

Mezipředmětové vztahy a badatelské metody v popularizaci vědy - fyzika



Tento modul přinese náměty k uplatnění mezipředmětových vztahů a badatelských metod v předmětu fyzika. Modul je tvořen úvodem, motivací žáků ke studiu předmětu fyziky a jednotlivými badatelskými metodami.

Obsah:

- Motivace studentů ke studiu fyziky
- Mezipředmětové vztahy
- Badatelské metody ve fyzice
- Náměty aktivit



Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, registrační číslo CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

Mezipředmětové vztahy a badatelské metody v popularizaci vědy - fyzika

Modul přináší náměty k uplatnění mezipředmětových vztahů a badatelských metod z pohledu obecné pedagogiky a oborové didaktiky. Modul byl vytvořen ve spolupráci oborového didaktika a pracovníků katedry pedagogiky.

Autoři:

Mgr. Pavla Soukupová
Mgr. Markéta Zachová
RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.
Mgr. Jana Rejlová

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

1 Mezipředmětové vztahy a badatelské metody ve fyzice

1.1 Slovo úvodem

Vážené studentky, vážení studenti,

cílem předkládaného studijního textu je získat informace, jak podpořit motivaci, zájem žáků a studentů ve studiu fyziky s důrazem na mezipředmětové vazby tohoto oboru. V obecné didaktické části je rozpracována problematika motivace a vyučovacích metod s odkazem na odborné zdroje. Část praktická nabízí konkrétní příklady a využití badatelských metod v těchto předmětech.

Získáte tak úvodní informace o tom, jak vznikají mezipředmětové vztahy mezi fyzikou a ostatními vědními disciplínami a jaké badatelské metody lze ve výuce používat.

Věříme, že zde najdete mnoho podnětného pro svou pedagogickou praxi.

Autoři kurzu: Pavla Soukupová, Markéta Zachová (Katedra pedagogiky Pedagogické fakulty ZČU v Plzni).

Autory konkrétních námětů ve fyzice jsou Miroslav Randa a Jana Rejlová.

Součástí materiálu jsou i jednotlivé konkrétní náměty na využití mezipředmětových vztahů s ostatními obory ve výuce fyziky. Kromě tradičních mezipředmětových vazeb mezi fyzikou a matematikou, mezi fyzikou a chemií či mezi fyzikou a zeměpisem, resp. geografii, se zde nacházejí i odkazy netradiční na vazby s dalšími obory, a to i s předměty humanitními či uměleckými. Tyto konkrétní odkazy vycházejí ze zkušeností autorů z výuky fyziky na základních a středních školách a jsou ověřeny v praktické výuce fyziky.

Fyzika jako základní a univerzální přírodní věda je mezipředmětově vázána v jednotlivých ročnících základní a střední školy. Pro zařazení daného učiva do ročníku bylo použito členění podle tematických celků fyziky na základní a střední škole, přičemž byly využity nejčastěji používané učebnice pro základní a střední školy. Nebylo využito členění podle ročníků, protože konkrétní školní vzdělávací programy se navzájem mohou odlišovat.



Obr. 1 - Ilustrativní obrázek, zdroj vlastní, autor: Jan Krotký

1.2 Motivace studentů ke studiu fyziky



Obr. 1 - Ilustrativní obrázek, zdroj vlastní, autor: Jan Krotký

Motivace ke studiu fyziky (Co je motivace a jakými prostředky ji u žáků zvyšovat, podporovat?)

Uvedený materiál vychází z obecně pedagogického vymezení motivace a její nezastupitelné role ve vyučovacím procesu. Text spolu s doporučenými odkazy na odborné zdroje byl využit i pro moduly Mezipředmětových vztahů a badatelských metod v příbuzných oborech - matematice a informatice.

Následující kapitola vymezuje základní didaktickou kategorii motivaci, která sehrává klíčovou roli ve vyučovacím procesu.

"Vycházíme z předpokladu, že žák spokojený s výukou předmětu na základní či střední škole se zaměří na otázky a odpovědi, které mu vědní obor, do něž vyučovaný předmět spadá, může poskytnout a bude rovněž uvažovat o jeho dalším studiu. Důvodem našeho předpokladu bylo, že míra spokojenosti (satisfakce) je fenomén, který nás provází stále. Dosáhnout jejího maxima usilujeme po celý život. Odrážejí se v ní zájmy, jejich přijetí i odmítnutí, úspěchy i prohry, radost i smutek, angažovanost i pasivita" (výzkumné šetření Grecmanové, H. a kol., 2008, s.9).

Doporučená studijní literatura k problematice motivace:

Dopita, M., Grecmanová, H. a kol.: Zájem žáků základních a středních škol o fyziku, chemii a matematiku, Univerzita Palackého Olomouc 2008

Fontana, D.: Psychologie ve školní praxi. Portál, Praha 1997.

Grecmanová, H. a kol.: Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků. Hanex, Olomouc 2002.

Holt, J.: Proč děti neprospívají. Strom, Praha 1994.

Kalous, Z., Obst, O.: Školní didaktika. Portál, Praha 2002.

Lokša, J., Lokšová, I.: Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole. Portál, Praha 1999.

Pavelková, I.: Motivace žáků k učení. PedF UK, Praha 2002.

Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J.: Pedagogický slovník. Portál, Praha 2001.

Skalková, J.: Obecná didaktika. Grada, Praha 2007.

1.2.1 Vymezení termínu motivace



Obr. 1 - Ilustrativní obrázek, zdroj vlastní, autor: Jan Krotký

Otázka k zamyšlení: Pokuste se na úvod vymezit termín "motivace" - jak mu rozumíte, jak byste tento pojem vysvětlili, jakou roli má motivace ve vyučovacím procesu atd.

Motivace - (definice termínu je mnoho - odkazujeme především na publikace obecné didaktiky a pedagogické psychologie viz níže uvedený seznam odborné literatury) - z latinského "movere" (hýbati, pohybovati)

= souhrn faktorů vnějších i vnitřních, které podněcují, energizují a řídí průběh chování a prožívání, hybná síla jednání, určuje zaměření, trvání a intenzitu jednání, pohnutka k činnosti...(Pavelková, 2002)

Další důležité aspekty v motivaci (volně převzato z Pavelkové, 2002):

- souhrn činitelů, které podněcují člověka dojit k nějakému cíli, ovlivňuje především úspěšnost žáků, jejich výkony, schopnosti a rozvoj osobnosti,
- motivace by měla v dětech vzbuzovat radost a požitek z pochopení nových informací, zároveň však respektovat jejich individuální vlohy, podporovat jejich samostatnost, zodpovědnost, sebevědomí,
- vhodná motivace může vyvolávat a udržovat zájem dítěte o učení, daný předmět nebo učební činnosti, vzbuzovat radost a požitek z pochopení nových informací, podporovat samostatnost, zodpovědnost a sebevědomí X v opačném případě může učitel být nechtěně vyvolávat u žáka nezájem k učení, odpor, strach, úzkost...

V konkrétním vyučovacím procesu se uplatňuje složitá struktura různých motivů, z nichž některý se obvykle stává vedoucím. Motivačně může působit např. sám obsah učiva, zajímavost látky, osobní význam, cíle činnosti, problém, který má žák řešit, systematická kontrola výsledků, jejich hodnocení, určitá aspirační úroveň žáka, očekávání učitele a jeho osobnostní rysy" (Skalková, 2007, s.174).

Motivaci ve vzdělávání je třeba chápat jako komplex různorodých a vzájemně se podmiňujících faktorů (motivů). Je pozitivně zjištěno, že studijní úspěch zesiluje a stabilizuje výkonnostní studijní motivaci. Neúspěchy nebo přehnané nároky ji snižují a vyvolávají trému. V odborném vzdělávání (dalším profesním, podnikovém) je vysoce motivující návaznost na individuální profesní zájmy a zajištění použitelnosti nově získaných (naučených) znalostí a dovedností.

K bližšímu studiu doporučujeme následující literaturu:

Dopita, M., Grecmanová, H. a kol.: Zájem žáků základních a středních škol o fyziku, chemii a matematiku, Univerzita Palackého Olomouc 2008

Fontana, D.: Psychologie ve školní praxi. Portál, Praha 1997.

Grecmanová, H. a kol.: Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků. Hanex, Olomouc 2002.

Holt, J.: Proč děti neprospívají. Strom, Praha 1994.

Kalous, Z., Obst, O.: Školní didaktika. Portál, Praha 2002.

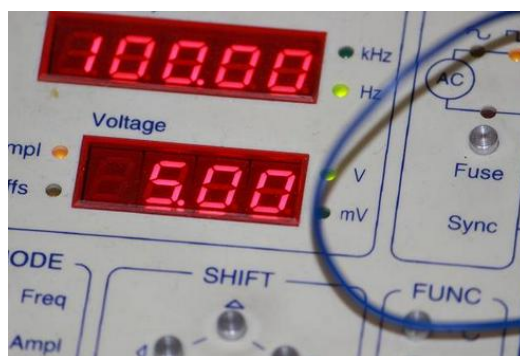
Lokša, J., Lokšová, I.: Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole. Portál, Praha 1999.

Pavelková, I.: Motivace žáků k učení. PedF UK, Praha 2002.

Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J.: Pedagogický slovník. Portál, Praha 2001.

Skalková, J.: Obecná didaktika. Grada, Praha 2007.

1.2.2 Druhy motivace



Obr. 1 - Ilustrativní obrázek, zdroj vlastní, autor: Jan Krotký

Druhy motivace (doporučujeme bližší nastudování např. Kalous 2002, Pavelková 2002):

Pro rozvíjení motivace žáků k učení je důležité rozlišovat **vnější a vnitřní motivaci**, i když jsou obě úzce propojeny. Vnější a vnitřní motivaci rozlišujeme na základě působení vnějších popudů (tzv. incentív) a osobních potřeb.

Vnější motivace

- o vnější motivaci se mluví v situaci, kdy se jednatel neučí z vlastního zájmu, ale pod vlivem vnějších motivačních činitelů.

Otázka k zamyšlení: *Které vnější motivační činitele (faktory) mohou působit na žáka a jak se to projeví v jeho učební činnosti?*

Výsledek: *takovými činiteli mohou být známky, odměna či trest, snaha žáka naplnit očekávání učitele nebo rodičů, potřeba pozitivního vztahu ve společnosti apod.*

Druhy vnější motivace (Lokša, Lokšová, 1999):

- externí motivace (iniciace výhradně vnějšími činiteli - učím se proto, abych se vyhnul trestu,
- regulace pasivně převzatá (zvenku přejaté, ale vnitřně neakceptovatelné chování - ani nevím, proč se učit, ale má se to, a proto to dělám, kdybych nedělal, cítil bych se špatně, měl bych pocit viny),
- identifikovaná regulace (přijetí dané hodnoty za svou a identifikace s požadovaným chováním - uvědomuji si, proč se mám učit - je to pro mě důležité),
- integrovaná regulace (asimilace určitého vnějšího činitele s ostatními zájmy, hodnotami, potřebami - učím se z plného přesvědčení, z vlastní vůle).

Vnitřní motivace

- vnitřní motivace bývá považována za kvalitnější a stálejší než motivace vnější, mluvíme o ní tehdy, když člověk vykonává určitou činnost kvůli ní samé, tj. když žák jeví zájem o učivo bez očekávání odměny, pochvaly, má pozitivní dopad na úspěšnost žáka ve škole a kvalitu učení, dále pak paměť, koncentraci atd.

Vnitřní motivace je založena na rozvíjení a aktualizaci žákových potřeb.

- při hledání optimálního přístupu k motivování žáků ve vyučování je nutné, aby učitel zjistil, jaké potřeby jsou u žáků dominující, a tyto potřeby vhodným způsobem aktualizoval

Jedná se především o následující potřeby:

- **Potřeby poznávací** – potřeba získávat nové informace, poznatky, potřeba řešení nebo vlastního vyhledávání problémů

Poznávací potřeby lze aktualizovat volbou učiva nebo úkolů, které jsou tvořivé, neobvyklé, překvapivé, záhadné, vzbuzující problémovost, poskytující možnost experimentovat (např. problémové vyučování - tj. sestavení úlohy, při jejímž řešení žák objeví ty poznatky, které si má osvojit), důraz by měl být kladen na využívání tvořivosti a sebevyjadřování žáka, využití jeho zkušenosti.

