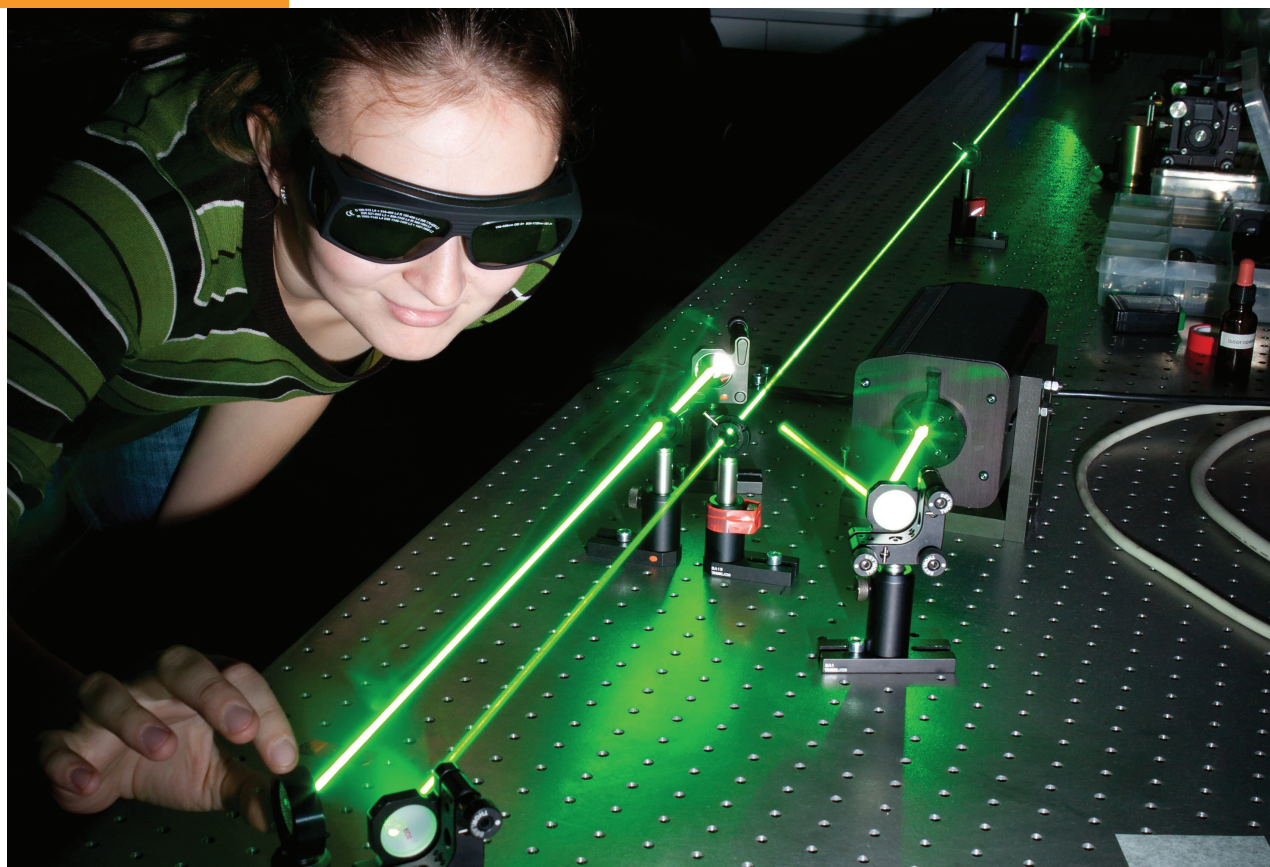




Metodické komentáře a úlohy ke Standardům pro základní vzdělávání

Editor: Daniel Mareš

NÚV 2016

Publikace vznikla v rámci kmenového úkolu NÚV Standardy pro základní vzdělávání – souhrny metodických komentářů.
Toto dílo je licencováno pod licencí Creative Commons.



Mgr. Daniel Mareš, 2016

ISBN 978-80-7481-169-2

Vydal NÚV, Praha 2016

**Metodické komentáře
a úlohy ke Standardům
pro základní vzdělávání**

Editor: Daniel Mareš

NÚV 2016

Editoři

Mgr. Daniel Mareš
RNDr. Mgr. Vojtěch Žák, Ph.D.

NÚV, Praha
Katedra didaktiky fyziky, MFF UK

Autorský tým

Mgr. Daniel Mareš
RNDr. Stanislav Gottwald
Mgr. Věra Koudelková, Ph.D.
RNDr. Drahomíra Pecinová, Ph.D.
RNDr. Mgr. Vojtěch Žák, Ph.D.

NÚV, Praha
Gymnázium Špitálská, Praha
Katedra didaktiky fyziky, MFF UK
NÚV, Praha
Katedra didaktiky fyziky, MFF UK

Recenzenti

Doc. RNDr. Růžena Kolářová, CSc.

Katedra didaktiky fyziky, MFF UK

Obsah

1	Úvod do metodických komentářů	3
2	Výběr ilustrativních úloh	4
3	Vymezení obtížnosti ilustrativních úloh	5
4	Ilustrativní úlohy	7
4.1	Tematický okruh Látky a tělesa	8
4.2	Tematický okruh Pohyb těles, síly	13
4.3	Tematický okruh Mechanické vlastnosti tekutin	23
4.4	Tematický okruh Energie	32
4.5	Tematický okruh Zvuk	43
4.6	Tematický okruh Elektromagnetické a světelné děje	47
4.7	Tematický okruh Vesmír	57
5	Závěr	62
6	Seznam autorů a jejich úloh	63
7	Literatura	63
8	Přílohy	64
8.1	Taxonomie učebních úloh dle D. Tollingerové	64

1 ÚVOD DO METODICKÝCH KOMENTÁŘŮ

S platností od 1. září 2013 jsou Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) do Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (dále jen RVP ZV, [1]) zařazeny ve formě přílohy Standardy pro základní vzdělávání (dále jen Standardy, [2]) pro vzdělávací obory Český jazyk a literatura, Cizí jazyk a Matematika a její aplikace. Jedná se o Standardy, jejichž naplňování je pro školy závazné. Standardy pro ostatní vzdělávací obory (OVO) a doplňující jazykové standardy (DJS) jsou pouze doporučené, nejsou zařazeny jako příloha do upraveného RVP ZV vydaného 29. ledna 2013. Toto se týká i vzdělávacího oboru Fyzika, který je jedním z OVO. V případě těchto Standardů (OVO, DJS) se jedná pouze o metodickou podporu určenou pro školní praxi. Přestože se však jedná o doporučený materiál, je důležité, aby se školy Standardy a možnostmi jejich využití ve své práci zabývaly, neboť mohou být pro učitele podporou jak při výuce, tak při hodnocení žáků¹.

Standardy vycházejí z očekávaných výstupů vzdělávacích oborů stanovených v RVP ZV [1]. Očekávané výstupy mají činnostní povahu, jsou prakticky zaměřené, využitelné v běžném životě a ověřitelné. Vymezují předpokládanou způsobilost využívat osvojené učivo v praktických situacích a v běžném životě. Vzdělávací obor Fyzika, tak jak je zakotvený v RVP ZV, stanovuje očekávané výstupy na konci 9. ročníku jako závazné. Nestanovuje ale, na jaké úrovni tyto očekávané výstupy žáci mají zvládnout. Proto se dále tyto očekávané výstupy konkretizují pomocí indikátorů. Ty stanovují minimální úroveň obtížnosti zvládnutí očekávaných výstupů, kterou je třeba dosahovat se všemi žáky na konci 9. ročníku. Indikátory jsou doplněny o ukázky ilustrativních úloh. Právě tyto indikátory (včetně ilustrativních úloh) jsou obsahem Standardů vzdělávací oblasti Fyzika [2].

Metodické komentáře ke Standardům vzdělávacího oboru Fyzika, které Vám předkládáme, navazují na Standardy pro základní vzdělávání. Zatímco Standardy jsou nastaveny na minimální úroveň obtížnosti zvládnutí očekávaných výstupů, tento materiál obsahuje ukázky dalších ilustrativních úloh, které by měly vést k dosažení vyšší úrovně než jen minimální. Očekávané výstupy jsou v nich dále rozpracovány na třech úrovních obtížnosti: minimální, optimální a excelentní.

¹ Pokud se nejedná o citaci původních pramenů, budeme z důvodu lepší čitelnosti textu používat označení žák pro objekty pedagogického působení učitele, i když genderově korektnější by bylo označování žák/žákyně. Rovněž označení učitel znamená učitele i učitelku.

2 VÝBĚR ILUSTRATIVNÍCH ÚLOH

Vzdělávací obor Fyzika patří do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, jejíž cílové zaměření je v RVP ZV [1] uvedeno takto: „Vzdělávání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k:

- zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování;
- potřebě klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi;
- způsobu myšlení, které vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech více nezávislými způsoby;
- posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů;
- zapojování do aktivit směřujících k šetrnému chování k přírodním systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí;
- porozumění souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí;
- uvažování a jednání, která preferují co nejefektivnější využívání zdrojů energie v praxi, včetně co nejširšího využívání jejich obnovitelných zdrojů, zejména pak slunečního záření, větru, vody a biomasy;
- utváření dovedností vhodně se chovat při kontaktu s objekty či situacemi potenciálně či aktuálně ohrožujícími životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí lidí.“

S tímto zaměřením velmi koresponduje badatelsky orientovaný přístup k výuce přírodních věd neboli badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (Inquiry-Based Science Education, IBSE). Tato výuka je založena na tvořivé badatelské činnosti a rozvíjí vyváženě a v propojení vědomosti, dovednosti a postoje žáků. Metoda IBSE, která je jednou z účinných aktivizujících metod výuky, vychází z konstruktivistického přístupu ke vzdělávání. Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale uvádí ho žákům v podobě problémových úloh. Vede žáky způsobem obdobným, jaký je běžný při reálném výzkumu. Učitel předloží žákům problém a dále zastává roli jakéhosi jejich průvodce. Žáci kladou otázky, navrhuji hypotézy, plánují postupy k jejich ověření, provádějí pokusy, vyhledávají a třídí informace, vyhodnocují výsledky, formulují závěry, které nakonec prezentují před ostatními. Takto pojatá výuka rozvíjí badatelské dovednosti žáků, podněcuje v nich chuť zkoumat a dozvídat se nové věci. Rozvíjí jejich kritické myšlení, vede je k aktivitě a motivuje k samostatnému bádání. Takto si žáci pěstují přirozenou zvědavost a jsou vedeni k tomu, aby postupně přebírali zodpovědnost za svoje vlastní vzdělávání.

Přírodovědná gramotnost [3] tvoří významnou část vzdělání každého žáka. Žáci musí učivu nejen důkladně porozumět, ale musí také rozeznat přírodovědné situace v každodenním životě a dokázat aplikovat získané vědomosti a dovednosti v problémových situacích. A nejen to. V dnešní době se v přírodovědných a technických oborech neustále zvyšuje důraz na rozvoj samostatnosti a aktivity žáků. Klíčové jsou schopnosti kriticky myslet, řešit problémy, spolupracovat v týmu, komunikovat. Vzhledem k překotnému vývoji v oblasti techniky a změnám na trhu práce je zcela zásadní schopnost učit se, kriticky

zvažovat svoje schopnosti a možnosti uplatnění, pracovat na osobním rozvoji a řídit svoji profesní dráhu. Metodou IBSE si žáci tyto tolik potřebné znalosti, dovednosti, postoje i hodnoty účinně osvojují.

Tento způsob výuky je doporučován i ve zprávě Evropské komise Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe [7] jako metoda, která vykazuje značný potenciál zvyšovat zájem dětí i zlepšovat jejich výsledky v přírodovědném a matematickém vzdělávání.

Typy ilustrativních úloh, které uvádíme, se tedy z výše uvedených důvodů vztahují převážně k badatelsky orientované výuce.

3 VYMEZENÍ OBTÍŽNOSTI ILUSTRATIVNÍCH ÚLOH

Pro potřeby Metodických komentářů bylo nutné vymezit tři úrovně ilustrativních úloh: minimální, optimální a excelentní. RVP ZV [1] definuje smysl a cíl vzdělávání jako potřebu vybavit všechny žáky souborem klíčových kompetencí na úrovni, která je pro ně dosažitelná, a připravit je tak na další vzdělávání a uplatnění ve společnosti. Klíčové kompetence jsou definovány jako souhrn vědomostí, dovedností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena ve společnosti. Protože učební úlohy mohou odpovídat různým úrovním osvojování těchto vědomostí, dovedností a postojů, je potřebné se při vymezování těchto úrovní opřít o nějakou hierarchicky uspořádanou strukturu vzdělávacích cílů (taxonomii) v kognitivní (vědomostní), afektivní či psychomotorické oblasti.

V rovině vědomostí hovoříme o znalosti fyzikálních principů a zákonů, o povědomí o vlivu fyziky na vývoj a fungování společnosti a na utváření prostředí, ve kterém člověk žije atd. (Žák ví, co to je a jak to funguje.) Jedním z kritérií pro nastavení úrovní ilustrativních úloh v oblasti kognitivní se stala taxonomie učebních úloh podle jejich operační struktury (neboli tzv. poznávacích operací) Dany Tollingerové ([9], [10]). Tato taxonomie zahrnuje celkem pět kategorií s postupně vzrůstající náročností na kognitivní operace. Jednotlivé operace jsou rozpracovány do 27 podkategorií (typů úloh), které mají také postupně vzrůstající nároky na složitost myšlenkových operací. Každá úroveň v kognitivní oblasti je tak dána nejen rozsahem vědomostí a intelektuálních dovedností, které žák k úspěšnému zvládnutí úlohy potřebuje, ale také složitostí myšlenkových procesů a struktur, ve kterých uvažuje. V příloze 5.1 je tato taxonomie uvedena spolu s vymezením jednotlivých úrovní.

Oblast psychomotorická souvisí s osvojováním dovedností. Podíváme-li se do RVP ZV [1], dovednosti, které by si žáci měli osvojit, nacházíme jak v očekávaných výstupech vzdělávacího oboru Fyzika, tak i v klíčových kompetencích a průřezových tématech. Například tematický okruh Zvukové děje zahrnuje následující dovednosti: žák rozpozná ve svém okolí zdroje zvuku, posoudí možnosti zmenšování vlivu nadměrného hluku na životní prostředí. Kompetence k řešení problémů obsahuje například dovednosti samostatně pozorovat a experimentovat, vyhledávat a třídit informace a uvádět věci do souvislostí. V rovině dovedností hovoříme o rozvoji manuální zručnosti, schopnosti zacházet s technickým vybavením a technickými prostředky, schopnosti řešit problémy, ale i schopnosti při řešení jakýchkoli problémů účelně využít poznatky z fyziky, techniky či technické prostředky atd. (Žák to dokáže udělat, vyřešit.)

V oblasti afektivní škola musí přispívat k formování pozitivních postojů žáků k okolnímu světu. Měla by je například vést k tomu, aby se šetrně chovali k životnímu prostředí, nebo k přijetí určitých životních a mravních hodnot. Ve vzdělávacím oboru Fyzika lze například rozvíjet občanskou kompetenci (RVP ZV [1] mimo jiné uvádí: „Na konci základního vzdělávání žák chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy, respektuje požadavky na kvalitní životní prostředí, rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví a trvale udržitelného rozvoje společnosti.“). V rovině postojů hovoříme o podněcování zájmu o fyziku, budování racionálního vztahu k technice, uvědomění si role fyziky a techniky v životě člověka, vedení k aktivní účasti na ochraně a utváření životního prostředí atd. (Žák má na to názor a podle něj bude jednat.)

V oblasti afektivní a psychomotorické jsme pro nastavení úrovní nepoužili žádnou ze známých taxonomií. To neznamená, že bychom chtěli tyto oblasti vzdělávání opomíjet nebo podceňovat. Důvodem je skutečnost, že obecné vytyčení úrovní v těchto oblastech není jednoduchou záležitostí. Pro naše účely by to navíc bylo kontraproduktivní. Afektivních a psychomotorických cílů výuky se dotýkáme konkrétním výběrem ilustrativních úloh. Právě těmito úlohami se zvláštním zřetelem na metodu IBSE jsou obě tyto oblasti rozvíjeny přirozenou cestou.

MINIMÁLNÍ ÚROVEŇ

- Úlohy týkající se hlavně pamětní reprodukce a zpracování informací na úrovni jednoduchých myšlenkových operací s poznatky.
- Vychází ze Standardů vzdělávacího oboru Fyzika.
- „Nepodkročitelná“ úroveň, které by měli dosáhnout všichni žáci.
- Tollingerová, zejména kategorie 1.1–2.9.

OPTIMÁLNÍ ÚROVEŇ

- Úlohy týkající se složitějších myšlenkových operací s poznatky a úlohy vyžadující verbální aktivitu žáka.
- Úroveň, které by měla dosáhnout „většina“ žáků.
- Tollingerová, zejména kategorie 3.1–4.2.

EXCELENTNÍ ÚROVEŇ

- Úlohy vyžadující tvořivé myšlení na základě zvládnutí předchozích operací, schopnost tyto operace kombinovat do rozsáhlejších celků a dospívat k novým závěrům. Plánování a vymýšlení různých strategií a postupů.
- Tollingerová, zejména kategorie 4.3–5.5.

Výše uvedené úrovně nejsou vymezeny jednoznačně. Zejména jejich souvislost s taxonomií D. Tollingerové není zcela jednoznačná. Do stanovení úrovně jednotlivých ilustrativních úloh je tak promítnuta zkušenost jejich autorů z výuky (dále viz příloha 5.1).

4 ILUSTRATIVNÍ ÚLOHY

Ilustrativní úlohy jsou řazeny dle tematických okruhů, tak jak jsou uvedeny v RVP ZV [1]. Na začátku každého tematického okruhu je přehled očekávaných výstupů s jejich indikátory. Každá úloha je označena číslem očekávaného výstupu, ke kterému se vztahuje. Pokud se vztahuje k více očekávaným výstupům, je úloha číslována podle hlavního očekávaného výstupu a další jsou uvedeny v metodickém komentáři k úloze. Ilustrativní úlohy nemohou samozřejmě pokrýt širokou škálu různých typů úloh a problémů vztahujících se k danému tematickému celku. Je to určitý výběr, který, jak doufáme, bude pro učitele zajímavý a poskytne jim nové podněty pro jejich práci.

Každá úloha se skládá ze dvou hlavních částí. První část tvoří vlastní zadání úlohy, druhou pak její metodický komentář. V záhlaví každé úlohy je uvedeno číslo úlohy, dále pak znění hlavního očekávaného výstupu, ke kterému se úloha váže, a úroveň (případně úrovně) úlohy.

Zadání ilustrativní úlohy je formulováno pro žáka. Metodický komentář je určen výhradně pro učitele. V metodickém komentáři je uveden hlavní cíl úlohy, tedy jaké znalosti, dovednosti a postoje má daná úloha rozvíjet. Dále objasnění, proč úloha odpovídá té dané úrovni, a seznam pomůcek, které jsou k řešení potřeba. Komentář dále popisuje doporučené metody a formy výuky spolu s popisem možného řešení. Obsahuje též postřehy z výuky, žákovské chyby, s kterými se učitelé mohou setkat, a jak s nimi pracovat. Uvedené postupy řešení u jednotlivých úloh nejsou samozřejmě vždy jedinou možností. Při práci s těmito úlohami mohou čtenáře také napadnout různé alternace předložených problémů.

4.1 TEMATICKÝ OKRUH LÁTKY A TĚLESA

Očekávané výstupy tematického okruhu Látky a tělesa jsou rozpracovány ve Standardech pro základní vzdělávání vzdělávacího oboru Fyzika do konkrétnějších indikátorů (nastavených na minimální úrovni). Jsou uvedeny v následující tabulce.

Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-1-01 Žák změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa
Indikátory	1. žák prakticky změří vhodně vybranými měřidly fyzikální veličiny – délku, objem, hmotnost, teplotu, čas, sílu, tlak vzduchu a elektrické napětí a určí jejich změny 2. žák převádí jednotky délky (mm, cm, dm, m, km), obsahu (m^2, ar, ha, km^2), objemu (dm^3, m^3, l), hmotnosti (g, kg, t) a času (s, min, h) 3. žák uvede s použitím tabulek pro základní školu značky a jednotky následujících fyzikálních veličin – délka, dráha, plošný obsah, objem, hmotnost, čas, rychlost, síla, hustota, tlak, práce, energie, výkon, teplo, teplota, elektrický proud, elektrické napětí a elektrický odpor
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-1-02 Žák uvede konkrétní příklady jevů dokazujících, že se částice látek neustále pohybují a vzájemně na sebe působí
Indikátory	1. žák vysvětlí na základě porozumění částicovému složení látek následující procesy – rozpouštění pevných látek v kapalině (i v závislosti na teplotě) a šíření zápachu v uzavřené místnosti
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-1-03 Žák předpoví, jak se změní délka či objem tělesa při dané změně jeho teploty
Indikátory	1. žák objasní pojmy délková teplotní roztažnost a objemová teplotní roztažnost 2. žák na základě pochopení zákonitostí pro délkovou a objemovou teplotní roztažnost uvede praktické příklady jevů a vysvětlí je (včetně anomálie vody)
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-1-04 Žák využívá s porozuměním vztah mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických problémů
Indikátory	1. žák objasní praktický význam veličiny hustota jako charakteristiky látky a veličin hmotnost a objem jako charakteristik konkrétního tělesa 2. žák vypočítá ze vztahu pro hustotu látky i hmotnost, resp. objem tělesa (s použitím tabulek pro základní školu)

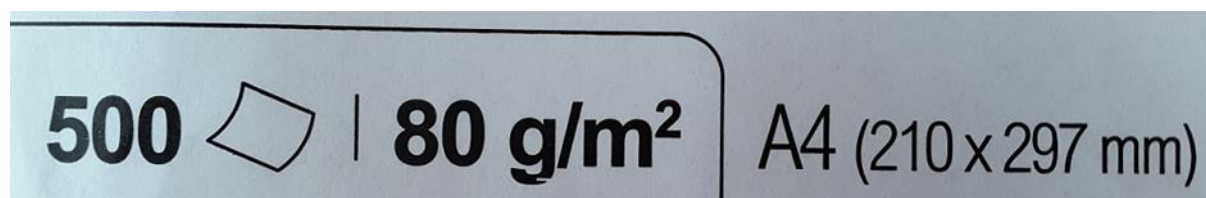
ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-1-01

F-9-1-01 Žák změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa

minimální	optimální	excelentní
		excelentní

zadání ilustrativní úlohy

Na obrázku je část obalu balíku, ve kterém se prodává kancelářský papír. Údaje na něm říkají (zleva doprava), kolik listů papíru je v tomto balíku, kolik gramů váží 1 m^2 papíru a jaké rozměry má jeden list formátu A4 tohoto papíru.



(Převzato z obalu kancelářského papíru firmy Office Depot, Inc.)

Na základě těchto informací vyřeš následující úlohy a), b), c). Úloha d) na ně navazuje.

- Urči, jaký obsah má 1 list formátu A4, a vyjádři ho v dm^2 .
- Urči, jakou hmotnost má jeden list A4. Kolik balíčků s kancelářským papírem bys najednou zvedl(a)?
- Urči hustotu kancelářského papíru. Výsledek vyjádři v základních jednotkách. Pomůže ti k tomu jednoduché měření Vítka, který pomocí pravítka zjistil, že 18 listů papíru má dohromady tloušťku přibližně 2 mm.
- S kancelářským papírem byl proveden také následující experiment (viz fotografie):



Pruh kancelářského papíru byl rozstříhán na proužky o šířce 2 mm a byl připevněn izolepou na jednom konci k desce stolu a na druhém k uzávěru PET láhve naplněné vodou. Ta sloužila jako závaží. Experimentátoři postupně nůžkami přestříhávali jednotlivé proužky, až se zbývající proužky kvůli tíze láhve roztrhly a láhev spadla. Láhev měla hmotnost přibližně 1 kg a udržela se ještě na dvou 2mm proužcích, ale jeden proužek už neodolal a přetrhl se.

Na základě popsaného experimentu a řešení předchozích úloh urči, jaký největší tah vydrží papír. („Tah“ můžeme chápat jako „obrácený tlak“; můžeme je počítat obdobně.)

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: žák si uvědomí vztahy mezi důležitými fyzikálními veličinami a umí je vypočítat.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha kvantitativní, rutinní, viz Tollingerová, kategorie 2.9)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha je ve smyslu Tollingerové kombinací analýzy a syntézy 2.4 a hodnocení 3.6)
- c) EXCELENTNÍ (úloha je ve smyslu Tollingerové kombinací analýzy a syntézy 2.4 a odvozování 3.4)
- d) EXCELENTNÍ (úloha je ve smyslu Tollingerové kombinací analýzy a syntézy 2.4 a odvozování 3.4)

Poznámky:

Jedná se o teoretické úlohy; žáci zde neměří. Z hlediska forem a metod výuky je možné použít samostatnou práci žáků, příp. skupinovou výuku (resp. práci ve dvojicích) kombinovanou s rozhovorem mezi učitelem a žáky (a dokonce s demonstračním nebo žákovským experimentem).

Úloha a) se vztahuje k indikátoru F-9-1-01.2: *žák převádí jednotky délky (mm, cm, dm, m, km), obsahu (m^2 , ar, ha, km^2), objemu (dm^3 , m^3 , l) a hmotnosti (g, kg, t).* Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba si pouze uvědomit vztah mezi délkovými a čtverečnými jednotkami (výpočet obsahu obdélníku) a získaný součin převést z mm^2 na dm^2 . K řešení úlohy jsou potřeba jen psací potřeby a kalkulačka.

Úloha b), která se nevztahuje k žádnému konkrétnímu indikátoru, odpovídá optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba kromě použití vztahu mezi délkovými a čtverečnými jednotkami (výpočet obsahu obdélníku) sestavit ještě přímou úměrnost mezi obsahem a hmotností. K řešení úlohy jsou potřeba jen psací potřeby a kalkulačka.

Úloha c) se kromě očekávaného výstupu F-9-1-01 vztahuje také k F-9-1-04: *žák využívá s porozuměním vztah mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických problémů.* Nevztahuje se ale k žádnému konkrétnímu indikátoru. Tato úloha odpovídá excelentní úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení si žáci musí uvědomit, že list papíru má (přibližně) tvar kváдру. Součástí úlohy je poměrně náročné převádění fyzikálních jednotek z $\frac{g}{mm^3}$ na $\frac{kg}{m^3}$. Pokud žáci vyřešili úlohu b), mohou použít výsledek této úlohy. K řešení úlohy jsou potřeba jen psací potřeby a kalkulačka.

Úloha d) má značný přesah a vztahuje se jak k výstupu F-9-1-01, tak k očekávanému výstupu F-9-2-03: *žák změří velikost působící síly.* Tato úloha odpovídá excelentní úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení si žáci musí propojit několik znalostí (výpočet tlaku – vlastně tahu, tíhové síly, obsahu obdélníka, převody fyzikálních jednotek). K řešení úlohy jsou potřeba psací potřeby, kalkulačka a většinou užší komunikace s učitelem.

Řešení:

a) Podle obrázku a doprovodného textu má jeden list formátu A4 rozměry 210 mm a 297 mm. Protože se jedná o obdélník, je jeho obsah $S = 210 \text{ mm} \cdot 297 \text{ mm} = 62\,370 \text{ mm}^2 \doteq 6,2 \text{ dm}^2$.

Žákům dělá problém zejména převést mm^2 na dm^2 . Některým žákům pomůže, pokud převedou oba údaje v mm na dm a výsledek (součin) jim pak vyjde přímo v dm^2 .

b) K řešení úlohy je možné použít výsledek úlohy a), pokud ji žáci už dříve úspěšně vyřešili. Podle obrázku a doprovodného textu má jeden list formátu A4 rozměry 210 mm a 297 mm. Protože se jedná o obdélník, je jeho obsah $S = 210 \text{ mm} \cdot 297 \text{ mm} = 62\,370 \text{ mm}^2$. Z obrázku a doprovodného textu je také známo, že 1 m^2 papíru má hmotnost 80 g. Z přímé úměrnosti

$$1 \text{ m}^2 = 1\,000\,000 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots 80 \text{ g}$$

$$62\,370 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots m$$

$$\text{dostáváme pro hmotnost jednoho listu formátu A4 } m = 80 \text{ g} \cdot \frac{62\,370 \text{ mm}^2}{1\,000\,000 \text{ mm}^2} \doteq 5 \text{ g.}$$

Vzhledem k tomu, že jeden list má hmotnost přibližně 5 g a v balíku je 500 listů (viz obrázek a doprovodný text), má balík hmotnost zhruba 2,5 kg. Za správnou odpověď můžeme považovat *jednotky až přibližně dvacet balíků* (více desítek nebo dokonce stovky balíků žák zřejmě najednou neuvedne).

Častou chybou žáků je, že nedokáží sestavit přímou úměrnost mezi obsahem a hmotností, dále že převedou chybně jednotky obsahu (nebo je nepřevedou a porovnávají např. údaje v m^2 a mm^2).

Níže je uvedeno jedno žákovské řešení (kvarta osmiletého gymnázia), které můžeme považovat za správné (viz v něm uvedené komentáře). Úloha byla zadána v rámci opakování celé fyziky nižšího gymnázia na konci školního roku.

zapis zadání (výhrada: přímo na hmotnost, kterou žák unese, se v zadání úlohy neptáme)

$m_1 = ?$... 1 papír
 $m_2 = ?$... je neseu

výsledek: 5g
asi 10 balíků

výsledek úlohy (sice nestandardně uveden u zadání, ale i tak je řešení úlohy smysluplně uzavřeno)

• $1 \text{ m}^2 \dots 80 \text{ g} \dots 1000000 \text{ mm}^2$
 $210 \cdot 297 \text{ mm}^2 \dots m_1$

↑ 1000000 ... 80 g ↑
62370 ... m_1

sestavení přímé úměrnosti

$\frac{m_1}{80 \text{ g}} = \frac{62370}{1000000}$

$m_1 = 0,06237 \cdot 80 = 4,9896 \approx 5 \text{ g}$

výpočet hmotnosti 1 listu (v mezivýpočtu sice chybí fyz. jednotky, ale u výsledku uvedeny jsou)

• V balíku je 500 papírů ... $2500 \text{ g} = 2,5 \text{ kg}$
Unesou asi 25 kg, tedy 10 balíků (plus nebo obal, ale ten asi neobtěžuje moc).

úvaha o počtu listů papíru, který žák unese (je hodnotné, že uvažuje realisticky i o hmotnosti obalu)

Ukázka žákovského řešení

c)

(i) na základě výsledku úlohy b)

Hustota se určí jako podíl hmotnosti daného tělesa a jeho objemu. Můžeme uvažovat tak, že vezmeme hmotnost jednoho listu formátu A4, která je podle b) 5 g, a objem jednoho listu, který má tvar přibližně kvádr (velmi nízkého). Pro objem tedy máme:

$$V = abc = 210 \text{ mm} \cdot 297 \text{ mm} \cdot \frac{2 \text{ mm}}{18} = 6930 \text{ mm}^3.$$

Pro hustotu pak dostáváme:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{5 \text{ g}}{6930 \text{ mm}^3} = 0,00072 \frac{\text{g}}{\text{mm}^3} = 720 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

(ii) bez znalosti řešení předchozích úloh a), b)

Podle zadání má 1 m^2 kancelářského papíru hmotnost 80 g. Úlohu můžeme řešit tak, že budeme určovat hustotu listu papíru, který má obsah 1 m^2 (vlastně několika listů formátu A4 položených vedle sebe). Vzhledem k tomu, že tloušťka jednoho listu je $\frac{2 \text{ mm}}{18} = 0,111 \text{ mm}$, dostáváme pro hustotu papíru:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{80 \text{ g}}{1 \text{ m}^2 \cdot 0,111 \text{ mm}} = \frac{80 \text{ g}}{1000000 \text{ mm}^2 \cdot 0,111 \text{ mm}} = 0,00072 \frac{\text{g}}{\text{mm}^3} = 720 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Úloha je náročná zejména z toho důvodu, že si žáci musí uvědomit, které těleso zkoumají, např. jeden list A4, papír o obsahu 1 m^2 , příp. několik listů A4 položených na sebe. Ve všech případech se jedná přibližně o kvádr. Dále žáci často chybní v převodech fyzikálních jednotek.

d) Žáci většinou nejprve zaměřují pozornost k pojmu síla a až potom (často je třeba intenzivnější vedení učitele) přechází k pojmu tah (zjednodušeně podíl velikosti síly a obsahu průřezu papíru, na který síla působí). Na základě informací v zadání můžeme velmi zhruba odhadnout, že by se papír přetrhl při šířce 3 mm (mezi 4 mm a 2 mm). Dále využijeme znalost tloušťky papíru z úlohy c). Pro pevnost v tahu dostáváme:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{ab} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{3 \text{ mm} \cdot 0,1 \text{ mm}} = 30\,000\,000 \text{ Pa} = 30 \text{ MPa}.$$

Úloha je pro žáky náročná kvůli samotné fyzikální podstatě, kdy musí učitel často podrobněji vyjasnit pojem „tah“ (z hlediska výuky fyziky patří *tah* a *pevnost v tahu* na střední školu).

Úlohu můžeme začít motivačním experimentem, kdy uchopíme list kancelářského papíru do obou rukou tak, že prsty každé ruky (kromě palce) tlačí přes papír do dlaně, a rukama se snažíme list papíru natáhnout. Typicky se nepodaří list takto roztrhnout a zjednodušený závěr tedy je, že papír je poměrně dost odolný (můžeme provést jako demonstrační nebo žákovský experiment). Dále je možné úlohu pojmut tak, že experiment popsany v zadání úlohy provede učitel nebo ho dokonce provedou žáci ve skupinkách.

Při výpočtu dělá žákům často problém uvědomit si, že plocha, jejíž obsah uvažujeme při výpočtu, je kolmý řez papírem (velmi tenký obdélník).

Výsledná hodnota tahu papíru nabývá různých hodnot, ale podstatné je, že se jedná řádově o několik (málo) desítek MPa. Zjištěnou pevnost v tahu můžeme porovnat např. s běžným atmosférickým tlakem (v uvedeném případě je pevnost papíru v tahu asi 300krát větší).

Pozn.: Některé náměty z úloh a), b), c) a d) prezentoval autor na konferenci Veletrh nápadů učitelů fyziky 20, [11].

4.2 TEMATICKÝ OKRUH POHYB TĚLES, SÍLY.

Očekávané výstupy tematického okruhu Pohyb těles, síly, jsou rozpracovány ve Standardech pro základní vzdělávání vzdělávacího oboru Fyzika do konkrétnějších indikátorů (nastavených na minimální úrovni). Jsou uvedeny v následující tabulce.

Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-2-01 Žák rozhodne, jaký druh pohybu těleso koná vzhledem k jinému tělesu
Indikátory	1. žák objasní, že pohyb je relativní, a určí, zda je těleso v klidu, či v pohybu vzhledem k jiným tělesům 2. žák na základě popisu pohybu tělesa nebo zkušenosti určí, zda se jedná o pohyb rovnoměrný, nebo nerovnoměrný, přímočarý, nebo křivočarý, posuvný, nebo otáčivý 3. žák vysvětlí rozdíl mezi rychlostí rovnoměrného pohybu a průměrnou rychlostí nerovnoměrného pohybu

Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-2-02 Žák využívá s porozuměním při řešení problémů a úloh vztah mezi rychlostí, dráhou a časem u rovnoměrného pohybu těles
Indikátory	1. žák určí na základě znalosti hodnot dvou veličin (dráha, čas nebo rychlost) hodnotu veličiny třetí (s použitím tabulek pro základní školu) 2. žák rozliší klid a pohyb tělesa v grafu vyjadřujícím závislost dráhy na čase
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-2-03 Žák změří velikost působící síly
Indikátory	1. žák prakticky změří velikost působící síly siloměrem
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-2-04 Žák určí v konkrétní jednoduché situaci druhy sil působících na těleso, jejich velikosti, směry a výslednici
Indikátory	1. žák určí graficky výslednici dvou sil se společným působištěm působících na těleso 2. žák uvede příklady, kdy a jak se v každodenním životě i v technické praxi cíleně zvětšuje nebo zmenšuje velikost třecí síly 3. žák aplikuje své poznatky o silách při vysvětlení funkce vybraných jednoduchých strojů (páka, kladka)
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-2-05 Žák využívá Newtonovy zákony pro objasňování či předvídání změn pohybu těles při působení stálé výsledné síly v jednoduchých situacích
Indikátory	1. žák vysvětlí princip setrvačnosti (např. chování těles v automobilu při prudkém brzdění) 2. žák vysvětlí závislost projevů setrvačnosti na hmotnosti tělesa při uvádění těles do pohybu, resp. do klidu 3. žák vypočítá gravitační sílu působící na těleso, pokud zná hmotnost tělesa 4. žák uvede konkrétní příklad sil při vzájemném působení dvou těles 5. žák vysvětlí na příkladu, jak se liší pohybové účinky síly na těleso v závislosti na jejím směru, orientaci a působišti při stejné velikosti
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-2-06 Žák aplikuje poznatky o otáčivých účincích síly při řešení praktických problémů
Indikátory	1. žák vyhledá a popíše využití jednoramenné a dvojramenné páky v každodenním životě

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-2-02a		
F-9-2-02 Žák využívá s porozuměním při řešení problémů a úloh vztah mezi rychlostí, dráhou a časem u rovnoměrného pohybu těles		
minimální	optimální	excelentní
zadání ilustrativní úlohy		
Na obrázku je část Vlakového průvodce (stav k 14. 6. 2015), který byl k dispozici cestujícím ve vlacích Českých drah. Na základě informací, které se v něm dočtete, vyřešte následující úlohy:		

- a) Urči průměrnou rychlost vlaku mezi odjezdem z Olomouce hlavního nádraží a příjezdem do Zábřehu na Moravě, pokud jede podle jízdního řádu. Vyjádři ji $v \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
- b) Urči průměrnou rychlost vlaku mezi odjezdem z Olomouce hl. n. a příjezdem do Pardubic hl. n., pokud jede podle jízdního řádu. Do výpočtu zahrň i stání vlaku ve stanicích. Průměrnou rychlost vyjádři v celých $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.
- c) Urči, o jakou dobu by se změnila doba jízdy vlaku mezi odjezdem z České Třebové a příjezdem do Pardubic, kdyby vlak jel průměrnou rychlostí 160 km/h. Zvětšila by se doba jízdy, nebo zmenšila? Výsledek uveď ve vhodných jednotkách a rozumně ho zaokrouhli.

11.14–11.16		OLOMOUC HL.N.	
46 km	11.30 Os 3719	Blatec 11.42 – Vrbátky 11.46 – Prostějov hl.n. 11.55 – Nezamyslice 12.18	
	11.31 Os 14021	Senice na Hané 12.04 (jede v )	
	11.36 Os 3547	Hrubá Voda 12.05	
	11.37 Os 3631	Šternberk 11.57 – Uničov 12.19 – Šumperk 13.11 (přímé vozy Hanušovice 13.53 v  a )	
11.39–11.40		ZÁBŘEH NA MORAVĚ	
40 km			
12.01–12.02		ČESKÁ TŘEBOVÁ	
60 km	12.05 Os 5008	Ústí nad Orlicí 12.16 – Choceň 12.31 – Moravany 13.03 – Pardubice hl.n. 13.19 (přímé vozy Kolín 14.17 v  a ) – Přelouč 13.37 – Kolín 14.17 (Pardubice hl.n. – Kolín jede v )	
	12.05 Os 12717	Lanškroun 12.23	
	12.13 R 870	Punkva Ústí nad Orlicí 12.21 – Choceň 12.34 – Pardubice hl.n. 12.54 – Kolín 13.25 – Praha hl.n. 14.15	
	12.18 <i>railjet</i> 75	Franz Schubert Brno hl.n. 13.19 – Břeclav 13.53 – Wien Hbf 14.52 – Wien Meidling 15.00 – Wiener Neustadt 15.28 – Mürzzuschlag 16.28 – Bruck a. d. Mur 16.56 – Graz Hbf 17.33	
	12.30 Os 24751	Moravská Třebová 13.05	
	12.35 Os 15365	Svitavy 12.54 (jede v  , přímé vozy Borová u Poličky 13.47)	
12.36–12.38		PARDUBICE HL.N.	

(Převzato z *Vlakového průvodce Českých drah*, stav k 14. 6. 2015.)

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: žák čte s porozuměním text (tabulku) a umí z něj (ní) vyčíst potřebné údaje k vyřešení dané fyzikální úlohy (určení průměrné rychlosti, času).

Nastavení úrovně ilustrativní úlohy:

- MINIMÁLNÍ (úloha kvantitativní, rutinní, viz Tollingerová, kategorie 2.9)
- OPTIMÁLNÍ (úloha zejména na analýzu a syntézu, viz Tollingerová, kategorie 2.4)
- EXCELENTNÍ (úloha je ve smyslu Tollingerové kombinací odvozování 3.4 a hodnocení 3.6)

Poznámka: Striktně vzato se v této úloze nejedná o rovnoměrný pohyb, ale o obecný pohyb, přičemž se uvažuje průměrná rychlost.

Z hlediska forem a metod výuky je možné použít samostatnou práci žáků, příp. skupinovou výuku (resp. práci ve dvojicích) kombinovanou s rozhovorem mezi učitelem a žáky.

