

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra experimentální fyziky

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

## Fyzika a Pevnost poznání



Autor:	Roman Chvátal
Vedoucí práce:	RNDr. Renata Holubová, CSc.
Studijní program:	B1701 Fyzika
Studijní obor:	1701R003 Fyzika
Forma studia:	Prezenční
Termín odevzdání práce:	20. 5. 2016

**Bibliografická identifikace:**

Jméno a příjmení autora:	Roman Chvátal
Název práce:	Fyzika a Pevnost poznání
Typ práce:	Bakalářská
Pracoviště:	Katedra experimentální fyziky
Vedoucí práce:	RNDr. Renata Holubová, CSc.
Rok obhajoby práce:	2016
Počet stran:	48
Počet stran příloh:	19
Jazyk:	Český
Abstrakt:	Práce se věnuje tvorbě, realizaci a zhodnocení mimoškolních výukových programů. Jedná se o programy realizované v popularizačním centru Univerzity Palackého v Olomouci, v Pevnosti poznání.
Klíčová slova:	fyzika, popularizace vědy, mimoškolní výuka, optika, astronomie, radon, Pevnost poznání

**Bibliographical identification:**

Autor's first name and surname: Roman Chvátal

Title: Physics and Pevnost poznání

Type of thesis: Bachelor

Department: Department of Experimental Physics

Supervisor: RNDr. Renata Holubová, CSc.

The year of presentation: 2016

Number of pages: 48

Number of pages of appendices: 19

Language: Czech

Abstract: The work is dedicated to the creation, implementation and evaluation of extracurricular educational programs. These are the programs implemented in the popularizing center of Palacky University in Olomouc, in the Fortress knowledge.

Keywords: physics, science popularization, extracurricular lessons, optics, astronomy, radon, Fortress knowledge

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Renaty Holubové, CSc., a že jsem použil zdrojů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Olomouci dne .....

.....

podpis

# Obsah

Úvod.....	7
1 Teoretická část .....	9
1.1 Fyzikální teorie použitá ve výukových programech .....	9
1.1.1 Spektrum elektromagnetického vlnění .....	9
1.1.2 Odraz a lom světla .....	10
1.1.3 Chromatická disperze.....	14
1.1.4 Polarizace světla.....	15
1.1.5 Absolutně černé těleso, Wienův posunovací zákon.....	18
1.1.6 Nukleonové a protonové číslo, izotop .....	19
1.2 Další teoretické znalosti a souvislosti .....	20
1.2.1 Průchod světla čočkovým dalekohledem.....	20
1.2.2 Průchod světla zrcadlovým dalekohledem.....	20
1.2.3 Pohyby objektů po obloze.....	21
1.2.4 Změny ročních období .....	21
1.2.5 Fáze Měsíce .....	21
1.2.6 Vznik radonu.....	22
1.2.7 Obsah radonu v horninách a jeho uvolňování.....	22
1.2.8 Princip pronikání radonu do objektů.....	23
1.2.9 Opatření proti průniku radonu do objektů .....	24
1.2.10 Zdravotní rizika spojená s radonem .....	25
1.3 Použité exponáty .....	26
1.3.1 Optoelektronické rádio.....	26
1.3.2 Lom světla.....	26
1.3.3 Polarizace.....	27
1.3.4 Planckův vyzařovací zákon.....	27
1.3.5 Barevná teplota .....	27
1.3.6 Digitální planetárium .....	28

2	Experimentální část.....	29
2.1	Výukové programy .....	29
2.1.1	Světlo kolem nás .....	30
2.1.2	Tajuplné dalekohledy.....	32
2.1.3	Pohyby nebeských těles .....	34
2.1.4	Radonová stopa.....	36
2.2	Vzorově vyplněné pracovní listy .....	38
2.3	Evaluace výukových programů.....	39
2.3.1	Světlo kolem nás .....	40
2.3.2	Radonová stopa.....	42
	Závěr .....	45
	Použité zdroje a literatura .....	47
	Přílohy.....	48

## Úvod

Bakalářská práce Fyzika a pevnost poznání se zabývá problematikou mimoškolní výuky. Konkrétně výuky probíhající v interaktivním muzeu vědy Univerzity Palackého v Olomouci, v Pevnosti poznání. Výuka v Pevnosti poznání probíhá v expozicích interaktivního muzea za využití originálních exponátů. Jako opora celé výuky by měly sloužit pracovní listy, které jsem se rozhodl vytvořit a jejich tvorbu zpracovat jako bakalářskou práci.

