeme nejvyšší a nejnižší teplotu v průběhu dne:

$$t_{\max} = 4,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\min} = -2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Aktuální teplota, již ukazuje meteostanice je 3,6 °C.

Maximální teplotě odpovídá hodnota 4,8 °C a minimální teplotě pak hodnota -2,0 °C.

Světový rekord v běhu



Komentář k úloze

Téma: rychlost

Náročnost úlohy: základní

Poznámka:

V této úloze žáci zjišťují průměrnou rychlost sprintera Usaina Bolta, který na Mistrovství světa v atletice v roce 2009 vytvořil světový rekord v běhu na 100 m (Procházka, 2011). Žáci si zároveň zopakují převod mezi $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ a $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Žáky je vhodné upozornit, že počítají průměrnou rychlost, ne okamžitou, neboť ta se v průběhu sprintu měnila. Jako doplňující úkol mohou žáci porovnat svou průměrnou rychlost v běhu na 100 m se světovým rekordem. Pokud žáci neznají čas, za nějž zadanou vzdálenost uběhnou (např. z hodin tělesné výchovy), může učitel např. zadat hodnotu 18,8 s, což přibližně odpovídá průměrné rychlosti $19,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Řešení:

$$s = 100 \text{ m}$$

$$t = 9,58 \text{ s}$$

$$v = ?$$

Průměrnou rychlost určíme pomocí vzorce:

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

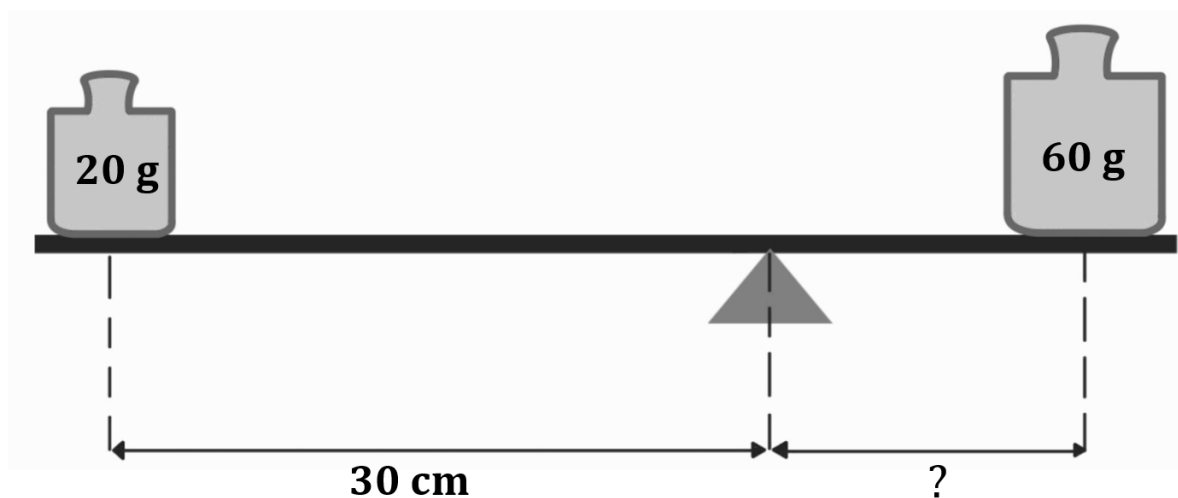
Po dosazení:

$$v = \frac{100 \text{ m}}{9,58 \text{ s}} \doteq 10,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 37,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Okamžitá rychlost běžce byla $37,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Rovnováha

Upraveno dle Jáchima a Tesaře (2015, s. 53)



Komentář k úloze

Téma: moment síly

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

Žáci mají za úkol zjistit, do jaké vzdálenosti musí položit dané závaží, aby páka byla v rovnováze – kdy se budou momenty sil na pravé i levé straně rovnat. Pro řešení této úlohy je potřeba, aby žáci uměli dobře pracovat se vzorcem pro moment síly $M = Fa$.

Řešení:

$$m_1 = 20 \text{ g} = 0,02 \text{ kg}$$

$$a_1 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$m_2 = 60 \text{ g} = 0,6 \text{ kg}$$

$$a_2 = ?$$

Pro moment síly platí:

$$M = Fa; \text{ kde } F = F_g = mg$$

Páka je v rovnovážné poloze, když:

$$F_1 a_1 = F_2 a_2$$

$$m_1 g a_1 = m_2 g a_2$$

Rovnici podělíme g a získáme:

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

Vzdálenost a_2 vyjádříme jako:

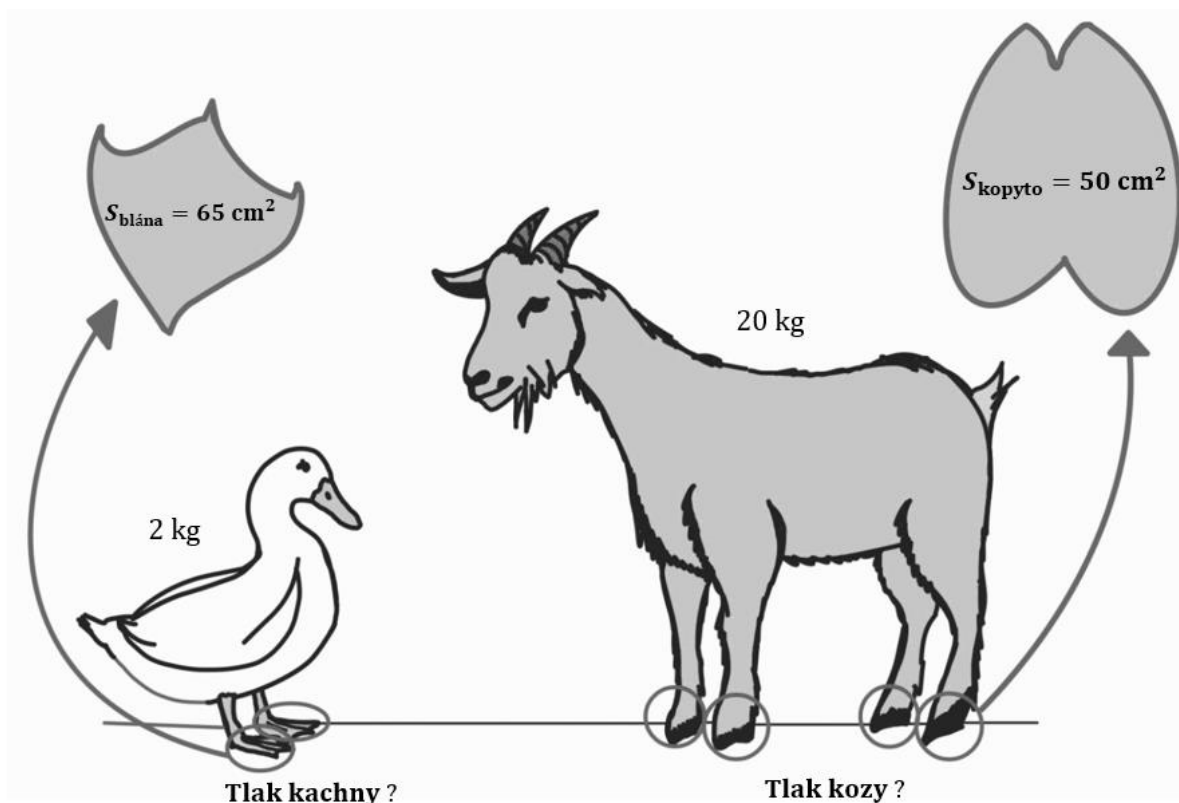
$$a_2 = \frac{m_1 a_1}{m_2}$$

Po dosazení:

$$a_2 = \frac{0,02 \text{ kg} \cdot 0,3 \text{ m}}{0,06 \text{ kg}} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

Závaží o hmotnosti 60 g musí být umístěno do vzdálenosti 10 cm vpravo od osy otáčení.

Tlak



Komentář k úloze

Téma: tlak

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

V této úloze žáci určují, jak velkým tlakem působí kachna a koza na zem. Pro vyřešení úlohy by žáci měli umět interpretovat její výsledek, například tak, že kachna je přizpůsobena (nejen) k pohybu v bahnitém terénu díky blánám na nohou, které zvětšují jejich plochu, a tím snižují tlak, ale také je lehčí. Při řešení úlohy žáci nesmí zapomenout vynásobit plochu jedné nohy S příslušným počtem nohou daného zvířete.

Řešení:

$$m_{\text{kachna}} = 2 \text{ kg}$$

$$S_{\text{blána}} = 65 \text{ cm}^2 = 0,0065 \text{ m}^2$$

$$m_{\text{koza}} = 20 \text{ kg}$$

$$S_{\text{kopyto}} = 50 \text{ cm}^2 = 0,005 \text{ m}^2$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p_{\text{kachna}} = ?$$

$$p_{\text{koza}} = ?$$

Tlakovou sílu určíme jako:

$$F = F_g = mg$$

Po dosazení:

$$F_{\text{kachna}} = 2 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 20 \text{ N}$$

$$F_{\text{koza}} = 20 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 200 \text{ N}$$

Tlak zvířete určíme jako:

$$p = \frac{F}{nS}; \text{ kde } n \text{ je počet nohou zvířete}$$

Po dosazení:

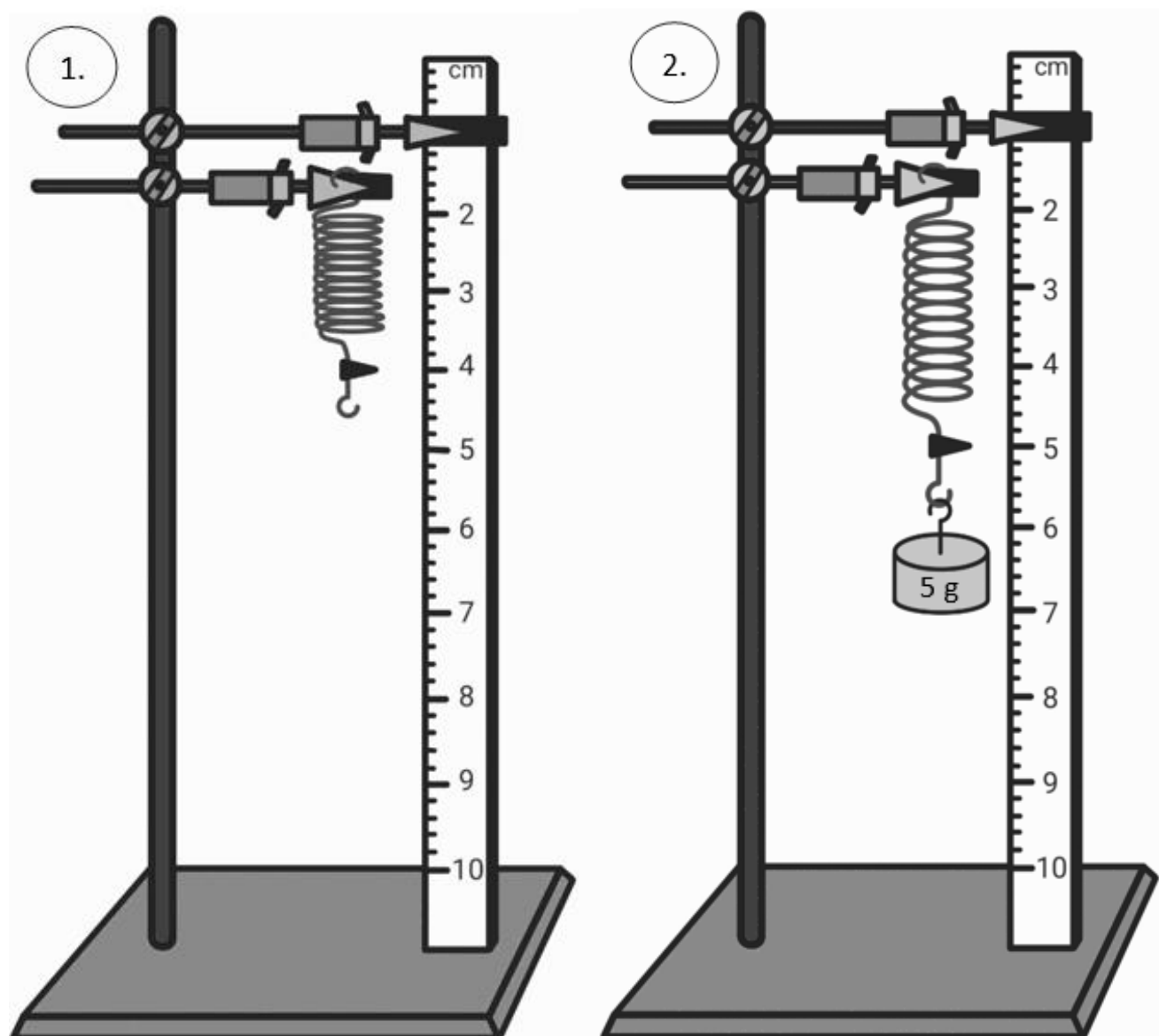
$$p_{\text{kachna}} = \frac{F}{nS} = \frac{20}{2 \cdot 0,0065 \text{ m}^2} \doteq 1\,500 \text{ Pa} = 1,5 \text{ kPa}$$

