



**MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ
FAKULTA**
Univerzita Karlova

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Lenka Homolová

Řešení fyzikálních úloh – rozvoj dílčích dovedností

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Marie Snětinová, Ph.D.

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: Učitelství fyziky – Učitelství matematiky

Praha 2017

Poděkování

Chtěla bych poděkovat své vedoucí diplomové práce RNDr. Marii Snětinové, Ph.D. za její trpělivost, ochotu pomáhat a cenné rady, kterými mi ukazovala cestu, když jsem si nevěděla rady. Díky za její kamarádský přístup a pochopení, že ne vždy je snadné skloubit studium s pracovním vytížením. Také jí děkuji za věcné připomínky ať už k jednotlivým aktivitám, úlohám nebo samotnému textu mé diplomové práce.

Děkuji také své rodině, která mě podporovala.

Největší dík však patří mému příteli (snoubenci), který se mnou vydržel po celou dobu studia a dokonce se mnou zvládl i ty nejhorší chvíle, když jsem chtěla studium ukončit. Byl mojí velkou oporou a to mu nikdy nezapomenu.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Vdne.....

podpis

Název práce: Řešení fyzikálních úloh – rozvoj dílčích dovedností

Autor: Lenka Homolová

Katedra / Ústav: Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Marie Snětinová, Ph.D., Katedra didaktiky fyziky

Abstrakt: Cílem diplomové práce bylo připravit aktivity a vytvořit k nim (případně vyhledat) vhodné fyzikální úlohy, které se budou zaměřovat na schopnosti žáků řešit fyzikální úlohy a rozvíjet jejich fyzikální myšlení. V rámci práce byly připraveny 4 aktivity. Pro každou aktivitu byl vytvořen metodický list pro učitele, který popisuje danou aktivitu a obsahuje informace o tom, na rozvoj jaké dovednosti je zaměřená. Ke všem aktivitám dále vznikl pracovní list s úlohami a řešení pracovního listu. Všechny pracovní listy prošly testováním na středních školách. Cílem testování bylo zjistit, zda učitelé a žáci považují připravené aktivity, resp. pracovní listy, za užitečné a použitelné. Jako metoda výzkumu byla zvolena případová studie, přičemž pro sběr dat bylo využito zúčastněného pozorování a strukturovaných rozhovorů se žáky a učiteli.

Klíčová slova: fyzika, vzdělávání, řešení úloh, vyučovací metody, aktivity ve výuce

Title: Solving of physics problems – development of particular skills

Author: Lenka Homolová

Department: Department of Physics Education

Supervisor: RNDr. Marie Snětinová, Ph.D., Department of Physics Education

Abstract: The aim of this work was to prepare activities and identify suitable physics problems that focus on students' abilities to solve physics problems and should help them develop their physical thinking. Four activities are described in this thesis. A teacher's methodical sheet that describes the activity and includes information about the type of developed problem solving skill as well as a worksheet with

problems and solution of the worksheet were created for each activity. All worksheets were tested at upper secondary schools. The aim of the research was to find out if teachers and students consider the prepared activities, or more precisely the worksheets, as useful and usable. For the purposes of this research, a case study was chosen as a research method, in which participant observations and structured interviews with students and teachers were the main data for collection sources.

Keywords: physics, education, problem solving, teaching methods, activities in education

Obsah

1. Úvod	3
1.1. Motivace	3
1.2. Cíl práce	3
1.3. Struktura práce	4
2. Řešení fyzikálních úloh	5
2.1. Co je to fyzikální úloha a jak se dělí	5
2.2. Strategie řešení kvantitativních fyzikálních úloh	6
2.3. Úlohy na školách a s čím mají žáci problémy	7
2.4. Různé reprezentace problémů „multiple representation“	9
2.5. Další aktivity	10
3. Zpracované aktivity	11
3.1. Vytvořené materiály	11
3.2. Přehled aktivit	12
3.2.1. Porovnávací úlohy	12
3.2.2. Sloupcové grafy	13
3.2.3. Správné tvrzení	15
3.2.4. Najdi chybu	16
4. Testování aktivit	18
4.1. Popis výzkumu	18
4.2. Jak výzkum probíhal	18
4.3. Sběr dat	19
4.3.1. Pozorování testování	19
4.3.2. Rozhovory	19
4.4. Průběh testování jednotlivých aktivit	20
4.4.1. Porovnávací úlohy	20
4.4.2. Sloupcové grafy	21
4.4.3. Správné tvrzení	21
4.4.4. Najdi chybu	22
4.5. Shrnutí testování	24
5. Závěr	25
Seznam použité literatury	27
Přílohy	29
Příloha A	30
A. 1 Přehled otázek pro studenty	31

A. 2 Přehled otázek pro učitele	32
Příloha B	33
B. 1 Porovnávací úlohy	34
B. 2 Sloupcové grafy	46
B. 3 Správné tvrzení	65
B. 4 Najdi chybu	74
Příloha C	85
C. 1 Rozhovory o aktivitě Porovnávací úlohy	86
C. 2 Rozhovory o aktivitě Sloupcové grafy	91
C. 3 Rozhovory o aktivitě Správné tvrzení	96
C. 4 Vyplněné dotazníky o aktivitě Najdi chybu	101

1. Úvod

1.1. Motivace

Na středních školách žáci¹ ve fyzice často řeší tzv. rutinní úlohy, ve kterých mnohdy stačí dosadit do vzorečku a podtrhnout výsledek. Tyto úlohy najdeme ve velké míře i v učebnicích a sbírkách využívaných na gymnáziích (např. Lepil a kol., 1995; Koubek a kol., 1989; Lepil a Šedivý, 1992, Nahodil, 1996). Já jsem se během svého studia na základní i střední škole nesetkala s jiným přístupem. Většinou stačilo znát vzorečky a umět dosadit čísla do kalkulačky a podtrhnout výsledek.

Rutinní úlohy jsou samozřejmě ve výuce důležité, protože slouží k procvičení a opakování naučených vědomostí. Myslím si ale, že je vhodné s žáky řešit i jiné úlohy, které by přispívaly nejen k pochopení vědomostí, ale rozvíjely by i další poznávací operace žáků.

Pro svou diplomovou práci jsem dostala možnost podílet se na vytváření aktivit a úloh, které by se zabývaly řešením fyzikálních úloh způsobem, kdy jsou žáci nuceni své myšlenky a úvahy rozvádět a uvědomovat si různé fyzikální principy. Všechny úlohy prošly testováním a bylo opravdu zajímavé získat zpětnou vazbu od žáků, kteří se během studia s podobnými úlohami (většinou) dosud nesetkali.

Mně osobně se tato zkušenost bude rozhodně hodit. Ve své profesi alespoň nebudu používat jen úlohy s dosazením do vzorečku, ale budu umět vytvářet a používat úlohy, které budou mnohem komplexnější.

1.2. Cíl práce

Cílem práce bylo připravit aktivity a vytvořit (případně vyhledat) vhodné úlohy, které se budou zaměřovat na schopnosti žáků řešit fyzikální úlohy a rozvíjet jejich fyzikální myšlení. Ke všem aktivitám byly vytvořeny pracovní listy, vzorové řešení a metodika, jak s nimi pracovat. Učitelé tak budou moci tyto aktivity využít během svých hodin nebo se jimi inspirovat při vytváření vlastních aktivit či úloh.

Každou z aktivit jsem testovala na střední škole. Díky rozhovorům s učiteli a vybranými žáky, které jsem oslovila během testování, jsem získala zpětnou vazbu

¹ V této práci jsou použita slova žák a student jako synonyma, vždy je tím myšlen (pokud není uvedeno jinak) žák střední školy.

na celkový vzhled aktivit, formu zadání, srozumitelnost formulací a správnost řešení. Dále mě zajímalo, zda úlohy a celkově aktivity přišly učitelům a žákům užitečné, zda by žáci chtěli podobné úlohy v hodinách řešit a zda by učitelé měli zájem je zařazovat do výuky častěji.

1.3. Struktura práce

Text práce je dělen do pěti kapitol Úvod, Řešení fyzikálních úloh, Vypracované aktivity, Testování aktivit a Závěr. V úvodní kapitole je shrnuto, proč jsem si toto téma vybrala. Dále je zde uveden cíl práce a struktura práce. Druhá kapitola Řešení fyzikálních úloh se zabývá problematikou řešení fyzikálních úloh. Obsahuje teoretický základ pro danou problematiku, který jsem získala rešerší odborné literatury. Stručný přehled aktivit a využitých úloh je vytvořen ve třetí kapitole. Čtvrtá kapitola obsahuje samotné testování aktivit a závěry z testování, které probíhalo na středních školách. Pátou kapitolou je závěr a shrnutí práce. K práci jsou vytvořeny přílohy. Tyto přílohy jsou rozděleny do třech podkapitol Příloha A, Příloha B, Příloha C. Příloha A obsahuje seznam otázek, které byly využity pro rozhovory a dotazníky s učiteli a žáky. V Příloze B jsou uvedeny všechny vytvořené materiály k jednotlivým aktivitám a Příloha C obsahuje veškeré přepisy rozhovorů s učiteli a žáky.

2. Řešení fyzikálních úloh

Při tvoření této diplomové práce jsem se zamýšlela nad tím, jaké fyzikální úlohy se v českém školství používají a co je potřeba umět a znát při jejich řešení. Zda je možné při řešení používat nějaké postupy, lépe porozumět významu fyzikálních jevů a podobně. Tato kapitola tuto tematiku stručně popisuje.

2.1. Co je to fyzikální úloha a jak se dělí

Fyzikální úlohy jsou nedílnou součástí výuky fyziky snad na všech školách. Pokud nás bude zajímat, co vlastně taková fyzikální úloha je, může nám pomoci například definice Svobody a Kolářové (2006), která říká, že fyzikální úloha je „formulace požadavku na činnost žáka, kterou žák provádí za daných předpokladů a podmínek, a to poměrně složitou a bohatě strukturovanou aktivitou, která přispívá ke správnému chápání podstaty fyzikálních jevů a příčinných souvislostí mezi těmito jevy.“ Při tvoření aktivit a výběru či vymýšlení vhodných úloh do nich, jsem se snažila této definice držet. Snažila jsem se, aby aktivity a úlohy pomáhaly k pochopení fyzikálních jevů a k propojení souvislostí.

Jelikož fyzikální úlohy mají nezastupitelnou roli v hodinách fyziky, tak jejich řešením si žáci mohou rozvíjet své fyzikální myšlení. Díky úlohám mohou žáci nejen procvičovat a upevňovat své poznatky, ale také získávat nové vědomosti.

Pro přehlednost můžeme fyzikální úlohy třídit a rozřazovat podle různých kritérií. Například se úlohy dají rozčlenit do třech skupin podle množství informací a způsobu jejich zadání – úlohy s úplným zadáním (tzv. úlohy tradičního typu), úlohy s neúplným zadáním a problémové úlohy. V mých aktivitách jsem převážně vycházela z úloh s úplným zadáním.

Další způsob kategorizace (Svoboda, Kolářová, 2006) je například podle operační struktury, podle jejich funkce ve výuce nebo podle způsobu řešení. Kategorie rozřazení úloh podle operační struktury nám ukazuje, že úlohy mohou mít několik úrovní. Toto dělení vytvořila D. Tollingerová (1987), která upravila Bloomovu taxonomii poznávacích cílů. Jsou to:

- Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
- Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatkem
- Úlohy vyžadující složitější myšlenkové operace s poznatkem
- Úlohy vyžadující sdělení poznatků

- Úlohy vyžadující tvořivé myšlení

Díky této klasifikaci si můžeme vytvořit představu, jak náročné úlohy žákům zadáváme (resp. chceme zadávat) a co od nich vlastně očekáváme. Úlohy v mnou připravených aktivitách vyžadují jak pamětní reprodukci poznatků, jednoduché myšlenkové operace, tak i mnohem náročnější a složitější operace a myšlení.

Způsob dělení podle funkce ve výuce je vhodný při rozhodování, zda danou úlohu chceme použít jako úvodní (motivační), výkladovou, procvičovací, opakovací nebo pro domácí přípravu. Úlohy, které jsem v rámci své diplomové práce připravila, se dají použít spíše jako procvičovací, opakovací případně některé i jako domácí příprava.

Při tvorbě aktivit jsem se snažila, aby způsob řešení úloh byl různý. Měla jsem zájem vytvořit úlohy, které by se daly řešit různými způsoby, aby žáci měli možnost vyzkoušet si více postupů, a také, aby se potkali s jiným přístupem, než na který jsou zvyklí. Nejčastější způsob řešení fyzikálních úloh na středních školách je podle mě algebraický způsob. Tuto variantu v některých úlohách také využívám, ale je vždy doplněna i jinými postupy. Další možnosti řešení, které uvádí Svoboda a Kolářová (2006), jsou geometrické řešení, grafické řešení, aritmetický způsob řešení nebo např. heuristický rozhovor.

Důležité je také dělení úloh podle využití matematického postupu na úlohy kvantitativní, kvalitativní a smíšené. Do aktivit jsem využila jak kvantitativní úlohy, tak i kvalitativní.

2.2. Strategie řešení kvantitativních fyzikálních úloh

Pokud bychom se chtěli bavit o obecné strategii na řešení problémů (úloh), která se dá využívat ve všech oborech, pak můžeme vzít např. model od Bransforda a Steina (1984), který dělí postup řešení do pěti kroků:

- Identify – identifikace problému. („O co jde?“)
- Define – porozumění problému. („Jaké jsou podmínky?“)
- Explore – návrh plánu řešení. („Jak dostat to, co chci?“)
- Action – realizace plánu z předchozího kroku. („Jdeme řešit.“)
- Look back – pohled zpět. („Je to reálné?“)

Tuto strategii pak můžeme různě upravovat nebo konkretizovat. Možná konkretizovaná strategie pro řešení kvantitativních fyzikálních úloh je tato (Svoboda, Kolářová, 2006):

1. Pozorné čtení textu
2. Zápis zadání úlohy
3. Náčrt situace
4. Fyzikální rozbor situace
5. Obecné řešení
6. Určení jednotky výsledku
7. Výpočet s danými hodnotami
8. Konstrukce grafu, provedení pokusu
9. Diskuze řešení
10. Odpověď

Myslím si, že pro žáky je dobré, naučit se postup, kterým se od zadání úlohy dostanou k jejímu řešení. Některé kroky jsou pro žáky zřejmé a dělají je bez většího přemýšlení (např. zápis zadání), jiné jsou pro ně obtížné nebo si vůbec neuvědomují, že je potřeba je udělat. Více se tomuto tématu věnuji v následující kapitole.

2.3. Úlohy na školách a s čím mají žáci problémy

Ze zkušenosti z vlastních studijních let i z dob mého působení jako učitelky mi přijde, že v hodinách fyziky se používají nejčastěji úlohy s úplným zadáním, převážně kvantitativní, řešené algebraickým způsobem, využitě spíše jako procvičovací nebo opakovací. Sama jsem se s úlohami kvalitativními setkala jen zřídka. Při řešení úloh s úplným zadáním může žák využívat jistého algoritmu – strategie řešení fyzikálních úloh (Svoboda, Kolářová, 2006), například takové, která je uvedena v předcházející kapitole.

Při řešení fyzikálních úloh narážejí žáci velmi často na různé problémy. Pokud bychom využili strategii řešení od Svobody a Kolářové (2006), tak komplikace mohou nastat v každém bodě zmíněné strategie. Záleží na každém jednotlivém žákovi, jaké má schopnosti a dovednosti si v jednotlivých fázích poradit. Obtíže mohou nastat například s porozuměním textu, při výpočtu, převodu jednotek nebo pochopení, jaké fyzikální zákonitosti jsou pro vyřešení úlohy zásadní. Z mého

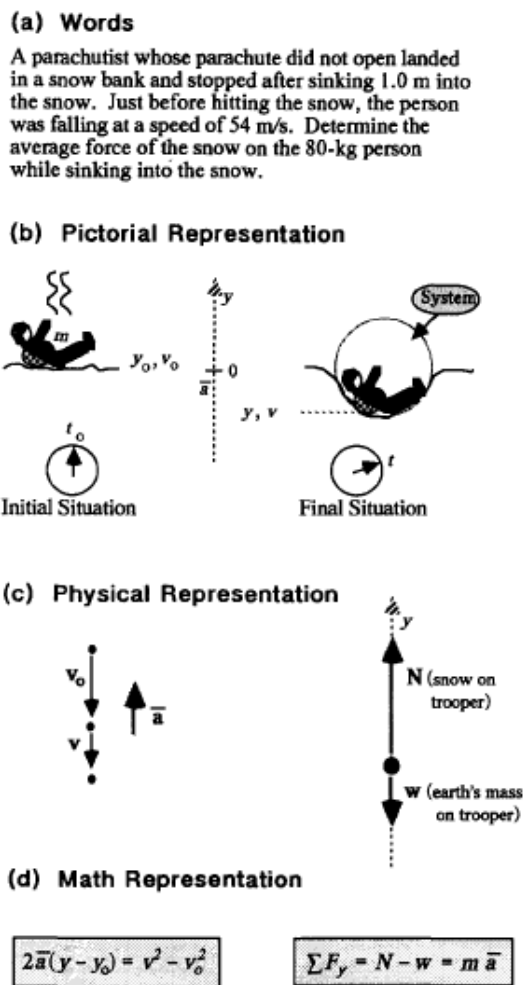
působení na různých školách jsem vyzorovala, že první problém nastává právě při porozumění psanému textu. Myslím, že na to narážejí učitelé i v jiných předmětech.

Podle Kathleen Harper (2006) je další komplikací, že se žáci snaží „získat správné číslo“ a příliš se nestarají o to, jakými kroky k němu došli. Často přeskakují jakoukoliv analýzu a vrhají se ihned na výpočty. To jsem zažila i ve vlastních třídách. Harper také uvádí, že někteří studenti se podívají na zadání úlohy, a aniž by se ji pokusili řešit, prohlásí, že ji řešit neumí. Během hodin se mohou ozývat komentáře: „Tento příklad není jako ostatní, které jsme řešili“ nebo „Když mi řeknete rovnici, kterou mám použít, spočítám to“. To může být způsobeno i tím, že žáci vidí své učitele, kteří jsou schopni požadovanou úlohu vyřešit „bez mrknutí oka“. Žáci si však neuvědomují, že se učitel na hodinu připravoval, takže má úlohu propočítanou, učí už mnoho let, atd. Další věc je, že učitel některé kroky při řešení (např. rozbor situace) provede ústně, bez zápisu na tabuli, takže se pak žákům může zdát, že to vlastně k vyřešení úlohy není tak důležité. S tímto problémem také souvisí to, co uvádí Van Heuvelen (1991) ve svém článku. Totiž, že vědomosti žáků sestávají z malého počtu faktů a rovnic, které mají žáci náhodně uložené v hlavě, a neumí je propojovat dohromady. Proto jsem se snažila, aby mnou připravené aktivity byly zadány a úlohy vymyšleny tak, aby nešlo pouze o určení „správného čísla“, ale aby žáci museli nad úlohami přemýšlet a zamýšlet se nad fyzikálními principy, které jsou v úlohách obsaženy.

Neposlední důležitou věcí je, že si žáci často nevšímají nesmyslnosti odpovědí při řešení úloh (Leonard a kol, 1996). I na tuto problematiku jsem se zaměřila při tvorbě úloh.

2.4. Různé reprezentace problémů „multiple representation“

Jak jsem se zmínila v předchozích podkapitolách, při přípravě aktivit a vhodných úloh jsem se zaměřila na pochopení fyzikálních konceptů (kvalitativní rozbor úlohy). Pro kvalitativní rozbor je důležité umět používat, resp. rozumět různé reprezentaci problémů. V tomto případě se v literatuře mluví o tzv. „multiple representation“ Pro příklad je na obrázku 1 uvedena ukázka různé reprezentace řešení úlohy.



Obrázek 1: Různé reprezentace jedné fyzikální úlohy. Převzato z (Van Heuvelen, 1991).

K významu „multiple representation“ ve výuce můžeme využít výsledky z výzkumu popsánoho v článku od Rosengranta, Etkiny a Van Heuvelena (2006), kde se uvádí, že třída, která se učila řešit úlohy pomocí různých reprezentací, ve výsledku měla více správných odpovědí při kontrolním testu než třída, která řešila úlohy pouze jedním způsobem.

Podívejme se také na ukázkou z článku Wong, Poo, Hock a Kang (2011), kde autoři uvádějí tabulku, která ukazuje, jak se může lišit jeden typ reprezentace v různých fyzikálních tématech. Jedná se o typické vizuální reprezentace:

Kinematika – pohybové diagramy

Síly a dynamika – silové diagramy

Energie – sloupcové grafy

Elektrické pole – diagram siločar

Elektrické obvody – diagramy elektrických obvodů

Geometrická optika – paprskové diagramy

Vlny – šíření vlnoplochy

Kvantová fyzika – znázornění energetických hladin

Podle mých zkušeností je velmi důležité žákům ukazovat na jedné úloze více způsobů, jak ji znázornit a jak ji vyřešit. Mají potom větší šanci pochopit, jaké fyzikální jevy jsou pro řešení úlohy důležité a příště si s podobnými úlohami umí lépe poradit.

2.5. Další aktivity

Pro využívání různých reprezentací problémů nám mohou pomoci aktivity, které jsou na tuto problematiku zaměřené. Tyto aktivity můžeme dohledat např. v publikaci TIPERs (Hieggelke, Maloney, Kanim, O’Kuma, 2015). Dalšími vhodnými aktivitami jsou např. „Physics Jeopardy Problems“ (Van Heuvelen, Maloney, 1999) nebo „Active Learning Problem Sheets“ (Van Heuvelen, 1996).

3. Zpracované aktivity

V této kapitole najdete stručný přehled jednotlivých aktivit. Aktivity jsem sama nevytvářela, inspirovala jsem se v publikaci TIPERs (Hieggelke, Maloney, Kanim, O’Kuma, 2015). Všechny aktivity již existují v anglických publikacích, ale v České republice nejsou příliš známé. Každou z aktivit jsem upravila pro podmínky českého školství. Některé úlohy, které jsou v aktivitách použité, jsem vymýšlela sama. Dále jsem čerpala z různých sbírek, které se na středních školách využívají (Lepil a kol., 1995, Koubek a kol., 1989, Tomanová a kol., 1988, Žák, 2011, Nahodil, 1996), a také jsem brala inspiraci z elektronické sbírky („Sbírka řešených úloh“, 2016), kterou spravuje Katedra didaktiky fyziky, MFF UK.

Ke každé aktivitě jsem vytvořila zadání pracovního listu, vzorové řešení pracovního listu a metodický list s informacemi pro učitele. Všechny tyto dokumenty jsou přiloženy v Příloze B.

3.1. Vytvořené materiály

Metodický list, který jsem ke každé aktivitě připravila, obsahuje všechny zásadní informace pro vyučujícího. Je zde uveden cíl aktivity a postup, jak s danou aktivitou pracovat. Dále se zde učitel může dozvědět, v jakých dalších tématech je možné podobnou aktivitu zadávat a čím by mohl navazovat v dalších hodinách.

V úvodu každého pracovního listu je vždy uvedena vzorová úloha s řešením, na které je žákům ilustrováno, jaké typy úloh budou řešit a jakým způsobem mají zapisovat řešení. Celkově je vzorová úloha vytvořena jako ukázka, co bude od žáků v následujících úlohách požadováno. V další části pracovního listu jsou již zadání jednotlivých úloh. Některé úlohy jsou doprovázeny obrázkem pro lepší pochopení situace.

Ve vzorovém řešení pracovního listu jsou podrobně rozebrána řešení jednotlivých úloh. Dále jsem do textu přidala zajímavé poznámky nebo upozornění pro učitele, s čím by mohli mít žáci problémy.

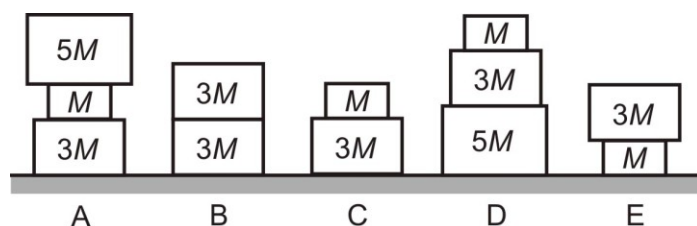
3.2. Přehled aktivit

3.2.1. Porovnávací úlohy

Tématem pracovního listu této aktivity je Coulombův zákon a intenzita elektrického pole. Najdeme zde zadání 4 úloh. Jedná se o úlohy, ve kterých žáci porovnávají různé fyzikální situace a mají rozhodnout o jejich pořadí podle hledané veličiny. Aktivita rozvíjí konceptuální porozumění. Úlohy mimo jiné učí žáky držet se jasně daného způsobu zapisování. U vzorové úlohy je ukázán a vysvětlen způsob, jak mají žáci zapisovat výsledky (viz ukázka) a tento způsob mají dodržovat při řešení všech ostatních úloh.

Ukázka vzorové úlohy z pracovního listu:

Na obrázku jsou vytvořeny sloupce z různých bloků. Hmotnosti bloků jsou uvedeny přímo v obrázku. Hmotnost nejmenšího bloku je M .



Úkol: Srovnajte sloupce podle celkové hmotnosti.