Volbu tohoto tématu lze zdůvodnit skutečností, že se velmi zajímám o mimoškolní výuku žáků. Pracovní listy, jakožto oporu výuky považuji za důležitou součást celého výukového procesu v Pevnosti poznání.

V dnešní době se čím dál častěji setkáváme s uplatňováním mimoškolní výuky ve vědeckých centrech. Pro žáky se jedná s jistotou o zpestření klasické výuky probíhající v prostorách školy. Nyní si dovoluji položit jednoduchou otázku. Jakou formou by si měli žáci poznamenat své poznatky z mimoškolní výuky? Za naprosto nevhodnou variantu bych považoval využití vlastních poznámek žáků, které by si zaznamenávali na volné listy papíru. Tento způsob by v mnohém připomínal klasické zápisky. Dle mého názoru by měla být mimoškolní výuka něčím výjimečná a žáci by si tak měli odnést poznámky v netradiční formě. Právě k tomuto by měly sloužit pracovní listy.

Jak je patrné z předchozích slov, tak cílem práce je vytvořit pracovní listy a následně je využít při mimoškolní výuce v Pevnosti poznání. Pracovní listy by měly tvořit oporu výukových programů, které se dotýkají témat zařazených do klasické výuky. Dopad jednotlivých výukových programů by měl být na závěr zhodnocen za pomoci jednoduchých dotazníků.

Při zpracovávání pracovních listů, respektive bakalářské práce jsem nejprve věnoval pozornost odborné literatuře. Zpracoval jsem teorii týkající se témat, jež se objevují ve výukových programech a na základě představ, jak by měla vypadat ideální výuka, jsem vytvořil pracovní listy. Tyto pracovní listy jsem použil během interaktivní mimoškolní výuky v Pevnosti poznání. Každý z nich na vzorku 150 žáků a více.

Bakalářská práce se člení na teoretickou a experimentální část. V teoretické části se čtenář seznámí s použitou fyzikální teorií a s dalšími obecnými tématy. V závěru teoretické části navíc popisují použité exponáty a v podobě příloh přikládám i jejich fotografie. Experimentální část obsahuje popis jednotlivých výukových programů a krátce hodnotí dopad na žáky, kteří se účastnili mnou vedené výuky.



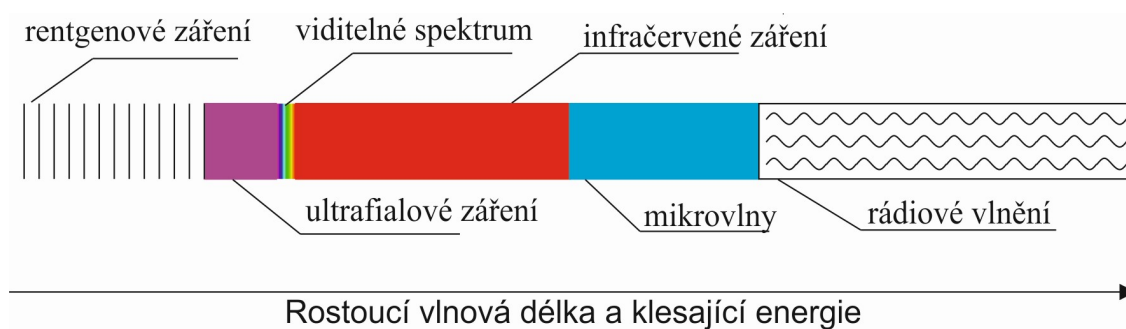
# 1 Teoretická část

## 1.1 Fyzikální teorie použitá ve výukových programech

Jednotlivá fyzikální témata a vztahy jsem se rozhodl rozdělit podle toho, jak jsou užitá ve výukových programech. Lektor využívající vytvořených pracovních listů by měl chápat všechny níže uvedené vztahy a orientovat se v problematice. Nedílnou součástí je určitý nadhled, lektor by měl mít povědomí o celém probíraném tématu, jelikož žáci se velmi často dotazují na podrobnější informace. Mezi časté dotazy patří otázky na využití probíraných jevů v praxi.