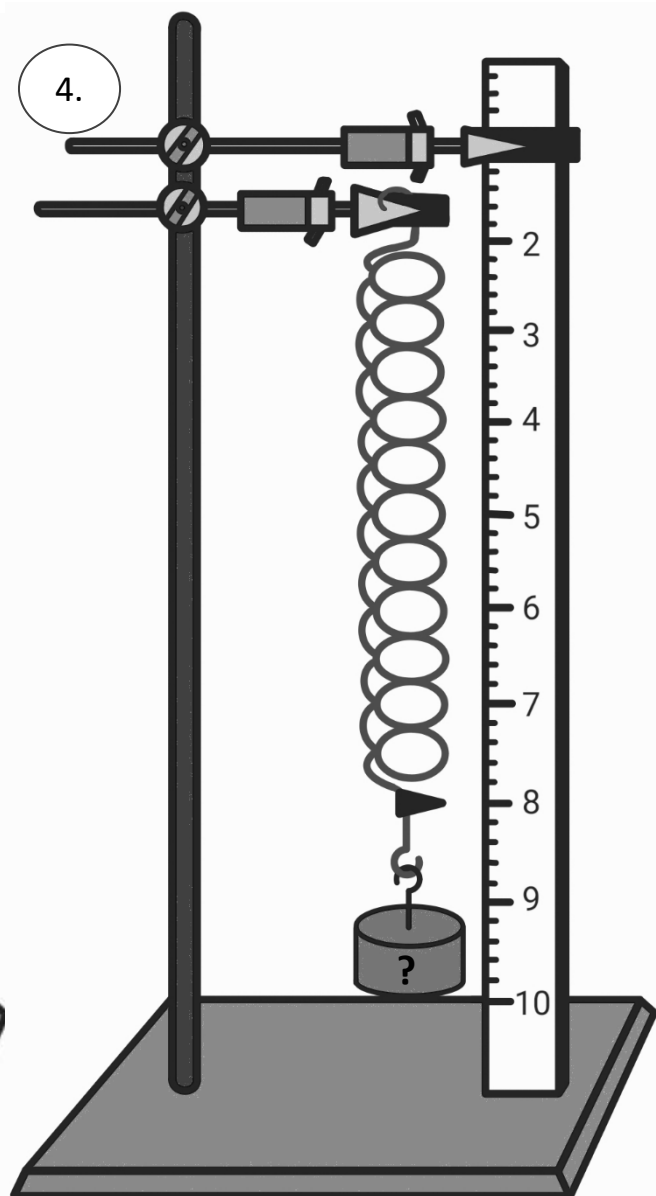
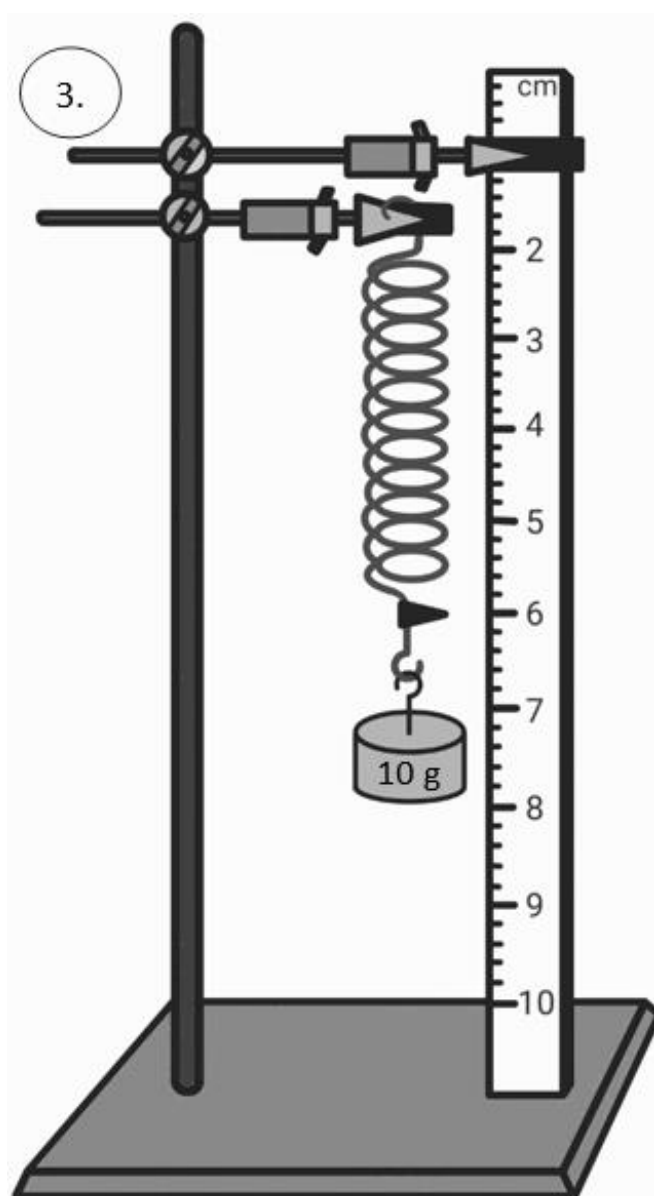
$$p_{\text{koza}} = \frac{F}{nS} = \frac{200}{4 \cdot 0,005 \text{ m}^2} = 10\,000 \text{ Pa} = 10 \text{ kPa}$$

Kachna působí na zem tlakem o přibližné velikosti 1,5 kPa, zatímco koza 10 kPa.

Pružina

Upraveno dle Johnson (2002, s. 46)





Komentář k úloze

Téma: síla a její měření

Náročnost úlohy: základní

Poznámka:

Cílem úlohy je, aby se žáci seznámili s principem prodlužování pružiny při zavěšení závaží a určili hmotnost neznámého závaží na základě lineárního zvětšování jejího prodloužení v závislosti na hmotnosti závaží, což je princip využívaný i v siloměrech.

Řešení:

$$m_1 = 0 \text{ g}$$

$$m_2 = 5 \text{ g}$$

$$m_3 = 10 \text{ g}$$

$$m_4 = ?$$

Určíme jednotlivou délku pružiny v závislosti na hmotnostech příslušných závaží:

$$m_1 = 0 \text{ g} \rightarrow l_1 = 2 \text{ cm}$$

$$m_2 = 5 \text{ g} \rightarrow l_2 = 3 \text{ cm}$$

$$m_3 = 10 \text{ g} \rightarrow l_3 = 4 \text{ cm}$$

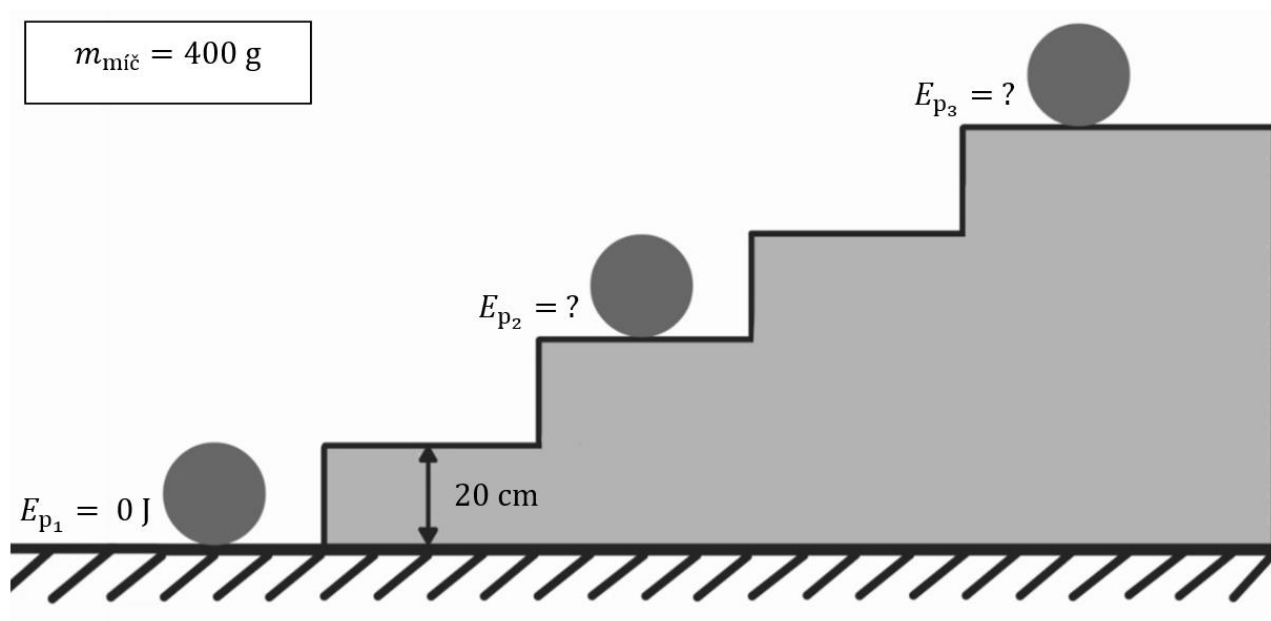
Vidíme, že při zvýšení hmotnosti závaží o 5 g vzroste délka pružiny vždy o 1 cm, tudíž můžeme stanovit hmotnost závaží m_4 :

$$l_4 = 6 \text{ cm} \rightarrow m_4 = 20 \text{ g}$$

Hmotnost závaží při délce pružiny 8 cm je 20 g.

Míč na schodech

Upraveno dle Jáchima a Tesaře (2004, s.117)



Komentář k úloze

Téma: potenciální energie

Náročnost úlohy: základní

Poznámka:

Žáci v této úloze mohou nejčastěji chybovat v nesprávném určení výšky h , ve které se kulička nachází, tj. nevynásobí výšku schodu správným počtem schodů.

Řešení:

$$m_{\text{míč}} = 400 \text{ g} = 0,4 \text{ kg}$$

$$h = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$E_{p_1} = 0 \text{ J}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$E_{p_2} = ?$$

$$E_{p_3} = ?$$

Pro potenciální energii platí vztah:

$$E_p = mgh$$

Potenciální energii zjišťujeme od místa s nulovou hladinou potenciální energie:

$$E_{p_1} = 0,4 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0 \text{ m} = 0 \text{ J}$$

Nesmíme opomenout vždy výšku schodu h vynásobit příslušným počtem schodů n :

$$E_p = nmgh$$

Po dosazení:

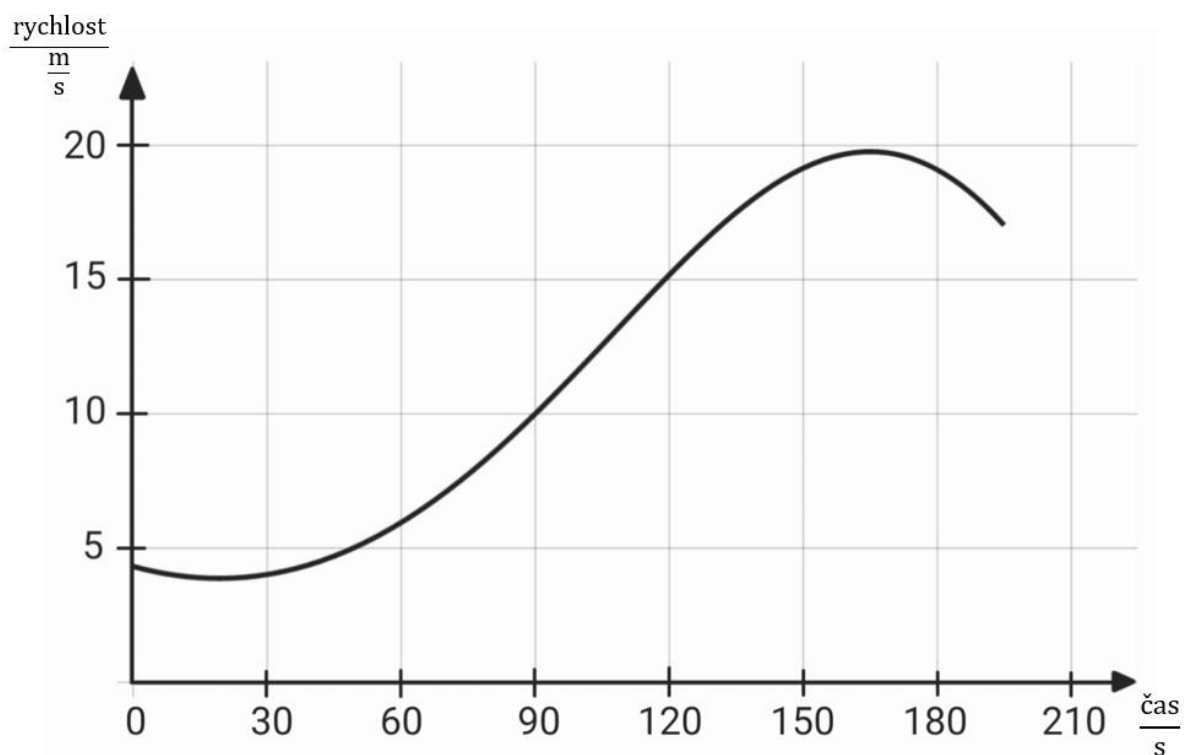
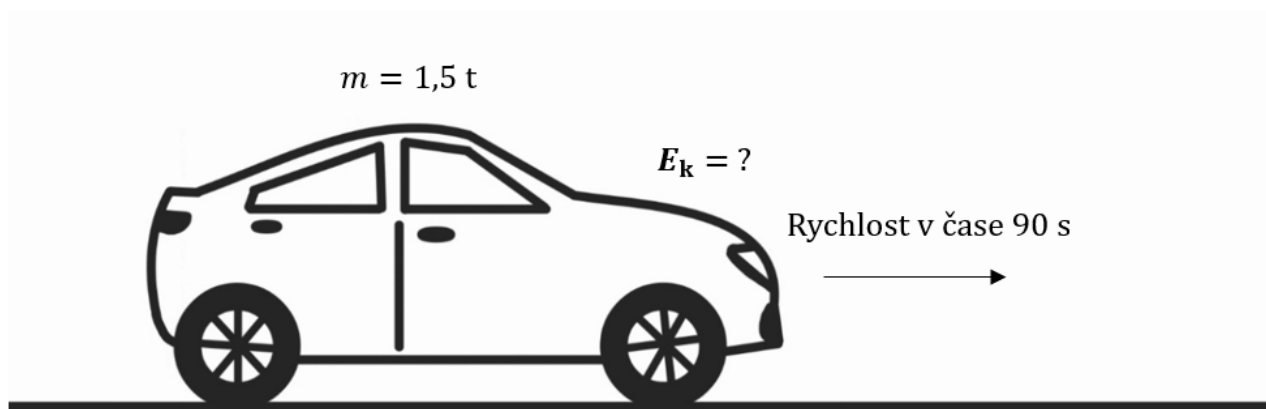
$$E_{p_2} = 2 \cdot 0,4 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,2 \text{ m} = 1,6 \text{ J}$$

$$E_{p_3} = 4 \cdot 0,4 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,2 \text{ m} = 3,2 \text{ J}$$

Potenciální energie míče o hmotnosti 400 g činí na druhém schodu 1,6 J a na čtvrtém 3,2 J.