					Nebo		
1	2	3	4	5		Všechny jsou stejné	Nelze určit
Největší				Nejmenší			

Řešení vzorové úlohy

A D		B	C E		Nebo		
1	2	3	4	5		Všechny jsou stejné	Nelze určit
Největší				Nejmenší			

nebo²

A D	B	C E			Nebo		
1	2	3	4	5		Všechny jsou stejné	Nelze určit
Největší				Nejmenší			

Dodržování jasně daného způsobu zapisování může žákům pomoci připravit se na různé testy, na které během svého studia narazí.

² Zakroužkování znamená, že sloupce AD a CE jsou sloupce, které nabývají stejných hodnot, tedy v pořadí jsou na stejném místě.

Tento typ úloh může učitel zařazovat kdykoliv během hodin ve škole, není potřeba vytvářet celý pracovní list. Také může sestavit nebo vyhledat zajímavé úlohy a zadávat je jako domácí úkol na promyšlení.

3.2.2. Sloupcové grafy

Pracovní list jsem zaměřila na téma mechanická energie a práce, resp. na zákon zachování mechanické energie. Zadání obsahuje 7 fyzikálních situací, kdy ke každé situaci je připraven sloupcový graf, do kterého žáci zakreslují hodnoty pro dané fyzikální veličiny (viz ukázka). Sloupcové grafy jsou pro tento zápis ideální, neboť je zde graficky velmi pěkně znázorněno, že se energie přeměňuje pouze na jiné formy, ale nikdy se neztrácí ani nevzniká.

Aktivita pomáhá žákům naučit se používat grafický způsob reprezentace jevů. Řešení úloh je možné zadávat ve dvou obtížnostech. Jednodušší forma nastává, když jsou fyzikální veličiny zadané numericky a úkolem žáků je požadované veličiny vypočítat a doplnit příslušné hodnoty do sloupcového grafu. Obtížnější forma úloh je verze, kdy nejsou fyzikální veličiny zadané numericky (jsou zadané obecně). Výstupem jsou poté sloupcové grafy, které jednotlivé hodnoty udávají v daném poměru vůči ostatním. V tomto případě se mohou sloupcové grafy žáků trochu lišit.

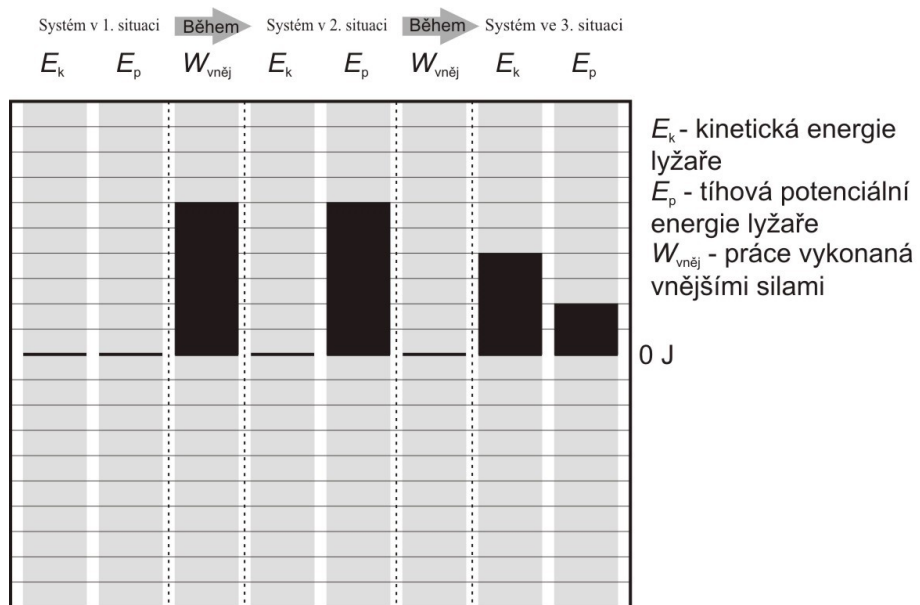
Pokud žáci zvládají obě obtížnosti, je možné v dalších hodinách zadávat pouze úlohy a žádat po žácích, aby si vhodné sloupcové grafy tvořili sami a poté do nich doplňovali hodnoty.

Ukázka vzorové úlohy z pracovního listu:

Lyžař stojí ve frontě na vlek v lyžařském středisku (situace 1). Poté, co ho vlek vyveze na vrchol sjezdovky (situace 2), rozjede se dolů za kamarády, kteří na něj čekají na hranici dolní třetiny trati. Lyžař kolem svých kamarádů však pouze projede (situace 3) a spěchá dolů k vleku. Doplňte sloupcové grafy pro situace 1, 2 a 3. Odporové síly pro jednoduchost zanedbejte. Nulovou hladinu polohové energie zvolte u začátku vleku³.

³ V pracovním listě je okomentované řešení úlohy.

Řešení vzorové úlohy



3.2.3. Správné tvrzení

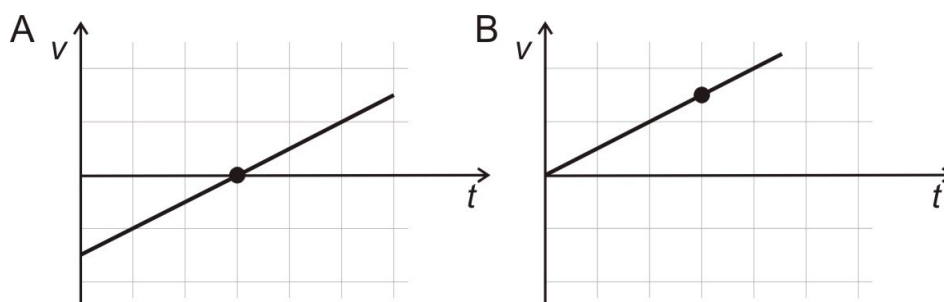
Tato aktivita je podobná aktivitě *Najdi chybu*, která je zde popsána v kapitole 3.2.4. Aktivita *Správné tvrzení* je v podstatě jednodušší verzi aktivity *Najdi chybu*.

Tématem připraveného pracovního listu jsou síly. Jsou zde 4 úlohy, kdy pod každou z nich je tvrzení, které by mělo být řešením dané úlohy. Úkolem žáků je rozhodnout, zda je toto řešení správné či nikoli.

Aktivita rozvíjí žákovo fyzikální myšlení. Cílem aktivity je, aby se žák naučil posuzovat dříve vyřčená tvrzení z hlediska fyzikální správnosti a chybná tvrzení opravovat. Výhodou této aktivity je, že učitel může tvořit otázky podle odpovědí, které žáci během hodin říkají na zadané otázky. Je možné touto formou zjišťovat různé chybné představy žáků a dostat se k jejich objasnění.

Ukázka vzorové úlohy z pracovního listu:

V grafech A, B je zaznamenán vývoj rychlosti v čase dvou stejných vlaků na rovné trati. Měřítko na osách je v obou případech stejné.



Student porovnává působení výsledné síly na vlak ve vyznačeném bodě v grafech A, B.

Řešení žáka: „Myslím, že v grafu B působí na vlak větší výsledná síla než v grafu A, kde je výsledná síla nulová.“

Je na tomto tvrzení něco špatně? Pokud ano, najdi chybu a vysvětli ji. Pokud je tvrzení správně, odůvodni proč.

Řešení vzorové úlohy

Řešení žáka není správné. Než začneme cokoli počítat, je nutné si uvědomit, že velikost síly působící na těleso je závislá na velikosti zrychlení a ne na rychlosti v daném okamžiku. Nemělo by nás tedy zmást, že rychlost vlaku v situaci A je ve vyznačeném okamžiku nulová. Sílu můžeme spočítat z 2. Newtonova zákona jako

$F = m \cdot a$. Hmotnost vlaků v situaci A a B je stejná, musíme tedy určit zrychlení vlaků. Jelikož rychlost v obou případech rovnoměrně roste, jedná se o rovnoměrně zrychlený pohyb. Pro výpočet zrychlení použijeme vztah $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Toto zrychlení je u obou vlaků stejné (to je vidět i z toho, že přímký v obou grafech mají stejný sklon). Tedy i výsledná síla bude u obou stejná.

3.2.4. Najdi chybu

Vytvořený pracovní list je připraven na téma elektrický odpor. Zadání obsahuje 5 úloh, kdy u každé jsou na výběr 4 obecná algebraická řešení, z nichž právě jedno je správné. Úkolem žáků je rozhodnout, která z možností je správně a u chybných řešení napsat, proč nejsou správně.

Aktivita pomáhá rozvíjet myšlení a uvažování o realističnosti výsledků úloh. Žák by měl na základě rozboru fyzikální situace rozhodnout, zda matematický vzorec odpovídá řešení dané úlohy. Tento typ aktivity je vhodné zapojit v tématech, ve kterých je možné získat obecné algebraické řešení.

Při řešení pracovního listu by si měl učitel dávat pozor, aby studenti pouze netipovali výsledky, ale aby svá rozhodnutí zdůvodňovali.

Pro tuto aktivitu není potřeba vždy vytvářet celý pracovní list, ale je možné ji zapojit k jednotlivým úlohám, které se řeší běžně během hodin. Také je možnost tento způsob uvažování a řešení úloh využít při zadávání domácích úkolů.

Ukázka vzorové úlohy z pracovního listu:

Rychlost auta v prudkém stoupání je $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. V následujícím stejně dlouhém sjezdu jede rychlostí $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Určete, jak velká je průměrná rychlost auta.

A) $v_p = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$	B) $v_p = \frac{v_1 + v_2}{2v_1 v_2}$
C) $v_p = \frac{v_1 + v_2}{2}$	D) $v_p = \frac{2v_1 + v_2}{v_1 + v_2}$

Řešení vzorové úlohy

A) **Toto je správný výsledek.**

B) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že výsledek vychází ve špatných jednotkách. ($[v_p] = \frac{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2} = \frac{1}{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}} = \frac{\text{s}}{\text{m}}$).

C) **Tento výsledek je chybný.** Průměrná rychlost se z definice nepočítá jako aritmetický průměr dvou hodnot.

D) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že by průměrná rychlost měla být bezrozměrná veličina, což není pravda.

4. Testování aktivit

4.1. Popis výzkumu

Připravené aktivity jsem testovala na středních školách ve výuce fyziky. Cílem bylo zjistit, jak se aktivity zdají užitečné a použitelné učitelům i jejich žákům.

Pro toto testování jsem zvolila případovou studii, což je design kvalitativního výzkumu, který se snaží detailně studovat jeden nebo několik málo případů (Švaříček a kol., 2014). Případem v této studii byli středoškolští žáci z jednoho ročníku (z vyššího stupně gymnázií nebo střední školy), ve kterém byla vybraná aktivita představena a zadána.

Pro sběr dat jsem využila zúčastněného pozorování a rozhovorů. Pozorování bylo přímé, nestrukturované a otevřené (Švaříček a kol., 2014) a probíhalo v přirozeném prostředí (bylo součástí hodiny fyziky). Rozhovor, který jsem po ukončení aktivity vedla se žáky a učitelem, měl jasně dané otevřené otázky s jasně daným pořadím. Jednalo se tedy o standardizovaný rozhovor (Skalková a kol., 1983). Protože moje práce navazovala na disertační práci mé vedoucí dr. Snětinové (Snětinová, 2015), otázky k rozhovoru jsem převzala z jejího výzkumu a po diskuzi s vedoucí mé práce jsem některé upravila.

4.2. Jak výzkum probíhal

K testování jsem oslovila vyučující ze středních škol Gymnázium ARCUS, SPŠST Panská, Gymnázium Českolipská a Gymnázium Špitálská. Jednalo se o učitele, kteří dlouhodobě spolupracují s naší katedrou a jsou ochotní ve své výuce zkoušet nové věci.

Pro každou aktivitu jsem vybrala vždy jednu třídu, ve které proběhlo testování během jedné vyučovací hodiny. Toto testování mi umožnilo vyzkoušet vytvořené pracovní listy se žáky ze středních škol, kteří mi svými připomínkami a návrhy pomohli zadání a řešení pracovních listů vylepšit. Cílem testování bylo zjistit, jak žáci vnímají nové/netypické zadání úloh, a především získat informace o tom, co si o úlohách a celkově o připravených aktivitách myslí učitelé i žáci.

Před každým testováním jsem pomocí mailové komunikace rozeslala osloveným učitelům zadání pracovních listů i se vzorovým řešením. Ke každé aktivitě jsem také vytvořila její stručný popis, který učitelům pomáhal zorientovat se v tom, jak si

představuji průběh aktivity v hodině. Učitelé tedy měli možnost si oba dokumenty (zadání a vzorové řešení) projít a případně poskytnout vlastní poznámky a návrhy k pracovnímu listu i k samotným úlohám ještě před jejich zadáváním ve třídách. Většinu těchto poznámek jsem zapracovala do konečné verze pracovních listů.

Během testování jsem byla třikrát přítomná osobně a v jednom případě mě zastoupila moje vedoucí diplomové práce. Měla jsem tedy možnost pozorovat, jak práce s aktivitou probíhá, na co se žáci doptávají a poznamenat si, s čím mají největší problémy. Po ukončení hodiny jsem požádala dva žáky a učitele o rozhovor.

4.3. Sběr dat

4.3.1. Pozorování testování

Před dohodnutou hodinou jsem se dostavila do školy a s učitelem jsem vcházela do hodiny společně. Většinou už byla třída informována, že v dané hodině budou řešit pracovní listy, které jsem připravovala v rámci své diplomové práce.

Na začátku hodiny jsem byla žákům představena, ale poté měl celou hodinu na starosti pouze učitel. Během výuky jsem nikterak nezasahovala do jejího průběhu, byla jsem pouze vnější pozorovatel. Dělal jsem si poznámky, jak studenti pracují, na jaké dotazy se ptají vyučujícího, a sledovala jsem, jak jim jde řešení úloh.

4.3.2. Rozhovory

Po testování jsem poprosila vždy dva žáky ze třídy o rozhovor. Ve třech případech jsem tento rozhovor nahrávala na diktafon a v jednom případě jsem využila formu dotazníku, který mi žáci vyplnili. Zvolila jsem tuto variantu z důvodu, že jsem se osobně nemohla testování zúčastnit. Navíc z časových důvodů (omezení studentů) to byla jediná možnost, která mi umožnila získat odpovědi na připravené otázky. Dotazník byl využit při testování, kdy byla přítomna vedoucí mé diplomové práce. Otázky v dotazníku a při rozhovorech se nelišily. V obou případech byly žakovské odpovědi dosti stručné.

Dále jsem nahrála rozhovor s učitelem, ve kterém jsem mimo jiné zjišťovala, jak se jim s danou aktivitou pracovalo a s čím podle nich měli žáci největší obtíže. Odpovědi učitelů v rozhovoru byly o dost rozsáhlejší než od žáků. Všichni oslovení učitelé mají nemalé zkušenosti s výukou fyziky, proto měli velmi případné připomínky k tomu, co by se dalo v pracovním listu zlepšit nebo změnit.

Pro rozhovory s učiteli i s žáky jsem sestavila seznam otázek, které naleznete v Příloze A. Všechny rozhovory žáků i studentů jsem přepsala a jsou vloženy v Příloze C této práce.

4.4. Průběh testování jednotlivých aktivit

4.4.1. Porovnávací úlohy

Úkolem žáků v této aktivitě je u každé úlohy mezi sebou porovnat několik podobných fyzikálních situací a podle stanovených kritérií (např. podle velikosti elektrické síly, kterou na sebe působí dvojice částic) zapsat jejich pořadí do tabulky. Součástí řešení je i vysvětlení, proč se žák rozhodl pro dané pořadí.

4.4.1.1. Průběh testování

Žáci septimy směli úlohy řešit ve dvojicích či trojicích. Celá třída pracovala bez zjevných problémů. Ze zaujetí žáků odvozuji, že je aktivita bavila. Někteří žáci měli problém s fyzikálním vysvětlením úloh, ale s pochopením zadání a s pochopením způsobu zapisování výsledků problém nebyl.

Během hodiny však žáci stihli 2-3 úlohy ze čtyř.

4.4.1.2. Výsledky z rozhovorů

Jeden ze studentů mi při rozhovoru řekl, že na to, že nemá fyziku rád, tak tohle byl lepší způsob pojetí fyziky. Prý by byl raději, kdyby řešili spíše takovéto úlohy. Museli by „více zapojit mozek a ne jen dosazovat do vzorečku a hned mít výsledek“. Oba studenti se shodli na tom, že většinou ve výuce počítají příklady, ve kterých znají dostatek veličin. S porozuměním zadání a zapisováním výsledků problém nebyl.

Od učitele byla zpětná vazba velmi pozitivní. Třída pracovala podle jeho představ, žáci tušili, co mají dělat. Rozhodně souhlasil, že je fajn ukázat studentům různé typy úloh s různým stylem zadání. Vyučující se vyjádřil, že podobné úlohy ve svých hodinách nepoužívá. Dostalo se mi odpovědi, že „tato forma je něčím nutí, aby to [fyzikální koncepty v úlohách] viděli i jinak“. Jedinou výtku měl vyučující k časovému rozvržení, neboť žáci nestihli vyřešit všechny zadané úlohy. Dále se učiteli líbilo zapisování do rámečků podle zadaných pravidel. Tento způsob zapisování výsledků může studenty trénovat například na Scio testy, kde mohou

neuspět právě z důvodu špatného zápisu výsledků. Vyučující si rozhodně dovede představit, že by podobné úlohy zařazoval do výuky častěji.

4.4.2. Sloupcové grafy

Jedná se o aktivitu, ve které mají žáci u každé úlohy doplnit do sloupcových grafů hodnoty vybraných fyzikálních veličin. V připraveném pracovním listě žáci pracovali se zákonem zachování mechanické energie. Žáci mohli díky grafickému řešení tento zákon zachování lépe „vidět“.

4.4.2.1. Průběh testování

Třída, 2. ročník, se rozdělila do dvojic a žáci začali samostatně řešit úlohy. Z kraje hodiny vyučující stručně vysvětlila, jak mají žáci výsledky úloh zaznamenávat do připravených grafů. Během práce nepadl žádný dotaz na způsob řešení ani na způsob zápisu výsledků. Občas se vyskytl problém se vzorečkem nebo se správným numerickým řešením.

4.4.2.2. Výsledky z rozhovorů

Žáci se shodli, že bylo příjemné, když mohli úlohy řešit ve dvojicích a diskutovat řešení. Nejvíce je bavilo vykreslování „obdélníčků“ do připravených grafů. Se srozumitelností a přehledností problém nebyl. Líbily se jim obrázky k úlohám.

Učitelka byla spokojena s prací třídy. Myslela si, že je aktivita pro žáky smysluplná. Jednalo se o studenty druhého ročníku, kteří měli výklad energie v předchozím roce, neměli tedy úplně v čerstvé paměti vzorečky, takže je bylo potřeba připomenout. Výhodu tohoto pracovního listu spatřuje vyučující v tom, že může pomoci žákům uvědomit si, že energie se zachovává a jen se mění jedna forma energie v jinou – pro tento účel bylo grafické pojetí úloh pěkně připravené. Ráda by tento pracovní list zařazovala při výuce energie.

4.4.3. Správné tvrzení

Aktivita obsahuje úlohy, u kterých je uvedeno tvrzení imaginárního žáka, které by mělo být správným řešením. Úkolem žáků je rozhodnout, zda je toto tvrzení správné či nikoli, a zdůvodnit své rozhodnutí.

4.4.3.1. Průběh testování

Žáci se na začátku rozdělili do dvojic a začali řešit úlohy. V průběhu hodiny spolu žáci ve dvojicích diskutovali a rozebírali vzájemně své nápady. Nebylo potřeba zodpovídat dotazy a vysvětlovat, jakým způsobem mají úlohy řešit. První žáci odevzdávali vyplněné pracovní listy asi po 25 minutách.

4.4.3.2. Výsledky z rozhovorů

S porozuměním a způsobem zápisu neměli žáci problém. Nejobtížnější pro ně byla poslední úloha, kde jsou za sebe zaháknuté tři siloměry. Vždy krajní siloměr drží jeden z chlapců a oba táhnou stejně velkou silou proti sobě. Otázka je, jakou sílu ukáže prostřední siloměr. Tvrzení žáka: „Siloměr ukáže součet sil F_1 a F_2 .“

To, že byla výše zmíněná úloha nejobtížnější, uvedli oba studenti v rozhovoru. Při kontrole pracovních listů jsem narazila pouze na čtyři studenty, kteří napsali, že by s uvedeným tvrzením imaginárního žáka nesouhlasili, ale nedokázali vysvětlit proč. Jeden student při rozhovoru uvedl, že podobné úlohy během hodin řeší, avšak druhý student tvrdil, že během hodin více počítají a trénují vzorečky. Oběma dotazovaným žákům se líbila spolupráce ve dvojici, v pracovním listě by nic neměnili.

Vyučující si pochvaloval práci žáků. Líbilo se mu, že aktivita poskytuje jiný způsob, jak se na věci podívat a promyslet si je. Zajímavá je poznámka, že by si žáci mohli zafixovat špatné řešení, nikoliv to správné. Je potřeba na to dávat pozor a nezapomenout na to. Učitel navrhoval, že by po řešení úloh mohli žáci utvořit skupinky a diskutovat o řešení. Využití této aktivity by se dalo najít také při zjišťování různých miskoncepcí. Vyučující také při rozhovoru přiznal, že práce s touto třídou jde poměrně ztuha a dá dost práce je „rozpohybovat“. To je celková atmosféra ve třídě. Jsou zvyklí spíš přijímat informace než o nich diskutovat. Přesto žáci při vyplňování pracovního listu pracovali velmi dobře.

4.4.4. Najdi chybu

Žák má k dispozici čtyři algebraická řešení jedné úlohy, z nichž právě jedno je správné. Úkolem žáka je rozhodnout, které z těchto tvrzení je správné a u chybných řešení napsat, proč nejsou správné. Vysvětlení „špatně napsaný vzoreček“ nestačí. Jde o to, aby žáci uměli fyzikálně odůvodnit, kde je chyba.

4.4.4.1.Průběh testování

Testování proběhlo v ryze chlapecké třídě 2. ročníku. Žáci řešili úlohy samostatně, potom proběhla kontrola s učitelem. Většina žáků „šla na řešení přes vzoreček“ – napsali si vzoreček, poté z něj vyjádřili hledanou neznámou, a svůj vzoreček porovnávali s výsledky. Nejprve zakroužkovali správné řešení, až následně vymýšleli, proč jsou ostatní navržené odpovědi špatné.

Tento postup řešení jsem očekávala, neboť je pro žáky nejjednodušší. Vhodné by bylo, kdyby se žáci nejprve podívali na varianty řešení jednotlivých úloh a pak postupně vyřazovali jednu možnost za druhou. Líbilo by se mi, kdyby se nejprve zamysleli nad tím, jaké fyzikální veličiny jsou pro danou úlohu potřeba. Dále vyzkoušeli metodu rozměrové analýzy, která by jim zúžila počet možností. Pokud by ani to nepomohlo získat správnou odpověď, tak se zamyslet, jak na sobě dané veličiny závisí. Tento poslední krok nakonec proběhl v okamžiku, kdy učitel s žáky probíral správné odpovědi.

4.4.4.2.Výsledky z rozhovorů

Od žáků jsem se dozvěděla, že zadání bylo formulováno srozumitelně. Celkově by úlohy neměnili. Jen se shodovali, že bylo opravdu obtížné „vymýšlet“ důvody, proč jsou některé odpovědi špatné. Jejich odpovědi se ovšem rozcházelí v otázce, zda podobné úlohy řeší během hodin. Jeden ze studentů odpověděl, že obvykle pracují s jednotkami, druhý student odpověděl, že se úlohy lišily pouze tím, že u těchto úloh byly možnosti na výběr.

Učitel byl překvapen, jak moc aktivita žáky oslovila. Sám učitel napsal do dotazníku, že nezadává úlohy, kdy mají žáci „Určit správný vztah“, ale zadává úlohy typu „Vypočtete“. Proto tyto úlohy byly jiné. Také, kdyby si mohl vybrat, tak by tento pracovní list nepoužil. Vyučující shrnul, že úlohy byly pěkné, jen byla škoda, že většina z nich „šla po jednotkách“. Navrhoval, že by úlohy mohly být více „fyzikálně matoucí“. Podle jeho názoru šlo o tipování výsledku i přesto, že se po žácích požadovalo zdůvodnění řešení. Výhodou podle tohoto učitele bylo, že se jeho žáci setkali s jiným typem úloh a že si mohli uvědomit, že i rozměrová analýza může vést k nalezení správného řešení. Poslední poznámka učitele byla, že mu přijde, že u nezkušeného fyzikáře by tato forma fyziky mohla rychle sklouznout k „aplikované matematice“.

Rozhodně souhlasím s tím, co učitel této aktivitě vytýkal. Pokud se úlohy zadají pouze na „kroužkování“ správných odpovědí, je zde oprava problém s typováním odpovědí. Je nutné trvat na vysvětlení a odůvodnění, v čem jsou jednotlivé možnosti řešení chybné. V návaznosti na poznámky vyučujícího bylo do metodického listu připsáno, že není smyslem aktivity pouhé „kroužkování“ odpovědí.

4.5. Shrnutí testování

Během testování nenastaly žádné velké problémy. V aktivitách nebylo potřeba dělat zásadní úpravy. Všechny aktivity se žákům líbily, což mohlo být částečně způsobené tím, že to pro ně bylo něco nového, a byly pro ně srozumitelné. Učitelé byli spokojeni s prací svých studentů a k aktivitám měli jen drobné poznámky. Podle reakcí žáků i učitelů jsou tyto aktivity vhodné k rozvoji fyzikálního myšlení žáků.

5. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo vytvoření vhodných výukových materiálů rozvíjejících schopnost řešit fyzikální úlohy na středních školách. Byly připraveny 4 aktivity s vhodnými úlohami, které se zaměřují na vybrané aspekty řešení fyzikálních úloh a rozvíjí fyzikální myšlení žáků. Aktivita *Porovnávací úlohy* je zaměřena na konceptuální porozumění při řešení úloh. Při aktivitě *Sloupcové grafy* se žáci naučí používat grafický způsob reprezentace jevů. *Správné tvrzení* vede žáky k posuzování dříve vyřčených tvrzení z hlediska fyzikální správnosti a aktivita *Najdi chybu* chce po žácích, aby rozbořem fyzikální situace rozhodli, zda příslušný matematický vzorec odpovídá řešení dané úlohy.

Ke každé aktivitě jsem vytvořila pracovní listy se vzorovou úlohou a zadáním jednotlivých úloh, vzorové řešení pracovních listů a metodické listy pro učitele. Pracovní listy jsou vytvořeny především jako inspirace pro učitele. Samozřejmě si je každý může upravit podle sebe, ale měl by zachovávat hlavní cíl aktivity. U většiny úloh jsou nakreslené obrázky, které ulehčují pochopení úloh a přispívají k jejich názornosti. Detailnější popis aktivit lze nalézt v podkapitole 3.2. Všechny vytvořené materiály jsou v příloze B.

Aktivity byly testovány ve vyšších ročnících gymnázií a na střední škole za použití případové studie. Pro sběr dat bylo využito zúčastněného pozorování a strukturovaného rozhovoru. Výzkum je popsán v kapitole 4.

Výstupy z pozorování a rozhovory s žáky a učiteli napomohly úlohy poupravit a doladit. Z testování vyšlo najevo, že aktivity jsou použitelné v hodinách fyziky, úlohy jsou pro žáky srozumitelné a žáci žádné velké obtíže s pochopením jak vypracovávat odpovědi neměli. Žáky řešení bavilo a rádi by podobné úlohy řešili častěji během svých hodin. Učitelé byli spokojeni (někdy až překvapeni) s prací svých žáků a sami by aktivity dále zařazovali do hodin.

Během tvorby této diplomové práce jsem se sama naučila spoustu užitečných věcí. Zpočátku pro mě nebylo snadné vytvořit smysluplné úlohy tak, aby splňovaly vše, co jsem potřebovala. S přibývajícím zkušenostmi mi však tento úkol šel lépe. Samotné testování pro mě bylo opravdu zajímavé. Až do této doby se mi nepoštěstilo nechávat kontrolovat a poté testovat materiály, které jsem sama vytvořila. Poznámky od učitelů, ale i žáků, pro mě byly něco víc, než jen podklady do mé práce. Celkově doufám, že mi tyto zkušenosti pomohou v mé budoucí pedagogické činnosti. Díky

těmto okolnostem si lépe uvědomuji, že je velmi důležité dbát na správné formulování otázek, na srozumitelné zadání a obecně na co si dávat pozor při vytváření úloh. Jsem ráda, že jsem mohla něco takového zažít a jsem spokojena s výběrem tématu své diplomové práce.

Seznam použité literatury

- Bransford, J. a Stein, B. (1984). *The IDEAL Problem Solver: A guide for improving thinking, learning, and creativity*. New York: W.H. Freeman. ISBN 10: 0716716690.
- Harper, K. (2006). Student Problem-Solving Behaviors. *The Physics Teacher*, 44(4).
- Hieggelke, C., Maloney, D., Kanim, S., O'Kuma, T. (2015). *TIPERs: Sensemaking tasks for introductory physics*. Boston: Pearson Education. ISBN 10: 0-132-85458-9.
- Koubek V. a kol. (1989), *Sbírka úloh z fyziky pro gymnázia II. díl*. Praha: SPN. ISBN: 80-04-23 980-3.
- Leonard, W. a kol. (1996). Using Qualitative Problem-Solving Strategies to Highlight the Role of Conceptual Knowledge in Solving Problems. *American Journal of Physics*, 64(12).
- Lepil, O. a kol. (1995). *Sbírka úloh pro střední školy*. Praha: Prometheus. ISBN: 80-7196-048-9.
- Lepil, O. a Šedivý, P. (1992). *Elektrina a magnetismus, Fyzika pro gymnázia*. Praha: Prometheus. ISBN: 978-80-7196-202-1
- Nahodil, J. (1996). *Fyzika v běžném životě*. Praha: Prometheus. ISBN 80-7196-005-5.
- Rosengrant, D., Etkina, E., Van Heuvelen, A. (2006). *An Overview of Recent Research on Multiple Representations*. AIP Conference Proceedings 883. New York: American Institute of Physics.
- Sbírka řešených úloh (2016). Dostupné z: <http://reseneulohy.cz/cs>. (27. 6. 2017)
- Skalková, J. a kol. (1983). *Úvod do metodologie a metod pedagogického výzkumu*. Praha: SPN.
- Snětinová, M. (2015). *Quantitative physics tasks* (disertační práce). KDF MFF UK, Praha.
- Svoboda, E. a Kolářová, R. (2006). *Didaktika fyziky základní a střední školy Vybrané kapitoly*. Praha: Karolinum. ISBN: 80-246-1181-3.

- Švaříček, R. a kol. (2014). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál. ISBN: 978-80-7367-313-0.
- Tollingerová, D. a kol. (1987), *K teorii učebních činností* Praha: SPN.
- Tomanová, E. a kol. (1988). *Sbírka úloh z fyziky pro gymnázia I. díl*. Praha: SPN. ISBN: 14-624-88.
- Van Heuvelen, A. (1991). Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategy. *American Journal of Physics*, 59 (10).
- Van Heuvelen, A. (1996). *ALPS Kit for Mechanics*. Hayden-McNeil Publishing, Inc., U.S.A., ISBN 10: 1571821279
- Van Heuvelen, A. a Maloney, D. P. (1999). Playing physics jeopardy. *American Journal of Physics*, 67(3).
- Wong, D., Poo, S., Hock, N. a Kang, W. (2011). Learning with multiple representations: an example of a revision lesson in mechanics. *Physics Education* 46(2).
- Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus. ISBN: 978-80-7196-411-7.

Přílohy

Příloha A

V této příloze je vložen seznam otázek, které jsem používala při sběru dat v rámci dotazníků nebo rozhovorů se studenty a učiteli.

A. 1 Přehled otázek pro studenty

- Jak se vám pracovalo při vyplňování pracovního listu?
- Bylo zadání pracovního listu srozumitelné? Věděli jste, jak máte pracovat, aniž byste potřebovali nějaké doplňující informace od vyučujícího? Pokud ne, s čím jste měli problém?
- Co byste v pracovním listu změnili? Co byste udělali jinak?
- Co pro vás při vyplňování pracovního listu bylo nejobtížnější?
- Co vás při řešení pracovního listu bavilo?
- Lišil se výrazně typ úloh v pracovním listu od úloh, které běžně řešíte v hodinách? V čem? Jak?
- Pokud chcete ještě něco dodat k tomuto pracovnímu listu, resp. k vaší práci na něm, doplňte to prosím pod tento bod.

A. 2 Přehled otázek pro učitele

- Jaký je Váš celkový dojem z proběhlé aktivity?
- Jak jste spokojený/spokojená s prací studentů při vyplňování pracovního listu?
- Jak studenti podle Vás na tuto aktivitu reagovali? Byly jejich reakce typické, pracovali jako obvykle? Pokud ne, co bylo jinak? Čím si to vysvětlujete?
- Objevil se během řešení pracovního listu nějaký problém? Jaký?
- Máte pocit, že takto koncipovaný pracovní list, resp. tento typ úloh, může být Vašim studentům užitečný? Proč? V čem?
- Co se Vám na této aktivitě nepozdává, v čem spatřujete její slabá místa?
- Co Vám na této aktivitě připadá dobré, co byste ohodnotil(a) kladně?
- Co byste na této aktivitě, resp. pracovním listu upravil(a)?
- Používáte podobné úlohy ve Vaší výuce?
- Myslíte si, že by se podobný typ úloh, které byly v pracovním listu, dal použít i v jiných fyzikálních tématech? Napadají Vás nějaká?
- Dovedete si představit, že byste podobný typ úloh začlenil(a) do výuky častěji?
- Chtěl(a) byste ještě něco dodat k této aktivitě, resp. k pracovnímu listu či práci studentů?

Příloha B

V této příloze najdete aktivity zaměřené na řešení fyzikálních úloh. Každá aktivita obsahuje metodický list, pracovní list a vzorové řešení pracovního listu.

Příloha obsahuje tyto aktivity:

- Porovnávací úlohy (str. 34)
- Sloupcové grafy (str. 46)
- Správné tvrzení (str. 65)
- Najdi chybu (str. 74)

B. 1 Porovnávací úlohy

- Metodický list (str. 35)
- Pracovní list (str. 36)
- Vzorové řešení pracovního listu (str. 40)

Porovnávací úlohy

Porovnávací úlohy se snaží žákům pomáhat rozvíjet jejich konceptuální porozumění ve fyzikálních úlohách. Aktivita může učiteli pomoci odhalit (identifikovat) nějakou slabost/chybu/klam ve fyzikálních argumentech u žáků. Také rozvíjí vztahové a souvislostní znalosti žáků v jednotlivých oblastech fyziky.

Cíl: Žáci rozvíjejí konceptuální porozumění při řešení úloh.

Vhodné kapitoly: Lze využít „prakticky“ v kterémkoli tématu (např. elektřina, gravitační pole, elektromagnetická indukce).

Průběh v hodině:

Žáci dostanou nakopírovaná zadání několika fyzikálních úloh. Hned ze začátku hodiny učitel projde s žáky vzorovou úlohu a vysvětlí způsob zapisování. Úkolem žáků je v jednotlivých úlohách porovnat mezi sebou několik podobných fyzikálních situací a zapsat jejich pořadí do tabulky.

Žáci pracují ve dvojicích. Musí se shodnout nejen na společném pořadí, ale i na vysvětlení, proč zvolili zrovna takové řešení. Po samostatné práci žáků následuje kontrola s vyučujícím.

Poznámka:

Pro seznámení s aktivitou je vhodné, aby učitel ukázal řešení jedné vzorové úlohy na tabuli.

Tato aktivita je časově náročná. Učitel si musí uvědomit, že v každé jednotlivé úloze musejí žáci řešit několik dalších podúloh, které poté mezi sebou porovnávají. Je tedy vhodné si rozmyslet množství, které chce učitel zařadit do vyučovací hodiny.

Způsob zapisování výsledků je striktně daný. Žáci si musí hlídat nejen správné řešení úloh, ale také jakým stylem výsledky zapíší. Rozvíjí to jejich pozornost a připravuje na jiné testy, které je v životě čekají a ve kterých musí jasně dodržet formu zápisu výsledků (např. SCIO testy, přijímací testy na vysokou školu atd.).

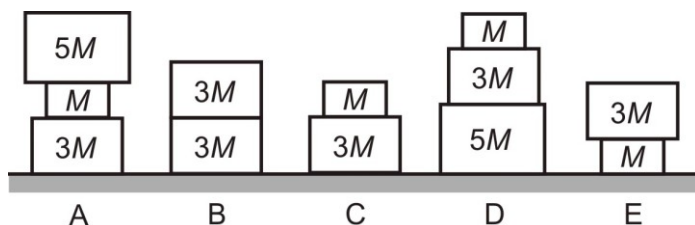
Co v následujících hodinách: Tento typ úloh může učitel běžně zařazovat do výuky, není potřeba vytvářet žákům celý pracovní list. Tyto úlohy také mohou být využívány jako domácí úkol.

Coulombův zákon a intenzita elektrického pole

Níže je uvedeno zadání čtyř úloh. Každou úlohu vyřešte podle vzorové úlohy.

Vzorová úloha

Na obrázku jsou vytvořeny sloupce z různých bloků. Hmotnosti bloků jsou uvedeny přímo v obrázku. Hmotnost nejmenšího bloku je M .



Úkol: Srovnejte sloupce podle celkové hmotnosti.

1	2	3	4	5	Nebo	Všechny jsou stejné
Největší				Nejmenší		Nelze určit

Vysvětlete svou úvahu.

Řešení vzorové úlohy

A D		B	C E			
1	2	3	4	5	Nebo	Všechny jsou stejné
Největší				Nejmenší		Nelze určit

nebo⁴

A	D	B	C	E		
1	2	3	4	5	Nebo	Všechny jsou stejné
Největší				Nejmenší		Nelze určit

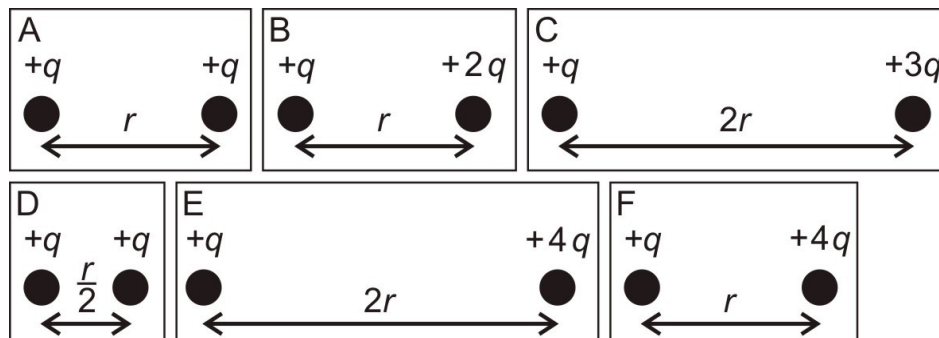
Vysvětlete svou úvahu: Nejdříve spočítáme, jaká je celková hmotnost jednotlivých sloupců. Po řadě je to $9M$, $6M$, $4M$, $9M$, $4M$. Poté tyto hodnoty seřadíme od největší po nejmenší a zapíšeme do tabulky.

⁴ Zakroužkování znamená, že sloupce AD a CE jsou sloupce, které nabývají stejných hodnot, tedy v pořadí jsou na stejném místě.

Úlohy

Ve všech úlohách budeme pracovat s bodovými náboji.

- Každá z následujících situací znázorňuje dvojici kladně nabitých částic, které jsou umístěny ve vakuu. Vzdálenost částic a jejich elektrický náboj jsou vyznačeny v obrázcích.

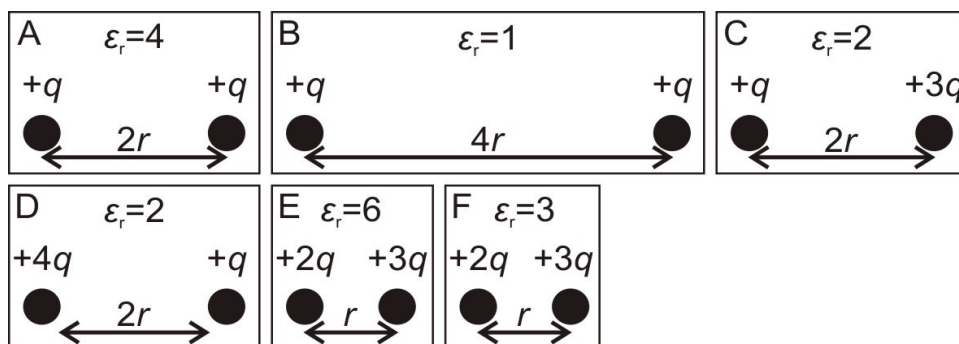


Úkol: Seřadte dvojice částic podle velikosti elektrických sil, kterými na sebe působí.

1	2	3	4	5	6	Nebo			
Největší					Nejmenší			Všechny jsou stejné	Nelze určit

Vysvětlete svou úvahu.

- Stejně jako v předchozí úloze, i zde máme šest dvojic kladně nabitých částic. Nyní jsou navíc umístěny v různých prostředích, jejichž relativní permitivita je vyznačena v obrázcích.

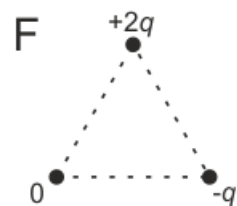
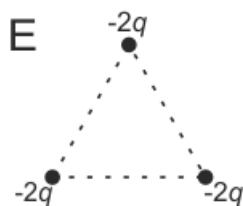
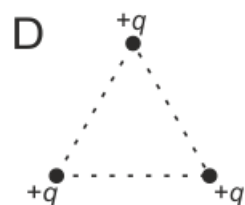
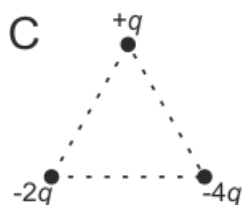
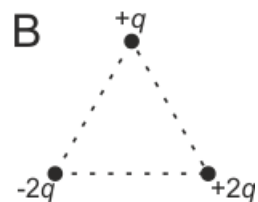
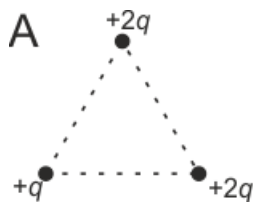


Úkol: Seřadte dvojice nábojů podle velikosti elektrických sil, kterými na sebe působí.

1	2	3	4	5	6	Nebo			
Největší					Nejmenší			Všechny jsou stejné	Nelze určit

Vysvětlete svou úvahu.

3. V následujících situacích jsou ve vrcholech rovnostranného trojúhelníku umístěny částice s elektrickým nábojem (v situaci F, částice vlevo není elektricky nabitá). Všechny trojúhelníky jsou stejně velké.

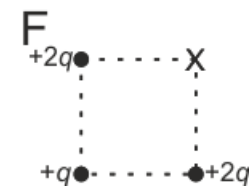
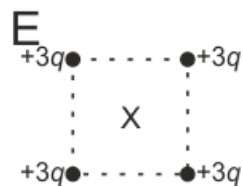
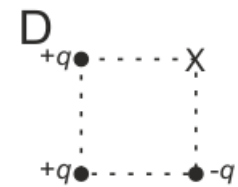
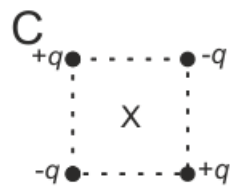
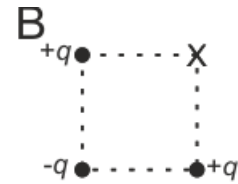
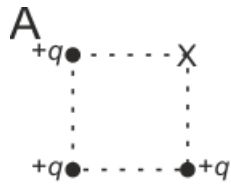


Úkol: Seřad'te situace podle velikosti výsledné elektrické síly působící na částici v horním vrcholu trojúhelníku.

1	2	3	4	5	6	Nebo								
Největší						Nejmenší						Všechny jsou stejné		Nelze určit

Vysvětlete svou úvahu.

4. V dalších situacích jsou částice s elektrickým nábojem umístěny ve vrcholech čtverce. V některých případech jsou částice ve všech vrcholech (situace C a E). V ostatních situacích jsou částice pouze ve třech vrcholech.



Úkol: Seřad'te situace podle velikosti intenzity elektrického pole v bodě X.

1	2	3	4	5	6	Nebo			
Největší						Nejmenší		Všechny jsou stejné	Nelze určit

Vysvětlete svou úvahu.

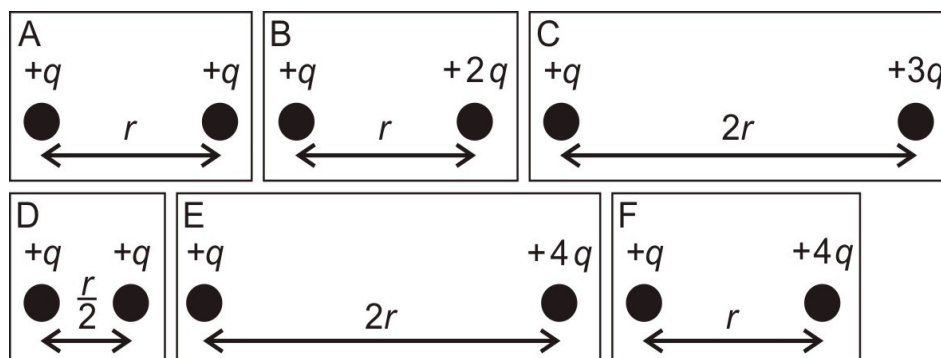
Coulombův zákon a intenzita elektrického pole

Níže je uvedeno zadání čtyř úloh. Žák má za úkol v každé úloze vyřešit jednotlivé situace A-F a uspořádat je od největší po nejmenší podle hledané veličiny. Za každou úlohou pak napíše stručný popis, jak a proč úlohu řešil zrovna tímto způsobem a podle čeho určil pořadí situací.

Úlohy

Ve všech úlohách budeme pracovat s bodovými náboji.

- Každá z následujících situací znázorňuje dvojici kladně nabitých částic, které jsou umístěny ve vakuu. Vzdálenost částic a jejich elektrický náboj jsou vyznačeny v obrázcích.



Úkol: Seřadte dvojice částic podle velikosti elektrických sil, kterými na sebe působí.

Řešení

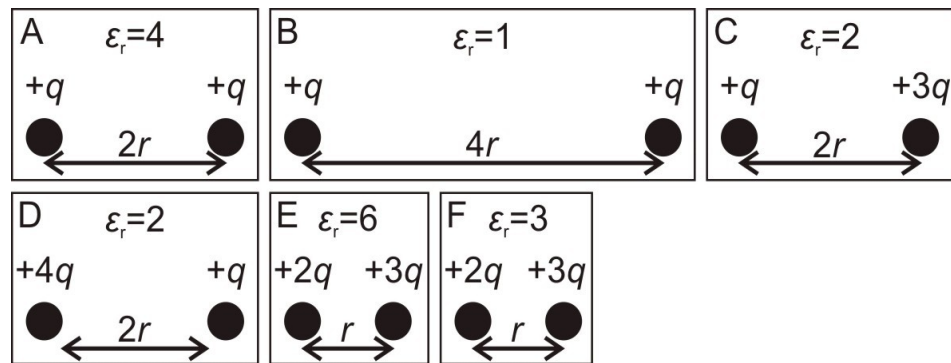
F D		B	A E		C	Nebo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6		Všechny jsou stejné	Nelze určit
Největší					Nejmenší			

Vysvětlení: Pro řešení úlohy použijeme vztah Coulombův zákon $F_e = k \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}$, kde $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0}$. Protože jsou všechny částice umístěny ve vakuu, bude hodnota k pro všechny situace stejná. Velikost elektrické síly tedy ovlivní vzdálenost částic a jejich elektrický náboj. Dosadíme do vztahu hodnoty pro jednotlivé náboje Q_1 , Q_2 a vzdálenost r . Hodnoty elektrické síly F_e jsou popořadě: $k \frac{q^2}{r^2}$, $2k \frac{q^2}{r^2}$, $\frac{3}{4}k \frac{q^2}{r^2}$, $4k \frac{q^2}{r^2}$, $k \frac{q^2}{r^2}$, $4k \frac{q^2}{r^2}$.

Poznámka 1: Tuto úlohu je vhodné řešit nejen početně, ale také s žáky diskutovat, že síla, kterou na sebe dva bodové náboje působí, je přímo úměrná velikosti obou elektrických nábojů a nepřímo úměrná druhé mocnině jejich vzdálenosti.

Poznámka 2: Úlohu bychom mohli pro žáky rozšířit o diskuzi, jak by se změnilo řešení, pokud by všechny částice byly umístěny v jiném prostředí (ale všechny ve stejném).

2. Stejně jako v předchozí úloze, i zde máme šest dvojic kladně nabitých částic. Nyní jsou navíc umístěny v různých prostředích, jejichž relativní permitivita je vyznačena v obrázcích.



Úkol: Seřadte dvojice nábojů podle velikosti elektrických sil, kterými na sebe působí.

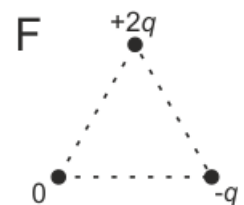
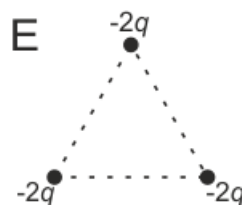
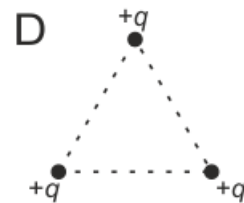
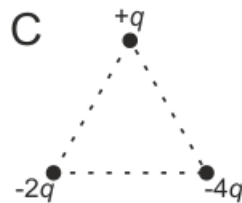
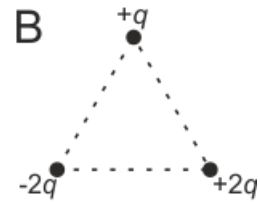
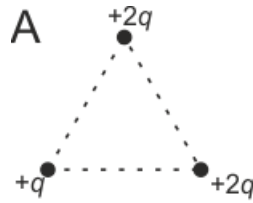
Řešení

F	E	D	C	A,B		Nebo		
1	2	3	4	5	6		Všechny jsou stejné	Nelze určit
Největší					Nejmenší			

Vysvětlení: Pro řešení úlohy použijeme opět Coulombův zákon $F_e = k \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}$, kde $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0}$. Dosadíme do vztahu hodnoty pro jednotlivé náboje Q_1, Q_2 , vzdálenost r , permitivitu vakua ϵ_0 a relativní permitivitu ϵ_r . Hodnoty elektrické síly F_e jsou popořadě: $\frac{1}{16}k \frac{q^2}{r^2}, \frac{1}{16}k \frac{q^2}{r^2}, \frac{3}{8}k \frac{q^2}{r^2}, \frac{1}{2}k \frac{q^2}{r^2}, k \frac{q^2}{r^2}, 2k \frac{q^2}{r^2}$.