### 1.1.1 Spektrum elektromagnetického vlnění

James Clerk Maxwell zjistil, že světelný paprsek je tvořen postupnou vlnou, jež je tvořena elektrickým a magnetickým polem. Proto v optice používáme pojem elektromagnetické vlnění (záření). Nyní známe široké spektrum elektromagnetických vln, které označujeme zpravidla ustálenými názvy. Každá oblast elektromagnetického spektra nese svůj název. Na stupnici vlnových délek elektromagnetického vlnění (obr. 1) si lze všimnout toho, že stupnice má otevřené konce a nenacházejí se v ní žádné mezery. Elektromagnetické spektrum tedy volně přechází z jedné oblasti do druhé a nemá explicitně definovaný začátek a konec. [1]



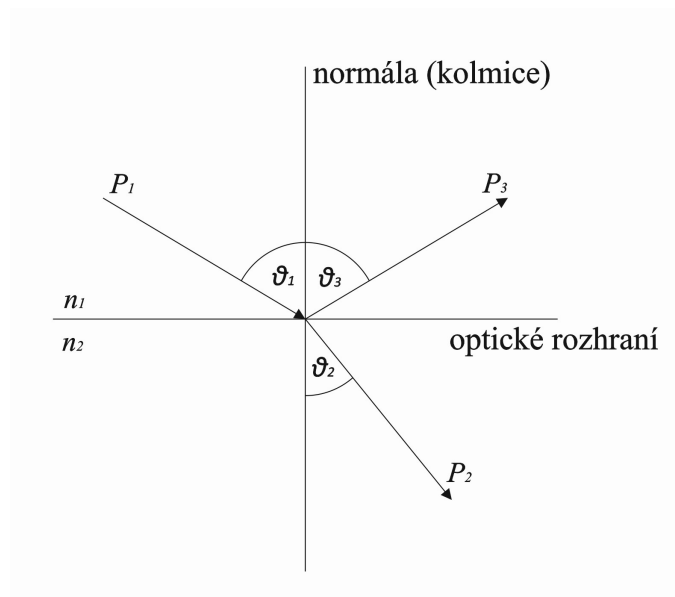
Obr. 1. Spektrum elektromagnetického záření (volně převzato z [1])

Budeme-li řadit jednotlivé spektrální obory podle rostoucí vlnové délky a klesající energie, tak bude jejich pořadí následující. Nejvyšší energií se vyznačuje  $\gamma$ -záření s vlnovými délkami menšími než 300 pm, následuje rentgenové záření s vlnovými délkami 10 nm až 1 pm. Ultrafialové záření se vyznačuje vlnovými délkami od 400 nm do 10 nm, záření s energií nižší než ultrafialové záření označujeme jako viditelné světlo s vlnovými délkami v rozmezí 760 nm až 390 nm. S dalším poklesem energie přichází na řadu infračervené záření o vlnových délkách 0,3 mm až 760 nm. Závěr stupnice patří rádiovému vlnění o vlnových délkách větších než 30  $\mu$ m. [2]

Všechny tyto údaje jsou pouze orientační, hranice mezi jednotlivými oblastmi elektromagnetického záření nejsou jasně definovány. Všechna vlnění elektromagnetického spektra se ve vakuu šíří stejnou rychlostí  $c$ .

### 1.1.2 Odraz a lom světla

Elektromagnetické vlnění si lze představit jako přímku. Takovou přímku potom nazýváme paprsek světla. Studium takto připodobněných světelných vln se zabývá geometrická optika. Abychom mohli okomentovat děje jako odraz a lom, musíme nejdříve charakterizovat prostředí, ve kterém k těmto jevům dochází. Odraz a lom označujeme jako jevy probíhající na rozhraní dvou prostředí. Na obr. 2 pozorujeme dvě základní přímky, a to optické rozhraní a normálu, které spolu svírají úhel  $90^\circ$ . Paprsek  $P_1$  dopadá na optické rozhraní pod úhlem  $\vartheta_1$  a následně dochází k dvěma jevům. Prochází-li paprsek rozhraním, hovoříme o lomu, naopak jestliže paprsek neprochází rozhraním oddělujícím dvě prostředí, mluvíme o odrazu. Vrátime-li se k obr. 2, tak jako lomený paprsek označujeme paprsek  $P_2$ , který se láme pod úhlem  $\vartheta_2$  a jako odražený paprsek označujeme paprsek  $P_3$ , který se odráží pod úhlem  $\vartheta_3$ . Z obr. 2 je patrné, že všechny úhly měříme od normály k paprsku. Popsané jevy lze charakterizovat níže uvedenými vztahy. [1]



Obr. 2. Odraz a lom (volně převzato z [1])

