Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra fyziky

Metodické materiály pro výuku fyziky v 1. ročníku gymnázia

Diplomová práce

Autor: Bc. Karolína Štěpánková

Studijní program: N1701 — Fyzika

Studijní obor: NFYSSK-NMATSSK Učitelství fyziky a matematiky pro střední školy

Vedoucí práce: RNDr. Michaela Křížová, Ph.D.

Hradec Králové květen 2023

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta

Zadání diplomové práce

Autor:	**Bc. Karolína Štěpánková**
Studium:	S19FY005NP
Studijní program:	N1701 Fyzika
Studijní obor:	Učitelství fyziky pro střední školy, Učitelství matematiky pro střední školy
Název diplomové práce:	**Metodické materiály pro výuku fyziky v 1. ročníku gymnázia**
Název diplomové práce AJ:	Methodical materials for teaching physics in the 1st year of grammar school

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Diplomová práce bude zaměřena na tvorbu a využití metodických materiálů ve výuce fyziky v 1. ročníku gymnázia. V teoretické části bude popsána role fyzikální úlohy a experimentů ve výuce fyziky a jejich dělení. Dále budou zmíněny typické miskoncepce žáků vztahující se k tématům probíraným v rámci fyziky v 1. ročníku na gymnáziu. V rámci praktické části budou připraveny a v praxi vyzkoušeny různé metodické materiály pro podporu výuky fyziky v tématech jako je kinematika a dynamika hmotného bodu, práce a energie, gravitační pole, mechanika tuhého tělesa a mechanika kapalin a plynů. Vznikne tak ucelený soubor materiálů, které pokryjí fyzikální témata pro celý 1. ročník gymnázia.

RVP, Učebnice fyziky pro SŠ, Metody řešení fyzikální úloh na SŠ, Obecná didaktika fyziky,...

Zadávající pracoviště:	Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta
Vedoucí práce:	RNDr. Michaela Křížová, Ph.D.
Oponent:	doc. RNDr. Jan Šlégr, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 11.8.2021

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne ______________

____
podpis

Děkuji RNDr. Michaele Křížové, Ph.D. za vedení mé diplomové práce, za cenné připomínky a rady, trpělivost a odbornou pomoc při zpracování.

Anotace

ŠTĚPÁNKOVÁ, K. *Metodické materiály pro výuku fyziky v 1. ročníku gymnázia.* Hradec Králové, 2023. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce RNDr. Michaela Křížová, Ph.D. 123 s.

Diplomová práce se zabývá tvorbou a využitím metodických materiálů ve výuce fyziky v 1. ročníku gymnázia. Teoretická část se zaměřuje na roli a členění fyzikálních úloh a experimentů ve výuce fyziky. Následně jsou zmíněny typické miskoncepce žáků vztahující se k tématům probíraným v rámci fyziky v 1. ročníku na gymnáziu. V praktické části budou připraveny, vyřešeny a v praxi vyzkoušeny různé metodické materiály pro podporu výuky fyziky v tématech jako je kinematika a dynamika hmotného bodu, práce a energie, gravitační pole, mechanika tuhého tělesa a mechanika kapalin a plynů. Cílem diplomové práce je vytvořit ucelený soubor materiálů pokrývající všechna témata 1. ročníku gymnázia. Tyto materiály se mohou uplatnit nejen při výuce fyziky, ale lze je použít k doplnění a zpestření výuky, dále mohou sloužit pro učitele, kteří by suplovali hodinu fyziky, či pro samotné žáky k opakování učiva a k domácím přípravám.

Klíčová slova

Metodické materiály, fyzikální úlohy, obtížnost, miskoncepce

Annotation

ŠTĚPÁNKOVÁ, K. *Methodical materials for teaching physics in the 1st year of grammar school.* Hradec Králové, 2023. Diploma Thesis at Faculty of Science, University of Hradec Králové. Diploma Thesis Supervisor RNDr. Michaela Křížová, Ph.D. 123 p.

The thesis deals with the creation and use of methodological materials in teaching physics in the first year of grammar school. The theoretical part focuses on the role and structure of physics tasks and experiments in physics teaching. Subsequently, the typical misconceptions of students related to the topics discussed in physics in the 1st year of grammar school are mentioned. In the practical part, various methodological materials will be prepared, solved and tested in practice to support the teaching of physics in topics such as kinematics and dynamics of a material point, work and energy, gravitational field, solid mechanics and mechanics of liquids and gases. The aim of the thesis is to create a comprehensive set of materials covering all topics in the first year of high school. These materials can be used not only in physics lessons, as a supplement and diversification of the teaching, but also for teachers to substitute physics lessons, or for students themselves to review the material and for home preparation.

Keywords

Methodical materials, physical examples, difficulty, misconceptions

Obsah

Úvod

Každý, kdo chodil do školy ví, že vše, co je v ní řečeno, si nelze stoprocentně zapamatovat. Pokud danou látku uslyšíme pouze jednou, není (až na výjimky) možné si vše dobře uchovat v paměti. Proto je nutné si danou látku zopakovat. Opakováním si danou informaci lépe uložíme v paměti. Protože opakovat můžeme kdekoliv, metodické materiály, které byly vytvořeny, mají sloužit k zopakování a procvičování daného učiva nejen v hodinách fyziky.

Sice hlavním záměrem diplomové práce bylo vytvořit metodické materiály pro mé budoucí povolání, ale vedlejší motivací vzniku bylo to, že metodické materiály mohou posloužit učitelům fyziky, učitelům suplujícím hodiny fyziky, ale i žákům při domácí přípravě.

Kromě prohlubování učiva mají metodické materiály rozvíjet logické myšlení při řešení fyzikálních úloh. Úlohy nejsou vždy zadány pouze slovně. V některých případech žáci doplňují do tabulky, jinde musí číst v grafu a propojením s informatikou musí umět pomocí moderních technologií některé informace dohledat sami.

V teoretické části bude popsána role fyzikální úlohy a experimentů ve výuce fyziky a jejich dělení. Následně budou zmíněny typické miskoncepce žáků vztahující se k tématům probíraným v rámci fyziky v 1. ročníku na gymnáziu.

V rámci praktické části budou připraveny a v praxi vyzkoušeny různé metodické materiály pro podporu výuky fyziky v tématech jako je kinematika a dynamika hmotného bodu, práce a energie, gravitační pole, mechanika tuhého tělesa a mechanika kapalin a plynů. Vznikne tak ucelený soubor materiálů, které pokryjí fyzikální témata pro celý 1. ročník gymnázia. Dále bude v praktické části zmíněno, jak byly metodické materiály využity v hodinách fyziky. Jak byly z pohledu žáků 1. ročníku gymnázia hodnoceny. Jestli při využití metodických materiálů došlo k nějakým problémům, či vše proběhlo podle plánu.

Hlavní částí diplomové práce ovšem budou samotné metodické materiály s autorským řešením a vysvětlením dané problematiky, a následně budou v příloze přiloženy nevypracované metodické materiály pro další využití.

1 Fyzikální úloha

1.1 Co to je fyzikální úloha

Jedním ze základních cílů této diplomové práce je představit role fyzikální úlohy a fyzikálního experimentu ve výuce fyziky v 1. ročníku gymnázia. Nejprve by bylo dobré definovat pojem fyzikální úlohy, který jak žáci, tak i učitelé chápou intuitivně. Kdybychom začali hledat konkrétní definici, narážíme na problém. Ve studijních materiálech didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty, Univerzity Karlovy (dále jen MFF UK) je v přednáškách prof. E. Svobody uvedena tato definice: „*Fyzikální úloha je formulace požadavků na činnost žáka, kterou plní (provádí) za daných předpokladů a podmínek, a to poměrně složitou a bohatě strukturovanou aktivitou, tvůrčí činností.*“ [20] Vaculová a další autoři zařazují fyzikální úlohy jako podskupinu učebních úloh, kterou definují jako „*specifický soubor požadavků kladených na žákovo učení*“ [23, str. 35]. Janás ve své knize Kapitoly z didaktiky fyziky [10] pak fyzikální úlohu definuje jako slovně formulovaný podnět k činnosti žáků, vytvářený textem úlohy. Komplexnější pohled na fyzikální úlohu pak uvádí prof. I. Volf [24, str. 1], který fyzikální úlohu vnímá jako „*umělé konstrukce problémových situací, které jsou předkládány žákovi a učiteli a slouží pro povzbuzení myšlenkové činnosti žáka*“.

S ohledem na tuto práci, není až tak nutné nalezení „nejlepší“ definice, nýbrž určit význam fyzikální úlohy ve vzdělávacím procesu. Tedy hledáme odpověď na otázku: Co se má žák naučit v rámci školské fyziky? Odpověď bychom mohli hledat v [24], kde prof. I. Volf uvádí, že v rámci školské fyziky se má žák naučit vysvětlovat podstatu fyzikálních dějů. Dále pak popsat jejich průběh, být schopen za využití grafických a analytických přístupů jednoznačně vyjádřit vzájemné závislosti jednotlivých fyzikálních veličin. Tedy umět by formulovat fyzikální zákonitosti, na základě kterých, pak bude schopen dokazovat či rozporovat stanovené hypotézy. Dále bychom se mohli ptát: Jak dosáhnout těchto cílů? V souladu s [20] a [24] lze konstatovat, že výše uvedených cílů, lze dosáhnout tím, že žák bude umět uvedené úkony realizovat na modelových situacích, které jsou realizovány za využití demonstračních, laboratorních a frontálních experimentů a také fyzikálních úloh. Úlohy pak představují idealizované případy, abstrahované od reálné skutečnosti. Zadávané školní úlohy budou využívat reálný základ s důrazem na praktické využití fyzikálních poznatků, ze kterých je následně vytvořen vhodný idealizovaný fyzikální model ve formě konkrétní fyzikální úlohy.

Nezanedbatelným úkolem fyzikálních úloh je fyzikální modelování nefyzikálních dějů, tedy na aplikaci fyzikálních poznatků v dalších přírodovědných oborech, čímž fyzikální úlohy plní významnou roli v rámci vytváření mezipředmětových vazeb.

S řešením fyzikálních úloh je dále spojeno několik požadavků kladených na žáka, které vytvářejí předpoklady pro jejich řešení. V následujících kapitolách si podrobněji rozebereme předpoklady žáků pro řešení fyzikálních úloh. Jedná se o znalost fyzikální problematiky, znalost příslušného matematického aparátu a v neposlední řadě předpokladem každého žáka by měla být znalost metodiky řešení fyzikálních úloh.

1.1.1 Znalost fyzikální problematiky

Prvním předpokladem k úspěšnému vyřešení úlohy je odpovídající znalost fyzikální problematiky, která se vztahuje k řešené úloze. Tedy základním předpokladem je, že žák dobře zná příslušný fyzikální problém. Pokud tomu tak není, musí mít žák možnost si samostudiem tuto problematiku osvojit (doplnit), a to za přímé i nepřímé podpory učitele. Učitel by si tak měl před zadáním úlohy žákům danou úlohu sám vyřešit, nalézt úskalí spojená s jejím řešením a poskytnout žákům konkrétní odkazy na studijní materiály, ať již ve formě konkrétních kapitol v učebnicích, on-line materiálech či jiných relevantních zdrojích.

V rámci rozvíjení digitálních kompetencí je možné žáky nechat zdroje vyhledávat samostatně, avšak s ohledem na jejich množství, odbornou a didaktickou kvalitu. Zde hrozí nebezpečí, že hledání odpovědí a doplnění požadovaných znalostí bude nad jejich síly a můžeme jim řešení úloh znechutit. Zde je jako jeden z vhodných příkladů možné odkázat na studijní materiály [3] a [22], které jsou na MFF UK vyžívány pro přípravu žáků na závěrečné zkoušky z fyziky Physics for the IB Diploma. V rámci jednotlivých úloh odkazují přímo na jednotlivé kapitoly či jejich části, jejichž obsah potřebuje žák mít osvojen, pro jejich úspěšné řešení.

1.1.2 Znalost matematických poznatků

Mezi základní kompetence, které by měl žák mít, je dobrá znalost matematických poznatků a schopnost správně matematický aparát použít. Časté je, že zadaná úloha je po fyzikální stránce jednoduchá, avšak žák narazí na překážku v podobě chybějícího osvojení matematických poznatků, kdy se stává pro něj úloha neřešitelnou.

Jednou z příčin neznalosti daného matematického aparátu je špatné načasování zadání dané úlohy ve vztahu k matematickým znalostem žáka. Příkladem může být téma goniometrických funkcí, které se v hodinách matematiky probírá později, než je v hodinách fyziky potřeba.

Častěji však na neznalost matematického aparátu narážejí žáci, kteří řeší pokročilé úlohy v rámci svého samovzdělávání či mimoškolních činností. Zde je pak možné hledat inspiraci v pokročilých učebních textech [31], kde je výklad matematického aparátu součástí probírané problematiky.

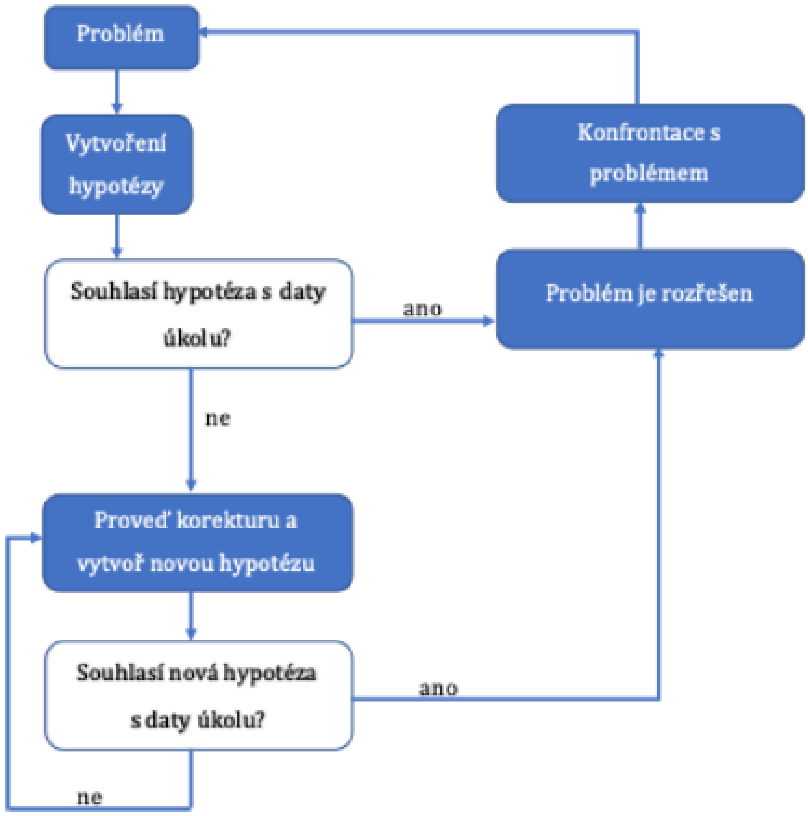
Pokud bychom se chtěli podívat na mezipředmětové vztahy, pak se nám tu nabízí možnost využití těchto rozšířených poznatků pro vytváření počítačových modelů řešeného fyzikálního problému, kdy většina moderních programovacích jazyků má podporu vyšších matematických funkcí v rámci svých knihoven (např. C#, Python a další) a umožňuje tak programátorům jejich relativně jednoduchou implementaci.

1.1.3 Znalost metodiky řešení fyzikálních úloh

Pod znalostí metodiky řešení fyzikálních úloh si můžeme představit způsob koordinace žákových úvah, kterými dochází ke správnému výsledku, resp. stanoví odpověď na základní otázku úlohy. Nebo-li žák by měl mít jasnou představu o tom, jak danou úlohu vyřeší za podmínek uvedených v textu zadání úlohy. Toto směřování žáka by mělo být z celkového pohledu deterministické a v jednotlivých fázích řešení úlohy dokladovatelné. Metodické a didaktické řešení fyzikálních úloh je pak na učiteli, který zná metodiky řešení fyzikálních úloh a žáka touto částí řešení fyzikálních úloh provází.

Když učíme žáka určitým dovednostem, myšlenkovým a manuálním operacím, nejdříve daný sled činností vykonává dle určitého popisu nebo předpisu tak, že si každý bod uvědomuje. Postupem času však přechází ke stále většímu automatickému vykonávání činnosti bez předchozího nebo průběžného uvědomění a dochází tedy k dynamickému stereotypu. Pro řešitele problémů tak v průběhu opakujícího se procvičování za využití aktivního řešení problémů dochází k automatizaci pracovního postupu. Aby byl tento úkol efektivně zvládnut, je nutné určit metodologickou cestu, a to dle [24] syntézou psychologických a speciálně didaktických poznatků.

Na závěr je ještě nutné zmínit, že problematika řešení problémů má i svůj psychologický rozměr, kterým se zabývá celá řada významných psychologů, kde nemůžeme opomenout J. Průchu [18] a V. Kosíkovou [11] nebo J. Linharta [13]. Z výzkumů zaměřených na řešení problémů s důrazem na fyzikální a technickou problematiku, byla právě J. Linhartem vytvořena fázová charakteristika procesu učení. Jak uvádí I. Volf v [24] J. Linhart velmi instruktivně popsal proces řešení libovolného problému pomocí blokového schématu řešení problémů obr. 1.1.



Obrázek 1.1: Blokové schéma řešení problémů

Zdroj: Převzato z [24]

1.2 Strategie řešení úloh

Často se setkáváme s tím, že u většiny žáků dochází v určité době ke stavu, kdy jsou si schopni pojmy zapamatovat a naučit, ale problém mají při řešení fyzikálních úloh. Toto je však ve fyzice to podstatné, kdy skutečné pochopení dané problematiky znamená, že jsme ji schopni aplikovat na různé úlohy. A tedy docházíme k otázce: Jak se naučit řešit fyzikální úlohy?

V této otázce hrají významnou roli učební texty. V celé řadě učebnic [1, 3, 4, 31] a publikací je zavedené, že každá kapitola obsahuje strategie řešení problémů spojených s probíranými tématy, kdy jednotlivé strategie nabízejí techniky pro efektivní a přesné sestavení a řešení problémů. Tyto strategie jsou pak aplikovány na řadě řešených typových úloh. Přestože pro řešení různých typů fyzikálních úloh jsou vhodné různé techniky, existují jasně definované klíčové prvky, které žákovi pomohou s řešením všech úloh. V anglosaských zemích je tento obecný postup označován zkratkou I SEE.

1.2.1 Přístup I SEE

Jak je uvedeno výše, jedním z obecně doporučovaných přístupů k řešení úloh, jak uvádí [31], je metoda I SEE (Identity, Set up, Execute, Evaluate).

- IDENTIFIKOVAT/IDENTIFY - identifikujte příslušné pojmy: použití definovaných fyzikálních podmínek uvedených v zadání úlohy žákovi pomůže rozhodnout, které fyzikální pojmy a zákonitosti jsou relevantní. Žák by měl dále určit fyzikální veličiny, jejichž hodnoty se snaží zjistit (například rychlost, s jakou projektil dopadá na zem, velikost obrazu vytvořeného čočkou apod.). Žák by měl určit známé fyzikální veličiny, které jsou uvedeny nebo naznačeny v zadání úlohy.

- STANOVENÍ/SET UP - nastavení problému: v předchozí části žák identifikoval příslušné pojmy, určil zadané a výsledné fyzikální veličiny a definoval obecné zákonitosti, které jsou pro vyřešení úlohy nezbytné. V této fázi je nutné matematicky popsat relevantní fyzikální zákonitosti, tedy stanovit rovnice, které bude žák využívat pro řešení úlohy, a to včetně vhodných tvarů a kombinací. V této fázi je vhodné vytvořit náčrtek řešené situace a vytvořit tzv. ikonický model. Úroveň detailu tohoto modelu je pak závislá na konkrétní úloze. Na závěr této fáze řešení by měl žák co nejlépe odhadnout výsledky zadané úlohy, případně předpovědět fyzikální chování zadaného systému úlohy.

- REALIZACE/EXECUTE - realizace řešení: v této fázi žák realizuje samotné řešení za využití výpočtů, konstrukce grafů apod.

- EVALUATE/VYHODNOTIT – vyhodnocení výsledků: v této finální fázi žák porovná získané výsledky se svými odhady a v případě rozporu musí jednotlivé kroky přehodnotit. Pokud žákova odpověď obsahuje algebraický výraz, musí se ujistit, že výsledný výraz správně vyjadřuje hledanou hodnotu. Dále by se měl zamyslet nad tím, jakých extrémních hodnot může výsledek nabývat.

  Přehledné grafické znázornění uvedeného přístupu řešení, vhodného např. pro nižší ročníky gymnázií je uvedeno v článku How to Solve Any Physics Problem [8].

1.2.2 Strategie řešení složitějších fyzikálních úloh

Obecnější zásady dávají obecný pohled na problematiku řešení fyzikálních úloh, avšak jak uvádí I. Volf [24], nevedou ke konkrétním metodickým pokynům, jak nalézt cestu od testu úlohy k dosažení výsledku. Významným faktorem, který si musíme při stanovování strategie řešení uvědomit je, že řešení fyzikální úlohy je vždy zatíženo individuálními vlastnostmi řešitele. Níže představená strategie vychází z publikací I. Volfa [24, 25, 26], který řešení fyzikálních úloh věnoval převážnou část své vědecké a akademické kariéry. Tyto publikace obsahují detailnější popis včetně celé řady příkladů.

- POZORNÉ ČTENÍ TEXTU – žáci většinu fyzikálních úloh dostávají v písemné podobě. Proto je velmi důležité pozorně celý text přečíst. Řešitel se snaží při čtení textu porozumět všem uvedeným pojmům a pochopit základní problém zadané fyzikální úlohy. U složitějších úloh se žák setkává spíše s odbornou fyzikální terminologií (např. hmotný bod, trajektorie apod.), která je termíny z obecného jazyka pouze dokreslena a přiblížena reálnému světu. Při řešení zadané úlohy je nutné, aby žák správně pochopil hlavní otázky úlohy, dále identifikoval a správně popsal opěrná slova, která jsou základem pro správné řešení fyzikální úlohy.

- ZÁPIS TEXTU – nezbytnou součástí úspěšného řešení fyzikálních úloh je zápis uvedených situací za využití odpovídacích fyzikálních veličin, které jsou spojené s fyzikální symbolikou, modelující fyzikální realitu řešené úlohy. Zde je nutné neustále spojovat symbol využití v zápisu s jeho fyzikálním významem.

- NÁČRT SITUACE – pro lepší pochopení a snazší řešení fyzikální úlohy je vhodné použít náčrt dané situace, obsahující i některé fyzikální veličiny s jejich fyzikálními symboly. Náčrty daných situací se využívají především při ukázce nových situací a problémů, se kterými se žák ještě nesetkal. Dále jsou využívané při řešení složitějších, zdlouhavějších a méně výstižných zadání. Je však vhodné náčrt situace používat co nejčastěji, kdy názorné zakreslení situace napomáhá žákům k lepší orientaci v řešeném problému a usnadní analýzu fyzikální reality. Při nevyužití náčrtku může dojít k situaci, kdy zadaná úloha je buď obtížně, nesprávně, či není vůbec pochopena a tím dochází k nesprávné formulaci fyzikální podstaty problému.

- FYZIKÁLNÍ ANALÝZA SITUACE – je jedna z nejnáročnějších etap při řešení fyzikální úlohy, která znázorňuje identifikaci a vhodnou abstrakci řešeného problému. Úkolem žáka je si uvědomit fyzikální situaci, kterou v rámci úlohy řeší. Identifikuje fyzikální zákony, které bude při řešení využívat. Zapisuje vztahy, které bude potřebovat při řešení dané úlohy. V rámci analýzy, také definuje omezující podmínky, které mu umožní zadanou fyzikální úlohu řešit.

- OBECNÉ ŘEŠENÍ – obecné řešení má výhody zejména při řešení složitějších a komplexnějších fyzikálních úloh. Jeho cílem je nejen stanovit obecnou cestu k řešení, ale také umožnit diskusi získaného řešení. Jedná se o nalezení vhodných algebraických vyjádření vztahu mezi hledanou veličinou a zadanými veličinami.
- STANOVENÍ JEDNOTKY HLEDANÉ VELIČINY – během řešení fyzikální úlohy žák pracuje výhradně s fyzikálními veličinami, kde každá má hodnotu a jednotku, kterou je při řešení nutné zdůraznit a vyžadovat.
- VÝPOČET S DANÝMI HODNOTAMI – po získání obecného řešení a stanovení jednotky je ve většině úloh požadován výpočet pro zadané hodnoty. Zde je důležité zajistit, aby se matematické operace nestaly zatěžující složkou řešení úlohy, a proto je vhodné umožnit žákům vyžívat odpovídající pomůcky pro ulehčení samotného výpočtu.
- KONSTRUKCE GRAFŮ, PROVEDENÍ EXPERIMENTU – konstrukce grafů pomáhá řešiteli nejen k lepšímu pochopení a jednoduššímu řešení úlohy, ale také často umožňuje ověření či zobecnění nalezeného řešení. Graf také často umožňuje žákovi lépe pochopit funkční závislosti jednotlivých fyzikálních veličin a usnadňuje fyzikální analýzu situace.
- DISKUSE ŘEŠENÍ – v rámci diskuze musí žák srovnat získané výsledky se skutečností, případně s osobní zkušeností. Získané výsledky lze pak srovnat s tabulkovými hodnotami, či dříve získanými údaji. Význam diskuse spočívá i v tom, že obecné řešení umožňuje ověření získaných výsledků např. využitím mezních hodnot.
- STANOVENÍ ODPOVĚDI – na konci řešení každé úlohy je nutné vyslovit odpověď na otázku uvedenou v zadání fyzikální úlohy. Odpověď by měla obsahovat správnou hodnotu, fyzikální veličinu s odpovídající jednotkou či jednoznačně popsat řešené závislosti nebo poskytnout odpovědi na jiné otázky zadané úlohy.

Na závěr je nutné zdůraznit, že popsané schéma řešení fyzikálních úloh je do jisté míry obecné a jeho aplikovatelnost je vždy nutné přizpůsobit záměru a typu zadané úlohy.

1.3 Experiment v řešení úloh

Součástí strategie složitějších fyzikálních úloh často bývá experiment. Díky němu můžeme ověřit dosažený výsledek, či při obecném řešení experiment umožňuje ověřit např. tabulkové hodnoty nebo mezní veličiny (např. hustotu materiálu pomocí Archimédova zákona). Zároveň bychom mohli zmínit, že experiment je nedílnou součástí výuky fyziky, kdy právě experiment nám umožňuje vytvořit zjednodušený model reálného světa. Toto zjednodušení pomáhá žákům se reálnému světu přiblížit a tím ho i lépe pochopit. O významu experimentu ve výuce fyziky bylo sepsáno mnoho vědeckých prací, kde můžeme uvést například publikaci I. Volfa [17], nebo práce zaměřené na badatelsky orientované výukové metody [6] či využití počítačových experimentů ve výuce fyziky [15].

1.3.1 Využití experimentů ve výuce fyziky

V kontextu této práce tak bude uvedeno základní rozdělení experimentu, které se liší především podle provedení, podle povahy a podle zaměření jednotlivých pokusů. Níže je vycházeno zejména z [17].

Využití úloh dle povahy

- KVALITATIVNÍ EXPERIMENTY - u kvalitativních experimentů se zaměřujeme na ukázku existence či neexistence daného jevu, čímž se snažíme žáky dovést ke správné formulaci fyzikálního problému. Typické kvalitativní experimenty:
  - s vývěvou („nafukování“ balónku, dosažení varu vlažné vody, Magdeburské polokoule),
  - hydraulický lis (odzkoušení si velikosti působící síly pomocí propojení dvou injekčních stříkaček o dvou různých objemech),
  - demonstrace Pascalova zákona pomocí Pascalova ježka.
- KVANTITATIVNÍ EXPERIMENTY - u kvalitativních experimentů dochází k měření, zpracování a následnému vyhodnocování dat. Experimenty jsou nejen časově náročné, ale náročnost je kladena i na množství pomůcek k provedení daného experimentu. Typické kvantitativní experimenty:
  - studium přímočarých pohybů s využitím systému Vernier (určení rychlosti rovnoměrného/zrychleného pohybu vozíčku),
  - obtékání těles (přibližné určování síly při obtékání těles různých tvarů, např. dutá polokoule, koule, rovná deska, těleso kapkovitého tvaru),
  - s využitím kladek (závislost působící síly u pevné a volné kladky a u kladkostroje),
  - na třecí sílu závislost působící síly na jakosti styčných ploch, na hmotnosti tělesa a na velikosti styčných ploch).

Využití úloh dle provedení

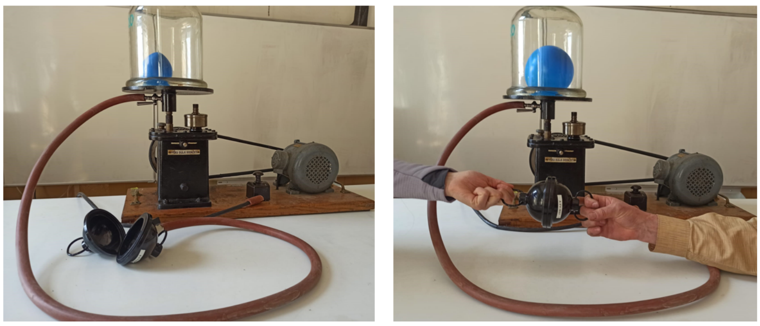
- MYŠLENKOVÉ/MODELOVÉ EXPERIMENTY - tento typ experimentu je pro mnoho žáků velmi náročný, jde o jakousi myšlenkovou představu experimentu, aniž by ho mohli reálně pozorovat. Učitel musí klást důraz na přesné znění, aby nedošlo k nepochopení či vytvoření mylných představ.
- REÁLNÉ EXPERIMENTY - jsou všechny experimenty, které jsou ve výuce fyziky reálně demonstrovány. Rozvíjí pohled žáků na fyzikální zákonitosti.

Využití úloh dle zaměření

- DEMONSTRAČNÍ EXPERIMENT - pro tento typ experimentu je charakteristické, že simuluje historickou cestu poznání, tedy kdy učitel ve zjednodušené a zkrácené podobě opakuje před žáky klasické historické pokusy. Role tohoto experimentu je převážně motivační, jelikož žákům jsou předváděny reálné nebo zjednodušené děje.

  Typické demonstrační experimenty:

  - s vývěvou („nafukování“ balónku, dosažení varu vlažné vody, Magdeburské polokoule),
  - studium přímočarých pohybů s využitím systému Vernier (určení rychlosti rovnoměrného/zrychleného pohybu vozíčku),
  - demonstrace Pascalova zákona pomocí Pascalova ježka,
  - Bernoulliho rovnice (demonstrace nižšího tlaku v užší trubici),
  - obtékání těles (přibližné určování síly při obtékání těles různých tvarů, např. dutá polokoule, koule, rovná deska, těleso kapkovitého tvaru).



Obrázek 1.2: Experimenty s vývěvou

- FRONTÁLNÍ EXPERIMENT - na rozdíl od předchozího typu experimentu, zde je experiment proveden přímo skupinami (malými) žáků. Aktivita žáků je omezena na část hodiny. Cílem má být přiblížení fyzikální reality, kdy sám žák manipuluje s fyzikálními pomůckami a přístroji s nepřímým působením učitele. Role tohoto experimentu je motivační a badatelská, kdy dochází ke zvýšení aktivity samotného žáka při objevování či ověřování známých fyzikálních dějů.

  Typické frontální experimenty:

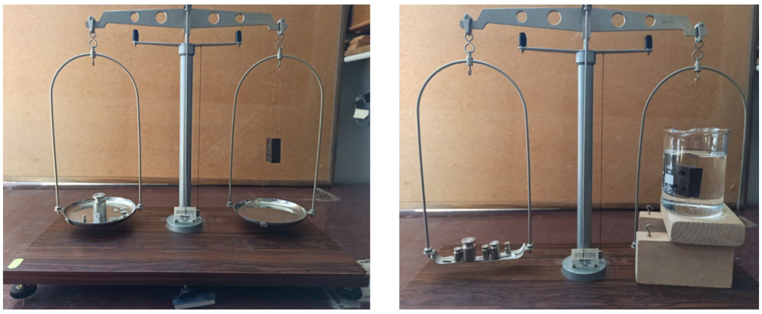
  - s využitím kladek (závislost působící síly u pevné a volné kladky a u kladkostroje),
  - na třecí sílu (závislost působící síly na jakosti styčných ploch, na hmotnosti tělesa a na velikosti styčných ploch),
  - rovnováha na páce (jednozvratná, dvojzvratná páka).

Obrázek 1.3: Experimenty na třecí sílu

- LABORATORNÍ EXPERIMENT - od frontálního experimentu se liší délkou prováděného experimentu. Obvykle na to bývá vyhrazena jedna až dvě vyučovací hodiny, kdy žáci pracují s pomocí návodu předpřipravené úlohy.

  Typické laboratorní experimenty:

  - s využitím kladek (závislost působící síly u pevné a volné kladky a u kladkostroje),
  - na třecí sílu (závislost působící síly na jakosti styčných ploch, na hmotnosti tělesa a na velikosti styčných ploch),
  - rovnováha na páce (jednozvratná, dvojzvratná páka),
  - hustotu materiálu pomocí Archimédova zákona (měření hustoty materiálu pomocí laboratorních vah je založeno na tom, že nejprve zvážíme samotný předmět na vzduchu a poté zvážíme těleso, které je celé ponořené v kapalině, viz obr. 3.22).



Obrázek 1.4: Experimenty na měření hustoty tělesa pomocí Archimédova zákona

- DOMÁCÍ EXPERIMENT - mohou učitelé využít jako vhodný doplněk školního experimentování, kdy žáci pracují s předměty nacházejícími se v běžné domácnosti a experimentují bez přímého ovlivnění učitelem.

  Typické domácí experimenty:

  - svíčková houpačka (rovnováha na páce),
  - lávová lampa (mechanika kapalin),
  - hydraulický lis (odzkoušení si velikosti působící síly pomocí propojení dvou injekčních stříkaček o dvou různých objemech).

Obrázek 1.5: Domácí experiment - hydraulický lis

Shrnutí

Základní rozdělení obsahuje pouze několik příkladů možných experimentů, které lze v hodinách fyziky uskutečnit. Tento výčet jednotlivých experimentů se může prolínat danými skupinami, s ohledem na množství pomůcek v dané škole a na přístupu vyučujícího.

2 Typické miskoncepce žáků při řešení úloh

Jak uvádí [12] je miskoncept obecně chápán jako mylné pojetí, nebo mylná představa. Vyskytuje se zejména v souvislosti s chybnými žákovými představami, resp. chybným pojetím učiva žáky. Touto problematikou se zabývá celá řada prací z různých oborů. Jako příklad lze uvést práce V. Šklíbové Metoda Peer Instruction ve výuce optiky [21], J. Neckařové Žákovské prekoncepce o stavbě a funkci mikroskopu [16], J. Hauta Rozbor výukového software pro fyziku [7], či A. Rusínové Miskoncepce ve výuce fyziky na ZŠ – náměty na postup při jejich odstraňování [19]. Zajímavým zdrojem je i kniha D. Mandíkové a J. Trny Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky [14].

Je vhodné v této závěrečné práci zmínit pár základních miskoncepcí spojených s obsahem výuky fyziky v prvním ročníku gymnázia. Pro mnohé může být problematika miskoncepce ve fyzice spojena s nevědomostí či neznalostí. Problematika miskonceptů není jednoduchá a ne vždy je pouze vinou žáka.

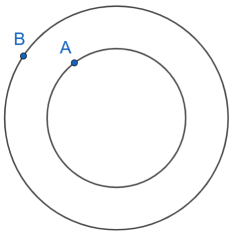
Vznik miskonceptů je spojen s tím, že svět, s nímž se žák od narození bezprostředně stýká, vnímá jako standardní, běžný a málokdy je žák veden k podrobnějšímu pochopení dějů a jevů, které ho obklopují. Člověk si tak vytváří celou řadu představ, které nemusí být vždy správné, a tak vznikají nesprávné osobní prekoncepce, označované jako miskoncepce. Na správných prekoncepcích je postavena výuka v souladu s jejím konstruktivistickým pojetím. Tyto prekoncepce jsou pak často doprovázeny celou řadou miskoncepcí, které často silně narušují porozumění fyzikálním jevům a zákonitostem. Právě proto je nutné tyto miskoncepce znát, a v rámci výuky, a tedy i fyzikálních úloh je odbourávat, a vhodným způsobem eliminovat jejich rušivý vliv v rámci vzdělávacího procesu.