Automobil

Graf upraven dle Beichnera (1994, s. 757)



Komentář k úloze

Téma: kinetická energie

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

Tato úloha zahrnuje ilustraci jedoucího automobilu a grafické vyjádření, se kterým musí žáci pracovat, aby zjistili okamžitou rychlost automobilu v zadaném čase (90 s) pro následný výpočet jeho kinetické energie.

Řešení:

$$m = 1,5 \text{ t} = 1\,500 \text{ kg}$$

$$v_{t=90\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_k = ?$$

Pro kinetickou energii platí vztah:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

Hodnotu rychlosti v v čase $t = 90 \text{ s}$ vyčteme z grafu:

$$v_{t=90\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

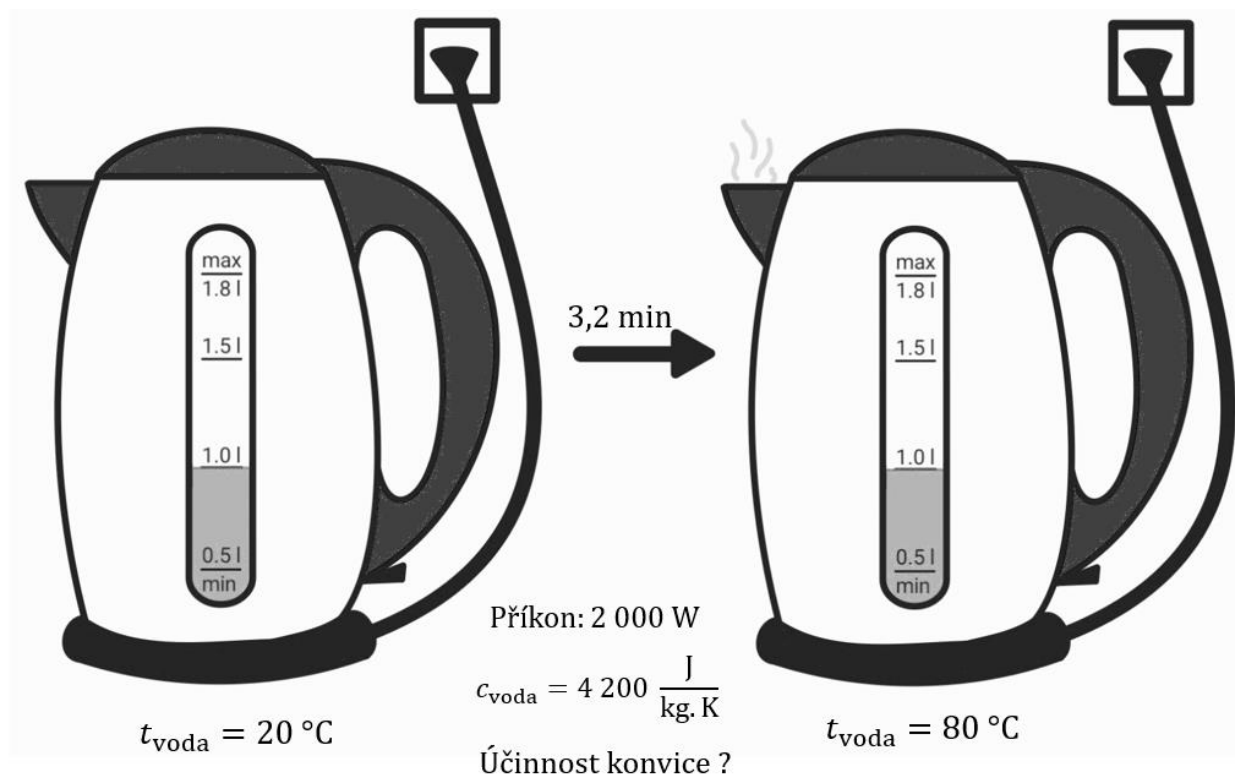
Po dosazení do vzorce pro kinetickou energii:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 1500 \text{ kg} \cdot \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 75\,000 \text{ J} = 75 \text{ kJ}$$

Kinetická energie pro automobil vážící 1,5 t a jedoucí rychlostí $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ byla 75 kJ.

Rychlovarná konvice

Upraveno dle Krynického (2010, s. 3)



Komentář k úloze

Téma: výkon, účinnost, teplo

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

Tato úloha je zaměřena na výpočet účinnosti rychlovarné konvice při ohřevu 1 kg vody. Je nezbytné, aby žáci byli již dříve seznámeni se vzorcem $Q = mc\Delta t$, protože pro výpočet účinnosti je nevyhnutelné určit teplo přijaté vodou. Zároveň úloha ukazuje, že příkon uvedený na rychlovarné konvici neodpovídá plně užitečnému výkonu, tudíž účinnost není stoprocentní.

Řešení:

$$\tau = 3,2 \text{ min} = 192 \text{ s}$$

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$P_0 = 2\,000 \text{ W}$$

$$c_{\text{voda}} = 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\eta = ?$$

Voda v rychlovarné konvici o hmotnosti $m = 1 \text{ kg}$ má na počátku teplotu $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ a po 192 s teplotu $t_2 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ohřála se tedy o:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 80 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

Teplo přijaté vodou zjistíme jako:

$$Q = mc\Delta t$$

Po dosazení:

$$Q = 1 \text{ kg} \cdot 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 60 \text{ }^\circ\text{C} = 252\,000 \text{ J}$$

Účinnost je dána vztahem:

$$\eta = \frac{P}{P_0} \cdot 100$$

Příkon konvice $P_0 = 2\,000 \text{ W}$ máme zadaný, ale její výkon P musíme dopočítat pomocí vzorce:

$$P = \frac{W}{\tau}$$

Práce W vykonaná konvicí se rovná teplu Q dodanému vodě:

$$P = \frac{Q}{\tau}$$

Po dosazení:

$$P = \frac{252\,000 \text{ J}}{192 \text{ s}} \doteq 1\,313 \text{ W}$$

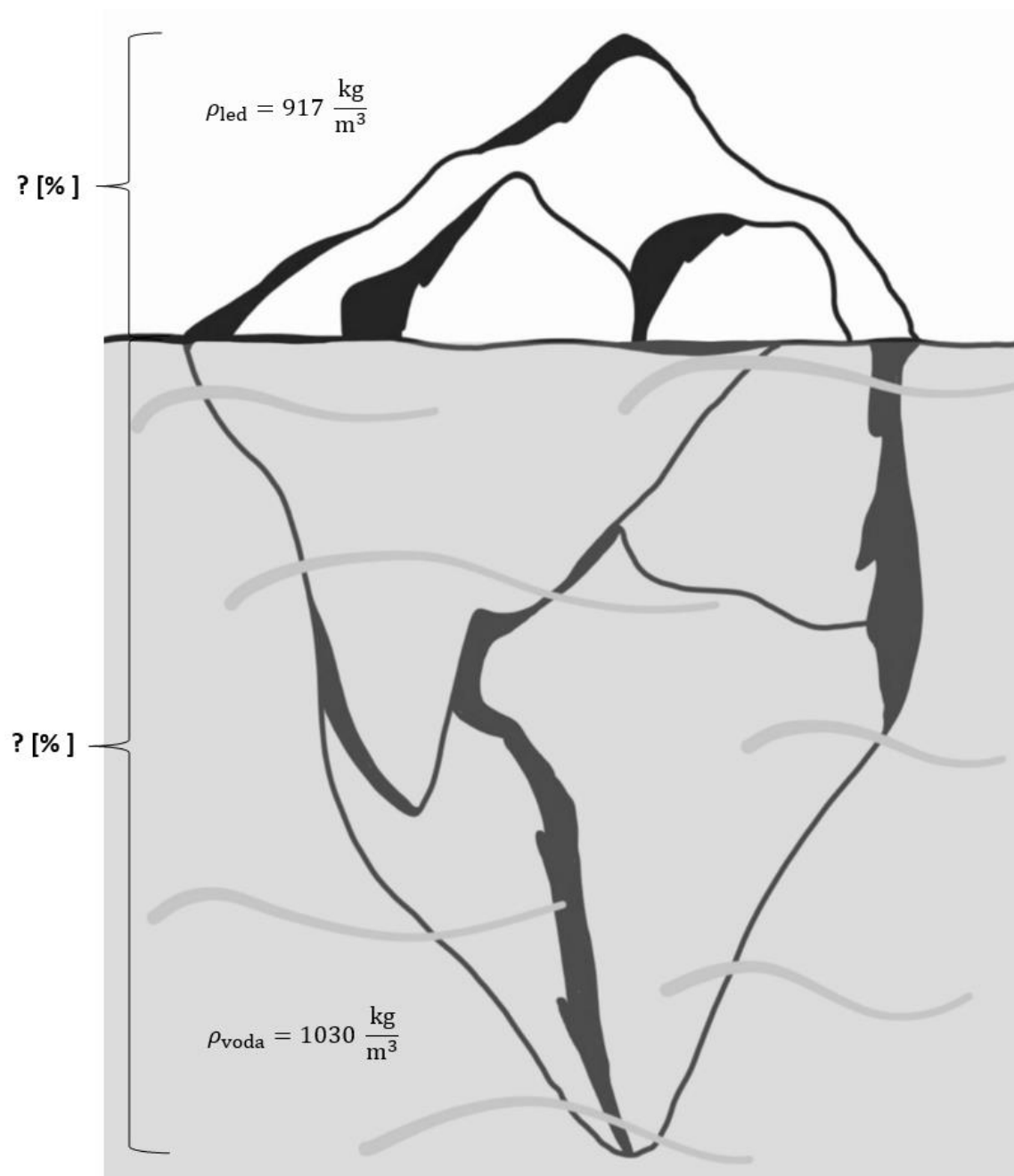
Dosadíme do vzorce pro účinnost:

$$\eta = \frac{1\,313 \text{ W}}{2\,000 \text{ W}} \cdot 100 \doteq 66 \%$$

Účinnost rychlovarné konvice byla přibližně 66 %.

Ledovec

Upraveno dle Holubové a kol. (2014, s. 8)



Komentář k úloze

Téma: Archimedův zákon, vztlaková síla

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

Tato úloha předpokládá, že žáci mají osvojený Archimedův zákon. Pokud si s ní žáci nebudou vědět rady, tak by před samotným řešením úlohy mohl učitel iniciovat diskuzi o tom, proč ledovec plave na hladině. Ledovec nestoupá, ani neklesá, tedy gravitační a vztlaková síla jsou v rovnováze. Dalším podpůrným krokem by mohlo být doplnění učitele, že je třeba hledat poměr ponořené části ledu $\frac{V_{\text{pod}}}{V}$.

Řešení:

$$\rho_{\text{led}} = 917 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\rho_{\text{voda}} = 1030 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\frac{V_{\text{pod}}}{V} = ?$$

Celkový objem ledovce označíme jako V .

Objem ponořené části ledovce označíme jako V_{pod} .