Je hodnotné, pokud žáci přinesou (nebo stáhnou) jízdní řád (vlakového průvodce) trati, po které jezdí. Budou-li se úlohy týkat kontextu, ve kterém žijí a který si uvědomují, mohou být více motivováni úlohy řešit. Žáci pak také mohou porovnávat výsledky pro různé trati.

Úloha a) se váže k indikátoru F-9-2-02.1: *žák určí na základě znalosti hodnot dvou veličin (dráha, čas nebo rychlost) hodnotu veličiny třetí (s použitím tabulek pro základní školu)*. Pro řešení této úlohy nejsou tabulky pro základní školu potřeba. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba kromě správného vyčtení dráhy a času z textu na obrázku již jen dosadit do vztahu pro průměrnou rychlost a převést výsledek do jednotek km/h.

K řešení úlohy jsou potřeba jen psací potřeby. Vzhledem k číselným hodnotám veličin není třeba ani kalkulačka.

Úloha b) se váže ke stejnému indikátoru. Tato úloha odpovídá optimální úrovni. K jejímu úspěšnému vyřešení je třeba navíc oproti úloze a) uvážit, že celková dráha je dána součtem tří dílčích drah (obdobně celkový čas). K řešení úlohy je třeba i kalkulačka.

Úloha c) odpovídá excelentní úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba navíc oproti úloze a) vyjádřit ze vztahu pro průměrnou rychlost čas a porovnat ho s původním časem. K řešení úlohy je třeba také kalkulačka.

Řešení:

a) Průměrnou rychlost určíme jako podíl celkové dráhy, kterou vlak urazí, a příslušné doby pohybu. Dráha mezi Olomoucí hl. n. a Zábřehem na Moravě je 46 km (svislý údaj vlevo). Vzhledem k tomu, že vlak opouští Olomouc hl. n. v 11.16 (nikoli 11.14) a do Zábřehu přijíždí v 11.39, je doba jízdy 23 min. Pro průměrnou rychlost dostáváme $v = s / t = (46 \text{ km}) / (23 \text{ min}) = 2 \text{ km/min} = 120 \text{ km/h}$.

Žákům dělá problém zejména převést časový údaj v minutách na hodiny, případně je matou údaje navíc ve vlakovém průvodci.

b) Průměrnou rychlost určíme jako podíl celkové dráhy, kterou vlak urazí, a příslušné doby pohybu (nikoli jako aritmetický průměr průměrných rychlostí). Celková dráha mezi Olomoucí hl. n. a Pardubicemi hl. n. je $s = 46 \text{ km} + 40 \text{ km} + 60 \text{ km} = 146 \text{ km}$ (svislé údaje vlevo). Vzhledem k tomu, že vlak opouští Olomouc hl. n. v 11.16 (nikoli 11.14) a do Pardubic hl. n. přijíždí ve 12.36, je doba jízdy (včetně stání v zastávkách) 80 min. Pro průměrnou rychlost dostáváme $v = \frac{s}{t} = \frac{146 \text{ km}}{80 \text{ min}} = \frac{146 \text{ km}}{\frac{80}{60} \text{ h}} = 109,5 \text{ km/h} \doteq 110 \text{ km/h}$.

Častou chybou žáků je, že počítají průměrnou rychlost tak, že určí průměrné rychlosti na každém z úseků a z nich pak vypočítají aritmetický průměr.

Někdy nezahrnují do celkového času stání ve stanicích (vyšlo by tedy přibližně 112 km/h) a také dělá problém převést časový údaj v minutách na hodiny.

c) Dobu, o kterou by se jízda změnila, dostaneme jako rozdíl doby jízdy rychlostí 160 km/h a původní doby. Původní doba je podle vlakového průvodce 34 min. Pokud by se vlak pohyboval průměrnou

rychlostí 160 km/h, pak by jízda trvala $t = s / v = (60 \text{ km}) / (160 \text{ km/h}) = 0,375 \text{ h} = 22,5 \text{ min}$. Je vidět, že původní doba jízdy (34 min) by se zmenšila o 11,5 min (přibližně 11 až 12 min). Častou chybou žáků je, že nevyjádří správně čas ze vztahu $v = s / t$.

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-2-02b

F-9-2-02 Žák využívá s porozuměním při řešení problémů a úloh vztah mezi rychlostí, dráhou a časem u rovnoměrného pohybu těles

minimální	optimální	excelentní
	optimální	

zadání ilustrativní úlohy

Pražská ZOO na jaře roku 2015 odstartovala novou reklamní kampaň zaměřenou na rychlost. Na různých místech v Praze se objevily billboardy s fotografií vybraného zvířete s údajem o jeho rychlosti a dobou, za kterou se toto zvíře dostane z daného místa do pražské zoologické zahrady. Na jednom takovém billboardu byla fotografie zebry s údajem 60 km/h a textem:

„Z Vysočan jsem v ZOO za 9 minut. A Vy?“



- Na základě údajů na billboardu určete, jak daleko je stanice metra Vysočanská, kde byla fotografie pořízena, od ZOO.
- Dále spočtete, jak dlouho by trvala cesta pana Chodítka z Vysočan do ZOO, pokud by šel průměrnou rychlostí 5 km/h stejnou trasou jako zebra.
- Petra napadlo zjistit, zda vypočtená hodnota odpovídá skutečné cestě, nebo zda se jedná o přímou vzdálenost mezi ZOO v pražské Troji a plakátem ve Vysočanech. Proto si vyhledal na serveru Mapy.cz nejkratší trasu (viz přiložená mapa). Určete, zda vypočtená vzdálenost odpovídá přímé vzdálenosti z Vysočan do ZOO, tedy tzv. vzdušnou čarou, nebo trase, kterou si Petr vyhledal. Pokud ani jeden údaj neodpovídá, zkuste najít trasu, po které by musela zebra běžet, aby její čas odpovídal údajům na plakátu.
- Vyberte si vaše oblíbené zvíře, vyhledejte na internetu jeho průměrnou rychlost a na základě toho spočtete, za jak dlouho by doběhlo z vašeho domova do pražské ZOO.

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: prověřit dovednosti žáků používat vztah mezi dráhou, časem a rychlostí rovnoměrného pohybu. Dále pak testovat dovednosti týkající se převádění jednotek času, práce s mapou (měřítko mapy) a vyhledávání základních informací na internetu. Rozvoj digitálních dovedností žáků.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha kvantitativní, rutinní, viz Tollingerová, kategorie 2.9). Váže se k indikátoru F-9-2-02.1.
- b) OPTIMÁLNÍ (úlohy vyžadující složitější myšlenkové operace s poznatků)
- c) OPTIMÁLNÍ (žáci musí propojovat znalosti z jiných oborů)
- d) EXCELENTNÍ (úloha vyžaduje tvořivé myšlení)

a) Tato úloha odpovídá minimální úrovni. K jejímu úspěšnému vyřešení je třeba nejen dosadit do příslušného vztahu, ale také číselné hodnoty dosazovat v příslušných jednotkách. Převod z minut na hodiny nebývá pro řadu žáků triviální záležitostí. Nejedná se tedy o prosté „dosazení do vzorce“. K vyřešení této úlohy jsou potřeba jen psací potřeby. Vzhledem k číselným hodnotám není třeba ani kalkulačka.

Řešení:

i) Zebra běží rychlostí 60 km za hodinu, tedy 60 km za 60 minut. Za jednu minutu uběhne 60krát méně, tedy 1 km. Za 9 minut uběhne 9krát více než za minutu, tedy 9 km. Vzdálenost Vysočan od pražské zoologické zahrady pak vychází 9 km.

ii) Další možností je prosté dosazení do vztahu pro výpočet dráhy (dráha = rychlost · čas, tedy $s = vt$). Do vztahu je potřeba dosazovat ve stejných jednotkách, tedy: 9 min = 0,15 h. Vzdálenost Vysočan od pražské ZOO je potom rovna 9 km.

Pro řadu žáků je jednodušší výpočet pomocí vzorce. Často se ale dopouštějí té chyby, že prostě vynásobí číselné hodnoty, aniž by si uvědomili, že je potřeba jednotky převést.

Je vhodné řešit s žáky úlohu spíše úvahou (viz první řešení). Žáci si lépe uvědomí souvislosti včetně nutnosti převodu. Výhodou tohoto řešení je, že k němu není nutná znalost příslušného vzorce. Žáci si tento vzorec totiž mnohdy pouze formálně pamatují.

b) Tato úloha odpovídá optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba nejen dosazovat do vzorce, ale také užít výsledku předchozí úlohy a). V případě, že necháme žáky samostatně formulovat otázky a hledat řešení, lze se s nimi dostat až na úroveň excelentní (Tollingerová, kategorie 5.3).

K vyřešení této úlohy jsou potřeba jen psací potřeby. Vzhledem k číselným hodnotám není třeba ani kalkulačka.

Řešení:

i) Pokud pan Chodítko jde rychlostí 5 km za hodinu, jde 12krát menší rychlostí, tedy do ZOO musí jít 12krát delší dobu, tedy $12 \cdot 9 \text{ min} = 108 \text{ min}$. To odpovídá 1 hodině a 48 minutám. Protože 1 minuta je $1/60$ hodiny, 48 minut je $48/60 \text{ h} = 0,8 \text{ h}$. Pan Chodítko do ZOO dorazí za 1,8 h.

ii) Jiná úvaha vychází z výsledku úlohy a). Jde-li pan Chodítko rychlostí 5 km za hodinu, tak 1 km ujede za $1/5$ hodiny. 9 km proto urazí za $9/5$ hodiny, což je 1,8 h.

iii) Dalším možným řešením je pouhé dosazení do příslušného vzorce ($t = s / v$). Pak $t = 9/5 \text{ h}$.

Je evidentní, že k řešení úlohy b) vybízí přímo dotaz na plakátu. Proto je zajímavé (a vhodné) nechat žáky formulovat jednotlivé úlohy samostatně a teprve pak je případně formulovat přesněji a detailněji, případně je doplnit jednotlivými částmi z ilustrativní úlohy. Tím se žáci učí nejen zamýšlet nad světem kolem nich, ale jsou nuceni sami formulovat problémy a otázky a hledat na ně odpovědi. Navíc úlohy,

kteří si žáci zformulují sami, jsou pro ně zajímavější a více motivující. Pokud necháme žáky samostatně formulovat a řešit otázky, dostáváme se tak na excelentní úroveň (Tollingerová, kategorie 5.3). Úloha v tomto případě vyžaduje pokročilou verbální aktivitu žáka a jeho samostatné tvořivé myšlení.

c) Tato úloha odpovídá optimální úrovni, neboť její řešení již vyžaduje složitější myšlenkové operace s poznatky. Žáci jsou nuceni propojovat znalosti z nejrůznějších oborů. V případě formulace otázek a jejich řešení samotnými žáky se opět lze dostat na excelentní úroveň stejně jako v předchozí úloze b).

K vyřešení této úlohy jsou potřeba psací potřeby, tištěná mapa a počítač s přístupem na internet.

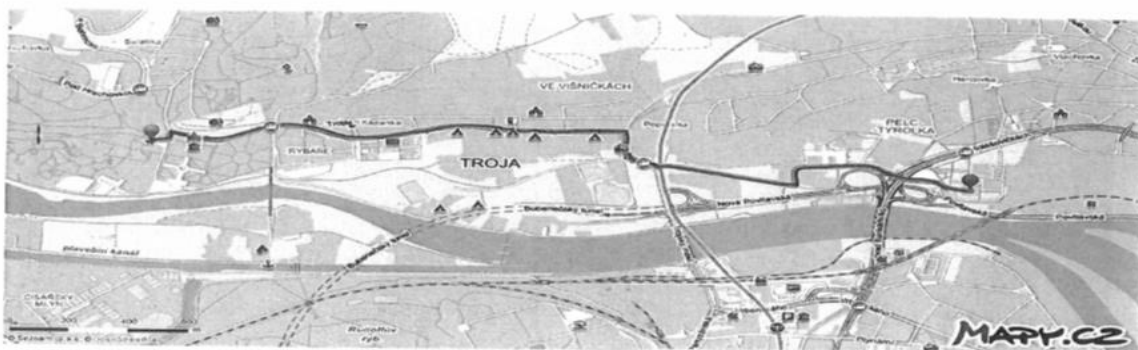
V této části žáci používají i své znalosti z jiných oborů (matematika, zeměpis, ICT). Ačkoli v zadání je přímo mapa dané lokality včetně nalezené trasy, je vhodnější zadat úlohu nejdříve bez mapy. Žáci jsou tak nuceni přemýšlet, kde mapu dané lokality získat. Volí většinou mapu v elektronické podobě (nejčastěji na internetové adrese <http://mapy.cz>) nebo mapu v papírové podobě (tištěné, viz příložená mapa). Na základě měřítka pak určují vzdušnou vzdálenost mezi danými lokalitami. Tato vzdálenost vychází přibližně 6,6 km. Je tedy kratší než vzdálenost spočtená v úloze a). Z toho plyne, že autoři plakátu nepočítali s tím, že by zebra běžela přímo. Pokud jde o vzdálenost po trase, kterou si na mapě vyznačil Petr, ta vychází opět méně (8,2 km). Na základě těchto výsledků pak může učitel diskutovat nejen o způsobu řešení, ale i o tom, kudy zebra mohla běžet. Žáci mohou jednotlivé trasy zkoumat na internetu či na tištěné mapě. Obě metody jsou pro žáky obohacující, podporují jejich kreativitu a rozvíjí jejich dovednosti, každá trochu jiným způsobem. Úloha poskytuje možnost propojení fyziky, zeměpisu a ICT. Jistou nevýhodou použití www.mapy.cz je skutečnost, že délku vybrané trasy lze získat bez jakéhokoli počítání a znalosti měřítka. Žáci tak mohou získávat výsledky bez hlubších znalostí. Naopak využití internetu v řešení úlohy učí žáka prohloubit si digitální kompetence, které jsou v dnešní době velmi důležité. Doporučujeme obě metody kombinovat.

d) Tato úloha odpovídá excelentní úrovni (Tollingerová, kategorie 4 – úlohy vyžadující tvořivé myšlení). K řešení úlohy jsou potřeba psací potřeby, kalkulačka, počítač s přístupem na internet.

Řešení:

Tuto úlohu je možné ještě rozšířit o měření rychlosti zvířete, které mají žáci doma (pes, kočka, křeček apod.), což vyžaduje zvládnutí dalších kompetencí a myšlenkových operací. Je to vhodná aktivita na domácí úkol.

Ukázka řešení:

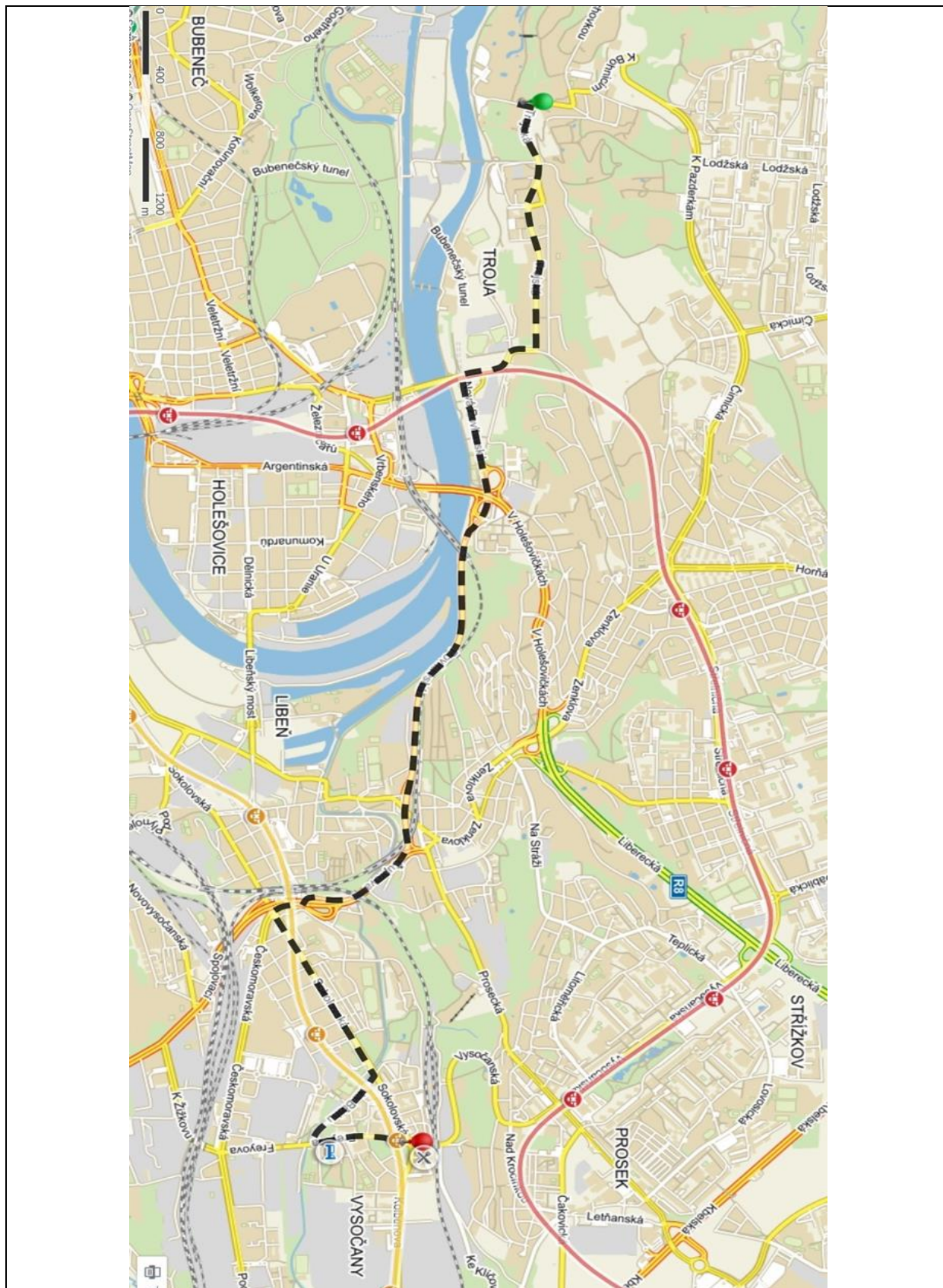


Adresa: V Holešovičkách 747/2, Praha 8
pěšky 3,1 km
klesný před zahradou: maximální rychlost 5 m/h
5 m 1 h
3100 m 620 h = 25 d 50 min

Poznámka: V žákovském řešení je chyba, 620 h není 25 d a 50 min. Správné řešení je 25 d a 20 h.

Ilustrativní obrázek z reklamní kampaně ZOO,
<http://www.zoopraha.cz/reklama-a-marketing/kampane/9142-rychlostni-kampan>,
vyfoceno ve vestibulu metra Vysočanská.

Poznámka: mapa (viz příloha) je stažena ze serveru www.mapy.cz. Měřítko je uvedeno v levém dolním rohu.



4.3 TEMATICKÝ OKRUH MECHANICKÉ VLASTNOSTI TEKUTIN

Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-3-01 Žák využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů
Indikátory	1. popíše a vysvětlí princip konkrétního jednoduchého zařízení, které využívá Pascalův zákon 2. popíše změny hydrostatického, resp. atmosférického tlaku v závislosti na hloubce, resp. nadmořské výšce 3. popíše příklady využití principu spojených nádob v běžném životě, resp. technické praxi 4. objasní pojmy přetlak, resp. podtlak a využití těchto jevů v technické praxi
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-3-02 Žák předpoví z analýzy sil působících na těleso v klidné tekutině chování tělesa v ní
Indikátory	1. na základě experimentu určí velikost vztlakové síly působící na těleso zcela ponořené do kapaliny 2. na základě znalosti hustoty tělesa a tekutiny předpoví chování tělesa v této tekutině

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-3-01a		
F-9-3-01 Žák využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů		
minimální		excelentní
zadání ilustrativní úlohy		
Hlavní roli v následující úloze hraje injekční stříkačka, jejíž vnitřek je zcela naplněn vodou. Zamyslete se nad následujícími problémy. Na všech fotografiích platí, že směr dolů na fotografii odpovídá směru k zemi. a) Určete, kde ve stříkačce je největší hydrostatický tlak. Toto místo (tato místa) znázorněte do obrázku a svoje rozhodnutí zdůvodněte.		
		

b) Na další fotografii je opět injekční stříkačka, jejíž vnitřek je zcela naplněn vodou.

Stříkačku nejprve volně držíme v ruce – není stlačována.

Potom ji rukou stlačíme.

Určete v každém případě zvlášť, kde ve stříkačce je největší tlak. Tato místa znázorněte do obrázku a svoje rozhodnutí zdůvodněte.



možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: žák aplikuje poznatky o tlaku v kapalinách k řešení fyzikálního problému.