V této kapitole budou na základě prostudované literatury, zejména pak [14, 19] a článku D. Čížkové a D. Mandíkové Prekoncepce studentů MFF UK o síle a pohybu - výsledky testu FCI [5], uvedeny typické a časté miskoncepce vztahujících se zejména k oblasti mechaniky, která tvoří stěžejní část obsahu výuky fyziky v prvním ročníku.

2.1 Přehled miskoncepcí kinematika pohybu

Miskoncepce v rámci kinematiky pohybu se vztahují k rychlosti a zrychlení. Zde je uvedeno několik typických miskoncepcí:

- Žáci při práci s rychlostmi považují rychlost pouze za absolutní veličinu. Zapomínají na to, že lze uvažovat také její relativní charakter, což je spojeno s tím, jak se na daný pohyb díváme, ke kterému vztažnému systému daný pohyb vztahujeme. Příkladem mohou být dva běžci v zatáčce viz obr. 2.1. Žáci se mylně domnívají, že rychlejší je běžec **A**, který je více vpředu, avšak neuvažují nad tím, že tento běžec se pohybuje po kratší dráze, než běžec **B**. Kdybychom tuto úlohu převedli z pohybu po kružnici na pohyb rovnoměrný přímočarý (rozvinuli kružnici na úsečku) mohla by se tato mylná představa odstranit.



Obrázek 2.1: Schematický náčrt situace, kdy běžci závodí na okruhu

- Žáci si mylně pod pojmem rychlost představují pouze nějakou číselnou hodnotu, opomíjejí její vektorový charakter, čímž mylně předpokládají, že pohybující se věc, která je více „vpředu“ je rychlejší, než ta co je za ní. Tuto mylnou představu by šlo odstranit názornou demonstrací, kdy se dva žáci budou pohybovat stejnou rychlostí, avšak budou od sebe vzdáleni.
- Další miskoncepcí je, že žáci nerozlišují průměrnou a okamžitou rychlost. Příčinou může být, že vyučující zkracuje tento název pouze na rychlost. Rozdíl mezi těmito dvěma pojmy můžeme odstranit příkladem ze života. Na pomoc může posloužit trasování v mapách. Zadáme například trasu z Brna do Prahy. Aplikace nám ukáže, jak dlouhá bude cesta a jakou dobu na cestě strávíme. Z těchto hodnot vypočítáme PRŮMĚRNOU rychlost. Následně s žáky budeme diskutovat nad tím, že jinou rychlost máme mimo obec a jinou například na dálnici, což bude naše OKAMŽITÁ rychlost.
- U pojmu rychlost se můžeme setkat s miskoncepcí, kdy se žáci mylně domnívají, že dvě míjející se tělesa mají v tomto okamžiku stejnou rychlost. Pro odstranění tohoto omylu opět můžeme použít příklad z praxe, kdy auto na dálnici předjíždí kamion.

- Další mylnou představou žáků je chápání zrychlení jen jako změnu rychlosti bez srovnání s příslušným časem, v němž změna rychlosti nastala. Toto lze snadno odstranit pomocí technických dat automobilů, kde se udává čas pro akceleraci z 0 km/h na 100 km/h. Za lepší vozidlo se považuje to, které má tento čas menší. Tedy se jedná o vozidlo s větší akcelerací.

- Další miskoncepcí je špatné chápání souvislostí mezi vektorovým znázorněním rychlosti a zrychlení. Protože zrychlení i rychlost jsou vektorové veličiny, žáci mají tendenci je zaměňovat a případně vektorově sčítat.

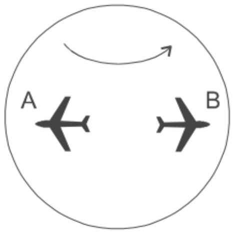
- U pojmu zrychlení se můžeme setkat s miskoncepcí, kdy se žáci mylně domnívají, že dvě míjející se tělesa mají v tomto okamžiku stejná zrychlení. Pro odstranění tohoto omylu opět můžeme použít příklad automobilu jedoucího po dálnici, který jel stejnou rychlostí jako kamion. Aby ho mohl předjet, tak se musí pohybovat nejprve zrychleně, aby získal větší rychlost než kamion.

2.2 Přehled miskoncepcí dynamika pohybu

Vzhledem k tomu, že klid a pohyb je relativní a k jejich určení je potřeba mít další soustavu/soustavy, tak se můžeme setkat zejména s následujícími problémy:

- Nejčastějším omylem v dynamice pohybu je neuvážení pohybů k danému vztažnému systému. Příkladem může být pohybující se člověk ve vlaku a člověk koukající se na peróně, jak je uvedeno ve 3. úloze 2. metodického materiálu.

- Dalším případem miskoncepce je odlišnost stavů klidu a pohybu. Příkladem tohoto problému je, když jdou dva lidé, stejně rychle vzhledem k podlaze vagónu, z opačných konců vagónu proti sobě. Předpoklad žáků je, že ten, který jde proti směru pohybu vagónu, bude v jeho středu dříve, než ten, kdo jde ve směru pohybu vagónu. Protože oba jdou vůči vagónu stejnou rychlostí a mají ujít stejnou vzdálenost, musí se potkat ve středu vagónu. Méně názorným příkladem na tuto miskoncepci je let dvou letadel viz obr. 2.2. Obě dvě letadla startují ve stejnou dobu ze stejného letiště. Jedno letadlo letí po směru rotace Země, druhé proti směru. Otázkou na tuto úlohu je, zda se letadla setkají v témže místě, ze kterého vzlétly, ve stejný čas. Většina žáků má mylnou představu o tom, že letadlo letící proti směru rotace Země doletí na letiště dříve, než druhé letadlo. Žáci povětšinou tvrdí, že Země „jde letadlu naproti“, a proto doletí dříve. Jednou z možností, jak tuto mylnou představu odstranit, by bylo v praxi provést pokus a nechat letět tato dvě letadla kolem zeměkoule. Tento nápad by byl pěkný, ale příliš drahý. Proto je snazší si tuto mylnou domněnku dokázat na předchozím případu.



Obrázek 2.2: Oblétání zeměkoule letadly letícími v opačných směrech vzhledem k zemské rotaci

Zdroj: Převzato z [14]

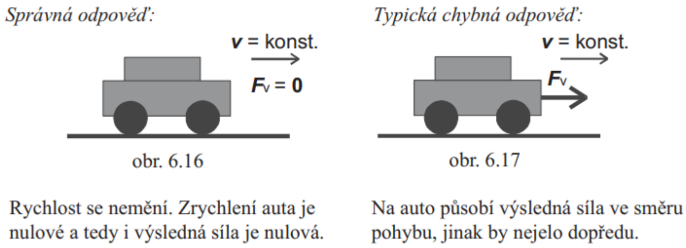
2.3 Přehled miskoncepcí pohyb a síla

Miskoncepce vyskytující se v rámci pohybu a síly jsou nejčastěji spojené se svou vzájemnou vazbou. V této kapitole se objevují obrázky převzaté z publikace o miskoncepcích na základních školách, proto se zde hovoří nikoliv o tíhové síle, ale jen o síle gravitační. Příklady miskoncepcí jsou popisovány na základě těchto použitých obrázků tedy s užitím pojmu gravitační síla. Zde je seznam nejčastějších miskoncepcí, které uvádí [14, str. 78]:

- V části miskoncepcí pohyb a síla je častým omylem žáků to, že si neuvědomují, že při jakémkoliv pohybu, a to i při pohybu rovnoměrném přímočarém, je nezbytné, aby na pohybující se těleso působila síla ve směru tohoto pohybu. Dále si pletou sílu s výslednicí sil, kdy se žáci často domnívají, že když je rychlost pohybujícího se tělesa konstantní, tak i přesto je výslednice sil nenulová, což odporuje 2. Newtonovu pohybovému zákonu, kde $F = m \cdot a$. Protože rychlost je konstantní, pak je zrychlení nulové, tedy i výslednice sil musí být nulová. Což ukazuje následující obrázek 2.3:

  Při vysvětlování tohoto typu miskoncepce můžeme vyjít u žáků ze životní zkušenosti z jízdy na kole. Když žák jedoucí na kole na rovině přestane šlapat, tak se za nějakou dobu zastaví. Tento jev způsobuje odporová síla, působící proti směru pohybu žáka na kole. V důsledku této síly máme tedy brzdné zrychlení. Kdyby chtěl žák jet konstantní rychlostí, musí působit stejnou silou jako je síla brzdná. Rozdíl velikosti odporové síly od vzduchu snadno registrujeme, když jedeme za bezvětří nebo proti silnému větru.

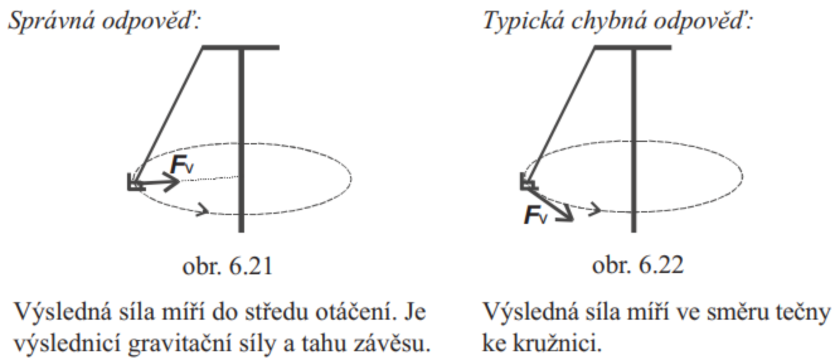
- Další mylnou domněnkou žáků je, že pokud sedíme na řetízkovém kolotoči a točíme se na něm, tak žáci mylně říkají, že výsledná síla působí ve směru pohybu a její směr je



Obrázek 2.3: Důsledky působení/nepůsobení síly na pohybující se těleso

Zdroj: Převzato z [14]

tečnou k trajektorii pohybu. V tomto případě je nutné žákům vysvětlit, že výsledná síla míří do středu otáčení, protože se jedná o výslednici síly gravitační a tahu závěsu. Tuto miskoncepci zachycuje následující obrázek 2.4:



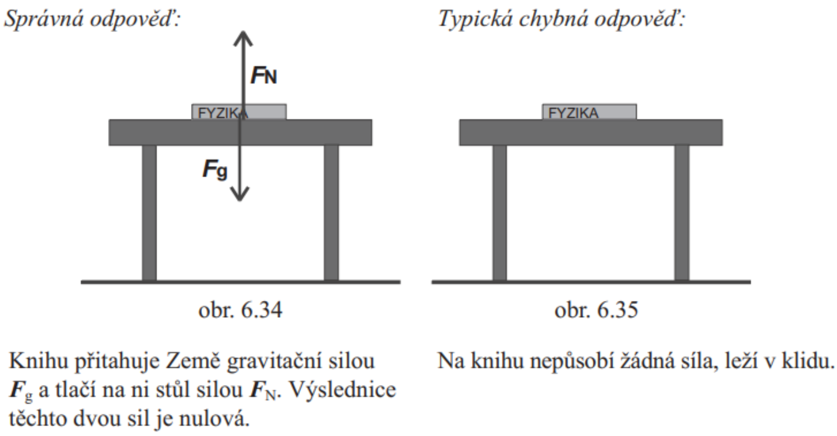
Obrázek 2.4: Schematický náčrt miskoncepce týkající se dostředivé síly

Zdroj: Převzato z [14]

- Nemůžeme opomenout následující miskoncepci, kdy se žáci mylně domnívají, že síla působí na těleso tak dlouho, dokud se těleso nezastaví. Příkladem, který může tento omyl vyvrátit je, že vezmeme vozíček, který roztlačíme. Tím jsme ho uvedli do pohybu, ale dále se ho už nedotýkáme. Žáci mohou vidět, že síla, která uvedla vozík do pohybu, už nadále na vozík nepůsobí, ale přitom vozík jede dál.

- Dále se žáci mýlí v případě, že síla, která působí na rychleji se pohybující těleso je větší, než síla působící na těleso, které se pohybuje pomaleji. Tento omyl můžeme vyvrátit dvěma způsoby. První případ je matematický. Vezmeme vztah z 2. Newtonova pohybového zákona $F = m \cdot a$. Aniž bychom rozepisovali zrychlení pomocí rychlosti a času, můžeme žákům dokázat, že se v uvedeném vztahu nemusí měnit pouze zrychlení, ale můžeme měnit i hmotnost těles. Tedy prakticky můžeme vzít dvě různě těžká tělesa a uvést je stejně velikou silou do pohybu. Následně lze vidět, že lehčí těleso se bude pohybovat rychleji, než těleso těžší.

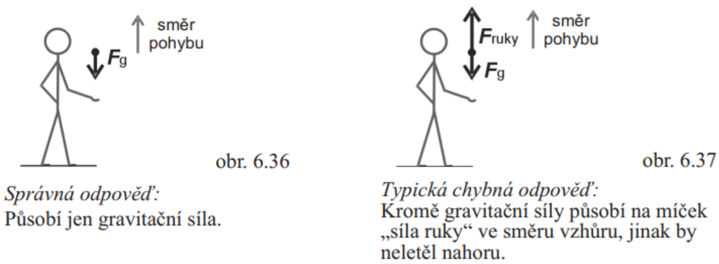
- Další mylnou domněnkou většiny žáků je, že pokud se těleso, či oni sami nacházejí v klidu, nepůsobí na ně žádné síly. Avšak tato domněnka je opět mylná. Například na obr. 2.5 kniha položená na stole působí na stůl stejně velikou silou jako stůl na knihu, jenom jsou tyto síly opačně orientované.



Obrázek 2.5: Schematický náčrt miskoncepce o nepůsobení sil na těleso v klidu

Zdroj: Převzato z [14]

- Další častou miskoncepcí žáků je, že pokud nějaké těleso uvedeme do pohybu, síla, kterou jsme na něj působili, se přenáší na toto těleso. Avšak jediné, co na toto těleso působí je síla gravitační, která přitahuje těleso k povrchu Země. Pro vysvětlení této miskoncepce je vhodné dětem názorně ukázat, například vyhození míčku svisle vzhůru. Od okamžiku, kdy míček opustí ruku, již na něj síla od ruky nemůže působit. Tuto miskoncepci lze vidět na obr. 2.6.

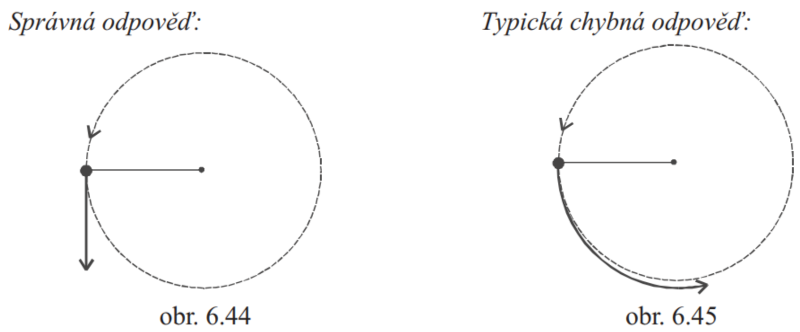


Obrázek 2.6: Miskoncepce o přenosu síly působící na pohybující se těleso

Zdroj: Převzato z [14]

- Mnoho žáků se domnívá, že silou mohou působit kromě motorů, napjatých vláken či pružin, magnetů a elektricky nabitých těles jen živé bytosti a pohybující se tělesa. Naším úkolem je tuto domněnku vyvrátit. Jak už bylo řečeno v jednom z předchozích bodů, kniha působí silou na stůl a stůl působí stejně velikou, opačně orientovanou silou na knihu. A jak víme, ani jeden z předmětů není živá bytost a ani není v pohybu.

- Další miskoncepcí je představa žáků o pohybujícím se tělese, na něž přestane působit síla kolmá na směr pohybu tělesa, kdy podle žáků těleso zachovává původní tvar trajektorie, jak znázorňuje obrázek 2.7:



Obrázek 2.7: Pohyb tělesa po ukončení působení dostředivé síly

Zdroj: Převzato z [14]

Názorným příkladem v hodinách fyziky, kdy můžeme tuto miskoncepci odstranit, je pokus s kuličkou na provázku, která se pohybuje po vodorovné kružnici.

2.4 Přehled miskoncepcí vzájemného působení těles

V této podkapitole je uveden výčet nejčastějších miskoncepcí žáků spojených s tématem vzájemného působení těles. Všechny tyto domnělé názory jsou spojeny s neznalostí, či nepochopením 3. Newtonova pohybového zákona: akce a reakce. V tomto případě můžeme říci, že nezáleží na tom, jestli je jedno z těles větší/menší, rychlejší/pomalejší, atd. Příkladem časté miskoncepce žáků je představa o tom, že větší/mohutnější spolužák je zároveň silnější (působí větší silou) na spolužáka, který je menší/drobný, tedy ten, který na něj působí menší silou. Uvedený výčet těchto nejčastějších miskoncepcí je převzat z [14, str. 93,94]:

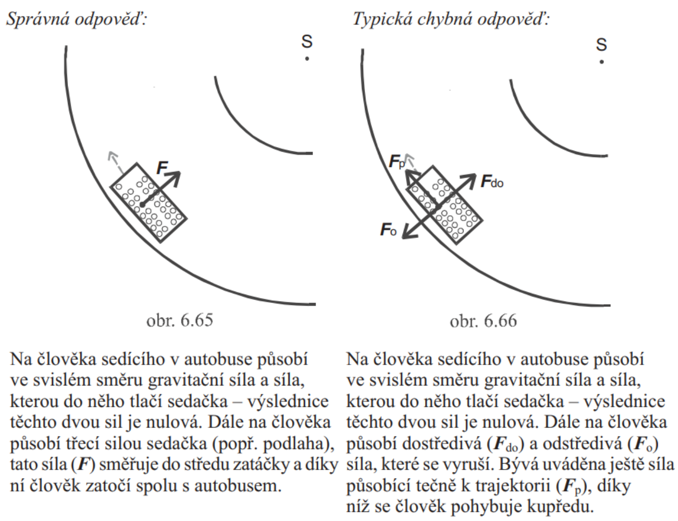
- „*Větší (těžší, tvrdší) těleso působí na menší (lehčí, měkčí) větší silou.*“

- *„Srazí-li se dvě tělesa srovnatelných rozměrů, pak to, které mělo větší rychlost, působí větší silou.“*
- *„Jestliže při srážce dojde k deformaci jednoho z těles, pak to neponičené působí větší silou.“*
- *„Jestliže se tělesa pohybují, musí být „akce větší než reakce“.“*
- *„Síly vzájemného působení jsou časově posunuté, nejprve působí akce, potom reakce.“*
- *„Síly akce a reakce působí na totéž těleso, mohou se spolu sčítat a v případě stejné velikosti se ruší.“*

2.5 Přehled miskoncepcí pohybu po kružnici

V této kapitole se opět objevuje obrázek převzatý z publikace o miskoncepcích na základních školách, tedy je opět zaměněna tíhová a gravitační síla.

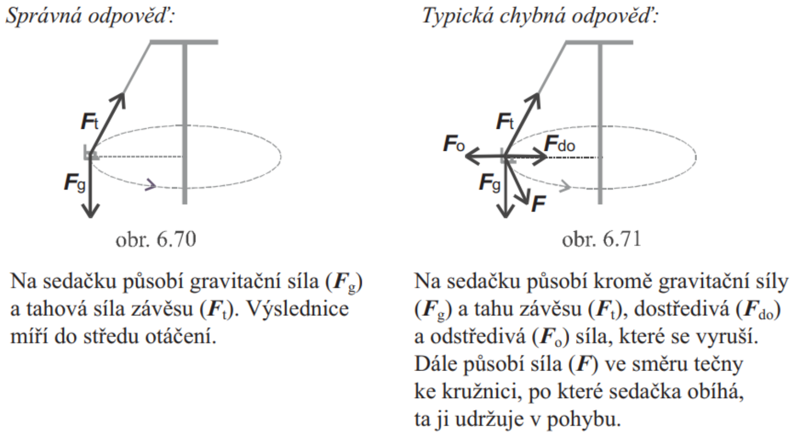
- Nejčastější miskoncepcí v rámci tématu pohyb po kružnici je představa, že na těleso působí stejně veliká dostředivá a odstředivá setrvačná síla, které mají opačný směr a tedy se navzájem vyruší. Méně často se objevuje tvrzení o síle ve směru pohybu, jak zobrazuje obr. 2.8.



Obrázek 2.8: Podstata pohybu tělesa po kružnici

Zdroj: Převzato z [14]

- Další častou miskoncepcí je nesprávná představa o reálných silách, které působí na sedačku řetězového kolotoče viz obr. 2.9. Kromě správně zakreslené gravitační síly a tahové síly od závěsu, žáci mylně zakreslují také sílu dostředivou, odstředivou setrvačnou případně tečnou sílu ve směru pohybu kolotoče.



Obrázek 2.9: Síla působící na sedačku kolotoče

Zdroj: Převzato z [14]

2.6 Přehled miskoncepcí tření a třecí síly

Když se řekne v hodinách fyziky pojem tření, většinou si žáci vzpomenou na pokusy prováděné během laboratorních hodin, kdy posouvají například hranol po určitém povrchu ze dřeva, polystyrenu, molitanu, atd. Další část žáků si tento pojem spojí s nějakým opotřebením. Proto si jen malá část žáků spojí pojem tření se silovým působením.

Nutno podotknout důležitost zdůraznění rozdílu mezi smykovým třením při pohybu a klidovým třením. Jak třecí síla při pohybu, tak i klidová třecí síla působí na styčné plochy, rozdíl je však v tom, že v prvním případě se styčné plochy vůči sobě pohybují a ve druhém případě ne. Dalším rozdílem mezi třecí silou při pohybu a klidovou třecí silou je orientace směru, kterým tyto síly působí. V prvním případě působí síla proti směru pohybu a je rovna součinu kolmé tlakové síly, kterou tlačí jedno těleso na druhé, a koeficientu smykového tření. Ve druhém případě je také velikost klidové třecí síly dána součinem kolmé tlakové síly, kterou tlačí jedno těleso na druhé, ale místo koeficientu smykového tření násobíme koeficientem klidového tření.

Klidová třecí síla působí u navzájem nepohybujících se těles na jejich styčných plochách. Velikost klidové třecí síly je omezena intervalem od nuly do hodnoty dané součinem koeficientu klidového tření s kolmou tlakovou silou. Prvním mezním případem, kdy je klidová třecí síla nulová, je jakýkoliv předmět ležící na vodorovné ploše. V případě, leží-li předmět na nakloněné rovině, pak může nastat druhý extrém, kdy je klidová třecí síla maximální, což je určeno takovým nakloněním roviny, kdy se předmět začíná pohybovat směrem dolů.

Klidová třecí síla může působit i ve směru pohybu tělesa, příkladem může být, když sedíme ve vlaku, neopíráme se o opěradlo, a vlak se rozjíždí se zrychlením, pak se pohybujeme v důsledku klidové třecí síly se stejným zrychlením jako vlak.

Uvedený výčet těchto nejčastějších miskoncepcí je převzat z [14, str. 100]:

- „*Tření působí vždy proti pohybu.*"
- „*Když není pohyb, není ani třecí síla*".
- „*Třecí síla není „pravá síla", je to nějaký „odpor pohybu".*"

2.7 Přehled miskoncepcí spojených s gravitačním působením

Pokud bychom se v rámci tématu gravitace a gravitační působení zeptali žáků na otázky typu: odkud se podle vás vzala zemská přitažlivost? S čím byste ji spojili? Jak podle vás zemská přitažlivost funguje? Dozvěděli bychom se spoustu zajímavých pohledů na tuto problematiku, některé z nich uvádí [14, str. 105,106]:

- „*Gravitace je vázaná na vzduch.*"

  Otázka zní, jak tuto mylnou informaci žákům vyvrátit. K vyvrácení této mylné informace může posloužit příklad astronauta na Měsíci, kde můžeme vyvrátit potřebu vzduchu pro gravitační působení jeho neexistencí na Měsíci. S největší pravděpodobností se jedná o záměnu gravitace s tlakovou silou vzduchu.

- „*Gravitace souvisí s rotací Země.*"

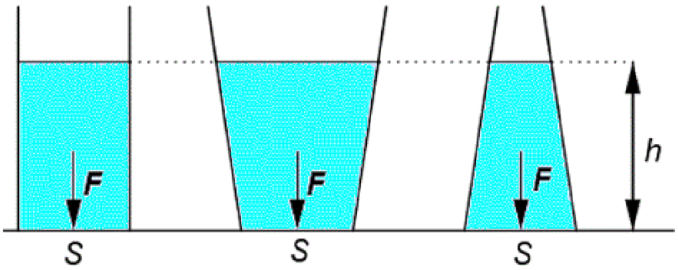
  Tato mylná představa může u žáků vznikat z důvodu, že proti odstředivé setrvačné síle směřuje síla dostředivá, čímž se jim nabízí možnost prohlásit tuto dostředivou sílu za sílu gravitační.

- „*Gravitace souvisí se zemským magnetismem.*"

  Tato miskoncepce je zřejmě podložená záměnou gravitace s magnetismem, který je pro žáky známý a lépe představitelný.

2.8 Přehled miskoncepcí spojených s mechanikou kapalin a plynů

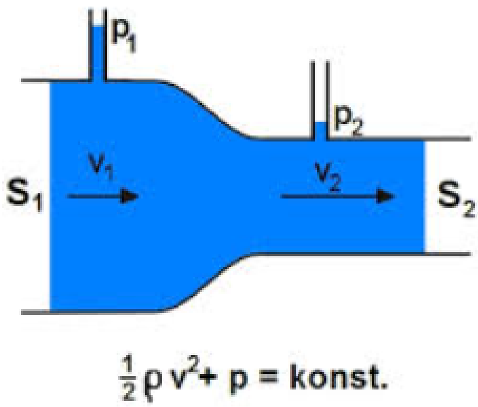
V rámci tématu mechanika kapalin a plynů se můžeme často setkat s miskoncepcí u témat hydrostatický paradox a Bernoulliho rovnice. Níže jsou uvedeny dané miskoncepce:



Obrázek 2.10: Velikost síly působící na dno různých nádob

Zdroj: Převzato z [9]

- Hydrostatický paradox je zobrazen na obr. 2.10. Častou odpovědí na otázku, ve které nádobě působí na dno největší hydrostatická tlaková síla, bývá uvedení prostřední nádoby, v níž je největší objem kapaliny. Tedy žáci odvozují velikost hydrostatické tlakové síly od hmotnosti kapaliny v nádobě. Pro odstranění této miskoncepce použijeme vztah pro tlak, $p = \frac{F}{S}$, kde tlak je dán hodnotou hydrostatického tlaku, který závisí, kromě jiného, na výšce kapaliny v nádobě, která je ve všech třech nádobách stejná. A tedy při stejné velikosti dna musí být tlaková síla ve všech nádobách stejná.



Obrázek 2.11: Bernoulliho rovnice

Zdroj: Převzato z [2]

- Bernoulliho rovnice je zobrazena na obr. 2.11. Téměř stoprocentní odpovědí na otázku, jaký je tlak v uzší trubici, je odpověď, že je větší než v široké trubici. Pro odstranění této mylné domněnky potřebujeme použít zákon zachování mechanické energie v proudící kapalině:

  $$E_{k_1} + E_{t_1} = E_{k_2} + E_{t_2}$$

  Kde dosazením za kinetickou a tlakovou energii dojdeme do vztahu:

  $$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V \cdot v_1^2 + p_1 \cdot V = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V \cdot v_2^2 + p_2 \cdot V$$

  Výše uvedený vztah můžeme zjednodušit tím, že celou rovnici vykrátíme objemem V:

  $$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + p_2$$

  Tedy, když v úzké trubici narůstá rychlost proudící kapaliny a tedy i kinetická energie, tak se musí tlaková energie zákonitě snížit.

Shrnutí

Uvedené miskoncepce jsou jen střípkem z miskoncepcí, se kterými se učitel fyziky ve své praxi denodenně setkává. Prací vyučujícího fyziky je tyto domněnky co nejlépe žákům vyvrátit tak, aby společnými silami došli k fyzikálně správnému závěru. Při přípravě metodických materiálů bylo myšleno na tyto nejčastější miskoncepce. Snahou bylo se jich při přípravě vyvarovat, protože tyto metodické materiály byly vytvořeny i k samostatné práci žáků. Tedy bylo nutné se těmto miskoncepcím vyhnout. Diplomová práce na ně pouze upozorňuje ve své teoretické části a nejčastější miskoncepce zmiňuje i s jejich možným odstraněním.

3 Metodické materiály

Praktická část diplomové práce se zaměřuje na zadání a autorské řešení všech vytvořených fyzikálních úloh. Metodické materiály pro výuku fyziky v 1. ročníku gymnázia jsou souborem fyzikálních úloh řazených podle následujících témat: fyzikální veličiny, kinematika, dynamika, mechanická energie, práce a výkon, gravitační pole, mechanika tuhého tělesa a mechanika kapalin a plynů. Tato témata odpovídají kapitolám v publikaci Odmaturuj z fyziky.

Tyto metodické materiály by mohly sloužit učitelům pro zpestření a obohacení hodin fyziky, jako námět na domácí úkoly a písemné práce, nebo by je samotní žáci mohli používat při samostudiu.

Pro zpestření úloh bylo využito různých typů zadání, se kterými žáci musí pracovat. Úlohy nejsou vždy zadány stejným klasickým způsobem. Žáci například vyplňují vynechané informace do tabulky, ze zadaného textu musí vyčíst určitou informaci, pracují s přiloženými definicemi, hledají potřebné informace na internetu, se kterými dále pracují, či pracují s grafy, ze kterých odečítají potřebné hodnoty.

V diplomové práci jsou obsaženy úlohy, které můžeme především brát jako procvičovací a ověřovací, v závislosti na okamžiku, kdy je vyučující zařadí do výuky. Nechybí zde ani úlohy s motivačními prvky, jako například 7. úloha z 1. metodického materiálu, kde se žáci setkávají s novými pojmy, které budou v budoucnu probírány. Dále je v diplomové práci i několik málo úloh, které jsou zaměřeny na mezipředmětové vztahy, jako například 1. úloha 2. metodického materiálu, kde propojujeme fyziku s biologií, respektive se zeměpisem. Některé úlohy jsou zaměřené na bezpečné chování v silničním provozu, jako například 5. úloha 2. metodického materiálu. Objevují se zde úlohy inspirované anglickou literaturou, jako například 3. úloha, 1. metodického materiálu, filmovou tvorbou pro děti, jako například 8. úloha, 2. metodického materiálu, ale i „významným českým myslitelem Járou Cimrmanem“ (9. úloha, 3. metodického materiálu). Je zde i úloha z historie přepravy dřeva po řekách formou plavení klád a vorů (1. úloha 7. metodického materiálu).

V mnoha úlohách se setkáváme s různě zapsanou číselnou hodnotou a jednotkou. Záměrem autora diplomové práce bylo to, aby žáci museli velmi precizně číst zadání, ze kterého na první pohled nejsou patrné zadané hodnoty, čímž můžeme zkvalitňovat čtenářskou gramotnost. V jiných úlohách jsou zase jednotky zapsány značkou a to z toho důvodu, že je její vypsání pomocí zkratky jednodušší (např. značka pro hybnost).

V diplomové práci je většina řešených úloh umístěna na samostatné stránce tak, aby si vyučující mohl vytisknout jen řešení dané úlohy a současně je toto členění výhodné, pokud chce učitel žákům v rámci rekapitulace promítnout řešení projektorem na plátno.

Po připomínkách od žáků, kteří některé z úloh řešili, bylo zadání grafů přeformátovány do velikosti, ve které jsou hodnoty přehlednější. Prvotní velikost grafů byla definována snahou umístit co nejvíce informací na co nejmenší plochu. Tato forma však nebyla pro žáky přehledná, a proto velikost stávajících grafů v zadáních preferuje požadavky žáků, nikoliv úspory místa v textu.

Další kapitola v praktické části se zabývá způsoby práce s metodickými materiály, přímo v hodinách fyziky na Gymnáziu F. M. Pelcla v Rychnově nad Kněžnou, v prvním ročníku čtyřletého studia (1.B4, 25 žáků) a v pátém ročníku osmiletého studia (5.A8, 28 žáků).

Dále je zde uvedena reflexe žáků, kteří část daných úloh řešili. S tím, že ke každé otázce z dotazníku je zde přiložen příslušný graf četností odpovědí dotazovaných žáků, u kterého je krátký popis odpovědí na danou otázku.

3.1 Metodické materiály pro výuku fyziky v 1. ročníku gymnázia

Většina úloh v metodických materiálech má formu procvičovacích a ověřovacích úloh, vždy však záleží na samotném vyučujícím, k čemu danou úlohu využije. Nelze opomenout, že v metodických materiálech se nachází i nemalý počet motivačních úloh. Časová náročnost úloh je individuální. Záleží na kombinaci úloh, které si každý vyučující sám vybere. Samotné vypracování některých úloh zabere 5 - 10 minut, jiné však mohou svojí náročností zabrat i půl vyučovací hodiny. Proto je vhodné úlohy nakombinovat tak, aby žáci neřešili bezprostředně po sobě dvě časově náročné úlohy. Úlohy je možné následně kontrolovat buď jako celek, tedy zadat více úloh, a pak je po vypršení daného časového limitu zkontrolovat všechny najednou, nebo provádět kontrolu každé úlohy samostatně, což záleží na způsobu práce, který dané třídě více vyhovuje. Kontrolu výsledků můžeme provádět více způsoby, například:

- Klasickým ústním ověřováním výsledků, kdy můžeme získat více výsledných odpovědí od více žáků.
- Promítnutím žákovských výsledků pomocí projektoru, kdy jeden z žáků vyfotí své řešení mobilním telefonem a následně ho může nasdílet ostatním žákům prostřednictvím aplikace Teams, případně vyučující jeho řešení promítne.
- Promítání autorského řešení.
- Vyřešení úlohy žákem na tabuli, kdy je vhodné, pokud to jde, postavit žáka za zadní část tabule a nechat ho samostatně řešit danou úlohu.

3.1.1 Metodický materiál - Fyzikální veličiny

V této kapitole je nejefektivnější promítnutí autorského řešení, či pokud je to technicky možné, promítnutí zadání na bílou tabuli, kam by mohli sami žáci chodit zapisovat svá řešení. Protože se jedná spíše o úlohy procvičovací, řešení těchto úloh by nemělo zabrat více než deset minut.

1. úloha

Doplňte tabulku základních jednotek soustavy SI.

Fyzikální veličina	**Značka veličiny**	**Základní jednotka**	**Značka jednotky**
délka	l	metr	m
hmotnost	m	kilogram	kg
čas	t	sekunda	s
elektrický proud	I	ampér	A
Termodynamická teplota	T	kelvin	K
látkové množství	n	mol	mol
svítivost	I	kandela	cd

Tabulka 3.1: Základní jednotky SI

2. úloha

Využijte výše vyplněné tabulky a určete, zda dané veličiny patří mezi základní jednotky SI.

a) Na preventivní prohlídce se musel Petr změřit. Sestřička naměřila výšku 170 centimetrů a hmotnost 75 kilogramů. (**NE**/**ANO**)

b) Na stavbě vozil Michal v kolečku písek. Michal za týden navozil 1 tunu písku. (**NE**)

c) Na mistrovství světa účastníci běží závod na 100 metrů. Vítěz uběhl trať za 11,06 sekundy. (**ANO**/**ANO**)

d) V práci stráví člověk 8 hodin denně. (**NE**)

e) Vzdálenost mezi městy Praha a Brno je 190 kilometrů. (**NE**)

f) Nejvyšší hora na světě se jmenuje **Mount Everest** a měří 8848 metrů. (**ANO**)

g) Voda uvařená na zelený čaj má 75 °C. (**NE**)

h) Na nabíječce na mobil je napsáno, že tento spotřebič odebírá 2,3 ampér. (**ANO**)

3. úloha

U každé úlohy určete základní jednotku SI.

a) Harry Potter chtěl změřit stadion, na kterém bude hrát famfrpál. **metr**

b) Hermiona vařila Mnoholičný lektvar. V návodu na přípravu se píše: do kotlíku (nejmenší velikosti) vložíme tři chlupy Dlaždičouna a roh Jednorožce. Zalijeme 14 dní starým výluhem z dračí kůže. Necháme louhovat další týden a poté přidáme kůži z Hřímala o velikosti nehtu na palci. Za další týden přidáme měsíc starý výluh z Mandragory a vše uvedeme do varu. **sekunda/kelvin**

c) Harry Potter po konzumaci lektvaru Felix Felicis šel šťastně navštívit Hagrida. Jelikož měl dobrou náladu, chtěl si stopnout, jak dlouho mu cesta bude trvat. **sekunda**

d) Profesor Severus Snape na svých hodinách používal kouzelný dataprojektor. Kouzlo spočívalo v tom, že měl pod stolem generátor elektrického proudu. **ampér**

e) Profesoru Severusi se rozbil jeho kouzelný dataprojektor a potřeboval u něj vyměnit žárovku. Ve skladu vybírá vhodnou žárovku, dle svítivosti. **candela**

f) Dolores Umbridgeová vařila Veritasérum, u kterého musela správně nakombinovat jednotlivé ingredience, aby lektvar správně fungoval. Pro správnou kombinaci ingrediencí využívala látkové množství. **mol**

g) Harry Potter dostal jako dárek Nimbus 2000. Toto koště není jenom rychlé, ale i hodně lehké. **kilogram**

4. úloha

Do tabulky doplňte značku fyzikální veličiny, následně přiřaďte každé fyzikální veličině anglický název, který vyberete z názvů pod tabulkou.