Zákon odrazu říká, že odražený paprsek leží v rovině dopadu a úhel odrazu se rovná úhlu dopadu, neboli

$$\vartheta_1 = \vartheta_3. \quad (1)$$

Zákon lomu, říká, že lomený paprsek leží v rovině dopadu a úhel lomu souvisí s úhlem dopadu následujícím způsobem

$$n_1 \sin \vartheta_1 = n_2 \sin \vartheta_2. \quad (2)$$

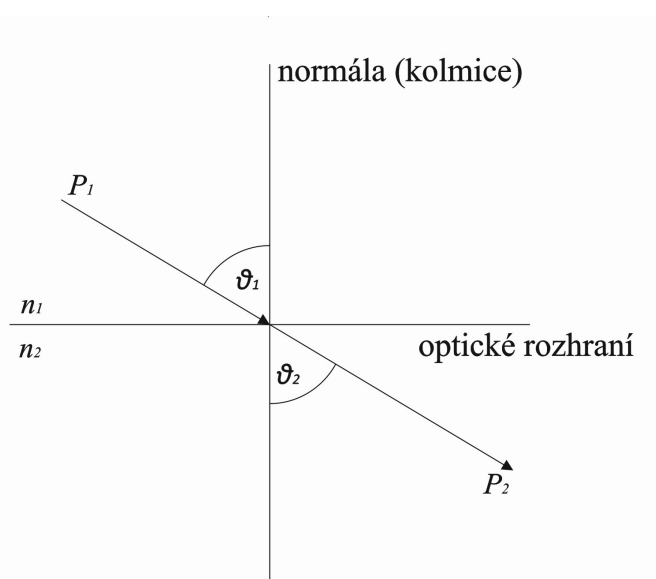
Tento vztah nazýváme Snellův zákon. Úhel dopadajícího paprsku  $\vartheta_1$  často označujeme jako úhel  $\alpha$  a úhel lomeného paprsku  $\vartheta_2$  označujeme jako úhel  $\beta$ . Toto označení je používáno přímo v pracovních listech. Ve vztahu (2) se vyskytují dvě nové bezrozměrné veličiny  $n_1$  a  $n_2$ , jedná se o indexy lomu jednotlivých prostředí. Index lomu udává, kolikrát je velikost rychlosti světla  $v$  v daném prostředí menší než velikost rychlosti světla  $c$  ve vakuu, což lze popsat vztahem

$$n = \frac{c}{v}. \quad (3)$$

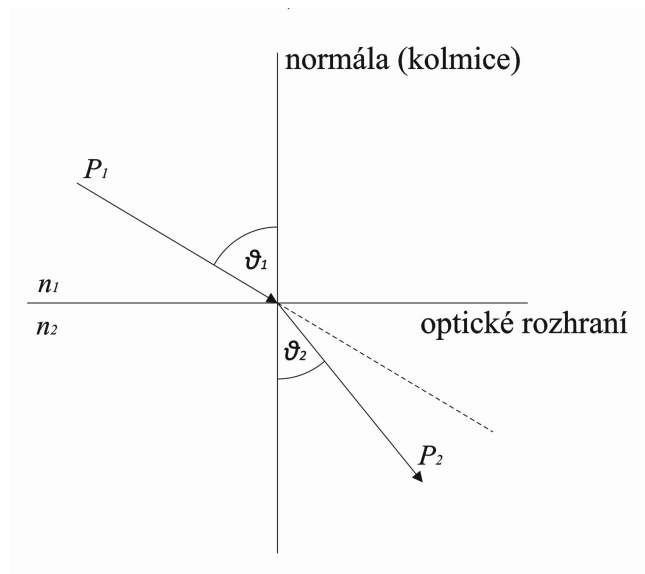
Dochází-li k odrazu paprsku na rozhraní dvou prostředí, je vzniklá situace jasně definovaná vztahem (1). Dochází-li však k lomu paprsku na rozhraní dvou prostředí, mohou nastat tři základní situace. Chceme-li porovnat dopadající paprsek s paprskem lomeným, upravíme vztah (2) do následujícího tvaru

$$\sin \vartheta_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \vartheta_1. \quad (4)$$