Nastavení úrovně ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání a transformaci, viz Tollingerová, kategorie 1.1 a 3.1)
- b) EXCELENTNÍ (úloha na objevování na základě vlastních úvah, viz Tollingerová, kategorie 5.5)

Poznámka:

Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-3-01.2: *žák popíše změny hydrostatického, resp. atmosférického tlaku v závislosti na hloubce, resp. nadmořské výšce*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků. Úlohu řadíme k minimální úrovni, protože k jejímu vyřešení stačí základní znalost, že hydrostatický tlak roste se zvětšující se hloubkou.

Úloha b) na excelentní úrovni se váže k indikátoru F-9-3-01.1: *žák popíše a vysvětlí princip konkrétního jednoduchého zařízení, které využívá Pascalův zákon* a také k indikátoru F-9-3-01.2. Je vhodné využít skupinovou práci žáků kombinovanou s rozhovorem mezi učitelem a žáky ve skupině. Tato úloha

odpovídá nejnáročnější excelentní úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba provést syntézu několika dílčích poznatků a aplikovat je na konkrétní situaci.

Řešení:

a) Místa s největším hydrostatickým tlakem jsou v největší hloubce v kapalině (na dně – znázorněno úsečkou).



Často se stává, že žáci označí jako místa s největším hydrostatickým tlakem ta u konce posuvné části stříkačky (zcela vpravo ve vodě). Je to patrné z toho důvodu, že běžně ve výuce se žáci setkají s diskuzí hydrostatického tlaku u nádob s rovinným dnem umístěným dole, zatímco zde je „dno“ umístěno vpravo.

b) V obou případech největší tlak bude v místě, které je nejnižší ve vodě uvnitř stříkačky (vyznačeno tečkou v obrázku).

V prvním případě, když stříkačku nestlačujeme (držíme volně v ruce), bude největší tlak ve vodě dán největším hydrostatickým tlakem.

Ve druhém případě se ještě navíc objeví tlak vyvolaný vnější silou – stlačování rukou. Tento přírůstek tlaku bude ale podle Pascalova zákona ve všech místech kapaliny stejný, takže největší tlak zůstane dole.



Častou chybou je, že žáci ve druhém případě sice aplikují Pascalův zákon, ale už neuvažují hydrostatický tlak v kapalině. Je vhodné se žáky diskutovat, že sice mluvíme o „stlačování rukou“, ale stříkačku s vodou se prakticky nepodaří stlačit (nepodaří se zmenšit objem vody v ní).

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-3-01b

F-9-3-01 Žák využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů

minimální

optimální

excelentní

zadání ilustrativní úlohy

Na obrázku je tabulka popisující závislost tlaku, teploty a hustoty vzduchu na nadmořské výšce.

$\frac{h}{\text{m}}$	$\frac{p}{\text{hPa}}$	$\frac{t}{^\circ\text{C}}$	$\frac{\rho}{\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}}$
0	1 000	15,00	1,210
100	988,2	14,35	1,198
200	976,5	13,70	1,184
500	942,1	11,75	1,153
1 000	886,9	8,50	1,098
1 500	834,6	5,25	1,045
2 000	784,5	2,00	0,994
2 500	737,1	−1,25	0,945
3 000	691,8	−4,50	0,898
3 500	649,0	−7,75	0,852
4 000	608,2	−11,00	0,809
4 500	569,7	−14,25	0,770
5 000	533,0	−17,50	0,727
6 000	465,6	−24,00	0,651
7 000	405,1	−30,50	0,582
8 000	351,1	−37,00	0,518
9 000	303,3	−43,50	0,460
10 000	260,7	−50,00	0,407
11 000	223,2	−56,50	0,359

Zdroj: [12], s. 157.

- Určete zhruba, o kolik kilopascalů se změní atmosférický tlak při výstupu z nadmořské výšky 500 m do 1 km nad mořem.
- Na základě údajů v tabulce a vašich dalších znalostí rozhodněte, zda platí následující tvrzení. Odpovědi označte v tabulce křížkem.

Tvrzení	ANO	NE
V nadmořské výšce 6 km bývá menší než poloviční atmosférický tlak v porovnání s tlakem u hladiny moře.		
Hustota vzduchu se vzrůstající nadmořskou výškou roste.		
V nadmořské výšce 1 500 m je vždy atmosférický tlak 834,6 hPa.		
Při výstupu z nadmořské výšky 1 km do 2 km klesne tlak o stejnou hodnotu jako z nadmořské výšky 5 km do 6 km.		

- c) Při horské túře vyfotil David svoje hodinky s barometrem. Kamarádům přes Facebook napsal, aby si tipli, jestli je v České republice, nebo v zahraničí. Dokážete zjistit, v jaké nadmořské výšce přibližně David je a zda je tedy pravděpodobně doma, nebo v zahraničí?

Uveďte, jaký důležitý předpoklad musí být splněn, aby bylo možné údaje v tabulce v dané situaci použít.



možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: žák použije údaje v tabulce a svoje znalosti (včetně geografických) k úvahám o atmosférickém tlaku.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha kvantitativní, rutinní, viz Tollingerová, kategorie 2.9)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha na transformaci, viz Tollingerová, kategorie 3.1)
- c) EXCELENTNÍ (úloha na porovnávání, hodnocení a objevování na základě vlastních úvah, viz Tollingerová, kategorie 2.5, 3.6 a 5.5)

Poznámka:

Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-3-01.2: *žák popíše změny hydrostatického, resp. atmosférického tlaku v závislosti na hloubce, resp. nadmořské výšce*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení stačí jednoduše vyčíst údaje z tabulky a provést jednoduché matematické operace (včetně převedení fyzikálních jednotek). Vzhledem k uvedeným číselným hodnotám není třeba kalkulačka.

Úloha b) na optimální úrovni se váže také k indikátoru F-9-3-01.2. Je možné využít samostatnou práci žáků s následným rozhovorem mezi učitelem a žáky (diskuze žakovských zdůvodnění). Tato úloha

odpovídá optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba umět číst z tabulky a provést matematické operace s údaji v tabulce.

Úloha c) na excelentní úrovni se váže ke stejnému indikátoru. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít skupinovou práci žáků kombinovanou s rozhovorem mezi učitelem a žáky ve skupině. Tato úloha odpovídá nejnáročnější excelentní úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba provést více poznávacích operací.

Řešení:

a) Rozdíl tlaků v nadmořské výšce 500 m a 1 000 m je podle tabulky v tomto pořadí roven $942,1 \text{ hPa} - 886,9 \text{ hPa} = 55 \text{ hPa} = 5,5 \text{ kPa}$. Tlak o tuto hodnotu při výstupu klesne; ve větší nadmořské výšce je nižší tlak. Žáci často zapomínají převést hodnotu v hPa do kPa.

b)

Tvrzení	ANO	NE
V nadmořské výšce 6 km bývá menší než poloviční atmosférický tlak v porovnání s tlakem u hladiny moře.	X	
Hustota vzduchu se vzrůstající nadmořskou výškou roste.		X
V nadmořské výšce 1 500 m je vždy atmosférický tlak 834,6 hPa.		X
Při výstupu z nadmořské výšky 1 km do 2 km klesne tlak o stejnou hodnotu jako z nadmořské výšky 5 km do 6 km.		X

Zdůvodnění:

ANO – V 6 km je podle tabulky menší tlak než 500 hPa, což je polovina tlaku v 0 m.

NE – Je to naopak (viz poslední sloupec tabulky).

NE – Atmosférický tlak v čase kolísá. Uvedeny jsou přibližné (průměrné) hodnoty.

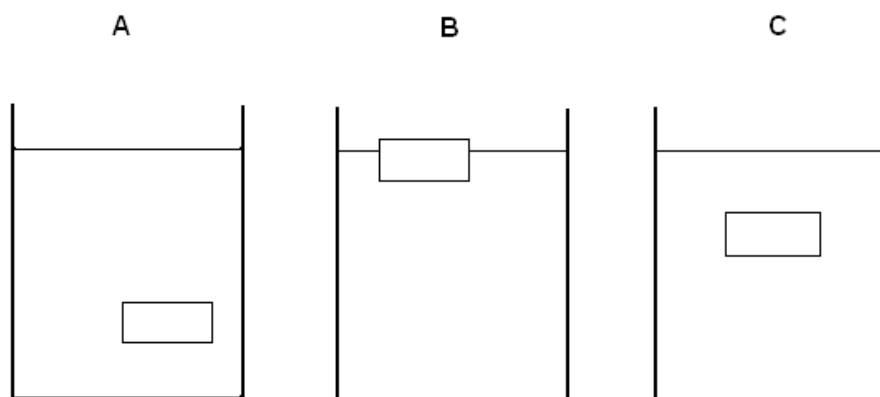
NE – V prvním případě klesne tlak asi o 100 hPa, ve druhém jen zhruba o 70 hPa.

c) Barometr zabudovaný v hodinkách ukazuje atmosférický tlak přibližně 779 hPa. (Jednotka hPa není z obrázku zřetelná, ale předpokládáme ji.) Této hodnotě je v tabulce nejbližší hodnota 784,5 hPa, která odpovídá nadmořské výšce 2 000 m. Naměřená hodnota je ale trochu menší, a tak je David zřejmě ještě v trochu větší nadmořské výšce. Vzhledem k tomu, že nejvyšší hora České republiky, Sněžka, je vysoká přibližně 1 600 m, je velmi pravděpodobné, že je David v zahraničí.

Předpokladem zde je, že u hladiny moře je atmosférický tlak 1 000 hPa. Pokud je tento tlak jiný, lze očekávat i jinou hodnotu tlaku v příslušné nadmořské výšce, a tím pádem také David může být v jiné nadmořské výšce, než kterou jsme zjistili na základě tabulky.

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-3-02
F-9-3-02 Žák předpoví z analýzy sil působících na těleso v klidné tekutině chování tělesa v ní
minimální
optimální
excelentní
zadání ilustrativní úlohy

Na následujících obrázcích A, B, C jsou zjednodušeně zakreslena stejnorodá tělesa z pevných látek, která jsou v klidu ve stejnorodých kapalinách.



- Předpokládejte, že ve všech třech nádobách je stejná kapalina. Rozhodněte, jestli pevná tělesa v nádobách na obrázcích A, B, C mají menší, stejnou nebo větší hustotu než kapalina.
- Znáznorněte do obrázků A, B, C síly, na základě jejichž působení lze vysvětlit chování pevných těles v kapalině.
- Představte si, že pevná tělesa nejsou na obrázcích nutně v klidu, ale že se mohou pohybovat (obrázek tak zachycuje jen „snímek“ z děje). Rozhodněte, co je oprávněné říci o následujících tvrzeních (označte křížkem):

Tvrzení	URČITĚ PLATÍ	URČITĚ NEPLATÍ	NELZE ROZHODNOUT
Pokud těleso na obrázku A klesne až ke dnu a tam zůstane, tak má větší hustotu než kapalina.			
Pokud by se těleso postupně nalézalo v podobných polohách jako na obrázcích A, C a B (v tomto pořadí) a v poloze B potom zůstalo v klidu, pak toto těleso má menší hustotu než kapalina.			
Pokud těleso držíme v ruce v poloze, která je na obrázku B, těleso pak volně pustíme a ono se začne pohybovat směrem dolů, pak má větší hustotu než kapalina.			

Cíl úlohy: žák použije znalosti týkající se hustoty a působících sil k popisu a vysvětlení chování tělesa z pevné látky v klidné kapalině.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání, viz Tollingerová, kategorie 1.1)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha na analýzu a syntézu, viz Tollingerová, kategorie 2.4)
- c) EXCELENTNÍ (úloha na objevování na základě vlastních úvah, viz Tollingerová, kategorie 5.5)

Poznámka:

Na obrázku v zadání jsou pevná tělesa v kapalině záměrně znázorněna v obecných polohách (ne nutně uprostřed v pravolevém směru).

Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-3-02.2: *žák na základě znalosti hustoty tělesa a tekutiny předpoví chování tělesa v této tekutině*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba pouze vybavení si nabytých znalostí a jejich lehká aplikace.

Úloha b) na optimální úrovni se přímo neváže k žádnému z indikátorů uvedených u očekávaného výstupu F-9-3-02. Tato úloha odpovídá optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba využít mimo jiné znalost Newtonových pohybových zákonů. Je možné využít samostatnou práci žáků s následným rozhovorem mezi učitelem a žáky (diskuze žákovských zdůvodnění).

Také úloha c) na excelentní úrovni se neváže ke konkrétnímu indikátoru. Tato úloha odpovídá excelentní úrovni, protože vyžaduje složitější než dichotomické rozhodování (ve schématu ano/ne). Obtížná je zejména kvůli třetímu tvrzení, které neobsahuje dostatek informací k rozhodnutí o jednoznačné (ne)platnosti. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít skupinovou práci žáků kombinovanou s rozhovorem mezi učitelem a žáky ve skupině.

Řešení:

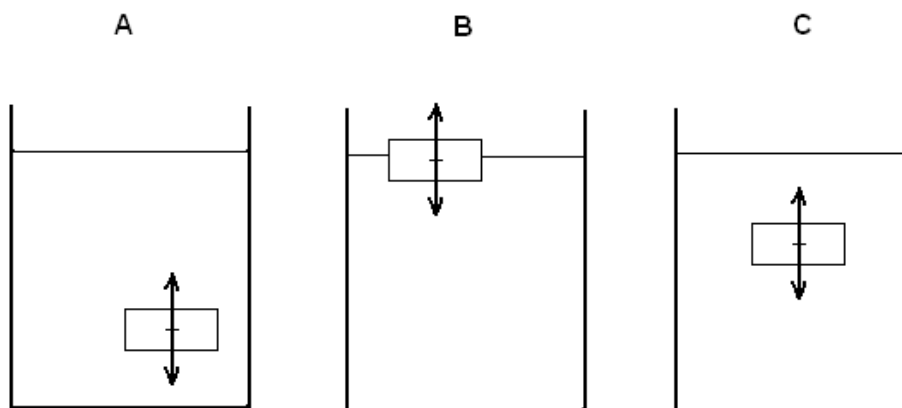
a) Těleso na obrázku A se v kapalině volně vznáší, takže má stejnou hustotu jako kapalina.

Těleso na obrázku B plave u hladiny, takže má menší hustotu než kapalina.

Těleso na obrázku C se v kapalině (obdobně jako na obrázku A) volně vznáší, takže má opět stejnou hustotu jako kapalina.

Alternativou k danému zadání je, že žáci mají uspořádat pevná tělesa podle hustoty (např. vzestupně). Častou chybou pak je, že v případě A má podle žáků těleso větší hustotu než v případě C, kde „je výše“.

b) Vzhledem k tomu, že podle zadání jsou pevná tělesa ve všech případech v klidu, musí být výsledná síla, která na ně působí, v každé ze situací A, B, C nulová. Nulová výslednice vznikne složením tíhové síly (mířící svisle dolů), kterou působí Země na pevné těleso, a stejně velké, ale opačně (vzhůru) orientované vztlakové síly, kterou působí kapalina na dané těleso.



Někdy se objevuje chyba, že žáci znázorní v případě plavání (B) vztlakovou sílu větší než tíhovou. Tíhová síla v obrázcích A, B, C může být znázorněna různě velkými orientovanými úsečkami, vždy ale musí mít stejnou velikost jako vztlaková síla v daném obrázku.

c)

Tvrzení	URČITĚ PLATÍ	URČITĚ NEPLATÍ	NELZE ROZHODNOUT
Pokud těleso na obrázku A klesne až ke dnu a tam zůstane, tak má větší hustotu než kapalina.	X		
Pokud by se těleso postupně nalézalo v podobných polohách jako na obrázcích A, C a B (v tomto pořadí) a v poloze B potom zůstalo v klidu, pak toto těleso má menší hustotu než kapalina.	X		
Pokud těleso držíme v ruce v poloze, která je na obrázku B, těleso pak volně pustíme a ono se začne pohybovat směrem dolů, pak má větší hustotu než kapalina.			X

První tvrzení platí, protože tělesa s větší hustotou, než je hustota kapaliny, klesnou ke dnu.

Druhé tvrzení platí, protože tělesa, která mají menší hustotu než kapalina, stoupají v kapalině vzhůru a částečně se vynoří.

U třetího tvrzení nelze na základě popisu jednoznačně rozhodnout ve smyslu ano/ne, protože není určeno, v jaké poloze těleso zůstane v klidu (ještě když bude částečně nad hladinou; nebo když bude celé pod hladinou, ale ne na dně; nebo když bude na dně).

4.4 TEMATICKÝ OKRUH ENERGIE

Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-4-01 Žák určí v jednoduchých případech práci vykonanou silou a z ní určí změnu energie tělesa
Indikátory	1. vysvětlí definiční vztah pro mechanickou práci vykonanou konstantní silou, která působí na těleso ve směru pohybu, a provádí jednoduché výpočty vykonané práce, resp. síly nebo dráhy 2. ze znalosti vykonané práce určí změnu energie příslušného tělesa a naopak
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-4-02 Žák využívá s porozuměním vztah mezi výkonem, vykonanou prací a časem
Indikátory	1. vypočítá výkon ze zadané práce a času 2. objasní pojem účinnost
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-4-03 Žák využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh
Indikátory	1. popíše formy energie, se kterými se může setkat v přírodě 2. vysvětlí na základě zákona zachování energie jednoduché příklady přeměny forem energie a jejich přenosu
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-4-04 Žák určí v jednoduchých případech teplo přijaté či odevzdané tělesem
Indikátory	1. vyhledá v tabulkách měrnou tepelnou kapacitu látek a vysvětlí její význam 2. využívá vztah $Q = cm(t_2 - t_1)$ pro určování tepla přijatého nebo odevzdaného tělesem v konkrétním příkladě
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-4-05 Žák zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí
Indikátory	1. posoudí výhody a nevýhody užití některých energetických zdrojů, jako uhlí, ropy, zemního plynu, větru, vody... (například pro výrobu elektrické energie) 2. posoudí výhody a nevýhody využití jaderné energie, resp. vliv jaderné elektrárny na životní prostředí

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-4-01a		
F-9-4-01 Žák určí v jednoduchých případech práci vykonanou silou a z ní určí změnu energie tělesa		
minimální	optimální	excelentní
zadání ilustrativní úlohy		
Auto značky Peugeot 307 CC zabrzdilo na 240 metrech vodorovné, přímé dálnice. Výslednice brzdících sil měla průměrnou velikost 5,2 kN. a) Určete, jak velkou práci výsledná brzdící síla vykonala. b) Určete, jak by se musela změnit velikost výsledné brzdící síly, kdyby bylo potřeba zabrzdit na dvoutřetinové vzdálenosti (vzhledem k předchozímu případu) a její práce by se přitom neměla změnit.		

- c) Diskutujte situaci ze zadání z hlediska forem energie a jejich změn. Rozhodněte a zdůvodněte, zda v této situaci platí zákon zachování mechanické energie.

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy:

a, b) žák vypočítá ze vztahu mezi mechanickou prací, konstantní silou a dráhou libovolnou z těchto tří veličin.

c) žák kvalitativně popíše děj spojený s konáním práce s využitím pojmu energie.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha kvantitativní, rutinní, viz Tollingerová, kategorie 2.9)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha na porovnávání, viz Tollingerová, kategorie 2.5)
- c) EXCELENTNÍ (úloha na hodnocení a objevování na základě vlastních úvah, viz Tollingerová, kategorie 3.6 a 5.5)

Poznámka:

Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-4-01.1: *žák vysvětlí definiční vztah pro mechanickou práci vykonanou konstantní silou, která působí na těleso ve směru pohybu, a provádí jednoduché výpočty vykonané práce, resp. síly nebo dráhy*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení stačí dosadit do vztahu pro mechanickou práci a provést jednoduché matematické operace (včetně převedení fyzikálních jednotek).

Úloha b) na optimální úrovni se váže ke stejnému indikátoru. Je možné využít samostatnou práci žáků s následným rozhovorem mezi učitelem a žáky (diskuze žákovských postupů). Tato úloha odpovídá optimální úrovni, protože nemá zcela rutinní zadání (je náročnější na získání potřebných údajů).

Úloha c) na excelentní úrovni se vztahuje jednak k indikátoru F-9-4-01.2: *žák ze znalosti vykonané práce určí změnu energie příslušného tělesa a naopak*, jednak také k indikátorům F-9-4-03.1: *žák popíše formy energie, se kterými se může setkat v přírodě* a F-9-4-03.2: *žák vysvětlí na základě zákona zachování energie jednoduché příklady přeměny forem energie a jejich přenosu*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít skupinovou práci žáků kombinovanou s rozhovorem mezi učitelem a žáky ve skupině. Tato úloha odpovídá nejnáročnější excelentní úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba zhodnotit platnost zákona zachování mechanické energie a pracovat s pojmem vnitřní energie (obojí odpovídá spíše středoškolské úrovni).