Budeme zjišťovat poměr ponořené části ledovce ku jeho celkovému objemu:

$$\frac{V_{\text{pod}}}{V} = ?$$

Ledovec nestoupá ani neklesá, takže gravitační síla je v rovnováze se silou vztlakovou, která na ledovec působí:

$$F_G = F_{\text{vz}}$$

$$mg = V_{\text{pod}} \rho_{\text{voda}} g$$

$$V \rho_{\text{led}} g = V_{\text{pod}} \rho_{\text{voda}} g$$

Po úpravě:

$$V \rho_{\text{led}} = V_{\text{pod}} \rho_{\text{voda}}$$

Vyjádríme si hledaný poměr $\frac{V_{\text{pod}}}{V}$, který se rovná poměru hustoty ledu a vody:

$$\frac{V_{\text{pod}}}{V} = \frac{\rho_{\text{led}}}{\rho_{\text{voda}}}$$

Po dosazení obdržíme ponořenou část ledovce:

$$\frac{V_{\text{pod}}}{V} = \frac{\rho_{\text{led}}}{\rho_{\text{voda}}} = \frac{917 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \doteq 0,89$$

→ 89 % ... pod hladinou

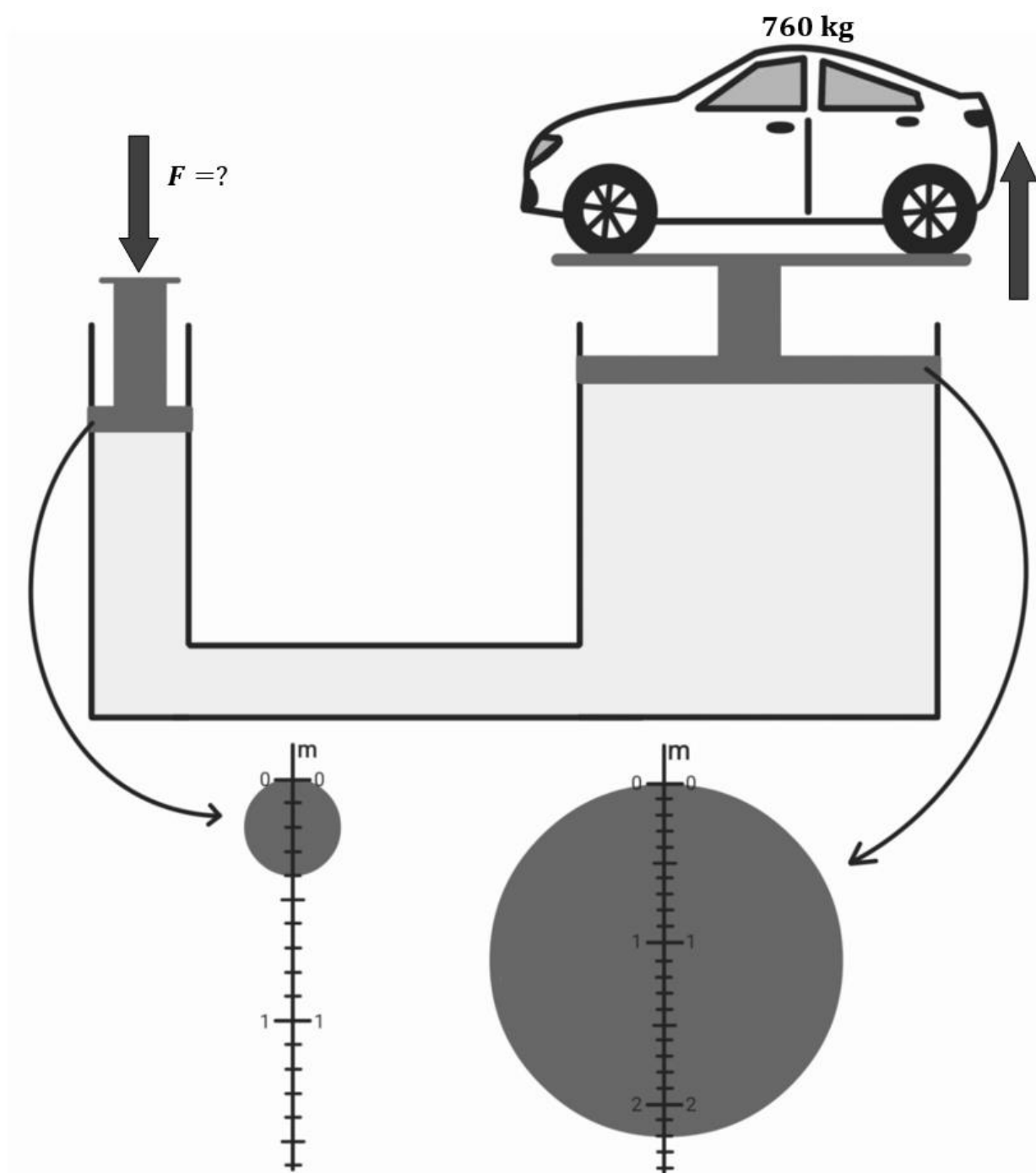
Část nad hladinou určíme jako:

$$100 \% - 89 \% = 11 \% \text{ ... nad hladinou}$$

Přibližně 89 % ledovce je pod hladinou a 11 % je nad hladinou.

Hydraulické zařízení

Upraveno dle Holubové a kol. (2014, s. 20)



Komentář k úloze

Téma: Pascalův zákon, tlak v kapalinách, hydraulické zařízení

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

V této úloze žáci zjišťují, jaká minimální síla musí působit na píst o menším průřezu, aby došlo k vyzdvižení automobilu stojícího na větším pístu. Úloha předpokládá, že žáci byli už dříve seznámeni s Pascalovým zákonem.

Problém může nastat v případě určování obsahu plochy pístů, kdy žáci musí odečíst poloměr kruhu a dosadit ho do vzorce pro jeho obsah. V případě zjednodušení může učitel poskytnout jako nápovědu vzorec pro obsah kruhu.

Řešení:

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$m = 760 \text{ kg}$$

$$d_1 = 0,4 \text{ m} \rightarrow r_1 = 0,2 \text{ m}$$

$$d_2 = 2,2 \text{ m} \rightarrow r_2 = 1,1 \text{ m}$$

$$F_1 = ?$$

Určíme sílu, kterou je potřeba překonat, aby auto mohlo být vyzdviženo. Neboli, jak velkou tlakovou silou působí kapalina na větší píst:

$$F_2 = F_G = mg$$

Po dosazení:

$$F_2 = 760 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 7\,600 \text{ N}$$

Působením síly F_1 na menší píst vzniká v kapalině tlak:

$$p = \frac{F_1}{S_1}$$

Podle Pascalova zákona je tlak p ve všech místech kapaliny. Tedy i u pístu S_2 je tlak p :

$$p = \frac{F_2}{S_2}$$

Platí tedy:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

Z obrázku vyčteme průměr kruhu pístu d a určíme poloměr jako:

$$r = \frac{d}{2}$$

Po dosazení

$$r_1 = \frac{0,4 \text{ m}}{2} = 0,2 \text{ m}$$

$$r_2 = \frac{2,2 \text{ m}}{2} = 1,1 \text{ m}$$

Určíme obsah pístů S_1 a S_2 podle:

$$S = \pi r^2$$

Po dosazení:

$$S_1 = 3,14 \cdot (0,2 \text{ m})^2 \doteq 0,13 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 3,14 \cdot (1,1 \text{ m})^2 \doteq 3,80 \text{ m}^2$$

Ze vzorce $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$ vyjádřím F_1 :

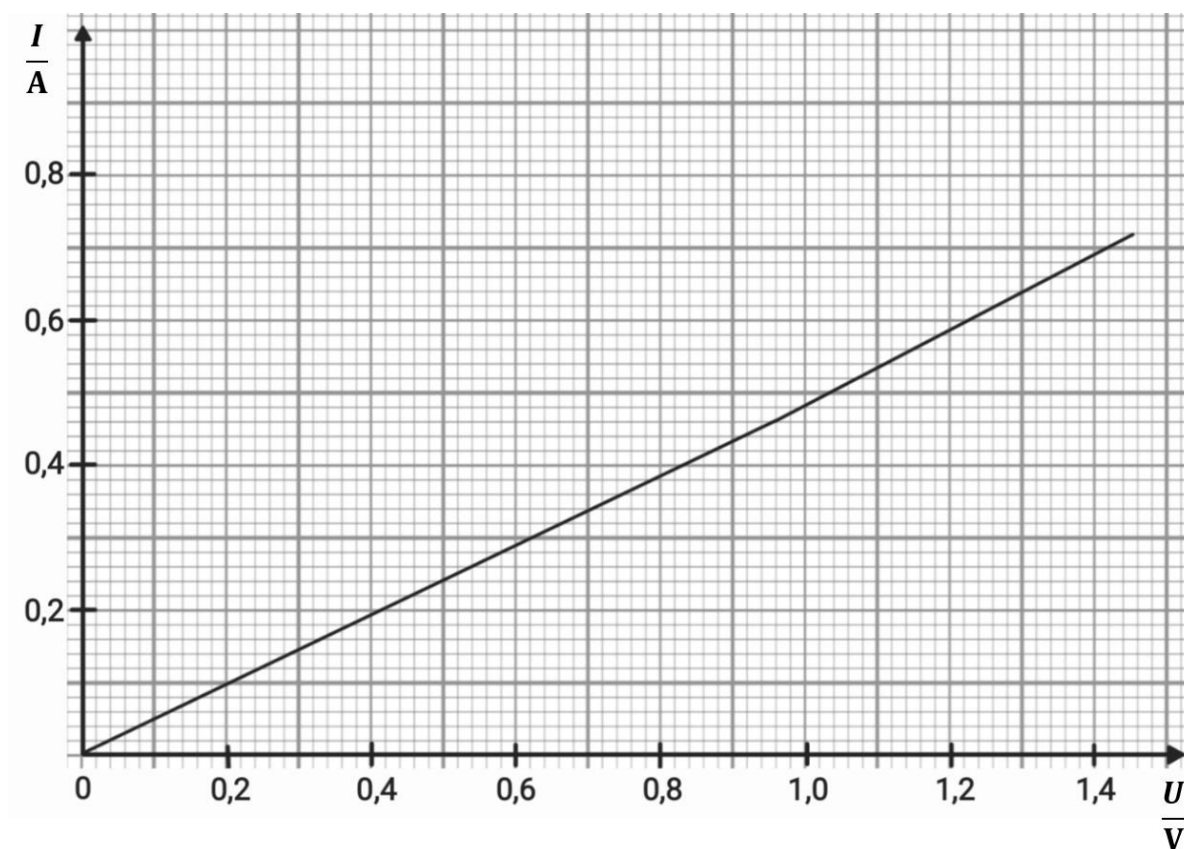
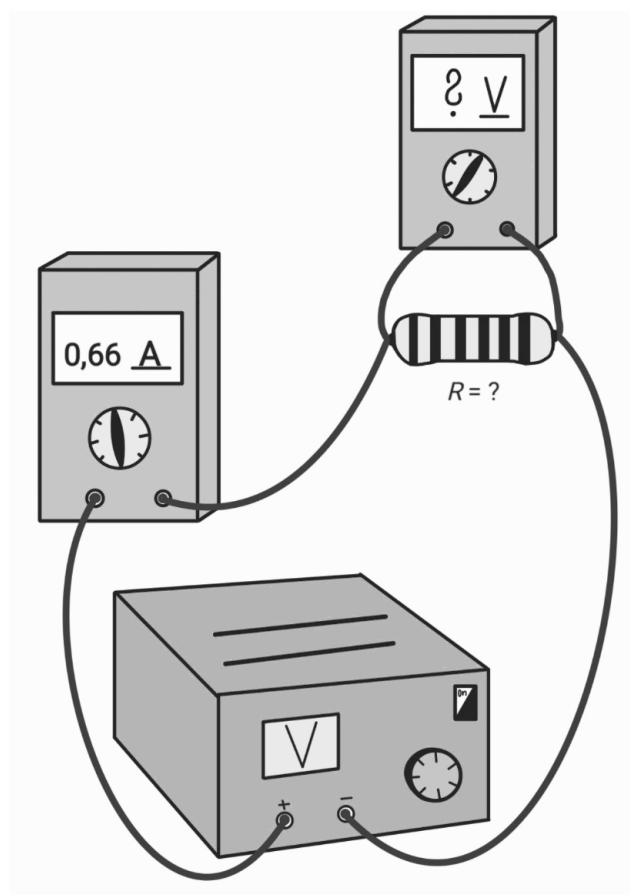
$$F_1 = \frac{F_2}{S_2} S_1$$

Po dosazení:

$$F_1 = \frac{7\,600 \text{ N}}{3,80 \text{ m}^2} \cdot 0,13 \text{ m}^2 \doteq 260 \text{ N}$$

Minimální síla, kterou musíme na menší píst působit, abychom vyzdvihli auto o hmotnosti 760 kg je přibližně 260 N.

Elektrický obvod



Komentář k úloze

Téma: Ohmův zákon, elektrický obvod

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

V této úloze mají žáci za úkol určit napětí na rezistoru a následně vypočítat jeho odpor pomocí Ohmova zákona, přičemž musí využít graf VA charakteristiky rezistoru. Úloha je navržena tak, aby si žáci uvědomili přímo úměrnou závislost mezi napětím a proudem. Ukazuje také správné zapojení měřicích přístrojů – sériové zapojení ampérmetru a paralelní připojení voltmetru.

Zároveň si procvičí pečlivé odečítání hodnot z grafu, právě zde hrozí eventuálně největší riziko chyby.