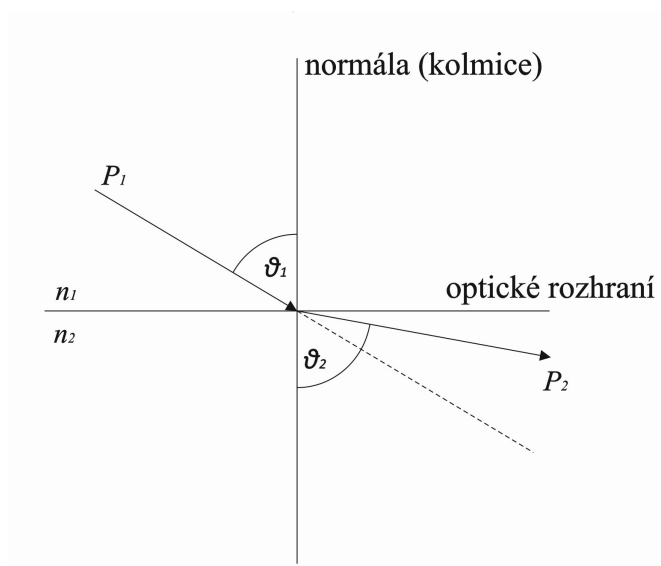
Z tohoto tvaru je zřejmé, že velikost úhlu  $\vartheta_2$  závisí na podílu hodnot  $n_1$  a  $n_2$ . Je-li hodnota  $n_2$  rovna  $n_1$  (obr. 3), pak je úhel  $\vartheta_2$  roven úhlu  $\vartheta_1$ . Nedochozí tedy k lomu a paprsek pokračuje v původním směru. Je-li hodnota  $n_2$  větší než  $n_1$  (obr. 4), pak je úhel  $\vartheta_2$  menší než úhel  $\vartheta_1$ . Dochází k přiblížení paprsku k normále, což označujeme jako lom ke kolmici. Je-li hodnota  $n_2$  menší než  $n_1$  (obr. 5), pak je úhel  $\vartheta_2$  větší než úhel  $\vartheta_1$ . Dochází k oddálení paprsku od normály a v tomto případě hovoříme o lomu od kolmice. [1]



Obr. 3. Chod paprsku pro  $n_1 = n_2$  (volně převzato z [1])



Obr. 4. Lom ke kolmici (volně převzato z [1])



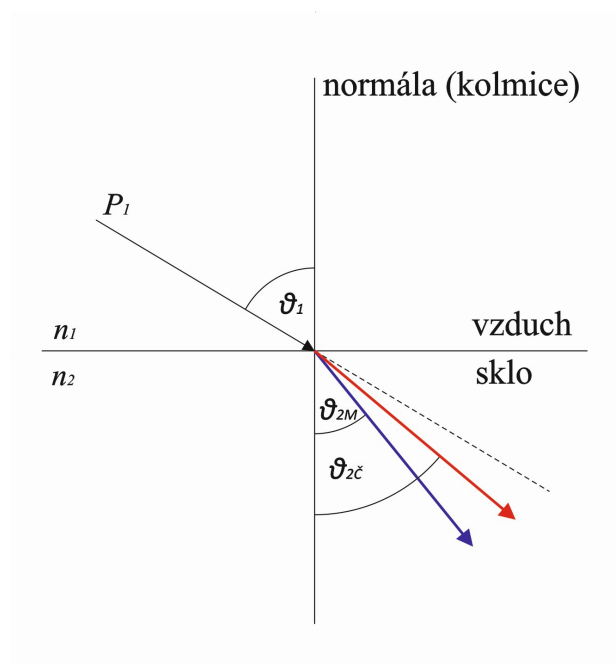
Obr. 5. Lom od kolmice (volně převzato z [1])

Ve výukovém programu Světlo kolem nás je kladen důraz na pochopení vztahů mezi rychlostí světla, indexem lomu prostředí a úhly dopadu a lomu. Tyto souvislosti jsou zřetelné ze vztahů (3) a (4). Čím menší bude rychlost světla  $v_l$  v daném prostředí, tím vyšší bude index  $n_l$  lomu tohoto prostředí. Závislost úhlů na podílu indexů lomů dvou prostředí vyplývá jednoznačně ze vztahu (4) a je popsána výše.

### 1.1.3 Chromatická disperze

V předchozí kapitole jsme se zabývali monochromatickým světlem. Budeme-li však uvažovat bílé světlo, které se skládá ze všech barev viditelného spektra, budeme schopni pozorovat chromatickou disperzi. Index lomu daného prostředí závisí na vlnové délce světla. Z této věty vyplývá, že uvažujeme-li světelný paprsek složený z vln o různých vlnových délkách, tak se každá z vln lomí pod různými úhly. [1]