Řešení:

a) Práci vykonanou brzdící silou určíme jako

$$W = F_s = 5\,200 \cdot 240\,\text{J} = 1\,248\,000\,\text{J} \doteq 1,2\,\text{MJ}.$$

Žáci často zapomínají převést hodnotu v kN na N.

b) Úlohu lze řešit „přímým dosazením“ do vztahu $F = \frac{W}{s}$, který získáme jednoduchou úpravou výchozího vztahu $W = Fs$. Postupně tak dostáváme

$$F = \frac{W}{s} = \frac{1\,248\,000\text{ J}}{\frac{2}{3} \cdot 240\text{ m}} = 7\,800\text{ N} = 7,8\text{ kN}.$$

Velikost výsledné brzdící síly se musí zvětšit na 7,8 kN, tj. musí vzrůst o 2,6 kN (neboli musí vzrůst o polovinu).

c) Jedoucí auto má pohybovou (kinetickou) energii. Při brzdění se kvůli konání práce tato energie bude zmenšovat a při úplném zastavení auta bude nulová (vůči Zemi). Protože jede auto po vodorovné dálnici, tak polohová energie (tíhová potenciální) se nezmění. Součet pohybové a polohové energie tedy nezůstane stejný (nebude konstantní), takže v tomto případě neplatí zákon zachování mechanické energie.

Pohybová energie se ale změní na vnitřní energii auta (některé části auta se zahřejí) a také na vnitřní energii okolního vzduchu a dálnice (jejího povrchu).

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-4-02 a F-9-4-01b

F-9-4-02 Žák využívá s porozuměním vztah mezi výkonem, vykonanou prací a časem

(podúlohy *a, b, c*)

minimální

optimální

excelentní

F-9-4-01 Žák určí v jednoduchých případech práci vykonanou silou a z ní určí změnu energie tělesa

(podúlohy *d, e*)

minimální

optimální

zadání ilustrativní úlohy

Nákladní výtah má motor, který při provozu vykoná za 1 minutu celkovou práci 540 kJ. Výtah jezdí v budově, která má 30 pater, na každé z nich připadají 4 metry výšky.

- Jaký výkon má motor?
- Je možné, že z celkové práce vykonané motorem za 1 minutu se ve skutečnosti použije na zvedání 459 000 J? Popište tento jev pomocí vhodné veličiny a vyjádřete hodnotu této veličiny.
- Navrhněte dvě možnosti, jak se mohou změnit údaje týkající se času a práce v zadání úlohy, pokud by měl motor výtahu o polovinu větší výkon.
- Jakou práci by vykonal motor výtahu, kdyby se při pohybu ze šestého do jedenáctého patra využila veškerá práce na změnu jeho polohové energie a pohybující se výtah (včetně nákladu) by měl hmotnost 1 tunu?

Na základě zadání a podúlohy *d* určete, jakou průměrnou rychlostí by se výtah pohyboval mezi 6. a 11. patrem.

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: žák využívá znalost souvislostí mezi změnou energie, prací, výkonem, časem, silou a rychlostí k řešení fyzikálních úloh.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha kvantitativní, rutinní, viz Tollingerová, kategorie 2.9)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha na výklad a na hodnocení, viz Tollingerová, kategorie 3.2 a 3.6)
- c) EXCELENTNÍ (úloha na abstrakci a na odvozování, viz Tollingerová, kategorie 2.8 a 3.4)
- d) MINIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání, kvantitativní, rutinní, viz Tollingerová, kategorie 1.1 a 2.9)
- e) OPTIMÁLNÍ (úloha na syntézu, viz Tollingerová, kategorie 2.4)

Poznámka:

Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-4-02.1: *žák vypočítá výkon ze zadané práce a času*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba kromě použití správného vztahu pro výkon již jen dosadit zadané hodnoty, které je třeba převést do základních jednotek. Vzhledem k číselným hodnotám veličin není třeba kalkulačka.

Úloha b) na optimální úrovni se váže k indikátoru F-9-4-02.2: *žák objasní pojem účinnost*. Z hlediska forem a metod výuky je možné použít skupinovou výuku (resp. práci ve dvojicích) kombinovanou s rozhovorem mezi učitelem a žáky. Tato úloha odpovídá optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba stanovit (rozpoznat), že vhodnou veličinou, kterou je třeba určit, je účinnost. K řešení úlohy je potřeba kalkulačka.

Úloha c) na excelentní úrovni se váže k indikátoru F-9-4-02.1. Je vhodné využít skupinovou výuku (resp. práci ve dvojicích) kombinovanou s rozhovorem mezi učitelem a žáky. Tato úloha odpovídá excelentní úrovni, protože vyžaduje abstraktní uvažování a svým charakterem je divergentní (existuje více správných řešení).

Úloha d) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-4-01.2: *žák ze znalosti vykonané práce určí změnu energie příslušného tělesa a naopak*. Je vhodné využít samostatnou práci žáků. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba použití vztahu mezi mechanickou prací a změnou polohové energie, který je ale slovně uveden v zadání, a dále již jen vyhledání potřebných údajů v zadání úlohy. Vzhledem k číselným hodnotám veličin není kalkulačka potřeba.

Úloha e) na optimální úrovni se neváže ke konkrétnímu indikátoru, ale souvisí s předchozí podúlohou. Je náročnější z toho důvodu, že její vyřešení vyžaduje propojení (syntézu) několika údajů a dílčích výpočtů. Vhodná je spíše skupinová výuka (resp. práce ve dvojicích) kombinovaná s rozhovorem mezi učitelem a žáky.

Řešení:

a) Výkon P souvisí s vykonanou prací W a časem t podle vztahu $P = W / t$.

Odtud dostáváme $P = 540\,000\text{ J} / 60\text{ s} = 9\,000\text{ W} = 9\text{ kW}$. Žáci často zapomínají převést zadané hodnoty do základních jednotek. Jak je vidět, další údaje ze zadání nejsou třeba.

b) Ano, je možné, že z celkové práce vykonané motorem za 1 minutu se ve skutečnosti použije na zvedání jen 459 000 J, protože tato hodnota je menší než práce vykonaná motorem (540 kJ = 540 000 J). To, že se veškerá práce nevyužije k účelu, kterému dané zařízení slouží (u výtahu zvedání, obecněji: pohyb ve svislém směru), je možné vyjádřit pomocí účinnosti, která se rovná podílu „užitečné práce“ a „celkové práce“. Účinnost $\eta = 459\,000\text{ J} / 540\,000\text{ J} = 0,85 = 85\%$.

Žáci se někdy dopustí chyby tím, že nepřeveďou porovnávané hodnoty do stejných jednotek (zde jsou dvě základní možnosti – obojí v J nebo obojí v kJ). Jak je vidět, další údaje ze zadání nejsou třeba.

Alternativně by mohli žáci popsat tento jev také např. rozdílem obou prací: 540 kJ – 459 kJ = 81 kJ. Jedná se o práci (energii), která se nevyužije ke zvedání.

c) Ze vztahu $P = W / t$ plyne, že pokud se výkon zvětší o polovinu, tj. na $1,5P$, pak původní vztah zůstane v platnosti, např. pokud:

- práce se (při nezměněném čase) zvětší také o polovinu, tj. na $1,5 W = 810\text{ kJ}$ (protože $1,5 P = 1,5 W / t$),
- čas se zmenší o třetinu (nikoli o polovinu!), tj. na 40 s, a práce zůstane stejná (protože $1,5 P = W / (2/3 t)$).

Existují také další správné možnosti, např. 3 W a 2 t. Tato úloha je myšlenkově náročná, protože její vyřešení obnáší manipulování se dvěma veličinami (z nichž jednu je možné nechat neměnnou).

d) Podle zadání má platit, že práce se bude rovnat změně polohové energie, tj. $W = mgh$. Vzhledem k tomu, že výtah urazí pět pater (jede ze šestého do jedenáctého), dostáváme, že $W = 1\,000 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 4\text{ J} = 200\,000\text{ J} = 200\text{ kJ}$.

e) Podle zadání úlohy motor při provozu vykoná za 1 minutu práci 540 kJ. Podle podúlohy d vykoná při zdolání pěti pater (20 m) práci 200 kJ (pokud uvažujeme, že se všechna práce použije na zvedání výtahu). Z těchto údajů plyne, že motor bude při jízdě výtahu mezi pěti patry v provozu po dobu

$$t = \frac{200}{540} \cdot 60\text{ s} \doteq 22\text{ s}.$$

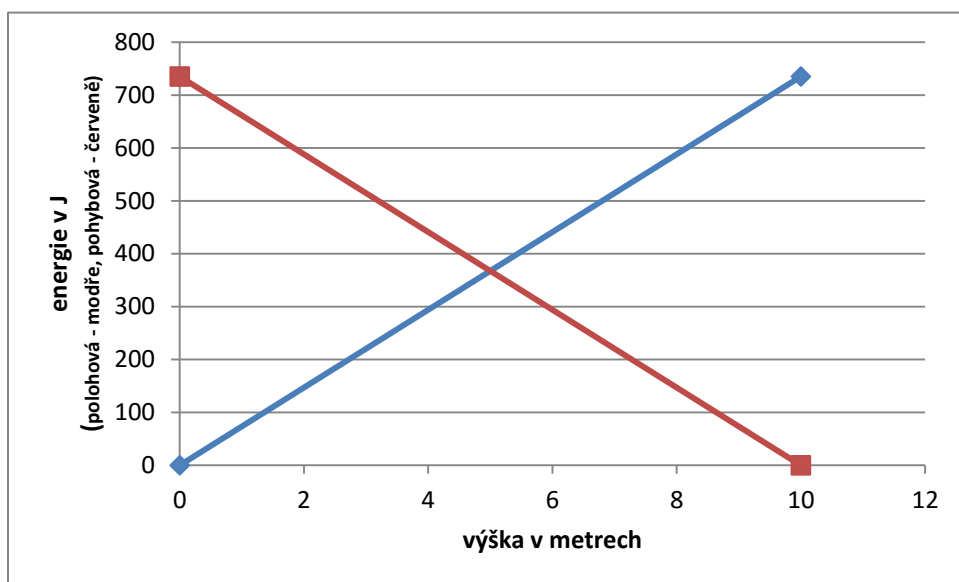
Protože přitom výtah urazí 20 m, je jeho průměrná rychlost $v = s / t = 20\text{ m} / 22\text{ s} = 0,9\text{ m/s}$ (předpokládáme, že výtah je v pohybu tehdy, když je motor v provozu).

Jiným přístupem je, že využijeme vztah mezi výkonem, velikostí síly a velikostí rychlostí, $P = Fv$. Pokud využijeme výsledku podúlohy a, dostáváme $v = P / F = 9\,000\text{ W} / 10\,000\text{ N} = 0,9\text{ m/s}$.

Je vhodné se žáky diskutovat, že celá situace je složitější: ne všechna práce vykonaná motorem se použije ke zvedání výtahu s nákladem, motor obecně nemá stále stejný výkon, výtah nejede rovnoměrným pohybem (rozjíždí se a brzdí), ... Jde tedy jen o velmi zjednodušený pohled.

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-4-03		
F-9-4-03 Žák využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh		
minimální	optimální	excelentní
zadání ilustrativní úlohy		
Ze skalního převisu se kvůli erozi uvolnil kámen o hmotnosti 7,5 kg a spadl svisle dolů 10 metrů až na zem. a) Určete, zejména které dvě formy energie kamene se budou při jeho pádu k zemi měnit. Budou se zvětšovat, nebo zmenšovat? b) Vytvořte graf, který ukazuje, jak se mění tyto formy energie během pádu v závislosti na výšce. c) Fyzikové provedli mnoho přesných měření a zjistili, že jeden z níže uvedených grafů není úplně přesný. Který z nich to podle vás je a z jakého fyzikálního důvodu tomu tak je?		
možné řešení s metodickým komentářem		
<u>Cíl úlohy:</u> žák popíše děj z pohledu změn různých forem energie. <u>Nastavení úrovně ilustrativní úlohy:</u> a) MINIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání, viz Tollingerová, kategorie 1.1) b) OPTIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání a transformaci, viz Tollingerová, kategorie 1.1 a 3.1) c) EXCELENTNÍ (úloha na hodnocení a na objevování na základě vlastních úvah, viz Tollingerová, kategorie 3.6 a 5.5) <u>Poznámka:</u> Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátorům F-9-4-03.1: <i>žák popíše formy energie, se kterými se může setkat v přírodě</i> a F-9-4-03.2: <i>žák vysvětlí na základě zákona zachování energie jednoduché příklady přeměny forem energie a jejich přenosu</i>. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků. Úloha b) na optimální úrovni se váže také k indikátoru F-9-4-03.2. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků. Žák by měl k řešení úlohy využít jednak vztah pro polohovou energii, jednak zákon zachování (mechanické) energie a transformovat tyto poznatky do podoby grafu. Graf je možné načrtnout, narýsovat nebo vytvořit pomocí softwaru (např. s využitím MS Excel). Úloha c) na excelentní úrovni se rovněž váže k indikátoru F-9-4-03.2. Úlohu považujeme za obtížnou, protože její řešení vyžaduje od žáků určité odpoutání se od předchozích poznatků. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít nejprve samostatnou práci žáků, poté skupinovou práci a následnou diskuzi vyučujícího se žáky. <u>Řešení:</u> a) Při pádu kamene se bude měnit zejména jeho polohová (potenciální tíhová) a pohybová (kinetická) energie. Polohová energie se bude s klesající výškou zmenšovat, zatímco pohybová se bude zvětšovat.		

b) Polohová energie se vypočítá ze vztahu $E_p = mgh$, a tudíž pro polohovou energii kamene ve výšce 10 m dostáváme $E_p = mgh = 7,5 \cdot 10 \cdot 10 \text{ J} = 750 \text{ J}$ (uvažujeme, že nulovou polohovou energii má kámen na zemi). Polohová energie je přímo úměrná výšce h , a tak grafem její závislosti na výšce bude úsečka „procházející nulou“ (modrá úsečka v grafu níže). Pokud předpokládáme, že platí zákon zachování mechanické energie, pak se bude polohová energie přeměňovat na pohybovou energii. Protože ve výšce 10 m byl kámen ještě v klidu (dal se zrovna do pohybu) a těsně nad zemí bude téměř veškerá polohová energie přeměněna na pohybovou, bude jejím grafem červená úsečka v obrázku níže.



Za správné řešení můžeme považovat také graf, ve kterém je oproti výše uvedenému zaměněna osa s energií za osu s výškou (bude svisle). Žáci mohou vynést více bodů do grafu (pokud si neuvědomí lineární závislost přímo ze vztahu pro polohovou energii). Je velmi vhodné, aby žáci popsali, které veličiny jsou na osách vyneseny (včetně fyzikálních jednotek).

c) Při pádu kamene se sice zmenšuje polohová energie, ale ne úplně všechna se přemění na pohybovou energii kamene. Kámen totiž padá vzduchem, dochází tak ke tření mezi kamenem a ním. Rychlost kamene je tak o něco menší, než kdyby padal v prostředí bez odporu vzduchu (ve vakuu), a tudíž bude i menší pohybová energie. Úplně přesný tedy není graf závislosti pohybové energie na výšce (přesnější graf bude ležet trochu níže oproti červené úsečce).

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-4-04

F-9-4-04 Žák určí v jednoduchých případech teplo přijaté nebo odevzdané tělesem

minimální

optimální

excelentní

zadání ilustrativní úlohy

Na obrázku je rychlovarná konvice (vpravo je vyfocen informační štítek ze spodní části konvice).



David do ní nalil půl litru vody, která měla teplotu 26 °C. Konvici zapnul a zjistil, že za 1 minutu a 40 sekund přivedla konvice vodu k varu.

- Určete, zhruba jaké teplo bylo potřeba k přivedení vody v konvici k varu.
- Na základě informací na štítku určete, jaký nejkratší čas potřebný k přivedení vody ze zadání k varu je možné očekávat.
- Zamyslete se nad postupem řešení úkolu uvedeného v bodě a). Myslíte si, že je ve skutečnosti potřeba větší, nebo menší teplo k ohřátí vody za daných podmínek? Které doprovodné děje o tom svědčí? Svůj názor fyzikálně zdůvodněte.

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: žák vypočítá teplo potřebné k ohřátí daného tělesa a zamyslí se nad ním z hlediska energetických ztrát.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha kvantitativní, rutinní, viz Tollingerová, kategorie 2.9)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha na odvozování, viz Tollingerová, kategorie 3.4)
- c) EXCELENTNÍ (úloha na výklad a na objevování na základě vlastních úvah, viz Tollingerová, kategorie 3.2 a 5.5)

Poznámka:

Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-4-04.2: *žák využívá vztah $Q = cm(t_2 - t_1)$ pro určování tepla přijatého nebo odevzdaného tělesem v konkrétním příkladě*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba v podstatě jen vybavení si vztahu pro výpočet tepla, vyhledání měrné tepelné kapacity vody v tabulkách a převedení jednotek. K výpočtu je třeba kalkulačka.

Úloha b) na optimální úrovni se neváže ke konkrétnímu indikátoru a také očekávaný výstup svým pojetím značně překračuje (týká se také očekávaného výstupu F-9-4-02). Úloha je obtížnější z toho důvodu, že vyžaduje propojení znalostí o pojmech teplo a výkon. Nestandardní je hledání potřebných údajů na informačním štítku (kde je více údajů, včetně nepotřebných). Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít skupinovou práci a následnou diskuzi vyučujícího se žáky. K výpočtu je třeba kalkulačka.

Úloha c) na excelentní úrovni se váže také k indikátoru F-9-4-04.2. Je vhodné využít skupinovou práci žáků. Tato úloha odpovídá excelentní úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba chápat, za jakých podmínek je adekvátní použít daný vztah pro teplo.

Řešení:

a) Vzhledem k tomu, že měrná tepelná kapacita vody je přibližně $4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, půl litru vody má hmotnost 0,5 kg a výsledná teplota je přibližně $100\,^\circ\text{C}$, dostáváme pro hledané teplo

$$Q = cm(t_2 - t_1) = 4\,200 \cdot 0,5 \cdot (100 - 26) \text{ J} = 155\,400 \text{ J} \doteq 160 \text{ kJ}.$$

Časový údaj ze zadání ani informace ze štítku nejsou k řešení úlohy potřeba.

b) Podle informačního štítku nebude výkon při ohřívání vody v konvici větší než 2 200 W. Ze vztahu mezi výkonem, vykonanou prací (zde dodaným teplem) a časem, $P = W/t = Q/t$, dostáváme pro čas $t = Q/P = 155\,400 \text{ J} / 2\,200 \text{ W} \doteq 71 \text{ s}$. Nejkratší čas potřebný k přivedení vody (viz zadání úlohy) k varu je přibližně 71 s. (Skutečný čas musíme ale očekávat delší – viz podúloha c. Také samotný příkon konvice může být nižší.)

c) Ve výpočtu v podúloze a) se uvažuje jen o ohřívání vody. Ve skutečnosti se ale zahřívá i konvice a část tepla se použije také na vytvoření vodní páry, která z konvice uniká. Zřejmě se také ohřívá vzduch v okolí konvice. Tyto děje svědčí o tom, že ve skutečnosti je potřeba více tepla, než je spočítáno v podúloze a).

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-4-05

F-9-4-05 Žák zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí

minimální

optimální

excelentní

zadání ilustrativní úlohy

V této úloze budeme přemýšlet o výrobě elektrické energie. Budeme se zabývat elektrárnami.

a) Rozhodněte, zda jsou následující tvrzení správná, nebo ne. Svoje rozhodnutí označte v každém řádku křížkem.

Tvrzení	ANO	NE
Získávání energie ve vodních elektrárnách (jejich stavba a provoz) vůbec nezatěžuje životní prostředí.		
Při provozu jaderné elektrárny unikají chladicími věžemi do ovzduší nebezpečné látky.		
Uhelná elektrárna potřebuje mnohem více paliva než jaderná, aby vyrobila stejné množství elektrické energie.		
Výroba a provoz elektromobilů vůbec nezatěžují životní prostředí.		

b) Zamyslete se nyní podrobněji nad vodní elektrárnou na Slapech a nad jadernou elektrárnou v Temelíně. U každé z nich uveďte dvě vlastnosti, které mohou být vnímány lidmi jako výhody, a dvě vlastnosti, které mohou být vnímány jako nevýhodné. Můžete si pomoci tak, že na internetu najdete jejich obrázky, příp. další informace o nich.

c) Představte si, že byste měli zvědavému mladšímu sourozenci, který chodí na první stupeň základní školy, přibližně ukázat, jak se vyrábí elektrická energie v uhelných a jaderných elektrárnách. Které (ve škole běžně dostupné) pomůcky byste si od svého učitele půjčili? Experiment stručně popište a předvedte.