Otázka k zamyšlení: *Pokuste se vybrat mezipředmětové téma z oblasti fyziky, které je postaveno na problémovosti, a navrhnout jeho zpracování žáky.*

Důležitý je i postoj učitele. Ten by měl znát žáka, resp. jeho zájmy, měl by ukázat význam studovaného oboru v reálném světě, zdůraznit smysl učiva a vhodnými vyučovacími prostředky (metody, organizační formy atd.) vzbudit zájem o předmět. Chybějící vztah školní přípravy k budoucnosti se může projevit snížením motivace ke školní činnosti ("škola je k ničemu, "k čemu mi tohle bude dobrý", "kde to v praxi použiji"...))

- **Potřeby sociální** – potřeba pozitivních sociálních vztahů, obava z odmítnutí, potřeba sociálního vlivu a prestiže

Sociální potřeby se aktualizují skupinovým a kooperativním vyučováním, potřeby vlivu a prestiže lze dobře rozvíjet formou soutěže – je však nutné zajistit, aby každý žák měl určitou šanci na úspěch, jinak to může působit na některé žáky nemotivačně, snižovat jejich sebedůvěru apod.

Otázka k zamyšlení: *Uvedte mezipředmětové téma z oblasti fyziky, které je vhodné pro kooperativní výuku, navrhněte postup zpracování tohoto tématu.*

Klima tolerance, kooperace a kamarádství mezi žáky a učitelem zvyšuje jejich motivaci a tím i výkony. Přitom dojde k odbourávání negativních emocí, jako je tréma, strach, úzkost, které všeobecně snižují výkony i vnitřní motivaci a celkově i vztah ke škole.

- **Výkonové potřeby** – potřeba úspěšného výkonu, potřeba vyhnout se neúspěchu

Na výkonové motivaci se značnou měrou podílí způsob hodnocení žáků učitelem, hodnocení může motivovat pozitivně nebo negativně, hodnocení musí splňovat následující: možnost zažít úspěch, zpětnou vazbu, mít přiměřené nároky, práci s chybou.

K bližšímu studiu doporučujeme následující literaturu:

Dopita, M., Grecmanová, H. a kol.: Zájem žáků základních a středních škol o fyziku, chemii a matematiku, Univerzita Palackého Olomouc 2008

Fontana, D.: Psychologie ve školní praxi. Portál, Praha 1997.

Grecmanová, H. a kol.: Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků. Hanex, Olomouc 2002.

Holt, J.: Proč děti neprospívají. Strom, Praha 1994.

Kalous, Z., Obst, O.: Školní didaktika. Portál, Praha 2002.

Lokša, J., Lokšová, I.: Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole. Portál, Praha 1999.

Pavelková, I.: Motivace žáků k učení. PedF UK, Praha 2002.

Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J.: Pedagogický slovník. Portál, Praha 2001.

Skalková, J.: Obecná didaktika. Grada, Praha 2007.

1.2.3 Rozvoj vnitřní motivace



Obr. 1 - Ilustrativní obrázek, zdroj vlastní, autor: Jan Krotký

Následující text poukazuje na to, čeho bychom se měli jako učitelé ve výuce vyvarovat, tj. co snižuje žákův nadšení, zájem o studium fyziky. Naopak bychom měli volit vhodné vyučovací metody, organizační prostředky atd., abychom u svých žáků podpořili vnitřní motivaci

Co může žáka demotivovat, tj. snižovat jeho zájem, nadšení atd. (čeho bychom se jako učitelé měli vyvarovat - volně převzato z Lokša, Lokšová, 1999):

- autokratický styl učitele - učitel nařizuje, rozhoduje, kontroluje, trestá a žáci pasivně čekají na program od učitele,
- strnulost až nudnost ve vyučování, monotónní styl výuky, převažuje učitelův výklad bez možnosti klást otázky, diskutovat,
- malá návaznost vyučování na praktický život – chybí uvědomění si smyslu, proč se danou látku učí, kde nabyté znalosti uplatní apod.,
- malá tvořivost, fantazie, originalita,
- předávání hotových poznatků – neřeší se problém,
- převládá konvergentní myšlení X chybí kladení otázek „proč“,
- důraz na známkování – zvláště zahrnuje-li učitel do známek výchovné problémy,
- převládá soutěživost, srovnávání žáků X kooperace,
- zaměřenost především na rozvoj kognitivní složky (znalosti, fakta, informace...) X rozvoj sociálních dovedností,
- strach ze zkoušení (předmětu, učitele).

Uvedme si několik způsobů zvyšování motivace:

- **vyučování hrou** - didaktické hry, kde se využívá zejména soutěživosti, radosti ze hry, uvolněné atmosféry, nezávaznosti,
- **zadávání úloh**, ve kterých žák nachází dramatičnost, tajuplnost, vědecké objevování,
- **programované učení** - motivačně se využívá samostatná práce, zpětné informace o možných řešeních, volby vlastního tempa práce,

- **učení činností** - dodržování zásady aktivity vyžaduje od učitele řídit výuku tak, aby žáci vyvinuli k poznávání praktickou činnost a zapojili do ní celou osobnost (mohou uplatnit objevování v praxi, na pokusech, na konkrétních příkladech),
- **kooperativní a skupinové vyučování** - rozdělování žáků do skupin, ty měnit dle povahy učiva, kromě rozvoje sociálních potřeb dochází k propojení mezi společným cílem, úkolem, skupinou a jednotlivcem ve vzájemných vztazích,
- **aktuálnost problémů, témat** - žákům by se měla ukazovat možnost praktického využití osvojených poznatků, přesvědčit žáky, že vědomosti a dovednosti budou potřebovat v reálném životě.

Otázky k zamyšlení: *Jakými dalšími způsoby lze žáky pozitivně motivovat ve výuce fyziky? Jaké motivační prostředky se vám jako učitelům osvědčují ve výuce fyziky?*

Byli jste sami jako žáci ZŠ a SŠ pozitivně motivováni? Jakými konkrétními způsoby?

Studijní motivace se umocňuje:

- jednoznačností smyslu a cíle vzdělávacího procesu;
- jednoznačnou návazností na stávající stav vědomostí, znalostí a dovedností;
- sledováním, hodnocením (pozitivním a konstruktivním) a informováním o studijním výkonu;
- atmosférou uspokojování potřeb, společenského i vnitřního prožívání úspěchu a nabýváním na prestiži;
- přátelskou atmosférou a určitou dávkou náklonnosti a sympatie (která by se měla týkat i textů - především v distančním vzdělávání);
- členěním studia do logických a pochopitelných celků;
- užíváním didaktických nástrojů. U dospělých je velmi významné, považuje-li je učitel (lektor) za partnery a nezatlačuje-li je do role žáka.

Významná při učení je především **pozitivní motivace** (zvědavost, předsevzetí, radost z úspěchu, vůle něco dokázat). Méně účinná je motivace negativní - motivování strachem ze sankcí (i když toto rozlišování je spíše teoretické, protože pro každého člověka je motivující radost z úspěchu a síla motivu bývá zeslabována strachem z neúspěchu). V zásadě platí poměr: **síla motivu = potřeba úspěchu/strach z neúspěchu**. Pozitivní motivace je umocňována i pocitem vnitřního uspokojení. Ten se projevuje, i když jde o učení pouze utilitární (učení pro získání výhod

Níže předkládáme aktuální výzkumné studie zaměřené na postoje a zájem žáků základních a středních škol o fyziku, chemii a matematiku (výsledky nás informují a inspirují v tom, jakými prostředky lze u žáků podpořit zájem o studium uvedených oborů):

dle zprávy Evropské unie vydané v roce 2006, je v přírodních vědách nastavena dvojí cesta, jak motivovat žáky ve věku 11 - 17 let v procesu učení k zájmu o přírodní vědy (zpráva vychází z výzkumu realizovaného mezi žáky ve věku 11 - 17 let - jak motivovat žáky ke studiu přírodovědných oborů - blíže viz **Sciences Teaching at School in Europe. Policies and Research. Brussels, Eurydice, 2006**):

1) analýzou významných vědeckých poznatků za využití herních aktivit - tj. zkoumáním a hledáním praktického využití poznatků i výsledků výzkumu (předpovídání nebo nabízení vysvětlení)

2) analýzou problémů, na které žáci narazí při učení a vlastních představ žáků

Výzkumný projekt "Zájem žáků základních a středních škol o fyziku, chemii a matematiku" (autoři: Dopita, M., Grecmanová, H., Chráška M., Olomouc 2008) - autoři se zaměřili na to, co pozitivně motivuje žáky ZŠ a SŠ ke studiu daných oborů (co může zvýšit a podpořit jejich zájem, kladný postoj).

Výsledkem jsou následující kategorie (Dopita, Grecmanová, 2008, str. 42-56):

- **učitelovo nadšení a rozhled, schopnost zaujmout** - učitel je zapálený pro své žáky a jejich učení, zná předměty, kterým vyučuje, ví jak vyučovat, řídí a monitoruje učení žáků, systematicky uvažuje o své práci a učí se ze své zkušenosti, je členem učící se společnosti (learning community), takový učitel dává žákům najevo, že učivo a učení má význam, působí jako vzor,
- **netradiční způsob výuky, aktivita, spolupráce** - "novost/ a neobvyklost (i tady však platí přiměřená!!!) vzbuzuje pozornost a zájem, výuka nemusí probíhat jen ve škole - lépe je, když se žáci setkávají přímo s realitou (exkurze apod.), učitel by měl hovořit se svými žáky o jejich zkušenostech, názorech atd., přílišná aktivita učitele ubíjí aktivitu žáků (již J.A. Komenský upozorňoval, že by učitel neměl dělat veškerou práci za žáky), aktivitu žáků lze podněcovat problémovým způsobem výuky, projektovým vyučováním, učebními úlohami, sokratovským a heuristickým rozhovorem,
- **učitelova podpora a zájem o žáka** - učitel by měl být přesvědčený o tom, že všichni žáci jsou schopni se na své úrovni učit, po důkladné diagnostice je učitel schopen respektovat jejich individuální předpoklady, odlišné zájmy, schopnosti, dovednosti, rodinnou situaci, vztahy k vrstevníkům, učitel dokáže pružně reagovat - např. zaměstná rychlejší a bystřejší žáky dalšími úkoly, pomůže těm, kteří mají problémy...,
- **spravedlivý přístup** - spravedlivost souvisí s důsledným jednáním, aby žáci věděli, s čím mohou počítat, s dodržováním daného slova, aby se nebáli učiteli sdělit svůj názor, zeptat se, pokud nepochopili učivu apod.,
- **smysluplnost výuky** - smysluplnost výuky žáky motivuje, je důležité, když vědí, kde mohou využít to, co se naučí, které profese je probíraná látka součástí apod., učitel by se měl zajímat o poznatky konstruktivistické pedagogiky a výuku strukturovat do fází evokace - uvědomění si významu - reflexe,
- **přiměřenost požadavků** - žák se může adekvátně rozvíjet, když učitel zohledňuje jeho individuální zvláštnosti (věk, pohlaví, temperament, tempo, zájmy, schopnosti), v případě přiměřenosti požadavků musí učitel zvažovat žákův dosavadní pokrok (znalosti, dovednosti), úkoly by měly svojí náročností odpovídat tomu, co se žáci doposud naučili, Chris Kyriacou (1996) doslova hovoří o zadávání přiměřeně náročných úkolů, které žákům poskytují reálnou naději na úspěch - když jsou příliš jednoduché, nerozvíjejí, přehnaně obtížné pak demotivují,
- **přehlednost** - jasně stanovená pravidla za spoluúčasti žáků, spolehlivé plnění úkolů a jejich důsledná kontrola, neodbíhání od tématu - zaměřenost na cíl, kterým je nejen předat obsah, ale rovněž vyvolat a udržet zájem, Fontana (1997) hovoří v této souvislosti o žácích "otrávených" situacemi, v nichž si nejsou jisti, co se od nich žádá, a kdy je jejich práce neustále rušena

činností druhých - to platí zvláště pro školní předměty vyžadující mimořádné soustředění - je zřejmé, že matematika a informatika k nim patří.

Výsledky výzkumného šetření v oblasti oblíbenosti předmětů (Dopita, Grecmanová, 2008, str 41-43):

Na počátku projektu v roce 2006 se matematika umístila na 5. místě v oblíbenosti u žáků ZŠ mezi všemi předměty, (1. místo obsadil přírodopis, 2. cizí jazyk, 3. zeměpis, 4. chemie,9. fyzika.....). 13. a předposlední místo obsadila v roce 2006 u žáků ZŠ technická a informační výchova.

V roce 2008 si matematika zachovala své 5. místo, a informační výchova se posunula na 7. místo. (přírodopis se propadl na 6. místo, chemie na 8., fyzika se posunula na 10. místo).