Fyzikální veličina	**Značka veličiny**	**Základní jednotka**	**Anglický název**
tlak	p	Pa	press
síla	F	N	force
hmotnost	m	kg	mass
čas	t	s	time
výška	h	m	height
objem	V	m^3	volume
okamžitá rychlost	v	m/s	velocity
práce	W	J	work
délka	l	m	length
teplota	T	K	temperature
energie	E	J	energy
výkon	P	W	performance
zrychlení	a	$\mathrm{m/\,s}^2$	acceleration

Tabulka 3.2: Doplňovačka - fyzikální veličiny - anglický název

Anglické názvy: temperature, volume, press, acceleration, work, mass, length, force, performance, velocity, height, energy, time.

5. úloha

Do tabulky dopište značku předpony a její násobek.

Pomůcka	**Značka předpony**	**Název**	**Násobek**
Ex	E	exa	10^{18}
Prezident	P	peta	10^{15}
Tomáš	T	tera	10^{12}
Garigue	G	giga	10^{9}
Masaryk	M	mega	10^{6}
koupil	k	kilo	10^{3}
malý	m	mili	10^{-3}
mlíko	µ	mikro	10^{-6}
na	n	nano	10^{-9}
puding	p	piko	10^{-12}
fermentovaný	f	femto	10^{-15}
alkoholem	a	atto	10^{-18}

Tabulka 3.3: Mnemotechnická pomůcka

6. úloha

Využijte tabulky a vypočítejte:

$132 \cdot 10^{-2}$ kJ =	1 320	J	10^{4} mA =	10	A
$38 \cdot 10^{-3}$ g =	38	mg	10^{7} pm =	0,01	mm
$98 \cdot 10^{3}$ MW =	98	GW	10^{2} ms =	0,1	s
$250 \cdot 10^{-4}$ TW =	25	GW	10^{5} MJ =	0,1	TJ
$12 \cdot 10^{4}$ nm =	120	µm	10^{8} mm =	100	km

Tabulka 3.4: Převody jednotek

7. úloha

V tabulce jsou uvedené některé fyzikální veličiny. Určete, zda daná veličina je skalár či vektor. K řešení úlohy použijte uvedené definice:

Skalární veličiny (skaláry) jsou zcela určeny číselnou hodnotou a jednotkou.

Vektorové veličiny (vektory) jsou určeny číselnou hodnotou, jednotkou a směrem.

Fyzikální veličina	Skalární	Vektorová
délka	x	
hmotnost	x	
teplota	x	
síla		x
práce	x	
energie	x	
výkon	x	
moment síly		x
hustota	x	
objem	x	
okamžitá rychlost		x
zrychlení		x

Tabulka 3.5: Veličiny skalární a vektorové

3.1.2 Metodický materiál - Kinematika

Protože se v této kapitole objevuje mnoho časově náročných úloh, proto je vhodné tyto úlohy v hodinách fyziky zařazovat v co nejmenším počtu. Objevují se zde úlohy zaměřené na čtenářskou gramotnost. Tyto úlohy mohou snadno vyřešit i méně zdatní žáci na fyziku, avšak je zde kladen důraz na pečlivé čtení textu, které může dělat některým žákům potíže. V těchto úlohách je vhodné nechat žákům nějaký čas na rozmyšlení se a vyhledání potřebných informací, pak společně ověřit, že byly tyto informace správně vyhledány a teprve následně nechat úlohu žáky samostatně vyřešit. V této kapitole se objevuje mnoho úloh zaměřených na práci s grafy. Je vhodné s žáky jeden typ úlohy projít společně, aby si připomněli, jak správně odečítat hodnoty z grafu a pak s nimi následně dále pracovat. Nemalá část úloh je zaměřena na bezpečnost v silničním provozu, což je stále aktuální téma. Tento typ úloh je vhodné propojit s diskuzí o tom, jak se máme v silničním provozu chovat, a jak by se měli chovat i samotní řidiči. I když žáci jsou ve věku, kdy nemají řidičské oprávnění na automobil, mohou mít řidičské oprávnění na řízení motorky a tím pádem by měli mít nějaké povědomí například o maximálních rychlostech ve městech a mimo město. Protože jsou úlohy náročnější, je zde vhodné využít kontrolu formou promítnutí žákovských výsledků pomocí projektoru či nechat vyřešit úlohu žákem na tabuli ze zadní části tabule a poté společně po uplynutí daného času vše projít.

1. úloha

Zadání

Na webové stránce (odkaz v QR kódu): vyhledejte informace o čápech černých a jejich migraci. Vaším úkolem bude najít, jak je dlouhá jejich cesta mezi hnízdištěm a zimovištěm, následně určete:

https://www.birdlife.cz/capi/

Obrázek 3.1: QR kód - čápi

a) Kolik dní letí čápi na zazimování, jestliže jedinci táhnoucí na jihozápad uletí za den přibližně 250 kilometrů. Jedinci táhnoucí na jihovýchod uletí za den přibližně o 50 kilometrů méně. Dále vypočítejte, kolik dní trvá cesta čápům na jaře, když se vrací k nám. Ti, co letěli na jihovýchod uletí 250 kilometrů a ti, co letěli na jihozápad letěli o 150 kilometrů více.

b) Rychlost letu čápa je přibližně 40 km/h, vypočítejte:

- Kolik hodin trvá čápům celá cesta?
- Kolik hodin denně musí čáp letět při cestě na zimoviště?
- Kolik hodin denně musí čáp letět při návratu zpět k nám?

Rozbor a řešení

V této úloze je důležité, aby žáci našli údaj pro čápa černého, nikoliv pro čápa bílého, o kterém se v zadání nemluví. Na dané webové stránce dohledají příslušné údaje, kde se mohou dozvědět, že někteří čápi černí táhnou jihozápadně cca 10 000 km, druzí pak táhnou jihovýchodně cca 14 000 km.

Vzdálenosti, o kterých se na webové stránce píše, jsou vzdálenosti mezi hnízdištěm, zimovištěm a zpět. Budeme předpokládat, že cesta, kterou urazí čápi z hnízdiště na zimoviště je stejně dlouhá jako cesta ze zimoviště na hnízdiště, a proto v následujících otázkách počítáme s poloviční hodnotou.

V první části úlohy se má zjistit, kolik dní trvá, než čápi dorazí na zimoviště. V textu jsou zadány počty kilometrů, které čápi urazí za jeden den. Ovšem je nutné pečlivě číst zadání. Jiné hodnoty jsou zde zadány pro čápy letící na jihovýchod a čápy letící na jihozápad. Obě výsledné hodnoty se však spočítají stejným způsobem. Stačí pouze vzdálenost na zimoviště vydělit počtem uražených kilometrů za den. Tu samou myšlenku je možné použít v případě výpočtu dnů potřebných na uražení cesty ze zimoviště zpět na hnízdiště. Výsledné hodnoty udává následující tabulka:

Černí čápi odlétající na	**JZ**	**JV**
vzdálenost na zimoviště (km)	5 000	7 000
počet (km/den)	250	200
doba letu na zimoviště (dny)	20	35
vzdálenost na hnízdiště (km)	5 000	7 000
počet (km/den)	400	250
doba letu na hnízdiště (dny)	12,5	28

Tabulka 3.6: Řešení první části úlohy o čápech

Ve druhé části úlohy se už setkáváme se vztahem pro vzdálenost závislou na rychlosti letu: $s = v \cdot t$. Ze zmíněného vztahu vyjádříme čas $t = \frac{s}{v}$, do kterého budeme dosazovat dané hodnoty. Následující tabulka udává výsledné hodnoty pro všechny tři zadané otázky:

Černí čápi odlétající na	**JZ**	**JV**
vzdálenost celé cesty (km)	10 000	14 000
doba letu (h)	250	350
počet (km/den) na zimoviště	250	200
doba letu (h)	6,25	5
počet (km/den) na hnízdiště	400	250
doba letu (h)	10	6,25

Tabulka 3.7: Řešení druhé části úlohy o čápech

Dodatek: Tato úloha není fyzikálně náročná. Účelem této úlohy byla kombinace využití moderních technologií se zadanou úlohou, dále úloha měla být zaměřena na pozorné čtení textu.

2. úloha

Zadání

Na webové stránce (odkaz v QR kódu): najděte informace k následující úloze:

Pes chce chytnout veverku, která je od něj vzdálená 20 metrů. Stihne pes veverku chytit, když nejbližší strom, na kterém by se veverka před psem schovala, je vzdálen 15 metrů?

Pokud by místo psa chytala veverku kočka, chytila by ji?

http://www.savci.upol
.cz/teorie/rychlost.htm

Obrázek 3.2: QR kód - pes, kočka, veverka

Rozbor a řešení

Ani tato úloha nepatří mezi složitější. Opět žáci měli za úkol si dohledat informace na internetu a využít stejného vztahu: ($t = \frac{s}{v}$) jako v předchozí úloze. Myšlenkou této úlohy bylo si vypočítat, kdo dříve doběhne ke stromu, zda to bude veverka či pes, případně veverka či kočka. V následující tabulce jsou všechny tři hodnoty, ze kterých vyplývá, že pes veverku nedožene, ale kočka ano.

Zvíře	**Rychlost (km/h)**	**Čas (s)**
pes	40	3,2
veverka	19	2,8
kočka	48	2,6

Tabulka 3.8: Řešení úlohy o psu, veverce a kočce

Závěr

Pes veverku nemohl chytit, ale kočka ano.

3. úloha

Zadání

Vlak projíždí kolem nástupiště rychlostí 15 m/s. Ve vlaku jde Alenka rychlostí 5 km/h. Jakou rychlostí se pohybuje vůči výpravčímu Jirkovi stojícímu na nástupišti, jestliže Alenka jde:

a) ve směru v jakém se pohybuje vlak:

b) proti směru pohybu vlaku:

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$v_v = 15\,\mathrm{m/s} = 54\,\mathrm{km/h}$	rychlost, kterou se pohybuje vlak
$v_a = 5\,\mathrm{km/h}$	rychlost, kterou se pohybuje Alenka

Úlohu můžeme vypočítat pomocí skládání vektorů.

a) V prvním případě se Alenka pohybuje rychlostí $v_a = 5\,\mathrm{km/h}$ ve stejném směru jako vlak, který se pohybuje rychlostí $v_v = 15\,\mathrm{m/s} = 54\,\mathrm{km/h}$. Tedy velikosti těchto dvou vektorů ležících v jedné přímce se stejným směrem můžeme sečíst: $v = v_v + v_a$ a dostáváme výslednou hodnotu: $v = 54 + 5 = 59\,\mathrm{km/h}$.

b) Ve druhém případě se Alenka ve vlaku pohybuje opačným směrem. Tedy velikosti těchto dvou vektorů ležících v jedné přímce s opačným směrem můžeme odečíst: $v = v_v - v_a$ a dostáváme výslednou hodnotu: $v = 54 - 5 = 49\,\mathrm{km/h}$.

Závěr

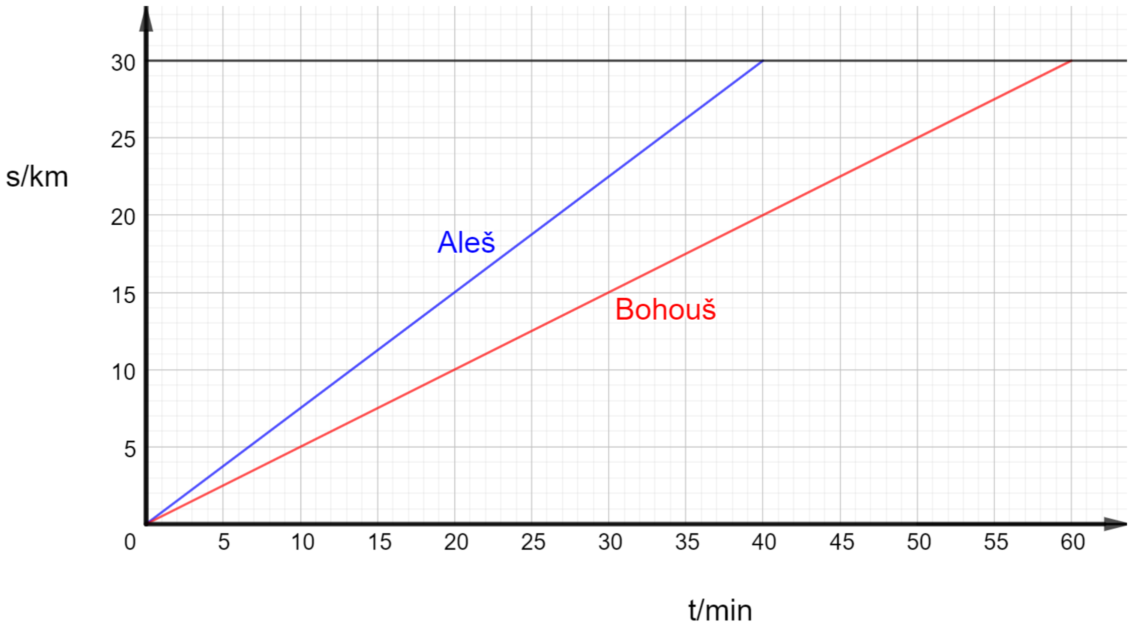
V prvním případě se Alenka pohybuje vůči Jirkovi rychlostí 59 km/h.

Ve druhém případě se Alenka pohybuje vůči Jirkovi rychlostí 49 km/h.

4. úloha

Zadání

Na trati dlouhé 30 kilometrů se konal závod dvou cyklistů. Obrázek znázorňuje dráhy rovnoměrných pohybů obou cyklistů v závislosti na čase t.



Obrázek 3.3: Závod

Z grafu určete:

a) Kdo závod vyhrál, Aleš nebo Bohouš?

b) Jakou rychlostí jeli cyklisté po trati?

c) Kolik minut měl náskok vítěz závodu?

d) Na patnáctém kilometru jízdy stál fotograf. Jak dlouho trvalo, než k němu dojel Bohouš?

e) Po dvaceti minutách od začátku závodu potkal Aleš kameramana. Jak daleko stáli od sebe kameraman a fotograf?

Rozbor a řešení

Celá úloha se dá vyřešit pouze s pomocí grafu, ale pokud žák chce, může počítat. My budeme řešit úlohu pouze prací s grafem.

a) **Závod na 30 km vyhrál Aleš.**

   V grafu je vidět, že 30 km ujel za 40 minut a Bohoušovi ta stejná cesta trvala 60 minut.

b) **Aleš jel rychlostí 45 km/h a Bohouš 30 km/h.**

   I když to nemusí být na první pohled zřejmé, z grafu lze vyčíst i rychlost obou závodníků. Jednodušší je rychlost Bohouše, kterému se podařilo za hodinu ujet 30 km, tedy jeho rychlost je 30 km/h. U Aleše je nutné trochu zapřemýšlet. Protože je graf lineární mohli bychom si buď úsečku prodloužit do místa, kde na ose je 60 minut, nebo se podívat, že Aleš jel 40 minut a do celé hodiny to je 20 minut. V grafu je vidět, že za 20 minut Aleš ujel 15 km. Když tento údaj sečteme s 30 km, které ujel za 40 minut získáme hledanou hodnotu 45 km/h.

c) **Vítěz závodu měl náskok 20 min.**

   Pokud Aleš ujel závod za 40 minut a Bohouš za 60 minut, pak musel mít Aleš náskok 20 minut.

d) **Bohoušovi trvalo dojet k fotografovi 30 minut.**

   Další část úlohy, kterou by šlo početně spočítat přes vztah: $t = \frac{s}{v}$, pouze vyčteme z grafu. Ptáme se, jak dlouho trvalo než Bohouš potkal na 15 km fotografa. Tedy stačí si na svislé ose najít hodnotu 15 km. Kdybychom vedli rovnoběžnou přímku s vodorovnou osou, procházející hodnotou 15 na svislé ose a hledali průsečík s úsečkou popisující Bohoušovu závislost dráhy na čase a našli odpovídající hodnotu tohoto průsečíku na vodorovné ose, dostali bychom hodnotu 30 minut. Jednodušeji by pak šlo říci, když Bohouš ujel 30 km za 1 h, pak 15 km mu trvalo 30 minut.

e) **Kameraman stál ve stejném místě jako fotograf.**

   Podobnou úvahu jako v předešlé části úlohy bychom mohli použít i zde. Nejprve bychom určili, kde stál kameraman a pak už jednoduše zjistíme, jak daleko od sebe stáli kameraman a fotograf. Opět můžeme vyčíst hodnotu z grafu, pouze bychom hledali odpovídající hodnotu na svislé ose. My však budeme uvažovat nad tím, že Aleš ujel celý závod za 40 minut, tedy po 20 minutách měl ujetou půlku závodní trasy, tedy 15 km. Z toho můžeme konstatovat, že kameraman stál na patnáctém kilometru jako fotograf.

5. úloha

Zadání

Reakce řidiče na překážku trvá přibližně dvě sekundy. Jakou dráhu za tuto dobu urazí řidič, pokud jede maximální povolenou rychlostí:

a) v obytné zóně ($\boldsymbol{s}$ = **11 m,** $\Delta \boldsymbol{s}$ = **17 m**),

b) v obci ($\boldsymbol{s}$ = **28 m,** $\Delta \boldsymbol{s}$ = **42 m**),

c) mimo obec ($\boldsymbol{s}$ = **50 m,** $\Delta \boldsymbol{s}$ = **75 m**),

d) na dálnici ($\boldsymbol{s}$ = **72 m,** $\Delta \boldsymbol{s}$ = **108 m**).

Dále určete, o kolik metrů by se prodloužila ujetá vzdálenost, kdyby řidič nedával pozor, díval se do telefonu a jeho reakce na překážku trvala pět sekund. Všechny výsledky zaokrouhlete na celá čísla.

Rozbor a řešení

V úloze počítáme pouze s jediným vztahem: $s = v \cdot t$. Tato úloha není nijak obtížná na výpočty (použijeme kalkulačku) a ani na nějaké složitější fyzikální úvahy. Proto by bylo vhodné uvést, proč je zde tato úloha. Účelem úlohy bylo si uvědomit, jaké je rychlostní omezení v obytné zóně, v obci, mimo obec a na dálnici. Dále z výsledků názorně vidíme, jakou vzdálenost auto urazí za daných podmínek, a jak je tedy důležité se chovat na silnici opatrně.

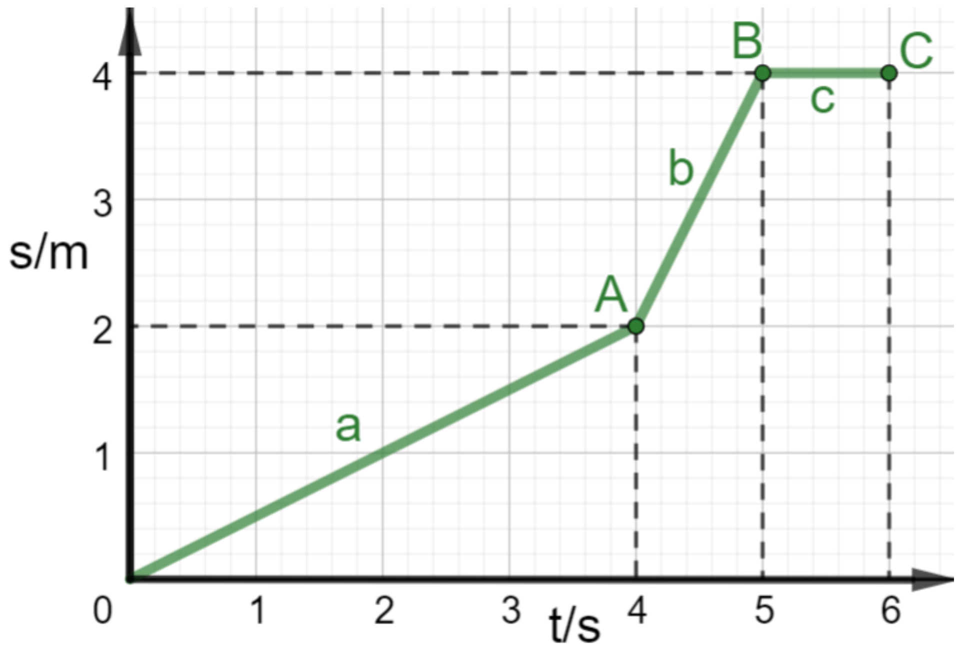
Protože je zde využit pouze jeden vztah, do kterého se dosazují pouze jiné rychlosti (převedené na m/s), tak jsou u úlohy uvedeny pouze výsledné hodnoty. Druhá část úlohy se pouze liší v tom, že jde o rozdíl vzdáleností (Δs), tedy můžeme jít na to dvěma způsoby. Buď vypočítáme vzdálenost, kterou by při dané rychlosti automobil urazil za pět sekund, nebo (protože vztah je přímo úměrný) stačí vzít rozdíl hodnot časů a vynásobit příslušnou hodnotu rychlosti, tím dostaneme ten samý výsledek.

Dodatek: V zadání úlohy jsou zapsány výsledné hodnoty, kde **s** značí ujetou dráhu za 2 s. **Δs** značí o kolik by se dráha prodloužila, kdyby řidič zareagoval až za 5 s.

6. úloha

Zadání

Ke grafu závislosti dráhy na čase chodce sestrojte graf závislosti rychlosti na čase. Dále určete, jakou vzdálenost chodec urazil za čtyři a šest sekund.

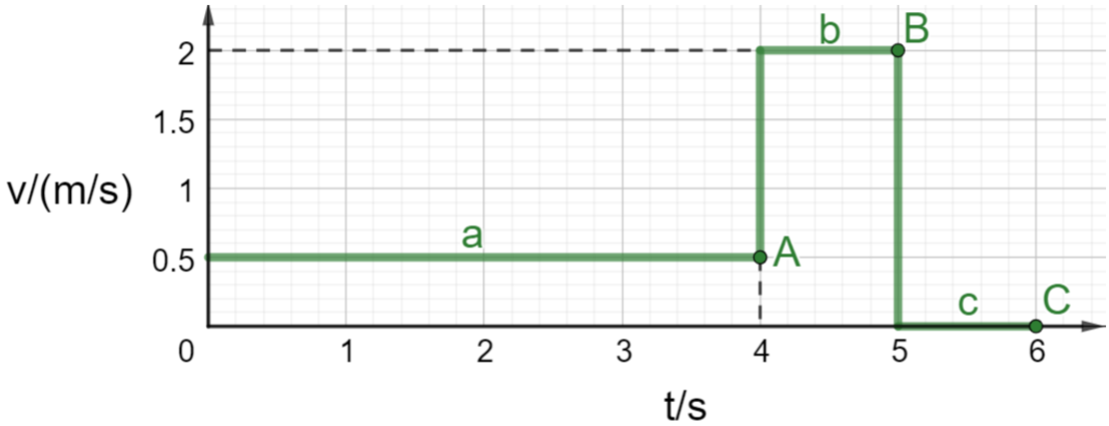


Obrázek 3.4: Závislost dráhy na čase - zadání

Rozbor a řešení

Úloha je zaměřená na grafické vyjádření závislostí dráhy na čase a rychlosti na čase. Tento případ patří mezi nejjednodušší. Využíváme zde vztahu: $v = \frac{s}{t}$, jde tedy o rovnoměrný přímočarý pohyb. Zde stačí pouze v příslušných úsecích (**a**,**b**,**c**) určit hodnotu rychlosti. V úseku **a** chodec ušel 2 m za 4 s, po dosazení do vztahu dostáváme výslednou rychlost: $v = \frac{2}{4} = 0{,}5$ km/h. V úseku **b** chodec ušel další 2 m tentokráte za 1 s, po dosazení do vztahu dostáváme výslednou rychlost: $v = \frac{2}{1} = 2$ km/h. V posledním úseku **c** chodec stál na místě, neušel nic, můžeme tedy i bez výpočtu říci, že se nepohyboval žádnou rychlostí, tedy jeho rychlost byla nulová.

Grafické řešení úlohy:



Obrázek 3.5: Závislost rychlosti na čase - výsledek

Druhou částí úlohy je určit, jakou vzdálenost urazil chodec za 4 s a za 6 s. Tyto hodnoty lze vyčíst ze zadaného grafu, kde vidíme, že během 4 s chodec ušel **2 m** (bod **A**) a během 6 s chodec ušel **4 m** (bod **C**).

Dodatek: Tento typ úlohy by byl možný zrealizovat v rámci laboratorních prací, kdy by žáci pracovali ve dvojicích. Potřebnými pomůckami je pásmo a stopky v telefonu. První z žáků jde rovnoměrným pohybem podél pásma a druhý z žáků pomocí stopek v mobilu zaznamenává čas, za který první žák urazil danou vzdálenost. V tomto měření je vhodné dát žákům volný prostor, jak dané měření provedou. Je však vhodné jim dopředu dát rady, jak nejefektivněji měření provést. Příkladem může být, že druhý z žáků měří čas po každém uraženém metru, dvou metrech či třech metrech. Protože stopky v mobilu mají mezipaměť, nemusí si žák v tom daném okamžiku zapisovat časový interval, stačí znát kolik metrů první z žáků urazil. Naměřené hodnoty by pak sami žáci vynesli do grafu a následným úkolem by bylo zkonstruovat graf závislosti rychlosti na čase. Když bychom dali žákům volnost v provádění měření, mohli bychom dostat více odlišných měření a tím i více úloh na další použití.

7. úloha

Zadání

Přechod pro chodce přes obě části silnice je dlouhý šest metrů. Přes přechod chtějí přejít běžec rychlostí 9 km/h, maminka s kočárkem jdoucí rychlostí 4,5 km/h a stařenka rychlostí 2,7 km/h. Vaším úkolem je spočítat, zda všichni stihnou bezpečně přejít přechod pro chodce, když z levé strany jede kamion vzdálený od přechodu 30 metrů. Problém je, že řidič nechce zastavovat a jede stálou rychlostí 15 m/s.

Představte si stejnou situaci. Pouze kamion nepřijíždí k přechodu zleva ale zprava. Vypočítejte, zda by za stejných podmínek z předchozí části úlohy byl někdo z těchto tří osob schopný se bezpečně dostat na druhou stranu silnice, aniž by se v polovině cesty zastavil.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$l = 6\,\mathrm{m}$	délka přechodu
$v_b = 9\,\mathrm{km/h} = 2{,}5\,\mathrm{m/s}$	rychlost, kterou se pohybuje běžec
$v_m = 4{,}5\,\mathrm{km/h} = 1{,}25\,\mathrm{m/s}$	rychlost, kterou se pohybuje maminka s kočárkem
$v_s = 2{,}7\,\mathrm{km/h} = 0{,}75\,\mathrm{m/s}$	rychlost, kterou se pohybuje stařenka
$s = 30\,\mathrm{m}$	vzdálenost kamionu od přechodu
$v = 15\,\mathrm{m/s}$	rychlost, kterou se pohybuje kamion

Úlohu lze počítat dvěma způsoby. Můžeme vypočítat, za jakou dobu dojede kamion k přechodu a za jakou dobu chodci dojdou do poloviny silnice. Poté porovnáme dané hodnoty a z nich konstatujeme, koho by kamion nepřejel. Druhou možností je vypočítat, za jakou dobu dojede kamion k přechodu a tuto hodnotu využít k výpočtu dráhy, kterou stihnou za tuto dobu chodci ujít. Z těchto hodnot hned zkonstatujeme, zda by kamion někoho přejel a výsledky můžeme využít následně k výpočtu varianty, kdy kamion přijíždí zprava a chodci musí přejít přes celou šíři silnice (6 m), aniž by se zastavili.

Použijeme druhý způsob pro výpočet uražené vzdálenosti za dobu, za kterou dorazí kamion k přechodu. Využitím vztahu pro rovnoměrně přímočarý pohyb dostáváme dobu, za kterou dorazí kamion k přechodu:

$$s = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{30}{15} = 2\,\mathrm{s}$$

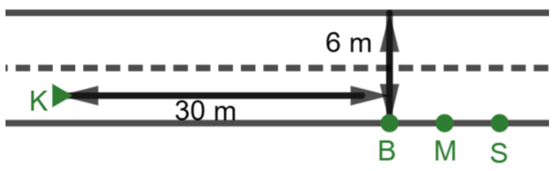
Následně vypočítáme jakou vzdálenost ujdou chodci za t = 2 s:

Běžec: $s_b = v_b \cdot t = 2{,}5 \cdot 2 = 5$ m.

Maminka s kočárkem: $s_m = v_m \cdot t = 1{,}25 \cdot 2 = 2{,}5$ m.

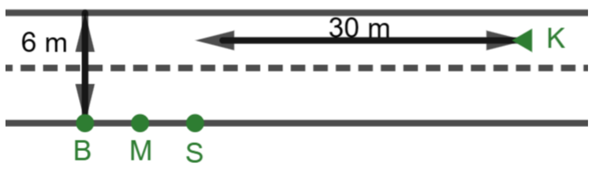
Stařenka: $s_s = v_s \cdot t = 0{,}75 \cdot 2 = 1{,}5$ m.

a) Pro zodpovězení otázky z první části úlohy, budeme počítat s variantou kamionu přijíždějícího zleva obr. 3.6. V případě kamionu (K) přijíždějícího zleva stačí běžci (B), mamince s kočárkem (M) a stařence (S) dojít pouze do vzdálenosti, odpovídající polovině délky přechodu: $s_x = \frac{l}{2} = \frac{6}{2} = 3$ m.



Obrázek 3.6: Schematický náčrt situace kamionu přijíždějícího zleva

b) Pro zodpovězení otázky ze druhé části úlohy, budeme počítat s variantou kamionu (K) přijíždějícího zprava obr. 3.7. V tomto případě musí běžec (B), maminka s kočárkem (M) a stařenka (S) dojít do vzdálenosti, odpovídající celé délky přechodu: $s_{x_1} = l = 6$ m, nebo dojít přesně do vzdálenosti, odpovídající polovině délky přechodu, jako tomu bylo v předchozí části úlohy: $s_{x_2} = \frac{l}{2} = \frac{6}{2} = 3$ m.



Obrázek 3.7: Schematický náčrt situace kamionu přijíždějícího zprava

Závěr

Porovnáním vypočítaných vzdáleností uražených běžcem, maminkou s kočárkem a stařenkou, můžeme konstatovat, že v případě, kdy pojede kamion zleva, musí stařenka před přechodem počkat, jinak by ji kamion přejel. Pokud by však kamion jel zprava, jediná stařenka může jít na přechod, protože nedorazí ani do poloviny silnice. Ostatní by museli v polovině cesty zastavit, aby je kamion nepřejel.

8. úloha

Zadání

Burák jede po silnici rychlostí 54 km/h. Kolik metrů před přechodem by měl začít brzdit, aby zastavil chodci na přechodu? Počítejte s akcelerací $3\,\mathrm{m/s^2}$.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$v_0 = 54\,\mathrm{km/h} = 15\,\mathrm{m/s}$	rychlost, kterou se pohybuje Burák
$v = 0\,\mathrm{km/h} = 0\,\mathrm{m/s}$	rychlost Buráka před přechodem
$a = 3\,\mathrm{m/s^2}$	zrychlení, se kterým Burák zpomaluje

K výpočtu použijeme vztahů pro rovnoměrně zpomalený pohyb:

$$v = v_0 - a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v_0 - v}{a} \qquad\qquad s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

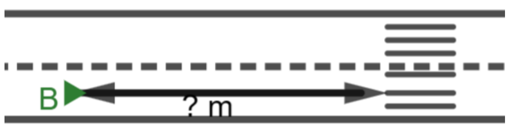
Pro výpočet Burákovy brzdné dráhy (obr. 3.8) dostáváme vztah:

$$s = v_0 \cdot \frac{v_0 - v}{a} - \frac{1}{2} \cdot a \cdot \left(\frac{v_0 - v}{a}\right)^2$$

Protože koncová rychlost je nulová, lze vztah upravit, následně dosadit zadané hodnoty a dostáváme:

$$s = \frac{(v_0)^2}{2 \cdot a} = \frac{(15)^2}{2 \cdot 3} = 37{,}5\,\mathrm{m}$$

.



Obrázek 3.8: Schematický náčrt situace, kdy přijíždí Burák (B) k přechodu

Závěr

Aby Burák před přechodem zastavil, musí začít brzdit 37,5 m před přechodem.

9. úloha

Zadání

Na hřišti si hrají Jindra s Pepíčkem. Pepíček si chtěl zahrát na honěnou. Protože se Jindrovi na honěnou nechtělo hrát, tak se zastavil ve vzdálenosti 125 metrů od Pepíčka a z tohoto místa už se dál nehnul.

a) Vypočítejte, jak dlouho Pepíčkovi trvalo, než chytil Jindru, když běžel rychlostí 6 km/h?

b) O kolik minut déle by Pepíčkovi trvalo Jindru chytit, kdyby si to Jindra rozmyslel a ve stejnou chvíli, co Pepíček za ním vyběhl by začal utíkat rychlostí 4 km/h?

c) Představte si, že Pepíček měl na ruce hodinky, které ukazují počet kroků. Před zmíněnou honičkou ukazovaly hodinky 1 256 kroků. Spočítejte, kolik kroků krokoměr ukazoval poté, co Pepíček chytil Jindru, který se mu snažil utéct. Pepíčkův jeden krok je přibližně 40 centimetrů.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

V následující úloze je vhodnější vyjádření rychlostí pomocí zlomků, kdy následný výpočet vede ke správnému celočíselnému výsledku. Navíc si žáci zopakují práci se zlomky.

$s = 125\,\mathrm{m}$	vzdálenost Pepíčka od Jindry
$v_p = 6\,\mathrm{km/h} = \frac{5}{3}\,\mathrm{m/s}$	rychlost, kterou běžel Pepíček
$v_j = 4\,\mathrm{km/h} = \frac{10}{9}\,\mathrm{m/s}$	rychlost, kterou běžel Jindra
$k = 1\,256$	počet kroků, ukazující hodinky před honičkou
$l = 40\,\mathrm{cm} = 0{,}4\,\mathrm{m}$	délka Pepíčkova kroku

a) V prvním případě máme spočítat, jak dlouho trvalo Pepíčkovi chytit Jindru, který se nehýbal. Ze zadání předpokládáme, že se Pepíček pohyboval rovnoměrně přímočaře, proto využijeme vztahu:

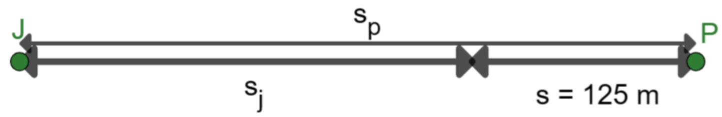
$$t_a = \frac{s}{v_p} = \frac{125}{\frac{5}{3}} = 75\,\mathrm{s}$$

b) Ve druhém případě se Jindra snaží Pepíčkovi utéct (obr. 3.9). Pepíčkovi trvá t_b sekund než Jindru chytí. Za tuto dobu uběhne vzdálenost:

$$s_p = s + s_j \Rightarrow v_p \cdot t_b = s + v_j \cdot t_b \Rightarrow t_b = \frac{s}{v_p - v_j}$$

V úloze se ale ptáme, o kolik minut déle bude Pepíčkovy trvat, než chytí Jindru. Vezmeme tedy údaj z předešlé části úlohy, který odečteme od t_b a dostáváme:

$$\Delta t = t_b - t_a = \frac{s}{v_p - v_j} - t_a = \Delta t = \frac{125}{\frac{5}{3} - \frac{10}{9}} - 75 = 225 - 75 = 150\,\mathrm{s} = 2{,}5\,\mathrm{min}$$



Obrázek 3.9: Vzdálenost Jindry od Pepíčka poté, co se mu snažil utéct

c) V této části úlohy dopočítáme, kolik metrů Pepíček při honičce naběhal ($s_p = v_p \cdot t_b = \frac{5}{3} \cdot 225 = 375$ m), následně pak vydělit délkou Pepíčkova kroku (40 cm = 0,4 m) a hodnotu připočítat k počtu krokům (1 256), které ukazovaly hodinky před honičkou. Počet kroků, které ukazovaly hodinky po honičce, je přibližně: $\frac{375}{0{,}4} + 1\,256 = 2\,194$.