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy:

a), b) žák zhodnotí pozitiva a negativa výroby a využívání různých zdrojů energie s využitím vlastních úvah.

c) žák demonstruje princip výroby elektrické energie pomocí elektromagnetické indukce.

Nastavení úrovně ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání, viz Tollingerová, kategorie 1.1)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha na hodnocení a objevování na základě vlastních úvah, viz Tollingerová, kategorie 3.6 a 5.5)
- c) EXCELENTNÍ (úloha na výklad, viz Tollingerová, kategorie 3.2)

Poznámka:

Úloha a) na minimální úrovni se váže k oběma indikátorům, F-9-4-05.1: *žák posoudí výhody a nevýhody užití některých energetických zdrojů, jako uhlí, ropy, zemního plynu, větru, vody, ... (například pro výrobu elektrické energie)* a F-9-4-05.2: *žák posoudí výhody a nevýhody využití jaderné energie, resp. vliv jaderné elektrárny na životní prostředí*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků a následnou diskuzi vyučujícího se žáky. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení stačí zejména vybavení si faktů, která žák slyšel nebo četl.

Také úloha b) na optimální úrovni se váže k oběma výše uvedeným indikátorům. Je vhodné využít skupinovou práci žáků a následnou diskuzi vyučujícího se žáky. Tato úloha odpovídá obtížnější optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení musí žák přijít s vlastními nápady a může být konfrontován s jinými názory ostatních. Žáci mohou použít internet.

Úloha c) na excelentní úrovni se přímo neváže k indikátorům uvedeným u očekávaného výstupu F-9-4-05, ale týká se elektromagnetické indukce. Je vhodné využít skupinovou práci žáků, během které si žáci připraví příslušný experiment. Bude se jednat o žákovský experiment, který by měl být žáky demonstrován ostatním. Tato úloha může odpovídat excelentní úrovni, pokud stejný experiment neprováděl učitel. Žáci budou zřejmě potřebovat cívku, tyčový magnet, voltmetr (milivoltmetr, který je součástí multimetru) a spojovací vodiče.

Řešení:

a)

Tvrzení	ANO	NE
Získávání energie ve vodních elektrárnách (jejich stavba a provoz) vůbec nezatěžuje životní prostředí.		X
Při provozu jaderné elektrárny unikají chladicími věžemi do ovzduší nebezpečné látky.		X
Uhelná elektrárna potřebuje mnohem více paliva než jaderná, aby vyrobila stejné množství elektrické energie.	X	
Výroba a provoz elektromobilů vůbec nezatěžují životní prostředí.		X

Tvrzení 1 a 4 jsou obecně nepravdivá, zejména kvůli kategorickým slovům „vůbec nezatěžuje/nezatěžují životní prostředí“. Např. stavba vodní elektrárny s hrází na řece je velkým zásahem do životního prostředí a také výroba elektromobilů (některých součástí) nemusí být zcela ekologická. Navíc elektřina dodávaná z elektrické sítě na výrobu elektromobilů může být např. vyrobena v uhelných elektrárnách, které prostředí znečišťují.

Tvrzení 2 je nepravdivé, protože z chladicích věží uniká nezávadná vodní pára.

Tvrzení 3 je pravdivé, protože uhelná elektrárna potřebuje (při daném výkonu) mnohem více uhlí, než kolik vyžaduje jaderná elektrárna jaderného paliva.

V následné diskuzi je vhodné navázat na další informace, které mají žáci o dané problematice.

b) *vodní elektrárna Slapy:*

výhody: nevypouští škodliviny do ovzduší
nevzniká a nemusí se skladovat odpad z výroby energie
je možné ji rychle zapnout nebo vypnout
...

nevýhody: muselo se zatopit okolí původního toku řeky

nevyrábí tolik energie jako Temelín

...

jaderná elektrárna Temelín:

výhody: vyrobí se hodně energie

nevypouští škodliviny do ovzduší

je třeba málo paliva (relativně malá hmotnost na rozdíl od uhelné elektrárny)

...

nevýhody: chladicí věže jsou vysoké a narušují ráz krajiny

vzniká a musí se skladovat odpad z výroby energie

...

Podstatou řešení této úlohy je, že žáci formulují svoje názory a pak je diskutují s ostatními. Některé (ne)výhody jsou relativní, např. zatopení údolí řeky může být vnímáno jako pozitivní pro rekreaci (koupání, rybolov) nebo pro možnost regulovat povodně.

c) Žáci by měli přijít na to, že je potřeba šikovně pohybovat magnetem v okolí (dutině) cívky. Budou tedy potřebovat cívku, tyčový magnet, milivoltmetr (multimetr) a spojovací vodiče. Pokud v blízkosti cívky pohybujeme magnetem „tam a zpátky“, pak voltmetr připojený k cívkce bude ukazovat střídající se kladné a záporné hodnoty napětí. Díky proměnnému magnetickému poli se tedy vytváří v cívkce střídavé napětí. Jedná se o jev, kterému se říká elektromagnetická indukce².

V elektrárnách je vše zařízeno ještě lépe – více cívek, lepší magnet, používá se otáčivý pohyb (ne posuvný) atd., ale princip je stejný.

4.5 TEMATICKÝ OKRUH ZVUK

Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-5-01 Žák rozpozná ve svém okolí zdroje zvuku a kvalitativně analyzuje příhodnost daného prostředí pro šíření zvuku
Indikátory	1. uvede příklady zdrojů zvuku z prostředí, ve kterém žije 2. na konkrétním příkladu předvede a vysvětlí vznik zvuku 3. vyhledá v tabulkách a vzájemně porovná rychlost šíření zvuku v různých prostředích
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-5-02 Žák posoudí možnosti zmenšování vlivu nadměrného hluku na životní prostředí
Indikátory	1. uvede příklady prostředí s nadměrným hlukem, resp. příklady zdrojů nadměrného hluku 2. popíše negativní vlivy nadměrného působení hluku na lidský organismus a navrhne ochranné prostředky, jež se mohou používat pro snížení či odstranění uvedených vlivů 3. uvede příklady, jak se v praxi provádí snižování nadměrné hladiny hluku v prostředí

² Pokud není k dispozici dostatečně citlivý voltmetr (milivoltmetr), je vhodné zkusit použít (mili)ampérmetr a výsledek experimentu je pak možné interpretovat jako vznik střídavého proudu.

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-5-01

F-9-5-01 Žák rozpozná ve svém okolí zdroje zvuku a kvalitativně analyzuje příhodnost daného prostředí pro šíření zvuku

minimální

optimální

excelentní

zadání ilustrativní úlohy

V následující tabulce jsou uvedeny přibližné hodnoty rychlosti zvuku při 20 °C.

Látka	$\frac{v}{\frac{m}{s}}$
beton	1 700
led	3 200
ocel	5 000
voda	1 500
vzduch	340

- a) Na základě svých znalostí a údajů v tabulce rozhodněte, zda jsou následující tvrzení správná, nebo ne. Svoje rozhodnutí označte v každém řádku křížkem.

Tvrzení	ANO	NE
V ledu se zvuk šíří o něco více než dvojnásobnou rychlostí než ve vodě.		
Zvuk se ve vakuu nešíří.		
Ve vodě se zvuk šíří přibližně trojnásobnou rychlostí než v betonu.		
Pod hladinou vody v bazénu nemohou být slyšet zvuky, které vznikají nad hladinou u skokanského můstku.		

- b) Vyberte si z prvních čtyř látek uvedených v tabulce (tj. kromě vzduchu) dvě z nich a ke každé vymyslete jednu situaci, kdy se v ní šíří zvuk. Co konkrétně může být zdrojem zvuku v dané situaci?
- c) Když byl Vojta o letních prázdninách u babičky v Křepenicích, byla bouřka. Ve chvíli, kdy se zablesklo, si všiml, že sekundová ručička byla na ciferníku hodin zhruba uprostřed mezi čtyřkou a pětkou, a když slyšel hrom, byla tato ručička úplně dole na šestce. Dokážete z toho zjistit, přibližně kolik kilometrů od jejich domu byla bouřka?

Cíl úlohy:

a), c) žák využije tabulku s hodnotami rychlosti zvuku v různých látkách a svoje znalosti o šíření zvuku k rozhodnutí o pravdivosti předložených tvrzení a výpočtu vzdálenosti zdroje zvuku.

b) žák vymyslí situace (včetně zdroje zvuku), kdy se v jím vybraných látkách šíří zvuk.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání a transformaci, viz Tollingerová, kategorie 1.1 a 3.1)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha na objevování na základě vlastních úvah, viz Tollingerová, kategorie 5.5)
- c) EXCELENTNÍ (úloha týkající se více poznávacích operací – znovupoznání (1.1), porovnávání (2.5) a transformace (3.1))

Poznámka:

Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-5-01.3: *žák vyhledá v tabulkách a vzájemně porovná rychlost šíření zvuku v různých prostředích*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba pouze práce s informacemi v tabulce a znalost, že zvuk se může šířit jen v látkových prostředích, ne ve vakuu.

Úloha b) na optimální úrovni se váže k indikátoru F-9-5-01.1: *žák uvede příklady zdrojů zvuku z prostředí, ve kterém žije*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků a následnou diskuzi vyučujícího se žáky. Tato úloha odpovídá obtížnější optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba přijít s vlastními nápady (úloha má mnoho správných odpovědí – jedná se o tzv. divergentní úlohu). Smyslem úlohy je, aby si žáci uvědomili, že zvuk se šíří také dalšími látkami, nejen vzduchem.

Úloha c) na excelentní úrovni se váže také k indikátoru F-9-5-01.3. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít nejprve samostatnou práci žáků, poté skupinovou práci a následnou diskuzi vyučujícího se žáky. Tato úloha odpovídá excelentní úrovni, protože žák musí k jejímu úspěšnému vyřešení využít několik poznávacích operací.

Řešení:

a)

Tvrzení	ANO	NE
V ledu se zvuk šíří o něco více než dvojnásobnou rychlostí než ve vodě.	X	
Zvuk se ve vakuu nešíří.	X	
Ve vodě se zvuk šíří přibližně trojnásobnou rychlostí než v betonu.		X
Pod hladinou vody v bazénu nemohou být slyšet zvuky, které vznikají nad hladinou u skokanského můstku.		X

b) Např. (stačí dvě látky):

beton – lidský křik se může dostat z jedné místnosti do druhé i přes betonovou zeď (např. ve starším panelovém domě)

led – při prasknutí ledu na rybníku se zvuk může šířit také ledem

ocel – zvuky vznikající pod koly vlaku se mohou šířit i ocelovými kolejemi

voda – motor člunu vytvoří zvuk, který se může šířit vodou

c) Byla-li sekundová ručička zhruba mezi čtyřkou a pětikou, pak uplynulo přibližně 7,5 sekundy, než se dostala k šestce. Podle tabulky v zadání se zvuk ve vzduchu šíří rychlostí přibližně 340 m/s. Budeme-li uvažovat, že světlo se šíří velmi vysokou rychlostí (oproti rychlosti zvuku), můžeme předpokládat, že světlo od blesku viděl Vojta bez zpoždění.

Pro vzdálenost bouřky (přesněji: vzdálenost míst, kde vznikl silný zvuk – hrom) dostaneme

$$s = vt = 340 \cdot 7,5 \text{ m} = 2\,550 \text{ m} \doteq 2,6 \text{ km}.$$

Bouřka byla vzdálena asi 2,6 km od domu, kde byl Vojta s babičkou (přibližně mezi 2 a 3 km).

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-5-02

F-9-5-02 Žák posoudí možnosti zmenšování vlivu nadměrného hluku na životní prostředí

	optimální	excelentní
--	-----------	------------

zadání ilustrativní úlohy

Při řešení následující úlohy budete přemýšlet nad hlukem ve svém okolí.

- Zamyslete se nad situacemi z posledních sedmi dnů, které jste zažili. Uveďte několik situací, kdy jste byli vystaveni nadměrnému hluku.
- Uveďte příklady toho, jak je možné snížit nadměrný hluk. Pokud jste se s konkrétním opatřením někde setkali, zkuste si vzpomenout, kde konkrétně to bylo.

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: žák reflektuje z fyzikálního hlediska situace, ve kterých se ve svém životě ocitá, nebo ty, o jejichž existenci ví.

Nastavení úrovně ilustrativní úlohy:

- OPTIMÁLNÍ (úloha na hodnocení, viz Tollingerová, kategorie 3.6)
- EXCELENTNÍ (úloha na znovupoznání a na objevování na základě vlastních úvah, viz Tollingerová, kategorie 1.1 a 5.5)

Poznámka:

Úloha a) na optimální úrovni se váže k indikátoru F-9-5-02.1: *žák uvede příklady prostředí s nadměrným hlukem, resp. příklady zdrojů nadměrného hluku*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků a následnou diskuzi řízenou vyučujícím. Žáci na základě ní mohou zhruba určit, ve kterých situacích se jako třída ocitají vystaveni hluku nejčastěji. Tato úloha odpovídá optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba, aby žák reflektoval situace, ve kterých se ocitá, z fyzikálního hlediska.

Úloha b) na optimální úrovni se váže k indikátoru F-9-5-02.3: *žák uvede příklady, jak se v praxi provádí snižování nadměrné hladiny hluku v prostředí*. Opět je vhodné využít samostatnou práci žáků a následnou diskuzi řízenou vyučujícím. Tato úloha odpovídá excelentní úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba, aby si žák vzpomněl nejen na případné dříve sdělené informace, ale zejména aby reflektoval svoji dlouhodobější zkušenost.

Řešení:

a) Příklady situací, které mohou žáci uvést:

- hluk z aut, když čekáme na kraji ulice u přechodu pro chodce
- brzdění vlaku, když stojíme na nástupišti nádraží
- když si pouštíme hudbu z mobilu do sluchátek
- fandění na fotbalovém zápase
- když děda řeže cirkulárkou dřevo
- ...

Podstatou řešení této úlohy je, že si žáci vybaví situace z nedávné doby a reflektují je z fyzikálního hlediska. Je vhodné, aby odpovědi nebyly formální, ale autentické; během diskuze je možné se žáků doptat na detaily situace (např. kde přecházeli ulici, jakou hudbu poslouchali apod.).

b) Příklady, které mohou žáci uvést:

- protihlukové stěny z betonu u železnice z Prahy do Českých Budějovic
- navezená země (val) u dálnice
- prosklený tunel („přístřešek“) na jedné ulici v Hradci Králové
- snížení rychlosti, kterou smějí jezdit auta po ulici (dopravní značkou)
- speciální povrch ulice („tichý asfalt“)
- „zacpání si uší“ (položení dlaní na uši)
- vzdálení se od zdroje zvuku (např. od hlučné ulice)
- ...

Vhodné je, aby si žáci vybavili situace ze svého života a reflektovali je z fyzikálního hlediska. Je cenné, když jsou odpovědi autentické; během diskuze je možné se žáků doptat na detaily situace nebo jevu.

4.6 TEMATICKÝ OKRUH ELEKTROMAGNETICKÉ A SVĚTELNÉ DĚJE

Očekávané výstupy tematického okruhu Elektromagnetické a světelné děje jsou rozpracovány ve Standardech pro základní vzdělávání vzdělávacího oboru Fyzika do konkrétnějších indikátorů (nastavených na minimální úroveň). Jsou uvedeny v následující tabulce.

Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-6-01 Žák sestaví správně podle schématu elektrický obvod a analyzuje správně schéma reálného obvodu
Indikátory	1. žák identifikuje schematické značky součástí elektrického obvodu (např. žárovka, zdroj, vypínač, rezistor, voltmetr, ampérmetr) a pojmenuje jednotlivé součásti elektrického obvodu 2. žák zapojí podle schématu jednoduchý elektrický obvod včetně zapojení voltmetru a ampérmetru pro měření elektrického napětí a proudu 3. žák ovládá pravidla bezpečné práce a manipulace s elektrickými zařízeními a ovládá základy první pomoci při úrazu elektrickým proudem
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-6-02 Žák rozliší stejnosměrný proud od střídavého a změří elektrický proud a napětí

Indikátory	1. žák rozliší zdroje stejnosměrného a střídavého elektrického napětí a rozpozná elektrické spotřebiče připojované ke stejnosměrnému napětí od těch, které jsou připojovány ke střídavému elektrickému napětí 2. žák změří elektrické napětí na různých součástkách elektrického obvodu 3. žák změří elektrický proud v různých částech jednoduchého elektrického obvodu
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-6-03 Žák rozliší vodič, izolant a polovodič na základě analýzy jejich vlastností
Indikátory	1. žák, na základě experimentu (zapojením do elektrického obvodu) nebo osobních zkušeností či charakteristik látek uvedených v literatuře, uvede příklady látek, které jsou vodiči, izolanty, resp. polovodiči 2. žák vysvětlí rozdíl mezi vodičem, polovodičem a izolantem 3. žák uvede příklady použití vodičů a izolantů v technické praxi 4. žák vysvětlí význam užití polovodičů v technické praxi
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-6-04 Žák využívá Ohmův zákon pro část obvodu při řešení praktických problémů
Indikátory	1. žák na základě Ohmova zákona rozumí vztahu mezi fyzikálními veličinami el. proud, el. napětí a el. odpor 2. žák využívá vztah pro elektrický odpor ($R = U/I$) a dokáže vypočítat při znalosti dvou veličin veličinu třetí v jednoduchém elektrickém obvodu 3. žák umí předpovědět změnu proudu v obvodu v závislosti na změně napětí při stálém odporu
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-6-05 Žák využívá prakticky poznatky o působení magnetického pole na magnet a cívku s proudem a o vlivu změny magnetického pole v okolí cívky na vznik indukovaného napětí v ní
Indikátory	1. žák uvede příklady elektrických spotřebičů, které pro svoji činnost využívají elektromagnetickou indukci 2. žák popíše jev elektromagnetické indukce 3. žák uvede příklady využití transformátoru v praxi
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-6-06 Žák zapojí správně polovodičovou diodu
Indikátory	1. žák zapojí polovodičovou diodu v propustném, resp. závěrném směru 2. žák uvede příklady využití polovodičových diod v technické praxi
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-6-07 Žák využívá zákona o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh
Indikátory	1. žák uvede příklady stejnorodého optického prostředí a dále pak příklady průhledných, průsvitných a neprůhledných optických prostředí 2. žák vysvětlí zákon odrazu světla při použití pojmu kolmice dopadu 3. žák objasní, proč pro obraz v rovinném zrcadle používáme pojem zdánlivý obraz a proč dochází ke stranovému převrácení obrazu 4. žák popíše a vysvětlí příklady, kdy v technické praxi dochází k využití zákona odrazu světla, a provádí praktické pokusy na základě tohoto zákona
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-6-08 Žák rozhodne ze znalosti rychlosti světla ve dvou různých prostředích, zda se světlo bude lámat ke kolmici, či od kolmice, a využívá této skutečnosti při analýze průchodu světla čočkami
Indikátory	1. žák vysvětlí, kdy dochází k lomu světla

	2. žák rozhodne, zda v konkrétním příkladu rozhraní dvou různých optických prostředí dochází k lomu světla ke kolmici, nebo k lomu světla od kolmice (součástí zadání je popis, kdy dochází k lomu ke kolmici a kdy od kolmice) 3. žák rozliší spojku od rozptylky podle optických vlastností
--	---

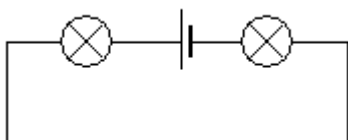
ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-6-01

F-9-6-01 Žák sestaví správně podle schématu elektrický obvod a analyzuje správně schéma reálného obvodu

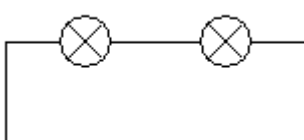
minimální	optimální	excelentní
minimální		
zadání ilustrativní úlohy		

Na obrázcích jsou schémata různých elektrických obvodů.

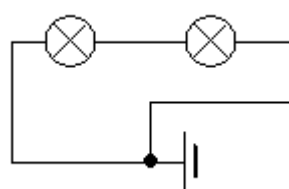
1.



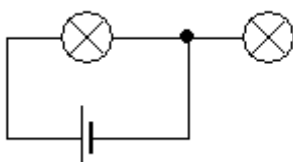
2.



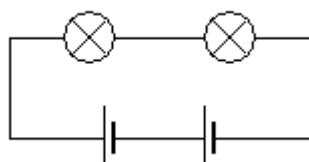
3.



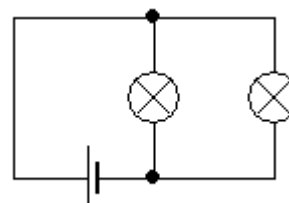
4.



5.



6.