U žáků SŠ byla situace v oblíbenosti předmětů obdobná:

Na počátku projektu v roce 2006 se matematika umístila na 5. místě v oblíbenosti u žáků SŠ mezi všemi předměty, (1. místo obsadila tělesná výchova, 2. cizí jazyk, 3. informatika a výpočetní technika,6. chemie,, 8. biologie,.....10. fyzika....) .

V roce 2008 se fyzika posunula na 11. místo, matematika si zachovala své 5. místo, informatika a výpočetní technika se propadla na 8. místo, chemie zůstala na 6. místě a biologie poskočila na 3. místo.

Další projekty a výzkumná šetření na téma motivace v přírodovědném vzdělávání:

Jako velmi zajímavý se jeví projekt **Motivace a příprava žáků středních škol pro studium na technických vysokých školách (CZ.1.07/1.1.34/01.0024)**, realizovaný v Ústeckém kraji. Cílem projektu bylo ve spolupráci s odbornými pracovníky středních a vysokých škol zvýšit zájem žáků středních škol o technické obory, matematiku a fyziku. Projekt chce eliminovat obavy ze studia těchto předmětů na VŠ a motivovat tak žáky k většímu zájmu o studium vysokých škol technického směru (blíže na <http://www.asistencnicentrum.cz/motivace-zaku-ss-pro-vs/>).

Doporučená studijní literatura k problematice motivace:

Dopita, M., Grecmanová, H. a kol.: Zájem žáků základních a středních škol o fyziku, chemii a matematiku, Univerzita Palackého Olomouc 2008

Fontana, D.: Psychologie ve školní praxi. Portál, Praha 1997.

Grecmanová, H. a kol.: Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků. Hanex, Olomouc 2002.

Holt, J.: Proč děti neprospívají. Strom, Praha 1994.

Kalous, Z., Obst, O.: Školní didaktika. Portál, Praha 2002.

Lokša, J., Lokšová, I.: Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole. Portál, Praha 1999.

Pavelková, I.: Motivace žáků k učení. PedF UK, Praha 2002.

Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J.: Pedagogický slovník. Portál, Praha 2001.

Skalková, J.: Obecná didaktika. Grada, Praha 2007.

1.3 Mezipředmětové vztahy ve fyzice



Obr. 1 - Noc vědců - ilustrativní obrázek, zdroj vlastní, autor: Jan Krotký

Mezipředmětové vztahy

Pedagogický slovník vymezuje pojem **mezipředmětové vztahy** jako „...vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů přesahujících předmětový rámec, prostředek mezipředmětové integrace. (Průcha, Walterová, Mareš, 1996, st. 118)

Mezipředmětové vztahy jsou didaktickou modifikací vztahů mezivědních, které jsou objektivní zákonitostí integrace přírodních věd. Mezioborové vztahy mohou tedy být charakterizovány jako vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů přesahující předmětový rámec, jako prostředek mezipředmětové integrace (Janás, 1996).

Mezipředmětové vztahy vytváří podporu komplexního přístupu k realizaci vzdělávacího obsahu, daného RVP, s možností jeho vhodného propojování. (RVP Gy, st. 9). Obsah jednoho oboru může být rozdělen mezi více vyučovacích předmětů nebo je možné obsah více oborů spojovat do jednoho předmětu. Je také možné integrovat tematické okruhy, celky a témata různých oborů tak, aby byly maximálně podpořeny mezioborové (mezipředmětové) vztahy. Přírodovědné vzdělávání na základních i středních školách v ČR se zaměřuje na hledání zákonitých souvislostí mezi poznávanými aspekty přírodních objektů a jevů.

Text vymezení pojmu "mezipředmětové vztahy" a jeho další charakteristika je z důvodu totožnosti pojmů použit i v textu kurzu KA3 Mezipředmětové vztahy v informatice a matematice!

Další text je zaměřen na oblast fyziky.

Tvořivá fyzika skýtá nepřeberné množství námětů na bádání a tvoření s využitím znalostí a zkušeností z dalších přírodovědných i humanitních oborů.

Příklad mezipředmětových vztahů fyzika - matematika (Lokša, Lokšová, 2003, s.169)

Předmět: fyzika, 8. ročník ZŠ:

Téma: Elektrický příkon

Výukový cíl: konstruovat elektrický obvod, vypočítat odpor a spotřebu elektrické energie, vyjádřit ji v joulech i kWh.

Použité metody: tvořivé vyučování, badatelská metoda, experiment, myšlenková mapa, diskuse

Pomůcky: elektrické vánoční osvětlení, elektroměr, (ampérmetr, voltmetr)

Úvodní motivace: Co by se asi stalo, kdyby se elektrické svíčky na stromečku nechaly svítit celou noc?

Problémová úloha: Na osvětlení vánočního stromečku je zapojených za sebou 10 žárovek. Na vnější svorky žárovek je připojený zdroj 220V. Obvodem prochází proud 40mA (žáci mohou změřit po sestavení obvodu sami ampérmetrem).

1. Nakreslete schéma obvodu.
2. Jaký odpor má jedna svítící žárovka?
3. Jaký je příkon jedné žárovky?
4. Vypočítejte spotřebu el. energie všech žárovek po 10h provozu.
5. Vyjádřete spotřebu el. energie v Ws a kWh.
6. Kolik zaplatíme, když bude stromek svítit 10h?

Plán řešení:

- Nakreslíme schéma el. obvodu.
- Zapišeme, co známe a co musíme vypočítat.
- Vzorec na výpočet výkonu a příkonu el. energie odvodíme ze vzorce pro výkon mechanické práce za čas - tj. elektrický příkon je práce, kterou vykonají síly el. pole za čas

$$P = W/t = U \cdot I \cdot t/t = U \cdot I \quad (W)$$

Za vztahu pro příkon odvodí vztah pro výpočet elektrické práce (výkon) a oba vztahy porovnají

$$W = P \cdot t \quad (Ws)$$

$$W = U \cdot I \cdot t \quad (J)$$

Dospějí k závěru, že 1 Ws = 1J a pomocí trojčlenky převedou jednotky J a kWh

$$(1kWh = 3\,600\,000J)$$

Výsledky žáci porovnávají a diskutují o postupech řešení.

Na základě spočtených výsledků se snaží výsledky zobecnit a **odpovídat na otázky:**

Proč máme vědět, kolik elektrické energie spotřebujeme v domácnosti?

Čím se měří spotřeba elektrické energie a v jakých jednotkách?

Jaká je cena (v Kč) 1 kWh pro domácnost v ČR?

Jaký příkon má PC, TV, lednice, pračka...?

Jaká je spotřeba el. energie naší rodiny za 1 týden? apod.

To byl jeden z příkladů mezipředmětových vztahů v hodině fyziky.

Další "Příklady dobré praxe" najdete např. na:

- **portálu RVP** - tvořivé pokusohraní: http://wiki.rvp.cz/Knihovna/Tvorive_pokusohrani
- **FyzWeb** experimenty s Vernierem dle kapitol učebnice fyziky pro gymnázia <http://fyzweb.cz/materialy/prometheus-g/index.php#elmaq>
- Fyzika hrou: <http://www.fyzikahrou.cz/fyzika/jednoduche-pokusy/netradicni-hmoty>
- **Vím**
proč: https://www.vimproc.cz/?utm_source=adwords_vyhledavani&utm_medium=text&utm_content=fyzika&utm_campaign=vim_proc_2014
- **Sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky**: <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/04-18-Hosnedl.html>
- **Příklady dobré praxe z portálů jednotlivých škol**:

Jednotlivé základní a střední školy v rámci projektů a dalších aktivit připravují pro své žáky sborníky pokusů pro školní i domácí bádání. Příkladem mohou být např. ZŠ Letohrad: <http://www.zsletohrad.cz/eu/fyzika/pokus1.htm> (návrhy cca 22 pokusů, ilustrujících mezipředmětové vztahy fyziky a chemie, biologie či zeměpisu)

nebo ZŠ Brno, Novolíšeňská <http://www.fyzikahrou.cz/>, které vytvořila vyučující fyziky RNDr. Věra Bdinková.

Samotní rodiče se snaží pro své děti vymýšlet a s dalšími rodiči sdílet nápady pro tvořivé hraní a učení svých ratolestí. Příkladem může být projekt Šikovný cvrček: <http://www.sikovny-cvrcek.cz/pokusy-deti>.

Fyzika jako základní a univerzální přírodní věda je mezipředmětově vázána v jednotlivých ročnících základní a střední školy. Pro zařazení daného učiva do ročníku bylo použito členění podle tematických celků fyziky na základní a střední škole, přičemž byly využity nejčastěji používané učebnice pro základní a střední školy. Nebylo využito členění podle ročníků, protože konkrétní školní vzdělávací programy se navzájem mohou odlišovat.

Použitá literatura:

Náměty na realizaci mezipředmětových vztahů nabízí např. portál RVP v sekci mezipředmětové vztahy:

<http://clanky.rvp.cz/keyword/mezipredmetove%20vztahy/mp>

JANÁS, Josef. *Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole*. 1. vyd. Brno: Univerzita J. E. Purkyně v Brně, 1985. 87 s. ISBN 55-965-85.

LOKŠA J., LOKŠOVÁ I. *Tvořivé vyučování*. Praha: Grada, 2003. 208s. ISBN 80-247-0374-2.

PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J.: *Pedagogický slovník*. Portál, Praha 1995, s-118-119

1.4 Badatelské metody ve fyzice a jejich volba



Obr. 1 - Ilustrativní obrázek, zdroj vlastní, autor: Jan Krotký

Badatelské metody ve fyzice

Uvedený materiál vychází z obecně pedagogického vymezení výukových metod a jejich nezastupitelné role ve vyučovacím procesu. Text spolu s doporučenými odkazy na odborné zdroje byl využit pro moduly Mezipředmětových vztahů a badatelských metod v příbuzných oborech - matematice a informatice.

Pojem Metoda pochází z řeckého slova *methodos* – znamenající cestu, postup za něčím a je rozhodujícím prostředkem k dosažení cíle nebo může být sama cílem vyučování.

Výuková metoda je tedy „**způsob či postup záměrného uspořádání činností učitele a žáků, který směřuje ke stanoveným cílům**. Spjata se specifikou vyučovacího procesu, porovnává cíl a obsah pedagogického procesu s jeho výsledkem“. Čábalová. *Pedagogika, Grada: Praha, 2011. str. 154*

Mezi badatelské metody ve fyzice se nejčastěji řadí metody manipulace, laborování, experimentování a metody problémová a heuristická:

Jednotlivé metody spolu s příklady jejich užití ve fyzice jsou podrobně popsány v dalších kapitolách.

Volba vyučovacích metod

Podle čeho volit výukovou metodu v daném předmětu?

S oporou o výzkumná šetření naše i zahraniční uvádí Maňák a Švec (2003, 50-52) následující kritéria:

1. zákonitosti výukového procesu - logické, psychologické a didaktické,
2. cíle výuky - vztahující se k očekávaným výstupům, plánovaným činnostem, získávaným znalostem a dovednostem,
3. obsah a metody daného oboru - přírodovědné zaměření předmětu směřuje volbu metod do oblasti metod názorně-demonstračních a dovednostně-praktických,
4. úroveň fyzického a psychického rozvoje žáků - jejich připravenost zvládat požadavky učení, schopnost soustředění, pozorování, vyvozování, předvídání, plánování a argumentace, spolu s využitím asociací na předchozí zkušenosti,
5. zvláštnosti třídy, třídní klima - schopnost a úroveň spolupráce, kooperace a kompetice,

6. vnější podmínky výchovně-vzdělávacího procesu - vybavenost školy, hlučnost prostředí, lokalita, regionální specifika,
7. osobnost učitele - odbornost předmětová i didaktická, zkušenosti, nadšení pro obor, pedagogický cit apod.

Klasifikace vyučovacích metod

viz uvedená literatura

- Klasifikace podle J. Maňáka (Skalková, 1999. s. 169 – 170)
- Klasifikace podle I. J. Lerner (Kalhous, Obst, 2002, s. 309 – 313)
- Klasifikace založená na teoriích učení – B. R. Joyce, E. F. Calhounové (Kalhous, Obst, 2002, s. 314 – 317)
- Klasifikace podle stupňující se složitosti edukačních vazeb (Maňák, Švec, 2003, s. 49)

Literatura ke studijnímu článku:

ČÁBALOVÁ, D. *Pedagogika pro učitele – modul B*. CD, Plzeň: ÚCV ZČU, 2007.