Řešení:

$$I = 0,66 \text{ A}$$

$$U = 1,34 \text{ V}$$

$$R = ?$$

Nejprve odečteme z grafu velikost napětí naměřeného na rezistoru:

$$I = 0,66 \text{ A} \rightarrow U = 1,34 \text{ V}$$

Z Ohmova zákona vyjádříme vztah pro odpor R :

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

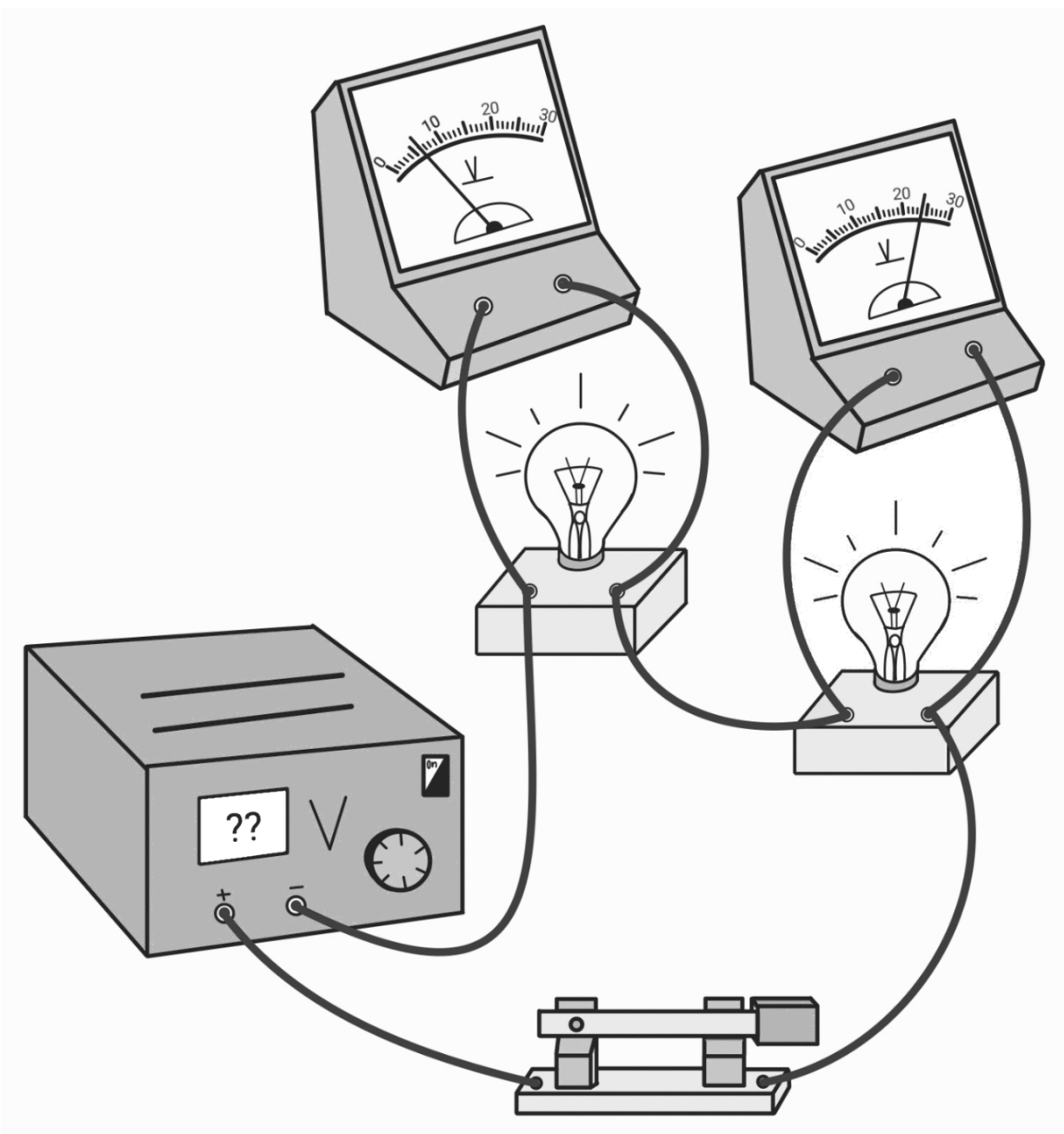
Po dosazení:

$$R = \frac{1,34 \text{ V}}{0,66 \text{ A}} \doteq 2 \Omega$$

Na rezistoru o odporu 2Ω bylo naměřeno napětí o velikosti $1,34 \text{ V}$.

Žárovky

Upraveno dle Mandíkové a kol. (2022, s. 160)



Komentář k úloze

Téma: elektrický obvod, sériové zapojení

Náročnost úlohy: základní

Poznámka:

Žáci se v rámci této úlohy ve zjednodušené formě seznámí s odečítáním hodnot ze stupnice analogových voltmetrů. Jejich hlavním úkolem bude určit napětí na zdroji, které je v sériovém obvodu dáno součtem jednotlivých napětí na žárovkách.

Řešení:

$$U_1 = 6 \text{ V}$$

$$U_2 = 24 \text{ V}$$

$$U_Z = ?$$

Bereme v úvahu, že napětí na zdroji je rovno součtu napětí na spotřebičích:

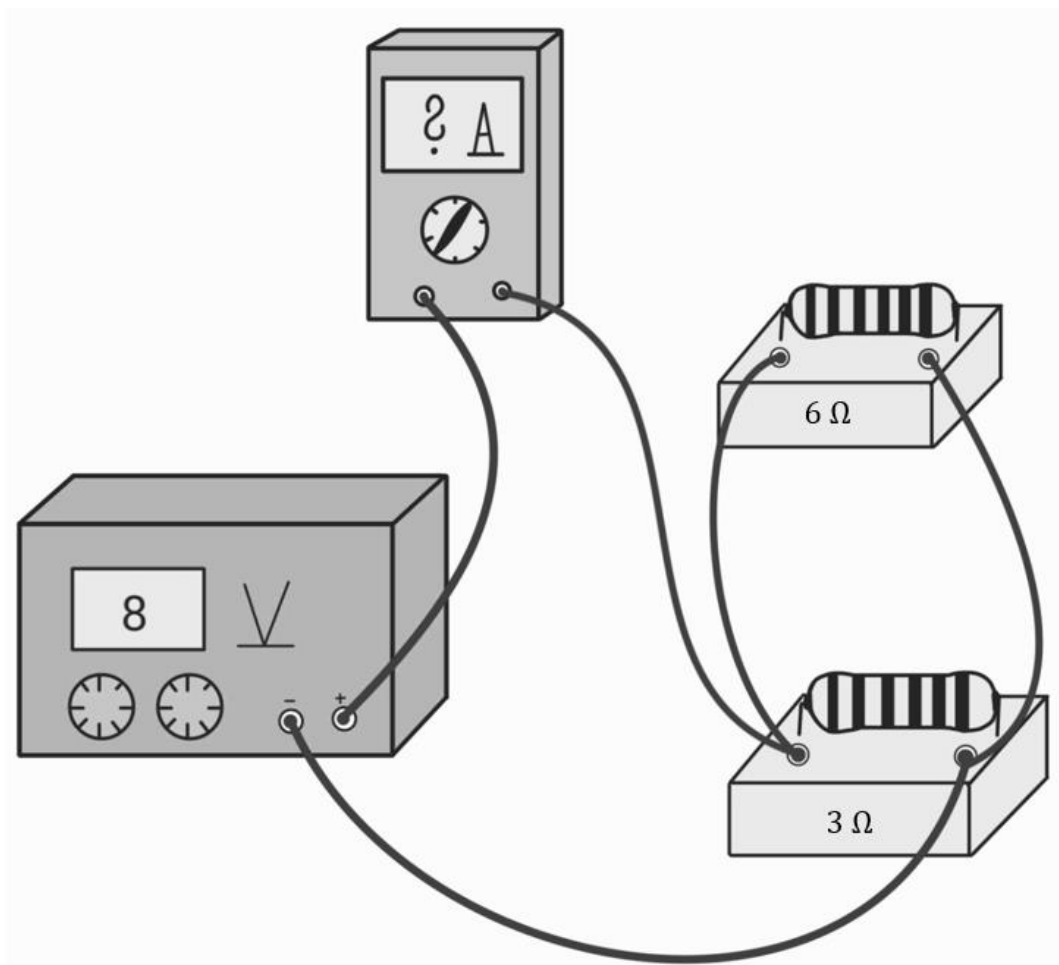
$$U_Z = U_1 + U_2$$

Po dosazení:

$$U_Z = 6 \text{ V} + 24 \text{ V} = 30 \text{ V}$$

Na zdroji je napětí 30 V.

Paralelní zapojení rezistorů



Komentář k úloze

Téma: elektrický obvod, paralelní zapojení

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

V této úloze mají žáci za úkol určit proud procházející obvodem. Zároveň mohou vidět, jak by takové zapojení mohlo vypadat ve skutečnosti. Při řešení úlohy je také důležité, aby si uvědomili, že při paralelním zapojení rezistorů je výsledný odpor vždy menší, než je nejmenší odpor z obou použitých rezistorů.

Řešení:

$$U = 6 \text{ V}$$

$$R_1 = 6 \, \Omega$$

$$R_2 = 3 \, \Omega$$

$$I = ?$$

Jelikož se jedná o paralelní zapojení, převrácená hodnota výsledného odporu rezistorů o odporech R_1 a R_2 se rovná:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Pro R můžeme psát:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Po dosazení:

$$R = \frac{6 \, \Omega \cdot 3 \, \Omega}{6 \, \Omega + 3 \, \Omega} = 2 \, \Omega$$

Určíme proud procházející obvodem jako:

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

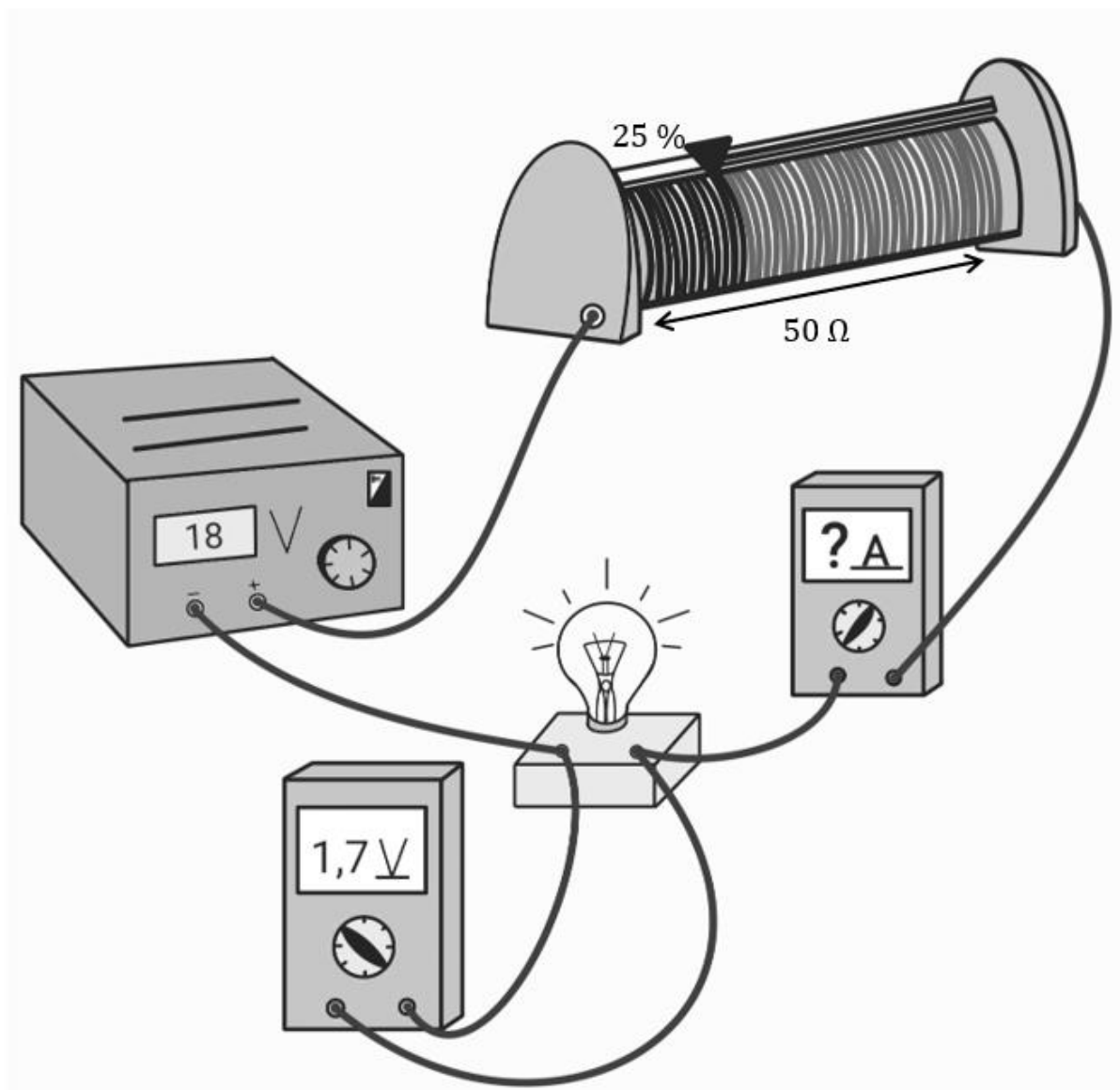
Po dosazení:

$$I = \frac{8 \text{ V}}{2 \, \Omega} = 4 \text{ A}$$

Obvodem protéká proud o velikosti 4 A.

Reostat

Upraveno dle Rojka (1997, s. 63)



Komentář k úloze

Téma: elektrický obvod, reostat, regulace proudu

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

Tato úloha žákům ukazuje, že pomocí reostatu lze regulovat elektrický proud. Klíčové je pochopit, že posunutím kontaktu na reostatu se mění jeho odpor, a tím i celkový proud v obvodu. Úloha patří mezi nejnáročnější úlohy této sbírky, jelikož zahrnuje více komplexnějších kroků a úvah – žáci musí nejprve určit nastavený odpor reostatu, následně

zjistit napětí na proměnném odporu podle principu sériového zapojení, a nakonec vypočítat proud v obvodu pomocí Ohmova zákona.