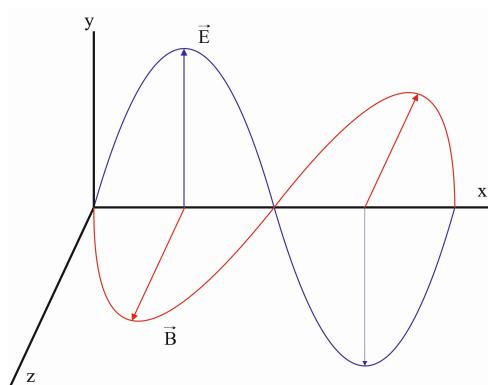
Většinou je index lomu prostředí větší pro kratší vlnové délky než pro vlnové délky větší. Dopadá-li bílé světlo na rozhraní vzduch-sklo, tak modré světlo s kratší vlnovou délkou se bude vychylovat více než červené světlo s delší vlnovou délkou, protože pro kratší vlnové délky je index lomu vyšší. Tento jev je zobrazen na obr. 6. Z tohoto důvodu dochází k rozkladu bílého světla na skleněném hranolu. [1]



Obr. 6. Chromatická disperze (volně převzato z [1])

## 1.1.4 Polarizace světla

V kapitole 1.1.1 jsem detailně popsal spektrum elektromagnetického vlnění. S pojmem elektromagnetické vlnění úzce souvisí pojem polarizace. Každá elektromagnetická vlna má ve vakuu rychlost  $c$  a je tvořena elektrickým a magnetickým polem. Elektrická složka je představována vektorem elektrické intenzity  $\vec{E}$  a magnetická složka vektorem magnetické indukce  $\vec{B}$ . Každá z těchto složek může kmitat v libovolném směru, avšak kolmo na směr šíření. Vektory elektrické intenzity a magnetické indukce mezi sebou svírají úhel  $90^\circ$ . Při šíření elektromagnetického vlnění dochází k neustále se opakujícím transformacím jedné složky v druhou a naopak. Elektrické a magnetické pole se tedy neustále přeměňují jedno v druhé a šíří se ve směru osy  $x$  (obr. 7). [1]



Obr. 7. Složky elektromagnetického vlnění (volně převzato z [1])

Tato transformace je popsána rovnicí

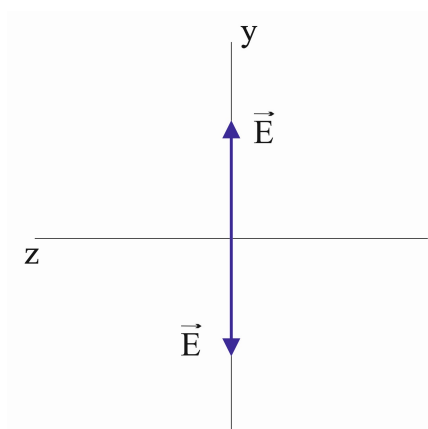
$$kE_m \cos(kx - \omega t) = \omega B_m \cos(kx - \omega t), \quad (5)$$

kde  $E_m$  a  $B_m$  jsou amplitudy elektrické intenzity a magnetické indukce,  $k$  a  $\omega$  jsou úhlový vlnčet a úhlová frekvence vlny,  $x$  je poloha a  $t$  je čas. Položíme-li poměr  $\omega$  ku  $k$  roven rychlosti  $c$ , tak získáme vztah

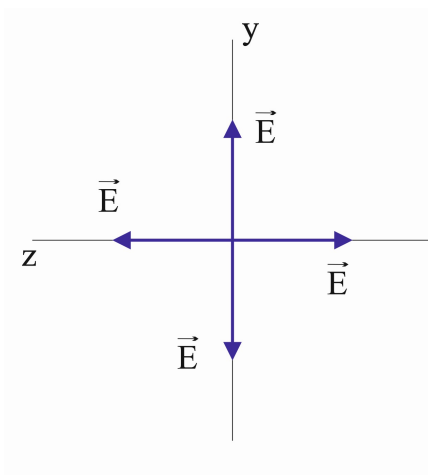
$$\frac{E_m}{B_m} = c. \quad (6)$$

Poměr mezi  $E_m$  a  $B_m$  tedy musí zůstat zachován. [1]

Jak sem již zmínil, běžně se můžeme setkávat s elektromagnetickým vlněním, jehož elektrická a magnetická složka kmitají v libovolných směrech kolmých na směr šíření. Dojde-li však k usměrnění těchto složek do jednoho směru kmitání, pak mluvíme o polarizované vlně. Rovina, v níž kmitá vektor elektrické intenzity  $\vec{E}$  se nazývá rovina kmitů. Polarizaci můžeme zviditelnit znázorněním rozsahu oscilací elektrické intenzity v pohledu proti směru šíření. Vektor elektrické intenzity polarizované vlny bude kmitat v jednom směru (obr. 8), naopak vektor elektrické intenzity nepolarizované vlny bude kmitat ve více směrech (obr. 9).