Poznámka: Tato úloha je obdobou první úlohy, ale kromě změny prostředí, ve kterém se částice nacházejí, se zde také poprvé nachází situace, ve které se mění velikost náboje obou příslušných částic (situace E).

3. V následujících situacích jsou ve vrcholech rovnostranného trojúhelníku umístěny částice s elektrickým nábojem (v situaci F, částice vlevo není elektricky nabitá). Všechny trojúhelníky jsou stejně velké a všechny jsou umístěny ve stejném prostředí.



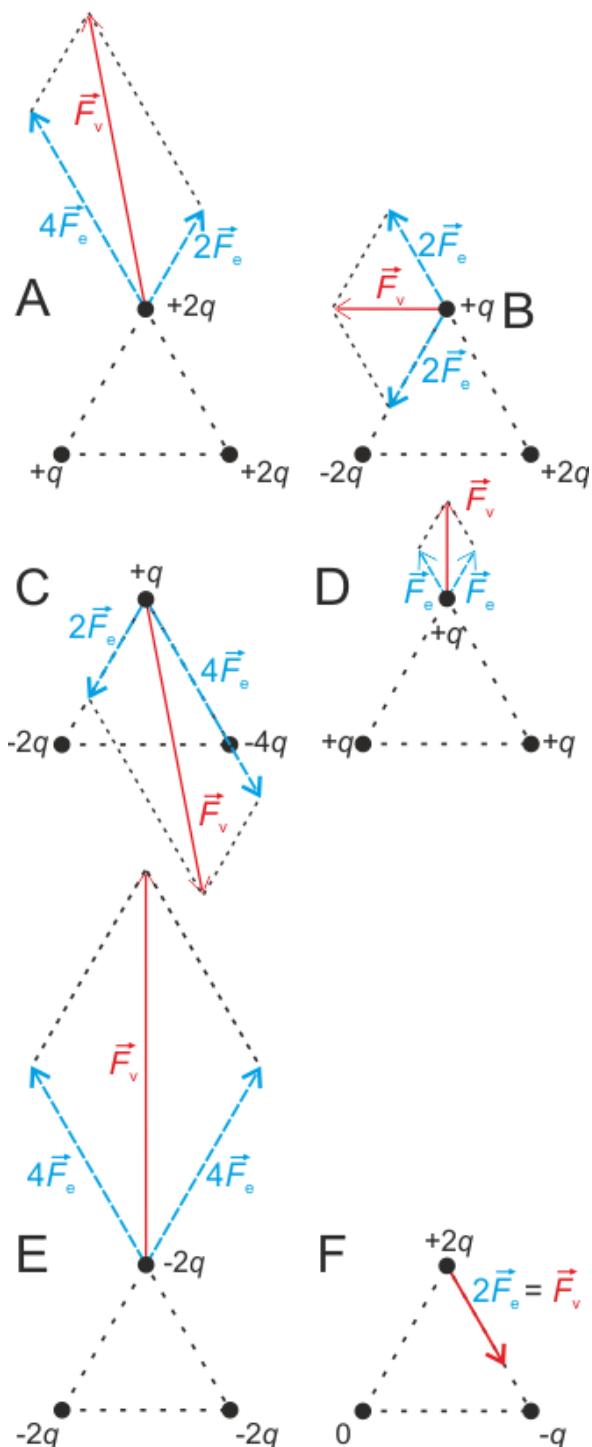
Úkol: Seřad'te situace podle velikosti výsledné elektrické síly působící na částici v horním vrcholu trojúhelníku.

Řešení

E	A, C		B, F		D	Nebo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6		Všechny jsou stejné	Nelze určit
Největší						Nejmenší		

Vysvětlení: V jednotlivých případech si rozkreslíme síly působící na částici v horním vrcholu a určíme výslednici těchto sil. Jelikož každá ze zbývajících částic působí na částici v horním vrcholu, budou na námi vybranou částici působit dvě

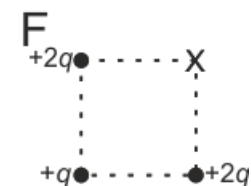
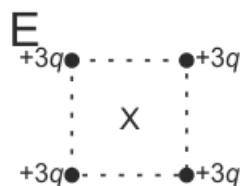
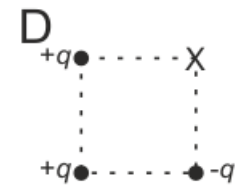
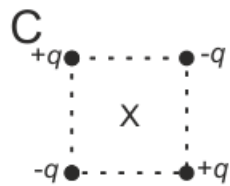
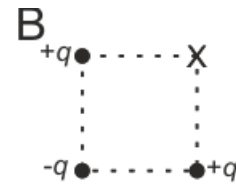
elektrické síly. Jejich velikost můžeme určit z Coulombova zákona. Směr těchto sil pak bude vždy ležet na spojnici částice v horním vrcholu trojúhelníku a částic v pravém nebo levém dolním vrcholu, jejíž silové účinky zkoumáme. V závěru porovnáme velikosti výslednic.



Poznámka 1: U této úlohy se může stát, že si studenti nebudou vědět rady, jak úlohu začít řešit. Pokud to nastane, může učitel studentům poradit, aby si jednotlivé síly kreslili.

Poznámka 2: Při řešení této úlohy je dobré studenty upozornit, že nezáleží pouze na velikosti sil, kterou na sebe příslušná dvojice částic působí, ale že pro správné určení výslednice je také důležitý směr těchto sil.

4. V dalších situacích jsou částice s elektrickým nábojem umístěny ve vrcholech čtverce. V některých případech jsou částice ve všech vrcholech (situace C a E). V ostatních situacích jsou částice pouze ve třech vrcholech. Všechny situace jsou umístěny ve stejném prostředí.

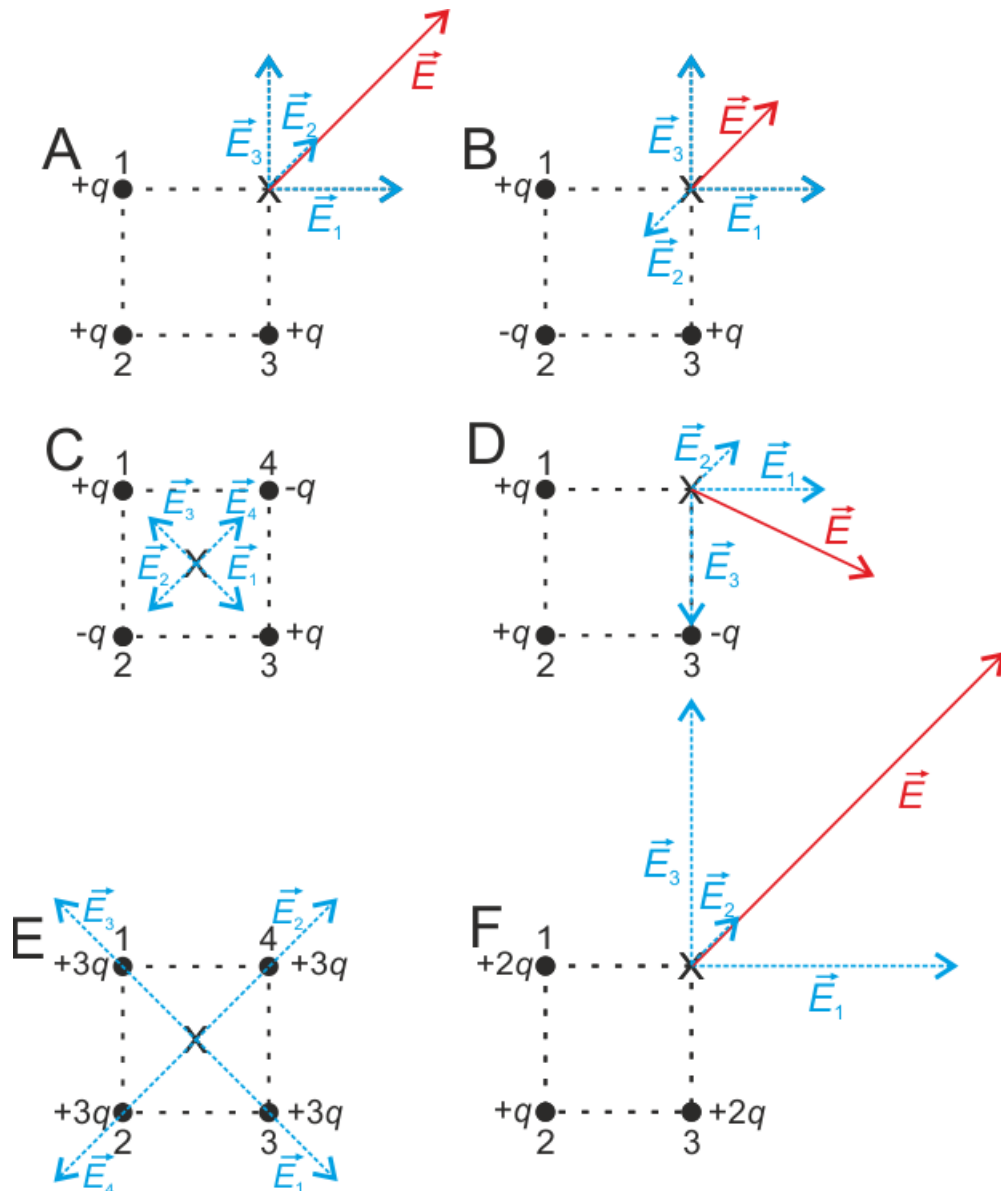


Úkol: Seřadte situace podle velikosti intenzity elektrického pole v bodě X.

Řešení

F	A	D	B	C, E		Nebo		
1	2	3	4	5	6		Všechny jsou stejné	Nelze určit
Největší						Nejmenší		

Vysvětlení: Úlohu řešíme podobně, jako v předchozím případě. To je možné proto, že elektrická intenzita je vektorová veličina, pro kterou platí $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$ a která nám říká, jaká elektrická síla by působila v daném místě na částici s kladným jednotkovým nábojem (tj. představujeme si, že v bodě X máme umístěnou částici s nábojem $q = 1 \text{ C.}$)



Poznámka: Na rozdíl od předchozí úlohy, je zde potřeba při zjišťování velikosti elektrické intenzity myslet na vzdálenost jednotlivých částic od daného bodu X (nejsou totiž všechny stejné).

B. 2 Sloupcové grafy

- Metodický list (str. 47)
- Pracovní list (str. 49)
- Vytvořené sloupcové grafy pro úlohy (str. 53)
- Vzorové řešení pracovního listu (str. 57)

Sloupcové grafy

Při řešení úloh ve výuce fyziky není nejdůležitější, aby žáci uměli získat správný numerický výsledek. Podstatné je, aby věděli, jak se k tomuto výsledku dostali. Tedy, aby rozuměli fyzikální podstatě problému. Abychom žákům pomohli jejich pochopení rozvíjet, je vhodné reprezentovat daný fyzikální jev několika různými způsoby – ne jen verbálním či matematickým popisem, ale také například za pomoci grafů nebo obrázků. Tyto reprezentace je vhodné používat i při řešení fyzikálních úloh.

Cíl: Žáci se naučí při řešení úloh používat grafický způsob reprezentace jevů.

Vhodné kapitoly: Lze využít v tématech, kde dochází k přeměnám jedné formy energie na jinou, nebo i u dalších „zákonů zachování“.

Průběh v hodině:

Žáci dostanou nakopírovaná zadání několika fyzikálních situací a list s připravenými sloupcovými grafy. Úkolem žáků je doplnit do grafů hodnoty požadovaných fyzikálních veličin.

Žáci mohou začít pracovat ve dvojici, doplňovat sloupcové grafy a konzultovat své nápady se spolužákem. Poté, co budou mít práci hotovou, provede učitel za pomoci žáků kontrolu řešení na tabuli.

Návod na dílčí kroky při řešení sloupcových grafů: U každé úlohy je potřeba provést těchto pět kroků:

- 1. krok – seznámení se s úlohou a porozumění zadání
- 2. krok – výpočet všech fyzikálních veličin, které se dají ze zadaných hodnot spočítat a jsou potřeba do doplnění sloupcového grafu
- 3. krok – zakreslení hodnot z 2. kroku do sloupcového grafu
- 4. krok – doplnění sloupcového grafu tak, aby splňoval zadání fyzikální situace (např. zákon zachování mechanické energie)
- 5. krok – provedení kontroly sloupcového grafu výpočtem/porovnáním s číselnými hodnotami v úloze

Poznámka:

Pro seznámení s aktivitou je vhodné, aby učitel ukázal řešení jedné vzorové úlohy na tabuli.

Úlohy mohou být zadány dvěma způsoby. V prvním způsobu jsou úlohy zadány numericky a je tedy na žácích, aby úlohu nejdříve spočítali a do sloupcových grafů zanesli přesné hodnoty. V druhém způsobu jsou úlohy zadány pouze obecně. Výstupem pak budou sloupcové grafy, které jednotlivé hodnoty udávají v daném poměru vůči ostatním. V tomto případě se mohou sloupcové grafy žáků trochu lišit.

Protože žáci většinou nemají zkušenosti s podobným grafickým vyjádřením, doporučujeme při prvním seznámení s aktivitou použít jednodušší úlohy s číselnými hodnotami. Žáci tak budou mít možnost si snadněji zvyknout na nový způsob práce. Také je vhodné, aby si žáci nejprve spočítali hodnoty veličin a až poté je zakreslovali do grafů.

Co v následujících hodinách: Pokud budeme řešit vhodný typ úloh, můžeme po žácích požadovat, aby si sloupcové grafy vytvořili sami. Tuto aktivitu můžeme zařazovat opakovaně, pro ujištění, že žáci chápou problematiku.

Mechanická energie a práce

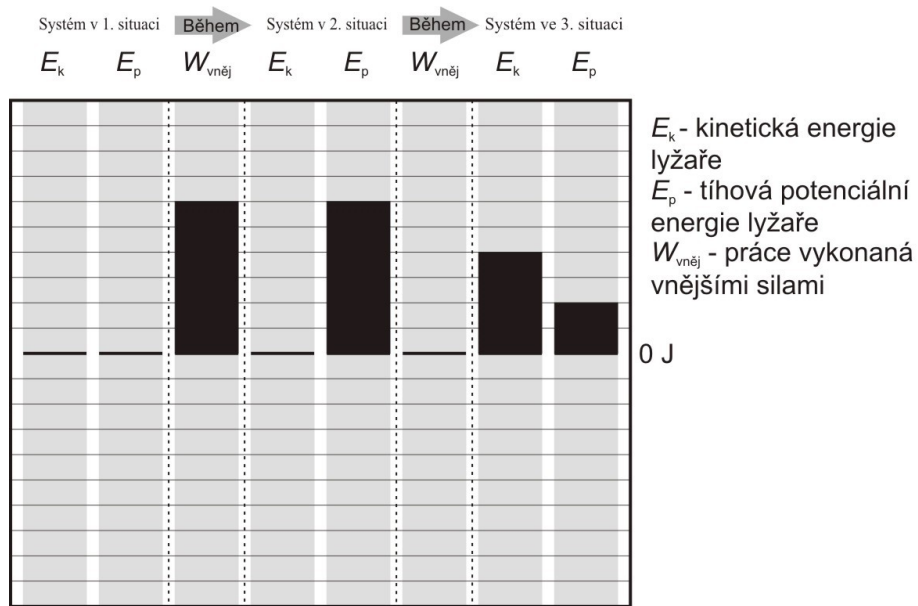
Níže je uvedeno sedm fyzikálních situací zaměřených na téma mechanická energie a práce. Ke každé úloze doplňte sloupcové grafy, které budou odpovídat zadané situaci.

Vzorová úloha:

Lyžař stojí ve frontě na vlek v lyžařském středisku (situace 1). Poté, co ho vlek vyveze na vrchol sjezdovky (situace 2), rozjede se dolů za kamarády, kteří na něj čekají v dolní třetině trati. Lyžař kolem svých kamarádů však pouze projede (situace 3) a spěchá dolů k vleku. Doplňte sloupcové grafy pro situace 1, 2 a 3. Odporové síly pro jednoduchost zanedbejte. Nulovou hladinu polohové energie zvolte u začátku vleku.

Vysvětlení:

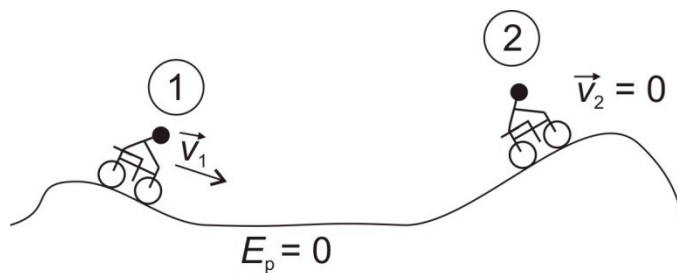
Nejdříve si rozebereme situaci 1. Zde má lyžař nulovou polohovou energii a také nulovou pohybovou energii, protože stojí v klidu ve frontě u vleku. Do grafu pro situaci 1 nevykreslíme žádné sloupce. Vlek, který lyžaře táhne na vrchol sjezdovky, koná mechanickou práci (tu zakreslíme), která se v situaci 2 přemění na lyžařovu polohovou energii, neboť je nyní lyžař v určité výšce nad začátkem vleku. V situaci 2 je tedy hodnota polohové energie lyžaře shodná s prací, kterou vykonal vlek. Mezi situací 2 a 3 nepůsobí na lyžaře žádné vnější síly, které by konaly práci. Sloupec pro $W_{\text{vněj}}$ zůstane tedy prázdný. V další situaci se větší část polohové energie přemění na pohybovou energii, protože lyžař jede dolů ze svahu. Ovšem třetí situace jej zachycuje v jedné třetině výšky nad vlekem. Hodnota polohové energie ze situace 2 se tedy díky zákonu zachování rozdělí na polohovou a pohybovou energii lyžaře v situaci 3. Jelikož je řečeno, že kamarádi se nacházejí ve třetině výšky vleku, pak v tomto bodě musí být polohová energie lyžaře rovna jedné třetině polohové energie ze situace 2 a zbytek, tedy dvě třetiny, se přemění na pohybovou energii – lyžař ke svým kamarádům přijíždí určitou rychlostí. Podle tohoto rozboru by výsledný sloupcový graf vypadal takto:



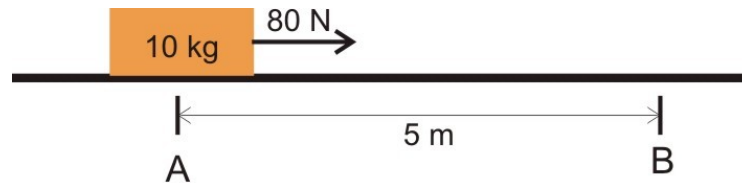
Úlohy:

Pokud budete úlohy řešit, počítejte s tíhovým zrychlením $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

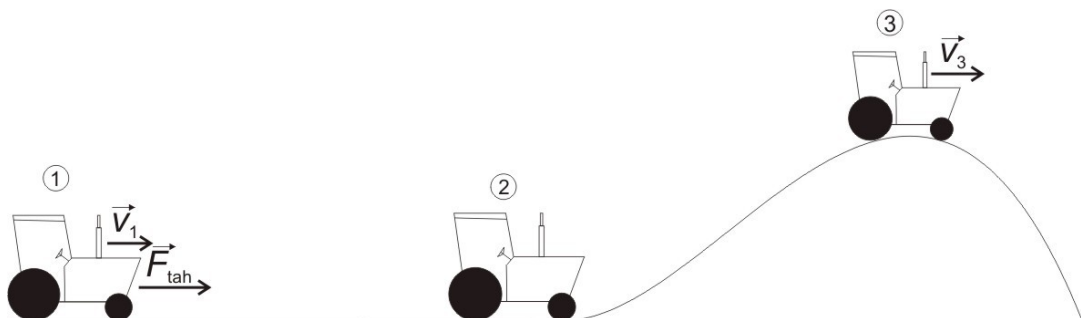
1. Cyklista jede z kopce. V určitém okamžiku má rychlost $v_1 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ a nachází se ve výšce 3 m nad nulovou hladinou potenciální energie (na obrázku je to situace označená jedničkou). Sjede z kopce a vyjíždí do protějšího svahu. Zastaví se v místě, které je na obrázku označeno dvojkou. Po celou dobu jede bez šlapání. Hmotnost cyklisty i s kolem je 100 kg. Odporové síly neuvažujte. Vytvořte sloupcové grafy pro situaci 1 a 2.



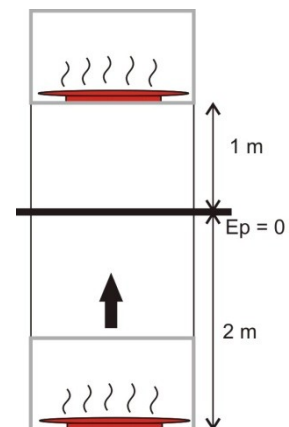
2. Krabici o hmotnosti 10 kg posouváme po stole silou o velikosti 80 N. V bodě A má krabice kinetickou energii 50 J. Vytvořte sloupcové grafy pro situace, kdy krabice prochází bodem A a bodem B, který leží 5 metrů od A (viz obrázek). Nulovou hodnotu potenciální energie zvolte ve středu krabice. Vše uvažujte bez odporových sil.



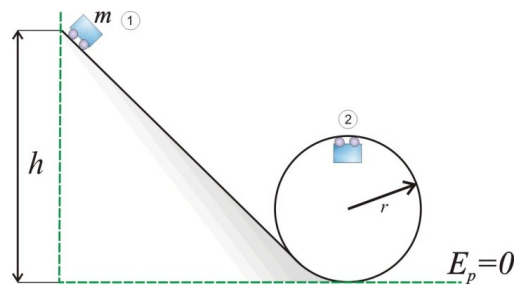
3. Traktor o hmotnosti 2,5 t jede po vodorovné silnici. V situaci 1 má rychlost $v_1 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Jeho motor má ve stejném okamžiku tažnou sílu $F_{\text{tah}} = 12 \text{ kN}$. Když ujede dalších 10 m, rozbije se mu motor (situace 2). Traktor však i bez motoru zvládne vyjet do kopce, který vede ke statku, kde má na poli vyorat brambory. Na vrcholu kopce (situace 3) má jeho rychlost velikost $v_3 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Doplňte sloupcové grafy pro situaci 1, 2 a 3. Odporové síly zanedbejte. Nulovou hladinu potenciální energie zvolte na vodorovné silnici.



4. V luxusním domě mají výtah na jídlo. Kuchař dává jídlo do výtahu, který je umístěn 2 m pod podlahou jídelny. Celá kabina s jídlem váží 10 kg. Když je vše hotové, motor výtahu vytáhne rovnoměrným pohybem vše do výšky 1 m nad podlahu jídelny. Vytvořte sloupcové grafy pro situaci, kdy je jídlo vloženo do výtahu (situace 1) a potom, co výtah zvedne kabinu s jídlem do výšky 1 m nad podlahu jídelny (situace 2). Nulovou hodnotu potenciální energie zvolte na úrovni podlahy jídelny.



5. Malý vozík o hmotnosti 200 g sjíždí bez smýkání po dráze zakončené válcovou plochou o poloměru 15 cm. Vozík je vypuštěn z výšky 0,5 m, jak ukazuje obrázek (situace 1). Doplněte sloupcové grafy pro situaci 1 a 2. Moment setrvačnosti a valivý odpor koleček zanedbejte. Nulovou hladinu potenciální energie zvolte na konci dráhy (viz obrázek).



6. Blok o hmotnosti 4 kg je na počátku v klidu na vodorovném povrchu na nenatažené pružině. Na blok působíme silou 60 N vodorovně vpravo a pružinu tak natáhneme o 2 m. Doplněte sloupcové grafy na počátku a po posunutí. Nulovou hladinu pro energii pružiny zvolte ve středu bloku. Odporové síly zanedbejte.