Řešení:

$$U_Z = 18 \text{ V}$$

$$U_{\check{Z}} = 1,7 \text{ V}$$

$$R = 12,5 \Omega$$

$$I = ?$$

Pro napětí na reostatu U_R platí:

$$U_R = I_R R$$

kde I je proud, který reostatem prochází a R je na něm nastavený odpor.

Reostat disponuje celkovým odporem o velikosti 50Ω .

V obvodu je však využito pouze 25 % jeho celkového odporu. Tudíž odpor, který je na něm nastavený určíme jako:

$$25 \% \text{ z } 50 \Omega \rightarrow R = 12,5 \Omega$$

Jelikož jsou prvky v obvodu zapojeny sériově, tak platí:

$$I_R = I_{\check{Z}} = I$$

Můžeme tedy psát:

$$U_R = I_R R = IR$$

Z předchozího vztahu vyjádříme proud I jako:

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

Bereme v úvahu, že napětí na zdroji je rovno součtu napětí na spotřebičích:

$$U_Z = U_R + U_{\check{Z}}$$

Vyjádříme napětí na reostatu:

$$U_R = U_Z - U_{\check{Z}}$$

Po dosazení:

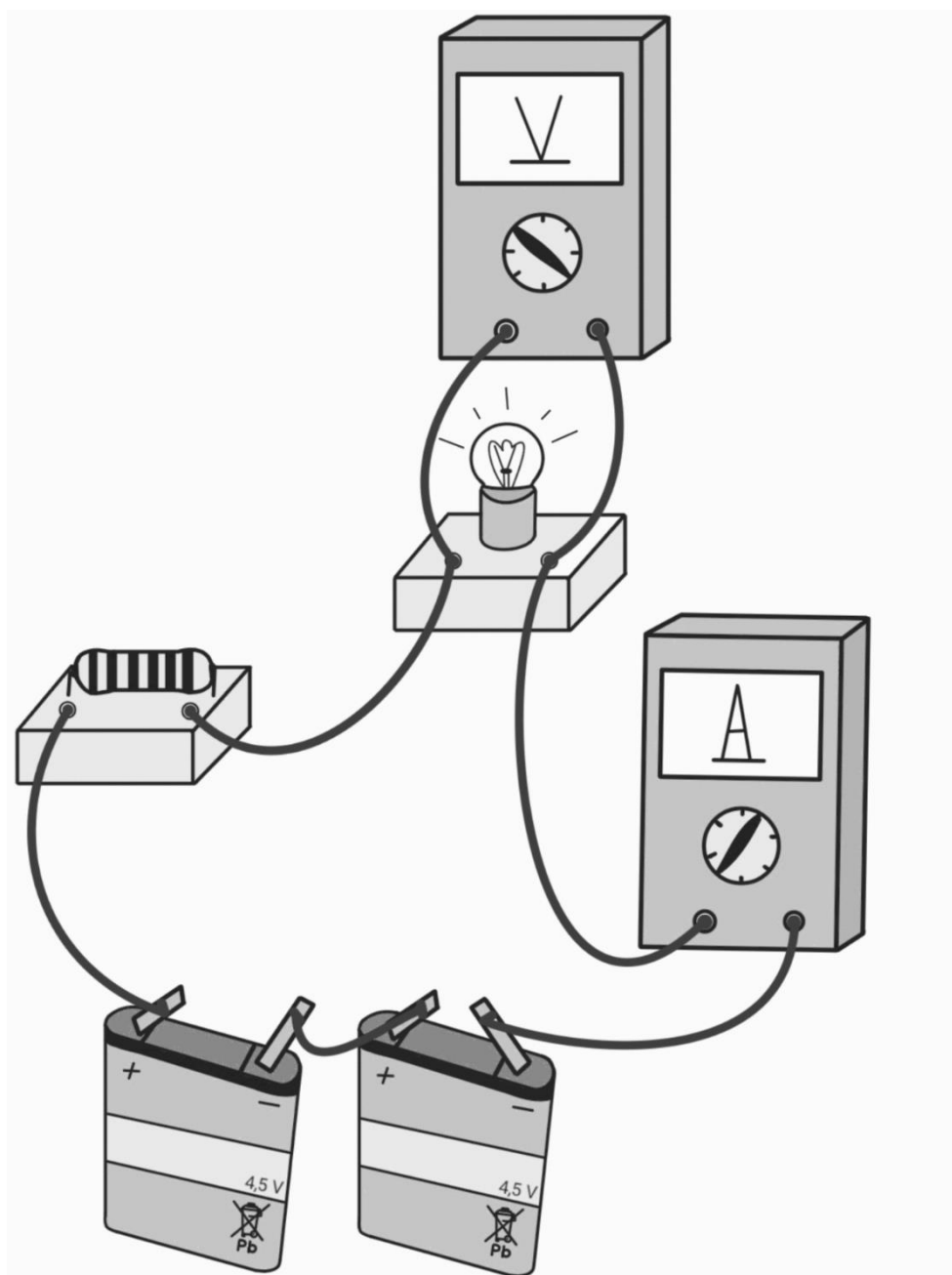
$$U_R = 18 \text{ V} - 1,7 \text{ V} = 16,3 \text{ V}$$

Ted', když známe potřebné hodnoty napětí na reostatu a jeho obvodu, můžeme je dosadit:

$$I = \frac{16,3 \text{ V}}{12,5 \Omega} \doteq 1,3 \text{ A}$$

Ampérmetr ukazuje hodnotu proudu 1,3 A.

Schéma elektrického obvodu



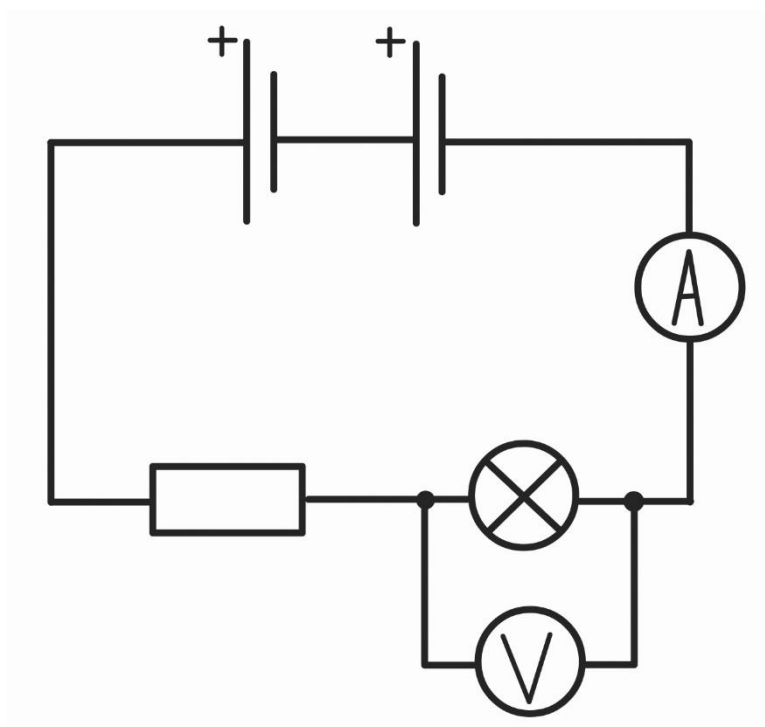
Komentář k úloze

Téma: elektrický obvod

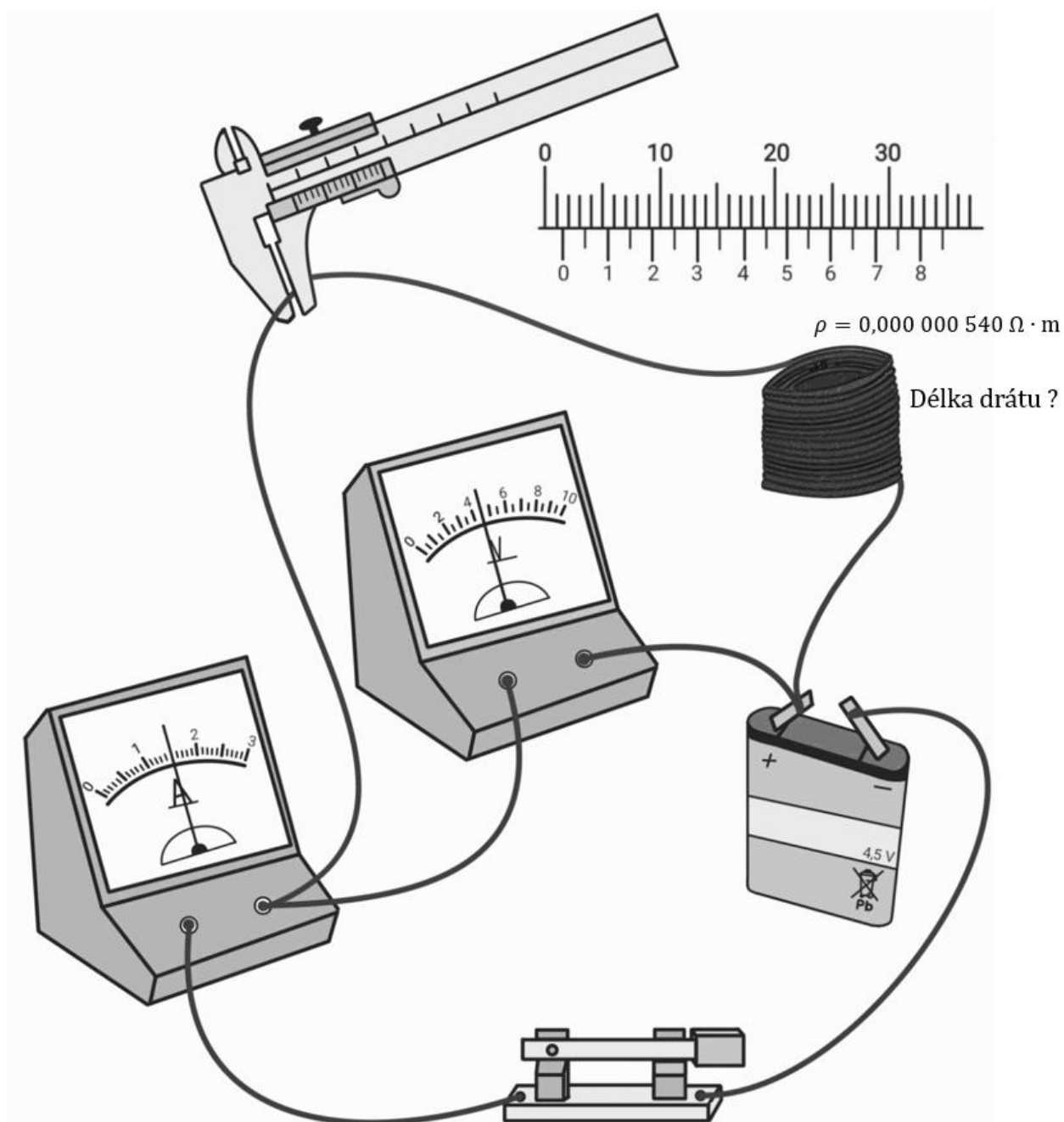
Náročnost úlohy: základní

Poznámka:

Tato úloha pomáhá žákům propojit reálné zapojení elektrického obvodu s jeho schematickým znázorněním. Na obrázku vidí obvod v podobě, jak by mohl vypadat ve skutečnosti, jejich úkolem je převést jej do správného elektrického schématu. Zatímco žáci běžně pracují spíše opačně – sestavují obvod podle schématu – nyní si vyzkouší tento proces z druhé strany. Díky tomu si lépe osvojí některé schematické symboly a specifická zapojení měřicích přístrojů, které se ve schématech nejčastěji vyskytují.

Řešení:

Délka drátu



Komentář k úloze

Téma: odpor vodiče, měrný odpor, elektrický obvod

Náročnost úlohy: pokročilá

Poznámka:

Tato úloha patří mezi obtížnější. Žáci musí správně odečíst hodnoty z analogového ampérmetru, voltmetru a posuvného měřítka. Zároveň využívají vztah pro odpor vodiče. Žáci by pro řešení měli mít dobře osvojený Ohmův zákon.