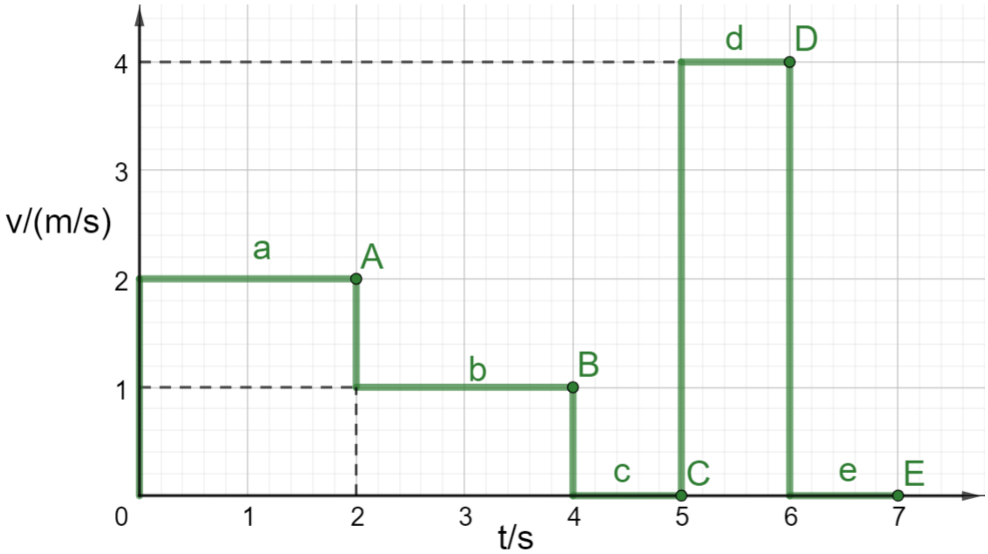
Závěr

Pepíček chytí Jindru za 75 s. Pokud by se mu snažil Jindra utéct, trvalo by mu to o 2,5 minuty déle a jeho hodinky by ukazovaly přibližně 2 194 kroků.

10. úloha

Zadání

Ke grafu závislosti rychlosti na čase chodce sestrojte graf závislosti dráhy na čase. Dále vypočítejte, jakou vzdálenost urazil chodec za čtyři a sedm sekund.



Obrázek 3.10: Graf závislosti rychlosti na čase - zadání

Rozbor a řešení

Úloha je zaměřená na grafické vyjádření závislostí rychlosti na čase a dráhy na čase. Toto je druhý příklad, který patří mezi ty nejjednodušší. Zde využíváme vztahu pro určení dráhy rovnoměrně přímočarého pohybu: $s = v \cdot t$. V tomto případě si však musíme uvědomit, že nelze využít pouze tento vztah, musíme ho rozšířit o počáteční dráhu: $s = s_0 + v \cdot t$. Rozeberme si teď každý úsek zvlášť.

V úseku **a** chodec šel rychlostí 2 m/s po dobu 2 s, předpokládejme, že počáteční dráha: $s_0 = 0$ m po dosazení dostáváme dráhu, kterou chodec ušel: $s = 0 + 2 \cdot 2 = 4$ m.

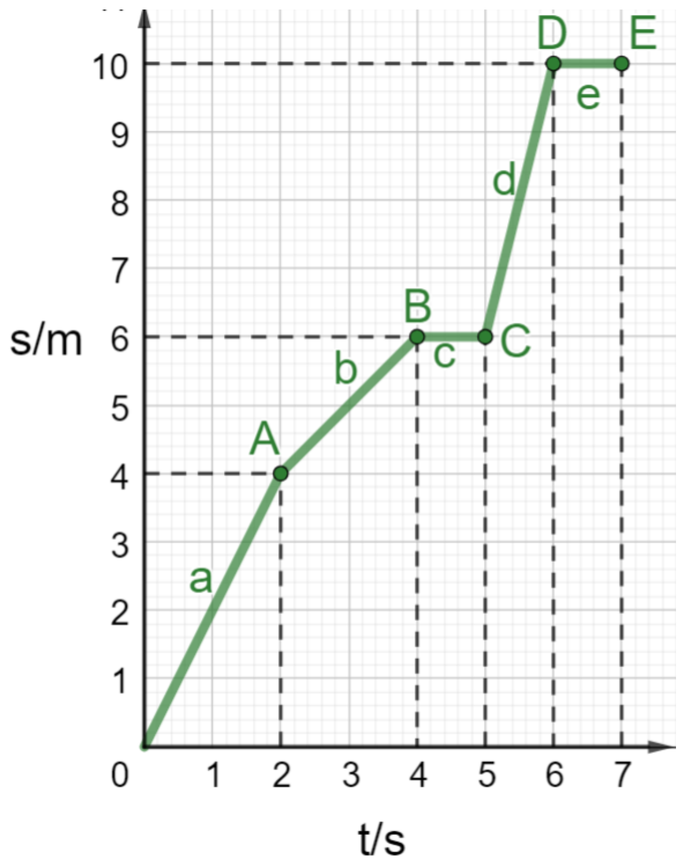
V úseku **b** chodec zpomalil a šel rychlostí 1 m/s po dobu 2 s, tentokráte musíme započíst počáteční dráhu, kterou je velikost dráhy v bodě **A**, kterou v úseku **a** chodec ušel: $s_0 = 4$ m. Po dosazení dostáváme dráhu, kterou chodec ušel od začátku: $s = 4 + 1 \cdot 2 = 6$ m.

V úseku **c** se chodec zastavil na dobu 1 s. Tentokráte musíme započíst počáteční dráhu, kterou je velikost dráhy v bodě **B**, kterou v úseku **b** chodec ušel: $s_0 = 6$ m. Po dosazení dostáváme stejnou hodnotu, jako v předchozím úseku: $s = 6 + 0 \cdot 1 = 6$ m, protože se chodec nehýbal.

V úseku **d** chodec zrychlil a šel rychlostí 4 m/s po dobu 1 s, tentokráte musíme započíst počáteční dráhu, kterou je velikost dráhy v bodě **C**, kterou v úseku **c** chodec ušel $s_0 = 6$ m. Po dosazení dostáváme dráhu, kterou chodec ušel od začátku: $s = 6 + 4 \cdot 1 = 10$ m.

V posledním úseku **e** se chodec opět zastavil na dobu 1 s. Tentokráte musíme započíst počáteční dráhu, kterou je velikost dráhy v bodě **D**, kterou v úseku **d** chodec ušel $s_0 = 10$ m. Po dosazení dostáváme stejnou hodnotu, jako v předchozím úseku: $s = 10 + 0 \cdot 1 = 10$ m, protože se chodec nehýbal.

Grafické řešení úlohy:



Obrázek 3.11: Graf závislosti dráhy na čase - výsledek

Druhou částí úlohy je určit, jakou vzdálenost urazil chodec za 4 s a za 7 s. Tyto hodnoty lze vyčíst z námi vytvořeného grafu, kde vidíme, že během 4 s chodec ušel **6 m** (bod **B**) a během 7 s chodec ušel **10 m** (bod **E**).

11. úloha

Zadání

Roztržitý tatínek Aleš zapomněl doma školní počítač, na kterém měl připravené projekty do hodin fyziky. Protože počítač potřeboval ještě ten den, musel se vrátit ze školy vzdálené od domova dvanáct kilometrů. Aby stihl první hodinu, která začíná pět minut po osmé hodině, zavolal své manželce Evě, aby mu jela naproti ve druhém autě. Oba dva manželé vyrazili v 7:53. Protože je Aleš zkušený řidič, jel o 20 km/h rychleji než manželka Eva.

a) Jak rychle jela Eva, když se manželé setkali na odstavném parkovišti po pěti minutách?

b) Stihl Aleš dojet do práce včas, když předání počítače trvalo dvě minuty a při cestě zpět jel rychlostí 68 km/h?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$s = 12\,\mathrm{km} = 12\,000\,\mathrm{m}$	vzdálenost školy od domova
$\Delta v = 20\,\mathrm{km/h}$	rychlost, o kterou jel Aleš rychleji, než manželka Eva
$t = 5\,\mathrm{min} = 300\,\mathrm{s} = \frac{1}{12}\,\mathrm{h}$	doba, za kterou se setkali Aleš s Evou
$v = 68\,\mathrm{km/h}$	rychlost, se kterou se vracel Aleš zpět do školy

a) Na cestě pro počítač jel Aleš o Δv rychleji než Eva, tedy:

$$v_a = v_e + \Delta v$$

Celá cesta (obr. 3.12) je součtem vzdáleností, kterou ujela Eva (s_e) a Aleš (s_a) za čas t:

$$s = s_e + s_a$$

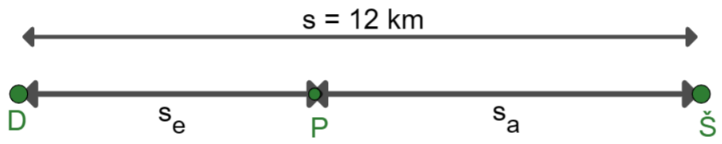
Do zmíněného vztahu stačí dosadit Δv a vyjádřit rychlost, kterou jela manželka Eva:

$$s = v_e \cdot t + v_a \cdot t = v_e \cdot t + (v_e + \Delta v) \cdot t \Rightarrow v_e = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{s}{t} - \Delta v\right) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{12}{\frac{1}{12}} - 20\right) = 62\,\mathrm{km/h}$$

.

b) Na cestu zpět jel Aleš stejnou cestou, jakou jel pro počítač. Ale protože jel jinou rychlostí, než předtím, je nutné zjistit, jak dlouho mu trvala zpáteční cesta do školy:

$$t_2 = \frac{s_a}{v} = \frac{(v_e + \Delta v) \cdot t}{v} = \frac{(62 + 20) \cdot \frac{1}{12}}{68} = \frac{41}{408}\,\mathrm{h} \doteq 6\,\mathrm{min}$$



Obrázek 3.12: Vzdálenost školy od domova

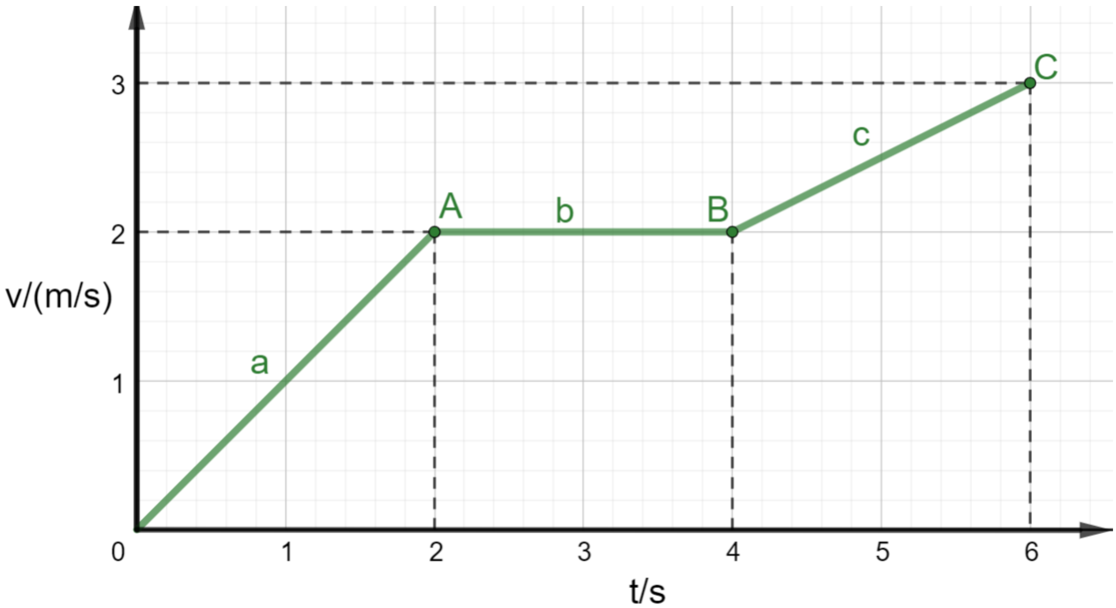
Závěr

Eva na místo předání jela průměrnou rychlostí 62 km/h. Alešovi cesta tam, předání počítače a cesta zpátky trvala dohromady: $5 + 2 + 6 = 13$ minut, proto přijel do školy v 8:06, což bylo minutu po zvonění.

12. úloha

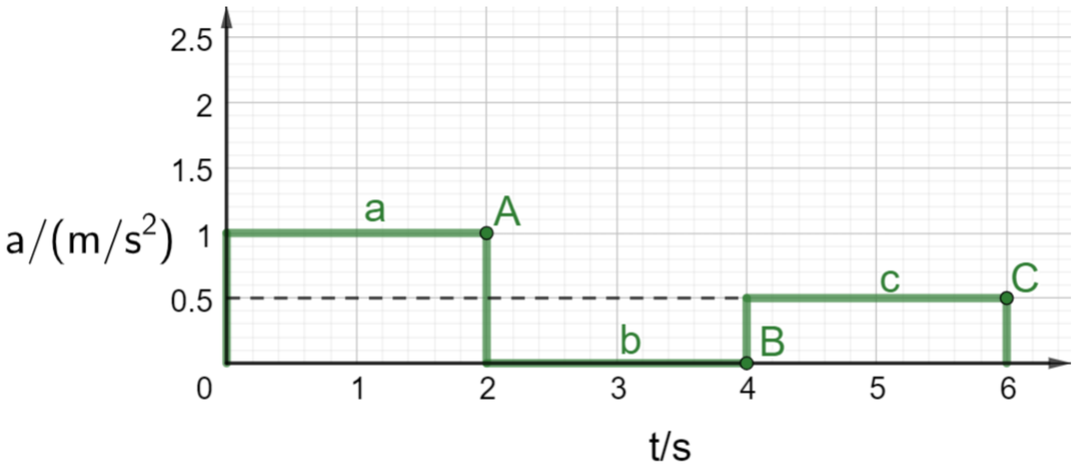
Zadání

Ke grafu závislosti rychlosti na čase chodce sestrojte graf závislosti zrychlení na čase. Dále vypočítejte, jakou vzdálenost chodec urazil za šest sekund.



Obrázek 3.13: Graf závislosti rychlosti na čase - zadání

Grafické řešení úlohy:



Obrázek 3.14: Graf závislosti zrychlení na čase - výsledek

Rozbor a řešení

Úloha je zaměřená na grafické vyjádření závislosti rychlosti na čase a zrychlení na čase. Toto je třetí příklad, který patří mezi ty těžší. Zde využíváme vztahu pro určení zrychlení ze vztahu pro rovnoměrně zrychlený pohyb: $v = a \cdot t$. V tomto případě si však musíme uvědomit, že nelze využít pouze tento vztah, musíme ho rozšířit o počáteční rychlost: $v = v_0 + a \cdot t$, ze kterého vyjádříme zrychlení: $a = \frac{v-v_0}{t}$. Rozeberme si teď každý úsek zvlášť.

V úseku **a** chodec zrychlil z rychlosti $v_0 = 0$ m/s na rychlost $v_a = 2$ m/s za dobu $t_a = 2$ s. Po dosazení dostáváme zrychlení chodce: $a_a = \frac{2-0}{2} = 1\,\mathrm{m/\,s^2}$.

V úseku **b** chodec nezměnil po dobu $t_b = 2$ s rychlost, tedy se pohyboval stálou rychlostí $v_b = 2$ m/s a jeho zrychlení tedy bylo: $a_b = \frac{2-2}{2} = 0\,\mathrm{m/\,s^2}$.

V posledním úseku **c** chodec zrychlil z rychlosti $v_b = 2$ m/s na rychlost $v_c = 3$ m/s za dobu $t_c = 2$ s. Po dosazení dostáváme zrychlení chodce: $a_c = \frac{3-2}{2} = \frac{1}{2}\,\mathrm{m/\,s^2}$.

Druhou částí úlohy je určit, jakou vzdálenost urazil chodec za 6 s. Tuto hodnotu už nelze vyčíst z grafu. Tuto hodnotu musíme již vypočítat. Pro výpočet hodnoty použijeme vztah na výpočet dráhy pro rovnoměrně zrychlený pohyb: $s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$. Abychom určili velikost dráhy za 6 sekund, musíme vypočítat dráhu pro všechny tři úseky **a, b, c**, hodnoty dráhy budou odpovídat bodům **A, B, C**.

$s_a = s_0 + v_0 \cdot t_a + \frac{1}{2} \cdot a_a \cdot t_a^2 = 0 + 0 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2^2 = 2$ m

$s_b = s_a + v_a \cdot t_b + \frac{1}{2} \cdot a_b \cdot t_b^2 = 2 + 2 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot 2^2 = 6$ m

$s_c = s_b + v_b \cdot t_c + \frac{1}{2} \cdot a_c \cdot t_c^2 = 6 + 2 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2^2 = 11$ m

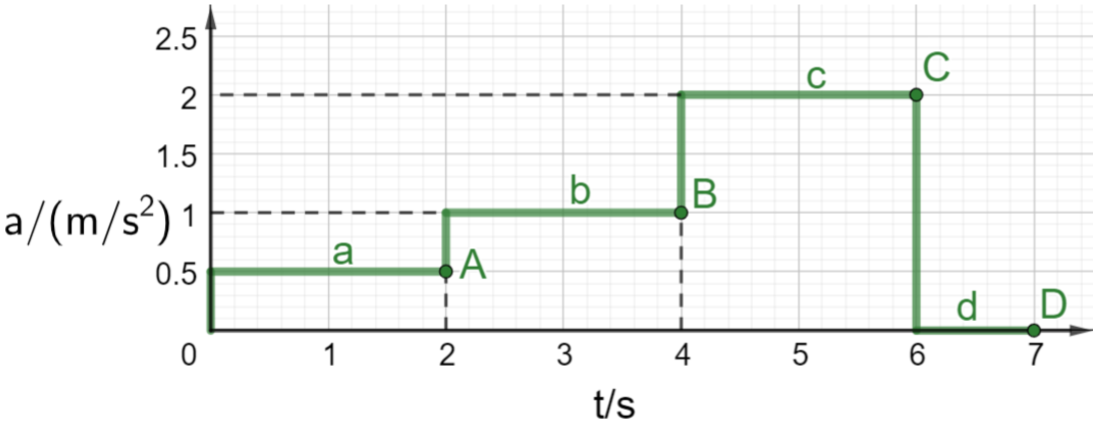
Chodec za 6 s ušel dráhu 11 m.

Dodatek: Obměnou této úlohy by mohl být výpočet uražené vzdálenosti v jiném časovém horizontu.

13. úloha

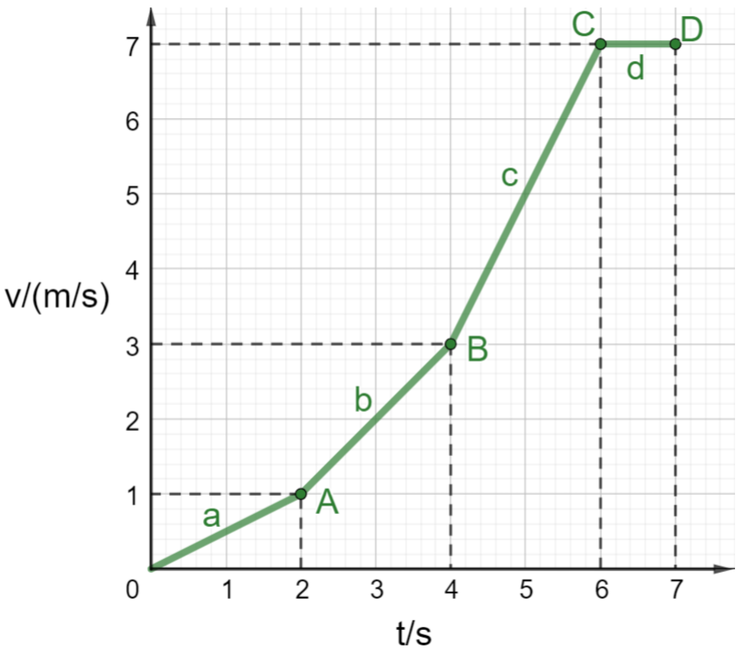
Zadání

Ke grafu závislosti zrychlení na čase běžce sestrojte graf závislosti rychlosti na čase. Dále vypočítejte, jakou vzdálenost běžec urazil za sedm sekund.



Obrázek 3.15: Graf závislosti zrychlení na čase - zadání

Grafické řešení úlohy:



Obrázek 3.16: Graf závislosti rychlosti na čase - výsledek

Rozbor a řešení

Úloha je zaměřená na grafické vyjádření závislosti zrychlení na čase a rychlosti na čase. Toto je čtvrtý příklad, který patří mezi ty těžší. Zde využíváme vztahu pro určení rychlosti ze vztahu pro rovnoměrně zrychlený pohyb: $v = a \cdot t$. V tomto případě si však musíme uvědomit, že nelze využít pouze tento vztah, musíme ho rozšířit o počáteční rychlost: $v = v_0 + a \cdot t$. Rozeberme si teď každý úsek zvlášť.

V úseku **a** vidíme, že se běžec pohyboval se zrychlením $a_a = \frac{1}{2}\,\mathrm{m/\,s^2}$ po dobu $t_a = 2$ s, tedy jeho rychlost se z počáteční nulové rychlosti $v_0 = 0\,\mathrm{m/s}$ zvýšila na: $v_a = 0 + \frac{1}{2} \cdot 2 = 1\,\mathrm{m/s}$.

V úseku **b** vidíme, že se běžec pohyboval se zrychlením $a_b = 1\,\mathrm{m/\,s^2}$ po dobu $t_b = 2$ s, tedy jeho rychlost se z rychlosti $v_a = 1$ m/s zvýšila na: $v_b = 1 + 1 \cdot 2 = 3\,\mathrm{m/s}$.

V úseku **c** vidíme, že se běžec pohyboval se zrychlením $a_c = 2\,\mathrm{m/\,s^2}$ po dobu $t_c = 2$ s, tedy jeho rychlost se z rychlosti $v_b = 3\,\mathrm{m/s}$ zvýšila na: $v_c = 3 + 2 \cdot 2 = 7\,\mathrm{m/s}$.

V úseku **d** vidíme, že se běžec pohyboval s nulovým zrychlením $a_d = 0\,\mathrm{m/\,s^2}$ po dobu $t_d = 1$ s, tedy jeho rychlost se nezměnila a zůstává na hodnotě rychlosti: $v_d = v_c = 7\,\mathrm{m/s}$.

Druhou částí úlohy je určit, jakou vzdálenost urazil běžec za 7 s. Tuto hodnotu už nelze vyčíst z grafu. Tuto hodnotu musíme již vypočítat. Pro výpočet hodnoty použijeme vztah na výpočet dráhy pro rovnoměrně zrychlený pohyb: $s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$. Abychom určili velikost dráhy za 7 sekund, musíme vypočítat dráhu pro všechny čtyři úseky **a, b, c, d**, hodnoty dráhy budou odpovídat bodům **A, B, C, D**.

$s_a = s_0 + v_0 \cdot t_a + \frac{1}{2} \cdot a_a \cdot t_a^2 = 0 + 0 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2^2 = 1$ m

$s_b = s_a + v_a \cdot t_b + \frac{1}{2} \cdot a_b \cdot t_b^2 = 1 + 1 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2^2 = 5$ m

$s_c = s_b + v_b \cdot t_c + \frac{1}{2} \cdot a_c \cdot t_c^2 = 5 + 3 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 = 15$ m

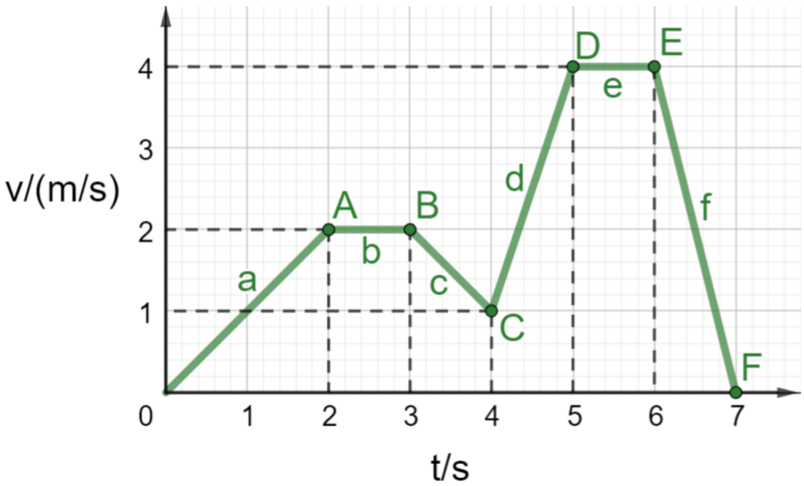
$s_d = s_c + v_c \cdot t_d + \frac{1}{2} \cdot a_d \cdot t_d^2 = 15 + 7 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot 1^2 = 22$ m

Běžec za 7 s uběhl dráhu 22 m.

14. úloha

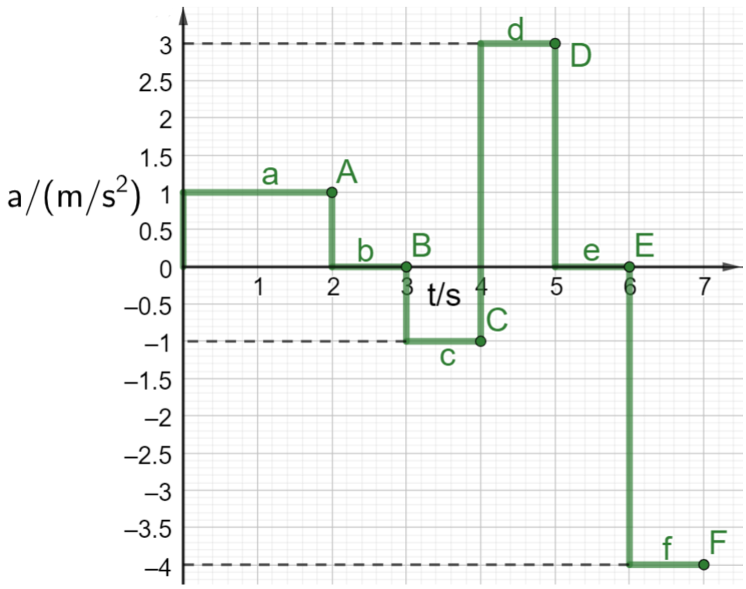
Zadání

Ke grafu závislosti rychlosti na čase chodce sestrojte graf závislosti zrychlení na čase. Dále vypočítejte, jakou vzdálenost chodec urazil za sedm sekund.



Obrázek 3.17: Graf závislosti rychlosti na čase - zadání

Grafické řešení úlohy:



Obrázek 3.18: Graf závislosti zrychlení na čase - výsledek

Rozbor a řešení

Úloha je zaměřená na grafické vyjádření závislosti rychlosti na čase a zrychlení na čase. Toto je pátý příklad, který patří mezi ty těžší. Zde využíváme vztahu pro určení zrychlení ze vztahu pro rovnoměrně zrychlený pohyb: $v = a \cdot t$. V tomto případě si však musíme uvědomit, že nelze využít pouze tento vztah, musíme ho rozšířit o počáteční rychlost: $v = v_0 + a \cdot t$, ze kterého vyjádříme zrychlení: $a = \frac{v - v_0}{t}$. Tato úloha je podobná jedné z předchozích úloh, liší se pouze tím, že zde dochází nejen k nárůstu rychlostí (chodec zrychluje), ale i poklesu rychlostí (chodec zpomaluje). Rozeberme si teď každý úsek zvlášť.

V úseku **a** chodec zrychlil z rychlosti $v_0 = 0$ m/s na rychlost $v_a = 2$ m/s za dobu $t_a = 2$ s. Po dosazení dostáváme zrychlení chodce: $a_a = \frac{2-0}{2} = 1\,\mathrm{m/\,s^2}$.

V úseku **b** chodec nezměnil po dobu $t_b = 1$ s rychlost, tedy se pohyboval stálou rychlostí $v_b = 2$ m/s a jeho zrychlení tedy bylo: $a_b = \frac{2-2}{1} = 0\,\mathrm{m/\,s^2}$.

V úseku **c** chodec zpomalil z rychlosti $v_b = 2$ m/s na rychlost $v_c = 1$ m/s za dobu $t_c = 1$ s. Po dosazení dostáváme zrychlení chodce: $a_c = \frac{1-2}{1} = -1\,\mathrm{m/\,s^2}$.

V úseku **d** chodec zrychlil z rychlosti $v_c = 1$ m/s na rychlost $v_d = 4$ m/s za dobu $t_d = 1$ s. Po dosazení dostáváme zrychlení chodce: $a_d = \frac{4-1}{1} = 3\,\mathrm{m/\,s^2}$.

V úseku **e** chodec nezměnil po dobu $t_e = 1$ s rychlost, tedy se pohyboval stálou rychlostí $v_e = v_d = 4$ m/s a jeho zrychlení tedy bylo: $a_e = \frac{4-4}{1} = 0\,\mathrm{m/\,s^2}$.

V posledním úseku **f** se chodec z rychlosti $v_e = 4$ m/s za dobu $t_f = 1$ s zastavil ($v_f = 0$ m/s). Po dosazení dostáváme zrychlení chodce: $a_f = \frac{0-4}{1} = -4\,\mathrm{m/\,s^2}$.

Druhou částí úlohy je určit, jakou vzdálenost urazil chodec za 7 s. Tuto hodnotu už nelze vyčíst z grafu. Tuto hodnotu musíme již vypočítat. Pro výpočet hodnoty použijeme vztah na výpočet dráhy pro rovnoměrně zrychlený pohyb: $s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$. Abychom určili velikost dráhy za 7 sekund, musíme vypočítat dráhu pro všechny úseky **a, b, c, d, e, f**, hodnoty dráhy budou odpovídat bodům **A, B, C, D, E, F**.

$s_a = s_0 + v_0 \cdot t_a + \frac{1}{2} \cdot a_a \cdot t_a^2 = 0 + 0 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2^2 = 2$ m

$s_b = s_a + v_a \cdot t_b + \frac{1}{2} \cdot a_b \cdot t_b^2 = 2 + 2 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot 1^2 = 4$ m

$s_c = s_b + v_b \cdot t_c + \frac{1}{2} \cdot a_c \cdot t_c^2 = 4 + 2 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot (-1) \cdot 1^2 = 5,5$ m

$s_d = s_c + v_c \cdot t_d + \frac{1}{2} \cdot a_d \cdot t_d^2 = 5{,}5 + 1 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1^2 = 8$ m

$s_e = s_d + v_d \cdot t_e + \frac{1}{2} \cdot a_e \cdot t_e^2 = 8 + 4 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot 1^2 = 12$ m

$s_f = s_e + v_e \cdot t_f + \frac{1}{2} \cdot a_f \cdot t_f^2 = 12 + 4 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot (-4) \cdot 1^2 = 14$ m

Chodec za 7 s ušel dráhu 14 m.

15. úloha

Zadání

Pepíček a Alenka šli spolu na kolotoč. Měli možnost si sednout na sedačku 1,5 metrů vzdálenou od středu kolotoče, nebo na sedačku vzdálenou 3 metry od středu kolotoče. Protože Pepíčkovi se dělá na kolotoči špatně, kam byste mu doporučili si sednout?

Dále určete, kolikrát bude obvodová rychlost menší na místě, kde bude sedět Pepíček?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$r_1 = 1{,}5\ \mathrm{m}$	vzdálenost první sedačky od středu kolotoče
$r_2 = 3\ \mathrm{m}$	vzdálenost druhé sedačky od středu kolotoče

Obvodová rychlost se vypočítá pomocí vztahu: $v = \omega \cdot r$, kde ω je úhlová rychlost a r je poloměr otáčení. Ze vztahu vidíme, že obvodová rychlost přímo úměrně roste s rostoucí vzdáleností od osy otáčení, proto bychom měli Pepíčka posadit co nejblíže k ose otáčení. Tedy ho posadíme na sedačku vzdálenou 1,5 metrů od středu kolotoče.

Dále máme určit, kolikrát bude obvodová rychlost v místě, kde sedí Pepíček menší, než v místě, kde sedí Alenka. Stačí pouze dát do poměru vztahy: $v_a = \omega \cdot r_a$ a $v_p = \omega \cdot r_p$. Vidíme, že se úhlová rychlost z poměru obvodových rychlostí vykrátí. Dostáváme poté vztah: $\frac{v_a}{v_p} = \frac{r_a}{r_p} = \frac{3}{1{,}5} = 2$.

Závěr

Obvodová rychlost v místě, kde sedí Pepíček je 2x menší než obvodová rychlost v místě, kde sedí Alenka.

16. úloha

Zadání

Jindra vyhodil z ruky míč svisle vzhůru ve výšce sto centimetrů nad zemí a chytil ho ve stejné výšce, ze které ho vyhodil, za dvě sekundy. Do jaké výšky od podlahy míč vystoupil?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

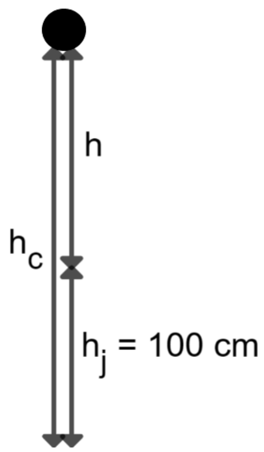
$t_l = 2\,\mathrm{s}$	doba letu
$t = \frac{t_l}{2} = 1\,\mathrm{s}$	doba výstupu
$h_j = 100\,\mathrm{cm} = 1\,\mathrm{m}$	výška, ze které byl vržen míč

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$	tíhové zrychlení

Pro výpočet úlohy použijeme dva vztahy pro svislý vrh vzhůru:

$$v = v_0 - g \cdot t \qquad\qquad h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$



Obrázek 3.19: Schematický náčrt situace, kdy Jindra vrhá míč svisle vzhůru

Protože se v místě výstupu míč na okamžik zastaví ($v = 0\,\mathrm{m/s}$), lze vztah pro výpočet rychlosti upravit na tvar:

$$v_0 = g \cdot t$$

Tento vztah pak můžeme dosadit do vztahu pro výpočet výšky výstupu:

$$h = g \cdot t \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \doteq 1{,}23\,\mathrm{m}$$

Na závěr si však musíme uvědomit, že tato výška se počítá od počáteční výšky vrhu viz obr. 3.19. Protože se v zadání ptají, do jaké výšky od podlahy míč vystoupil, je nutné k vypočítané výšce přičíst výšku, ze které míč Jindra vrhl (h_j):

$$h_c = h_j + h = 1 + 1{,}23 = 2{,}23\,\mathrm{m}$$

Závěr

Pokud bychom měřili výšku od podlahy, míč by byl vržen do 2,23 m.

Dodatek: Tento typ úlohy by byl možný zrealizovat v rámci laboratorních prací, kdy by žáci pracovali ve dvojicích. Jeden z žáků by stopoval dobu letu míčku a měřil z jaké výšky druhý žák míček vrhl. Následně by s naměřenými hodnotami pracovali a vypočítali maximální výšku, do které míček vystoupil. Dále by žáci mohli vypočítat rychlost, kterou byl míček vržen svisle vzhůru.

17. úloha

Zadání

Jakou rychlostí byla ve vodorovném směru vystřelena střela z vrcholu věže vysoké 125 metrů, pokud dopadla do vzdálenosti jeden kilometr od paty věže, jak dlouho střela letěla?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$s = 1\,\mathrm{km} = 1\,000\,\mathrm{m}$	vzdálenost místa dopadu od paty věže
$h = 125\,\mathrm{m}$	výška věže, ze které byla vystřelena střela

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$	tíhové zrychlení

Tato úloha převážně slouží k procvičování daných vztahů. Lze ji tedy v hodinách použít jako procvičovací úlohu, nebo ji lze zadat jako domácí úkol.

V této úloze využijeme dvou vztahů:

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \qquad\qquad s = v_0 \cdot t$$

Nejdříve si z prvního vztahu vyjádříme čas:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 125}{9{,}81}} \doteq 5\,\mathrm{s}$$

Dosazením vypočítaného času z prvního vztahu, budeme moci dopočítat počáteční rychlost:

$$v_0 = \frac{s}{t} = \frac{1\,000}{\sqrt{\frac{2 \cdot 125}{9{,}81}}} = 198\,\mathrm{m/s}$$

Závěr

Střela vystřelená počáteční rychlostí 198 m/s letěla 5 s.