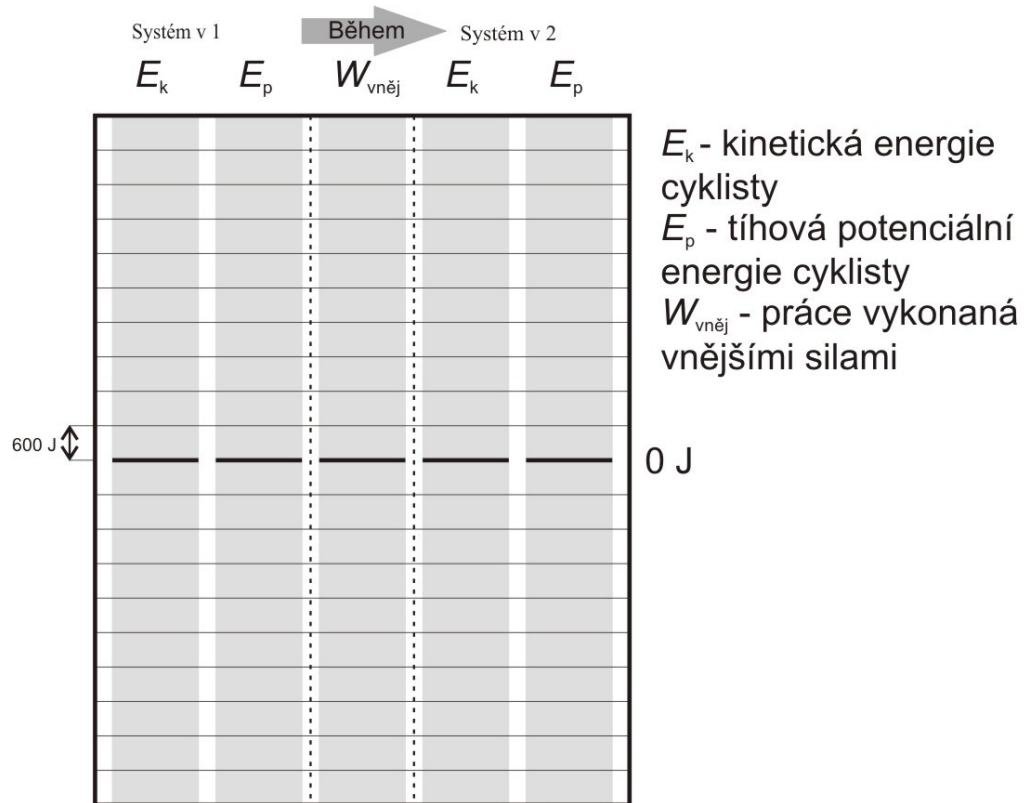


7. (**Obtížnější**) Kolo od traktoru o hmotnosti 200 kg se při jízdě uvolnilo a vydalo se šikmo vzhůru do kopce. Při uvolnění kola byla rychlost pohybu jeho středu $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ a úhlová rychlost otáčení byla $10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Po vyjetí do kopce do výšky h se kolo zastavilo. Doplněte sloupcové grafy hned po uvolnění kola a po jeho zastavení. Nulovou hodnotu potenciální energie zvolte ve středu kola, když je na vodorovné silnici. Odporové síly zanedbejte.

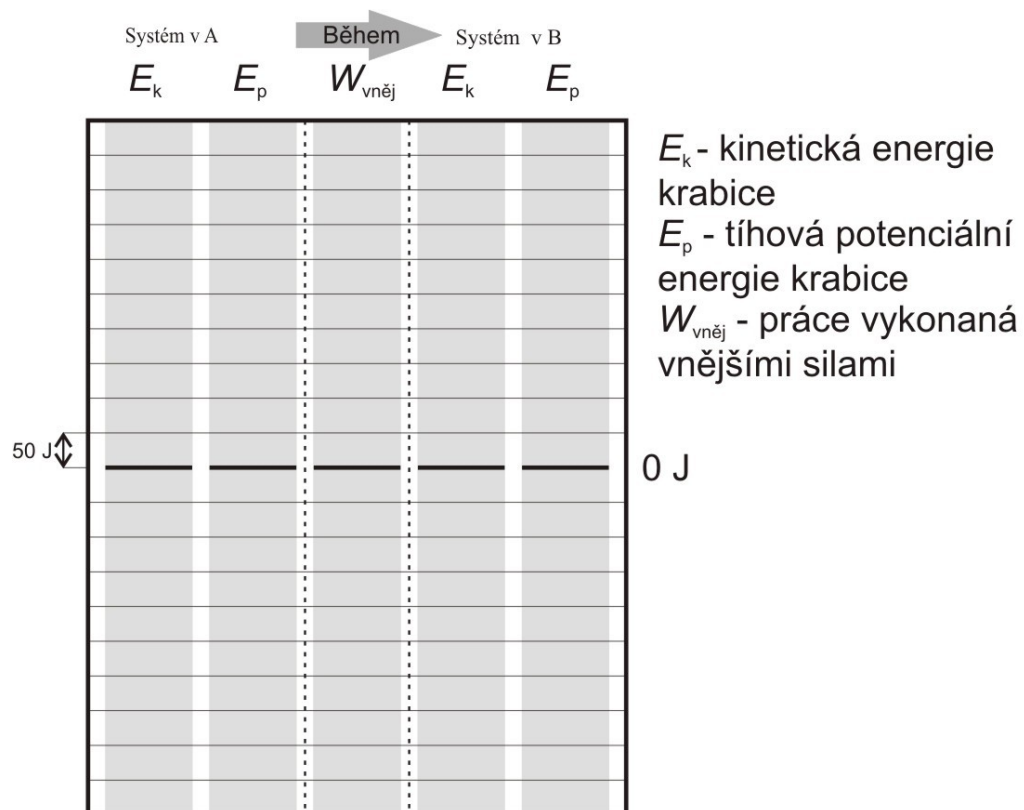
Poznámka: Pro výpočet momentu setrvačnosti vezměte kolo od traktoru jako válec o poloměru 1 m. Tedy použijte vzoreček $J = \frac{1}{2}mr^2$, kde m je hmotnost kola a r je jeho poloměr.

Pro každou úlohu z pracovního listu je zde připraven vhodný sloupcový graf. Vaším úkolem je správně doplnit hodnoty energií a práce.

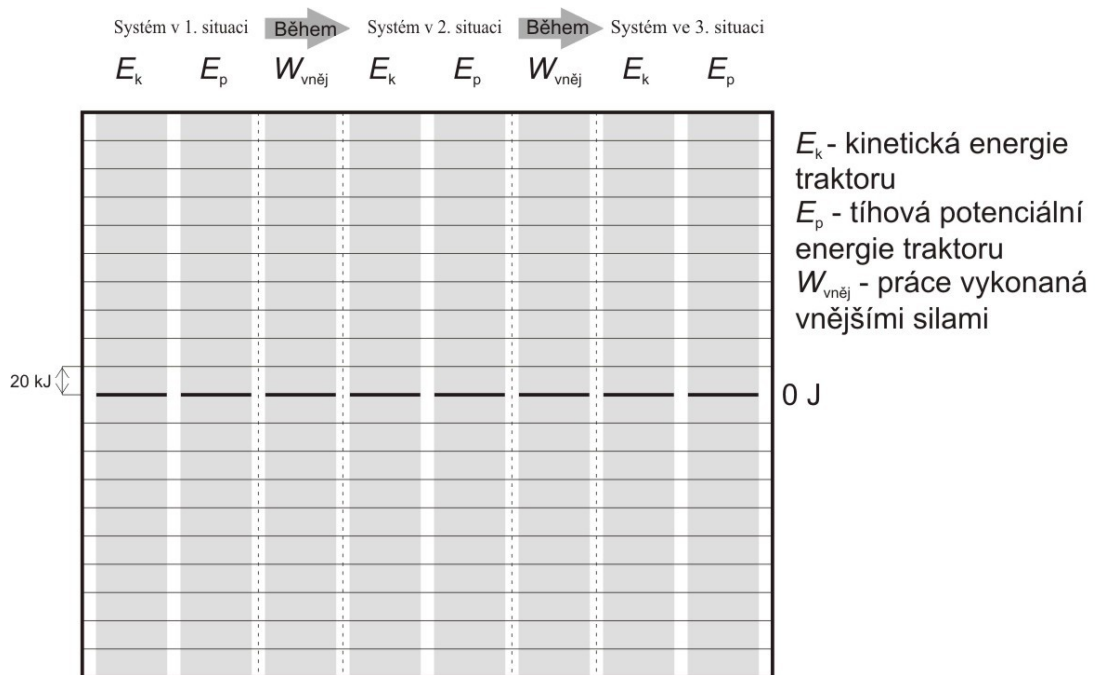
Úloha č. 1



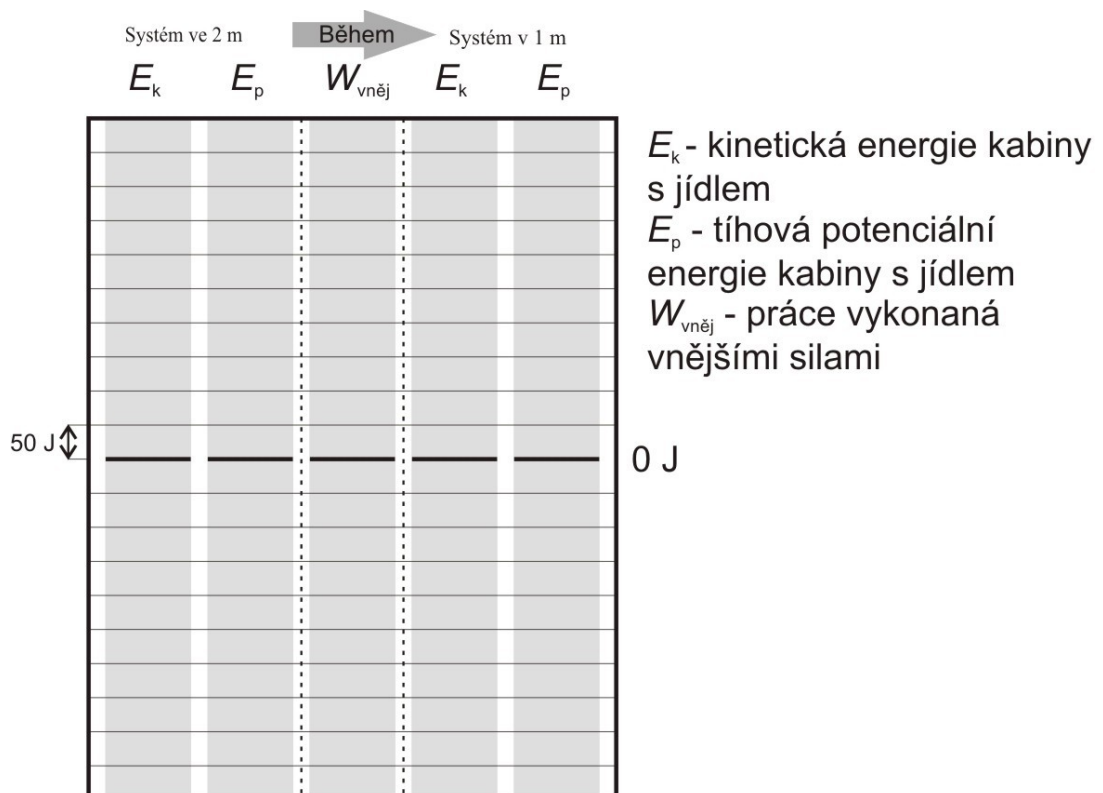
Úloha č. 2



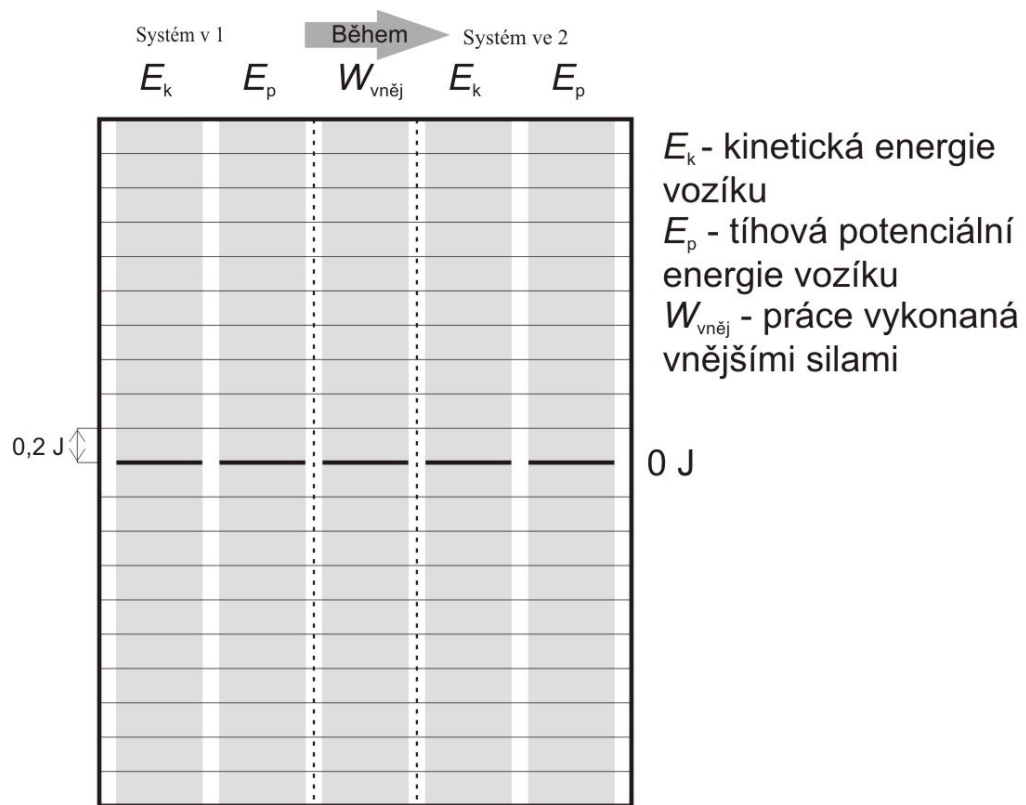
Úloha č. 3



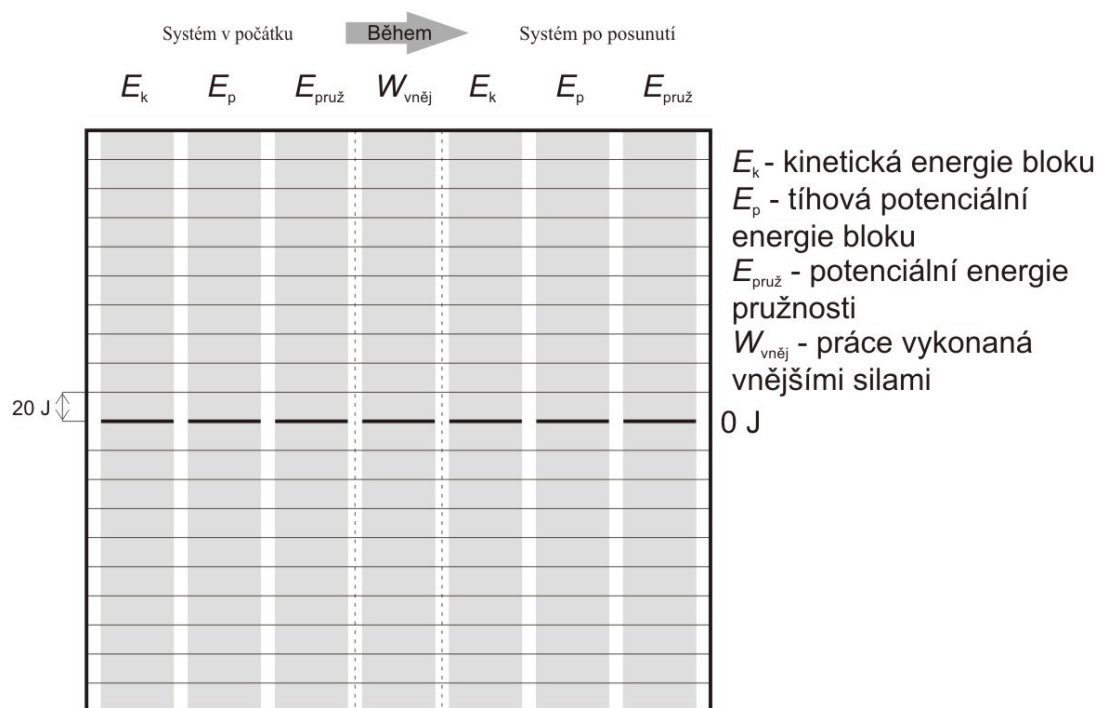
Úloha č. 4



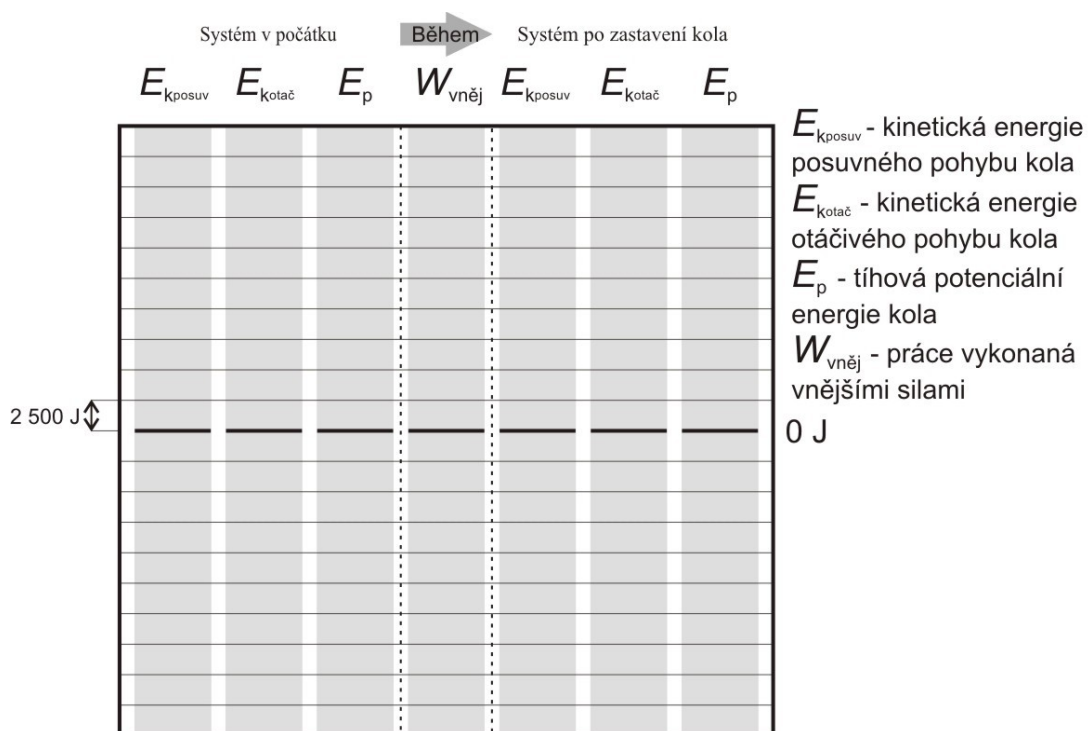
Úloha č. 5



Úloha č. 6



Úloha č. 7

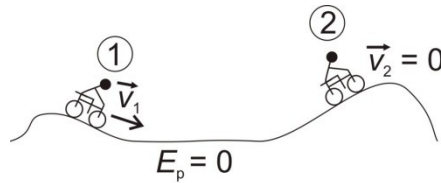


Mechanická energie a práce

Níže je uvedeno sedm fyzikálních situací zaměřených na téma mechanická energie a práce. Ke každé úloze doplňte sloupcové grafy, které budou odpovídat zadané situaci.

Při řešení úloh jsme počítali s tíhovým zrychlením $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

1. Cyklista jede z kopce. V určitém okamžiku má rychlost $v_1 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ a nachází se ve výšce 3 m nad nulovou hladinou potenciální energie (na obrázku je to situace označená jedničkou). Sjede z kopce a vyjíždí do protějšího svahu. Zastaví se v místě, které je na obrázku označeno dvojkou. Po celou dobu jede bez šlapání. Hmotnost cyklisty i s kolem je 100 kg. Odporové síly neuvažujte. Vytvořte sloupcové grafy pro situaci 1 a 2.

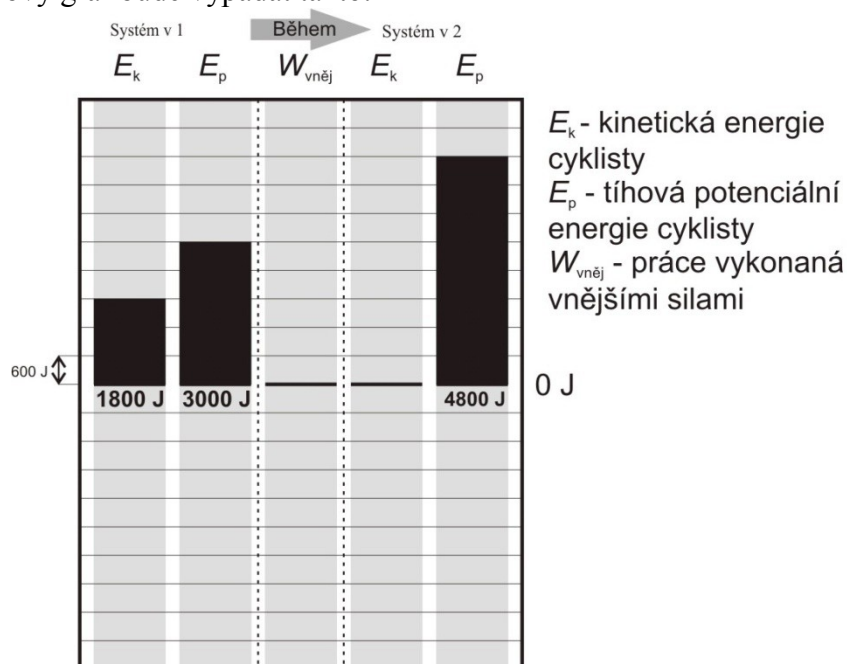


Řešení

V situaci 1 je zadána rychlost i výška, ve které se cyklista nachází. Jsme tedy schopní spočítat hodnoty kinetické a tíhové potenciální energie cyklisty. Jestliže cyklista nešlape a úlohu počítáme bez odporových sil, bude platit zákon zachování mechanické energie. Sloupec pro práci vykonanou vnějšími silami bude tedy prázdný. V situaci 2 víme, že cyklista je v klidu, takže jeho kinetická energie je nulová. Tíhovou potenciální energii v situaci 2 získáme jako součet energií v systému 1.

Cyklista v bodě 1 má kinetickou energii 1 800 J a tíhovou potenciální energii 3 000 J. V bodě 2 má pouze tíhovou potenciální energii 4 800 J.

Sloupcový graf bude vypadat takto:



Poznámka 1: Pokud budeme po žácích požadovat, aby úlohu počítali, můžeme se ptát, do jaké výšky cyklista bez šlapání vyjede (4,8 m).

Poznámka 2: Při řešení úlohy jsme kromě tření zanedbali i moment setrvačnosti a valivý odpor kol. Pro žáky by bylo vhodné v hodině okomentovat, proč jsme to udělali a jak by se úloha změnila, pokud bychom počítali bez zanedbání.

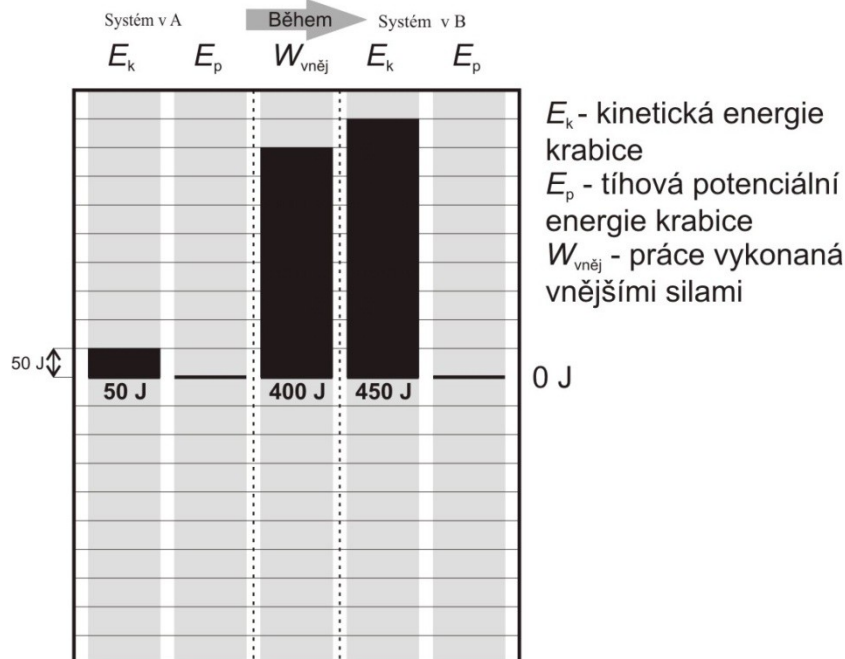
2. Krabici o hmotnosti 10 kg posouváme po stole silou o velikosti 80 N. V bodě A má krabice kinetickou energii 50 J. Vytvořte sloupcové grafy pro situace, kdy krabice prochází bodem A a bodem B, který leží 5 metrů od A (viz obrázek). V bodě B se krabice nezastaví. Nulovou hodnotu potenciální energie zvolte ve středu krabice. Vše uvažujte bez odporových sil.



Řešení

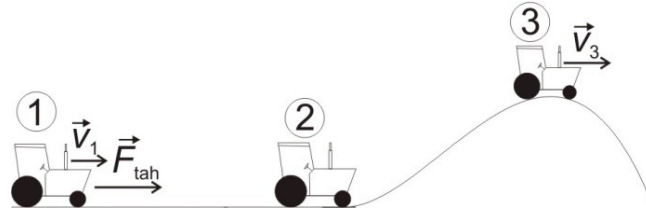
Podle zvolené nulové hladiny pro tíhovou potenciální energii je zřejmé, že oba sloupce E_p budou prázdné, neboť těžiště krabice zůstává během celého pohybu ve stejné výšce. Když bedna prochází bodem A, má kinetickou energii 50 J. Jelikož krabici táhneme, působí zde vnější síla, která koná práci. Do sloupce - $W_{\text{vněj}}$ zaznamenáme hodnotu 400 J. Kinetickou energii krabice v bodě B spočítáme jako součet kinetické energie z bodu A a vykonané práce, její hodnota je tedy 450 J.