Řešení:

$$d = 1,5 \text{ mm} = 0,0015 \text{ m}$$

$$I = 1,5 \text{ A}$$

$$U = 4,5 \text{ V}$$

$$\rho = 0,000\,000\,540 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$l = ?$$

Nejprve odečteme hodnotu průměru drátu ze stupnice posuvného měřítka:

$$d = 1,5 \text{ mm} = 0,0015 \text{ m}$$

Uurčíme obsah průřezu drátu jako:

$$S = \pi r^2 = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

Po dosazení:

$$S = \frac{3,14 \cdot (0,0015 \text{ m})^2}{4} \doteq 0,000\,001\,8 \text{ m}^2$$

Z Ohmova zákona určíme odpor drátu:

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

Po dosazení:

$$R = \frac{4,5 \text{ V}}{1,5 \text{ A}} = 3 \text{ } \Omega$$

Ze vztahu pro odpor vodiče vyjádříme jeho délku l :

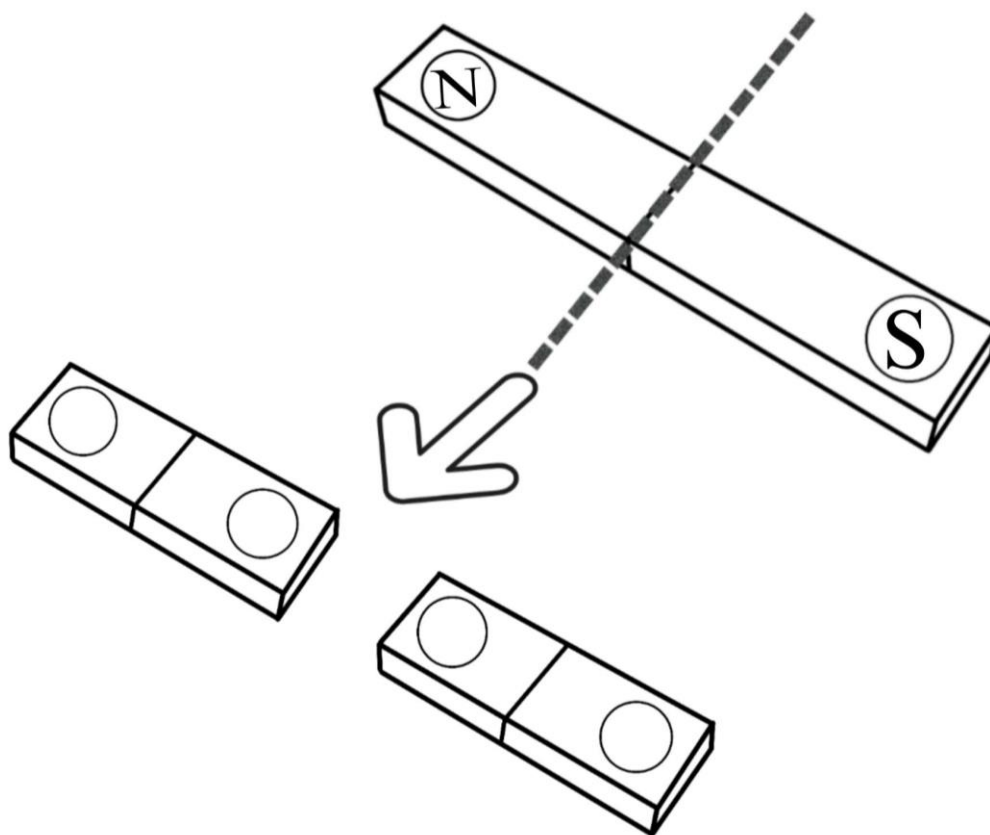
$$R = \rho \frac{l}{S} \rightarrow l = \frac{RS}{\rho}$$

Po dosazení:

$$l = \frac{3 \text{ } \Omega \cdot 0,000\,001\,8 \text{ m}^2}{0,000\,000\,540 \text{ } \Omega \cdot \text{m}} = 10 \text{ m}$$

Délka drátu je přibližně 10 m.

Rozpůlení magnetu



Komentář k úloze

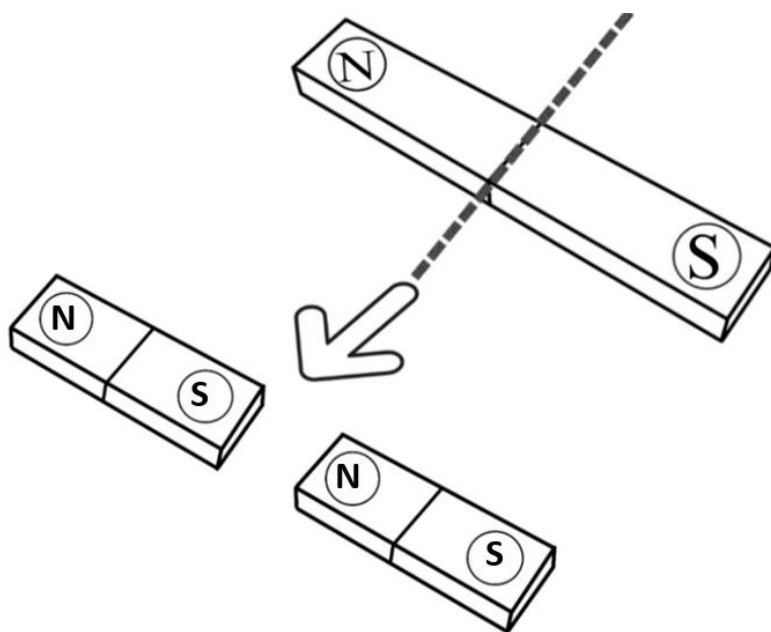
Téma: magnetismus, permanentní magnet

Náročnost úlohy: základní

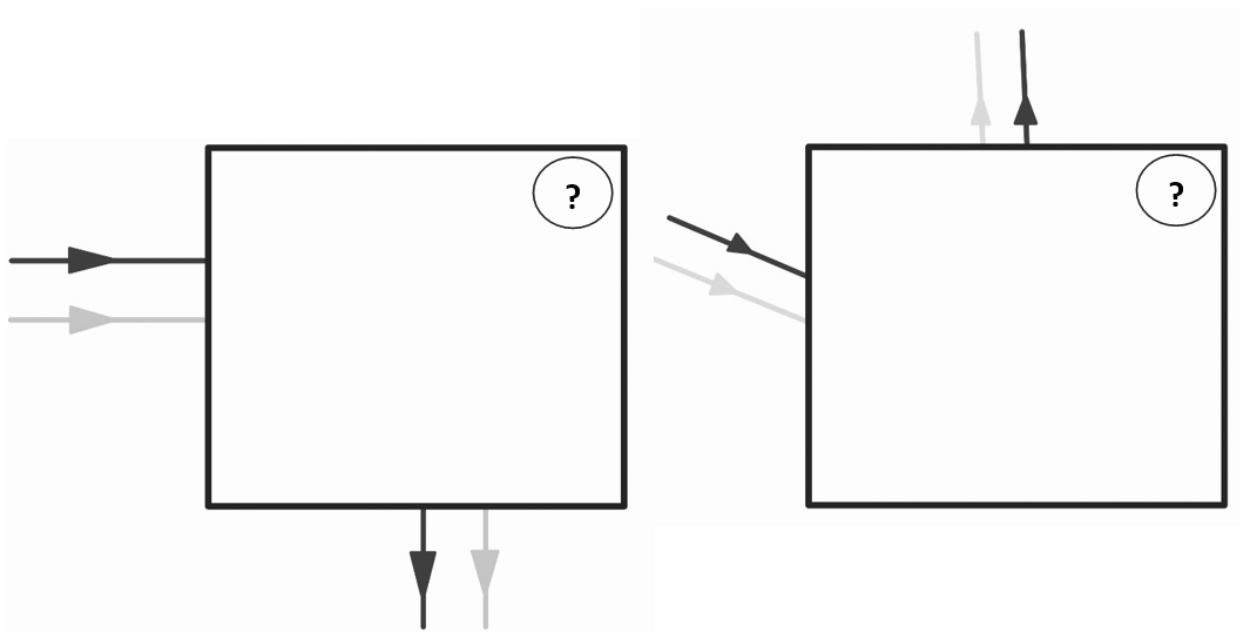
Poznámka:

Tato úloha znázorňuje rozpůlení permanentního magnetu, přičemž žáci mají za úkol doplnit póly do vyznačených kruhů na obou nově vzniklých magnetech. Jako doplňující úkol může učitel zadat, aby žáci do obrázku vyznačili magnetické indukční čáry či netečné pásma.

Řešení:



Zrcadla



Komentář k úloze

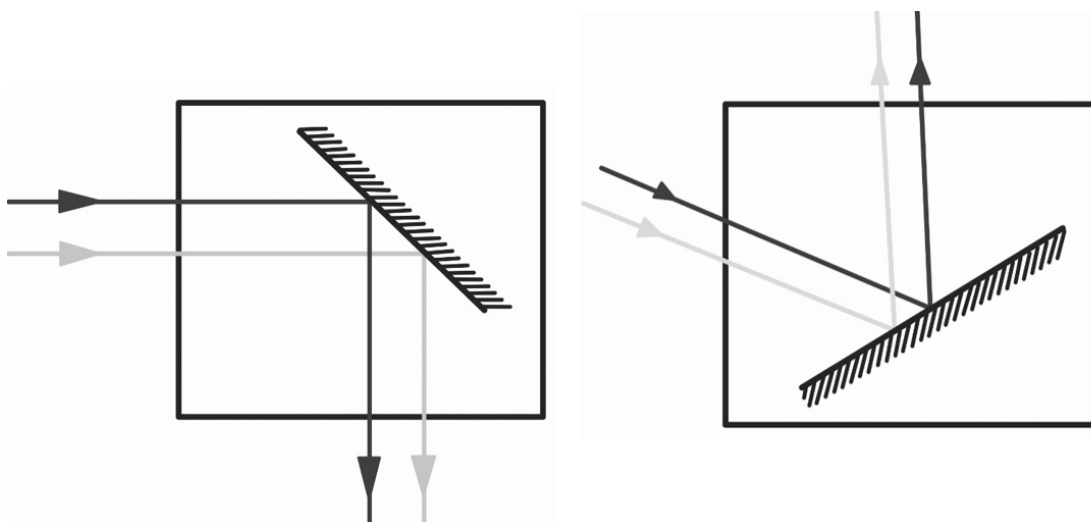
Téma: odraz na rovinném zrcadle

Náročnost úlohy: základní

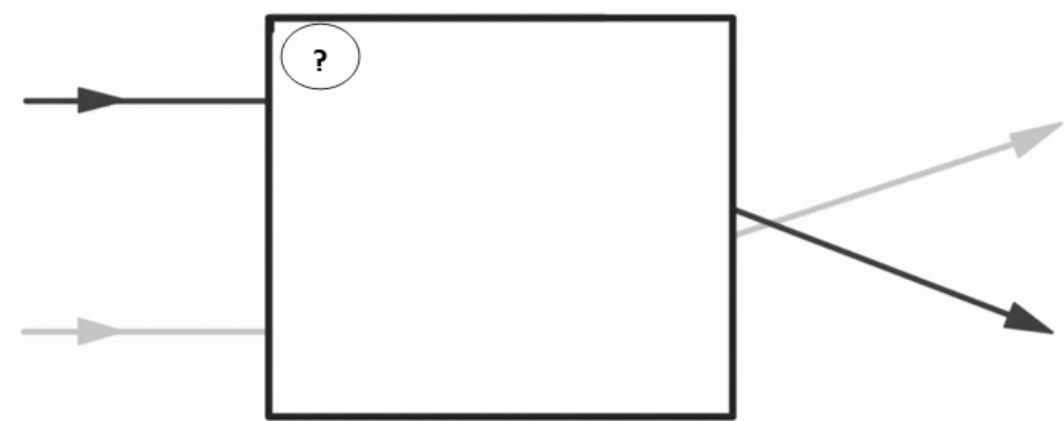
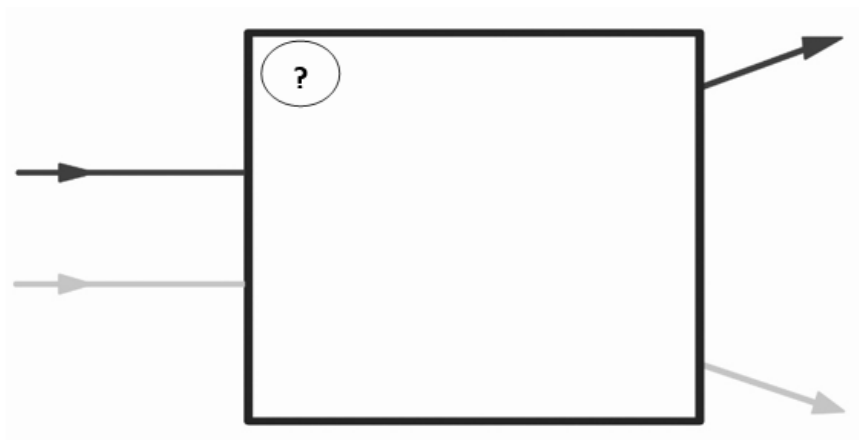
Poznámka:

V této úloze mají za úkol zakreslit do tzv. černých skříněk zrcadlo a chod paprsků tak, aby odpovídalo zadanému směru dopadajících a vystupujících paprsků. Úloha je vhodná pro upevnění znalosti zákona odrazu.