3.1.3 Metodický materiál - Dynamika

Ve třetím metodickém materiálu se objevuje několik úloh, které nejsou zaměřeny na matematické dovednosti žáků, ale je zde nutné dobře znát a umět uplatnit Newtonovy pohybové zákony. V nemalé části úloh je využito znalostí z předešlého metodického materiálu, kdy je nutné znát například vztahy pro rovnoměrně zpomalený pohyb. Vhodnou kombinací úloh početních a úloh zaměřených k zamyšlení s následnou diskuzí lze náplň uzpůsobit individuálním potřebám třídního kolektivu a tím namotivovat humanitně orientované žáky. V případě práce ve dvojicích nebo ve skupinách lze vhodnou volbou skupin docílit propojení jejich schopností. Úlohy jsou časově náročné, ale ne tolik jako úlohy z předešlého metodického materiálu, vhodný časový rozsah je 10 - 20 minut na každou úlohu. Kontrolu úloh je zde vhodné opět provést promítnutím řešení některého z žáků.

1. úloha

Zadání

Pepíček táhne bedýnku silou 65 N, jak veliká musí být třecí síla mezi podložkou a bedýnkou, aby Pepíček táhl bedýnku rovnoměrným přímočarým pohybem?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$F = 65\,\mathrm{N}$ síla, kterou táhne Pepíček bedýnku

Úloha je celkem jednoduchá, pokud si žák uvědomí, že je zde pouze popsán 1. NPZ, který říká: *„Jestliže na těleso (hmotu) nepůsobí žádné vnější síly, nebo výslednice sil je 0, pak těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu."* [27] A jestliže se v zadání píše, že má Pepíček táhnout bedýnku rovnoměrným přímočarým pohybem, pak musí síla působící mezi podložkou a bedýnkou být stejně veliká, jako síla, kterou táhne bedýnku Pepíček, jen je daná síla opačně orientovaná.

Závěr

Mezi podložkou a bedýnkou působí síla 65 N.

2. úloha

Zadání

Jednotunový Blesk McQueen jede po okruhu rychlostí 216 km/h. Jak velkou hybnost má Blesk McQueen? Jak velikou rychlostí by musel jet třítunový Burák, aby měl stejnou hybnost, jako Blesk McQueen.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 1\text{ t} = 1\,000\text{ kg}$	hmotnost Blesk McQueena
$v = 216\text{ km/h} = 60\text{ m/s}$	rychlost Blesk McQueena
$m_b = 3\text{ t} = 3\,000\text{ kg}$	hmotnost Buráka

Pro výpočet hybnosti stačí využít vztahu, do kterého dosadíme hmotnost Blesk McQeena a rychlost, kterou se pohyboval:

$$p = m \cdot v = 1\,000 \cdot 60 = 60\,000 \text{ kg} \cdot \text{ m/s}$$

Protože chceme, aby měl Burák stejnou hybnost jako Blesk McQeen, stačí použít předchozí vztah, ze kterého vyjádříme rychlost a dosadíme hmotnost Buráka:

$$v = \frac{p}{m_b} = \frac{60\,000}{3\,000} = 20\text{ m/s} = 72\text{ km/h}$$

.

Závěr

Blesk McQeenova hybnost má velikost $60\,000 \text{ kg} \cdot \text{ m/s}$.

Burák musí jet rychlostí 72 km/h, aby měl stejně velikou hybnost, jako Blesk McQeen.

3. úloha

Zadání

Jindra stojí na vrcholu přehradní hráze a nechává padat kameny do vody. Určete, jak velikou hybnost má kámen o hmotnosti dvě stě gramů po dvou sekundách volného pádu?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 200\,\mathrm{g} = 0{,}2\,\mathrm{kg}$	hmotnost kamene
$t = 2\,\mathrm{s}$	doba, za kterou dopadne kámen do vody

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$ tíhové zrychlení

Pro výpočet hybnosti použijeme stejný vztah, jako v minulém příkladu. Protože neznáme rychlost, kterou padá kámen do vody, tak musíme ještě využít vztahu:

$$v = g \cdot t$$

Tento vztah dosadíme do vztahu pro výpočet hybnosti, následně dosadíme hodnoty ze zadání a dostaneme:

$$p = m \cdot v = m \cdot g \cdot t = 0{,}2 \cdot 9{,}81 \cdot 2 = 3{,}92\ \mathrm{kg \cdot\ m/s}$$

.

Závěr

Hybnost kamene, který pustil Jindra z přehradní hráze je 3,92 $\mathrm{kg \cdot\ m/s}$.

4. úloha

Zadání

S jak velkým zrychlením se rozjíždí Pendolino, které má hmotnost 385 t, jestliže tažná síla lokomotivy je 10^5 N?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 385\ \mathrm{t} = 385\,000\ \mathrm{kg}$	hmotnost Pendolina
$F = 10^5\ \mathrm{N}$	tažná síla lokomotivy

V této úloze využijeme 2. NPZ, který zní: *„Jestliže na těleso působí síla, pak se těleso pohybuje se zrychlením, které je přímo úměrné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa.“* [28] Ze znění zákona dostáváme vztah, ze kterého vyjádříme hledané zrychlení, které pomocí hodnot ze zadání můžeme vypočítat:

$$F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{10^5}{385\,000} = 0{,}26\ \mathrm{m/\,s^2}$$

Závěr

Pendolino se rozjíždí se zrychlením $0{,}26\ \mathrm{m/\,s^2}$.

5. úloha

Zadání

Pepíček chtěl roztlačit po vodorovné podlaze vozík o hmotnosti čtyřicet kilogramů. Jak velikou silou musel na vozík působit, pokud vozík za deset sekund roztlačil z klidu na rychlost 4,5 km/h. Tření a odpor vzduchu zanedbejte.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 40\,\mathrm{kg}$	hmotnost vozíčku
$v = 4{,}5\,\mathrm{km} = 1{,}25\,\mathrm{m/s}$	rychlost vozíčku
$t = 2\,\mathrm{s}$	doba, za kterou Pepíček roztlačil vozík na rychlost v

Pro výpočet síly, kterou roztlačoval Pepíček vozík, použijeme stejný vztah, jako v minulém příkladu. Protože neznáme zrychlení, se kterým se vozík rozjížděl, musíme ještě využít vztahu:

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t}$$

Poté už jen stačí vyjádřený vztah vložit do vztahu pro výpočet síly a uvědomit si, že na začátku vozík stál, tedy měl nulovou rychlost ($v_0 = 0\,\mathrm{m/s}$), po dosazení hodnot ze zadání dostaneme:

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{v - v_0}{t} = 40 \cdot \frac{1{,}25 - 0}{2} = 25\,\mathrm{N}$$

.

Závěr

Pepíček roztlačuje vozík silou 25 N.

6. úloha

Zadání

Pepíček se přetahuje s Jindrou o bílou niť. Oba dva kluci táhnou stejnou silou 35 N. Rozhodněte, zda niť praskla, vydrží-li tah silou 50 N?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$F = 35\ \mathrm{N}$	síla, kterou oba dva chlapci táhnou
$F_n = 50\ \mathrm{N}$	velikost síly v tahu, kterou niť vydrží

Ze 3. NPZ, které má znění: *„Působení těles je vždy vzájemné. Přitom účinky sil akce a reakce se navzájem neruší. Nelze je sčítat, protože každá z těchto sil působí na jiné těleso.“* [29] dostáváme odpověď, že chlapci niť nepřetrhnou, protože výsledná síla, kterou chlapci působí na niť je 35 N (jeden chlapec za niť táhne a druhý jej jen drží).

Závěr

Chlapci niť nepřetrhli.

7. úloha

Zadání

Děvčátka Alenka a Barborka si jezdí na kolečkových bruslích. Napadne je, že by se začaly k sobě přitahovat lanem. Alenka s hmotností třicet dva kilogramů se přitahuje silou o velikosti 16 N. Jak velikou silou se přitahuje čtyřicetikilová Barborka? Jaké zrychlení budou mít obě dvě dívenky?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m_a = 32\,\mathrm{kg}$	hmotnost Alenky
$F = 16\,\mathrm{N}$	síla, kterou se Alenka přitahuje
$m_b = 40\,\mathrm{kg}$	hmotnost Barborky

V této úloze využijeme, jak 2. NPZ, tak i 3. NPZ. Využitím 3. NPZ můžeme hned určit, jak velikou silou se přitahuje Barborka. Pokud se děvčátka k sobě přitahují lanem, tak jejich síla je stejně veliká, pouze opačně orientovaná. Tedy Barborka se bude přitahovat stejně velikou silou 16 N, jako Alenka.

Druhým úkolem je zjistit zrychlení, se kterým se obě dvě děvčata pohybovala. K tomuto využijeme zmíněný 2. NPZ. Využijeme vztahu, ze kterého vyjádříme zrychlení:

$$F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

Následně stačí do vztahu dosadit, čímž získáme zrychlení, se kterým se pohybovala Alenka:

$$a_a = \frac{F}{m_a} = \frac{16}{32} = 0{,}5\,\mathrm{m/\,s^2}$$

a zrychlení, se kterým se pohybovala Barborka:

$$a_b = \frac{F}{m_b} = \frac{16}{40} = 0{,}4\,\mathrm{m/\,s^2}$$

Závěr

Barborka se bude přitahovat stejně velikou silou 16 N jako Alenka. Alenka se bude pohybovat se zrychlením $0{,}5\,\mathrm{m/\,s^2}$ a Barborka se bude pohybovat se zrychlením $0{,}4\,\mathrm{m/\,s^2}$.

8. úloha

Zadání

Lukáš střílel ze vzduchovky na plechovky položené na stole, vzdáleném čtyřicet metrů. Vypočítejte, jak veliká síla působila na střelu o hmotnosti 0,9 g, která proletěla hlavní za 0,01 s a nabyla rychlosti 250 m/s? Jak velké rychlosti nabyla puška při zpětném nárazu, má-li hmotnost 3,5 kg?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$s = 40\ \mathrm{m}$	vzdálenost plechovek od Lukáše
$m_s = 0{,}9\ \mathrm{g} = 9 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{kg}$	hmotnost střely
$t = 0{,}01\ \mathrm{s}$	doba, za kterou proletěla střela hlavní
$v_s = 250\ \mathrm{m/s}$	rychlost střely
$m_p = 3{,}5\ \mathrm{kg}$	hmotnost pušky

I v této úloze využijeme 2. NPZ, vztah pro výpočet zrychlení a zákon o zachování hybností, který má znění: „*Celková hybnost izolované soustavy těles se nemění.*“. [30]

Vztahy které budeme využívat budou ve tvaru:

$$F = m \cdot a \qquad a = \frac{v}{t} \qquad p_s = p_p \qquad p = m \cdot v$$

Při výpočtu síly, která působila na střelu, budeme postupovat podobně, jako v 5. úloze:

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{v_s}{t} = 9 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{250}{0{,}01} = 22{,}5\ \mathrm{N}$$

Druhým úkolem je, dopočítat rychlost, kterou měla puška po zpětném rázu. Využijeme zákon o zachování hybnosti a dostáváme:

$$m_s \cdot v_s = m_p \cdot v_p \Rightarrow v_p = \frac{m_s \cdot v_s}{m_p} = \frac{9 \cdot 10^{-4} \cdot 250}{3{,}5} = 0{,}06\ \mathrm{m/s}$$

Závěr

Síla působící na střelu je 22,5 N. Při zpětném rázu nabyla puška rychlosti 0,06 m/s.

9. úloha

Zadání

Na slepé koleji, stojí už měsíc nákladní vůz plný sýra. Hmotnost vozu i se sýrem je 25 tun. Do tohoto vozu narazí druhý nákladní vůz, který je prázdný a jeho hmotnost je pouze 15 tun. Vůz jede po vodorovné trati rychlostí 3,6 km/h. Při srážce se oba vozy spojí, a jedou stejnou rychlostí až na konec slepé koleje. Určete, jakou rychlostí se pohybují vozy po srážce. Tření a odpor vzduchu neuvažujeme. Výslednou rychlost napište v km/h s přesností na dvě desetinná místa.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$v_1 = 0\,\mathrm{km/h} = 0\,\mathrm{m/s}$	rychlost prvního vozu před srážkou
$m_1 = 25\,\mathrm{t} = 25 \cdot 10^3\,\mathrm{kg}$	hmotnost vozu se sýrem
$m_2 = 15\,\mathrm{t} = 15 \cdot 10^3\,\mathrm{kg}$	hmotnost prázdného vozu
$v_2 = 3{,}6\,\mathrm{km/h} = 1\,\mathrm{m/s}$	rychlost druhého vozu před srážkou

I v této úloze využijeme zákona o zachování hybnosti a vztah pro výpočet hybnosti:

$$p = p_1 + p_2 \qquad\qquad p = m \cdot v$$

Protože se po nárazu vozy pohybovaly společně, můžeme říci, že výsledná hmotnost m je součtem hmotností obou vozů, a proto budeme pracovat se vztahem:

$$(m_1 + m_2) \cdot v = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$$

Z předchozího vztahu hledanou rychlost v vyjádříme a následně dosadíme hodnoty ze zadání, čímž dostáváme:

$$v = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} = \frac{25 \cdot 10^3 \cdot 0 + 15 \cdot 10^3 \cdot 1}{25 \cdot 10^3 + 15 \cdot 10^3} = 0{,}375\,\mathrm{m/s} = 1{,}35\,\mathrm{km/h}$$

Závěr

Po srážce se vozy společně pohybují rychlostí 1,35 km/h.

10. úloha

Zadání

Burák jede v Kardanové Lhotě rychlostí 54 km/h, blíží se k Luigiho obchodu s pneumatikami, vzdáleného 35 metrů. Součinitel smykového tření mezi Burákovými pneumatikami a povrchem vozovky je 0,3. Vypočítejte, zda se podaří Burákovi zabrzdit před Luigiho slavnou Šikmou věží z pneumatik, nebo zda do nich nabourá.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$v_0 = 54\,\mathrm{km/h} = 15\,\mathrm{m/s}$	rychlost, kterou přijíždí Burák k Luigiho obchodu
$s_x = 35\,\mathrm{m}$	vzdálenost Buráka od Lugiho obchodu
$f = 0{,}3$	součinitel smykového tření

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$ tíhové zrychlení

V této úloze využijeme čtyř vztahů. První vztah je vztah z 2. NPZ, druhým vztahem je výpočet třecí síly, třetím vztahem je výpočet rychlosti pro rovnoměrně zpomalený pohyb a posledním čtvrtým vztahem je výpočet uražené dráhy pro rovnoměrně zpomalený pohyb:

$$F = m \cdot a \qquad F_{tr} = f \cdot F_G = f \cdot m \cdot g \qquad v = v_0 - a \cdot t \qquad s = s_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Z prvních dvou vztahů můžeme vyjádřit zrychlení:

$$m \cdot a = f \cdot m \cdot g \Rightarrow a = \frac{f \cdot m \cdot g}{m} = f \cdot g$$

Vyjádřené zrychlení lze vložit do třetího vztahu, ze kterého vyjádříme čas:

$$v = v_0 - f \cdot g \cdot t \Rightarrow t = \frac{v_0 - v}{f \cdot g}$$

Do čtvrtého vztahu pak vložíme vyjádřený čas a dostaneme:

$$s = s_0 + v_0 \cdot \frac{v_0 - v}{f \cdot g} - \frac{1}{2} \cdot f \cdot g \cdot \left(\frac{v_0 - v}{f \cdot g}\right)^2$$

Už nám zbývá jen číselné dosazení. Protože se ptáme, zda od okamžiku brždění Burák zastaví, nezajímá nás, jakou dráhu před tím ujel, tedy $s_0 = 0\,\mathrm{m}$. Dále vím, že má Burák zastavit, tedy jeho konečná rychlost musím být nulová ($v = 0\,\mathrm{m/s}$).

Do námi vyjádřeného vztahu dosadíme hodnoty:

$$s = 0 + 15 \cdot \frac{15-0}{0{,}3 \cdot 9{,}81} - \frac{1}{2} \cdot 0{,}3 \cdot 9{,}81 \cdot \left(\frac{15-0}{0{,}3 \cdot 9{,}81}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{15^2}{0{,}3 \cdot 9{,}81} = 38\,\mathrm{m}$$

Následně výslednou hodnotu porovnáme se vzdáleností, ve které se nachází Burák před okamžikem, než začne brzdit:

$$s = 38\,\mathrm{m} > s_x = 35\,\mathrm{m}$$

Závěr

Ne, Burák nestihne zabrzdit, narazí do Luigiho věže.

11. úloha

Zadání

Jdete do obchodu s autosedačkami pro děti. Máte možnost si vybrat sedačku podle svého uvážení, na cenu nehledíte. V obchodě vám dají na výběr ze sedaček, ve kterých děti sedí po směru či protisměru jízdy. Jaký typ autosedačky pro děti byste si vybrali? A proč?

Rozbor a řešení

V této úloze se nic nepočítá. Jde o to, aby učitel s žáky diskutoval nad daným problémem.

Už malé děti ležící ve "vajíčku", které v autě rodiče převážejí, jezdí proti směru jízdy. Dokonce je to na každé sedačce uvedeno, aby rodiče dávali děti proti směru pohybu automobilu. Pak nastane okamžik, kdy děti vyrostou a rodiče je začnou dávat do klasické sedačky. Tam nastane ta doba výběru sedačky. Jakou si vybrat?

Uveďme příklad klasické jízdy v automobilu. Když se rozjíždíme, síla nás tlačí do sedačky. Ale co se stane, když musíme rychle zabrzdit? Síla, která na nás působí, nás tlačí ze sedačky ven. Například řidič se může v této situaci dostat do polohy, kdy se bouchne o volant. Proto pro tyto příklady máme v autě airbagy. Co by se ale stalo, kdybychom seděli obráceně? Při rozjezdu by nás síla tlačila ze sedačky ven, ale při prudkém brzdění, by nás síla tlačila do sedačky.

Proto by se pro větší bezpečnost dětí měly používat protisměrné sedačky, které děti v okamžiku silného brzdění udržují stále v sedačce.

12. úloha

Zadání

Automobil přibrzdí z rychlosti 90 km/h na 54 km/h za 4 sekundy. Pepíček, který má hmotnost deset kilogramů, sedí v protisměrné sedačce a cítí, že je tlačen silou na sedačku. Určete jaká je velikost této síly.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$v_0 = 90\,\mathrm{km/h} = 25\,\mathrm{m/s}$	rychlost automobilu před zpomalováním
$v = 54\,\mathrm{km/h} = 15\,\mathrm{m/s}$	rychlost automobilu po zpomalení
$t = 4\,\mathrm{s}$	doba, po kterou automobil brzdí
$m = 10\,\mathrm{kg}$	hmotnost Pepíčka

I v této úloze využijeme 2. NPZ. Při výpočtu síly, která působila na Pepíčka, budeme postupovat podobně, jako v 5. úloze:

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{v - v_0}{t}$$

Následně můžeme sílu číselně dopočítat:

$$F = 10 \cdot \frac{25 - 15}{4} = 25\ \mathrm{N}$$

Závěr

Pepíček je tlačen do sedačky silou o velikosti 25 N.

13. úloha

Zadání

Anička s Barborkou chodí hrát tenis. Aby si mohly zahrát, musí si před hrou upravit hřiště. K úpravě se používá válec, který na antuce zarovná nerovnosti po předchozích hráčích. Válec má průměr 36 cm a hmotnost 171 kg. Rameno valivého odporu je 0,025 m. Určete, zda Anička či Barborka udrží tento válec v rovnoměrném pohybu, jestliže Anička dokáže působit silou 275 N a Barborka silou o 45 N menší.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$d = 36\,\text{cm} = 0{,}36\,\text{m}$	průměr válce
$m = 171\,\text{kg}$	hmotnost válce
$\xi = 0{,}025\,\text{m}$	rameno valivého odporu válce
$F_a = 275\,\text{N}$	síla, kterou dokáže Anička působit na válec
$\Delta F = 45\,\text{N}$	rozdíl ve velikosti působící síly mezi Aničkou a Barborkou

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\text{m/s}^2$ tíhové zrychlení

Naším úkolem je určit, zda alespoň jedna z děvčat bude moci válcem upravit antuku. K tomu abychom na odpověď přišli, je nutné si vypočítat odporovou sílu, která působí na válec. Zde využijeme vztahu:

$$F = \frac{\xi}{R} \cdot F_G$$

Ve vztahu se objevuje poloměr válce (R), tíhová síla ($F_G = m \cdot g$) a rameno valivého odporu (ξ). Ze zadání známe pouze průměr válce d, což víme, že je dvojnásobek poloměru. Do vztahu dosadíme za poloměr, následně můžeme dosadit hodnoty ze zadání a dostáváme velikost síly valivého odporu:

$$F = \frac{\xi}{\frac{d}{2}} \cdot m \cdot g = \frac{0{,}025}{\frac{0{,}36}{2}} \cdot 171 \cdot 9{,}81 = 233\,\text{N}$$

Výslednou hodnotu porovnáme s hodnotami sil děvčat:

$$F_a = 275\,\mathrm{N} > F = 233\,\mathrm{N}$$

$$F_b = F_a - \Delta F = 275 - 45 = 230\,\mathrm{N} < F = 233\,\mathrm{N}$$

Závěr

Antuku bude muset upravit Anička, protože Barborka nemůže na válec působit dostatečně velikou silou, aby ho uvedla do pohybu, případně ho udržela v pohybu.

14. úloha

Zadání

Dvouletá Adélka našla doma nabíječku na telefon. Protože netušila, na co se používá, začala si s ní hrát. Nenapadlo ji nic jiného, než ji chytit na jednom konci a druhý konec roztočit. Druhý konec konal rovnoměrný pohyb po kružnici ve vodorovné rovině. Vypočítejte, jak velká byla dostředivá síla působí na konec nabíječky, která má hmotnost 0,21 kg, když víme, že poloměr kružnice je 35 cm a velikost okamžité rychlosti konce nabíječky je 5 m/s.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 0{,}21\ \mathrm{kg}$	hmotnost nabíječky
$r = 35\ \mathrm{cm} = 0{,}35\ \mathrm{m}$	délka nabíjecího kabelu
$v = 5\ \mathrm{m/s}$	velikost okamžité rychlosti konce nabíječky

K výpočtu této úlohy použijeme vztah:

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

Všechny hodnoty nalezneme v zadání úlohy, proto stačí hodnoty dosadit do vztahu a dostaneme velikost dostředivé síly působící na konec nabíječky:

$$F = \frac{0{,}21 \cdot 5^2}{0{,}35} = 15\ \mathrm{N}$$

Závěr

Velikost dostředivé síly působící na konec nabíječky je 15 N.

3.1.4 Metodický materiál - Mechanická energie, práce, výkon

Další metodický materiál se zaměřuje na vztahy pro výpočet mechanické energie, práce a výkonu. Nemalá část úloh spočívá pouze ve schopnostech žáků vyjádřit z daného vztahu hledanou hodnotu. Je zde i úloha, ve které žáci využívají znalosti Pythagorovy věty. Dalšími znalostmi, kterými by měli žáci disponovat je například znalost zákona zachování energie. Časová náročnost těchto úloh se pohybuje širokém rozmezí 5 - 15 minut, ale je zde zařazena i úloha, kterou lze vyřešit okamžitě pouhým zamyšlením a správným pochopením vztahu pro výpočet mechanické práce.

1. úloha

Zadání

Jindra se snaží z obývacího pokoje dotáhnout sedací pytel, o hmotnosti čtyři tisíce gramů, do koupelny vzdálené čtyři metry. Chodba do koupelny je vodorovná a síla, kterou pytel táhne, je konstantní a rovnoběžná se směrem pohybu. Mezi sedacím pytlem a kobercem je součinitel smykového tření je 0,54. Jakou práci při přesunu sedacího pytle Jindra vykoná? Jak by se hodnota práce změnila, kdyby součinitel smykového tření byl poloviční?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 4000\,\mathrm{g} = 4\,\mathrm{kg}$	hmotnost sedacího pytle
$s = 4\,\mathrm{m}$	vzdálenost obývacího pokoje od koupelny
$f_1 = 0{,}54$	součinitel smykového tření
$f_2 = \frac{f_1}{2}$	součinitel smykového tření

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$	tíhové zrychlení

Pro výpočet práce, kterou vykoná Jindra při přesunu sedacího pytle, použijeme vztah na výpočet práce:

$$W_1 = F_1 \cdot s$$

V tomto případě síla odpovídá třecí síle mezi kobercem a pytlem, kterou lze vypočítat pomocí vztahu:

$$F_1 = f_1 \cdot F_G = f_1 \cdot m \cdot g$$

Po dosazení tohoto vztahu do vztahu předešlého lze následně dosadit hodnoty známe za zadání, čímž dostaneme číselnou hodnotu mechanické práce, kterou musí Jindra vykonat při přemístění pytle:

$$W_1 = 0{,}54 \cdot 4 \cdot 9{,}81 \cdot 4 = 84{,}8\ \mathrm{J}$$

Ve druhé části úlohy se ptáme, jak by se změnila hodnota práce, kdyby byl součinitel smykového tření poloviční. Pro vyřešení úlohy stačí poloviční hodnotu smykového tření dosadit do stejného vztahu, který byl použit v předchozí části úlohy:

$$W_2 = f_2 \cdot m \cdot g \cdot s = \frac{f_1 \cdot m \cdot g \cdot s}{2} = \frac{W_1}{2}$$

Závěr

Při přesunu sedacího pytle Jindra vykoná práci o velikosti 84,8 J. Pokud by součinitel smykového tření byl poloviční, tak by i výsledná práce byla poloviční.

Dodatek: Touto úlohou bychom mohli v hodině fyziky navázat na frontální experimenty na třecí sílu. Na začátku hodiny bychom mohli s žáky provést několik experimentů, jak se mění třecí síla v závislosti na podložce, na které je předmět posouván. Následně by bylo vhodné s žáky vést diskuzi, jak se součinitel smykového tření mění v závislosti na podložce. Tento experiment pak můžeme převést do praxe, kdy auto jedoucí po silnici se chová jinak v závislosti na stavu povrchu vozovky (suchá či mokrá vozovka, náledí na vozovce).

2. úloha

Zadání

Určete přírůstek kinetické energie Blesk McQueena s hmotností jedna tuna, který na okruhu zvýšil svoji rychlost z 252 km/h na 324 km/h.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 1\ \mathrm{t} = 1 \cdot 10^3\ \mathrm{kg}$	hmotnost Blesk McQueena
$v_1 = 252\ \mathrm{km/h} = 70\ \mathrm{m/s}$	rychlost Blesk McQueena před zrychlením
$v_2 = 324\ \mathrm{km/h} = 90\ \mathrm{m/s}$	rychlost Blesk McQueena po zrychlením

V úloze budeme řešit kinetickou energii, tedy budeme pracovat se vztahem:

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

Cílem úlohy je však zjistit, jaký je přírůstek kinetické energie, tedy jde o výpočet změny kinetické energie. Proto budeme vycházet ze vztahu:

$$\Delta E_k = E_{k_2} - E_{k_1} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_2^2 - v_1^2)$$

Dosazením hodnot ze zadání, dostáváme:

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} \cdot 1\,000 \cdot (90^2 - 70^2) = 1{,}6 \cdot 10^6\ \mathrm{J}$$

Závěr

Přírůstek kinetické energie Blesk McQueena při zrychlení na okruhu byl 1,6 MJ.

3. úloha

Zadání

Tatínek Aleš jel autem a došel mu benzín. Proto vyrazil s kanystrem na benzínku vzdálenou 1,2 km. Samotný kanystr má hmotnost 3 kg. Do kanystru se vejde 20 litrů benzínu o hustotě přibližně 750 kg/ m^3. Aleš nese kanystr 60 cm nad vozovkou rychlostí 6 km/h. S jakým výkonem pracuje Aleš při cestě z benzínové pumpy?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$s = 1{,}2\,\mathrm{km} = 1\,200\,\mathrm{m}$	vzdálenost auta od benzínky
$m = 3\,\mathrm{kg}$	hmotnost kanystru
$V = 20\,\mathrm{l} = 0{,}020\,\mathrm{m}^3$	objem kanystru
$\rho = 750\ \mathrm{kg/\,m}^3$	hustota benzínu
$h = 60\,\mathrm{cm} = 0{,}6\,\mathrm{m}$	výška kanystru nad zemí, ve kterém ho Aleš nese
$v = 6\,\mathrm{km/h} \doteq 1{,}7\,\mathrm{m/s}$	rychlost, kterou Aleš jde

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s}^2$ tíhové zrychlení

V této úloze využijeme dvou vztahů. Vztah pro výpočet mechanické práce a vztah pro výpočet výkonu:

$$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha \qquad\qquad P = \frac{W}{t}$$

Následně uvažujme nad tím, jakým směrem působí síla, kterou Aleš působí na kanystr. Tato síla je kolmá na směr pohybu tělesa, tedy úhel $\alpha = 90°$. Po dosazení této hodnoty do vztahu pro výpočet výkonu dostáváme:

$$P = \frac{F \cdot s \cdot \cos\alpha}{t} = \frac{F \cdot s \cdot \cos 90°}{t} = \frac{F \cdot s \cdot 0}{t} = 0\,\mathrm{W}$$

Závěr

Aleš při nošení kanystru nekonal žádnou práci, tedy výkon je 0 W.

Dodatek: S žáky lze pak vést diskuzi, že v reálném případě Aleš práci koná, protože při každém kroku se pohybuje těžiště kanystru směrem nahoru. Při tomto pohybu Aleš koná práci, protože působí silou ve směru pohybu kanystru nahoru. V takovém případě by v úloze musela být dále zadána délka jeho kroku a velikost posunutí těžiště kanystru směrem nahoru při každém kroku, tak abychom mohli vypočítat práci, kterou Aleš během své cesty vykonal.

4. úloha

Zadání

Třítunový Burák na úseku 0,7 kilometru zpomaluje z rychlosti 90 km/h na 15 m/s. Jakou práci vykoná brzdící síla?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 3\ \text{t} = 3\,000\ \text{kg}$	hmotnost Buráka
$s = 0{,}7\ \text{km} = 700\ \text{m}$	úsek, na kterém Burák zpomaluje
$v_0 = 90\ \text{km/h} = 25\ \text{m/s}$	rychlost Buráka před zpomalením
$v_1 = 15\ \text{m/s}$	rychlost Buráka po zpomalení

Práci brzdící síly vypočítáme ze změny kinetické energie, ke které při brzdění dochází, tedy využijeme stejného vztahu, jaký byl využit ve druhé úloze:

$$W = \Delta E_k = E_{k_1} - E_{k_0}$$

Dosazením hodnot do výše uvedeného vztahu, dostáváme práci vykonanou brzdící sílou:

$$W = \frac{1}{2} \cdot 3\,000 \cdot 25^2 - \frac{1}{2} \cdot 3\,000 \cdot 15^2 = 6 \cdot 10^5\ \text{J}$$

Závěr

Práce brzdných sil má velikost 600 kJ.

5. úloha

Zadání

Jindra, který měří 120 cm, stojí na stole vysokém 80 cm. V ruce drží v úrovni temene hlavy autíčko o hmotnosti 350 g. Vypočtěte potenciální energii autíčka vzhledem k:

a) desce stolu,

b) k podlaze místnosti?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$h_j = 120\,\mathrm{cm} = 1{,}2\,\mathrm{m}$	výška Jindry
$h_s = 80\,\mathrm{cm} = 0{,}8\,\mathrm{m}$	výška stolu
$m = 350\,\mathrm{g} = 0{,}350\,\mathrm{kg}$	hmotnost autíčka

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$ tíhové zrychlení

V této úloze máme vypočítat potenciální energii autíčka vzhledem k desce stolu a vzhledem k podlaze místnosti. V obou dvou případech využijeme vztahu:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

V prvním případě počítáme potenciální energii od úrovně temene hlavy po desku stolu, což odpovídá výšce Jindry. Po dosazení do vztahu pro výpočet potenciální energie dostáváme hodnotu:

$$E_p = 0{,}35 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}2 \doteq 4{,}1\ \mathrm{J}$$

Ve druhém případě odpovídá výška h součtu výšky Jindry a výšky stolu, na kterém Jindra stojí. Po dosazení do vztahu pro výpočet potenciální energie dostáváme hodnotu:

$$E_p = 0{,}35 \cdot 9{,}81 \cdot (1{,}2 + 0{,}8) \doteq 6{,}9\ \mathrm{J}$$

Závěr

Potenciální energie autíčka vzhledem k desce stolu je 4,1 J potenciální energie autíčka vzhledem k podlaze je 6,9 J.

6. úloha

Zadání

Tatínek Aleš se snaží pomocí pevné kladky vytáhnout čtyřicet kbelíků s pískem do tří metrů. Dvacetikilové kbelíky táhne rovnoměrným pohybem. Přihlížející Pepíček tatínkovi práci stopuje na hodinkách. Když tatínek začal pracovat, Pepíčkovi hodinky ukazovaly pět minut po čtvrté. Poté, co tatínek vytáhl poslední kbelík, se Pepíček podíval na hodinky a ty mu ukazovaly pět minut před půl pátou. Určete výkon Aleše při vytažení jednoho kbelíku, jestliže, každý kbelík táhl stejnou dobu.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$x = 40$	počet kbelíků
$h = 3\,\mathrm{m}$	výška, do které Aleš musí vytáhnout kbelíky
$m = 20\,\mathrm{kg}$	hmotnost jednoho kbelíku
$t_1 = 16:05$	čas, který ukazovaly hodinky na začátku Alešovi práce
$t_2 = 16:25$	čas, který ukazovaly hodinky na konci Alešovi práce

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$ tíhové zrychlení

Pro výpočet využijeme stejných vztahů, jako ve 3. úloze:

$$W = F \cdot s \qquad\qquad P = \frac{W}{t}$$

Tatínek Aleš pomocí pevné kladky vytáhl 40 kbelíků, úkolem je však zjistit výkon na vytažení 1 kbelíku. Proto si je nutné ze zadání vypočítat čas potřebný na vytažení 1 kbelíku, je-li dáno, že Pepíčkovy hodinky ukazovaly na začátku Alešovy práce 16:05 a na konci 16:25. Tedy tatínkovi trvalo vytáhnout 40 kbelíků $t_{40} = 20\,\mathrm{min} = 1\,200\,\mathrm{s}$ což v průměru na 1 kbelík odpovídá $t = 30\,\mathrm{s}$. Výsledný výkon vypočítaný na 1 kbelík je:

$$P = \frac{F \cdot s}{t} = \frac{m \cdot g \cdot s}{t} = \frac{20 \cdot 9{,}81 \cdot 3}{30} \doteq 19{,}6\,\mathrm{W}$$

Závěr

Výkon při zvedání jednoho kbelíku je 19,6 W.

7. úloha

Zadání

Pepíček si z 30 cm dlouhé nitě a malé 240 g kuličky vyrobil kyvadélko. S kyvadélkem si hrál a pozoroval, co se s kuličkou v určitých místech děje. Když kuličku pustil, tak napnutá niť svírala se svislou polohou úhel 45°. Určete, jakou rychlost měla kulička:

a) v nejvyšším místě,

b) v nejnižším místě.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$l = 30\,\mathrm{cm} = 0{,}3\,\mathrm{m}$	délka nitě
$m = 240\,\mathrm{g} = 0{,}240\,\mathrm{kg}$	hmotnost kuličky
$\alpha = 45°$	úhel, který svírá napnutá niť se svislým směrem

Potřebné hodnoty pro výpočet:

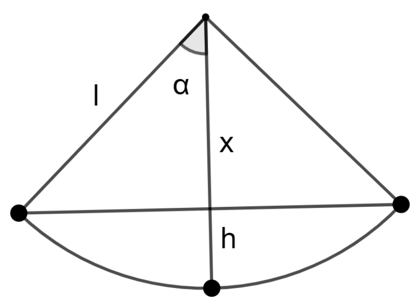
$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$	tíhové zrychlení

Protože v nejvyšším místě byla kulička spuštěna, počáteční rychlost kuličky v tomto místě je $0\,\mathrm{m/s}$.

Pro výpočet rychlosti v nejnižším místě, využijeme zákona zachování celkové energie. Do rovnosti dáme kinetickou energii a potenciální energii:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \qquad E_p = m \cdot g \cdot h$$

Z této rovnosti vyjádříme námi hledanou hodnotu rychlosti:



Obrázek 3.20: Kyvadlo

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

K dopočítání nám chybí zjistit hodnotu h, ta odpovídá rozdílu výšek v nejvyšším a nejnižším místě, ve kterém se kulička nacházela. Výšku h spočítáme jako rozdíl hodnot l a x, kde hodnota

l je délka nitě a hodnotu x spočítáme pomocí Pythagorovy věty z pravoúhlého trojúhelníku (viz obr. 3.20). Výšku pak můžeme vyjádřit vztahem:

$$h = l - x = l - l \cdot \cos \alpha = l \cdot (1 - \cos \alpha)$$

Dosazením tohoto výrazu do vztahu pro výpočet rychlosti a následným dosazením hodnot známých ze zadání, dostáváme velikost rychlosti:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot l \cdot (1 - \cos \alpha)} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}3 \cdot (1 - \cos 45°)} \doteq 1{,}3\,\mathrm{m/s}$$

Závěr

Kulička měla v nejvyšším místě nulovou rychlost, v nejnižším místě měla kulička rychlost 1,3 m/s.