FISHER, R. *Učíme děti myslet a učit se*. 2. vyd. Praha: Portál, 2004. 172 s. ISBN 80-7178-966-6.

BEDNAŘÍK, M. *Fyzika pro gymnázia - mechanika*. Praha: Prometheus s.r.o., 2013, 228s. ISBN: 978-80-7196-431-5.

BOHUNĚK, J., KOLÁŘOVÁ, R. *Fyzika pro 6. ročník ZŠ*. Praha: Prometheus s.r.o., 2012, 160 s. ISBN 978-80-7196-246-5.

HUNTEROVÁ, M. *Účinné vyučování v kostce*. Praha: Portál, 1999. 102 s. ISBN 80-7178- 220-3.

KALHOUS, Z., OBST, O. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. 448 s. ISBN 80-7178- 253-1.

KOLÁŘ, Z., ŠIKULOVÁ, R. *Vyučování jako dialog*. Praha: Grada, 2007. 128 s. ISBN 80-2471-541-4.

KOTRBA, T., LACINA, L. *Praktické využití aktivizačních metod ve výuce*. Brno: Barrister a Principal, 2007. 185 s. ISBN 80-8702-912-7.

LOKŠA, J., LOKŠOVÁ, I. *Tvořivé vyučování*. . Praha: Grada, 2003. 208 s. ISBN 80-247-0374-2.

MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.

PASCH, M. et al. *Od vzdělávacího programu k vyučovací metodě*. Praha: Portál, 1998. 424s. ISBN 80-7178-127-4.

PETTY, G. *Moderní vyučování*. Praha: Portál, 1996. 380 s. ISBN 80-7178-070-7.

SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha: ISV, 1999. 292s. ISBN 80-85866-33-1.

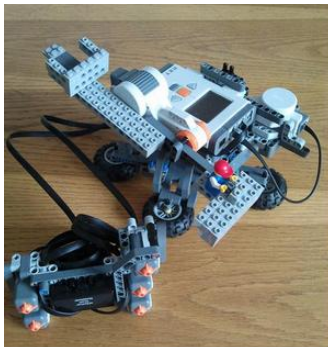
SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha: Grada, 2007. 247 s. ISBN 80-2471-821-9.

VALIŠOVÁ, A. a kol. *Pedagogika pro učitele*. Praha: Grada, 2007. 402 s. ISBN 80-2471-734-4.

1.4.1 Badatelské metody ve fyzice - manipulování, laborování a experimentování

Manipulování

Metoda manipulování (dle Maňáka, Švece, 2003, str. 99) - *"manipulace s předměty, montážní a demontážní činnosti, sestavování modelů, stavebnic apod., které pomáhá žákům poznávat prostředí a jevy v něm, s jejich příčinami a následky"*.



Obr. 1 - Lego Katapult, zdroj www.lego.zcu.cz, autor: Jan Hodinář



Obr. 2 - Lego strašidelná dráha, zdroj <http://www.prvp.zcu.cz/ebooks/MECH%20Export/>, autor: Jan Krotký

Na trhu jsou dostupné propracované systémy stavebnic, jako např. Lego nebo Merkur, zaměřené na didaktické využití ve škole i doma .

Laborování a experimentování

Při laborování se žáci učí zaznamenávat průběh prací, registrovat dosahované výsledky, které pak dále zpracovávají - měří, počítají, převádí, pořizují grafy, píšou protokoly, formulují závěry.

Experimentem chápeme (dle Maňáka, 2003, str. 100) *"takový badatelský přístup k realitě, kterým se na základě určité teoreticky zdůvodněné hypotézy záměrně mění nebo ovlivňují některé stránky sledované skutečnosti (nezávislá proměnná), při čemž se existující podmínky udržují konstantní a provedené zásahy a dosažené výsledky se přesně registrují a zdůvodňují"*.

Pro provedení experimentu je nutné rozvíjet u žáků dovednosti:

- uspořádání prostoru a času,
- příprava plánu experimentu,
- identifikace proměnných,
- formulování otázek a hypotéz,

- pozorování,
- měření,
- zaznamenávání výsledků měření,
- práce s číselnými údaji,
- převádění veličin,
- interpretace dat,
- vyvození závěrů,
- ověření závěrů,
- formulace konečného řešení a závěru.

Příklad úkolu (převzato z Maňák, Švec, 2003, str. 89):

Zjisti, jaký vliv má různá teplota vody na rychlost rozpouštění acylpyrinových tablet.

Postupuj v těchto krocích:

1. naplánuj experiment, napiš,
2. co budeš měřit,
3. jak budeš měřit - podmínky, pomůcky,
4. kolik měření provedeš,
5. připrav si tabulku, do které zapíšeš výsledky měření,
6. na základě měření interpretuj, jaký vliv má různě vysoká teplota vody na rychlost rozpouštění tablet,
7. dolož grafem.....,
8. vysvětli a zdůvodni svá tvrzení.

Literatura:

ČÁBALOVÁ, D. *Pedagogika*, Praha: Grada, 2011. 272 s. ISBN 978-80-247-2993-0.

KALHOUS, Z., OBST, O. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. 448 s. ISBN 80-7178- 253-1.

KOLÁŘ, Z., ŠIKULOVÁ, R. *Vyučování jako dialog*. Praha: Grada, 2007. 128 s. ISBN 80-2471-541-4.

KOTRBA, T., LACINA, L. *Praktické využití aktivizačních metod ve výuce*. Brno: Barrister a Principal, 2007. 185 s. ISBN 80-8702-912-7.

LOKŠA, J., LOKŠOVÁ, I. *Tvořivé vyučování*. . Praha: Grada, 2003. 208 s. ISBN 80-247-0374-2.

MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.

ZORMANOVÁ, L. *Obecná didaktika*. Praha:Grada, 2014. 240s. ISBN 978-80-247-4590-9.

1.4.2 Badatelské metody ve fyzice - metoda problémová a heuristická



Obr. 1 - Ilustrativní obrázek, zdroj vlastní, autor: Jan Krotký

Problémové vyučování

Metoda problémová a heuristická

Problémová metoda je založena na řešení problémových úloh žáky nebo ve spolupráci několika žáků. Podstatou problémové metody je (volně dle Zormanové, 2014, s. 154) "*vedení žáků k tomu, aby samostatně nebo s dopomocí učitele získali nové poznatky a dovednosti vlastní myšlenkovou (heuristickou, objevitelskou) činností. Podstatou této metody je postavení žáků před problém (problémovou úlohu), kterou nemohou vyřešit jen s využitím dosavadních znalostí, ale je zapotřebí intenzivní myšlenkové činnosti a objevování nových informací a faktů potřebných k vyřešení problémového úkolu.*"

Typologie problémových úkolů:

Problémové úlohy lze zaměřit na:

1. objevování specifických vztahů,
2. rozhodování se mezi několika systémy vztahů,
3. na konstrukci nástroje, postupu pro řešení úkolu.

Problémové úlohy s problémem v oblasti cíle úkonu mají zejména teoretický charakter. Cílem těchto úkolů je **odhalit podstatu zkoumaného jevu** a získat nové vědomosti, které jsou nutné pro vysvětlení zkoumaného jevu. (Zormanová, 2014, s. 155)

Příklad: fyzikální demonstrační pokusy vedoucí k pochopení fyzikálních zákonů.

Problémové úlohy s problémem v oblasti způsobu úkonu mají především logický charakter a vedou k rozvoji a fixaci vědomostí a logických dovedností. Převážně se jedná o **úlohy a logické myšlenkové operace**, lehce aplikovatelné v obdobných situacích.

Příklad: fyzikální nebo matematické početní úlohy nebo úlohy na ověření správnosti měření, sestavení apod.

Problémové úlohy s problémem v oblasti podmínek úkolu se vytvářejí při osvojování a rozvoji dovedností.

Příklad: úlohy na měření s přístroji, s nimiž pracujeme poprvé. Je tedy nutné najít a vybrat takový postup, který zajistí efektivní řešení - měření daných veličin a tím i efektivní řešení zadaných úloh.

Zásady tvorby problémové úlohy

1. úloha vychází z dosavadních vědomostí a dovedností žáků,
2. je přiměřená věku, dovednostem a schopnostem žáků,
3. má problémový, objevný obsah, který vede ke konstruování nového poznatku nebo dovednosti,
4. má žáky zaujmout a motivovat k poznávání,
5. vychází z činnosti žáků s dílčí a pouze návodnou korekcí od učitele,
6. vždy respektuje vytyčený cíl a směřuje k němu,
7. nejčastěji začíná slovy *PROČ....., NAVRHNI....., VYTVOŘ....., SROVNEJ A DOLOŽ....., JAK BYS VYSVĚTLIL....., DOKAŽ....., CO JE PŘÍČINOU....., JAKÝ JE ZÁKLADNÍ ROZDÍL....., JAK SOUVISÍ....., JAK LZE POUŽÍT..... atd.....*,
8. zachovává logickou posloupnost kroků, viz fáze řešení problémových úloh.

Fáze řešení problémových úloh dle Maňáka a Švece, 2003, s. 116-117:

Jako efektivní postup řešení se dle Maňáka a Švece jeví následující postup žáků v níže uváděných krocích:

1. Identifikace, nalezení problému - odhalení a pojmenování problému.
2. Analýza problémové situace - proniknutí do struktury problému, určení proměnných, vymezení, co známe, co je třeba zjistit, dohledat, spočítat, naměřit a jak.
3. Vytváření hypotéz, domněnek - strukturace návrhů pro různá řešení, jakési hledání klíče problémové situace. Právě fáze vytváření hypotéz (předpokladů, odhadů, typů, návrhů postupů) odlišuje problémové a heuristické úlohy od úloh algoritmických s předem daným, jasným a neměnným postupem.
4. Verifikace (ověřování) hypotéz a vlastní řešení problémové úlohy - jsme ve fázi, kdy jsme si navrhli postup nebo několik postupů řešení, které budeme nyní realizovat a ověřovat. Pro výuku je klíčové poznání, že chyba (chybná hypotéza) postup řešení neukončuje, není projevem žákovi neschopnosti, ale směřuje žáka na správnou cestu, k novým přesnějším postupům.
5. Návrat k dřívějším fázím při neúspěchu řešení.
6. Výběr nejvhodnějšího řešení, jeho ověření a formulace závěru, odpovědi.

Obdobné vymezení fází řešení problémové úlohy popisují Kožuchová a Zormanová (in Zormanová, 2014, s. 155)

1. Definice problému a jeho vymezení - odpověď na otázku "v čem je problém", co je třeba řešit, že před ním stojí neznámá vědomost či dovednost.
2. Naznačení ideálního řešení - žák si zde stanoví, čeho chce dosáhnout.
3. Sběr informací a poznatků o problému - dohledání a identifikace chybějících informací, žák si uvědomuje své dosavadní znalosti, vztahy mezi jednotlivými fakty a jevy a jejich souvislosti.
4. Návrhy různých alternativ řešení - nejcennější fáze řešení problému v oblasti podávání návrhů na řešení úkolu, vyslovování předpokladů výsledků, samostatné uvažování a komparace stávajících poznatků s odhady, náměty a alternativami řešení.
5. Zhodnocení návrhů - ověření navržených řešení, odpověď na otázku, co jsme vyřešili, spočítali, naměřili, našli...
6. Realizace návrhu - zda jsme splnili stanovený cíl, zda řešení odpovídá zadání a zda není třeba vrátit se k předchozím krokům a aktualizovat je.
7. Hodnocení a systematizace získaných poznatků a dovedností - zařazení nových poznatků do systému již zažitých znalostí a dovedností, vyvození nových souvislostí, pravidel a pouček.

Přehledný a dobře zapamatovatelný postup při řešení problému sestavili J.D. Bransdorf a B.S. Stein (in Maňák, Švec, 2003, s. 118) pod názvem IDEAL:

I = identifikace problému a možností jeho řešení

D = definice cílů

E = explorace, použití možných strategií

A = anticipace, použití možných strategií, výsledků a činností

L = logické zhodnocení výsledků jako výzva pro další učení (look back and learn)

Literatura ke studijnímu článku:

ČÁBALOVÁ, D. *Pedagogika*, Praha: Grada, 2011. 272 s. ISBN 978-80-247-2993-0.

FISHER, R. *Učíme děti myslet a učit se*. 2. vyd. Praha: Portál, 2004. 172 s. ISBN 80-7178-966-6.

LOKŠA, J., LOKŠOVÁ, I. *Tvořivé vyučování*. Praha: Grada, 2003. 208 s. ISBN 80-247-0374-2.

MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.