Na základě výše uvedených schémat vyřešte následující úlohy:

- Pojmenujte součástky elektrického obvodu na 1. obrázku.
- Zapojte obvod nakreslený na 1. obrázku.
- Vyberte ty obvody, ve kterých by alespoň jedna žárovka svítila (předpokládejte, že žárovky i baterie jsou v pořádku, žárovka není prasklá). Svůj výběr zdůvodněte a ověřte zapojením.
- Navrhněte vlastní schéma elektrického obvodu se třemi žárovkami a jednou baterií tak, aby dvě žárovky svítily a jedna nesvítla. Zdůvodněte, proč třetí žárovka nesvítí. Obvod zapojte a své řešení ověřte.

Cíl úlohy: žák správně sestaví elektrický obvod podle schématu a správně analyzuje schéma reálného obvodu.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha vyžaduje pouze reprodukci jednoduchých faktů – schematických značek, Tollingerová, kategorie 1.2)
- b) MINIMÁLNÍ (úloha je přímo navázána na indikátor F-9-6-01.2, jedná se o nepodkročitelnou úroveň)
- c) OPTIMÁLNÍ (úloha vyžaduje aplikaci poznatků a zdůvodnění řešení, Tollingerová, kategorie 2.4 a 3.6)
- d) EXCELENTNÍ (úloha vyžaduje tvořivé myšlení, Tollingerová 5.2)

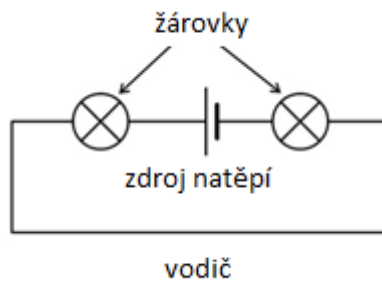
Poznámka: Úlohy reagují na časté chyby žáků týkající se toho, za jakých podmínek prochází obvodem proud. O chybných představách žáků spojených s elektrickým proudem a napětím pojednává práce D. Mandíkové [4].

Úlohu a) je vhodné využít při rychlém opakování, na úlohách c) a d) mohou žáci pracovat samostatně, s následnou kontrolou v celé třídě. Úloha b) je praktická, vyžaduje dostatek pomůcek – lze ji proto využít v rámci skupinové práce. Učitel může žákům současně dát za úkol zapojit některé další obvody, případně mohou žáci svá řešení úloh c) a d) ověřit praktickým zapojením.

a) Úloha odpovídá minimální úrovni, neboť vyžaduje zejména pamětní reprodukci poznatků (schematických značek).

K řešení úlohy nejsou potřeba žádné pomůcky.

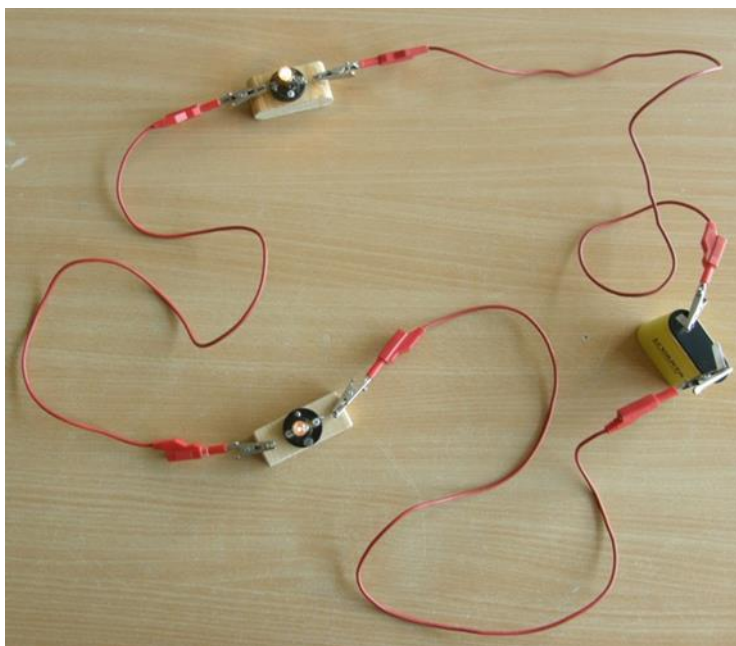
Řešení:



b) Úloha odpovídá minimální úrovni. Vyžaduje jednoduché myšlenkové operace s poznatkem (zapojení jednoduchého sériového obvodu).

K řešení úlohy jsou potřeba krokosvorky, baterie, 2 žárovky (vhodných parametrů vzhledem k baterii). Počet pomůcek se řídí použitou formou a metodou výuky (samostatná práce žáků, skupinová práce).

Řešení (jedno z mnoha) je vidět na fotografii:



c) Úloha odpovídá optimální úrovni, k jejímu úspěšnému vyřešení je potřeba aplikovat vědomosti o tom, za jakých podmínek svítí v obvodu žárovka. Žák je současně nucen své řešení slovně zdůvodnit.

K řešení úlohy nejsou třeba žádné pomůcky. V případě praktického ověřování jsou například potřeba krokosvorky, žárovky a baterie (zdroj napětí), ve vhodném počtu vzhledem k vybrané formě a metodě výuky.

Řešení:

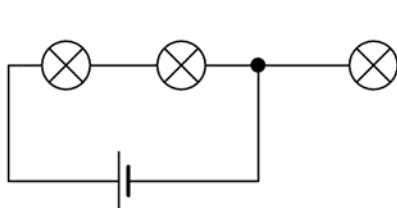
1. obrázek: Jedná se o sériové zapojení, obvod není přerušen, svítí obě žárovky.
2. obrázek: Nesvítí ani jedna žárovka, v obvodu není zapojena zdroj napětí.
3. obrázek: Nesvítí ani jedna žárovka, obě jsou připojeny pouze k jednomu pólu baterie.
4. obrázek: Svítí pouze levá žárovka, pravá je připojena pouze k jednomu pólu baterie.
5. obrázek: Svítí obě žárovky, jedná se o sériové zapojení se dvěma bateriemi v sérii. Obě žárovky jsou zapojeny oběma svými konci k oběma pólům baterií, ty jsou vzájemně spojeny správnými póly.
6. obrázek: Svítí obě žárovky, jedná se o paralelní zapojení – obě žárovky jsou k oběma pólům baterie připojeny oběma svými konci.

Zkušenosti z výuky říkají, že problémy lze čekat u obrázku 4, ve kterém je jedna žárovka připojena pouze jedním svým koncem, a u obrázku 5, ve kterém jsou zapojeny dvě baterie.

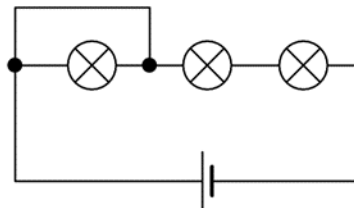
Je vhodné, pokud si žáci svoje odpovědi ověří tím, že si zkusí obvody 1–6 zapojit.

d) Úloha odpovídá excelentní úrovni. K jejímu splnění je (navíc oproti předchozím úrovním) potřeba tvořivě aplikovat znalosti o elektrických obvodech na vymyšlení vlastního obvodu dle zadání.

Řešení: Možných řešení je samozřejmě mnoho, zde proto uvádíme jen dva příklady:



a)



b)

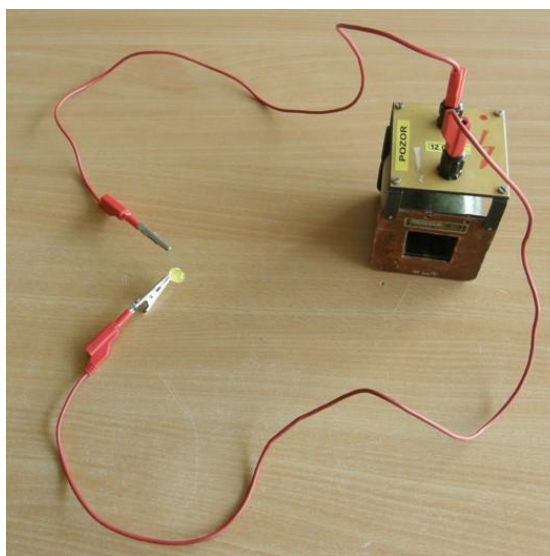
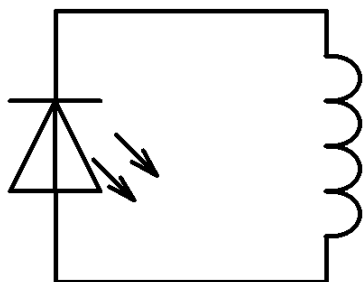
V obvodu a) nesvítí pravá žárovka, protože je připojena pouze jedním koncem, v obvodu b) nesvítí levá žárovka, protože je na ní zkrat.

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-6-05

F-9-6-05 Žák využívá prakticky poznatky o působení magnetického pole na magnet a cívku s proudem a o vlivu změny magnetického pole v okolí cívky na vznik indukovaného napětí v ní

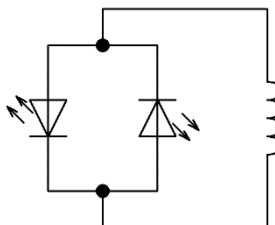
minimální	optimální	excelentní
	optimální	
zadání ilustrativní úlohy		

Na stole leží cívka, k ní je připojena LED (světelná dioda). Na levém obrázku je schéma zapojení a fotografie napravo zobrazuje reálné zapojení. Pokud do cívky vkládáme magnet, LED blikne. (LED na fotografii se nachází v levé části mezi krokosvorkami.)



Na základě výše popsané situace vyřeš následující úlohy:

- Vysvětli, proč LED při vkládání magnetu blikla.
- Navrhni alespoň jeden způsob, jak ve výše uvedené situaci zařídit, aby LED blikla jasněji.
- Navrhni alespoň jeden způsob, jak ve výše uvedené situaci zařídit, aby LED při pohybu magnetu neblíkla.
- Situaci upravíme tak, že místo jedné LED připojíme k cívce dvě LED (červenou a zelenou) zapojené proti sobě (tzv. antiparalelně) – viz schéma. Pokud zopakujeme úvodní experiment, rozsvítí se červená LED. V této upravené situaci navrhni alespoň dva způsoby, jak zařídit, aby blikla zelená LED.



Obr. k úloze d)

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: ověřit znalosti týkající se elektromagnetické indukce v situaci, která je pro žáky méně obvyklá.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- MINIMÁLNÍ (jedná se o reprodukci daného textového celku, resp. zákona – dle Tollingerové, kategorie 1.3, 1.4)
- OPTIMÁLNÍ (jde o transformaci poznatků na novou situaci – dle Tollingerové, kategorie 3.1)
- OPTIMÁLNÍ (jde o transformaci poznatků na novou situaci – dle Tollingerové, kategorie 3.1)
- EXCELENTNÍ (úlohu lze zařadit mezi problémové, vyžaduje složitější myšlenkové procesy – dle Tollingerové, kategorie 5.2)

Úloha se týká elektromagnetické indukce, místo (obvykle častěji používaného) voltmetru jsou zde použity LED. Úspěšné vyřešení některých jejích částí proto vyžaduje kromě pochopení principu elektromagnetické indukce také znalost poznatků o chování diod v elektrickém obvodu. Z tohoto důvodu se úloha dotýká také očekávaného výstupu F-9-6-06.

Úlohu a) je vhodné využít při opakování pro připomenutí zákona elektromagnetické indukce. Úlohy b) – d) jsou vhodné k samostatné práci s následnou kontrolou v celé třídě.

Řešení úloh je vhodné následně ověřit praktickým pokusem. K jeho provedení je třeba běžná LED libovolné barvy, dvě LED zapojené antiparalelně, cívka 12 000 závitů, magnet a vodiče. Na minimální úrovni nemusí učitel komentovat, proč experiment provádí s LED místo se žárovkou. Na vyšší úrovni lze použití LED zdůvodnit tak, že LED oproti žárovce stačí k rozsvícení velmi malý proud. Pro úlohu d) jsou LED nezbytné i vzhledem k tomu, že vedou proud jen jedním směrem.

Úloha a) odpovídá minimální úrovni, vyžaduje pouze reprodukci sděleného vysvětlení. Součástí vysvětlení by mělo být i zdůvodnění, proč LED pouze blikne a nezůstane svítit.

Řešení:

a) Pokud do cívky vkládáme magnet, indukuje se v cívce napětí a LED prochází proud. Ke vzniku tohoto indukovaného napětí je nutný pohyb magnetu, proto LED zhasne, když se magnet uvnitř cívky zastaví.

b) K tomu, aby LED blikla jasněji, stačí pohybovat magnetem směrem dovnitř cívky rychleji.

Mezi další řešení může patřit i návrh vzít cívku s vyšším počtem závitů, silnější magnet apod. Záleží na učiteli, kde stanoví hranici, co je ještě stejná situace a kdy už je situace uvedená v zadání změněna.

c) Aby LED při pohybu magnetu neblíkla, lze např. pohybovat magnetem mimo cívku, magnet z cívky vysouvat atd.

Pozn.: Druhé uvedené řešení je náročnější – žák si musí uvědomit, že LED vede proud jen jedním směrem, a tedy při vysouvání magnetu (nebo jeho zasouvání opačným pólem směrem dovnitř) LED nebude proud procházet, přestože se v cívce napětí indukuje.

Úloha d) odpovídá excelentní úrovni. Kromě předchozího je k úspěšnému vyřešení potřeba si uvědomit, že LED vede proud jen jedním směrem. Dvě LED zapojené antiparalelně proto indikují každá jeden směr indukovaného elektrického proudu.

Řešení:

Zelená LED v uvedené situaci blikne při vysouvání magnetu, jeho zasouvání opačným pólem směrem do cívky apod.

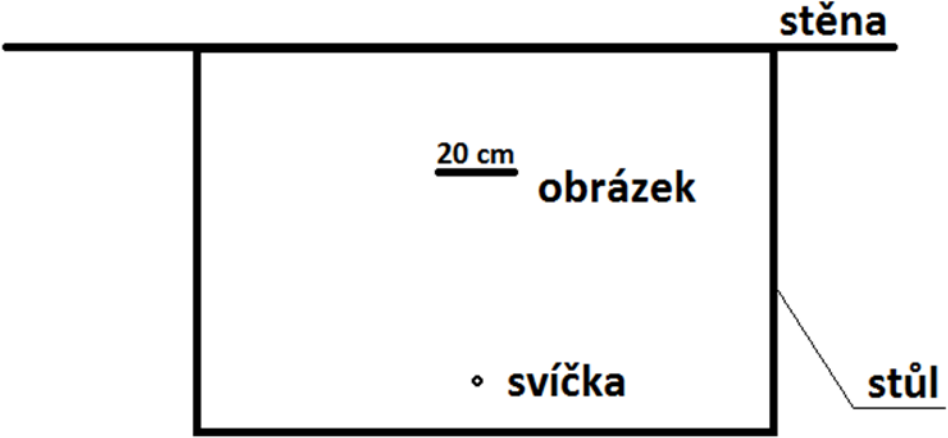
ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-6-07

F-9-6-07 Žák využívá zákona o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh

minimální	optimální	excelentní
	optimální	
zadání ilustrativní úlohy		

Na stole ve vzdálenosti 30 cm od stěny je obrázek vysoký 25 cm a široký 20 cm. Ve vzdálenosti 50 cm před obrázkem stojí na stole malá svíčka (viz obrázek). Výšku svíčky a plamene neuvažujte. Určete

- graficky stín obrázku na stěně (nakreslete ho do obrázku),
- jak široký je stín, který vrhá obrázek na stěnu,
- jak vysoký je stín, který vrhá obrázek na stěnu,
- jaká bude šířka stínu, pokud posuneme svíčku o 10 cm vpravo.



možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy: procvičit následující dovednosti:

- Žák použije zákon o přímočarém šíření světla při řešení konkrétní situace z praxe a správně použije podobnost trojúhelníků při řešení této úlohy.
- Žák zakreslí chod paprsků v souladu s přímočarým šířením světla.
- Žák si správně zakreslí popisovanou situaci s využitím zákona o přímočarém šíření světla.

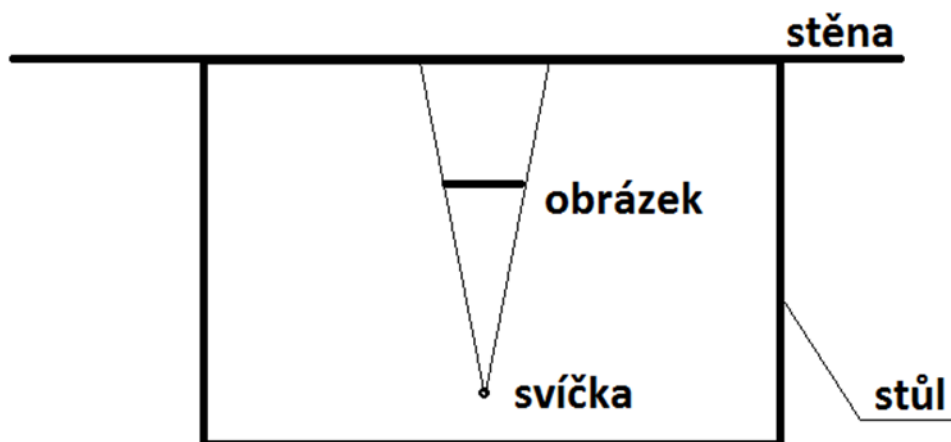
Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- MINIMÁLNÍ (úloha vyžaduje pouze jednoduché myšlenkové operace s poznatkami (Tollingerová, kategorie 2.4 – úlohy na rozbor a skladbu)
- OPTIMÁLNÍ (Tollingerová, kategorie 3.1)
- OPTIMÁLNÍ (Tollingerová, kategorie 3.1)
- EXCELENTNÍ (úloha vyžaduje samostatné tvořivé myšlení, Tollingerová 5.2)

Poznámka: Úloha je teoretická, k jejímu úspěšnému řešení jsou potřeba psací a rýsovací potřeby (pravítko) a kalkulačka.

Řešení:

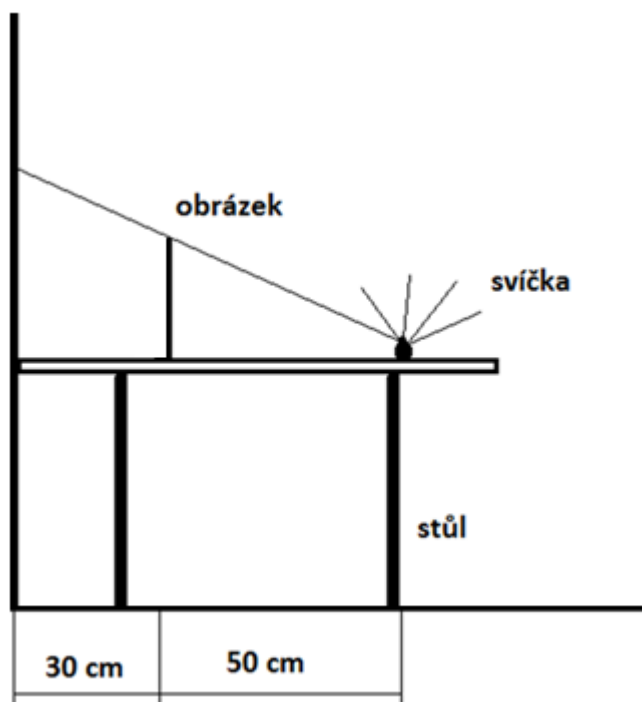
a) Paprsky vycházejí ze svíčky všemi směry. Na obrázku (pohled shora) je naznačen prostor, do kterého paprsky ze svíčky přímo nezasahují (viz obrázek). Zobrazení stínu obrazu pomocí světelných paprsků je na minimální úrovni, kterou by měli žáci zvládnout.



b) Stín obrázku je ve vzdálenosti 30 + 50 cm (tedy 80 cm) od svíčky. Z podobnosti trojúhelníků plyne, že stín je tolikrát širší než obrázek, kolikrát je svíčka dál od stěny než od obrázku. Šířka stínu je tedy $(80 / 50) \cdot 20 \text{ cm} = 32 \text{ cm}$. Šířku stínu je také možné přibližně odečíst ze situačního obrázku.