Sloupcový graf bude vypadat takto:



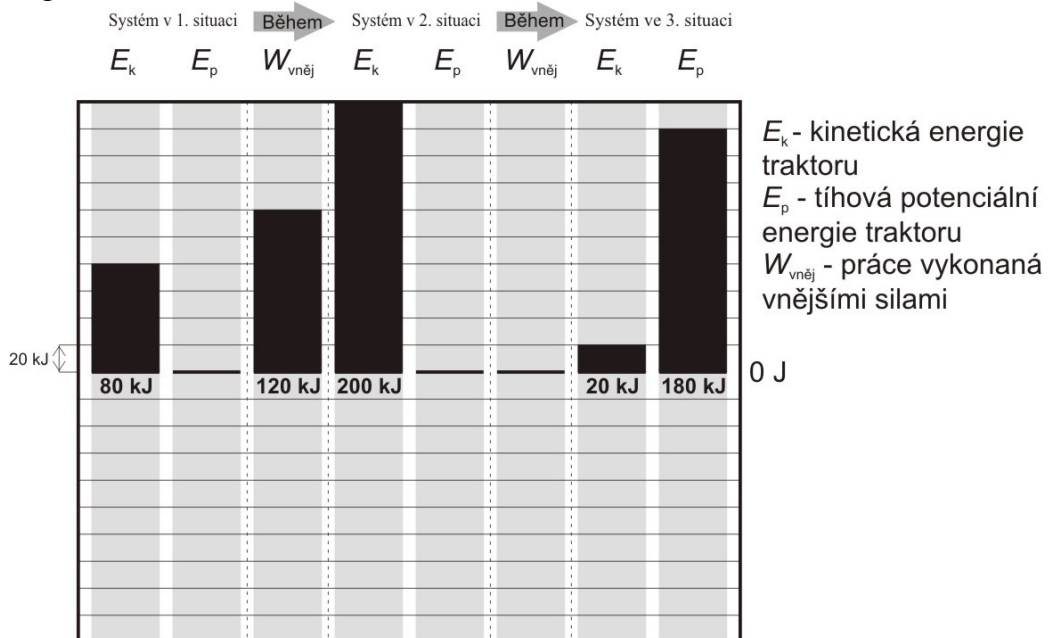
Poznámka: V této úloze má těžiště krabice vždy nulovou potenciální energii, protože se krabice během pohybu nezvedá (nemění svoji výšku). Samozřejmě můžeme tvrdit, že při zvolené nulové hladině tíhové potenciální energie má její víko nebo dno nějakou nenulovou potenciální energii, to ale nehraje roli pro řešení úlohy.

3. Traktor o hmotnosti 2,5 t jede po vodorovné silnici. V situaci 1 má rychlost $v_1 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Jeho motor má ve stejném okamžiku tažnou sílu $F_{\text{tah}} = 12 \text{ kN}$. Když ujede dalších 10 m, rozbije se mu motor (situace 2). Traktor však i bez motoru zvládne vyjet do kopce, který vede ke statku, kde má na poli vyorat brambory. Na vrcholu kopce (situace 3) má jeho rychlost velikost $v_3 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Doplňte sloupcové grafy pro situaci 1, 2 a 3. Odporové síly zanedbejte. Nulovou hladinu potenciální energie zvolte na vodorovné silnici.



Řešení

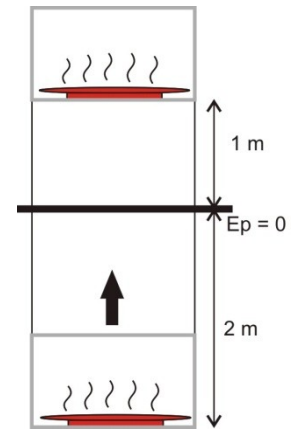
V situaci 1 a 2 je tíhová potenciální energie traktoru nulová, takže sloupce E_p v těchto situacích jsou prázdné. Z hodnot pro situaci 1 spočítáme kinetickou energii traktoru, která činí 80 kJ. Tažná síla motoru vykoná práci 120 kJ. Tuto hodnotu zapíšeme do sloupce $W_{\text{vněj}}$, mezi situací 1 a 2. V situaci 2 už má traktor pouze kinetickou energii, jejíž hodnota je součtem kinetické energie ze situace 1 a vykonané práce motoru. V situaci 3 spočítáme hodnotu kinetické energie traktoru. Ta je 20 kJ. Hodnotu tíhové potenciální energie v situaci 3 zjistíme jako rozdíl kinetické energie traktoru v situaci 2 a kinetické energie traktoru v situaci 3, tedy 180 kJ (neboť mezi těmito dvěma situacemi platí zákon zachování mechanické energie).



Poznámka 1: Můžeme po žácích chtít, aby ze zadaných hodnot spočítali výšku kopce, na který traktor vyjel (7,2 m).

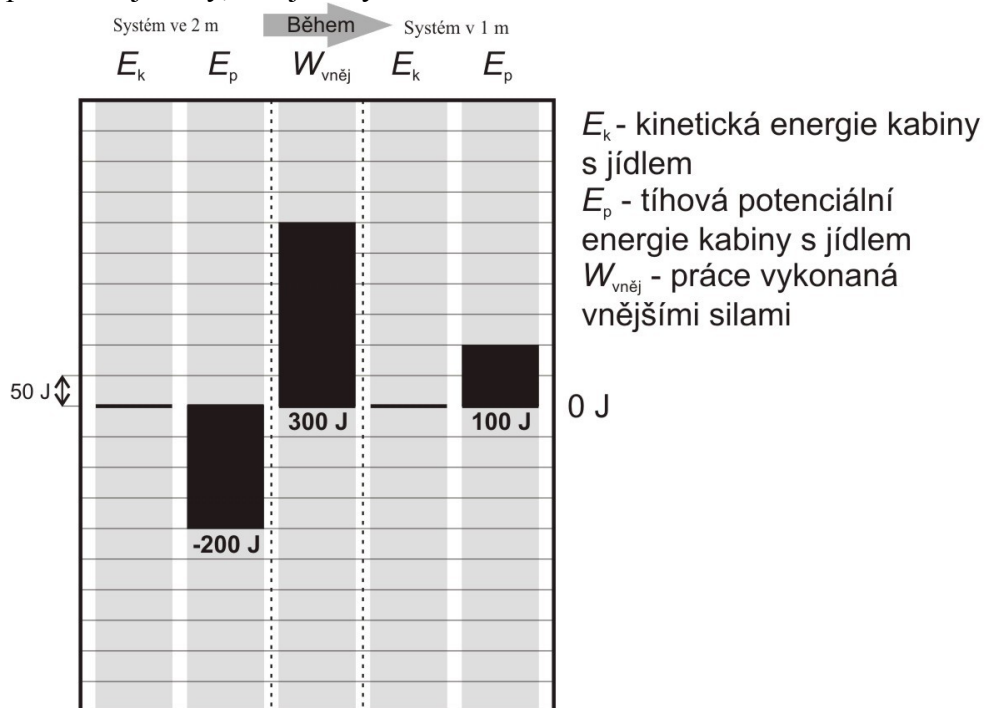
Poznámka 2: Opět lze se žáky diskutovat, že v této úloze zanedbáváme moment setrvačnosti a valivý odpor kol traktoru.

4. V luxusním domě mají výtah na jídlo. Kuchař dává jídlo do výtahu, který je umístěn 2 m pod podlahou jídelny. Celá kabina s jídlem váží 10 kg. Když je vše hotové, motor výtahu vytáhne rovnoměrným pohybem vše do výšky 1 m nad podlahu jídelny. Vytvořte sloupcové grafy pro situaci před a potom, co výtah zvedne kabínu s jídlem do výšky 1 m na podlahu jídelny. Nulovou hodnotu potenciální energie zvolte na úrovni podlahy jídelny.

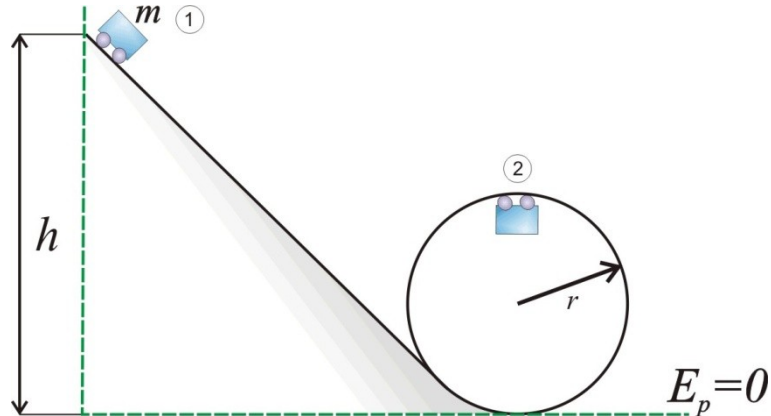


Řešení

V obou situacích je jídlo s výtahem vždy v klidu, tudíž sloupce s kinetickou energií jsou prázdné. Jídlo bylo dáno do výtahu, který je 2 m pod podlahou jídelny. Výtah s jídlem má tedy tíhovou potenciální energii -200 J, neboť nulová hladina je zvolena tak, že tato energie je záporná. Motor výtahu vykoná při zvedání jídla práci o velikosti 300 J. Výslednou tíhovou potenciální energii dostaneme buďto součtem těchto dvou hodnot nebo si uvědomíme, že v konečné situaci je výtah s jídlem 1 m nad podlahou jídelny, což je tedy 100 J.

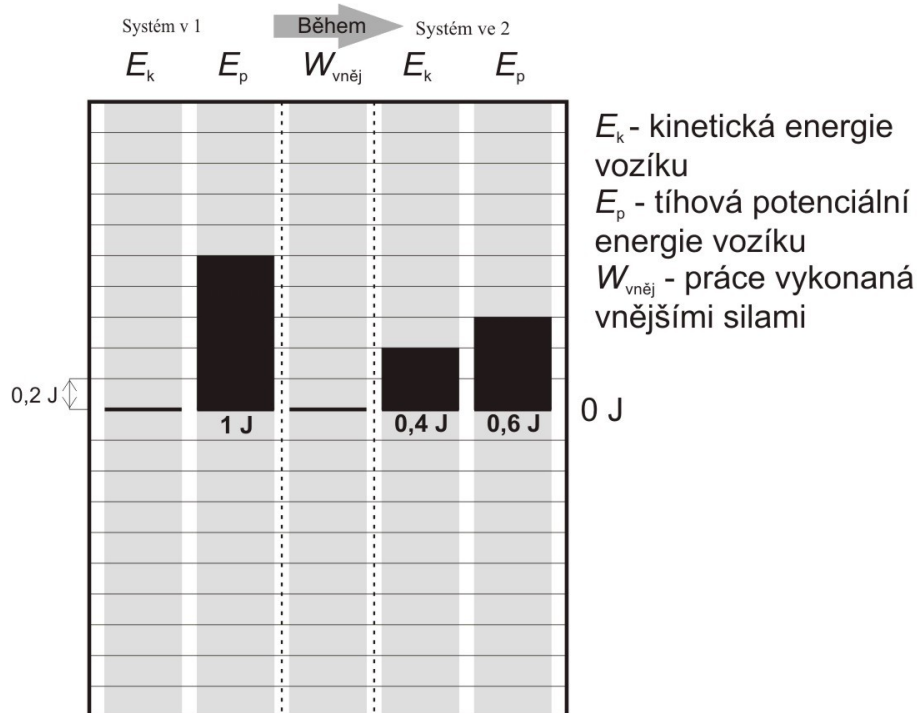


5. Malý vozík o hmotnosti 200 g sjíždí bez smýkání po dráze zakončené válcovou plochou o poloměru 15 cm. Vozík je vypuštěn z výšky 0,5 m, jak ukazuje obrázek (situace 1). Doplněte sloupcové grafy pro situaci 1 a 2. Moment setrvačnosti a valivý odpor koleček zanedbejte. Nulovou hladinu potenciální energie zvolte na konci dráhy (viz obrázek).



Řešení

Vozík se rozjíždí z klidu z výšky 0,5 m, má tedy tíhovou potenciální energii 1 J. Ve smyčce vozík vyjede v nevyšším místě do výšky, která je rovna průměru válce, tedy do výšky 30 cm. Tam je jeho tíhová potenciální energie 0,6 J. Kinetickou energii vozíku v tomto bodě spočítáme jako rozdíl tíhových potenciálních energií na počátku a na konci.



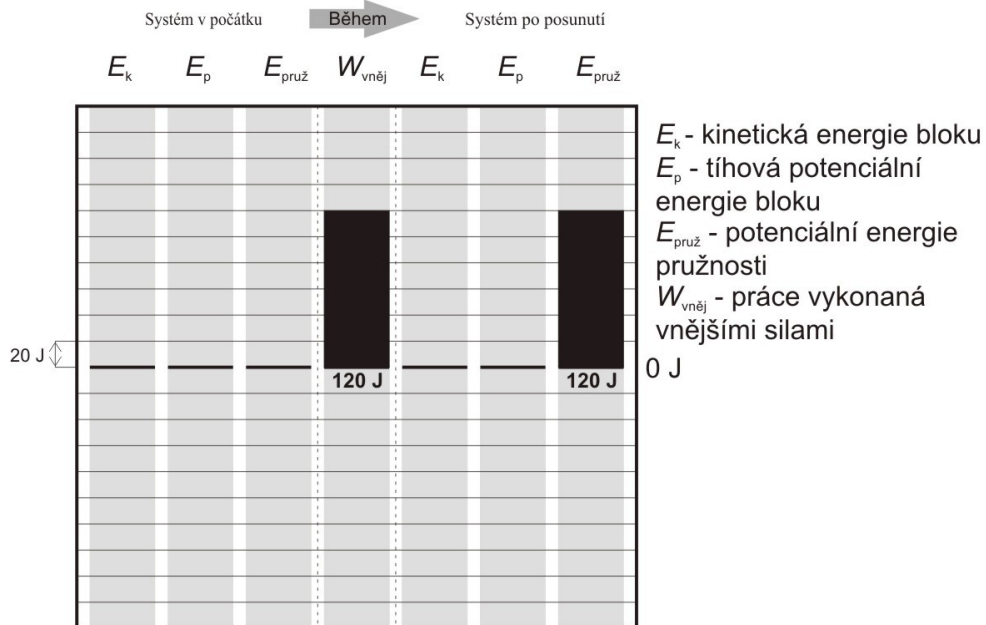
Poznámka: Po výpočtu úlohy by mohl učitel rozvést diskuzi, zda by vozík opravdu smyčku projel. Tedy zda by počáteční energie byla dostatečná na překonání smyčky. Úloha je obecně řešena na <http://reseneulohy.cz/148/vozik>.

6. Blok o hmotnosti 4 kg je na počátku v klidu na vodorovném povrchu na nenatažené pružině. Na blok působíme silou 60 N vodorovně vpravo a pružinu tak natáhneme o 2 m. Doplňte sloupcové grafy na počátku a po posunutí. Nulovou hladinu pro energii pružiny zvolte ve středu bloku. Odporové síly zanedbejte.



Řešení

Blok je na pružině v obou situacích v klidu. Sloupce kinetických energií jsou tedy prázdné. Kvůli volbě nulové hladiny pro tíhovou potenciální energii jsou příslušné sloupce taky prázdné. Pružina je na počátku nenatažená, tedy její potenciální energie pružnosti je nulová. Tím, že natáhneme pružinu s blokem, vykonáme práci o velikosti 120 J. Protože úlohu počítáme bez odporových sil, tak se veškerá vykonaná práce přemění na potenciální energii pružiny.



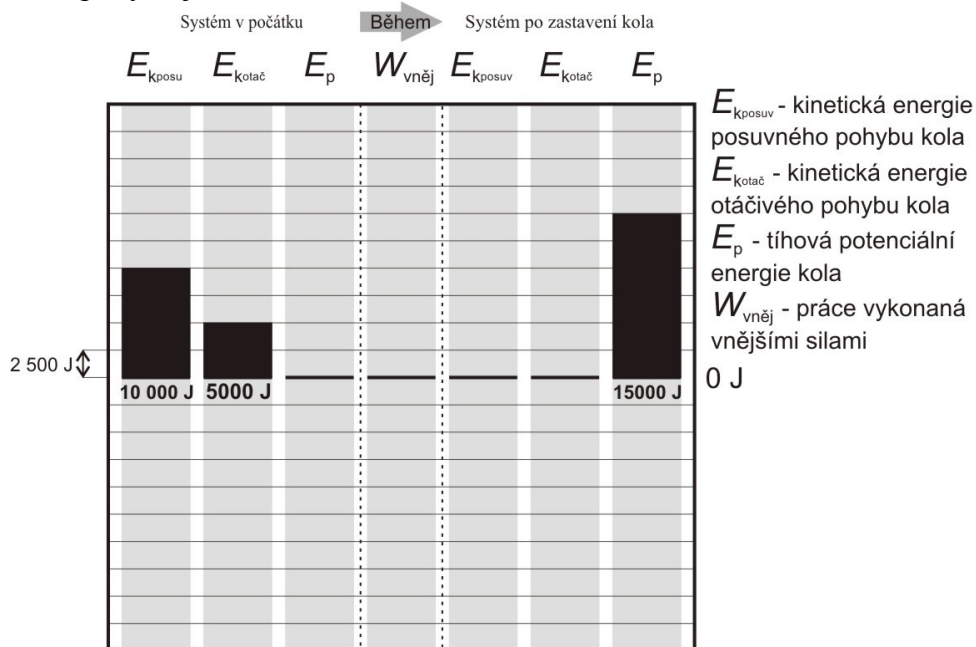
Poznámka: V této úloze můžeme po žácích chtít, aby z uvedených hodnot spočítali tuhost pružiny ($60 \frac{N}{m}$).

7. (**Obtížnější**) Kolo od traktoru o hmotnosti 200 kg se při jízdě uvolnilo a vydalo se šikmo vzhůru do kopce. Při uvolnění kola byla rychlost pohybu jeho středu $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ a úhlová rychlost otáčení byla $10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Po vyjetí do kopce do výšky h se kolo zastavilo. Doplňte sloupcové grafy hned po uvolnění kola a po jeho zastavení. Nulovou hodnotu potenciální energie zvolte ve středu kola, když je na vodorovné silnici. Odporové síly zanedbejte.

Řešení

Ze zadání úlohy jsme schopni spočítat hodnotu kinetické energie posuvného i rotačního pohybu. Nulovou hladinu tíhové potenciální energie jsme zvolili na vodorovné silnici, takže zpočátku nemá kolo žádnou tíhovou potenciální energii. Když kolo vyjede do kopce a zastaví se, nemá v tomto okamžiku žádnou kinetickou energii. Obě kinetické energie z počáteční situace se po zastavení kola přemění na jeho tíhovou polohovou energii, protože počítáme vše bez odporových sil.

Na počátku je kinetická energie posuvného pohybu 10 000 J, kinetická energie rotačního pohybu je 5 000 J.



Poznámka 1: V této úloze můžeme položit doplňující otázku, do jaké výšky uvolněné kolo vyjelo (7,5 m).

Poznámka 2: Pro výpočty potřebujeme znát poloměr uvolněného kola. Ten spočítáme pomocí vzorečku, který propojuje obvodovou a úhlovou rychlost – $v = \omega \cdot r$. Poloměr kola je tedy 1 m.

Poznámka 3: Pro výpočet momentu setrvačnosti vezmeme kolo od traktoru jako válec o poloměru 1 m. Tedy použijeme vzoreček $J = \frac{1}{2}mr^2$, kde m je hmotnost kola a r je jeho poloměr.

B. 3 Správné tvrzení

- Metodický list (str. 66)
- Pracovní list (str. 67)
- Vzorové řešení pracovního listu (str. 70)

Správné tvrzení

Tato aktivita pomáhá rozvíjet žákovo fyzikální myšlení. Při řešení úloh musí žák nejen rozhodnout, zda je zadané tvrzení správně či nikoli, musí své rozhodnutí také zdůvodnit. Během řešení úloh je potřeba, aby žák využil svoje dosavadní vědomosti z fyziky a zkušenosti, které má z běžného života, aby dokázal posoudit správnost tvrzení.

Cíl: Žák se naučí posuzovat dříve vyřčená tvrzení z hlediska fyzikální správnosti a chybná tvrzení opravuje.

Vhodné kapitoly: Tento typ aktivity je možné využít v kterémkoli tématu.

Průběh v hodině:

Žáci dostanou nakopírovaná zadání několika fyzikálních situací, kde pod každým zadáním je tvrzení studenta, které má být řešením dané úlohy. Úkolem žáka je určit, zda je tvrzení správně či nikoliv a odůvodnit své rozhodnutí. Úlohy mohou žáci řešit samostatně nebo ve dvojici. Na konci řešení by měla proběhnout diskuze třídy s učitelem, na co studenti přišli a jaké je správné řešení úloh.

Poznámka:

Pro seznámení s aktivitou je vhodné, aby učitel s žáky prošel řešení vzorové úlohy na tabuli.

Důležité je dát důraz a pozor, aby si žáci nezafixovali špatné řešení, ale to dobré.

Podobnou, ale obtížnější aktivitou, kterou můžeme ve výuce zařadit, je aktivita *Najdi chybu*.

Co v následujících hodinách:

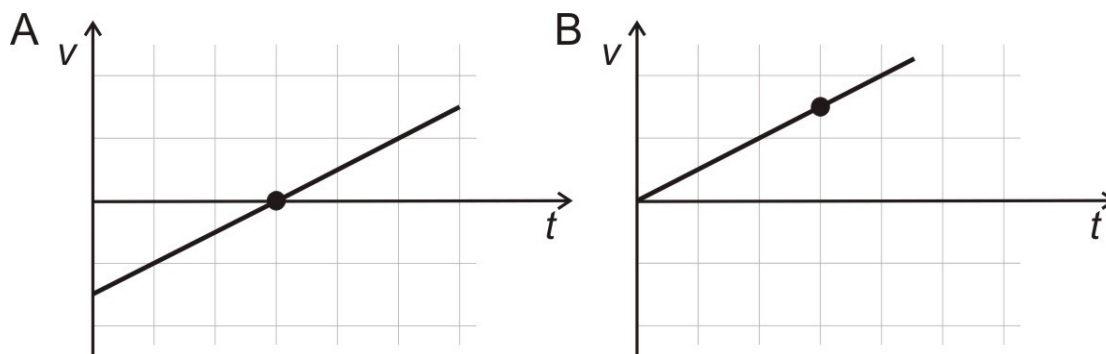
Učitel může tvořit úlohy podle odpovědí, které žáci během hodin říkají na dané otázky. Je možné využít tuto formu pro zjištění různých miskonceptů a jejich objasnění.

Síly

Pod zadáním každé úlohy najdete tvrzení studenta, které má být řešením této úlohy. Zamyslete se nad tím, co student říká. Pokud je tvrzení správně, vysvětlíte proč, pokud je tvrzení špatně, také vysvětlíte proč a opravte ho.

Vzorová úloha

V grafech A, B je zaznamenán vývoj rychlosti v čase dvou stejných vlaků na rovné trati. Měřítko na osách je v obou případech stejné.



Student porovnává působení výsledné síly na vlak ve vyznačeném bodě v grafech A, B.

Řešení žáka: „Myslím, že v grafu B působí na vlak větší výsledná síla než v grafu A, kde je výsledná síla nulová.“

Je na tomto tvrzení něco špatně? Pokud ano, najdi chybu a vysvětli ji. Pokud je tvrzení správně, odůvodni proč.

Vysvětlení:

Řešení žáka není správné. Než začneme cokoli počítat, je nutné si uvědomit, že velikost síly působící na těleso je závislá na velikosti zrychlení a ne na rychlosti v daném okamžiku. Nemělo by nás tedy zmást, že rychlost vlaku v situaci A je ve vyznačeném okamžiku nulová. Sílu můžeme spočítat z 2. Newtonova zákona jako $F = m \cdot a$. Hmotnost vlaků v situaci A a B je stejná, musíme tedy určit zrychlení vlaků. Jelikož rychlost v obou případech rovnoměrně roste, jedná se o rovnoměrně zrychlený pohyb. Pro výpočet zrychlení použijeme vztah $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Toto zrychlení je u obou vlaků stejné (to je vidět i z toho, že přímky v obou grafech mají stejný sklon). Tedy i výsledná síla bude u obou stejná.

Úlohy:

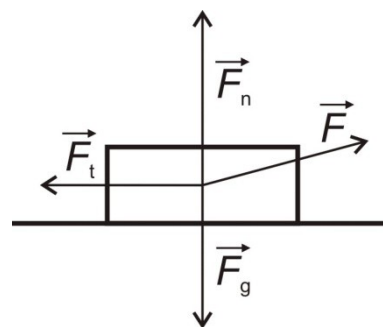
1. Auto jede po rovné silnici konstantní rychlostí \vec{v} . V čase t na něj začne působit síla \vec{F} (viz obrázek).