PASCH, M. et al. *Od vzdělávacího programu k vyučovací metodě*. Praha: Portál, 1998. 424s. ISBN 80-7178-127-4.

VALIŠOVÁ, A. a kol. *Pedagogika pro učitele*. Praha: Grada, 2007. 402 s. ISBN 80-2471-734-4.

ZORMANOVÁ, L. *Obecná didaktika*. Praha: Grada, 2014. 240s. ISBN 978-80-247-4590-9.

2 Náměty pro aktivity zájmového kroužku

1 Základní fyzikální vlastnosti těles a látek

Matematika	Fyzikální výpočty, práce s kalkulačkou.
Přírodopis	Ochrana životního prostředí, ekologie, život v rybníku za vysokých a nízkých teplot. Lidské smysly. Používání mikroskopu. Mikroby, viry. Rozdělení přírody na živou a neživou. Mikroskopické zkoumání struktury, složení dřeva, žula. Organické a neorganické látky. Koloběh vody a jeho význam pro život. Nebezpečí zmrazení živých organismů. Mikroskopické pozorování struktur neviditelných prostým okem. Organické sloučeniny. Krystaly. Voda v živých organismech.
Chemie	Organické sloučeniny a anorganické sloučeniny. Molekuly. Oxidy. Kyseliny. Krystaly. Voda. Difúze.
Zeměpis	Exkurze do hvězdárny či planetária. Ledovce. Tělesa ve sluneční soustavě. Horniny – žula. Skály. Pohoří. Koloběh vody. Vodorovný a svislý směr, kulatost Země. Jaderná elektrárna. Složení atmosféry. Mapa České republiky. Zeměkoule. Počet lidí na zeměkouli. Krkonoše. Krušné hory. Šumava.
Informatika	Části počítače. Zobrazení základních fyzikálních jevů. Paměť počítače.
Český jazyk	Plazma a plazma. Slunce X slunce. Měsíc X měsíc. J. Seifert.
Cizí jazyky	Fyzikální pojmy v cizích jazycích.
Dějepis	Významné osobnosti historie, muzea, technické památky. Rozvoj myšlení ve starověkém Řecku. Používání křesťanského letopočtu. Označování historických období podle zvládnutí technologie výroby kovů (doba bronzová, doba železná).
Občanská výchova	Jaderná elektrárna. Důležitost arktických a antarktických ledovců pro život v přímořských státech. Jarní zátopy po tání sněhu, nebezpečí ledových bariér na řekách. Význam skupenských změn při výrobě (železo, sklo, plasty). Antičtí filozofové. Vliv bible a křesťanství na každodenní život. Obyvatelstvo na Zemi. Přelidnění, demografický vývoj v různých částech světa. Kovy a jejich význam pro pokrok lidstva.
Výtvarná výchova	Z ledu se dají dělat sochy. Kromě běžných nástrojů se přitom využívá i skupenská přeměna. Kreslení těles.
Tělesná výchova	Význam skupenských přeměn ve sportu: lední hokej, curling, rychlobruslení, lyžování. Sněhová děla.
Hudební výchova	Hudební nástroje.
Technická výchova	Výroba těles ze dřeva, ze železa. Látky pevné, kapalné a plynné. Koroze.

2 Fyzikální veličiny a jejich jednotky

Matematika	Fyzikální výpočty, práce s kalkulačkou. Desítková, dvojková a šedesátková soustava u času a úhlu. Souřadné systémy. Geometrické útvary. Výpočet aritmetického průměru. Zaokrouhlování. Platné cifry. Počítání se zlomky. Semilogaritmický tvar čísel a počítání s ním.
Přírodopis	Fyzikální veličiny používané v přírodopisu (rychlost, délka, hmotnost, hustota, ...). Rozměry živočichů a rostlin. Vitální kapacita plic. Vlasy: tloušťka, množství, rychlost růstu. Ochrana životního prostředí, ekologie. Lidské smysly. Mikroskop. Extrémní a neextrémní hmotnosti živočichů (plejtvák obrovský, slon africký, pštros africký, virus, bakterie, blecha, moucha, hlemýžď, morče, člověk). Souvislost reakční doby s fyziologickými pochody v organismech. Rychlost ve světě zvířat (gepard, želva, hlemýžď zahradní, plži, mravenec, pštros, pes). Teploty různých živočichů, způsob vyrovnávání se organismů s měnící se teplotou v různých ročních obdobích. Popáleniny, omrzliny, úžeh, úpal. Voda v lidském těle. Stanovení cukernatosti. Stanovení obsahu lihu. Různé životní podmínky živočichů a rostlin na různých místech Země. Sterilizace teplotou. Horečka a obranyschopnost organismu člověka. Vliv extrémních teplot na zdraví člověka. Souvislost polních prací s teplotou.
Chemie	Organické sloučeniny a anorganické sloučeniny. Molekuly. Oxidy. Kyseliny. Hustota a její měření. Voda.
Zeměpis	Fyzikální veličiny používané v zeměpisu (rychlost větru, zeměpisné souřadnice, nadmořská výška, ...). Zeměpisné souřadnice, nadmořská výška, zkracování vzdáleností na mapách, Greenwich, systém GPS, kulminace slunce, sextant. Tvar Země. Rozměry ve sluneční soustavě. Vzdálenosti měst. Tvar a rozměry Země. Svislý a vodorovný směr. Kulatost Země. Pohyb slunce a měsíce po obloze. Kulminace slunce a měsíce. Rovnodennost. Jaderné elektrárny. Objevné námořní výpravy. Kosmonautika. Vlastnosti planet. Meteorologie. Měření teploty z družic. Závislost hustoty na teplotě – příčiny vzniku větru. Plovoucí ledovce. Mrtvé moře. Hustota vody v mořích. Hmotnosti Měsíce, Slunce. Vývoj lodních chronometrů pro zjišťování zeměpisné délky. Gravitace ve sluneční soustavě. Tvar dráhy Země ve sluneční soustavě. Způsob určování vzdáleností na mapě. Vitální kapacita plic. Pohyb Země ve sluneční soustavě. Satelity. Délka České republiky. Vegetační pásma a souvislost s proměnou teplot. Teploty na povrchu Slunce a planet. Rychlost větru, vichřice. Oteplování Země jako důsledek spalování fosilních paliv.
Informatika	Předpony pro násobky jednotek. Velikost obrazovky.
Český jazyk	Zkratková slova. Vyjmenovaná slova. Nápis v dopravě. Slunce X slunce-Měsíc X měsíc. Odlišné psaní substantiv a adjektiv se značkou veličiny. Velká písmena a jejich psaní. Původ a rozdíl slov sekunda, vteřina. Předpony v běžném životě a ve fyzice.
Cizí jazyky	Fyzikální veličiny v cizích jazycích. Názvy veličin odvozené z latiny. Značky veličin a jejich anglické názvy. Kosmonautika.
Dějepis	Významné osobnosti fyziky. Objevné námořní výpravy. Pokrok ve vědě. Pokrok v dopravě. Pražce dřevěné a betonové. Sumerská říše. Měření času ve starověku a středověku. Vývoj jednotek délky.
Občanská výchova	Dopravní značky. Doprava. MHD. Jízdní řád. Měření fyzikálních veličin v domácnosti. Měření výšky a hmotnosti člověka. Obyvatelstvo na Zemi. Dopravní prostředky (letadlo, dopravní loď, tanker). Vážení v obchodech, v kuchyni. Délka roku, měsíce. Kalendář. Kosmonautika. Turistika. Dopravní značky. Povolené rychlosti na silnicích v ČR. Pražský orloj, sluneční hodiny. Letní čas a důvody

	<p>jeho zavádění. Reakční doba a její vliv na dopravní nehody. Nebezpečí alkoholu, drog a léků při jízdě motorovými vozidly. Bezpečnost dopravy. Turistika.</p> <p>Dopravní značky. Nákup zboží měřeného objemem. Dopravní nehody a teplotní roztažnost jako jedna z jejich příčin. Oteplování Země jako důsledek spalování fosilních paliv. Historie sledování teploty. Sauna a péče o zdraví. Tepelné záření (využití termografických metod k hledání lidí).</p>
Výtvarná výchova	Využití fyzikálních vlastností těles k jejich sochání a plování. Kreslení těles. Koláž. Vlastnosti různých těles a jejich vliv na estetické vnímání lidí.
Tělesná výchova	<p>Fyzikální veličiny používané v tělesné výchově (rychlost, délka, hmotnost, čas, ...). Délka atletického oválu, běh na 10 km. Měření fyzikálních veličin ve sportu. Měření délek ve sportu (skok do dálky, trojskok, vrh koulí, hod diskem a oštěpem, skok do výšky, skok o tyči). Sněhová děla. Význam hmotnosti ve sportu (sumo, vzpírání). Měření hmotnosti ve sportu (box, vzpírání, dostihy, ...). Měření času ve sportu, reakční doba. „Ulité“ starty. Měření času v atletice, plavání, lyžování, motorismu, cyklistice, rychlobruslení, jízdě na saních a bobech. Atletika, dosahované rychlosti – výpočet vlastní průměrné rychlosti při běhu na 800 m.</p> <p>Automobilové závody. Skoky na lyžích. Pohyb tenisového míčku. Vitální kapacita plic. Silové sportovní disciplíny. Parašutismus, posilování, lukostřelba, přetahování lanem, vzpírání.</p>
Hudební výchova	Hudební nástroje. Zvuk ve vesmíru. Při přechodu z tepla do zimy a naopak jenutné přeladovat strunné nástroje. Síla napnutí strun.
Technická výchova	Výroba těles z látek s různou hustotou. Stabilita těles homogenních a nehomogenních. Látky pevné, kapalné a plynné. Kosmonautika. Vlastnosti látek a jejich využití při technické praxi. Fyzikální veličiny při vaření. Zahradka.

3 Kinematika

Matematika	Výpočet průměrné rychlosti. Kreslení grafů. Obsah obdélníka. Grafy. Obsahy obdélníka, trojúhelníka, lichoběžníka a dalších rovinných obrazců. Úlohy o pohybu. Grafické znázornění přímé úměrnosti. Rozdíly mezi grafem v matematice a fyzice. Matematické operace.
Přírodopis	Pohyb různých živočichů. Gepard, želva, hlemýžď zahradní, orel, delfín, jejich rychlosti. Otáčivý pohyb některých rostlin. Pohyb živočichů – rovnoměrný a nerovnoměrný.
Chemie	Pohyb atomů a molekul.
Zeměpis	Pohyb Země. Pohyb kosmických těles. Pohyb Slunce v Galaxii. Pohyb astronomických objektů. Průměrná rychlost v dopravě. Pohyb těles kolem Země. Pohyb Země ve sluneční soustavě. Doprava. Česká republika. Mapa Evropy. Povydrží. Vzdálenosti ve sluneční soustavě. Hvězdy.
Informatika	Znázornění pohybu v počítači. Animace pohybu v PowerPointu. Počítačová analýza různých pohybů.
Český jazyk	Pohyb tužky, propisky při psaní písmen.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím
Dějepis	Pohyby obřích soch moai na Velikonočních ostrovech. Pohyby kvádrů při stavbách pyramid. Objev otáčivého pohybu jako významný jev pro pokrok ve starověku.
Občanská výchova	Turistika. Dopravní značky. Povolené rychlosti v ČR. Bezpečnost dopravy. Turistika. Dopravní značky. Pohyb eskalátorů. Dopravní prostředky, jízdní řády.
Výtvarná výchova	Pohyb při kresbě, malbě. Vznik soch jako důsledek nejrůznějších pohybů.
Tělesná výchova	Pohyb při různých sportech. Atletika, dosahované rychlosti. Časový průběh rychlosti v různých sportech. Automobilové závody. Skoky na lyžích. Pohyb tenisového míčku (velká rychlost). Rovnoměrný a nerovnoměrný pohyb sportovce či náčiní při různých sportech.
Hudební výchova	Dvořák: Humoreska. Pohyb smyčce. Pohyb vzduchu v dechových hudebních nástrojích. Dopplerův jev.
Technická výchova	Pohyb ručních nástrojů a bezpečnost při práci s nimi. Pohyb těles při opracovávání.