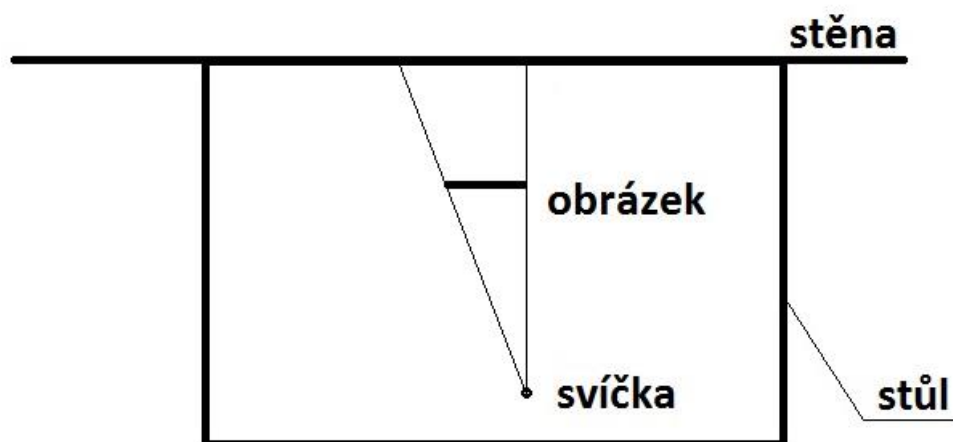
V této části žák aplikuje své poznatky z matematiky (podobnost trojúhelníků) na řešenou situaci podle obrázku v části a). Tato aplikace již pro řadu žáků není triviální, proto se jedná o optimální úroveň.

c) Obdobná situace jako u úlohy b) nastává v případě výšky stínu obrázku. Stín bude tolikrát vyšší než obrázek, kolikrát je svíčka dál od stěny než od obrázku. Stín bude tedy vysoký: $(80 / 50) \cdot 25 \text{ cm} = 40 \text{ cm}$. Nakreslíme-li si situační obrázek, který zachovává poměry vzdáleností a výšek, je možné odečíst výšku stínu z tohoto nákresu.



Tato úloha je pro žáky složitější než předchozí úloha. Hlavně z toho důvodu, že si musí nakreslit obrázek z boku, tedy z pohledu, který není uveden v zadání. Musí si to umět představit. Již toto překreslení vyžaduje určitou schopnost abstrakce. Dále je potřeba, stejně jako v předchozí úloze, použít podobnost trojúhelníků. Ukazuje se, že v případě pravoúhlých trojúhelníků je aplikace principu podobnosti pro žáky jednodušší.

d) Při posouvání svíčky o 10 cm vpravo se posouvá i stín. Ten se posouvá doleva. Protože se nemění vzdálenosti svíčky od stěny a obrázku od stěny, nemění se ani šířka stínu na stěně. Je tedy 32 cm. Stejně jako v předchozích úlohách je vhodné situaci znázornit obrázkem. Obrázek může být ve skutečné velikosti, pak je možné šířku stínu přímo odečíst. Pokud bude obrázek ve zvoleném měřítku, pak lze skutečnou velikost dopočítat.



Žák může tuto úlohu řešit pouhou úvahou. Velmi doporučujeme, aby si žák pro úspěšné řešení úlohy nakreslil obrázek, který mu pomůže si uvědomit, jak jsou jednotlivé objekty rozmístěny na stole a kde je stín. Požadovanou šířku stínu lze vypočítat na základě podobnosti trojúhelníků.

4.7 TEMATICKÝ OKRUH VESMÍR

Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-7-01 Žák objasní (kvalitativně) pomocí poznatků o gravitačních silách pohyb planet kolem Slunce a měsíců planet kolem planet
Indikátory	1. vysvětlí, která síla udržuje planety na oběžné dráze kolem Slunce a nedovolí, aby se od Slunce vzdálily; obdobně vysvětlí pohyb měsíců kolem planet 2. popíše s využitím modelu, proč dochází k zatmění Slunce a zatmění Měsíce 3. jednoduše vysvětlí (s použitím modelu) podstatu střídání měsíčních fází
Očekávaný výstup RVP ZV	F-9-7-02 Žák odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností
Indikátory	1. vysvětlí princip uvolňování energie ve Slunci 2. popíše rozdíly mezi hvězdou a planetou

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-7-01

F-9-7-01 Žák objasní (kvalitativně) pomocí poznatků o gravitačních silách pohyb planet kolem Slunce a měsíců planet kolem planet

minimální	optimální	
	optimální	

zadání ilustrativní úlohy

V následující úloze se budete zamýšlet nad nebeskými tělesy. Nejprve budete pracovat s tabulkou a potom s obrázkem.

- a) Rozhodněte, zda jsou následující tvrzení správná, nebo ne. Svoje rozhodnutí označte v každém řádku křížkem.

Tvrzení	ANO	NE
Země se pohybuje kolem Slunce po křivce, která je velmi podobná kružnici.		
Mezi Zemí a Sluncem neobíhají žádné další planety.		
Země je přitahovaná silou ke Slunci.		
Nejvzdálenější planety ve sluneční soustavě nejsou ke Slunci přitahovány.		

Nyní se zaměřte na obrázek, ve kterém jsou schematicky znázorněny Země a Slunce.



- b) Znázorněte do obrázku síly, kterými na sebe Slunce a Země působí. Napište, o jaký druh sil se jedná.
- c) Uveďte aspoň dvě vlastnosti týkající se Země nebo Slunce, které nejsou v obrázku zcela správně znázorněny.

možné řešení s metodickým komentářem

Cíl úlohy:

- a) žák použije základní znalosti o pohybu planet kolem Slunce k rozhodnutí o pravdivosti předložených tvrzení.

b), c) žák pracuje s porozuměním se schematickým obrázkem.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání, viz Tollingerová, kategorie 1.1)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha na transformaci a syntézu, viz Tollingerová, kategorie 3.1 a 2.4)
- c) OPTIMÁLNÍ (úloha na hodnocení, viz Tollingerová, kategorie 3.6)

Poznámka:

Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-7-01.1: *žák vysvětlí, která síla udržuje planety na oběžné dráze kolem Slunce a nedovolí, aby se od Slunce vzdálily; obdobně vysvětlí pohyb měsíců kolem planet*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba pouze vybavení si nabytých znalostí a jejich lehká aplikace.

Úloha b) na optimální úrovni se váže také k indikátoru F-9-7-01.1. Je vhodné využít samostatnou práci žáků. Tato úloha odpovídá optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba jednak propojit znalosti týkající se vesmíru se znalostí třetího Newtonova pohybového zákona, jednak je třeba výsledek vhodně znázornit.

Úloha c) na optimální úrovni se neváže ke konkrétnímu indikátoru a také očekávaný výstup svým pojetím značně překračuje. Nicméně kritické uvažování nad prezentovanými informacemi v grafické podobě patří mezi dovednosti, které se dají aplikovat v nejrůznějších životních situacích. Tato úloha odpovídá optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je potřeba kriticky zhodnotit prezentovaný obrázek.

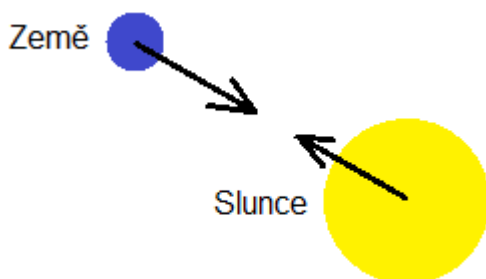
Řešení:

a) ANO, NE, ANO, NE

Častou chybou je, že žáci se domnívají, že nejvzdálenější planety ve sluneční soustavě už nejsou ke Slunci přitahovány.

b) Síly, kterými na sebe Země a Slunce vzájemně působí, jsou podle třetího Newtonova pohybového zákona stejně veliké, opačně orientované (a jejich působiště je v těžištích obou těles). Jedná se o gravitační síly.

Častou chybou je, že žáci znázorní síly jako různě veliké.



c) Mezi vlastnosti týkající se Země nebo Slunce, které nejsou v obrázku realisticky znázorněny, patří např. tyto:

Země by měla být znázorněna jako mnohem menší vůči Slunci.

Vzdálenost mezi Sluncem a Zemí by měla být mnohem větší v porovnání s velikostmi obou těles.
 Země i Slunce mají ve skutečnosti jinou barvu.
 Země a Slunce jsou znázorněny jako kruhy (koule), ale ve skutečnosti mají složitější tvar.

ILUSTRATIVNÍ ÚLOHA F-9-7-02

F-9-7-02 Žák odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností

minimální

optimální

excelentní

zadání ilustrativní úlohy

V následující úloze se budete zamýšlet nad planetami a hvězdami (zejména nad Sluncem).

- a) Rozhodněte, zda jsou následující tvrzení správná, nebo ne. Svoje rozhodnutí označte v každém řádku křížkem.

Tvrzení	ANO	NE
Slunce má mnohem větší hmotnost než všechny planety sluneční soustavy dohromady.		
Planety v naší soustavě jsou vidět hlavně díky tomu, že odrážejí sluneční světlo.		
Některé planety mají pevný povrch.		
Slunce svítí díky tomu, že v něm probíhají podobné chemické reakce jako při hoření dřeva.		

- b) Rozhodněte, zda následující charakteristiky jsou typické spíše pro planety, nebo spíše pro hvězdy, nebo pro obě skupiny těles, anebo nejsou typické ani pro jednu z nich. V každém řádku tedy použijte dva, jeden nebo žádný křížek k označení jedné ze čtyř správných odpovědí.

Tvrzení	PLANETY	HVĚZDY
Vyzařují světlo, protože se v nich přeměňuje vodík na helium.		
Mohou kolem nich obíhat menší objekty zvané měsíce.		
Mají přibližně tvar koule.		
Jsou ve vesmíru v klidu (nepohybují se).		

- c) Přečtěte si pozorně následující text a najděte v něm čtyři závažné chyby. Tyto chyby podtrhněte a navrhněte místo nich správné informace, které by v textu měly být.

„Pozorujeme-li Slunce, vidíme vrstvu, která se nazývá hydrosféra. Jeví se nám jako žlutá a lidské oko je výtečně přizpůsobeno takovému záření; je nejcitlivější na zelenou, žlutou a oranžovou barvu. Z barvy záření umí astronomové určit teplotu povrchu Slunce. Je rovna přibližně 200 °C. Takovou teplotu nemůže vydržet žádná pevná látka, kapalina či plyn, jak je známe z pozemských podmínek. Povrch Slunce je silně ionizován, jedná se tedy o páru.

Na Slunci se kromě granulace vyskytují i mnohem větší útvary. Jedná se o sluneční skvrny, které mohou být někdy dokonce větší než Země. Skvrny jsou tmavší než jejich okolí, protože mají vyšší teplotu.“

Cíl úlohy: žák využije základní znalosti o hvězdách a planetách k rozhodnutí o pravdivosti předložených informací.

Nastavení úrovní ilustrativní úlohy:

- a) MINIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání a zjišťování faktů, viz Tollingerová, kategorie 1.1 a 2.1)
- b) OPTIMÁLNÍ (úloha na znovupoznání a dále na porovnávání a rozlišování, viz Tollingerová, kategorie 1.1 a 2.5)
- c) EXCELENTNÍ (úloha týkající se více poznávacích operací – znovupoznání (1.1), porovnávání a rozlišování (2.5) a hodnocení (3.6))

Poznámka:

Úloha a) na minimální úrovni se váže k indikátoru F-9-7-02.2: *žák popíše rozdíly mezi hvězdou a planetou*. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít samostatnou práci žáků. Tato úloha odpovídá minimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba pouze vybavení si nabytých znalostí a jejich snadná aplikace.

Úloha b) na optimální úrovni se váže ke stejnému indikátoru F-9-7-02.2. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít skupinovou práci žáků a následnou diskuzi vyučujícího se žáky. Tato úloha odpovídá obtížnější optimální úrovni, protože k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba u každého tvrzení volit v zásadě ze čtyř možných odpovědí.

Úloha c) na excelentní úrovni se váže také k indikátoru F-9-7-02.2. Z hlediska forem a metod výuky je vhodné využít nejprve samostatnou práci žáků, poté skupinovou práci a následnou diskuzi vyučujícího se žáky. Tato úloha odpovídá excelentní úrovni, protože se jedná o práci s textem (ta je zpravidla pro žáky obtížná) a k jejímu úspěšnému vyřešení je třeba využít několika rozdílných poznávacích operací.

Řešení:

a) Správné odpovědi – viz následující tabulka.

ANO	NE
X	
X	
X	
	X

b) Správné odpovědi – viz následující tabulka.

PLANETY	HVĚZDY
	X
X	
X	X

Žáci mají problémy zejména s úvahou týkající se čtvrtého tvrzení. Obecně nelze říci o žádném tělese (ve vesmíru), že je v klidu, pokud není udáno vůči jakému tělesu (soustavě) klid a pohyb posuzujeme. Např. naše Slunce se pohybuje mimo jiné vůči středu naší Galaxie, ale také např. vůči Zemi.

c) Opravený text:

„Pozorujeme-li Slunce, vidíme vrstvu, která se nazývá hydrosféra. Jeví se nám jako žlutá a lidské oko je výtečně přizpůsobeno takovému záření; je nejcitlivější na zelenou, žlutou a oranžovou barvu. Z barvy záření umí astronomové určit teplotu povrchu Slunce. Je rovna přibližně 200 °C. Takovou teplotu nemůže vydržet žádná pevná látka, kapalina či plyn, jak je známe z pozemských podmínek. Povrch Slunce je silně ionizován, jedná se tedy o páru.

...

Na Slunci se kromě granule vyskytují i mnohem větší útvary. Jedná se o sluneční skvrny, které mohou být někdy dokonce větší než Země. Skvrny jsou tmavší než jejich okolí, protože mají vyšší teplotu.“

Chybně tedy jsou:

- hydrosféra (správně: *fotosféra*)
- 200 °C (správně: 6 000 °C; stačí, když žáci uvedou *několik tisíc stupňů Celsia* apod.)
- páru (správně: *plazma*)
- vyšší (správně: *nižší*)

Je vhodné, aby žáci mezi sebou a s vyučujícím diskutovali, proč uvedené údaje nemohou být správně.

Původní, správný text je převzat z učebnice: Rauner, K., Havel, V., & Randa, M. (2007). *Fyzika 9 – učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Nakladatelství Fraus. (s. 96–97).

5 ZÁVĚR

Metodické komentáře mají hlavní cíl inspirovat pedagoga. Mají ukázat, jaké možnosti má pedagog při zadávání úloh, jak je může dělit a jak může pro žáky vytvářet zajímavé úlohy z jejich okolí.

Pokud bude tento materiál sloužit jako studnice nápadů, pak všichni, kteří na tomto dokumentu pracovali, svůj úkol zdárně splnili.

Za celý tým Vám přejeme úspěšně hodiny fyziky, které budou zajímavé nejen pro žáky, ale i pro Vás.

6 SEZNAM AUTORŮ A JEJICH ÚLOH

Vojtěch Žák: F-9-1-01, F-9-2-02a, F-9-3-01a, F-9-3-01b, F-9-3-02, F-9-4-01a, F-9-4-01b, F-9-4-02 , F-9-4-03, F-9-4-04, F-9-4-05, F-9-5-01, F-9-5-02, F-9-7-01, F-9-7-02

Stanislav Gottwald: F-9-2-02b, F-9-6-07

Věra Koudelková: F-9-6-01, F-9-6-05

7 LITERATURA

1. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV). Aktuálně platná verze [online]. Dostupné z www: <http://www.nuv.cz/cinnosti/kurikulum-vseobecne-a-odborne-vzdelavani-a-evaluace/ramcove-vzdelavaci-programy/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>.
2. Standardy pro základní vzdělávání [online]. Dostupné z www: <http://digifolio.rvp.cz/view/view.php?id=9832>.
3. Dvořáková, I.: ústní sdělení
4. Mandíková, D.: Intuitivní představy žáků o elektrickém proudu a napětí. Metodický portál VÚP, Praha, 2007. Dostupné z www: <http://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/1144/INTUITIVNI-PREDSTAVY-ZAKU-O-ELEKTRICKEM-PROUDU-A-NAPETI.html>
5. Dvořáková, I.: Fyzikální vzdělávání učitelů a žáků v projektu Heuréka. Dizertační práce [online]. Praha, KDF MFF UK, 2011. Dostupné z www: <http://kdf.mff.cuni.cz/lide/dvorakova.php#o5>.
6. Kolářová, R. a kol.: Co by měl žák základní školy umět z fyziky, chemie a přírodopisu. Praha, Prometheus, 1998.
7. European Commission, Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe, 2007 [online]. Dostupné z www: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
8. Přírodovědná gramotnost ve výuce. Příručka pro učitele se souborem úloh. VÚP, Praha, 2011.
9. Kürtiová, A.: Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací [online] (diplomová práce). Ke stažení z www: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/120152765>
10. Holoušová, D.: Teorie učebních úloh D. Tollingerové. Její přínos a význam pro rozvoj marxistické pedagogiky a psychologie (1970–1980). In D. Tollingerová et al., K teorii učebních činností (s. 195–206). Praha: SNP, 1986.
11. Žák, V. (2015). Zkoumání kancelářského papíru. In V. Koudelková (Ed.), *Veletrh nápadů učitelů fyziky 20: Sborník z konference* (s. 302–306). Praha: Nakladatelství P3K, s. r. o.
12. Mikulčák, J., Klimeš, B., Šíroky, J., Šůla, V., & Zemánek, F. (1988). Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy. Praha: SPN.

8 PŘÍLOHY

8.1 TAXONOMIE UČEBNÍCH ÚLOH DLE D. TOLLINGEROVÉ

Tabulka obsahuje taxonomii učebních úloh podle jejich operační struktury (poznávacích operací) Dany Tollingerové (převzato z [9]) a její vztah ke třem úrovním ilustrativních úloh. Korespondence mezi jednotlivými poznávacími operacemi (kognitivními procesy), které odpovídají úlohám typu 1.1 až 5.5, a úrovní úloh (minimální, optimální a excelentní) není jednoznačná. Např. některé úlohy vztahující se k porovnávání (2.5) můžeme zařadit na základě zkušeností s jejich zařazením do výuky spíše k obtížnější, optimální úrovni (než k minimální).

ÚROVEŇ ILUSTRATIVNÍCH ÚLOH Z HLEDISKA KOGNITIVNÍCH PROCESŮ	ÚLOHY Z TAXONOMIE D. TOLLINGEROVÉ PODLE JEJICH OPERAČNÍ STRUKTURY
minimální úroveň - Úlohy týkající se hlavně pamětní reprodukce a zpracování informací na úrovni jednoduchých myšlenkových operací s poznatky. - Vychází ze Standardů vzdělávacího oboru Fyzika. „Nepodkročitelná“ úroveň, které by měli dosáhnout všichni žáci.	Úlohy týkající se hlavně přijímání, pamětní reprodukce a zpracování informací na úrovni jednoduchých myšlenkových operací s poznatky. - Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků - Úlohy na znovupoznání - Úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel, pojmů apod. - Úlohy na reprodukci zákonů, definic, norem, pravidel apod. - Úlohy na reprodukci větších textových celků - Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky - Úlohy na zjišťování faktů (např. měření, vyhledávání v tabulkách, čtení grafů a schémat, provádění jednoduchých výpočtů apod.) - Úlohy na vyjmenování a popis faktů (výčet, soupis apod.) - Úlohy na vyjmenování a popis procesů a způsobů činností - Úlohy na rozbor a skladbu (analýzu a syntézu) - Úlohy na porovnávání a rozlišování (komparaci a diskriminaci) - Úlohy na třídění (kategorizaci, klasifikaci)

	2.7 Úlohy na zjišťování vztahů mezi fakty (příčina, následek, cíl, prostředek, vliv, funkce, užitek, nástroj, způsob apod.) 2.8 Úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování 2.9 Úlohy kvantitativní, rutinní (s neznámými veličinami)
optimální úroveň - Úlohy týkající se složitějších myšlenkových operací s poznatky a úlohy vyžadující verbální aktivitu žáka. - Úroveň, které by měla dosáhnout „většina“ žáků.	Úlohy týkající se složitějších myšlenkových operací s poznatkami a úlohy vyžadující verbální aktivitu žáka. 3. Úlohy vyžadující složitější myšlenkové operace s poznatkami 3.1 Úlohy na překlad (transformaci) 3.2 Úlohy na výklad (interpretaci), vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod. 3.3 Úlohy na vyvozování (indukci) 3.4 Úlohy na odvozování (dedukci) 3.5 Úlohy na dokazování a ověřování (verifikaci) 3.6 Úlohy na hodnocení 4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků 4.1 Úlohy na vypracování přehledu, výtahu, obsahu atd. 4.2 Úlohy na vypracování zprávy, pojednání, referátu aj.
excelentní úroveň Úlohy vyžadující tvořivé myšlení na základě zvládnutí předchozích operací, schopnost tyto operace kombinovat do rozsáhlejších celků a dospívat k novým závěrům. Plánování a vymýšlení různých strategií a postupů.	Úlohy vyžadující pokročilou verbální aktivitu žáka a jeho samostatné tvořivé myšlení. 4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků 4.3 Samostatné písemné a grafické práce, výkresy, projekty apod. 5. Úlohy vyžadující tvořivé myšlení 5.1 Úlohy na řešení praktických situací 5.2 Úlohy na řešení problémových situací 5.3 Kladení otázek a formulace úloh 5.4 Úlohy na objevování na základě vlastního pozorování 5.5 Úlohy na objevování na základě vlastních úvah