8. úloha

Zadání

Neposlušný Jirka pustil půlkilový kámen do propasti Macocha hluboké přibližně sto čtyřicet metrů. Jakou kinetickou a potenciální energii má kámen, který padá na dno propasti volným pádem:

a) v místě, kde kámen Jirka vypustil,

b) po dvou sekundách od spuštění kamene do propasti,

c) při dopadu.

Dále určete, jakou má kámen celkovou mechanickou energii vzhledem k povrchu Země?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 0{,}5\,\mathrm{kg}$	hmotnost kamene
$h = 140\,\mathrm{m}$	hloubka propasti Macocha
$t = 2\,\mathrm{s}$	doba letu kamene

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$	tíhové zrychlení

a) v místě, kde kámen Jirka vypustil byla kinetická energie: $E_k = 0\,\mathrm{J}$, protože v místě vypuštění měl kámen nulovou rychlost. Hodnotu potenciální energie můžeme dopočítat dosazením hodnot ze zadání do vztahu pro výpočet potenciální energie:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 0{,}5 \cdot 9{,}81 \cdot 140 = 687\ \mathrm{J}$$

I když máme výpočet celkové mechanické energie vzhledem k povrchu Země jako poslední část úlohy, určíme její hodnotu v tomto kroku, protože s ní budeme dále pracovat. Hodnotu celkové mechanické energie vypočítáme jako součet kinetické energie a potenciální energie v místě spuštění kamene a dostaneme hodnotu:

$$E_c = E_k + E_p = 0 + 687 = 687\ \mathrm{J}$$

b) Hodnotu kinetické energie a potenciální energie po dvou sekundách od spuštění kamene do propasti dopočítáme pomocí vztahu:

$$v = g \cdot t$$

Dosazením tohoto vztahu do vztahu pro výpočet kinetické energie a následným dosazením hodnot ze zadání úlohy dostaneme:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (g \cdot t)^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot (9{,}81 \cdot 2)^2 = 96{,}2\ \mathrm{J}$$

Potenciální energii pak můžeme určit využitím zákona o zachování celkové energie. Hodnota potenciální energie v tomto místě, pak bude mít hodnotu odpovídající:

$$E_p = E_c - E_k = 687 - 96{,}2\ \mathrm{J}$$

c) Při dopadu je potenciální energie: $E_p = 0$ J, protože se kámen nachází na povrchu Země. Kinetickou energii pak můžeme určit využitím zákona o zachování celkové energie. Hodnota kinetické energie v tomto místě, pak bude mít hodnotu odpovídající potenciální energii po spuštění kamene, tedy: $E_k = 687$ J.

Závěr

V místě, kde kámen Jirka vypustil, má kámen nulovou kinetickou energii, potenciální energie je 687 J.

Po dvou sekundách od spuštění kamene do propasti má kámen kinetickou energii 96,2 J a potenciální energie je 580,8 J.

V okamžiku dopadu má kámen kinetickou energii 687 J a potenciální energie je nulová.

Celková mechanická energie kamene vzhledem k povrchu Země je 687 J.

9. úloha

Zadání

Jindra pustil z balkónu jednokilový míč, který volně padal dolů a po odrazu od země se dostal do čtvrtinové výšky, ze které byl vypuštěn. O kolik se zmenšila mechanická energie míče, jestliže balkón byl ve výšce šesti metrů?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 1\,\mathrm{kg}$	hmotnost míče
$h_1 = 6\,\mathrm{m}$	výška, ve které se balón nacházel
$h_2 = \frac{h_1}{4}$	maximální výška, do které se dostal míč po odrazu

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$	tíhové zrychlení

Změnu mechanické energie míče, vypočítáme z rozdílů potenciálních energií v místě spuštění a v místě výstupu do čtvrtinové výšky. V této úloze budeme využívat vztahů:

$$\Delta W = E_{p_1} - E_{p_2} \qquad E_p = m \cdot g \cdot h$$

Dosadíme do vztahu pro výpočet změny mechanické energie dostáváme:

$$\Delta W = m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2 = m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot \frac{h_1}{4} = \frac{3}{4} \cdot m \cdot g \cdot h_1 = \frac{3}{4} \cdot 1 \cdot 9{,}81 \cdot 6 \doteq 44\,\mathrm{J}$$

Závěr

Mechanická energie se zmenšila přibližně o 44 J.

3.1.5 Metodický materiál - Gravitační pole

V tomto metodickém materiálu s žáky procvičujeme zadávání čísel do kalkulačky v semilogaritmickém tvaru. Čas potřebný na vyřešení každé úlohy se pohybuje mezi 10 až 25 minutami. Kontrolu výsledného řešení můžeme provést stejným způsobem, jako v předešlém metodickém materiálu, či nechat úlohy počítat žáky na zadní část tabule.

1. úloha

Zadání

Představte si, že je Země pravidelného kulového tvaru o průměru 12 756 km. Vypočítejte, jakou hmotnost má Země, pokud víme, že velikost gravitačního zrychlení při povrchu Země je 9,81 $\mathrm{m/s^2}$.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$d = 12\,756\,\mathrm{km} = 12\,756 \cdot 10^3\,\mathrm{m}$ průměr Země

$a = 9{,}81\,\mathrm{m/s^2}$ velikost gravitačního zrychlení při povrchu Země

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\frac{\mathrm{m^3}}{\mathrm{kg \cdot s^2}}$ gravitační konstanta

V této úloze využijeme dvou vztahů. Prvním je výpočet gravitačního zrychlení a druhým je výpočet gravitační síly:

$$a = \frac{F_m}{m} \qquad F_m = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}$$

Druhý vztah vložíme do prvního, ze kterého vyjádříme hmotnost Země:

$$a = \frac{G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}}{m} \Rightarrow M = \frac{a \cdot r^2}{G}$$

Po dosazení hodnot známých ze zadání dostáváme:

$$M = \frac{9{,}81 \cdot (6\,378 \cdot 10^3)^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11}} = 6 \cdot 10^{24}\,\mathrm{kg}$$

Závěr

Hmotnost Země je $6 \cdot 10^{24}$ kg.

Dodatek: Tuto úlohu by šlo rozšířit o výpočet hustoty zeměkoule. Žáci si tak procvičí nejen vztah pro výpočet hustoty tělesa, ale také si zopakují výpočet objemu koule, který znají z hodin matematiky.

2. úloha

Zadání

Jak velkou silou se navzájem přitahují Jupiter a jeho měsíc Ganymed, který jako první na začátku 17. století objevil známý astronom Galileo Galilei? Hmotnost Jupiteru odpovídá 317,8 hmotnosti Země, hmotnost Ganymeda je $14{,}8 \cdot 10^{22}$ kg, jejich vzdálenost je přibližně 1 070 412 kilometrů.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$M = 317{,}8 \cdot M_Z$	hmotnost Jupiteru
$m = 14{,}8 \cdot 10^{22}\ \mathrm{kg}$	hmotnost Ganymeda
$r = 1\,070\,412\ \mathrm{km} = 1\,070\,412 \cdot 10^3\ \mathrm{m}$	vzdálenost Jupiter - Ganymed

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg}\cdot \mathrm{s}^2}$	gravitační konstanta
$M_Z = 6 \cdot 10^{24}\ \mathrm{kg}$	hmotnost Země (vypočítaná v předchozí úloze)

Pro výpočet síly, kterou se přitahují Jupiter a Ganymed, využijeme stejného vztahu, jaký byl využit v předchozí úloze, vztah pro výpočet gravitační síly:

$$F_m = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

Hodnoty známé ze zadání a z předešlé úlohy, dosadíme do původního vztahu a dostáváme:

$$F_m = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{317{,}8 \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 14{,}8 \cdot 10^{22}}{(1\,070\,412 \cdot 10^3)^2} = 1{,}64 \cdot 10^{22}\ \mathrm{N}$$

Závěr

Vzájemná síla, kterou se přitahuje Jupiter a Ganymed je $1{,}64 \cdot 10^{22}$ N.

3. úloha

Zadání

Alenka si hrála s hopíkem. Vylezla si na židli a hopík pustila volným pádem na zem z úrovně temene hlavy. Určete výšku, do jaké znovu hopík vystoupil, jestliže se hopík odrazil od země s třetinovou rychlostí, než se kterou dopadl na zem. Výška židle je 55 cm a výška Alenky je 125 cm a hmotnost hopíku je 40 g.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

v	původní hodnota rychlosti
$v_x = \frac{1}{3} \cdot v$	hodnota rychlosti po odrazu hopíku
$h_1 = 55\,\mathrm{cm} = 0{,}55\,\mathrm{m}$	výška židle
$h_2 = 125\,\mathrm{cm} = 1{,}25\,\mathrm{m}$	výška Alenky
$m = 40\,\mathrm{g} = 0{,}040\,\mathrm{kg}$	hmotnost hopíku

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$	tíhové zrychlení

K výpočtu využijeme rovnost kinetické energie odpovídající odražení hopíku od země třetinovou rychlostí a potenciální energie odpovídající výšce, do které hopík vystoupil:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{v}{3}\right)^2 \qquad E_{p_x} = m \cdot g \cdot h_x$$

Z rovnosti těchto vztahů lze vyjádřit výšku, které hopík po odrazu dosáhl:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{v}{3}\right)^2 = m \cdot g \cdot h_x \Rightarrow h_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{9 \cdot g}$$

Ve vztahu pro výpočet hledané výšky h_x se nachází neznámá rychlost, kterou lze vypočítat dvěma způsoby. První způsob využívá vztahů z volného pádu, kde využijeme dvou vztahů:

$$v = g \cdot t \qquad h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Druhý způsob je využití zákonu zachování celkové energie. Kde do rovnosti můžeme dát potenciální energii při spuštění hopíku a kinetickou energii při dopadu hopíku:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \qquad E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Z obou možných vyjádření by výsledný vztah pro výpočet hledané rychlosti měl být:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Dosazením vztahu pro výpočet rychlosti do vztahu pro výpočet hledané výšky:

$$h_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{(\sqrt{2 \cdot g \cdot h})^2}{9 \cdot g} = \frac{h}{9}$$

Úpravou výrazu zjišťujeme, že hledaná hodnota výšky, do které hopík vystoupil, je devětkrát menší, než výška, ze které byl hopík spuštěn. Ze zadání víme, že hopík byl spuštěn z úrovně temene Alenčiny hlavy, která stála na židli. Výška, ze které byl hopík spuštěn odpovídá součtu výšky Alenky a židle. Tuto hodnotu dosadíme do vztahu pro výpočet námi hledané výšky a dostaneme:

$$h_x = \frac{h_1 + h_2}{9} = \frac{0{,}55 + 1{,}25}{9} = 0{,}2\,\mathrm{m}$$

Závěr

Hopík vystoupil do výšky 20 centimetrů.

Dodatek: Podobným způsobem by bylo možné v rámci výuky fyziky provést obdobný experiment, kde by se vycházelo z výšky, do které hopík vystoupil. Následně by se počítala rychlost při odrazu, kterou bychom mohli procentuálně porovnat s rychlostí dopadu. Je nutné zmínit, že by bylo vhodné experiment provádět v rámci laboratorní práce, kdy by se měření provedlo vícekrát, a následně by se výška výstupu určila včetně její chyby. Důvodem je to, že pouhým okem nelze velmi přesně určit výšku, do které hopík znovu vystoupil. K tomu by bylo zapotřebí rychlokamery, kterou však nedisponuje mnoho škol a také by nebylo možné provádět tento pokus v menších skupinkách.

4. úloha

Zadání

Na kosmonauta, který má hmotnost 70 kg, působí na povrchu Měsíce gravitační síla 108 N. Celková hmotnost jeho skafandru činí zhruba 20 kg. Určete velikost intenzity gravitačního pole na povrchu Měsíce. Dále vypočítejte, o kolik by se zvýšila působící gravitační síla na povrchu Měsíce, kdyby kosmonaut měl hmotnost o 6 kg větší?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 70\ \mathrm{kg}$	hmotnost kosmonauta
$F = 108\ \mathrm{N}$	gravitační síla působící na kosmonauta na Měsíci
$m = 20\ \mathrm{kg}$	hmotnost skafandru
$\Delta m = 6\ \mathrm{kg}$	změna hmotnosti kosmonauta

Pro výpočet velikosti intenzity gravitačního pole na povrchu Měsíce využijeme vztahu:

$$K = \frac{F_g}{m}$$

Hmotnost m odpovídá součtu hmotnosti kosmonauta m_k a hmotnosti jeho skafandru m_s. Hodnoty dosadíme do původního vztahu a dostáváme velikost intenzity gravitačního pole na povrchu Měsíce:

$$K = \frac{108}{70 + 20} = 1{,}2\ \mathrm{N/\,kg}$$

Abychom zjistili, o kolik by se změnila velikost gravitační síly na povrchu Měsíce, museli bychom k původní hmotnosti přičíst ještě hmotnost, o kterou by byl kosmonaut těžší m_x. Nová gravitační síla tedy bude:

$$F_{g_n} = K \cdot (m + m_x) = 1{,}2 \cdot (90 + 6) = 115\ \mathrm{N}$$

Závěr

Velikost intenzity gravitačního pole na povrchu Měsíce je 1,2 N/ kg. Kdyby kosmonaut vážil o 6 kg více, působila by na něj o 7 N větší gravitační síla.

3.1.6 Metodický materiál - Mechanika tuhého tělesa

Tento metodický materiál je pestrý časovou náročností. Nalezneme zde úlohy, kde stačí do vztahu pro výpočet kinetické energie pouze dosadit hodnoty ze zadání, tedy taková úloha může trvat maximálně pět minut. Naopak vyřešení úlohy, kde pracujeme s nakloněnou rovinnou může některým žákům zabrat velkou část vyučovací hodiny. Nalezneme zde úlohu, ve které využijeme i předchozí znalosti ze třetího metodického materiálu (2.NPZ). Kontrolu výsledků daných úloh můžeme provést promítnutím řešení úlohy některého z žáků, úlohu s nakloněnou rovinou je vhodné kontrolovat s autorským řešením.

1. úloha

Zadání

Alence koupili rodiče kolo, které má hmotnost 10 kg. Určete, kinetickou energii posuvného pohybu kola, koná-li posuvný pohyb rychlostí o velikosti 5 m/s?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 10\,\text{kg}$	hmotnost kola
$v = 5\,\text{m/s}$	rychlost kola při posuvném pohybu

Hodnotu velikosti kinetické energie posuvného pohybu kola vypočítáme ze vztahu:

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

Do tohoto vztahu pouze stačí dosadit hodnoty ze zadání a dostaneme:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 5^2 = 125\ \text{J}$$

Závěr

Velikost posuvného pohybu kola je 125 J.

2. úloha

Zadání

Honzíček našel na půdě staré váhy po babičce. Váhy byly porouchané. Jedno rameno bylo kratší než druhé. Honzík změřil obě dvě ramena a zjistil, že levé rameno má délku 12 cm a pravé rameno má o 3 cm větší délku. Honzík chtěl na vahách zvážit dětské autíčko, aby zjistil, jakou má hmotnost. Na pravou stranu vah dal Honzík autíčko a na druhou stranu vah položil závaží, které váhy vyrovnalo. Závaží má hmotnost sto gramů. Honzík si teď myslí, že autíčko má také hmotnost sto gramů. Je tato myšlenka správná?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$d_l = 12\,\mathrm{cm} = 0{,}12\,\mathrm{m}$	délka levého ramene
$\Delta d = 3\,\mathrm{cm} = 0{,}03\,\mathrm{m}$	rozdíl délek jednotlivých ramen
$m_z = 100\,\mathrm{g} = 0{,}100\,\mathrm{kg}$	hmotnost závaží

V této úloze využijeme momentovou větu, pro kterou platí vztah:

$$M_l = M_p \Rightarrow F_l \cdot d_l = F_p \cdot d_p$$

F_l a F_p jsou účinky sil působící na váhy. Do předchozího vztahu můžeme dosadit a dostaneme:

$$m_z \cdot g \cdot d_l = m_a \cdot g \cdot d_p \Rightarrow m_z \cdot d_l = m_a \cdot d_p$$

Z tohoto odvozeného vztahu můžeme vyjádřit hledanou hmotnost autíčka a dosazením hodnot ze zadání dostaneme:

$$m_a = \frac{m_z \cdot d_l}{d_p} = \frac{m_z \cdot d_l}{d_l + \Delta d} = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}12}{0{,}12 + 0{,}03} = 0{,}08\,\mathrm{kg} = 80\,\mathrm{g}$$

Závěr

Ne. Autíčko má hmotnost jen 80 gramů.

Dodatek: Po vyřešení úlohy lze vést s žáky diskuzi nad tématem rovnoramenná a nerovnoramenná páka, jednozvratná a dvojzvratná páka. Diskutovat lze nad jejich využitím, kde si můžeme uvést několik konkrétních příkladů. Mezi jednozvratné páky řadíme například kolečko, louskáček, kleštičky na nehty či otvírák na lahve od piva. Mezi dvojzvratné páky řadíme například nůžky, kleště, rovnoramenné váhy, dětská houpačka a jiné.

3. úloha

Zadání

Anetka o hmotnosti třicet kilogramů tlačí před sebou bednu plnou panenek. Bedna se pohybuje rovnoměrným přímočarým pohybem. Určete, kolikrát je bedna těžší než panenky, pokud víme, že panenky mají dohromady hmotnost 4 kg. Anetka tlačí bednu silou ve vodorovném směru o velikosti 40 N a součinitel smykového tření je 0,25?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m_a = 30\,\mathrm{kg}$	hmotnost Alenky
$m_p = 4\,\mathrm{kg}$	hmotnost panenek
$F = 40\,\mathrm{N}$	síla, kterou Alenka tlačí bednu s panenkami
$f = 0{,}25$	součinitel smykového tření

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$	tíhové zrychlení

Protože Anetka pohybuje bednou rovnoměrně přímočaře, bez zrychlení, tak síla, kterou působí Anetka na bednu s panenkami odpovídá třecí síle. Tedy vyjdeme ze vztahu: $F = F_{tr}$ Následně daný vztah upravíme do podoby, ze které vyjádříme hmotnost bedny:

$$F = f \cdot F_G = f \cdot m \cdot g = f \cdot (m_p + m_b) \cdot g \Rightarrow m_b = \frac{F}{f \cdot g} - m_p$$

Hmotnost bedny odpovídá nějakému x násobku hmotnosti panenek m_p, což lze zapsat následujícím způsobem, ze kterého vyjádříme hledaný násobek:

$$x \cdot m_p = \frac{F}{f \cdot g} - m_p \Rightarrow x = \frac{F}{f \cdot g \cdot m_p} - 1$$

Dosazením známých hodnot ze zadání dostáváme:

$$x = \frac{40}{0{,}25 \cdot 9{,}81 \cdot 4} - 1 \doteq 3$$

Závěr

Bedna na panenky má přibližně třikrát větší hmotnost než je hmotnost samotných panenek.

4. úloha

Zadání

Jindra s Pepíčkem závodí, kdo dříve dotlačí svoji bednu z dětského do obývacího pokoje. Jindra tlačí bednu o hmotnosti 20 kg a Pepíčkova bedna má o 5 kg větší hmotnost. Na Pepíčkovu bednu působí stálá třecí síla o velikosti 50 N na Jindrovu je tato síla o pětinu menší. Určete:

a) jaký je součinitel smykového tření mezi oběma bednami a podlahou,

b) jak velkou silou vodorovného směru působí Jindra a Pepíček na svoji bednu, pohybuje-li se Pepíčkova bedna se zrychlením 0,5 $\mathrm{m/s^2}$ a Jindrova bedna se zrychlením 0,3 $\mathrm{m/s^2}$?

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m_j = 20\,\mathrm{kg}$	hmotnost Jindrovy bedny
$\Delta m = 5\,\mathrm{kg}$	rozdíl hmotnosti Pepíčkovy bedny
$F = 50\,\mathrm{N}$	síla, působící na Pepíčkovu bednu
$\Delta F = \frac{1}{5} \cdot F$	rozdíl síly, působící na Jindrovu bednu
$a_p = 0{,}5\,\mathrm{m/s^2}$	zrychlení, se kterým se pohybuje Pepíčkova bedna
$a_j = 0{,}3\,\mathrm{m/s^2}$	zrychlení, se kterým se pohybuje Jindrova bedna

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/s^2}$	tíhové zrychlení

a) Pro výpočet součinitele smykového tření lze použít vztah, ze kterého následně součinitel smykového tření vyjádříme:

$$F_t = f \cdot F_G = f \cdot m \cdot g \Rightarrow f = \frac{F_t}{m \cdot g}$$

Protože všechny hodnoty známe, stačí je pouze dosadit do vyjádřeného vztahu. Nesmíme však opomenout, že v zadání nemáme čistě jen údaje pro sílu a hmotnost, objevují se zde i rozdíly sil a hmotností, na které nemůžeme zapomenout.

Součinitel třecí síly působící na Pepíčkovu bedýnku je:

$$f = \frac{F}{(m_j + \Delta m) \cdot g} = \frac{50}{(20+5) \cdot 9{,}81} = \frac{50}{25 \cdot 9{,}81} = 0{,}2$$

Součinitel třecí síly, který působí na Jindrovu bedýnku je:

$$f = \frac{F - \Delta F}{m_j \cdot g} = \frac{F - \frac{1}{5} \cdot F}{m_j \cdot g} = \frac{\frac{4}{5} \cdot F}{m_j \cdot g} = \frac{\frac{4}{5} \cdot 50}{20 \cdot 9{,}81} = \frac{40}{20 \cdot 9{,}81} = 0{,}2$$

b) Ve druhé části úlohy budeme využívat 2. NPZ, pro který známe vztah:

$$F = m \cdot a$$

Musíme si však dát pozor na to, že v tomto případě, kdybychom využili jen tento vztah, dostali bychom pouze sílu potřebnou na zrychlení bedýnky na hodnotu a. Musíme si však uvědomit, že zde máme ještě třecí sílu, která působila na bednu. Tu je nutné k síle F připočítat, čímž získáme námi hledanou hodnotu a tedy námi využitý vztah bude ve tvaru:

$$F = F_t + m \cdot a$$

Následně stačí do tohoto vztahu dosadit hodnoty ze zadání, kdy si opět musíme uvědomit, jako v předešlé části úlohy, že je v zadání udán i rozdíl hmotností a sil.

Po úpravě a dosazení hodnot získáme sílu, kterou musel Pepíček na bednu působit:

$$F_p = F_{t_p} + m_p \cdot a_p = F + (m_j + \Delta m) \cdot a_p = 50 + (20+5) \cdot 0{,}5 = 62{,}5\ \mathrm{N}$$

Stejným postupem dojdeme k výsledné síle, kterou musel Jindra působit na bednu:

$$F_j = F_{t_j} + m_j \cdot a_j = (F - \Delta F) + m_j \cdot a_j = \frac{4}{5} \cdot F + m_j \cdot a_j = \frac{4}{5} \cdot 50 + 20 \cdot 0{,}3 = 46\ \mathrm{N}$$

Závěr

Součinitel smykového tření mezi bednou a podlahou je pro obě dvě bedny 0,2. Aby se Pepíčkova bedna mohla pohybovat se zadaným zrychlením, musí na ni Pepíček působit silou 62,5 N a Jindra musí na svoji bednu působit silou 46 N.

5. úloha

Zadání

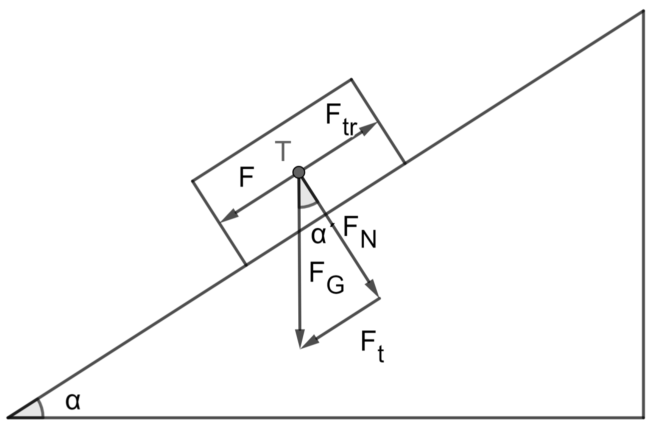
Pepíček opřel o stůl žehlící prkno tak, že svírá s vodorovnou rovinou úhel 40°. Na prkno chce položit krabičku s ovocem. Určete, zda se krabička o hmotnosti 300 g bude po žehlícím prkně klouzat, když víme, že součinitel smykového tření mezi krabičkou a prknem je 0,7.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$\alpha = 40°$	úhel, svírající žehlící prkno s vodorovnou rovinnou
$m = 300\,\mathrm{g} = 0{,}300\,\mathrm{kg}$	hmotnost krabičky s ovocem
$f = 0{,}7$	součinitel smykového tření

Naším úkolem je zjistit, zda se bude krabička po žehlícím prkně klouzat. Proto budeme porovnávat sílu třecí F_{tr} a sílu tečnou F. Pokud bude síla $F_{tr} > F$, pak se krabička pohybovat nebude, pokud bude síla $F_{tr} < F$, pak se krabička pohybovat bude. Při řešení úlohy budeme vycházet z předpokladu, že se síla třecí $F_{tr} = f \cdot F_N$ rovná síle tečné F.



Obrázek 3.21: Žehlící prkno

Na obrázku 3.21 je zakreslena daná situace, kde v menším z trojúhelníků máme sílu F_t, která odpovídá síle F, vycházející z těžiště tělesa.

Našim úkolem je určit čemu se rovná $\tan\alpha$, který vypočítáme jako:

$$\tan\alpha = \frac{\text{protilehlá odvěsna}}{\text{přilehlá odvěsna}}$$

V našem případě z obrázku 3.21 je zřejmé, že v tomto trojúhelníku, platí:

$$\tan\alpha = \frac{F_t}{F_N}$$

Protože uvažujeme nad tím, že $F_t = F_{tr}$, pro stav kdy se bedna nehýbe, tak můžeme za tečnou sílu dosadit třecí sílu z předchozího vztahu, čímž dostaneme:

$$\tan\alpha = \frac{F_{tr}}{F_N} = \frac{f \cdot F_N}{F_N} = f$$

Teď už jen stačí vést diskuzi, která z uvedených možností v našem případě nastane:

$$\tan\alpha > f \quad \text{nebo} \quad \tan\alpha < f \quad \text{nebo} \quad \tan\alpha = f$$

Kdyby nastala první varianta, tak by krabička po prkně klouzala dolů. Pokud by nastaly zbylé dvě varianty, krabička by se neposouvala.

Ze zadání známe hodnotu součinitele smykového tření a velikost úhlu α. Následně stačí vypočítat hodnotu $\tan\alpha$, kdy po dosazení dostáváme:

$$\tan 40^\circ = 0{,}84$$

Protože je hodnota $0{,}84 > 0{,}7$, pak můžeme říci, že krabička bude po prkně klouzat.

Závěr

Krabička bude po žehlícím prkně klouzat.

Dodatek: Jako motivační úlohu před řešením této úlohy by mohl být laboratorní experiment, kdy by žáci pracovali s nakloněnou rovinnou a tělesy. V rámci experimentu by žáci měnili sklon nakloněné roviny pro dané těleso. Žáci by pozorovali, kdy je dané těleso ještě v klidu a kdy se při zvětšení úhlu již začíná pohybovat. Tento experiment by provedli nejméně se třemi tělesy o různých hmotnostech a různých velikostech styčných ploch. Následně by bylo vhodné diskutovat o tom, na čem vlastně závisí okamžik, kdy začne těleso po nakloněné rovině klouzat. A na výsledky těchto měření by mohla navázat tato úloha.

3.1.7 Metodický materiál - Mechanika kapalin a plynů

Poslední metodický materiál se převážnou mírou zaměřuje na znalost Archimédova zákona. Úloh není v tomto metodickém materiálu mnoho, ale na druhou stranu jsou časově náročnější. Proto předpokládaný čas potřebný pro vyřešení úloh je odhadován na 15 - 25 minut. Úlohy je možné zkontrolovat buď zapsáním řešení úlohy na tabuli, nebo promítnutím žákovského či autorského řešení.

1. úloha

Zadání

Dříve, když se kácel les, tak se pořezané dřevo přepravovalo na pilu po vodě. Určete, jaká je hustota dřeva, jestliže klády, které házeli dřevorubci do vody, byly ze šesti osmin ponořené a hustota vody je 1000 kg/ m^3.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

V	objem celé klády
$V_x = \frac{6}{8} \cdot V$	objem ponořené části klády
$\rho_k = 1000\ \mathrm{kg/\,m^3}$	hustota vody

Úkolem této úlohy je zjistit hustotu dřeva. K tomu využijeme vztahu pro výpočet hustoty, ze kterého vyjádříme neznámou hmotnost:

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

Následně hustotu dřeva vypočítáme pomocí Archimédova zákona. Ze zadání víme, že dřevo na vodě plove, tedy můžeme říci, že vztlaková síla z Archimédova zákona je rovna síle tíhové. Následně využijeme vztahů:

$$F_{vz} = V_x \cdot \rho_k \cdot g \qquad F_G = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

Z rovností těchto sil můžeme vyjádřit hustotu dřeva:

$$V_x \cdot \rho_k \cdot g = \rho \cdot V \cdot g \Rightarrow \rho = \frac{V_x \cdot \rho_k}{V}$$

Ve vztahu pro výpočet hustoty dřeva je V objem celé klády a objem ponořené části klády je V_x, který podle zadání odpovídá $\frac{6}{8} \cdot V$. Po dosazení hodnot dostáváme hustotu dřeva:

$$\rho = \frac{V_x \cdot \rho_k}{V} = \frac{\frac{6}{8} \cdot V \cdot \rho_k}{V} = \frac{3}{4} \cdot 1000 = 750\,\mathrm{kg/\,m^3}$$

Dodatek: Abychom tuto úlohu propojili s dalším předmětem, můžeme žákům dát za úkol vyhledat na internetu, o jaký druh dřeva se jedná. Pro co nejpřesnější vyhledání druhu dřeva je nutné, aby si žáci uvědomili, že jde o dřevo čerstvé. Protože jde o dřevo z těžby, nebývá nijak vysušené.

Například na této webové stránce: **https://www.drevorubec.cz/c/22/objemova-hmotnost-dreva** lze vidět, jaké jsou rozdíly hustot dřeva čerstvého, přírodně vyschlého a uměle dosušeného.

Závěr

Hustota dřeva je $750\,\mathrm{kg/\,m^3}$, což nejvíce odpovídá smrkovému dřevu.

2. úloha

Zadání

Představte si, že ledová kra plove na mořské hladině. Hustota mořské vody je přibližně $1\,020\ \mathrm{kg/m^3}$. Určete jaká část objemu kry bude nad hladinou, když hustota ledu je přibližně $920\ \mathrm{kg/m^3}$.

Představte si, že vidíte na moři ledovou kru tvaru kvádru. Na této kře sedí tuleň o hmotnosti 150 kg. Vypočítejte, jakou by musela mít ledová kra o rozměrech (délka 400 cm, šířka 250 cm) minimální tloušťku, aby:

a) unesla jednoho tuleně, aniž by se smočil,

b) unesla dva stejně těžké tuleně, aniž by se smočili.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$\rho_k = 1\,020\ \mathrm{kg/m^3}$	hustota mořské vody
V	objem celé kry
$\rho = 920\ \mathrm{kg/m^3}$	hustota ledu
$m_t = 150\,\mathrm{kg}$	hmotnost jednoho tuleně
$d = 400\,\mathrm{cm} = 4\,\mathrm{m}$	délka kry
$s = 250\,\mathrm{cm} = 2{,}5\,\mathrm{m}$	šířka kry

Pro výpočet ponořené části kry budeme postupovat podobně, jako v předchozí úloze, jen nebudeme z rovnosti vztlakové a tíhové síly vyjadřovat hustotu, ale objem. Vztahy, které budeme využívat tedy budou:

$$F_{vz} = V_x \cdot \rho_k \cdot g \qquad F_G = m \cdot g \qquad \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V$$

Z rovnosti sil vyjádříme objem ponořené části:

$$V_x \cdot \rho_k \cdot g = m \cdot g \Rightarrow V_x = \frac{m \cdot g}{\rho_k \cdot g} = \frac{\rho \cdot V}{\rho_k}$$

Tato ponořená část je nějaký k násobek objemu kry V. Vložením $V_x = k \cdot V$ do předchozího vztahu, následným vyjádřením k a vynásobením 100 %, dostaneme procentuální hodnotu ponořené části kry:

$$k \cdot V = \frac{\rho}{\rho_k} \cdot V \Rightarrow k = \frac{\rho}{\rho_k} = \frac{920}{1\,020} = 0{,}90 = 90\ \%$$

Na závěr si musíme uvědomit, že tento násobek odpovídá ponořené části kry, ale v zadání je, že máme určit, jaká část se nachází nad vodou, což v našem případě odpovídá 10 % objemu kry.

V následujících částech úlohy budeme opět využívat rovností vztlakové a tíhové síly. Pro vztlakovou sílu platí stejný vztah, jako v předchozí části úlohy. Musíme si však uvědomit, že pro tíhovou sílu předchozí vztah neplatí. Protože kromě hmotnosti kry musíme brát v potaz ještě hmotnost tuleně. Tedy tíhová síla zde má vztah:

$$F_G = (m + m_t) \cdot g$$

Opět využijeme dříve uvedený vztah pro vyjádření hmotnosti pomocí hustoty a objemu, který následně dosadíme do rovnosti tíhové a vztlakové síly a vyjádříme objem:

$$V \cdot \rho_k \cdot g = (m + m_t) \cdot g \Rightarrow V \cdot \rho_k = \rho \cdot V + m_t \Rightarrow V \cdot (\rho_k - \rho) = m_t \Rightarrow V = \frac{m_t}{\rho_k - \rho}$$

Dále využijeme vztah pro výpočet objemu kvádru $V = S \cdot v = d \cdot s \cdot v$, ze kterého po dosazení do předchozího vztahu vyjádříme námi hledanou tloušťku ledové kry ve tvaru kvádru:

$$d \cdot s \cdot v = \frac{m_t}{\rho_k - \rho} \Rightarrow v = \frac{m_t}{d \cdot s \cdot (\rho_k - \rho)}$$

a) Pro výpočet minimální tloušťky ledové kry, tak aby unesla jednoho tuleně, stačí do předchozího vyjádřeného vztahu dosadit:

$$v = \frac{m_t}{d \cdot s \cdot (\rho_k - \rho)} = \frac{150}{4 \cdot 2{,}5 \cdot (1020 - 920)} = 0{,}15\ \mathrm{m} = 15\ \mathrm{cm}$$

b) Tato část je velmi podobná části předchozí. Pro výpočet minimální tloušťky ledové kry, tak aby unesla dva tuleně, stačí do vyjádřeného vztahu dosadit hmotnost dvou tuleňů:

$$v = \frac{2 \cdot m_t}{d \cdot s \cdot (\rho_k - \rho)} = \frac{2 \cdot 150}{4 \cdot 2{,}5 \cdot (1\,020 - 920)} = 0{,}30\ \mathrm{m} = 30\ \mathrm{cm}$$

Závěr

Nad hladinou bude 10 % ledové kry. Aby ledová kra unesla jednoho tuleně, aniž by se smočil, musela by mít minimální tloušťku 15 cm. Kdyby na ní byli dva tuleni,musela by mít minimální tloušťku 30 cm.