4 Dynamika

Matematika	Počítací stroj, programovací jazyk. Výpočet fyzikálních veličin. Kreslení grafů. Grafy. Grafické znázornění přímé úměrnosti. Rozdíly mezi grafem v matematice a fyzice. Matematické operace.
Přírodopis	Síla zvířat. Klíčení semen, orba. Práce hmyzu (mravenců, včel). Využití reakce k pohybu některých živočichů. Přizpůsobení tvaru živočichů prostředí. Chrup člověka.
Chemie	Pohyb atomů a molekul.
Zeměpis	Pohyby Země a Měsíce. Souvislost gravitační síly a gravitačního pole. Gravitační síla Země a těles v její blízkosti. Jednotky síly v USA a Velké Británii. Velikonoční ostrov. Gravitační síla v okolí těles sluneční soustavy, vliv rotace Země na tíhovou sílu, zploštění Země. Zakřivení trajektorií těles ve sluneční soustavě vlivem gravitační síly.
Informatika	Počítací stroj, programovací jazyk. Znázornění pohybu v počítači. Animace pohybu v PowerPointu. Počítačová analýza různých pohybů.
Český jazyk	Původ odborných termínů z latinského jazyka. Pohádka <i>O veliké řepě</i> . Bajky o zvířatech, úsloví. Síla působící pohyb tužky, propisky při psaní písmen.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Hrady a jejich dobývání. Stavba pyramid, sochy na Velikonočním ostrově. Galileo Galilei. Pohyb děla po výstřelu – námořní bitvy, pirátství. Používání žentouru. Rozdělávání ohně v pravěku. Využívání kol ve starověku. Zvláštnosti indiánských kultur. První železnice. Vynález kola. Starověké kultury (Egypt, Mezopotámie, Hyksósové).
Občanská výchova	Vliv využití síly zvířat na společenský vývoj. Význam jednoty lidí. Kosmonautika, příprava kosmonautů. Pomoc kamarádovi, stroje a nástroje ve výrobě a zemědělství, očkování. Brzdná dráha automobilů. První železnice, význam dopravy. Význam snižování tření pro energetickou náročnost.
Výtvarná výchova	Fyzikální popis sil při kresbě, malbě. Vznik soch jako důsledek působení nejrůznějších pohybů.
Tělesná výchova	Deformace těles ve sportu. Vliv síly a jejich vlastností v různých sportech: fotbal, vzpírání, zápas, sportovní gymnastika, tenis, hokej, basketbal, kulečnick, ...). Přetahování lanem. Setrvačnost ve sportu (hokej, cyklistika). Využití síly k urychlení a změně směru při různých sportech (atletika, míčové hry, lyžování, jízda na bobech, ...). Význam tření v gymnastice, vzpírání a atletice.
Hudební výchova	Tření jako zdroj zvuku u smyčcových hudebních nástrojů. Proudění vzduchu. Tlaková síla u bicích nástrojů.
Technická výchova	Pohyb ručních nástrojů a bezpečnost při práci s nimi. Tření, jeho pozitiva a negativa ve výrobě. Snižování tření. Kuličková a válečková ložiska. Pohyb těles při opracovávání.

5 Hydrostatika a hydrodynamika

Matematika	Výpočet fyzikálních veličin. Kreslení závislostí fyzikálních veličin do grafů. Grafy. Matematické operace.
Přírodopis	Hmyz žijící na povrchu vody. Brownův pohyb. Rosa. Život vodních živočichů v zimě. Možnosti života na velkých měsících ve sluneční soustavě. Kapiláry v rostlinách. Rozvádění živin po rostlinách. Poškození rostlin mrazem. Vlasečnice u živočichů a u člověka. Život ryb v malých hloubkách. Měření teploty člověka. Latimérie. Zalévání rostlin. Ponořování a vynořování ryb. Pohyb dalších vodních živočichů. Plavání velkých dužnatých listů rostlin na hladině. Stáří vajec. Zalévání květin hadicí.
Chemie	Chemická struktura molekuly vody. Vlastnosti vody vyplývající ze struktury molekul.
Zeměpis	Koloběh vody v přírodě. Měsíce obřích planet. Zemědělské práce. Výzkum moří pomocí batyskafů, batysfér a ponorek. Mariánský příkop. Vodstvo na Zemi. Lodní doprava a regulace vodních toků.
Informatika	Znázornění závislostí fyzikálních veličin v počítači. Animace jevů v kapalinách v PowerPointu.
Český jazyk	Jules Verne a jeho romány.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Archimedes a Řecko. Panské války. Námořní objevy, bitvy, pirátství.
Občanská výchova	Význam mýdla při mytí. Zemědělské práce. Hygiena a využití sifonu k zabránění přístupu pachů do koupelen a toalet. Brzdový okruh v automobilu. Hydraulický zvedák. Ledovce. Lodní doprava.
Výtvarná výchova	Využití sočivosti a nesočivosti kapalin při kresbě, malbě. Rozpustnost a nerozpustnost různých barev. Kapilární jevy ve
Tělesná výchova	Plavání. Další vodní sporty. Sportovní potápění. Lodě ve sportu.
Hudební výchova	Využití vlastností kapalin při výrobě různých hudebních nástrojů.
Technická výchova	Snižování tření pomocí kapalin. Snížení tepla použitím kapalin. Ústřední topení.

6 Aerostatika a aerodynamika

Matematika	Výpočet fyzikálních veličin. Kreslení závislostí fyzikálních veličin do grafů. Grafy. Matematické operace.
Přírodopis	Vzduch a jeho složení. Živočiškové vytvářející podtlak: gekon, moucha, chobotnice,... savci a kojení. Fyzikální podstata dýchání, pití zvířat z hladiny rybníků a jezer. Rozmnožování rostlin pomocí větru. Let ptáků a hmyzu.
Chemie	Chemické složení vzduchu. Vlastnosti plynů vyplývající ze struktury molekul. Chemické podmínky atmosfér na měsících a planetách. Helium. Vodík. Hexafluorid síry.
Zeměpis	Atmosféra Země. Chemické podmínky atmosfér na měsících a planetách. Rozdělení atmosféry Země z různých hledisek (nejen podle změn teploty). Vliv Archimédova zákona na vývoj počasí. Objevné cesty balonem a vzducholodí, meteorologické balony. Vakuum v meziplanetárním prostoru, přetlak před výbuchem sopky. Různé druhy větrů, izobary.
Informatika	Znázornění závislostí fyzikálních veličin v počítači. Animace jevů v plynech v PowerPointu. Applety.
Český jazyk	Jules Verne a jeho romány. Knihy o rozvoji létání.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Vzducholodě a jejich použití ve 2. světové válce. Vývoj přestav o vakuu, čerpání vody ve starověku. Využívání větru v historii. Letecké objevy, bitvy, vývoj moderních strojů.
Občanská výchova	Negativní zásahy civilizace do přírodních dějů. Historie létání, vynálezy. Kosmonautika. Využití větru jako alternativního zdroje energie. Letectví. Letecká doprava. Vzducholodě. Parašutismus.
Výtvarná výchova	Závislost rychlosti schnutí barev na vlhkosti vzduchu a teplotě.
Tělesná výchova	Sportovní balonové létání. Sportovní potápění. Sportovní létání. Použití anemometru při skocích na lyžích. Vodní lyžování. Parašutismus.
Hudební výchova	Různá výška hlasu v závislosti na vdechnutém plynu.
Technická výchova	Závislost rychlosti schnutí barev na vlhkosti vzduchu a teplotě. Odsávání nečistot ze vzduchu při různých výrobcích.

7 Energie

Matematika	Procenta. Výpočet fyzikálních veličin. Kreslení závislostí fyzikálních veličin dografů. Grafy. Matematické operace.
Přírodopis	Činnost svalů. Výkony zvířat a porovnání s výkonem člověka. Množství energie v potravinách. Přeměny energie u různých živočichů. Světluška, elektrický úhoř. Metabolismus rostlin, obsah chemických látek v rostlinách, činnost svalů. Využití páky při pohybech živočichů s kostrou. Uchycení svalů šlachami ke kostem. Lis na ovoce.
Chemie	Působení sil mezi molekulami a atomy. Výhřevnost paliv, chemické přeměny přispalování.
Zeměpis	Význam znalosti nadmořské výšky, přístroj GPS, Sněžka, Orlická přehrada. Příliv, odliv, koloběh vody. Pohyby vesmírných objektů.
Informatika	Znázornění závislostí fyzikálních veličin v počítači. Animace jednoduchých strojů v PowerPointu. Applety.
Český jazyk	Knihy o historii používání jednoduchých strojů.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Starověké pověsti – Atlas. Vynález parního stroje. Historický vývoj zdrojů energie. Historické nástroje. Využívání jednoduchých strojů při stavbách ve starověku a středověku. Babylonie, zikkuraty, historický způsob čerpání vody, středověké mučírny.
Občanská výchova	Význam práce pro sociologii. Vliv zvýšení výkonu pomocí strojů na společenský vývoj. Energie a její přeměny jako podmínka sociologického vývoje lidstva. Potřeba potravin pro život člověka. Ochrana přírody – nepoužívání techniky k zásobování horských chat. Ekonomická jízda v automobilu, šetření energií. Bezpečnost v silniční dopravě. Energetika, zdroje energie, atomové zbraně. Potřeba energie. Úspora elektrické energie a ekologie. Využívání nástrojů. Péče opoštěně obyčej.
Výtvarná výchova	Přesouvání soch v historii i v současnosti.
Tělesná výchova	Výkony sportovců v různých disciplínách – vzpírání, skok do výšky... Start sprinterů. Projevy zákona zachování energie ve sportu. Využívání kladek ve strojích na posilování. Vykonávaná práce při různých sportech.
Hudební výchova	Helmholtzův rezonátor a zákon zachování energie. Šíření energie z hudebního nástroje k posluchačům.
Technická výchova	Mechanické vlastnosti různých materiálů. Šroub. Klín. Nakloněná rovina.

8 Termodynamika

Matematika	Výpočet fyzikálních veličin. Kreslení závislostí fyzikálních veličin do grafů. Grafy. Matematické operace.
Přírodopis	Změny vnitřní energie živočichů a rostlin. Chlupy a srst zvířat – vynikající izolační vlastnosti. Sníh – ochrana osení před zmrznutím. Rostliny – ochrana protizmrznutí klestem, slámou, zeminou. Vliv proudění vzduchu na pohyb ptáků. Studené plazma – užití ke sterilizaci. Význam rosy pro život hmyzu.
Chemie	Složení látek z atomů. Uspořádání a pohyby atomů v látce. Teplo jako veličina rozhodující o charakteru chemické reakce (exotermické a endotermické chemické reakce). Změny vnitřní energie otevřených systémů. Vliv proudění vzduchu na hoření plamene. Činnost katalyzátoru. Struktura ledu. Amorfni látky. Mezimolekulární síly. Problematika chlazení motorů při teplotách pod bodem mrazu a technologie chladicích směsí. Reaktivní vypařování tavenin (výroba skla). Tlakové nádoby pro chemické reakce, problematika zklidnění dlouhodobého varu. Užití varu za sníženého tlaku při výrobě cukru. Úprava potravin při průmyslovém zpracování. Papírenský průmysl. Fyzikálně chemické metody čištění látek. Průmyslové čištění krystalických látek. Výroba barevných fotografií. Působení sil mezi molekulami a atomy. Výhřevnost paliv, chemické přeměny při spalování.
Zeměpis	Přímořské podnebí – mírnější změny než ve vnitrozemí. Proudění v atmosféře. Význam proudů v mořích a oceánech. Záření hvězd. Cesty Hanzelky a Zikmunda. Vliv tání ledovců na změnu klimatu. Vznik půdy. Odpařování vody z vodních ploch, koloběh vody v přírodě. Život v horských oblastech – závislost teploty varu na atmosférickém tlaku v dané nadmořské výšce. Mars.
Informatika	Znázornění závislostí fyzikálních veličin v počítači. Animace termodynamických procesů v PowerPointu. Applety.
Český jazyk	Knihy o vynálezu parního stroje. Tajné písmo.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Historie krytin střech: šindele, došky – tepelné izolanty; dnes plech, beton, ... (pod střechou izolanty z plastu, dřívě neznámé, a vrstva vzduchu). Historie dopravy. Solivary, solné stezky.
Občanská výchova	Použití jednotek tepla k hodnocení energetické vydatnosti potravin. Úspora energie tepelnou izolací staveb. Život v pouštích. Vliv tepelných motorů na životní prostředí. Údržba silnic v zimě. Výroba skla. Solení silnic a chodníků v zimě. Zásady první pomoci při popálení vařící vodou, párou, olejem ... Var a následné ochlazení vody – prostředek k dezinfekci vody. Tlakový hrnec a šetření energie. Vznik námrazy – ohrožení dopravy v zimních měsících. Film – napodobení varu pomocí sublimace suchého ledu. Mrazicí boxy.
Výtvarná výchova	Přesouvání soch v historii i v současnosti.
Tělesná výchova	Zvyšování výkonu motoru při automobilových závodech. Bruslení. Horolezectví. Odvod tepla sportovců v různých disciplínách – gymnastika, vzpírání ...
Hudební výchova	Rychlost zvuku při různých teplotách.
Technická výchova	Mechanické vlastnosti různých materiálů. Zahřívání materiálů při jejich opracování.