Řešení:



Čočky



Komentář k úloze

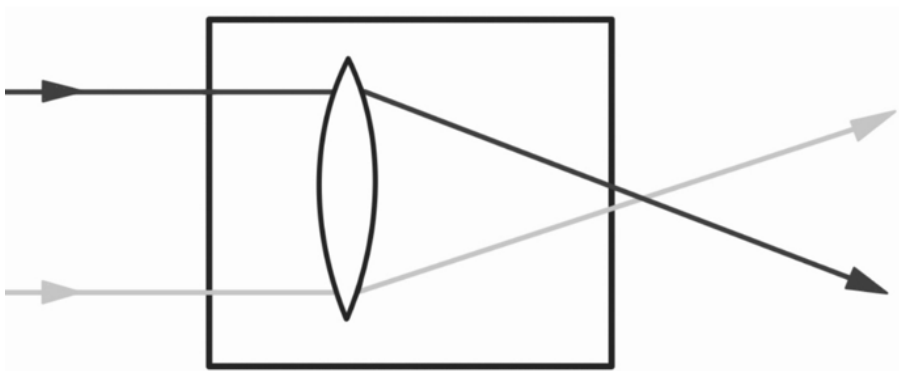
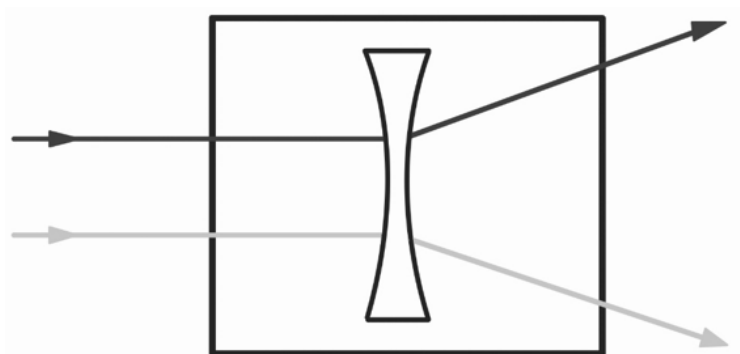
Téma: čočky, lom světla

Náročnost úlohy: základní

Poznámka:

Tato úloha typu černá skříňka napomáhá žákům pochopit, jak spojka a rozptylka mění směr světelných paprsků. Podle směru, kterým paprsky do skříňky vstupují a vystupují z ní, mají určit, o jaký typ čočky se jedná, a zakreslit ji dovnitř.

Řešení:



Závěr

V rámci bakalářské práce byly představeny klíčové teorie z oblasti kognitivní psychologie, které podporují význam vizuálních reprezentací ve vzdělávacím procesu. Tyto poznatky lze aplikovat i na výuku fyziky, kde mohou vizuální úlohy usnadnit žákům orientaci v zadání, a snížit tak jejich kognitivní zátěž.

Stěžejním výstupem bakalářské práce je sbírka fyzikálních úloh pro žáky 2. stupně základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií zadaná formou obrázků, které předcházela rešerše fyzikálních učebnic, pracovních sešitů a sbírek pro základní školy a nižší gymnázia s pozorností kladenou na typy úloh, jež disponovaly potenciálem být zpracovány do vizuální podoby. Obrázkové úlohy jsou koncipovány tak, aby obrázek byl hlavním nositelem informací potřebných k jejímu řešení s minimem textového obsahu. Sbíрка tematicky pokrývá široký rozsah fyzikálních témat – zastoupeny jsou úlohy týkající se fyzikálních veličin a jejich měření, kinematiky, dynamiky, energie, výkonu a účinnosti, hydrostatiky, elektřiny, magnetismu a optiky. Každá úloha obsahuje nejen vizuální zadání, ale je také obohacena vzorovým řešením a komentářem pro učitele. Součástí bakalářské práce je samostatný soubor, jež zahrnuje úlohy ve formě pracovních listů, které jsou připraveny tak, aby je učitelé mohli snadno využít ve výuce.

Lze říci, že fyzikální úlohy zadané formou obrázku mohou představovat jednu z cest, která napomáhá zatraktivnit fyzikální úlohy. Impulsem pro vytvoření této sbírky tedy byla snaha o podporu motivace žáků a zároveň nabídnutí alternativní formy zadání úloh, které žáky nevede pouze k samotnému výpočtu, ale i k práci s vizuálním zadáním jako je např. odečítání hodnot fyzikálních veličin či dokreslování chodu paprsků. Tento přístup se může ukázat jako obzvláště přínosný pro žáky se speciálními vzdělávacími potřebami, neboť grafická forma zadání jim může výrazně usnadnit porozumění úloze.

Sbíрка může být v budoucnu dále obohacována jak o jednotlivé úlohy, tak o celé tematické okruhy. Svojí formou může sloužit nejen jako hotový výukový materiál, ale také jako inspirace pro učitele – může podnítit jejich vlastní kreativitu při vytváření úloh podobného typu, které budou odpovídat konkrétním potřebám daných tříd či žáků.

Seznam literatury

BEICHNER, R. J. Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*. 1994, roč. 62, č. 8, s. 750-762. ISSN 0002-9505.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1119/1.17449>

CRUTCHER, R. J. a BEER, J. M. An auditory analog of the picture superiority effect. *Memory & Cognition*, 2011, 39(1), s. 63-74. ISSN 0090-502X.

Dostupné z: <https://doi.org/10.3758/s13421-010-0015-6>.

ČERNÝ, M. *Kognitivní teorie multimediálního učení*. Psychologie a edTech, 2017. Dostupné z: <https://edtechpsychology.tumblr.com/post/158473552127/kognitivn%C3%AD-teorie-multimedi%C3%A1ln%C3%ADho-u%C4%8Den%C3%AD>.

DEFEYTER, M. A., et al. The picture superiority effect in recognition memory: A developmental study using the response signal procedure. *Cognitive Development*, 2009, 24(3), s. 265-273. ISSN 0885-2014

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2009.05.002>

DVOŘÁK, L. *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?: příručka pro učitele*. Praha: Matfyzpress, 2008. ISBN 978-80-7378-057-9.

DUSÍKOVÁ, M. *Vizuální pomůcky při výuce německého jazyka na prvním stupni ZŠ*. Brno, 2009. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Pedagogická fakulta.

Dostupné z: https://is.muni.cz/th/qhr/c/D_P_Marketa_Dusikova.pdf

ENSOR, T. M., et al. Increasing word distinctiveness eliminates the picture superiority effect in recognition: Evidence for the physical-distinctiveness account. *Memory and Cognition*, 2019, 47(1), s. 182–193. ISSN 1532-5946.

Dostupné z: <https://doi.org/10.3758/s13421-018-0858-9>

HOLUBOVÁ, R. a kol. *Fyzika III: učebnice fyziky pro ZŠ a víceletá gymnázia*. 2. díl, Kapaliny, plyny. Olomouc: Prodos, 2014. ISBN 978-80-7230-290-1.

CHROMKOVÁ, S. *Motivace ve výuce fyziky na ZŠ*. Brno, 2020. Masarykova univerzita. Pedagogická fakulta.

Dostupné z: https://is.muni.cz/th/pygef/Motivace_ve_vyuce_fyziky_na_ZS.pdf

JÁCHIM, J. a TESAŘ, F. *Fyzika 1 pro základní školy: fyzikální veličiny a jejich měření*. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2007. ISBN 80-7235-347-0.

JÁCHIM, J. a TESAŘ, F. *Fyzika 2 pro základní školy: síla a její účinky – pohyb těles*. 2. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-7235-560-0.

JÁCHIM, F. a TESAŘ, J. *Sbírka úloh z fyziky: pro 6.-9. ročník základní školy*. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2004. ISBN 80-7235-256-3.

JANKO, T., et al. Vizualie v geografickém vzdělávání: přehledová studie. *SciED*, 2018, 9(2), s. 4-21. ISSN 1804-7106.

Dostupné z: <https://doi.org/10.14712/18047106.1027>

JANKOWSKA GIERUS, B. *Learning with Visual Representations through Cognitive Load Theory*. Montreal, 2011. Diplomová práce. McGill University. Faculty of Arts.

Dostupné z: <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/rj430881j>

JERJE, T. *Čtenářská gramotnost při řešení slovních úloh ve fyzice*. Hradec Králové, 2016. Disertační práce. Univerzita Hradec Králové. Přírodovědecká fakulta.

Dostupné z: <https://theses.cz/id/3l82x9/>

JOHNSON, K. a kol. *Spotlight Science 8: Framework Edition Student Book*. Cheltenham: Nelson Thornes, 2002. ISBN 0748755438.

KEKULE, M., ŽÁK, V. Postoje žáků k výuce fyziky v České republice - vybrané výsledky. *SciED*, 2010, 1(1), s. 51–71. ISSN: 1804-7106.

Dostupné také z: <https://doi.org/10.14712/18047106.53>

KOCYAN, J. *Potřeba kognitivního uzavření jako moderátor efektu choice overload*. Brno, 2021. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Fakulta sociálních studií.

Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/rstc3/>

KOLÁŘOVÁ, R. a BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. 2. vyd., dotisk. Praha: Prometheus, 2005. ISBN 80-7196-265-1.

KOLÁŘOVÁ, R. a kol. *Tabulky pro základní školu*. 8., přeprac. vyd, v nakl. Prometheus 1. vyd. Učebnice pro základní školy. Praha: Prometheus, 1994. ISBN 80-85849-43-7.

KRYNICKÝ, M. *Www.realisticky.cz když (se) chcete naučit...* 2010 (aktualizace 2025).

Dostupné z:

<http://www.realisticky.cz/ucebnice/04%20Fyzika%20ZŠ/03%208.%20ročník/05%20Vnitřní%20energie,%20teplo/03%20Měrná%20tepelná%20kapacita.pdf>

KŠÍROVÁ, E. *Výuka fyziky s přihlédnutím k osobnostním typům žáků*. Praha, 2023. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Matematicko-fyzikální Fakulta.

Dostupné z: <http://hdl.handle.net/20.500.11956/182727>

MAKYDOVÁ, L., TRNA, J. Přírodovědné učební úlohy pro žáky se specifickými poruchami učení. In VÍTKOVÁ, M. a VOJTOVÁ, V. *Vzdělávání žáků se sociálním znevýhodněním*. Brno: Paido, 2009. ISBN 978-80-7315-188-1.

Dostupné z: <http://krameriusndk.nkp.cz/search/handle/uuid:2cf3bcf0-3332-11e4-8f64-005056827e52>.

MANDÍKOVÁ, D. a kol. *Sbírka úloh z fyziky pro základní školy a víceletá gymnázia*. 2. vydání. Praha: Prometheus, 2022. ISBN 978-80-7196-525-1.

MAYER, R. E. Applying the science of learning to multimedia instruction: MESTRE, Jose P. a ROSS, Brian H. *Cognition in education. The Psychology of Learning and Motivation*, 2011, 55(1), s. 78–103. ISBN 978-0-12-387691-1.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00003-X>

MAYER, R. E. Cognitive Theory of Multimedia Learning. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press, 2005, s. 31-48. ISBN 0-521-54751-2.

MAYER, R. E. Multimedia learning. *The Psychology of Learning and Motivation*, 2002, 41(1), s. 85-139. ISBN 9780125433419.

Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(02\)80005-6](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(02)80005-6).

PAIVIO, A. *Imagery and Verbal Processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1971. ISBN: 978-0898590692.

PAIVIO, A. *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford: Oxford University Press, 1990. ISBN 978-0195066661.

PETTY, G. *Moderní vyučování*. Šesté, rozšířené a přepracované vydání. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0367-4.

PAIVIO, A., CSAPO, K. Picture superiority in free recall: Imagery or dual coding? *Cognitive Psychology*, 1973, 5(2), s. 176–206. ISSN 00100285.

Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90032-7](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90032-7)

PEŠKOVÁ, K. *Vizuální prostředky pro výuku reálií v učebnicích němčiny*. Brno: Masarykova univerzita. Pedagogická fakulta. 2012. ISBN 978-80-210-6399-0.

Dostupné z: <https://munispace.muni.cz/library/catalog/book/5>

PLHÁKOVÁ, A. *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia, 2003. ISBN 80-200-1086-6.

POSTIGO, Y., LÓPEZ-MANJÓN, A. Images in biology: are instructional criteria used in textbook image design? *International Journal of Science Education*, 2018, 41(2), s. 210–229. ISSN: 1464-5289.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1548043>

PROCHÁZKA, M. *Bolt. 9.58!!!*. Český atletický svaz. 2011.

Dostupné z: <https://www.atletika.cz/novinky/bolt-9-58/>

PÝCHOVÁ, I. K funkci vizuálií v rozvoji osobnosti žáka. *Pedagogika*, 1990, 40(6) s. 669-684. ISSN: 2336-2189.

Dostupné z: <https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?p=11079%20title=>

ROJKO, M. *Fyzika kolem nás, Fyzika 3 pro základní a občanskou školu*. Praha: Scientia, 1997. ISBN 80-7183-101-8.

SHEPARD, R. N. Recognition memory for words, sentences, and pictures. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1967, 6(1), s. 156–163. ISSN: 0022-5371.

Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(67\)80067-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(67)80067-7)

SPOUSTA, V. Proč rozvíjet vizuální gramotnost? *Pedagogická orientace*, 2001, 11(3), 86-93. ISSN 1211-4669.

Dostupné z: <https://journals.muni.cz/pedor/article/view/8605>

STERNBERG, R. J. *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-376-5.

ŠTVRTŇA, Ma. *Efekt nadřazenosti obrazu: Proč si obrázek zapamatujeme lépe než text*. DESIGN KISK. 2021.

Dostupné z: <https://medium.com/design-kisk/efekt-nadřazenosti-obrazu-19c88593f64c>.

TRAHORSCH, P. a kol. Analýza výzkumů vizuálií v učebnicích na příkladu učebnic s geografickým obsahem. *Pedagogická orientace*, 2018, roč. 28(1), 111-134. ISSN 1211-4669.

Dostupné z: <https://doi.org/10.5817/PedOr2018-1-111>

WILLINGHAM, D. T. *Proč žáci nemají rádi školu?* Praha: Edukační laboratoř, 2023. ISBN 978-80-908240-3-4.