3. úloha

Zadání

Potrubím protéká voda rychlostí 5 m/s. Průměr potrubí je 16 cm. Určete:

a) objemový průtok vody v potrubí,

b) jaký objem vody proteče potrubím za pět minut,

c) jakou kinetickou energii má proudící voda o objemu jednoho litru,

d) jaká by byla rychlost proudění vody, kdyby se v určitém místě potrubí zúžilo. Zúžená část by měla poloměr 0,5 dm.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$v = 5\ \mathrm{m/s}$	rychlost průtoku vody potrubím
$d_1 = 16\ \mathrm{cm} = 0{,}16\ \mathrm{m}$	průměr potrubí
$r_2 = 0{,}5\ \mathrm{dm} = 0{,}05\ \mathrm{m}$	poloměr zúžené části potrubí
$t = 5\ \mathrm{min} = 300\ \mathrm{s}$	čas
$V = 1\ \mathrm{l} = 10^{-3}\ \mathrm{m}^3$	objem vody

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$\rho = 1\,000\ \mathrm{kg/\,m^3}$ hustota vody

a) V této části úlohy využijeme kromě vztahu pro výpočet objemového průtoku ještě vztah pro výpočet obsahu průřezu potrubí, tedy použijeme vztahy:

$$Q = S \cdot v \qquad S = \pi \cdot r_1^2 = \pi \cdot \left(\frac{d_1}{2}\right)^2$$

Po dosazení hodnot ze zadání dostáváme:

$$Q = \pi \cdot \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \cdot v = \pi \cdot \left(\frac{0{,}16}{2}\right)^2 \cdot 5 = 0{,}1\ \mathrm{m^3/\,s}$$

b) V další části úlohy se ptáme, jaký objem vody proteče potrubím za čas t. Stačí tedy z předchozí části objemový průtok vynásobit časem t, po vynásobení dostáváme:

$$V = Q \cdot t = 0{,}1 \cdot 300 = 30\,\mathrm{m}^3$$

c) Abychom zjistili, jakou kinetickou energii má proudící voda o objemu V, využijeme vztahu, do kterého dosadíme hodnoty:

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1\,000 \cdot 10^{-3} \cdot 5^2 = 12{,}5\ \mathrm{J}$$

d) Pro výpočet rychlosti proudění vody v zúžené části potrubí využijeme rovnici spojitosti, ze které lze vyjádřit hledanou rychlost v místě zúžení potrubí:

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{S_1 \cdot v_1}{S_2}$$

do výše uvedeného vztahu stačí dosadit parametry obou potrubí, čímž dostaneme velikost rychlosti v zúženém potrubí:

$$v_2 = \frac{S_1 \cdot v_1}{S_2} = \frac{\pi \cdot \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \cdot v_1}{\pi \cdot r_2^2} = \frac{d_1^2 \cdot v_1}{4 \cdot r_2^2} = \frac{0{,}16^2 \cdot 5}{4 \cdot 0{,}05^2} = 12{,}8\,\mathrm{m/s}$$

Závěr

Objemový průtok je $0{,}1\,\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$. Za 5 minut proteče potrubím 30 m^3 vody. Kinetická energie proudící vody je 12,5 J. V místě zúženého potrubí by tekla voda rychlostí 12,8 m/s.

4. úloha

Zadání

Určete hustotu kovu o hmotnosti 129,2 gramů, který celý ponoříte do mořské vody o hustotě 1 020 kg/ m^3. Siloměr, který drží tento předmět v klidu pod vodou ukazuje 1,2 N. Pomocí internetu či tabulek zjistěte o jaký druh kovu se může jednat.

Rozbor a řešení

Známé hodnoty ze zadání:

$m = 129{,}2\,\mathrm{g} = 0{,}1292\,\mathrm{kg}$	hmotnost neznámého kovu
$\rho = 1\,020\ \mathrm{kg/\,m^3}$	hustota mořské vody
$F = 1{,}2\,\mathrm{N}$	síla, kterou ukazuje siloměr

Potřebné hodnoty pro výpočet:

$g = 9{,}81\,\mathrm{m/\,s^2}$	tíhové zrychlení

Pro výpočet hustoty kovu budeme postupovat obdobně, jako v první a druhé úloze. Jediný rozdíl bude v tom, že tíhovou a vztlakovou sílu nebudeme dávat do rovnosti. Rozdíl těchto sil odpovídá velikosti síly, kterou odečteme na siloměru. Budeme tedy využívat vztahů:

$$F = F_G - F_{vz} \qquad F_G = m \cdot g \qquad F_{vz} = V \cdot \rho_k \cdot g$$

Po dosazení tíhové a vztlakové síly do prvního vztahu, vyjádříme objem:

$$F = m \cdot g - V \cdot \rho_k \cdot g \Rightarrow V = \frac{m \cdot g - F}{\rho_k \cdot g}$$

Abychom zjistili námi hledanou hustotu kovu, tak vyjádřený objem dosadíme do vztahu pro výpočet hustoty a následně dosadíme hodnoty:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{m \cdot g - F}{\rho_k \cdot g}} = \frac{m \cdot \rho_k \cdot g}{m \cdot g - F} = \frac{0{,}1292 \cdot 1\,020 \cdot 9{,}81}{0{,}1292 \cdot 9{,}81 - 1{,}2} = 19\,170\,\mathrm{kg/\,m^3}$$

Závěr

Hustota kovu je přibližně 19 170kg/m^3, což v tabulkách nejvíce odpovídá hustotě zlata o hodnotě 19 320 kg/ m^3.

Dodatek: Jiným způsobem, jak zjistit hustotu materiálu (s větší hustotou než je hustota kapaliny) by byl možný laboratorní experiment s laboratorními vahami. Tento experiment byl zmiňován v teoretické části. Úkolem žáků je zvážit dané těleso, o neznámé hustotě, ve vzduchu (m_1). Poté toto těleso žáci zváží po ponoření do vody (m_2) viz obr. 3.22. Následně by se pracovalo obdobně, jako v této úloze:

$$F = F_G - F_{vz} \Rightarrow m_2 \cdot g = m_1 \cdot g - \frac{m_1}{\rho} \cdot \rho_k \cdot g$$


Obrázek 3.22: Experimenty na měření hustoty tělesa pomocí Archimédova zákona

3.2 Shrnutí metodických materiálů

Metodické materiály připravené pro využití v budoucím povolání učitele fyziky byly z části vyzkoušeny v praxi na gymnáziu. Připomínky od žáků byly akceptovány. Například se jednalo o nejasnosti v zadání úloh, velikost grafů či velikosti místa na řešení úloh. Následně zadání úloh bylo přepracováno podle těchto podnětů od žáků. Práce s těmito žáky byla velmi poučná a prospěšná. Díky nim se daly doladit některé nejasnosti v zadáních, či upravit zadání tak, aby byla pro žáky zajímavější. S ohledem na prvotní nezdary se podařilo materiály dopracovat do finálního konce tak, aby zadání byla pro žáky co nejsrozumitelnější.

3.3 Ověření metodických materiálů v praxi

Některé úlohy byly ověřeny v praxi na Gymnáziu F. M. Plecla v Rychnově nad Kněžnou v prvním ročníku čtyřletého studia (1.B4, 25 žáků) a v pátém ročníku osmiletého studia (5.A8, 28 žáků).

Z informací od několika vyučujících učících v daných třídách vyplývá, že v 5.A8 je nemalá skupina žáků orientujících se na přírodní vědy a to včetně fyziky, což bylo zřejmé na jejich přístupu k řešení zadaných úloh a následné diskuzi o těchto zadáních. Tito žáci měli i kritické poznámky k daným textům. Na základě těchto jejich poznámek mohly být následně texty optimalizovány, aby více odpovídaly potřebám žáků. Naopak třída 1.B4 je spíše humanitně zaměřena, což bylo zřejmé při řešení daných úloh a jejich následném hodnocení ze strany žáků. Připomínky byly spíše stylistické a gramatické, nikoliv zaměřené na fyzikální obsah materiálu. Tím se podařilo zkombinovat dost odlišné požadavky vycházející z těchto dvou tříd.

První metodický materiál na téma fyzikální veličiny se řešil především formou společné práce žáků, protože tyto úlohy nebyly nikterak časově náročné a žáci nepotřebovali čas na samostatnou práci. Další metodické materiály byly časově náročnější, proto žáci měli možnost pracovat samostatně svým individuálním tempem a následně každá úloha byla jednotlivými žáky podrobně probrána a vyřešena na tabuli. Nejnáročnější činností pro žáky byla práce s grafy, proto bylo nutné první úlohu na práci s grafem projít společně s celou třídou, aby si žáci připomněli metodiku řešení úloh zadaných pomocí grafu. Následně i v dalších úlohách s tématikou grafů nemalá část žáků potřebovala individuální přístup při řešení těchto úloh.

3.4 Reflexe žáků

Většina metodických materiálů byla vyzkoušena přímo v hodinách fyziky. Výhodou tohoto postupu byla možnost do úloh následně zapracovat připomínky žáků, které umožní žákům snazší pochopení úloh. Každý občas udělá chybu, které si hned nevšimne, i když na ni hleděl několikrát. Díky žákům, kteří měli za úkol vyřešit dané úlohy a následně je pak okomentovat po stránce obsahové i vzhledové, bylo možné opravit do té doby neobjevené chyby v textu úloh. Většinou se chyby vztahovaly na gramatiku, či na délku textu. Na základě těchto připomínek žáků, bylo možné přeformulovat úlohy do stavu, který je pro žáky více srozumitelný a v neposlední řadě i zábavný.

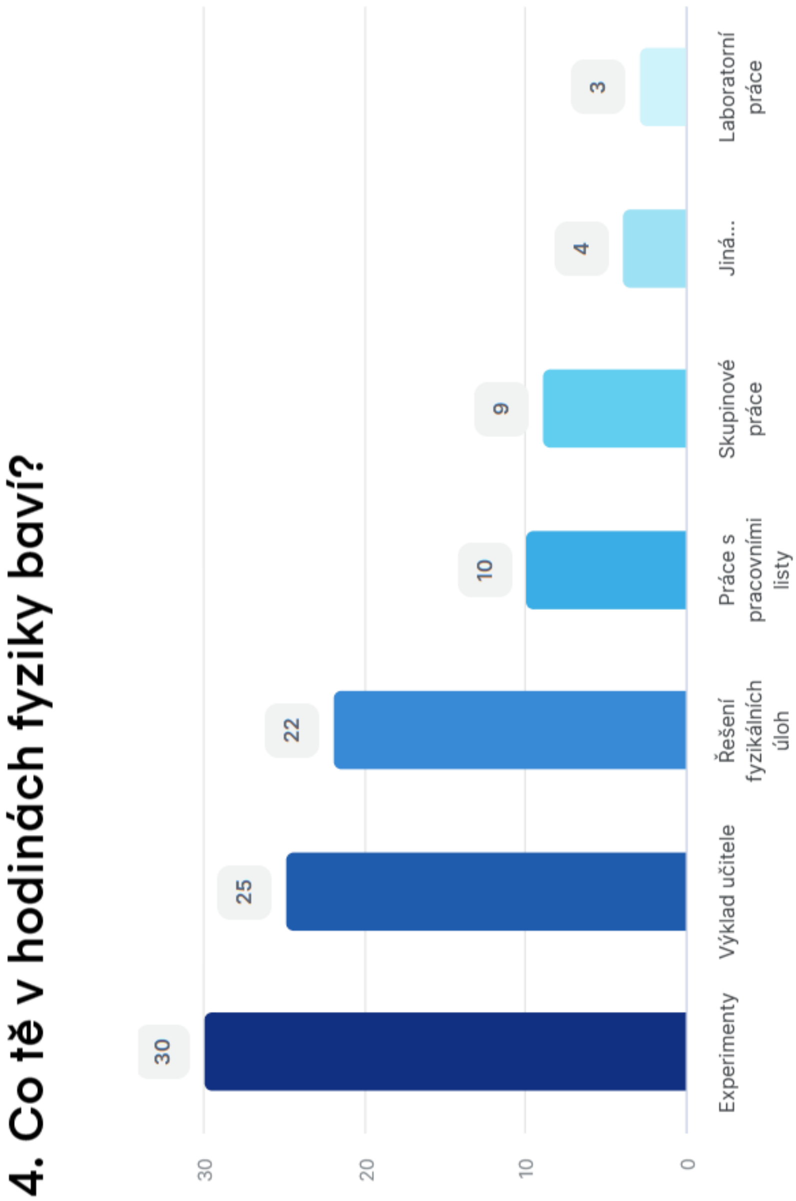
Po ukončení testování úloh, byli žáci požádáni o vyplnění dotazníku o 13 otázkách. Otázky se týkaly pohlaví, druhu třídy, jaký mají postoj k fyzice, jak často se na hodiny fyziky připravují, či jaké materiály využívají na přípravu na hodiny. Hlavní důraz v dotazníku byl však kladen na poslední dvě otázky týkající se přínosu a připomínek k těmto metodickým materiálům. Nejpodstatnějším přínosem z těchto posledních otázek, byly připomínky, které vedly ke zlepšení závěrečné práce. Nejčastější připomínky byly zejména na přehlednost obrázků, nedostatek místa na výpočty a na délku zadání úloh. Jeden ze žáků zdůrazňoval i neskladnost listů. Přínosy pak viděli hlavně v tom, že si nemusí každé zadání úloh opisovat a mohli pracovat svým tempem. Souhrn nejčastějších odpovědí k těmto dvěma otázkám, je přiložen níže, dále je zde přiložen graf s odpověďmi na otázku, co dotazované žáky v hodinách fyziky nejvíce baví.

Ověřování těchto pracovních listů proběhlo jednorázově na konci školního roku 2021/2022. Tedy pro některé žáky bylo těžší si látku ze začátku školního roku vybavit. Dále v dotazníku zmiňovali, že úlohy, které řešili jim pomáhaly k zopakování si probraného učiva.

Vybrané odpovědi z dotazníku

4. otázka: Co tě v hodinách fyziky baví?

V této otázce mohli žáci zaškrtnout více možností. Z grafu je vidět, že nejoblíbenější činností žáků jsou experimenty, což odpovídá obecným pedagogickým poznatkům a poměrně vysokou oblibu u dotazovaných žáků má i řešení fyzikálních úloh.



Obrázek 3.23: 4. otázka: Co tě v hodinách fyziky baví?

12. otázka: Pokud jsi v předchozí otázce odpověděl/a ANO/SPÍŠE ANO, v čem byly pro tebe pracovní listy přínosem?

Tato otázka z dotazníku měla charakter otevřené odpovědi navázané na 11. otázku, kde byli žáci dotázáni, zda tyto pracovní listy byly pro ně přínosem. V 11. otázce variantu ANO/SPÍŠE ANO zvolilo 38 žáků, tedy 11 žáků 12. otázku nevyplnilo. Pro převážnou část dotazovaných žáků bylo přínosem pracovních listů zopakování látky z daného ročníku. Pro nemalou část dotazovaných žáků byly pracovní listy zpestřením výuky.

13. otázka: Máš nějaké připomínky k pracovním listům, které jsme využívali?

Poslední otázka se týkala připomínek k pracovním listům. Většina dotazovaných žáků připomínky neměla. Důvodem bylo, že během práce s jednotlivými pracovními listy byly jejich připomínky průběžně řešeny.

Závěr

Výsledkem diplomové práce je 60 úloh seskupených do metodických materiálů s tématy: Fyzikální veličiny, Kinematika, Dynamika, Mechanická energie, práce, výkon, Gravitační pole, Mechanika tuhého tělesa a Mechanika kapalin a plynů.

Při vytváření této diplomové práce nešlo jen o vytvoření zadání a následné řešení úloh, ale i o přemýšlení nad tím, jak úlohy doplnit o zajímavé informace, či využití mezipředmětových vztahů.

Metodické materiály budu využívat v pedagogické praxi částečně formou motivační, ale především formou procvičovací a v menší míře i ověřovací. Tedy některé úlohy lze použít jako součást písemného klasifikovaného opakování dané kapitoly.

Ve sbírce jsou obsaženy fyzikální úlohy určené pro první ročník střední školy. Úlohy jsou různě náročné, určené nejen pro žáky, ale i jako námět pro učitele v hodinách výuky fyziky.

V průběhu tvorby diplomové práce jsem byla ráda za to, že jsem spolupracovala se žáky prvního ročníku Gymnázia F. M. Pelcla. Jednalo se o jednu třídu osmiletého studia a o jednu třídu čtyřletého studia. Jejich reakce na dané úlohy, které řešili, byly pro mne největším přínosem. Ze zpětných reakcí studentů, kteří některé úlohy řešili, jsem se snažila poučit a následně vyvarovat chyb při tvoření následujících úloh. Díky nim jsem přišla na různá úskalí, která jsem si před tím neuvědomovala, ale žákům se některé úlohy zdály moc složité, nebo někdy i nepřehledné.

Cílem diplomové práce byla tvorba a využití metodických materiálů ve výuce fyziky v 1. ročníku gymnázia. Podle mého uvážení jsem těchto cílů dosáhla, ale nelze opomenout, že by šla tato práce rozšířit o další zajímavé úlohy.

Teoretickou část jsem na samém začátku zaměřila na samotný pojem fyzikální úloha, kde jsem zjistila, že samotná definice fyzikální úlohy je silně závislá na pohledu autora. Dále jsem zmínila důležité předpoklady, které by měl mít každý žák, aby byl schopen řešit fyzikální úlohy. Na což následovala kapitola se strategií řešení úloh. V této kapitole jsou uvedeny dvě strategie, které jsou si dost podobné. První strategie se používá v anglosaských zemích, tzv. metoda I SEE. Druhou neopomenutelnou a více detailněji rozpracovanou strategií je metoda, kterou popisuje I. Volf. Teoretická část byla dále zaměřena na členění experimentů ve výuce fyziky, kde jsem nejvíce informací čerpala od zmíněného I. Volfa. Následně jsou zmíněny typické miskoncepce žáků vztahující se k tématům probíraným v rámci fyziky v 1. ročníku na gymnáziu. Nejčastější miskoncepce jsou zmíněny a následně vyvráceny.

V praktické části byly připraveny, vyřešeny a v praxi vyzkoušeny různé metodické materiály pro podporu výuky fyziky. Tyto materiály mohu následně využít ve své pedagogické praxi k doplnění a zpestření výuky, při tvorbě písemných prací, dále mohou sloužit v hodinách fyziky pro další učitele. Nelze opomenout důležitost těchto metodických listů pro samotné žáky, kteří je mohou využívat, jak k opakování učiva, tak k domácím přípravám.

Seznam obrázků

Seznam tabulek

Literatura

[1] BEISER, Arthur. Schaum's Outline of Applied Physics. 4. US: McGraw-Hill Inc.,US, 2009. ISBN 978-0071611572.

[2] Ontola: Bernoulliho rovnice. [cit. 2023-04-11]. https://www.ontola.com/cs/ondi/nlfyos/bernoulliho-rovnice.

[3] BOWEN-JONES, Michael a David HOMER. Oxford IB Diploma Programme: Physics Course Companion: IB Diploma Physics students SL and HL. Oxford, UK: Oxford University Press, 2014. ISBN 978-0-19-839213-2.

[4] BROWNE Michael. Schaum's Outline of Physics for Engineering and Science: 788 Solved Problems + 25 Videos (Schaum's Outlines). 3. US: McGraw-Hill Education, 2013. ISBN 978-0071810906.

[5] ČÍŽKOVÁ Dita, Dana MANDÍKOVÁ. Prekoncepce studentů MFF UK o síle a pohybu - výsledky testu FCI. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 55 (2010), No. 2, 148–155. Dostupné z: https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/141950/PokrokyMFA_55-2010-2_7.pdf.

[6] DOSTÁL, Jiří. Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. Trendy ve vzdělávání, 2013, 1.1: 9-19.

[7] HAUT, Jiří. Rozbor výukového software pro fyziku [online]. Brno, 2011. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Jindřiška SVOBODOVÁ. [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/hzvig/.

[8] How to Solve Any Physics Problem. Https://www.wikihow.com/ [online]. [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: https://www.wikihow.com/Solve-Any-Physics-Problem.

[9] Encyklopedia poznania: Hydrostatický tlak, hydrostatický paradox. [cit. 2023-04-11]. https://encyklopediapoznania.sk/clanok/7520/hydrostaticky-tlak.

[10] JANÁS, Josef. Kapitoly z didaktiky fyziky. Brno: Masarykova univerzita, 1996. ISBN 80-210-1334-6.

[11] KOSÍKOVÁ, Věra. Psychologie ve vzdělávání a její psychodidaktické aspekty. Praha: Grada, 2011. Pedagogika (Grada). ISBN 9788024724331.

[12] KÁNTOROVÁ Jana. Dětské prekoncepce v předškolním vzdělávání [online], Brno, 2016. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Mgr. Veronika Rodová, Ph.D., [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/jligg/Detske_prekoncepce_v_predskolnim_vzdelavani.pdf.

[13] LINHART, Josef. Proces a struktura lidského učení. Praha: Academia, 1972.

[14] MANDÍKOVÁ, Dana a Josef TRNA. Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky. Brno: Paido, 2011. ISBN 978-80-7315-226-0.

[15] MAZUREK, Jiří. Srovnání výsledků počítačem podporované a frontální výuky fyziky. Pedagogika, 2011, 61.1: 45-52.

[16] NECKAŘOVÁ, Jana. Žákovské prekoncepce o stavbě a funkci mikroskopu [online]. Olomouc, 2021. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce RNDr. Martin Jáč, Ph.D., [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: https://theses.cz/id/udcp6z/.

[17] Několik úvah o experimentování ve výuce fyziky. Hradec Králové: MAFY, 1997. ISBN 80-86164-04-1.

[18] PRŮCHA, Jan. Psychologie učení: teoretické a výzkumné poznatky pro edukační praxi. Praha: Grada, 2020. Psyché (Grada). ISBN 978-80-271-2853-2.

[19] RUSÍNOVÁ, Anita. Miskoncepce ve výuce fyziky na ZŠ – náměty na postup při jejich odstraňování [online]. Praha, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta. Vedoucí práce doc. RNDr. Drozd Zdeněk, Ph.D., [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/63584/130147582.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

[20] SVOBODA, Emanuel. Metodika řešení fyzikálních úloh. UK, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Katedra didaktiky fyziky [online]. Praha. [cit. 2022-10-18]. Dostupné z: https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/didaktika/DF_RES_ULOH.pdf.

[21] ŠKLÍBOVÁ, Veronika. Metoda Peer Instruction ve výuce optiky [online]. Brno, 2022. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Jana JURMANOVÁ. [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/p42bs/.

[22] TSOKOS, K. A. Physics for the IB Diploma. 5. Cambridge: Cambridge university press, 2012. ISBN 978-0-521-13821-5.

[23] VACULOVA, Ivana, Josef TRNAa Tomáš JANÍK. Učební úlohy ve výuce fyziky na 2. stupni základní školy: vybrané výsledky CPV videostudie fyziky. Pedagogická orientace. 2008, (4), 34-55. Dostupné z: https://journals.muni.cz/pedor/article/view/1154/894.

[24] VOLF, Ivo. Metodika řešení úloh ve středoškolské fyzice: doplňkový studijní text pro učitele fyziky. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. Scio me multa nescire. ISBN 80-7041-697-1.

[25] Volf, Ivo. Metodika řešení úloh z fyziky. Praha: JČSMF, 1975.

[26] Volf, Ivo. Metodika řešení úloh ve fyzikální olympiádě. Praha: SPN, 1984.

[27] Wikipedie: První newtonův zákon. [cit. 2022-12-11].
https://cs.wikipedia.org/wiki/První Newtonův zákon.

[28] Wikipedie: Druhý newtonův zákon. [cit. 2022-12-11].
https://cs.wikipedia.org/wiki/Druhý Newtonův zákon.

[29] Wikipedie: Třetí newtonův zákon. [cit. 2022-12-11].
https://cs.wikipedia.org/wiki/Třetí Newtonův zákon.

[30] Wikipedie: Zákon zachování hybnosti. [cit. 2022-12-11].
https://cs.wikipedia.org/wiki/Zákon zachování hybnosti.

[31] YOUNG, Hugh, Roger FREEDMAN, Francis SEARS a Mark ZEMANSKY. University Physics. 12. USA: Pearson Education, 2006. ISBN 978-0-321-50062-5.

Přílohy

1. Metodický materiál - Fyzikální veličiny

1. úloha

Doplňte tabulku základních jednotek soustavy SI.

Fyzikální veličina	**Značka veličiny**	**Základní jednotka**	**Značka jednotky**
			m
	m		
			s
		ampér	
termodynamická teplota			
		mol	
svítivost			

2. úloha

Využijte výše vyplněné tabulky a určete, zda dané veličiny patří mezi základní jednotky SI. Odpověď zapište do volného místa pod danou větou.

a) Na preventivní prohlídce se musel Petr změřit. Sestřička naměřila výšku 170 centimetrů a hmotnost 75 kilogramů.

b) Na stavbě vozil Michal v kolečku písek. Michal za týden navozil 1 tunu písku.

c) Na mistrovství světa účastníci běží závod na 100 metrů. Vítěz uběhl trať za 11,06 sekundy.

d) V práci stráví člověk 8 hodin denně.

e) Vzdálenost mezi městy Praha a Brno je 190 kilometrů.

f) Nejvyšší hora na světě se jmenuje .... a měří 8 848 metrů.

g) Voda uvařená na zelený čaj má 75 °C.

h) Na nabíječce na mobil je napsáno, že tento spotřebič odebírá 2,3 ampér.

3. úloha

U každé úlohy určete základní jednotku SI. Odpověď zapište do volného místa pod zadáním.

a) Harry Potter chtěl změřit stadion, na kterém bude hrát famfrpál.

b) Hermiona vařila Mnoholičný lektvar. V návodu na přípravu se píše: Do kotlíku (nejmenší velikosti) vložíme tři chlupy Dlaždičouna a roh Jednorožce. Zalijeme 14 dní starým výluhem z dračí kůže. Necháme louhovat další týden a poté přidáme kůži z Hřímala o velikosti nehtu na palci. Za další týden přidáme měsíc starý výluh z Mandragory a vše uvedeme do varu.

c) Harry Potter po konzumaci lektvaru Felix Felicis šel šťastně navštívit Hagrida. Jelikož měl dobrou náladu, chtěl si stopnout, jak dlouho mu cesta bude trvat.

d) Profesor Severus Snape na svých hodinách používal kouzelný data projektor. Kouzlo spočívalo v tom, že měl pod stolem generátor elektrického proudu.

e) Profesoru Severusi se rozbil jeho kouzelný data projektor a potřeboval u něj vyměnit žárovku. Ve skladu vybírá vhodnou žárovku dle svítivosti.

f) Dolores Umbridgeová vařila Veritasérum, u kterého musela správně nakombinovat jednotlivé ingredience, aby lektvar správně fungoval. Pro správnou kombinaci ingrediencí využívala látkové množství.

g) Harry Potter dostal jako dárek Nimbus 2 000. Toto koště není jenom rychlé, ale i hodně lehké.

4. úloha

Do tabulky doplňte značku fyzikální veličiny, následně přiřaďte každé fyzikální veličině anglický název, který vyberete z názvů pod tabulkou.

Fyzikální veličina	**Značka veličiny**	**Základní jednotka**	**Anglický název**
tlak			
síla			
hmotnost			
čas			
výška			
objem			
okamžitá rychlost			
práce			
délka			
teplota			
energie			
výkon			
zrychlení			

Anglické názvy: temperature, volume, press, acceleration, work, mass, length, force, performance, velocity, height, energy, time.

5. úloha

Do tabulky dopište značku předpony a její násobek.

Pomůcka	**Značka předpony**	**Název**	**Násobek**
Ex	E	exa	
Prezident	P	peta	
Tomáš		tera	
Garigue		giga	
Masaryk		mega	
koupil		kilo	
malý		mili	
mlíko	µ	mikro	
na		nano	
puding		piko	
fermentovaný	f	femto	
alkoholem	a	atto	

6. úloha

Využijte tabulky a vypočítejte:

$132 \cdot 10^{-2}$ kJ = J	10^4 mA = A
$38 \cdot 10^{-3}$ g = mg	10^7 pm = mm
$98 \cdot 10^3$ MW = GW	10^2 s = ms
$250 \cdot 10^{-4}$ TW = GW	10^5 MJ = TJ
$12 \cdot 10^4$ nm = µm	10^8 mm = km

7. úloha

V tabulce jsou uvedené některé fyzikální veličiny. Určete, zda daná veličina je skalár či vektor. K řešení úlohy použijte uvedené definice:

Skalární veličiny (skaláry) jsou zcela určeny číselnou hodnotou a jednotkou.

Vektorové veličiny (vektory) jsou určeny číselnou hodnotou, jednotkou a směrem.

Fyzikální veličina	**Skalární**	**Vektorová**
délka		
hmotnost		
teplota		
síla		
práce		
energie		
výkon		
moment síly		
hustota		
objem		
okamžitá rychlost		
zrychlení		

2. Metodický materiál - Kinematika

1. úloha

Na webové stránce (odkaz v QR kódu): vyhledejte informace o čápech černých a jejich migraci. Vaším úkolem bude najít, jak je dlouhá jejich cesta mezi hnízdištěm a zimovištěm, následně určete:

https://www.birdlife.cz
/capi/

a) Kolik dní letí čápi na zazimování, jestliže jedinci táhnoucí na jihozápad uletí za den přibližně 250 kilometrů. Jedinci táhnoucí na jihovýchod uletí za den přibližně o 50 kilometrů méně. Dále vypočítejte, kolik dní trvá cesta čápům na jaře, když se vrací k nám. Ti, co letěli na jihovýchod uletí 250 kilometrů a ti, co letěli na jihozápad letěli o 150 kilometrů více.

b) Rychlost letu čápa je přibližně 40 km/h, vypočítejte:

- Kolik hodin trvá čápům celá cesta?
- Kolik hodin denně musí čáp letět při cestě na zimoviště?
- Kolik hodin denně musí čáp letět při návratu zpět k nám?

2. úloha

Na webové stránce (odkaz v QR kódu): najděte informace k následující úloze:

http://www.savci.upol.cz/teorie/rychlost.htm

Pes chce chytnout veverku, která je od něj vzdálená 20 metrů. Stihne pes veverku chytit, když nejbližší strom, na kterém by se veverka před psem schovala, je vzdálen 15 metrů?

Pokud by místo psa chytala veverku kočka, chytila by ji?

3. úloha

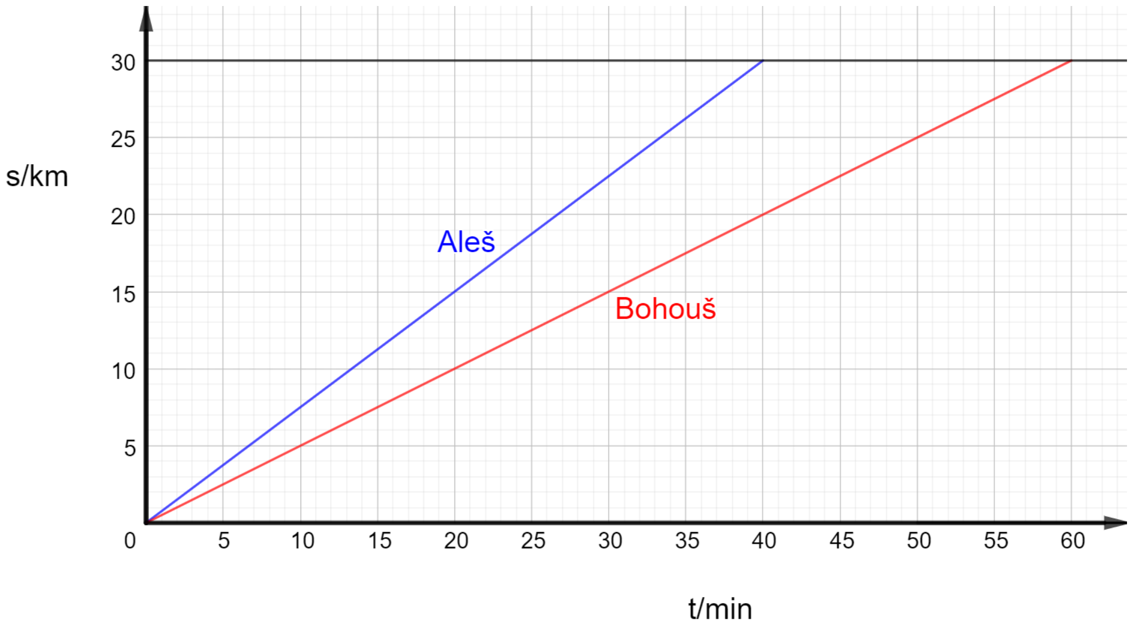
Vlak projíždí kolem nástupiště rychlostí 15 m/s. Ve vlaku jde Alenka rychlostí 5 km/h. Jakou rychlostí se pohybuje vůči výpravčímu Jirkovi stojícímu na nástupišti, jestliže Alenka jde:

a) ve směru v jakém se pohybuje vlak (59 km/h),

b) proti směru pohybu vlaku.(49 km/h)

4. úloha

Na trati dlouhé 30 kilometrů se konal závod dvou cyklistů. Obrázek znázorňuje dráhy rovnoměrných pohybů obou cyklistů v závislosti na čase t.



Z grafu určete:

a) Kdo závod vyhrál, Aleš nebo Bohouš?

b) Jakou rychlostí jeli cyklisté po trati? (45 km/h, 30 km/h)

c) Kolik minut měl náskok vítěz závodu? (20 min)

d) Na patnáctém kilometru jízdy stál fotograf. Jak dlouho trvalo, než k němu dojel Bohouš? (30 min)

e) Po dvaceti minutách od začátku závodu potkal Aleš kameramana. Jak daleko stáli od sebe kameraman a fotograf?

5. úloha

Reakce řidiče na překážku trvá přibližně dvě sekundy. Jakou dráhu za tuto dobu urazí řidič, pokud jede maximální povolenou rychlostí:

a) v obytné zóně (11 m),

b) v obci (28 m),

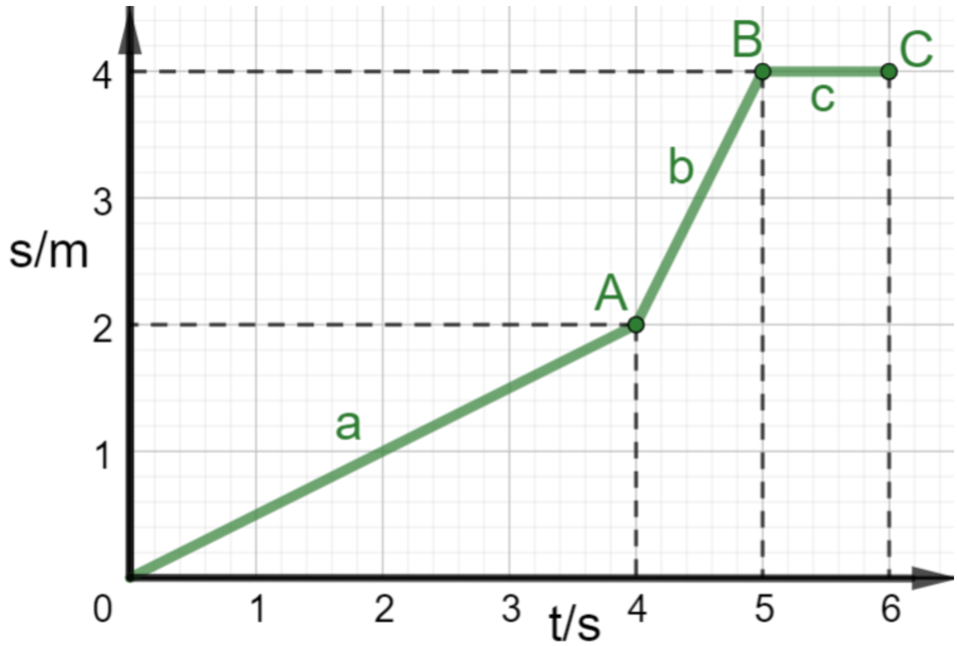
c) mimo obec (50 m),

d) na dálnici (72 m).

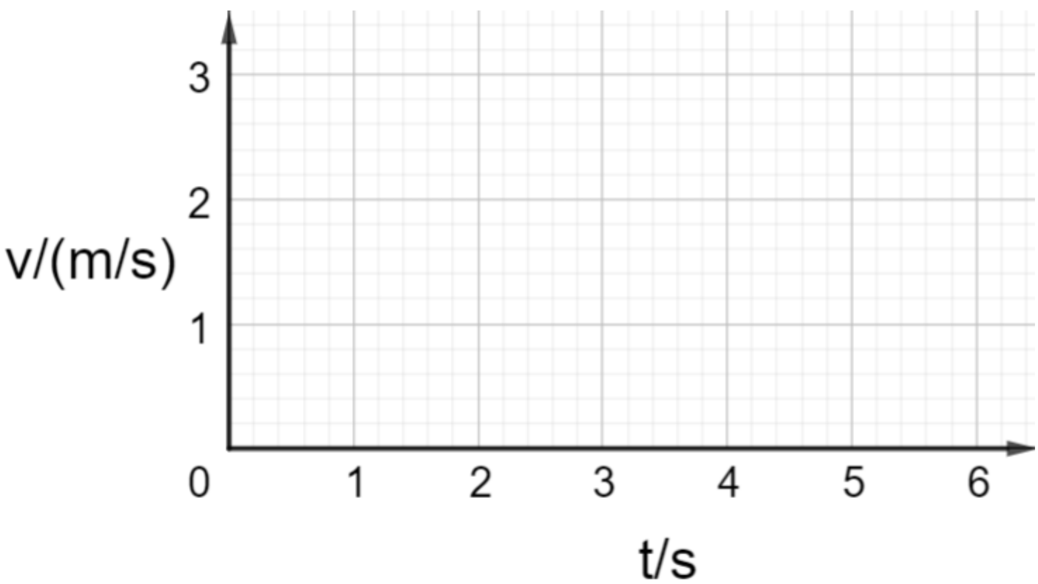
Dále určete, o kolik metrů by se prodloužila ujetá vzdálenost, kdyby řidič nedával pozor, díval se do telefonu a jeho reakce na překážku trvala pět sekund. Všechny výsledky zaokrouhlete na celá čísla. (17 m, 42 m, 75 m, 108 m)

6. úloha

Ke grafu závislosti dráhy na čase chodce sestrojte graf závislosti rychlosti na čase. Dále určete, jakou vzdálenost chodec urazil za čtyři a šest sekund.