Řešení žáka: „Auto bude vlivem síly \vec{F} neustále zrychlovat.“

Vysvětlení:

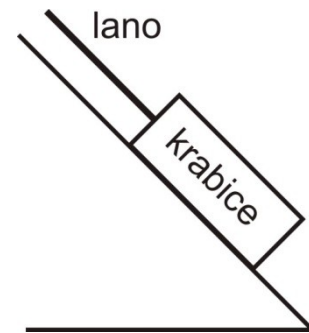
2. Pračlověk táhne kořist do své jeskyně konstantní rychlostí působením síly \vec{F} (viz obrázek). Táhne ji rovně po drsném vodorovném povrchu. Šipky na obrázku ukazují směr sil působících na kořist, ale ne jejich přesnou velikost. Jaký platí vztah mezi velikostmi uvedených sil?



Řešení žáka: „Rychlost pohybu je konstantní, tudíž výsledná síla působící na kořist musí být nulová. Tedy velikost normálové síly \vec{F}_n je rovna velikosti tíhové síly \vec{F}_g a velikost třecí síly \vec{F}_t je rovna velikosti působící síly \vec{F} .“

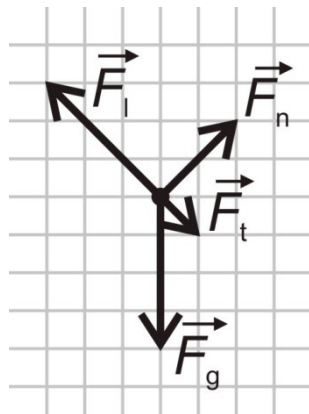
Vysvětlení:

3. Lano tahá krabici konstantní rychlostí rovnoběžně s nakloněnou rovinou směrem vzhůru. Mezi krabicí a podložkou působí třecí síla.



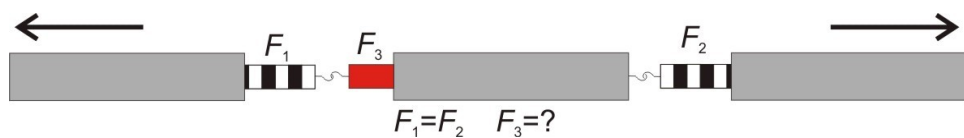
Studenti mají za úkol nakreslit silový diagram pro danou situaci.

Řešení žáka:



Vysvětlení:

4. Kuba s Honzou se o hodině fyziky přetahovali. Učitel jim dal 3 siloměry, které zaháknul za sebe. Kuba drží jeden krajní siloměr a Honza drží druhý krajní siloměr. Oba dva mají tahat stejně velkou silou (viz obrázek). Před provedením pokusu položil učitel studentům otázku: „Jak velkou sílu ukáže prostřední siloměr?“



Řešení žáka: „Siloměr ukáže součet sil F_1 a F_2 .“

Vysvětlení:

Síly

Pod zadáním každé úlohy najdete tvrzení studenta, které má být řešením této úlohy. Zamyslete se nad tím, co student říká. Pokud je tvrzení správně, vysvětlete proč, pokud je tvrzení špatně, také vysvětlete proč a opravte ho.

1. Auto jede po rovné silnici konstantní rychlostí \vec{v} . V čase t na něj začne působit síla \vec{F} (viz obrázek).

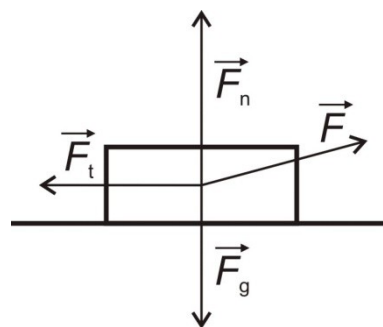


Řešení žáka: „Auto bude vlivem síly \vec{F} neustále zrychlovat.“

Vysvětlení:

Řešení žáka není správné. Na auto bude od okamžiku t působit nenulová výsledná síla. Z 2. Newtonova zákona víme, že to znamená, že se auto bude pohybovat se zrychlením. Nesmíme ovšem opomenout, že síla \vec{F} působí proti směru pohybu, takže auto bude ve skutečnosti zpomalovat. Pokud bude síla \vec{F} působit dostatečně dlouho, auto se nakonec rozjede se zrychlením ve směru síly \vec{F} .

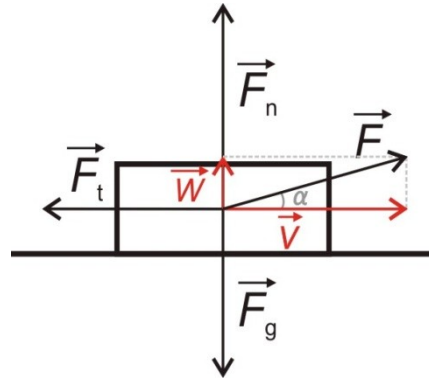
2. Pračlověk táhne kořist do své jeskyně konstantní rychlostí působením síly \vec{F} (viz obrázek). Táhne ji rovně po drsném vodorovném povrchu. Šipky na obrázku ukazují směr sil působících na kořist, ale ne jejich přesnou velikost. Jaký platí vztah mezi velikostmi uvedených sil?



Řešení žáka: „Rychlost pohybu je konstantní, tudíž výsledná síla působící na kořist musí být nulová. Tedy velikost normálové síly \vec{F}_n je rovna velikosti tíhové síly \vec{F}_g a velikost třecí síly \vec{F}_t je rovna velikosti působící síly \vec{F} .“

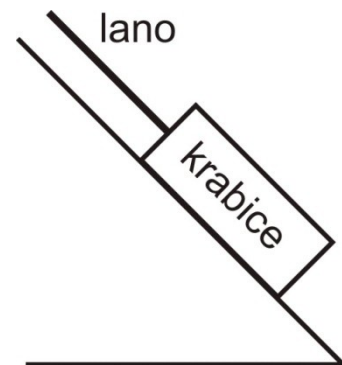
Vysvětlení:

Řešení žáka není zcela správné. Žák má pravdu, že pokud se kořist pohybuje konstantní rychlostí, musí být výsledná síla působící na kořist nulová. Nemá však pravdu, že se velikosti výše zmíněných dvojic sil rovnají. Než začneme dávat síly do rovnosti, musíme si

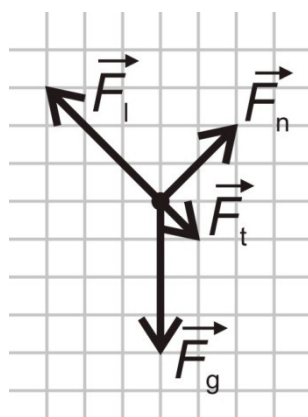


uvědomit, že síla \vec{F} není přímo ve směru pohybu, ale působí pod úhlem (označme si ho α). Sílu \vec{F} rozložíme na vodorovnou složku \vec{V} a svislou složku \vec{W} (viz obrázek). V tomto okamžiku už můžeme dávat síly do rovnosti. Z obrázku plyne, že aby byla výslednice všech sil nulová, musí být nulová jak výslednice ve vodorovném, tak ve svislém směru. Tedy: velikost síly $F_t = V$ a velikost síly $F_g = F_n + W$.

3. Lano tahá krabici konstantní rychlostí rovnoběžně s nakloněnou rovinou směrem vzhůru. Mezi krabicí a podložkou působí třecí síla.

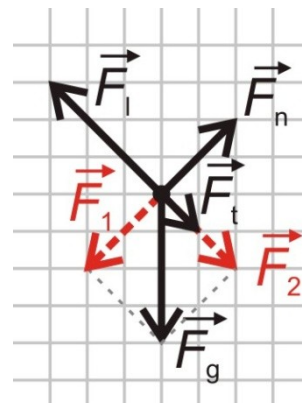


Studenti mají za úkol nakreslit silový diagram pro danou situaci.

Řešení žáka:

Vysvětlení:

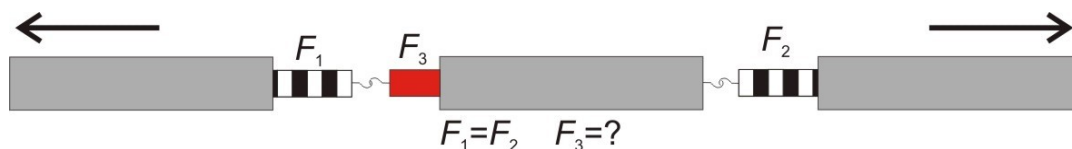
Řešení žáka je správné. Krabice se pohybuje konstantní rychlostí, takže výsledná síla působící na krabici musí být nulová. Bude vhodné sílu \vec{F}_g rozložit na složku rovnoběžnou s nakloněnou rovinou \vec{F}_2 a na složku kolmou na nakloněnou rovinu \vec{F}_1 (viz obrázek). Poté musí platit, že velikost síly $F_n = F_1$ a velikost síly $F_1 = F_2 + F_t$.



Poznámka: V úloze není jasně zadána hmotnost krabice ani hodnota smykového tření. Řešení žáka je tedy zakresleno pro vymyšlené hodnoty a mohlo by vypadat i jinak. Při zjišťování správnosti tohoto řešení je důležité kontrolovat, že výslednice sil je nulová.

4. Kuba s Honzou se o hodinu fyziky přetahovali. Učitel jim dal 3 siloměry, které zaháknul za sebe. Kuba drží jeden krajní siloměr a Honza drží druhý krajní siloměr. Oba dva mají tahat stejně velkou silou (viz obrázek).

Před provedením pokusu položil učitel studentům otázku: „Jak velkou sílu ukáže prostřední siloměr?“



Řešení žáka: „Siloměr ukáže součet sil F_1 a F_2 .“

Vysvětlení:

Řešení žáka není správné. Správně je, že siloměr uprostřed ukáže stejně velkou sílu, jako oba krajní siloměry. Zde je nutné využít 3. Newtonův zákon. Každé dva siloměry na sebe působí stejně velkými silami, ale opačného směru. Tudíž síla $F_1 = F_3$ a platí i $F_3 = F_2$.

Doplnění:

Je dobré si uvědomit, že pokud oba chlapi táhnou siloměry stejnou silou, je to, co se sil týká, stejná situace, jako kdyby siloměr byl jedním koncem připevněný ke zdi a za

druhý konec tahal jeden z hochů. Síla, kterou bude zeď působit na siloměr, bude pak vždy stejně velká jako síla, kterou bude hoch na druhém konci za siloměr tahat.

Poznámka: Lze očekávat, že někteří žáci nebudou věřit řešení. Doporučuji, aby si mohli tuto úlohu vyzkoušet naživo.

B. 4 Najdi chybu

- Metodický list (str. 75)
- Pracovní list (str. 77)
- Vzorové řešení pracovního listu (str. 80)

Najdi chybu

Aktivita *Najdi chybu* nutí žáky dělat promyšlené vyhodnocování odpovědí, které by měli provádět bez pobízení u všech úloh, s kterými se během hodin ve škole setkají. Aktivita pomáhá rozvíjet myšlení a uvažování o realističnosti výsledků úloh.

Cíl: Žák na základě rozboru fyzikální situace rozhodne, zda příslušný matematický vzorec odpovídá řešení dané úlohy.

Vhodné kapitoly: Aktivita je vhodná pro kapitoly, ve kterých je možné získat obecné algebraické řešení (např. elektrický odpor, gravitační síla, stavová rovnice pro plyn atd.).

Průběh v hodině: Žáci dostanou nakopírovaná zadání několika fyzikálních úloh, kde ke každé jsou uvedena 4 různá algebraická řešení. Úkolem žáků je napsat, která z možností je správně, a u chybných řešení uvést vysvětlení, proč nejsou správně.

Úlohy mohou žáci řešit samostatně nebo ve dvojici. Na konci řešení by měla proběhnout diskuze třídy s učitelem, na co studenti přišli a proč je některé řešení správně nebo špatně.

Poznámka: Učitel by měl určitě s žáky na tabuli vyřešit vzorovou úlohu. Při vysvětlení není žádána odpověď „špatně zapsaný vzoreček“. Vysvětlení by mělo jasně říkat, v čem je ten „vzoreček špatně“. Pokud žáci budou mít problém s odůvodňováním a vysvětlováním, proč jsou některé možnosti špatně, může jim učitel nabídnout určitou nápovědu. Např.:

1. Nejprve zkontrolujte, jestli u všech vzorců „sedí“ jednotky. Vzorce, které mají jednotky špatně, můžeme rovnou vyřadit.
2. Promyslete a zkontrolujte, zda jsou ve vzorci použity všechny důležité veličiny, na kterých je hledaná veličina závislá.
3. Zapřemýšlejte, zda je vzoreček správně po fyzikální stránce. Jsou správně zapsané závislosti mezi jednotlivými veličinami?

Upozornění: Pozor, aby žáci pouze netipovali odpovědi. Je nutné důrazně trvat na vysvětlování a odůvodňování žakových rozhodnutí. Pokud se úlohy zadají pouze jako „kroužkování“ odpovědí, nebude tato aktivita plnit svůj cíl.

Poznámka:

Pro jistější práci žáků by učitel mohl zadat vždy jen jednu úlohu, kterou by žáci řešili samostatně nebo ve dvojicích. Po dokončení práce většiny žáků se učitel zeptá, jak jednotlivé možnosti řešení odůvodňovali, v čem našli chybu nebo naopak proč je řešení správně. Bylo by dobré, aby dal učitel s žáky dohromady, co jim dělalo problémy, případně na kterých místech se zadrželi. V dalších úlohách by si na to už žáci mohli dávat pozor. Takto by mohla probíhat každá jednotlivá úloha, dokud by si učitel nebyl jistý, že žáci vědí, jakým způsobem mohou nebo mají odůvodňovat správnost nebo chybnost výsledku. Poté učitel může „provádět kontrolu“ po více úlohách.

Co v následujících hodinách:

Učitel může po žácích vyžadovat, aby svá řešení úloh během hodiny kontrolovali pomocí rozměrové analýzy nebo se při algebraickém (obecném) řešení zamýšleli nad tím, zda má výsledek fyzikální smysl.

Další možností je využít různá obecná řešení, která žáci uváděli jako výsledek např. při řešení úloh na tabuli, v testech, atd. V hodině se pak učitel může ptát, zda jsou ta řešení správně a proč. (Pochopitelně by tam měla být řešení, která správně nejsou, a třeba i nějaká, která jsou.)

Elektrický odpor

Níže je uvedeno zadání pěti úloh, které nemusíte počítat. Ke každé úloze jsou nabídnuta čtyři obecná řešení, z nichž právě jedno je správné. Rozhodněte, které z těchto řešení je správné a u chybných řešení napište vysvětlení, proč nejsou správné. Zkuste se zamyslet nad fyzikálními či matematickými chybami v řešeních. Vysvětlení „špatně zapsaný vzoreček“ nestačí.

Pro ukázkou řešení je zde vytvořena vzorová úloha.

Vzorová úloha

Rychlost auta v prudkém stoupání je $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. V následujícím stejně dlouhém sjezdu jede rychlostí $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Určete, jak velká je průměrná rychlost auta.

A) $v_p = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$	B) $v_p = \frac{v_1 + v_2}{2v_1 v_2}$
C) $v_p = \frac{v_1 + v_2}{2}$	D) $v_p = \frac{2v_1 + v_2}{v_1 + v_2}$

Řešení vzorové úlohy

A) **Toto je správný výsledek.**

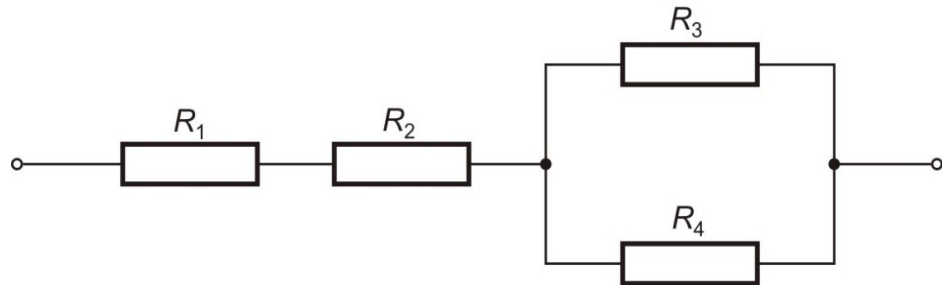
B) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že výsledek vychází ve špatných jednotkách. ($[v_p] = \frac{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2} = \frac{1}{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}} = \frac{\text{s}}{\text{m}}$).

C) **Tento výsledek je chybný.** Průměrná rychlost se z definice nepočítá jako aritmetický průměr dvou hodnot.

D) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že by průměrná rychlost měla být bezrozměrná veličina, což není pravda.

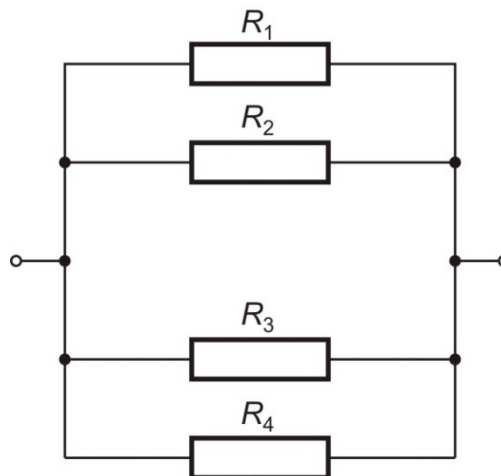
Úlohy

1. Rozhodněte, která z možností udává celkový odpor R_c obvodu znázorněného na obrázku.



A) $R_c = R_1 + R_2 + \frac{R_3 + R_4}{R_3 R_4}$	B) $R_c = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
C) $R_c = R_1 + R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$	D) $R_c = R_1 + R_2 - \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$

2. Rozhodněte, která z možností udává celkový odpor R_c obvodu znázorněného na obrázku.



A) $R_c = \frac{R_1 R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 R_4 + R_1 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_3 + R_1 R_2 R_4}$	B) $R_c = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
C) $R_c = \frac{R_2 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_3 + R_1 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_4}{R_1 R_2 R_3 R_4}$	D) $R_c = \frac{R_1 R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_4 + R_1 R_3 R_4}$

3. Určete délku drátu l z konstantanu o průměru $d = 0,6$ mm, aby odpor drátu byl $R = 10 \Omega$. Měrný elektrický odpor konstantanu je $\rho = 0,5 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$.

A) $l = \frac{\pi \rho d^2}{4R}$	B) $l = \frac{\pi \rho^2}{R^2 d}$
C) $l = \frac{\pi R d^2}{4\rho}$	D) $l = \frac{\pi \rho}{4R}$

4. Odpor platinového drátu při teplotě $t_1 = 20$ °C je $R_1 = 20 \Omega$. Při zahřátí na teplotu $t_2 = 500$ °C se jeho odpor zvýší na hodnotu $R_2 = 59 \Omega$. Určete hodnotu teplotního součinitele odporu platiny α .

A) $\alpha = \frac{R_1(t_2 - t_1)}{R_2 - R_1}$	B) $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)}$
C) $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1^2(t_2 - t_1)}$	D) $\alpha = \frac{R_1 - R_2}{R_2(t_2 - t_1)}$

5. **(Obtížnější)** Měděný drát má odpor R a objem V . Určete délku drátu l , pokud znáte jeho měrný elektrický odpor ρ .

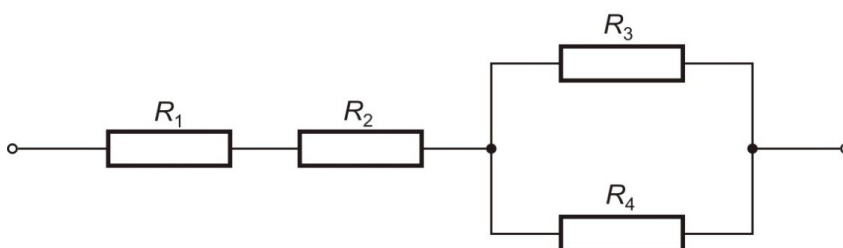
A) $l = \sqrt{\rho R V}$	B) $l = \frac{R V}{\rho}$
C) $l = \sqrt[4]{\frac{\rho V}{R}}$	D) $l = \sqrt{\frac{R V}{\rho}}$

Elektrický odpor

Níže je uvedeno zadání pěti úloh, které nemusíte počítat. Ke každé úloze jsou nabídnuta čtyři obecná řešení, z nichž právě jedno je správné. Rozhodněte, které z těchto řešení je správné a u chybných řešení napište vysvětlení, proč nejsou správné. Zkuste se zamyslet nad fyzikálními či matematickými chybami v řešeních. Vysvětlení „špatně zapsaný vzoreček“ nestačí.

Úlohy

1. Rozhodněte, která z možností udává celkový odpor R_c obvodu znázorněného na obrázku.



A) $R_c = R_1 + R_2 + \frac{R_3 + R_4}{R_3 R_4}$	B) $R_c = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
C) $R_c = R_1 + R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$	D) $R_c = R_1 + R_2 - \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$

Řešení

A) **Tento výsledek je chybný.** Je zde špatně použitý vzoreček pro výpočet odporu paralelní části zapojení, který by v tomto případě musel být $R_{34} = \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$. Také rozměrovou analýzou zjistíme, že výsledek vychází ve špatných jednotkách.

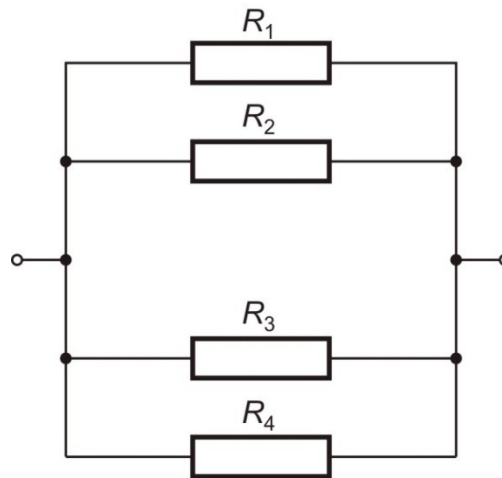
$$([R_c] = \Omega + \Omega + \frac{\Omega}{\Omega^2} = \Omega + \Omega + \frac{1}{\Omega})$$

B) **Tento výsledek je chybný.** Výsledek je zapsán ve tvaru, jako kdyby všechny rezistory byly zapojeny sériově. To je chyba, protože rezistory R_3 a R_4 jsou zapojeny paralelně.

C) **Toto je správný výsledek.**

D) **Tento výsledek je chybný.** Při sériovém zapojení se odpory rezistorů sčítají. Navíc elektrický odpor vždy nabývá kladných hodnot, a proto není důvod, aby bylo před třetím členem ve vzorci minus.

2. Rozhodněte, která z možností udává celkový odpor R_c obvodu znázorněného na obrázku.



<p>A) $R_c = \frac{R_1 R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 R_4 + R_1 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_3 + R_1 R_2 R_4}$</p>	<p>B) $R_c = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$</p>
<p>C) $R_c = \frac{R_2 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_3 + R_1 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_4}{R_1 R_2 R_3 R_4}$</p>	<p>D) $R_c = \frac{R_1 R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_4 + R_1 R_3 R_4}$</p>

Řešení

A) **Toto je správný výsledek.**

B) **Tento výsledek je chybný.** Výsledek je zapsán, jako bychom počítali vše v sériovém zapojení, což je chyba. Všechny odpory jsou vůči sobě zapojeny paralelně.

C) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že by celkový odpor obvodu měl jednotku $\frac{1}{\Omega}$ ($[R_c] = \frac{\Omega^3}{\Omega^4} = \frac{1}{\Omega}$), což není správně.

D) **Tento výsledek je chybný.** Ve výsledku je ve jmenovateli zlomku v každém sčítanci součin tří ze čtyř odporů. Chybí zde kombinace $R_1 R_2 R_3$, k čemuž ze symetrie obvodu není důvod.

3. Určete délku drátu l z konstantanu o průměru $d = 0,6$ mm, aby odpor drátu byl $R = 10 \Omega$. Měrný elektrický odpor konstantanu je $\rho = 0,5 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$.

A) $l = \frac{\pi \rho d^2}{4R}$	B) $l = \frac{\pi \rho^2}{R^2 d}$
C) $l = \frac{\pi R d^2}{4\rho}$	D) $l = \frac{\pi \rho}{4R}$

Řešení

A) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že výsledek vychází ve špatných jednotkách. ($[l] = \frac{\Omega\text{m}\cdot\text{m}^2}{\Omega} = \text{m}^3$)

B) **Tento výsledek je chybný.** Je zde chybná úvaha, že s rostoucí délkou drátu jeho odpor klesá.

C) **Toto je správný výsledek.**

D) **Tento výsledek je chybný.** Je zde chybná úvaha, že s rostoucí délkou drátu jeho odpor klesá. Odpor drátu navíc závisí také na jeho průměru, což ve výsledku chybí.

Výsledek úlohy: Drát z konstantanu je dlouhý přibližně 5,7 m.

4. Odpor platinového drátu při teplotě $t_1 = 20$ °C je $R_1 = 20 \Omega$. Při zahřátí na teplotu $t_2 = 500$ °C se jeho odpor zvýší na hodnotu $R_2 = 59 \Omega$. Určete hodnotu teplotního součinitele odporu platiny α .

A) $\alpha = \frac{R_1(t_2 - t_1)}{R_2 - R_1}$	B) $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)}$
C) $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1^2(t_2 - t_1)}$	D) $\alpha = \frac{R_1 - R_2}{R_2(t_2 - t_1)}$

Řešení

A) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že by teplotní součinitel odporu vycházel ve špatných jednotkách ($[\alpha] = \frac{\Omega\text{K}}{\Omega} = \text{K}$).