9 Akustika

Matematika	Výpočet fyzikálních veličin. Kreslení závislostí fyzikálních veličin do grafů. Grafy. Matematické operace. Přímá úměrnost. Sinusové a kosinusové průběhy. Vztahy pro výpočet frekvence a vlnové délky.
Přírodopis	Frekvence křídel různých živočichů za letu, srdeční tep, frekvence dýchání. Hlasivky, hrtan. Lov ryb. Netopýr, delfín, velryba, slon. Ultrazvukové vyšetření vlékařství. Fyziologie sluchu. Hadi.
Chemie	Souvislost pružných vlastností tělesa se silami mezi atomy a molekulami.
Zeměpis	Tsunami v roce 2004 a 2013. Seismické vlny. Problém dorozumívání kosmonautů a astronautů ve vakuu. Místa výskytu zvláštních zvukových jevů: Syrakusy, Londýn, Řím, Slavkov. Echolot. Ultrazvukové měření vzdáleností.
Informatika	Znázornění závislostí fyzikálních veličin v počítači. Animace akustických procesů v PowerPointu. Applety.
Český jazyk	Fonetika. Knihy o zvuku a jeho šíření.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Bitva u Slavkova. Historie důležitých vynálezů.
Občanská výchova	Nebezpečí rezonance u kmitavých soustav a s tím spojené přírodní katastrofy. Identifikace osob podle hlasového spektra – odhalování osob ohlašujících bombové atentáty. Rozhlas. Použití ultrazvuku k čištění. Ultrazvukové vyšetření vtěhotenství. Význam záznamu a reprodukce zvuku pro komunikaci lidí celého světa. Stereofonie. Hlasitost zvuku, její měření, ochrana před nadměrným hlukem.
Výtvarná výchova	Zvláštní stavby a místnosti zesilující zvuk.
Tělesná výchova	Využití pružin v posilovnách. Skoky na trampolíně, pružinový odrazový můstek.
Hudební výchova	Ladička. Podstata zvuku a jeho šíření. Tóny, hudební nástroje, funkce ozvučnice, ladění, barva a výška tónu. Využití ozvěny v hudbě. Vhodné tvary koncertních sál. Škodlivé intenzity zvuku při rockových koncertech a při poslechu ze sluchátek. Tamburína, kytara, kontrabas. Záznam a reprodukce hudby: gramofonová deska, CD, přehrávače MP3, mikrofon, reproduktor. Rychlost zvuku při různých teplotách.
Technická výchova	Akustické vlastnosti různých materiálů.

10 Elektrostatika

Matematika	Fyzikální výpočty, práce s kalkulačkou. Geometrické znázornění elektrického pole.
Přírodopis	Elektrické pole a jeho vliv na flóru a faunu. Vnímání změn elektrického pole organizmy. Vliv bouřky a poruch elektrického pole na chování zvířat a člověka. Zásady první pomoci, její poskytnutí. Léčba elektrickými šoky. Elektrické pole mozku. EKG. EEG.
Chemie	Elektrické pole molekul. Elektrická struktura atomů a molekul. Kovalentní a iontová vazba. Elementární částice.
Zeměpis	Města v okolí Prahy a Brna. Nejvyšší kostelní věž v ČR. Neutronové hvězdy. Směr působení gravitační síly na různých místech Země. Přímětice u Znojma. Elektrárny a jejich poloha na mapách. Centra fyziky v Evropě.
Informatika	Elektrické pole v okolí obrazovky počítače. Měření fyzikálních veličin pomocí počítače. Webové stránky.
Český jazyk	Pravopis cizích slov. Rozdíl mezi elektroskopem a elektrometrem. Mnohovýznamů slova náboj.
Cizí jazyky	Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Historický vývoj poznávání. Původní přístroje a osobnosti vědy. Vývoj poznání a překážky v technickém pokroku. Významné osobnosti fyziky. 18. a 19. století v Evropě. Centra fyziky v Evropě.
Občanská výchova	Odlučovače kouře v tepelných elektrárnách. Možné příčiny vzniku požáru. Výroba papíru. Laserové tiskárny a kopírky. Odlučovače kouře. Ochrana před úrazy elektrickým proudem. Vliv výšky staveb na pravděpodobnost zasažení bleskem. Ochrana před bleskem. Elektrické pole v okolí obrazovky televizoru.
Výtvarná výchova	Krása blesku přírodního a laboratorního. Elektrické výboje v plynech. Neonky.
Tělesná výchova	Elektrické měření fyzikálních veličin při různých sportech. Elektrické pole mozku a jeho změny při fyzické a psychické zátěži organismu.
Hudební výchova	Elektronické hudební nástroje. Vytváření zvuku a tónů nabitých těles a přielektrickým proudem.
Technická výchova	Vytváření elektrického pole. Využití elektrického pole při výrobě ultračistých materiálů. Elektrické pole a jeho vliv na růst krystalů.

11 Elektrodynamika

Matematika	Grafické znázornění přímé úměrnosti. Rozdíly mezi grafem v matematice a fyzice. Matematické operace.
Přírodopis	Ekologie: využívání elektřiny při vytápění domů místo spalování uhlí a dřeva, k pohonu automobilů, vlaků ... Proudění krve v lidském těle. Ovlivnění života denních i nočních živočichů v okolí zářících měst a obcí; změna jejich životních podmínek a přizpůsobení novým podmínkám. Umělá inteligence, roboti. Význam elektrického proudu v živých organismech. Vodivost tkání živých organismů. Elektrické vlastnosti živých tkání. Regulace vodních toků. Průtoky vody. Obsah kyseliny v ovoci. Elektroplaxa u živočichů schopných vytvářet elektrické napětí k ochromení jiných živočichů (rejnoci apod.). Metabolismus rostlin, vznik volného kyslíku v atmosféře. Fosilie, vznik uhlí, geologické doby.
Chemie	Chemické pokovování mincí. Elektrická struktura atomů a molekul. Disociace molekul. Elektrolýza. Složení atomů, vznik iontů, iontová vazba molekul. Složení atomu, vznik iontů, náboj iontů a jejich souvislosti s chemickými vazbami atomů. Elektrické vlastnosti kovových prvků, slitin a grafitu. Křemík, ionizace zahrátím. Závislost pohyblivosti iontů v elektrolytu na teplotě. Elektrochemický potenciál. Oxid uhličitý, chemické procesy při spalování. Výroba hliníku. Molekula vody. Freon.
Zeměpis	Koloběh vody. Nadmořská výška. Ekosystémy vhodné pro výstavbu elektráren. Světelné znečištění. Sluneční elektrárny. Zemské magnetické pole. Průtoky vodních toků. Přečerpávací elektrárny. Geotermální energie, gejzíry, Island. Kosmické sondy.
Informatika	Zdroje elektrického proudu v informatice. Elektrické součástky používané v počítačové technice. Výroba čipů a integrovaných obvodů.
Český jazyk	Čtečky využívající zdroj elektrického napětí. Elektrická zařízení pro záznam a reprodukci textu. Různé významy slova náboj.
Cizí jazyky	Elektrická zařízení pro záznam a reprodukci textu. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím
Dějepis	Alessandro Volta. Objev elektrických zdrojů v souvislosti s pokrokem v technice a se změnami kvality života lidí.
Občanská výchova	Vývoj dopravních prostředků a rozvoj cestování. Likvidace vybitých galvanických článků a akumulátorů. Vývoj lidstva v souvislosti s vědeckým a technickým pokrokem. Vliv techniky na množství volného času. České a cizí mince. Schémata městské dopravy. Vánoční osvětlení domů a ulic. První pomoc, dýchání z úst do úst. Požáry způsobené zkratem. Měření elektrických proudů v lékařství – vyšetření EKG, EEG. Metody úspory elektrické energie. Nebezpečí požáru při zkratu. Význam přímého využívání sluneční energie pro životní prostředí. Úspora elektrické energie, ochrana životního prostředí. Pochopení principů přístrojů, které obklopují člověka. Ochrana životního prostředí. Ozonová díra. Úsporné vytápění – tepelná čerpadla. Elektrická energie, elektrárny, ochrana životního prostředí.
Výtvarná výchova	Elektrická zařízení pro automatické kresby.
Tělesná výchova	Iontové nápoje a jejich užití při sportu.
Hudební výchova	Elektrické hudební nástroje. Rozdíly mezi klasickými a elektronickými nástroji.
Technická výchova	Elektrické nástroje a bezpečnost při práci s nimi.

12 Magnetismus

Matematika	Úhly. Geometrické znázornění magnetického pole. Gradient. Poloha magnetického pólu a její prostorové vlastnosti. Tečna. Magnetické indukční
Přírodopis	Magnetovec. Chování živočichů v magnetickém poli Země. Orientace tažných ptáků. Magnetické pole a jeho vliv na flóru a faunu. Vnímání změn magnetického pole organizmy. Vliv magnetické bouře a poruch magnetického pole na chování zvířat a člověka. Magnetická rezonance. Rušení funkce kardiostimulátorů v silných magnetických polích. Magnetoterapie využívá k vytvoření magnetického pole cívky. Ochrana před úrazem elektrického proudu pomocí proudových chráničů.
Chemie	Chování molekul a atomů v magnetickém poli. Magnetické vlastnosti atomů a molekul. Magnetismus jako důsledek vlastností různých atomů a molekul.
Zeměpis	Naleziště železných rud. Poloha magnetických pólů. Kompas. Buzola. Azimut. Deklinace. Směrová růžice. Určování světových stran. Magnetické bouře. Mapapolárních oblastí. Polární záře na Zemi a na jiných planetách. Magnetické pole hvězd, planet a měsíců. Magnetar. Pulsar.
Informatika	Magnetické vychylování nabitých částic v obrazovce počítače. Magnetický záznam informací. Magnetické paměti.
Český jazyk	Pravopis cizích slov. Původ slova magnet. Knihy o magnetismu. Odborné časopisy a webové stránky.
Cizí jazyky	Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Starověké státy a kultury. Využití magnetismu k pokroku civilizace. Historické přístroje a osobnosti vědy. Vývoj poznání. Významné magnetické objevy. CERN. Fermilab. Kompas.
Občanská výchova	Magnetismus v lékařství. Magnetické vlastnosti látek a jejich využití v běžném životě. Magnety v domácnosti a v lékařství. Magnetismus ve sportu. Světové strany. Třídění odpadu.
Výtvarná výchova	Magnety a zviditelnění jejich magnetického pole pomocí polarizace světla. Kulové a jiné speciální magnety. Tvar hladiny magnetických kapalin.
Tělesná výchova	Magnetismus v lékařství. Magnetické vlastnosti látek a jejich využití ve sportu. Odhalování dopingů a některých nepovolených látek prostřednictvím magnetického pole.
Hudební výchova	Vliv magnetů na barvu tónu. Magnetická past. Záznam zvuku pomocí magnetických vlastností látek.
Technická výchova	Vytváření různých tvarů magnetického pole. Využití magnetického pole při výrobě materiálů. Magnetické kapaliny. Magnety a jejich využití při konstrukci zajímavých hlavolamů.

13 Elektromagnetismus

Matematika	Výpočet fyzikálních veličin. Matematické operace. Sinusové a kosinusové průběhy. Přímá a nepřímá úměrnost a jejich grafické znázornění. Grafické znázornění proměnných dějů. Výpočet fyzikální veličiny pomocí vzorce. Grafické znázornění časového průběhu fyzikální veličiny.
Přírodopis	Orientace ptáků při migraci za pomoci magnetického pole. Le Chatelierův princip: odezva přírodních soustav je taková, že brání vlivům, které ji vyvolávají. Oko a pozorování rychlých dějů.
Chemie	Faraday a chemický výzkum (elektrochemie). Le Chatelierův princip: odezva přírodních soustav je taková, že brání vlivům, které ji vyvolávají.
Zeměpis	Magnetické pole Země (pozor, zeměpisci označují magnetický pól poblíž severního pólu Země za severní magnetický pól podle jeho polohy na Zemi, i když jde z hlediska fyzikální podstaty o jižní magnetický pól). Polární záře. GPS družice.
Informatika	Znázornění závislostí fyzikálních veličin v počítači. Animace elektromagnetických jevů v PowerPointu.
Český jazyk	Elektromagnetický záznam šíření zvuku.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Napoleon. Vývoj elektrických generátorů v různých zemích na konci 19. a začátku 20. století.
Občanská výchova	Televizní obrazovka. Domácí spotřebiče. Přístroje používané v domácnosti. Přenos elektrické energie. Dopravní prostředky. Elektrické spotřebiče. Spotřební elektronika. Televize. Rozhlas. Vysílače. GPS a družice.
Výtvarná výchova	Elektromagnetické jevy a přístroje a jejich zobrazení.
Tělesná výchova	Elektromagnetické měření sportovních výsledků.
Hudební výchova	Elektrické hudební nástroje. Záznam a reprodukce zvuku.
Technická výchova	Vlastnosti různých materiálů způsobující stínění před elektromagnetickým polem.