Do tohoto prázdného grafu sestrojte řešení úlohy:



7. úloha

Přechod pro chodce přes obě části silnice je dlouhý šest metrů. Přes přechod chtějí přejít běžec rychlostí 9 km/h, maminka s kočárkem jdoucí rychlostí 4,5 km/h a stařenka rychlostí 2,7 km/h. Vaším úkolem je spočítat, zda všichni stihnou bezpečně přejít přechod pro chodce, když z levé strany jede kamion vzdálený od přechodu 30 metrů. Problém je, že řidič nechce zastavovat a jede stálou rychlostí 15 m/s.

Představte si stejnou situaci. Pouze kamion nepřijíždí k přechodu zleva ale zprava. Vypočítejte, zda by za stejných podmínek z předchozí části úlohy byl někdo z těchto tří osob schopný se bezpečně dostat na druhou stranu silnice, aniž by se v polovině cesty zastavil.

8. úloha

Burák jede po silnici rychlostí 54 km/h. Kolik metrů před přechodem by měl začít brzdit, aby zastavil chodci na přechodu? Počítejte s akcelerací $3\,\mathrm{m/s^2}$. (37,5 m)

9. úloha

Na hřišti si hrají Jindra s Pepíčkem. Pepíček si chtěl zahrát na honěnou. Protože se Jindrovi na honěnou nechtělo hrát, tak se zastavil ve vzdálenosti 125 metrů od Pepíčka a z tohoto místa už se dál nehnul.

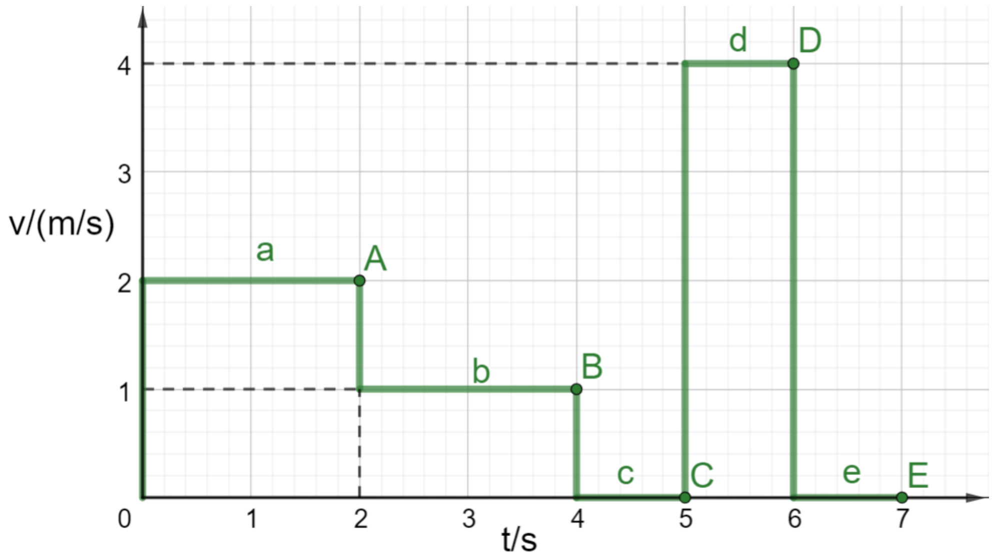
a) Vypočítejte, jak dlouho Pepíčkovi trvalo, než chytil Jindru, když běžel rychlostí 6 km/h? (75 s)

b) O kolik minut déle by Pepíčkovi trvalo Jindru chytit, kdyby si to Jindra rozmyslel a ve stejnou chvíli, co Pepíček za ním vyběhl by začal utíkat rychlostí 4 km/h? (o 2,5 minuty)

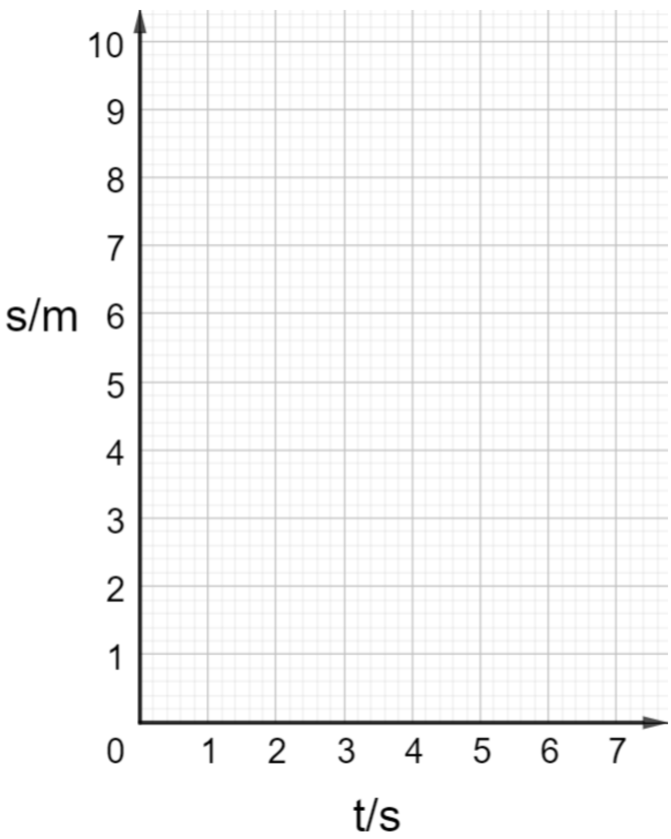
c) Představte si, že Pepíček měl na ruce hodinky, které ukazují počet kroků. Před zmíněnou honičkou ukazovaly hodinky 1256 kroků. Spočítejte, kolik kroků krokoměr ukazoval poté, co Pepíček chytil Jindru, který se mu snažil utéct. Pepíčkův jeden krok je přibližně 40 centimetrů. (2194 kroků)

10. úloha

Ke grafu závislosti rychlosti na čase chodce sestrojte graf závislosti dráhy na čase. Dále vypočítejte, jakou vzdálenost urazil chodec za čtyři a sedm sekund.



Do tohoto prázdného grafu sestrojte řešení úlohy:



11. úloha

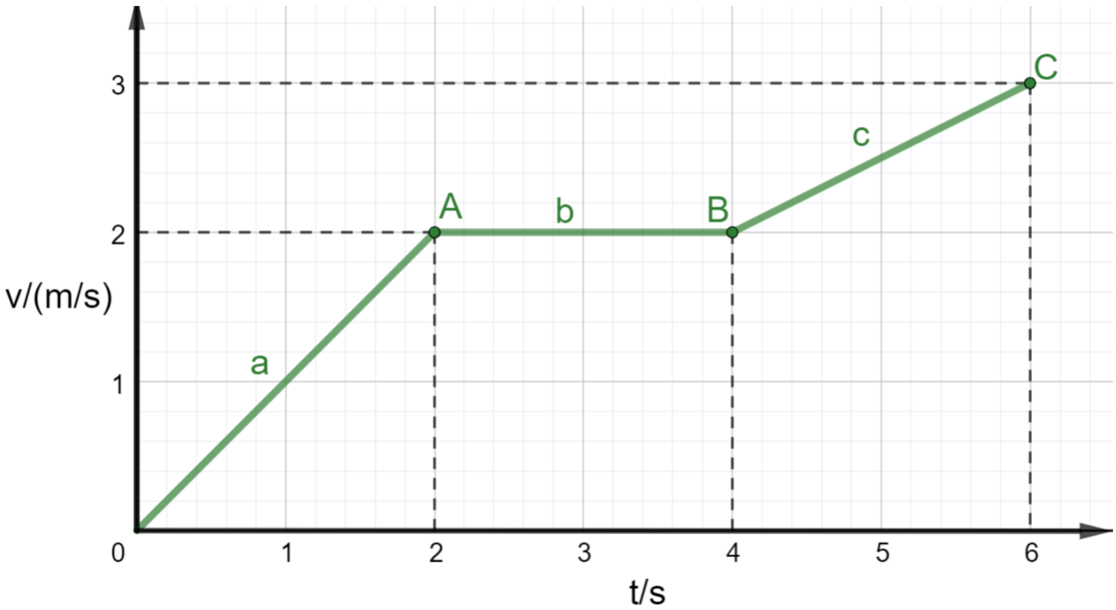
Roztržitý tatínek Aleš zapomněl doma školní počítač, na kterém měl připravené projekty do hodin fyziky. Protože počítač potřeboval ještě ten den, musel se vrátit ze školy vzdálené od domova dvanáct kilometrů. Aby stihl první hodinu, která začíná pět minut po osmé hodině, zavolal své manželce Evě, aby mu jela naproti ve druhém autě. Oba dva manželé vyrazili v 7:53. Protože je Aleš zkušený řidič, jel o 20 km/h rychleji než manželka Eva.

a) Jak rychle jela Eva, když se manželé setkali na odstavném parkovišti po pěti minutách? (62 km/h)

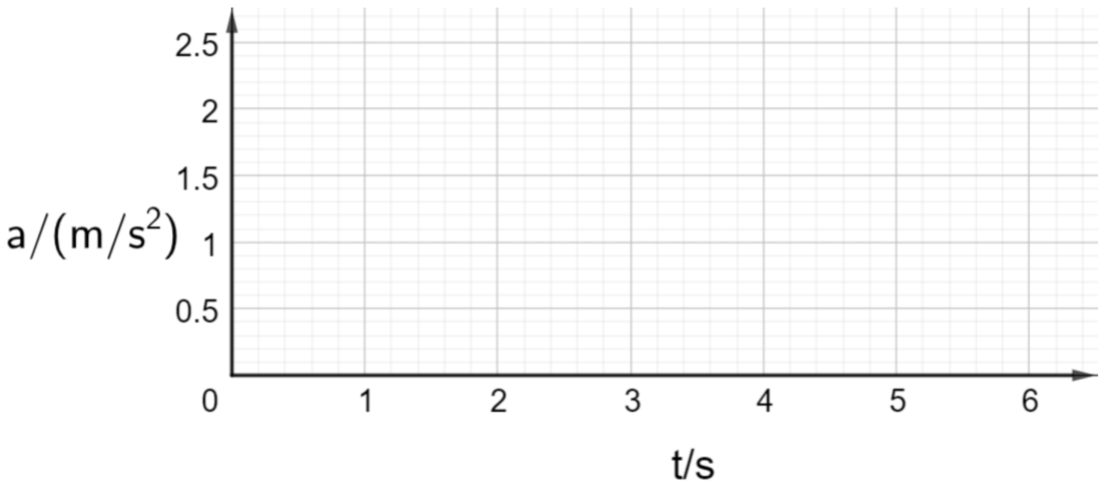
b) Stihl Aleš dojet do práce včas, když předání počítače trvalo dvě minuty a při cestě zpět jel rychlostí 68 km/h?

12. úloha

Ke grafu závislosti rychlosti na čase chodce sestrojte graf závislosti zrychlení na čase. Dále vypočítejte, jakou vzdálenost chodec urazil za šest sekund.

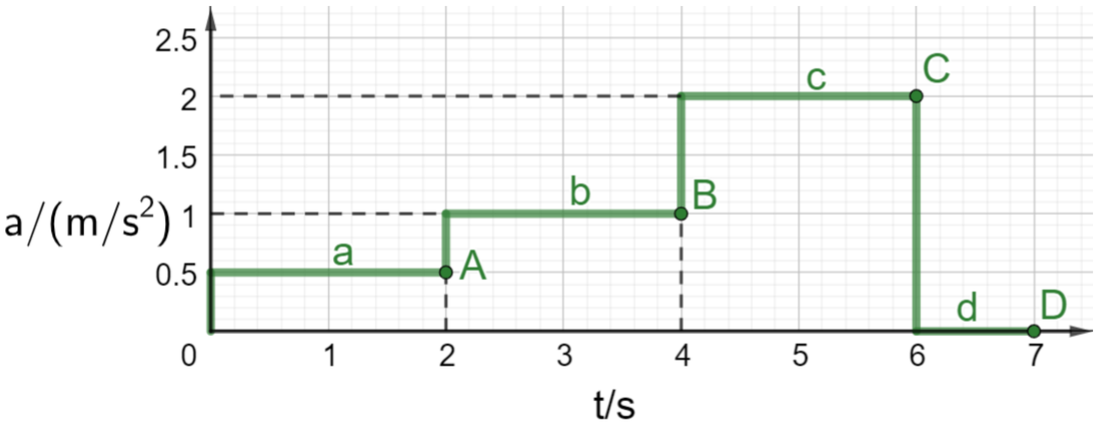


Do tohoto prázdného grafu sestrojte řešení úlohy:

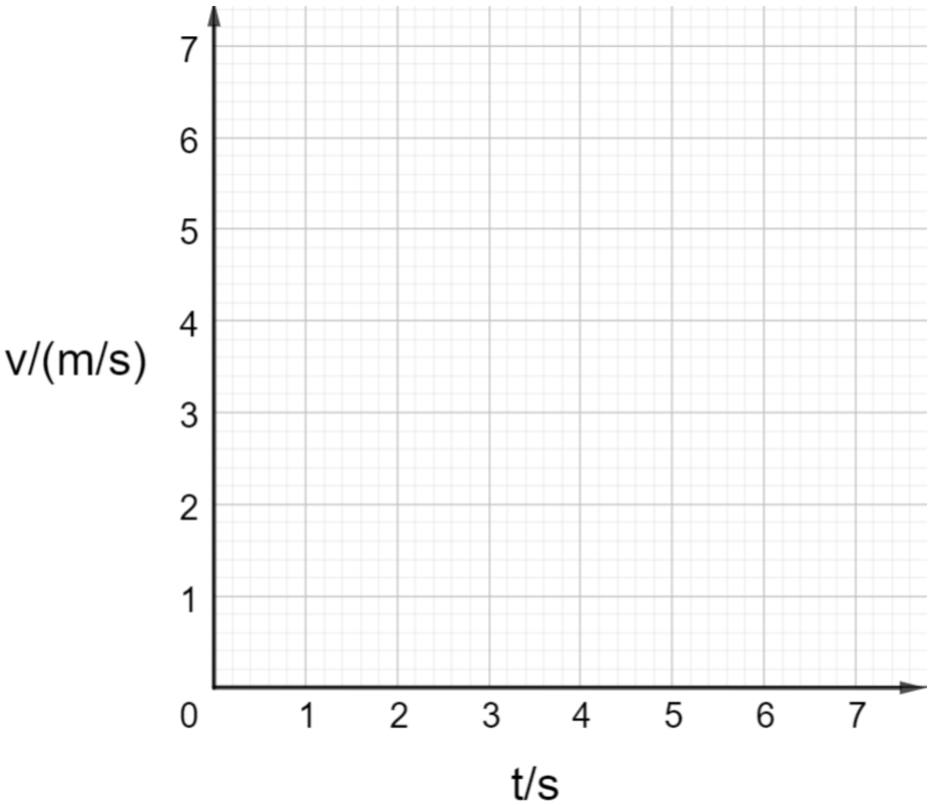


13. úloha

Ke grafu závislosti zrychlení na čase běžce sestrojte graf závislosti rychlosti na čase. Dále vypočítejte, jakou vzdálenost běžec urazil za sedm sekund.

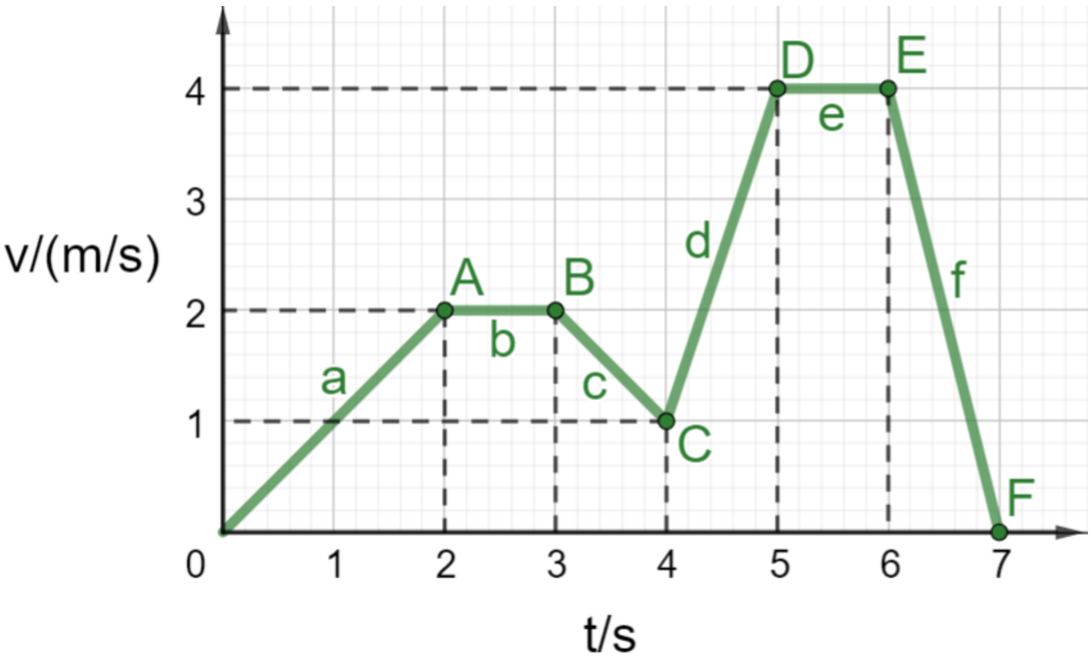


Do tohoto prázdného grafu sestrojte řešení úlohy:

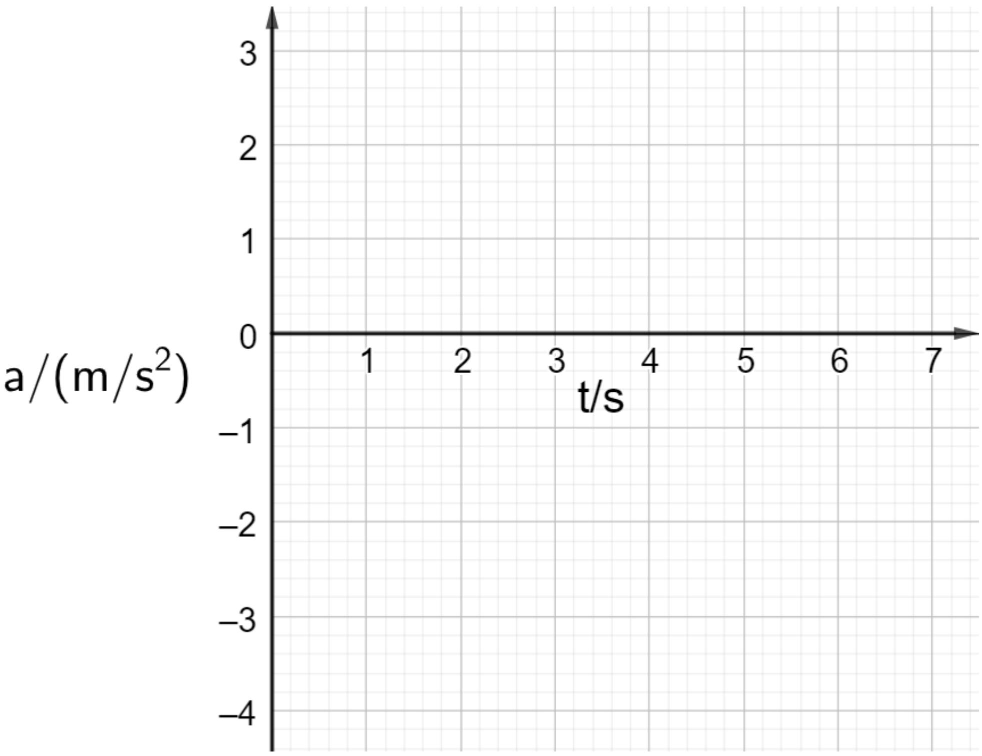


14. úloha

Ke grafu závislosti rychlosti na čase chodce sestrojte graf závislosti zrychlení na čase. Dále vypočítejte, jakou vzdálenost chodec urazil za sedm sekund.



Do tohoto prázdného grafu sestrojte řešení úlohy:



15. úloha

Pepíček a Alenka šli spolu na kolotoč. Měli možnost si sednout na sedačku 1,5 metrů vzdálenou od středu kolotoče, nebo na sedačku vzdálenou 3 metry od středu kolotoče. Protože Pepíčkovi se dělá na kolotoči špatně, kam byste mu doporučili si sednout? Dále určete, kolikrát bude obvodová rychlost menší na místě, kde bude sedět Pepíček?

16. úloha

Jindra vyhodil z ruky míč svisle vzhůru ve výšce sto centimetrů nad zemí a chytil ho ve stejné výšce, ze kterého vyhodil, za dvě sekundy. Do jaké výšky od podlahy míč vystoupil? (2,23 m)

17. úloha

Jakou rychlostí byla ve vodorovném směru vystřelena střela z vrcholu věže vysoké 125 metrů, pokud dopadla do vzdálenosti jeden kilometr od paty věže, jak dlouho střela letěla? (198 m/s, 5 s)

3. Metodický materiál - Dynamika

1. úloha

Pepíček táhne bedýnku silou 65 N, jak veliká musí být třecí síla mezi podložkou a bedýnkou, aby Pepíček táhl bedýnku rovnoměrným přímočarým pohybem?

2. úloha

Jednotunový Blesk McQueen jede po okruhu rychlostí 216 km/h. Jak velkou hybnost má Blesk McQueen? Jak velikou rychlostí by musel jet třítunový Burák, aby měl stejnou hybnost, jako Blesk McQueen. (60 000 kg.m/s, 72 km/h)

3. úloha

Jindra stojí na vrcholu přehradní hráze a nechává padat kameny do vody. Určete, jak velikou hybnost má kámen o hmotnosti dvě stě gramů po dvou sekundách volného pádu? (3,92 kg.m/s)

4. úloha

S jak velkým zrychlením se rozjíždí Pendolino, které má hmotnost 385 t, jestliže tažná síla lokomotivy je 10^5 N? (0,26 m/ s^2)

5. úloha

Pepíček chtěl roztlačit po vodorovné podlaze vozík o hmotnosti čtyřicet kilogramů. Jak velikou silou musel na vozík působit, pokud vozík za deset sekund roztlačil z klidu na rychlost 4,5 km/h. Tření a odpor vzduchu zanedbejte. (25 N)

6. úloha

Pepíček se přetahuje s Jindrou o bílou niť. Oba dva kluci táhnou stejnou silou 35 N. Rozhodněte, zda niť praskla, vydrží-li tah silou 50 N?

7. úloha

Děvčátka Alenka a Barborka si jezdí na kolečkových bruslích. Napadne je, že by se začaly k sobě přitahovat lanem. Alenka s hmotností třicet dva kilogramů se přitahuje silou o velikosti 16 N. Jak velikou silou se přitahuje čtyřicetikilová Barborka? Jaké zrychlení budou mít obě dvě dívenky? (16 N, 0,4 $\mathrm{m/s^2}$, 0,5 $\mathrm{m/s^2}$)

8. úloha

Lukáš střílel ze vzduchovky na plechovky položené na stole, vzdáleném čtyřicet metrů. Vypočítejte, jak veliká síla působila na střelu o hmotnosti 0,9 g, která proletěla hlavní za 0,01 s a nabyla rychlosti 250 m/s? Jak velké rychlosti nabyla puška při zpětném nárazu, má-li hmotnost 3,5 kg? (22,5 N, 0,06 m/s)

9. úloha

Na slepé koleji, stojí už měsíc nákladní vůz plný sýra. Hmotnost vozu i se sýrem je 25 tun. Do tohoto vozu narazí druhý nákladní vůz, který je prázdný a jeho hmotnost je pouze 15 tun. Vůz jede po vodorovné trati rychlostí 3,6 km/h. Při srážce se oba vozy spojí, a jedou stejnou rychlostí až na konec slepé koleje. Určete, jakou rychlostí se pohybují vozy po srážce. Tření a odpor vzduchu neuvažujeme. Výslednou rychlost napište v km/h s přesností na dvě desetinná místa. (1,35 km/h)

10. úloha

Burák jede v Kardanové Lhotě rychlostí 54 km/h, blíží se k Luigiho obchodu s pneumatikami, vzdáleného 35 metrů. Součinitel smykového tření mezi Burákovými pneumatikami a povrchem vozovky je 0,3. Vypočítejte, zda se podaří Burákovi zabrzdit před Luigiho slavnou Šikmou věží z pneumatik, nebo zda do nich nabourá.

11. úloha

Jdete do obchodu s autosedačkami pro děti. Máte možnost si vybrat sedačku podle svého uvážení, na cenu nehledíte. V obchodě vám dají na výběr ze sedaček, ve kterých děti sedí po směru či protisměru jízdy. Jaký typ autosedačky pro děti byste si vybrali? A proč?

12. úloha

Automobil přibrzdí z rychlosti 90 km/h na 54 km/h za 4 sekundy. Pepíček, který má hmotnost deset kilogramů, sedí v protisměrné sedačce a cítí, že je tlačen silou na sedačku. Určete jaká je velikost této síly. (25 N)

13. úloha

Anička s Barborkou chodí hrát tenis. Aby si mohly zahrát, musí si před hrou upravit hřiště. K úpravě se používá válec, který na antuce zarovná nerovnosti po předchozích hráčích. Válec má průměr 36 cm a hmotnost 171 kg. Rameno valivého odporu je 0,025 m. Určete, zda Anička či Barborka udrží tento válec v rovnoměrném pohybu, jestliže Anička dokáže působit silou 275 N a Barborka silou o 45 N menší.

14. úloha

Dvouletá Adélka našla doma nabíječku na telefon. Protože netušila, na co se používá, začala si s ní hrát. Nenapadlo ji nic jiného, než ji chytit na jednom konci a druhý konec roztočit. Druhý konec konal rovnoměrný pohyb po kružnici ve vodorovné rovině. Vypočítejte, jak velká byla dostředivá síla působí na konec nabíječky, která má hmotnost 0,21 kg, když víme, že poloměr kružnice je 35 cm a velikost okamžité rychlosti konce nabíječky je 5 m/s. (15 N)

4. Metodický materiál - Mechanická energie, práce, výkon

1. úloha

Jindra se snaží z obývacího pokoje dotáhnout sedací pytel, o hmotnosti čtyři tisíce gramů, do koupelny vzdálené čtyři metry. Chodba do koupelny je vodorovná a síla, kterou pytel táhne, je konstantní a rovnoběžná se směrem pohybu. Mezi sedacím pytlem a kobercem je součinitel smykového tření je 0,54. Jakou práci při přesunu sedacího pytle Jindra vykoná? Jak by se hodnota práce změnila, kdyby součinitel smykového tření byl poloviční? (84,8 J)

2. úloha

Určete přírůstek kinetické energie Blesk McQueena s hmotností jedna tuna, který na okruhu zvýšil svoji rychlost z 252 km/h na 324 km/h. (1,6 MJ)

3. úloha

Tatínek Aleš jel autem a došel mu benzín. Proto vyrazil s kanystrem na benzínku vzdálenou 1,2 km. Samotný kanystr má hmotnost 3 kg. Do kanystru se vejde 20 litrů benzínu o hustotě přibližně 750 kg/ m^3. Aleš nese kanystr 60 cm nad vozovkou rychlostí 6 km/h. S jakým výkonem pracuje Aleš při cestě z benzínové pumpy?

4. úloha

Třítunový Burák na úseku 0,7 kilometru zpomaluje z rychlosti 90 km/h na 15 m/s. Jakou práci vykoná brzdící síla? (600 kJ)

5. úloha

Jindra, který měří 120 cm, stojí na stole vysokém 80 cm. V ruce drží v úrovni temene hlavy autíčko o hmotnosti 350 g. Vypočtěte potenciální energii autíčka vzhledem k:

a) desce stolu, (4,1 J)

b) k podlaze místnosti? (6,9 J)

6. úloha

Tatínek Aleš se snaží pomocí pevné kladky vytáhnout čtyřicet kbelíků s pískem do tří metrů. Dvacetikilové kbelíky táhne rovnoměrným pohybem. Přihlížející Pepíček tatínkovi práci stopuje na hodinkách. Když tatínek začal pracovat, Pepíčkovy hodinky ukazovaly pět minut po čtvrté. Poté, co tatínek vytáhl poslední kbelík, se Pepíček podíval na hodinky a ty mu ukazovaly pět minut před půl pátou. Určete výkon Aleše při vytažení jednoho kbelíku, jestliže, každý kbelík táhl stejnou dobu. (19,6 W)

7. úloha

Pepíček si z 30 cm dlouhé nitě a malé 240 g kuličky vyrobil kyvadélko. S kyvadélkem si hrál a pozoroval, co se s kuličkou v určitých místech děje. Když kuličku pustil, tak napnutá nit svírala se svislou polohou úhel 45°. Určete, jakou rychlost měla kulička:

a) v nejvyšším místě, (0 m/s)

b) v nejnižším místě.(1,3 m/s)

8. úloha

Neposlušný Jirka pustil půlkilový kámen do propasti Macocha hluboké přibližně sto čtyřicet metrů. Jakou kinetickou a potenciální energii má kámen, který padá na dno propasti volným pádem:

a) v místě, kde kámen Jirka vypustil, (0 J, 687 J)

b) po dvou sekundách od spuštění kamene do propasti, (96,2 J, 580,8 J)

c) při dopadu. (687 J, 0 J)

Dále určete, jakou má kámen celkovou mechanickou energii vzhledem k povrchu Země? (687 J)

9. úloha

Jindra pustil z balkónu jednokilový míč, který volně padal dolů a po odrazu od země se dostal do čtvrtinové výšky, ze které byl vypuštěn. O kolik se zmenšila mechanická energie míče, jestliže balkón byl ve výšce šesti metrů? (88 J)

5. Metodický materiál - Gravitační pole

1. úloha

Představte si, že je Země pravidelného kulového tvaru o průměru 12 756 km. Vypočítejte, jakou hmotnost má Země, pokud víme, že velikost gravitačního zrychlení při povrchu Země je 9,81 $\mathrm{m/s^2}$. ($6 \cdot 10^{24}$ kg)

2. úloha

Jak velkou silou se navzájem přitahují Jupiter a jeho měsíc Ganymed, který jako první na začátku 17. století objevil známý astronom Galileo Galilei? Hmotnost Jupiteru odpovídá 317,8 hmotnosti Země, hmotnost Ganymeda je $14{,}8 \cdot 10^{22}$ kg, jejich vzdálenost je přibližně 1 070 412 kilometrů. ($1,64 \cdot 10^{22}$ N)

3. úloha

Alenka si hrála s hopíkem. Vylezla si na židli a hopík pustila volným pádem na zem z úrovně temene hlavy. Určete výšku, do jaké znovu hopík vystoupil, jestliže se hopík odrazil od země s třetinovou rychlostí, než se kterou dopadl na zem. Výška židle je 55 cm a výška Alenky je 125 cm a hmotnost hopíku je 40 g. (20 cm)

4. úloha

Na kosmonauta, který má hmotnost 70 kg, působí na povrchu Měsíce gravitační síla 108 N. Celková hmotnost jeho skafandru činí zhruba 20 kg. Určete velikost intenzity gravitačního pole na povrchu Měsíce. Dále vypočítejte, o kolik by se zvýšila působící gravitační síla na povrchu Měsíce, kdyby kosmonaut měl hmotnost o 6 kg větší? (1,2 N/kg, 7 N)

6. Metodický materiál - Mechanika tuhého tělesa

1. úloha

Alence koupily rodiče kolo, které má hmotnost 10 kg. Určete, kinetickou energii posuvného pohybu kola, koná-li posuvný pohyb rychlostí o velikosti 5 m/s? (125 J)

2. úloha

Honzíček našel na půdě staré váhy po babičce. Váhy byly porouchané. Jedno rameno bylo kratší než druhé. Honzík změřil obě dvě ramena a zjistil, že levé rameno má délku 12 cm a pravé rameno má o 3 cm větší délku. Honzík chtěl na vahách zvážit dětské autíčko, aby zjistil, jakou má hmotnost. Na pravou stranu vah dal Honzík autíčko a na druhou stranu vah položil závaží, které váhy vyrovnalo. Závaží má hmotnost sto gramů. Honzík si teď myslí, že autíčko má také hmotnost sto gramů. Je tato myšlenka správná?

3. úloha

Anetka o hmotnosti třicet kilogramů tlačí před sebou bednu plnou panenek. Bedna se pohybuje rovnoměrným přímočarým pohybem. Určete, kolikrát je bedna těžší než panenky, pokud víme, že panenky mají dohromady hmotnost 4 kg. Anetka tlačí bednu silou ve vodorovném směru o velikosti 40 N a součinitel smykového tření je 0,25? (3x)

4. úloha

Jindra s Pepíčkem závodí, kdo dříve dotlačí svoji bednu z dětského do obývacího pokoje. Jindra tlačí bednu o hmotnosti 20 kg a Pepíčkova bedna má o 5 kg větší hmotnost. Na Pepíčkovu bednu působí stálá třecí síla o velikosti 50 N na Jindrovu je tato síla o pětinu menší. Určete:

a) jaký je součinitel smykového tření mezi oběma bednami a podlahou, (0,2)

b) jak velkou silou vodorovného směru působí Jindra a Pepíček na svoji bednu, pohybuje-li se Pepíčkova bedna se zrychlením 0,5 $\mathrm{m/s^2}$ a Jindrova bedna se zrychlením 0,3 $\mathrm{m/s^2}$? (46 N, 62,5 N)

5. úloha

Pepíček opřel o stůl žehlící prkno tak, že svírá s vodorovnou rovinou úhel 40°. Na prkno chce položit krabičku s ovocem. Určete, zda se krabička o hmotnosti 300 g bude po žehlícím prkně klouzat, když víme, že součinitel smykového tření mezi krabičkou a prknem je 0,7.

7. Metodický materiál - Mechanika kapalin a plynů

1. úloha

Dříve, když se kácel les, tak se pořezané dřevo přepravovalo na pilu po vodě. Určete, jaká je hustota dřeva, jestliže klády, které házeli dřevorubci do vody, byly ze šesti osmin ponořené a hustota vody je 1000 $\mathrm{kg/m^3}$. (750 $\mathrm{kg/m^3}$)

2. úloha

Představte si, že ledová kra plove na mořské hladině. Hustota mořské vody je přibližně 1020 $\mathrm{kg/m^3}$. Určete jaká část objemu kry bude nad hladinou, když hustota ledu je přibližně 920 $\mathrm{kg/m^3}$. (10 %)

Představte si, že vidíte na moři ledovou kru tvaru kvádru. Na této kře sedí tuleň o hmotnosti 150 kg. Vypočítejte, jakou by musela mít ledová kra o rozměrech (délka 400 cm, šířka 250 cm) minimální tloušťku, aby:

a) unesla jednoho tuleně, aniž by se smočil, (15 cm)

b) unesla dva stejně těžké tuleně, aniž by se smočili. (30 cm)

3. úloha

Potrubím protéká voda rychlostí 5 m/s. Průměr potrubí je 16 cm. Určete:

a) objemový průtok vody v potrubí, (0,1 m^3/s)

b) jaký objem vody proteče potrubím za pět minut, (30 m^3)

c) jakou kinetickou energii má proudící voda o objemu jednoho litru, (12,5 J)

d) jaká by byla rychlost proudění vody, kdyby se v určitém místě potrubí zúžilo. Zúžená část by měla poloměr 0,5 dm. (12,8 m/s)

4. úloha

Určete hustotu kovu o hmotnosti 129,2 gramů, který celý ponoříte do mořské vody o hustotě 1020 kg/m^3. Siloměr, který drží tento předmět v klidu pod vodou ukazuje 1,2 N. Pomocí internetu či tabulek zjistěte o jaký druh kovu se může jednat. (19 170 kg/m^3)