B) **Toto je správný výsledek.**

C) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že by teplotní součinitel odporu vycházel ve špatných jednotkách. ($[\alpha] = \frac{\Omega}{\Omega^2\text{K}} = \frac{1}{\Omega\text{K}}$).

D) **Tento výsledek je chybný.** Teplotní součinitel elektrického odporu kovového vodiče má kladnou hodnotu. Podle zadání úlohy však výsledek D) vychází záporně.

Poznámka: Se žáky můžeme diskutovat, že v praxi existují i materiály, jejichž odpor s rostoucí teplotou klesá. Takovými materiály jsou např. polovodiče.

Výsledek úlohy: Teplotní součinitel platiny je $0,004 \text{ K}^{-1}$.

5. **(Obtížnější)** Měděný drát má odpor R a objem V . Určete délku drátu l , pokud znáte jeho měrný elektrický odpor ρ .

A) $l = \sqrt{\rho RV}$	B) $l = \frac{RV}{\rho}$
C) $l = \sqrt[4]{\frac{\rho V}{R}}$	D) $l = \sqrt{\frac{RV}{\rho}}$

Řešení

A) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že výsledek vychází ve špatných jednotkách. ($[l] = \sqrt{\Omega\text{m} \cdot \Omega \cdot \text{m}^3} = \sqrt{\Omega^2\text{m}^4} = \Omega\text{m}^2$)

B) **Tento výsledek je chybný.** Rozměrovou analýzou zjistíme, že výsledek vychází ve špatných jednotkách. ($[l] = \frac{\Omega \cdot \text{m}^3}{\Omega\text{m}} = \text{m}^2$)

C) **Tento výsledek je chybný.** Je zde špatná úvaha, že s klesajícím odporem se při konstantním objemu zvětšuje délka drátu.

Podrobnější rozbor: Pokud zachováme objem drátu a přitom drát prodloužíme, tak se zmenší jeho průměr. Takže je podstatné si uvědomit, jak se změní odpor drátu se změnou délky i se změnou obsahu kolmého průřezu vodiče. Z praxe víme, že když máme delší drát, jeho odpor je větší. Také platí, že když budu mít slabší drát (= menší průřez), jeho odpor také vzroste. Zde by v řešení byly obě úvahy naopak.

D) **Toto je správný výsledek.**

Poznámka: Mnemotechnická pomůcka, jak žákům lépe přiblížit myšlenky z rozboru bodu C) a jak si správně pamatovat poměr $R \approx \frac{l}{5}$:

Vodič si představíme jako tunel zarostlý trávou. Čím bude tunel delší, tím obtížnější bude se jím prodrat (bude klást větší odpor), čím větší bude jeho průřez, tím více místa tam bude a průchod bude tedy snazší.

Závěrečná poznámka: Pokud budou mít žáci problémy s řešením těchto úloh, může jim učitel poradit, jak postupovat. Např.:

1. Nejprve zkontrolujte, jestli u všech vzorců „sedí“ jednotky. Vzorce, které mají jednotky špatně, můžeme rovnou vyřadit.
2. Promyslete a zkontrolujte, zda jsou ve vzorci použity všechny důležité veličiny, na kterých je hledaná veličina závislá.
3. Zapřemýšlejte, zda je vzoreček správně po fyzikální stránce. Jsou správně zapsané závislosti mezi jednotlivými veličinami?

Příloha C

V této příloze najdete přepsané rozhovory s učiteli a žáky, případně vložený dotazník, který učitel a studenti vyplnili.

C. 1 Rozhovory o aktivitě Porovnávací úlohy

- Rozhovor s učitelem (str. 87)
- Rozhovor se studentem 1 (str. 89)
- Rozhovor se studentem 2 (str. 90)

Rozhovor s učitelem

- Jaký je Váš celkový dojem z proběhlé aktivity?

Dojem je veskrze pozitivní. Děcka fungovala standardně, jak jsem zvyklý. Kdyby měla hodina o 5 minut víc, dalo by se to elegantněji zakončit.

- Jak jste spokojený s prací studentů při vyplňování pracovního listu?

Studenti tušili, co mají dělat. Nemám pocit, že by to byl nějaký výbuch.

- Jak studenti podle Vás na tuto aktivitu reagovali? Byli jejich reakce typické, pracovali jako obvykle? Pokud ne, co bylo jinak? Čím si to vysvětlujete?

Pracovali normálně. Nebyl jsem nijak překvapen.

- Objevil se během řešení pracovního listu nějaký problém? Jaký?

První dva úkoly dost sledovaly, co [studenti] plus mínus potkávali v hodinách, tam věděli fyzikálně, co dělat. Problém u hledání výsledné síly působící na částici v horním vrcholu trojúhelníku [3. úkol], vyžadoval vlastnost skládání sil, vektorů. Protože s tímhle bojují, tak se tam zasekali.

- Máte pocit, že takto koncipovaný pracovní list, resp. tento typ úloh, může být Vašim studentům užitečný? Proč? V čem?

Určitě, já si myslím, že je obecně fajn měnit styly výuky. Dát studentům prostor, aby se potkali s různým typem zadání. Bylo to zpestření. Byl to jiný druh aktivity, který zažívají. Mě by nenapadlo něco podobného jim dát řešit.

- Co se Vám na této aktivitě nepozdává, v čem spatřujete její slabá místa?

Čas byl nadstřelený. Žáci byli sotva za půlkou, když končila hodina.

- Co Vám na této aktivitě připadá dobré, co byste ohodnotil kladně?

Je to něco, co se v téhle formě moc neobjevuje. Ta forma je něčím nutí, aby to viděli i jinak. Taky se mi líbilo, že jsou nuceni odpovídat do chlívčků podle nějakých pravidel. Je to dobré například do Scio testů, kde můžu vyhořet na formě zapisování, pokud jí nebudu dodržovat.

- Co byste na této aktivitě, resp. pracovním listu upravil?

Lépe načasovat. I když každá třída na to může reagovat jinak. Co se týče formální stránky, ta byla docela jasná.

- Používáte podobné úlohy ve vaší výuce?

Podobné tohoto typu úplně ne.

- Myslíte si, že by se podobný typ úloh, které byly v pracovním listu, dal použít i v jiných fyzikálních tématech? Napadají Vás nějaká?

Rozhodně. Elektřina se pro to hodí ideálně. Nabízí různé situace zvětšování nábojů a vzdáleností. Kdyby to člověk udělal v gravitačním poli, bude to identické. Udělat to v elektromagnetické indukci, taky si to dovedu představit.

- Dovedete si představit, že byste podobný typ úloh začlenil(a) do výuky častěji?

Dovedu.

- Chtěl byste ještě něco dodat k této aktivitě, resp. k pracovnímu listu či práci studentů?

Hlavní jsme shrnuli. Můžu ještě říct, že jsem měl neformální poznámky mimo záznam a byly pozitivní.

Rozhovor s žákem 1

- Jak se vám pracovalo při vyplňování pracovního listu?

Jo, jako pracovalo se mi dobře, mám fyziku rád.

- Bylo zadání pracovního listu srozumitelné? Věděli jste, jak máte pracovat, aniž byste potřebovali nějaké doplňující informace od vyučujícího? Pokud ne, s čím jste měli problém?

Ano, bylo to srozumitelné. Akorát jsem si to musel přečíst celé, protože pod tím byla ještě připsaná věta, že mám určovat u vrcholu [žák odkazuje na úlohu číslo 3, kde mají situace porovnávat podle výsledné síly působící na částici v horním vrcholu] a já jsem to určoval u všech. Tu poznámku dát nahoru.

- Co byste v pracovním listu změnili? Co byste udělali jinak?

Asi jenom tu větu z předcházející otázky.

- Co pro vás při vyplňování pracovního listu bylo nejobtížnější?

Nejobtížnější byla úloha 3 s těmi trojúhelníky [žák odkazuje na úlohu, kde mají situace porovnávat podle výsledné síly působící na částici v horním vrcholu trojúhelníku].

- Co vás při řešení pracovního listu bavilo?

Celkově mě to bavilo.

- Lišil se výrazně typ úloh v pracovním listu od úloh, které běžně řešíte v hodinách? V čem? Jak?

Cekem jo. Je to jiný styl než řešíme v hodinách.

- Pokud chcete ještě něco dodat k tomuto pracovnímu listu, resp. k vaší práci na něm, napište to prosím pod tento bod.

Asi ne.

Rozhovor s žákem 2

- Jak se vám pracovalo při vyplňování pracovního listu?

Mně se pracovalo dobře. Většinou tam bylo napsané, co tam mělo být, abych tomu pořádně rozuměla.

- Bylo zadání pracovního listu srozumitelné? Věděli jste, jak máte pracovat, aniž byste potřebovali nějaké doplňující informace od vyučujícího? Pokud ne, s čím jste měli problém?

Jednou jsem se zeptala pana profesora, bylo to spíš, že jsem si nebyla jistá. Jednalo se o fyzikální věc.

- Co byste v pracovním listu změnili? Co byste udělali jinak?

Mně to přišlo dobře udělaný.

- Co pro vás při vyplňování pracovního listu bylo nejobtížnější?

Asi ta třetí úloha se zjišťováním výsledné síly na částici v horním vrcholu trojúhelníku.

- Co vás při řešení pracovního listu bavilo?

Na to, že nemám moc ráda fyziku, tak tohle byl lepší způsob.

- Lišil se výrazně typ úloh v pracovním listu od úloh, které běžně řešíte v hodinách? V čem? Jak?

Já si myslím, že jo. Většinou počítáme, že známe hodně veličin. Teďka to bylo spíše o tom si uvědomit různé aspekty té úlohy.

- Pokud chcete ještě něco dodat k tomuto pracovnímu listu, resp. k vaší práci na něm, napište to prosím pod tento bod.

Asi, že bych byla raději, kdybychom počítali takovýchle typy úloh. Museli bychom více zapojit mozek a ne jen dosazovat do vzorečku a hned mít výsledek.

C. 2 Rozhovory o aktivitě Sloupcové grafy

- Rozhovor s učitelem (str. 92)
- Rozhovor se studentem 1 (str. 94)
- Rozhovor se studentem 2 (str. 95)

Rozhovor s učitelem

- Jaký je Váš celkový dojem z proběhlé aktivity?

Vcelku pozitivní – studenti pracovali a měla jsem dojem, že je pro ně aktivita smysluplná.

- Jak jste spokojený s prací studentů při vyplňování pracovního listu?

Pracovali dobře, tak, jak jsem u nich zvyklá.

- Jak studenti podle Vás na tuto aktivitu reagovali? Byli jejich reakce typické, pracovali jako obvykle? Pokud ne, co bylo jinak? Čím si to vysvětlujete?

Pracovali jako obvykle, jsou zvyklí na to, že dostávají různorodé úkoly a obvykle je ochotně plní.

- Objevil se během řešení pracovního listu nějaký problém? Jaký?

Vzhledem k tomu, že šlo o studenty 2. ročníku, neměli v čerstvé paměti vzorce pro výpočet potenciální a kinetické energie, ty bylo potřeba zopakovat.

- Máte pocit, že takto koncipovaný pracovní list, resp. tento typ úloh, může být Vašim studentům užitečný? Proč? V čem?

Může jim pomoci si uvědomit, že energie se zachovává a jen se mění jedna forma energie v jinou – pro tento účel je grafické pojetí úloh pěkně připravené.

- Co se Vám na této aktivitě nepozdává, v čem spatřujete její slabá místa?

Nenapadá mě nic dalšího než to, co jsem zmiňovala osobně.

- Co Vám na této aktivitě připadá dobré, co byste ohodnotil kladně?

Může být pro studenty užitečná, zařazovala bych ji při výuce energie – asi ne všechny úlohy, ale vybrané.

- Co byste na této aktivitě, resp. pracovním listu upravil?

Vše, co mě napadlo, jsem řekla osobně.

- Používáte podobné úlohy ve vaší výuce?

Úlohy na přeměnu energie samozřejmě ano, s tímto grafickým zpracováním výsledků ne.

- Myslíte si, že by se podobný typ úloh, které byly v pracovním listu, dal použít i v jiných fyzikálních tématech? Napadají Vás nějaká?

Napadá mě leda zákon zachování náboje, ale je otázka, nakolik by to tam bylo užitečné.

- Dovedete si představit, že byste podobný typ úloh začlenil do výuky častěji?

Bude-li to sedět k tématu, ráda.

- Chtěl byste ještě něco dodat k této aktivitě, resp. k pracovnímu listu či práci studentů?

Ne.

Rozhovor s žákem 1

- Jak se vám pracovalo při vyplňování pracovního listu?

No, tím, že jsme to dělali ve dvojicích, tak to určitě bylo lepší. Mohli jsme si radit o vzorečkách. Myslím, že dobře.

- Bylo zadání pracovního listu srozumitelné? Věděli jste, jak máte pracovat, aniž byste potřebovali nějaké doplňující informace od vyučujícího? Pokud ne, s čím jste měli problém?

Jo, rozuměli jsme všemu.

- Co byste v pracovním listu změnili? Co byste udělali jinak?

Já myslím, že nic. Byly tam obrázky, takže to bylo pochopitelné.

- Co pro vás při vyplňování pracovního listu bylo nejobtížnější?

No, možná ten graf. V dalších situacích sečíst ty energie.

- Co vás při řešení pracovního listu bavilo?

Tak vykreslování toho [sloupcového] grafu.

- Lišil se výrazně typ úloh v pracovním listu od úloh, které běžně řešíte v hodinách? V čem? Jak?

Takovouhle úlohu jsme ještě nedělali, s takovýmhle způsobem zápisu. Jinak děláme grafy a podobné.

- Pokud chcete ještě něco dodat k tomuto pracovnímu listu, resp. k vaší práci na něm, napište to prosím pod tento bod.

Ne, bavilo mě to. Bylo to super obohacení výuky.

Rozhovor s žákem 2

- Jak se vám pracovalo při vyplňování pracovního listu?

Mně se pracovalo dobře. Pracovali jsme ve dvojicích, takže jsme si mohli radit a pomáhat.

- Bylo zadání pracovního listu srozumitelné? Věděli jste, jak máte pracovat, aniž byste potřebovali nějaké doplňující informace od vyučujícího? Pokud ne, s čím jste měli problém?

Ano, věděl.

- Co byste v pracovním listu změnili? Co byste udělali jinak?

Asi nic. Všechno bylo v pohodě.

- Co pro vás při vyplňování pracovního listu bylo nejobtížnější?

Nic.

- Co vás při řešení pracovního listu bavilo?

Vykreslování obdélníků [zakreslování hodnot energií do sloupcových grafů].

- Lišil se výrazně typ úloh v pracovním listu od úloh, které běžně řešíte v hodinách? V čem? Jak?

Ne.

- Pokud chcete ještě něco dodat k tomuto pracovnímu listu, resp. k vaší práci na něm, napište to prosím pod tento bod.

Ne.

C. 3 Rozhovory o aktivitě Správné tvrzení

- Rozhovor s učitelem (str. 97)
- Rozhovor se studentem 1 (str. 99)
- Rozhovor se studentem 2 (str. 100)

Rozhovor s učitelem

- Jaký je Váš celkový dojem z proběhlé aktivity?

Mně se to líbilo, a to už proto, že je to pro studenty zase jiný pohled, jiný způsob, jak se na věci podívat a promyslet si je.

- Jak jste spokojený s prací studentů při vyplňování pracovního listu?

S průběhem ano. Říkali mi, že když o tom pak diskutovali, takže to mají asi blbě.

- Jak studenti podle Vás na tuto aktivitu reagovali? Byli jejich reakce typické, pracovali jako obvykle? Pokud ne, co bylo jinak? Čím si to vysvětlujete?

Pracovali podobně jako obvykle.

- Objevil se během řešení pracovního listu nějaký problém? Jaký?

Ne, neobjevil.

- Máte pocit, že takto koncipovaný pracovní list, resp. tento typ úloh, může být Vašim studentům užitečný? Proč? V čem?

Ano. Podívají se na problém z jiného úhlu. Zamyslí se nad vytvořenou odpovědí, ve které není zcela předem jasné, že je dobře, spíš mají pocit, že by tam mohlo být něco špatně (jinak by to tam asi nebylo) a snaží se to najít ☺. To je (snad) vede k hlubšímu zamyšlení.

- Co se Vám na této aktivitě nepozdává, v čem spatřujete její slabá místa?

Slabým místem by mohlo být to, že si žáci zafixují špatný názor. Myslím si, že by bylo lepší pak o jednotlivých úlohách diskutovat (třeba ve dvojici/čtveřici a pak i s celou třídou).

- Co Vám na této aktivitě připadá dobré, co byste ohodnotil(a) kladně?

Právě ten „jiný“ pohled.

- Co byste na této aktivitě, resp. pracovním listu upravil(a)?

Asi nic.

- Používáte podobné úlohy ve vaší výuce?

Ne. Dávám opak, aby si promysleli nějaké úlohy podobného typu (ale bez odpovědí žáka) a pak si to porovnali ve čtveřici. U těchto prvků to jde poměrně ztuhla, dá dost práce je „rozpohybovat“. To je celková atmosféra ve třídě. Jsou zvyklí spíš přijímat informace než o nich diskutovat.

- Myslíte si, že by se podobný typ úloh, které byly v pracovním listu, dal použít i v jiných fyzikálních tématech? Napadají Vás nějaká?

Určitě. Nejvíce by se mi líbily tam, kde mají žáci nějaké miskoncepce (termika, optika, ale i nějaké zapojování obvodů).

- Dovedete si představit, že byste podobný typ úloh začlenil(a) do výuky častěji?

Proč ne? Střídání metod je vždy prospěšné.

- Chtěl byste ještě něco dodat k této aktivitě, resp. k pracovnímu listu či práci studentů?

Nic.

Rozhovor s žákem 1

- Jak se vám pracovalo při vyplňování pracovního listu?

Pracovalo se mi celkem dobře, neboť máme se spolusedícím dobrou spolupráci. Společně jsme to zvládli.

- Bylo zadání pracovního listu srozumitelné? Věděli jste, jak máte pracovat, aniž byste potřebovali nějaké doplňující informace od vyučujícího? Pokud ne, s čím jste měli problém?

U většiny jsem zadání věděl. Potíže mi dělala úloha se siloměry.

- Co byste v pracovním listu změnili? Co byste udělali jinak?

Pracovní list mi připadal v pořádku. Nic bych na něm neměnil.

- Co pro vás při vyplňování pracovního listu bylo nejobtížnější?

Nejtěžší mi přišlo, když bylo nějaké tvrzení správně, tak potom zdůvodnit, jak jsem na to přišel, proč to tak je.

- Co vás při řešení pracovního listu bavilo?

Baví mě, jak to se sousedem vždycky řešíme.

- Lišil se výrazně typ úloh v pracovním listu od úloh, které běžně řešíte v hodinách? V čem? Jak?

Tímhle způsobem řešíme úlohy i během hodin, takže spíš ne.

- Pokud chcete ještě něco dodat k tomuto pracovnímu listu, resp. k vaší práci na něm, napište to prosím pod tento bod.

Na to, že nemám fyziku moc rád, tak tohle mě bavilo.

Rozhovor s žákem 2

- Jak se vám pracovalo při vyplňování pracovního listu?

Jo dobře, fajn.

- Bylo zadání pracovního listu srozumitelné? Věděli jste, jak máte pracovat, aniž byste potřebovali nějaké doplňující informace od vyučujícího? Pokud ne, s čím jste měli problém?

Všechno bylo dobré, jen jsem u prvního cvičení na první čtení nepochopila zadání, ale když jsem si to přečetla vícekrát, tak to bylo jasné.

- Co byste v pracovním listu změnili? Co byste udělali jinak?

Možná obrázky, aby byly preciznější a auto nemělo větší kufr než předeek.

- Co pro vás při vyplňování pracovního listu bylo nejobtížnější?

To poslední cvičení se třemi siloměry. Nedokázali jsme to se sousedkou vyluštit.

- Co vás při řešení pracovního listu bavilo?

Že jsme si mohly povídat a hodně jsme se nasmály.

- Lišil se výrazně typ úloh v pracovním listu od úloh, které běžně řešíte v hodinách? V čem? Jak?

Jo. Hodně počítáme, že je to spíše o počítání než o logice. Spíše trénujeme dosazování do vzorečku.

- Pokud chcete ještě něco dodat k tomuto pracovnímu listu, resp. k vaší práci na něm, napište to prosím pod tento bod.

Ne nechci.

C. 4 Vyplněné dotazníky o aktivitě Najdi chybu

- Dotazník od učitele (str. 102)
- Dotazník od studenta 1 (str. 104)
- Dotazník od studenta 2 (str. 105)

Rozhovor s učitelem

- Jaký je Váš celkový dojem z proběhlé aktivity?

Dobré, žáky celkem (až jsem se divil jak moc) oslovila, ač je takto uvažovat v testech nenutím.

- Jak jste spokojený s prací studentů při vyplňování pracovního listu?

V pořádku.

- Jak studenti podle Vás na tuto aktivitu reagovali? Byli jejich reakce typické, pracovali jako obvykle? Pokud ne, co bylo jinak? Čím si to vysvětlujete?

Podobné úlohy nezadávám – řešíme úlohy se stejným zadáním, ale ne „Určete správný vztah“ nýbrž „Vypočtěte“ (a třeba i obecné zadání). Proto tento test byl pro žáky nový, možná lehce neuchopitelný, ale pracovali stejně jako jindy.

- Objevil se během řešení pracovního listu nějaký problém? Jaký?

Ne.

- Máte pocit, že takto koncipovaný pracovní list, resp. tento typ úloh, může být Vašim studentům užitečný? Proč? V čem?

Kdybych měl možnost, nepoužil bych ho. Nutím žáky přemýšlet nad úlohami fyzikálně, ne aby tipovali výsledky. I když v aktivitě měli své tipy zdůvodnit, pořád to jsou jen tipy.

- Co se Vám na této aktivitě nepozdává, v čem spatřujete její slabá místa?

Viz 5). Obávám se, že někteří žáci by mohli tento test napsat, aniž by znali příslušnou fyzikální pasáž – natipovali by výsledek pomocí jednotek.

- Co Vám na této aktivitě připadá dobré, co byste ohodnotil(a) kladně?

Vidět i jiný tip úloh je pro žáky dobré, že si uvědomí, že i analýzou jednotek lze občas ve fyzice najít správné řešení.

- Co byste na této aktivitě, resp. pracovním listu upravil(a)?

Viz 5), 7), 12).

- Používáte podobné úlohy ve vaší výuce?

Viz 3). Zadáni ano, ale „Vypočtete“ ne „Vyberte“.

- Myslíte si, že by se podobný typ úloh, které byly v pracovním listu, dal použít i v jiných fyzikálních tématech? Napadají Vás nějaká?

Ve všech to jde! Ale viz mé komentáře 5).

- Dovedete si představit, že byste podobný typ úloh začlenil(a) do výuky častěji?

Ne.

- Chtěl byste ještě něco dodat k této aktivitě, resp. k pracovnímu listu či práci studentů?

Příjemné zpestření, ale pro mě v této podobě nepoužitelné. Přijde mi, že u nezkušeného fyzikáře takto rychle sklouzne fyzika k „aplikované matematice“.

Rozhovor s žákem 1

- Jak se vám pracovalo při vyplňování pracovního listu?

Úlohy byly intuitivní, celkem jednoduše.

- Bylo zadání pracovního listu srozumitelné? Věděli jste, jak máte pracovat, aniž byste potřebovali nějaké doplňující informace od vyučujícího? Pokud ne, s čím jste měli problém?

Vše bylo okamžitě jasné.

- Co byste v pracovním listu změnili? Co byste udělali jinak?

Asi nic.

- Co pro vás při vyplňování pracovního listu bylo nejobtížnější?

Vymyslet odůvodnění, já jel čistě přes vzorečky.

- Co vás při řešení pracovního listu bavilo?

Všechno.

- Lišil se výrazně typ úloh v pracovním listu od úloh, které běžně řešíte v hodinách? V čem? Jak?

Obvykle vždy pracujeme s jednotkami.

- Pokud chcete ještě něco dodat k tomuto pracovnímu listu, resp. k vaší práci na něm, napište to prosím pod tento bod.

Nic.

Rozhovor s žákem 2

- Jak se vám pracovalo při vyplňování pracovního listu?

Při možnostech A, B, C, Bylo jednodušší odvozování výsledků a odpovídání.

- Bylo zadání pracovního listu srozumitelné? Věděli jste, jak máte pracovat, aniž byste potřebovali nějaké doplňující informace od vyučujícího? Pokud ne, s čím jste měli problém?

Zadání bylo jasné a srozumitelné.

- Co byste v pracovním listu změnili? Co byste udělali jinak?

Zdůvodnění správnosti/nesprávnosti odpovědi může být v některých případech příliš obtížné.

- Co pro vás při vyplňování pracovního listu bylo nejobtížnější?

Zdůvodňování, dále nějaké složitější úpravy zlomků/vzorců.

- Co vás při řešení pracovního listu bavilo?

Zjištění, že jsem odpověděl správně.

- Lišil se výrazně typ úloh v pracovním listu od úloh, které běžně řešíte v hodinách? V čem? Jak?

Lišily se výběrem možností, jinak byly podobné.

- Pokud chcete ještě něco dodat k tomuto pracovnímu listu, resp. k vaší práci na něm, napište to prosím pod tento bod.

V případě, že je nutno nějaké složitější výpočty, tak nechat více místa.