Obr. 8. Polarizovaná vlna (volně převzato z [1])



Obr. 9. Nepolarizovaná vlna (volně převzato z [1])



Obyčejné zdroje světla, jako je Slunce nebo žárovka, vytvářejí elektromagnetické vlnění, které svou polarizaci rychle a nahodile mění. Například LCD monitory však vytvářejí polarizované světlo, jehož vektor elektrické intenzity kmitá pouze v jednom směru. Z nepolarizovaného světla můžeme vytvářet světlo polarizované při průchodu tohoto světla vhodným krystalem nebo polarizační destičkou.

Polarizační destička se skládá z dlouhých molekul, které jsou rozmístěné v plastové hmotě. Při výrobě dochází k natahování této vrstvy a molekuly se tak uspořádají do rovnoběžných řad. Polarizační destičku si potom můžeme představit jako jednoduchou mřížku. Tato mřížka má potom tu vlastnost, že pokud skrz ni prochází světlo s elektrickou složkou orientovanou ve vodorovném směru, tak volně prochází vrstvou. Je-li však elektrická složka kolmá k řadě molekul, interaguje s nimi, je pohlcena a zaniká. [1]

Uvažujeme-li nepolarizované světlo o intenzitě  $I_0$  procházející polarizační destičkou, potom pro výpočet intenzity vystupujícího světla  $I$  použijeme vztah

$$I = \frac{1}{2} I_0. \quad (7)$$

Naopak uvažujeme-li již polarizované světlo o intenzitě  $I_0$  procházející polarizační destičkou, potom pro výpočet intenzity vystupujícího světla  $I$  použijeme vztah

$$I = I_0 \cos^2 \vartheta, \quad (8)$$

kde  $\vartheta$  je úhel, jež svírá vektor elektrické intenzity světla se směrem polarizace destičky. [1]

### 1.1.5 Absolutně černé těleso, Wienův posunovací zákon

Pojem absolutně černé těleso zavádíme ve spojitosti s přesnějším popisem záření zdrojů. Absolutně černé těleso je takové těleso, které pohlcuje veškeré elektromagnetické záření všech vlnových délek dopadající na jeho povrch a zároveň se jedná o ideální zářič. Pod pojmem ideální zářič rozumíme schopnost tělesa vyzářit maximální množství zářivé energie ze všech možných těles, která jsou zahřata na tutéž teplotu. Pod absolutně černým tělesem si můžeme představit dutinu s malým otvorem, jejíž vnitřní povrch tvoří černá matná plocha. Veškeré elektromagnetické záření, které vnikne otvorem do dutiny, se při opakovaných odrazech pohltí.

Absolutně černé těleso vyzařuje při určité teplotě do okolí elektromagnetické záření všech různých vlnových délek. Tato záření však nemají stejnou intenzitu. Zvyšováním teploty černého tělesa se zvyšuje množství vyzářené energie a maximum intenzity vyzařování se posouvá ke kratším vlnovým délkám. Z tohoto tvrzení vyplývá, že vlnová délka záření, které vyzařuje černé těleso s maximální intenzitou, je nepřímo úměrná termodynamické teplotě tělesa. Tuto závislost nazýváme Wienův posunovací zákon a popisuje ji vztah

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}, \quad (9)$$

kde  $b$  je konstanta o hodnotě  $2,9 \cdot 10^{-3}$  mK a  $T$  je termodynamická teplota tělesa.

Díky vztahu (9) jsme schopni určit například teplotu hvězd ze spektrální analýzy elektromagnetického záření, které vyzařují. Této možnosti využívám právě ve výukovém programu Tajuplné dalekohledy. Zajímavostí je, že subjektivní rozlišování teplých a studených barev neodpovídá vztahu (9).

### 1.1.6 Nukleonové a protonové číslo, izotop

Jádro prvků se skládá z protonů a neutronů. Počet protonů v jádře označujeme velkým písmenem  $Z$  a nazýváme jej protonové, neboli atomové číslo. Počet neutronů v jádře označujeme velkým písmenem  $N$  a nazýváme jej neutronové číslo. Celkový počet neutronů a protonů v jádře označujeme velkým písmenem  $A$  a nazýváme jej hmotnostní číslo. Mezi jednotlivými čísly platí vztah

$$A = Z + N \quad (10)$$

Jako izotopy označujeme prvky, které se vyznačují shodným protonovým číslem  $Z$ , ale rozdílným neutronovým číslem  $N$ . Tyto prvky se liší hodnotou hmotnostního čísla, mají tedy rozdílnou hmotnost a většina izotopů jednotlivých prvků se často vyznačuje radioaktivitou. [1]

## **1.2 Další teoretické znalosti a souvislosti**

Tato kapitola pojednává o dalších tématech, které nemusí přímo zapadat do obecných fyzikálních kapitol. Jedná se však o souvislosti, které je nutné znát a pochopit před realizací výukových programů.