14 Elektronika

Matematika	Výpočet fyzikálních veličin. Matematické operace. Sinusové a kosinusové průběhy. Přímá a nepřímá úměrnost a jejich grafické znázornění. Grafické znázornění proměnných dějů. Výpočet fyzikální veličiny pomocí vzorce. Grafické znázornění časového průběhu fyzikální veličiny.
Přírodopis	Křemen a jeho odrůdy: křišťál, záhněda, chalcedon, karneol, chrysopras, jaspis, heliotrop, achát, pazourek. Sluneční elektrárny a životní prostředí.
Chemie	Polokovy. Polovodiče. Periodická tabulka. Krystalová struktura. Chemická vazba. Sloučeniny. Monokrystaly. Oxid křemičitý. Důležitost chemické čistoty sloučenin. Vaznost prvků. Vazby v krystalech. Fosfor. Aluminium.
Zeměpis	Sluneční elektrárny. GPS a družice.
Informatika	Vodivost polovodičů. Příměsová vodivost. Činnost polovodičové diody, usměrňovače. Využití svítivých diod v optoelektronice. Digitalizace signálu, přenos informací. Procesor – základ počítače. Polovodičové paměti, pevný disk. Signál. Modulace. Digitální signál a odolnost proti rušení. Displeje. Znázornění závislostí fyzikálních veličin v počítači. Applety.
Český jazyk	Čtečky knih. Záznam textů na elektronických platformách.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Objevy v přírodních vědách. Největší objevy 20. století. Vývoj techniky.
Občanská výchova	Úspora energie v dopravě. Šíření informací rozhlasem a televizí. Televizní obrazovka. Elektronické přístroje. Dopravní prostředky. Spotřební elektronika. Televize. Rozhlas. Vysílače. GPS a družice.
Výtvarná výchova	Digitální zpracování obrazu.
Tělesná výchova	Elektronické měření sportovních výsledků.
Hudební výchova	Zesílení elektroakustického signálu při koncertech a u některých hudebních nástrojů. Digitální zpracování zvuku. Elektronické hudební nástroje. Záznam a reprodukce zvuku.
Technická výchova	Elektronické přístroje na opracování materiálů. NC stroje.

15 Optika

Matematika	Výpočet fyzikálních veličin. Poměr. Podobnost trojúhelníků. Určování velikostí nepřístupných objektů. Kreslení závislostí fyzikálních veličin do grafů. Grafy. Matematické operace.
Přírodopis	Lidské smysly – nejdůležitější: zrak. Rostliny rostoucí ve stínu či v polostínu. Chování rostlin a živočichů při úplném zatmění Slunce. J. E. Purkyně. Užití kulových zrcadel při vyšetření dutin. Stavba a funkce oka. Mikroskopické pozorování struktur neviditelných prostým okem.
Chemie	Sklo. Chemické sloučeniny s různým indexem lomu.
Zeměpis	Duha, maják, šíření světla. Střídání ročních období. Poloha slunce na obloze během dne a během roku. Pohyb Země kolem Slunce. Pohyb Měsíce kolem Země. Fáze Měsíce. Měsíc. Útvary na Měsíci. Planety sluneční soustavy. Oběh planet kolem Slunce. Astronomická refrakce.
Informatika	Optické klamy. Znázornění závislostí fyzikálních veličin v počítači. Animace optických jevů v PowerPointu. Applety.
Český jazyk	Knihy o optických vynálezech. Optické klamy využívané při knižních ilustracích.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Alexandria a starověká vzdělanost. Pozorování zatmění Slunce a Měsíce starověkými civilizacemi. Starověké civilizace. Kalendář a jeho vznik.
Občanská výchova	Bezpečnost silničního provozu (zrcadla v nepřehledných křižovatkách, bifokální zpětná zrcátka, ...).
Výtvarná výchova	Nerovné plochy zrcadel v bludištích i v uměleckém průmyslu (jednou z možností je i kulová plocha). Fyziologické a psychologické optické klamy ve výtvarném umění. Setrvačnosti oka ve filmovém průmyslu. Umělecká fotografie, užití lupy (minimalismus), camery lucidy (krajiny, portréty). Rozdílové skládání barev v malířství (míchání dvou barev na malířské paletě dává výsledný vjem podobný pozorování předmětu přes barevné fólie).
Tělesná výchova	Osvětlení sportovišť večer a v noci.
Hudební výchova	Optické klamy jako doplněk hudebních produkcí.
Technická výchova	Optické vlastnosti různých materiálů.

16 Atomová a jaderná fyzika

Matematika	Výpočet fyzikálních veličin. Matematické operace. Sinusové a kosinusové průběhy. Přímá a nepřímá úměrnost a jejich grafické znázornění. Povrch a objem koule. Grafické znázornění proměnných dějů. Výpočet fyzikální veličiny pomocí vzorce. Grafické znázornění časového průběhu fyzikální veličiny.
Přírodopis	Lékařské vyšetření tomografem NMR. Smolinec. Světélkování nerostů. Uhlík v živých organismech. Metabolismus. Metoda značených izotopů. Využití radioizotopů v lékařství. Buňka. Chromozomy. Účinky ionizujícího záření na organismus. Nemoc z ozáření.
Chemie	Atom. Molekula. Zákon stálých poměrů slučovacíh. Avogadrovo číslo. Atomové jádro. Model atomu. Vrstvy v elektronovém obalu. Valenční vrstva. Vaznost. Vápník. Měď. Neutron. Nukleony. Protonové a nukleonové číslo. Nuklid. Izotop. Deuterium. Tritium. Atomová hmotnostní jednotka. Stabilita atomových jader. Uvolňování energie chemickými reakcemi. Výhřevnost paliv. Samovolná přeměna prvků. Radioaktivita. Poločas přeměny. Bizmut. Uran. Thorium. Aktinium. Francium. Cesium. Baryum. Kobalt. Nikl. Radium. Helium. Technecium. Promethium. Polonium. Uhlík. Dusík. Chemické reakce – metoda značených izotopů. Olovo. Uran. Radon. Spalování uhlí. Alchymie. Olovo. Zlato. Dusík. Kyslík. Xenon. Stroncium. Wolfram. Přeměny prvků. Exoenergetické reakce. Endoenergetické reakce. Uran a jeho izotopové složení. Voda. Grafit. Plutonium. Kalifornium. Uran a jeho izotopové složení. Voda. Grafit. Bór. Kyselina boritá. Vodík a jeho izotopy. Lithium.
Zeměpis	Pohyby planet. Tankery pro dopravu ropy. Tepelné elektrárny. Jáchymov. Nadmořská výška. Magnetické pole Země. Atol Bikini. Naleziště zlata. Aljaška. Austrálie. Gabun. Chicago. Jaderné elektrárny v ČR, Rusku, Japonsku.
Informatika	Vliv radioaktivity na činnost různých elektronických součástek. Znázornění závislosti fyzikálních veličin v počítači. Applety.
Český jazyk	České názvy prvků. Pravopis současných názvů. Původ názvů prvků.
Cizí jazyky	Značky veličin a názvy těchto veličin v cizích jazycích. Původ odborných termínů. Cizí slova v českém jazyce. Čtení jmen významných přírodovědců. Fyzikální pojmy v cizím jazyce.
Dějepis	Antická filozofie. Historie objevů v přírodních vědách. Metody určování stáří v archeologii. Pyramidy. Ochrana před požárem. 2. světová válka. Hirošima. Nagasaki. Černobylská havárie. Zkoušky jaderných zbraní. Alchymisté. Radiouhlíková metoda určování stáří v archeologii. Stáří Země. Historie jaderné energetiky. Termonukleární bomba a role jaderných zbraní v období studené války. Největší objevy 20. století. Vývoj techniky.
Občanská výchova	Měnové jednotky, kurzy měn. Jaderné zbraně. Jaderná energetika. Porovnání vlastností různých tepelných zařízení. Vliv na životní prostředí. Bezpečnost jaderných elektráren. Problematika rostoucí energetické spotřeby lidstva. Termonukleární zbraně, řešení energetické krize.
Výtvarná	Barvy rozžhavených těles. Sluneční světlo.

výchova	
Tělesná výchova	Jaderné metody k odhalení dopingu.
Hudební výchova	Laserové show při hudebních koncertech.
Technická výchova	Laserové paprsky obrábějí velmi tvrdé a křehké materiály. NC stroje.

17 Astronomie

Matematika	Práce s čísly vyjádřenými jako mocniny deseti. Přehledný zápis velikých a malých kladných čísel. Využití sudoku ve výuce. Elipsa a její vlastnosti. Mocniny. Výpočet fyzikálních veličin. Matematické operace.
Přírodopis	Barva a vzory na kůžích živočichů. Podmínky vzniku života na Zemi a dalších planetách. Podmínky vzniku života na Zemi a měsících plynných planet. Počátky života na Zemi. Nebezpečí zániku života na Zemi po srážce Země s planetkou či kometou. Vyhynutí „dinosaurů“. Tadeáš Hájek z Hájku a jeho herbář.
Chemie	Oxid uhličitý. Vodík. Helium. Metan. Led a suchý led. Organické látky. Chemické prvky uvnitř hvězdy.
Zeměpis	Objevy planet Uran, Neptun. Polární oblasti a polární záře. Kanada a provincie Quebec. Impaktní krátery. Štítové sopky. Česká města. Fernao de Magalhaes a obeplutí světa v roce 1522. Kosmické sondy. Atmosférické tlakové výše a níže. Střídání ročních období na planetách. Kosmické sondy. Impaktní krátery. Uspořádání sluneční soustavy. Měření velikosti astronomické jednotky. Magalhaes a jeho cesta kolem světa. Egypt. Anglie – Stonehenge. Zeměpisná šířka. Pásmový čas. Souhvězdí pozorovatelná z různých zeměpisných šířek. Rotace Země. Světové póly. Střídání ročních období. Vlajky s Jižním křížem.
Informatika	Moderní prostředky pro získávání informací z vesmíru. Znázornění pohybu těles sluneční soustavy v počítači. Applety.
Český jazyk	Pohádky a divadelní hry, v nichž vystupuje Slunce. Jan Neruda a Písně kosmické. Česká obrozenecká jména planet a měsíců. Řečtí a římské bohové. Božena Němcová. Česká obrozenecká jména planet a měsíců. William Shakespeare. Alexander Pope. Divadlo Jára Cimrmana. Pohádky. Pranostiky a přísloví. Antická mytologie.
Cizí jazyky	Původ značky astronomické jednotky. Galaxie a Mléčná dráha v angličtině.
Dějepis	Pozorování oblohy v prvních civilizacích. Postupné uvědomování si časových intervalů. Pozorování Slunce a jeho význam v náboženství a pro kalendář v prvních civilizacích. Egypt a Amon-Ra. Národní obrození a vznik českých vědeckých jmen. Antická mytologie. Národní obrození a vznik českých vědeckých jmen. Antická mytologie. Praha jako centrum evropské vědy na přelomu 16. a 17. století. Geocentrická a heliocentrická představa uspořádání vesmíru. Šíření informací v historii a růst rychlosti šíření informací. Starověká civilizace v Egyptě. Tycho Brahe.
Občanská výchova	Heliocentrická a geocentrická představa uspořádání vesmíru. Postupné prosazování heliocentrické představy.
Výtvarná výchova	Astronomická inspirace obrazů. Sluneční světlo a jeho estetické vnímání. Červánky a modrá obloha.

Tělesná výchova	Krasobruslení a zákon zachování momentu hybnosti. Gymnastika a zákon zachování momentu hybnosti.
Hudební výchova	Čeští hudební skladatelé Smetana, Dvořák a Janáček. Hudební stupnice. Písňe s nesprávně použitým pojmem „světelný rok“.
Technická výchova	Dalekohledy. Modely sluneční soustavy.