### **1.2.1 Průchod světla čočkovým dalekohledem**

Paprsek přicházející od vzdáleného objektu prochází první čočkou, objektivem, vstupuje do tubusu, ve společném ohnisku objektivu a okuláru se paprsky převrátí, pokračují k druhé čočce, okuláru, a za ní vnikají do detektoru. Detektor může být například lidské oko. Předmět, ohniska čoček a detektor jsou v jedné rovině.

Velkou nevýhodou čočkových dalekohledů je takzvaná barevná vada, která vzniká v důsledku chromatické disperze, která je popsána v dřívější kapitole. Průchod světla čočkovým dalekohledem je znázorněn v pracovním listu Tajuplné dalekohledy, který je přiložen v závěru bakalářské práce.

### **1.2.2 Průchod světla zrcadlovým dalekohledem**

Paprsky přichází volně do tubusu dalekohledu, na zadní straně se odrážejí o duté zrcadlo, které je soustředí do jeho ohniska. Před ohniskem je umístěno nakloněné rovinné zrcadlo, které vychyluje paprsky mimo tubus do okuláru, a ty vnikají do detektoru. Předmět, objektiv a okulár nejsou v jedné přímce.

Pozorujeme-li předmět zrcadlovým dalekohledem, tak nedochází k průchodu paprsků rozhraním dvou prostředí, nedochází tedy k chromatické disperzi a vzniklý obraz není poznamenán barevnou vadou. Průchod světla zrcadlovým dalekohledem je znázorněn v pracovním listu Tajuplné dalekohledy, který je přiložen v závěru bakalářské práce.

### 1.2.3 Pohyby objektů po obloze

V důsledku rotace Země kolem své osy ve směru od západu k východu dochází ke zdánlivému pohybu objektů po obloze, a to ve směru od východu na západ, respektive při pohledu k jižnímu bodu obzoru z levé strany na pravou. Toto pravidlo platí pro pozorovatele na severní polokouli. Veškeré pohyby nebeských těles jsou pouze zdánlivé. Během dne vidíme ze zemského povrchu pouze modře zbarvenou oblohu, pokud by kolem planety Země nebyla atmosféra, viděli bychom všechny hvězdy přes den, tak jako v noci. [4]

### 1.2.4 Změny ročních období

Ke změnám ročních období dochází v důsledku obíhání planety Země kolem nejbližší hvězdy Slunce. Dalším podstatným důvodem střídání ročních období je naklonění zemské osy o  $23^{\circ} 26' 21,42''$ . Tato hodnota platila pro rok 2000. Nachází-li se severní polokoule v příkloněné pozici k Slunci, tak sluneční paprsky dopadají v poledne do míst s  $50^{\circ}$  severní šířky pod úhlem cca  $63,5^{\circ}$ . Naopak nachází-li se Země v odkloněné pozici k Slunci, tak sluneční paprsky dopadají v poledne do míst s  $50^{\circ}$  severní šířky pod úhlem cca  $16,5^{\circ}$ . Změna těchto úhlů má za následek různou úroveň pohlcení sluneční energie zemským povrchem a navíc ovlivňuje délku expozice daného místa slunečním paprskům. Čím větší úhel, tím delší doba osvitů a více pohlcené energie. [4]

### 1.2.5 Fáze Měsíce

Měsíční fáze rozlišujeme podle toho, jakou část jeho ozářeného povrchu Sluncem jsme schopni pozorovat. Ke změnám fází dochází vlivem obíhání Měsíce kolem Země. Nachází-li se Měsíc mezi Zemí a Sluncem, tak strana přivrácená k Zemi není osvětlená a je tedy nepozorovatelná. Mluvíme o takzvaném novu. Naopak nachází-li se mezi Sluncem a Měsícem Země a nejsou splněny podmínky zatmění, tak jsme z povrchu Země schopni pozorovat osvětlenou část Měsíce. Tuto fázi označujeme jako úplňk. Fáze první čtvrti spadá přesně do poloviny doby mezi novem a úplňkem. Fáze poslední čtvrti spadá přesně do poloviny doby mezi úplňkem a novem. [3]

## 1.2.6 Vznik radonu

Problematicke radonu se věnuji zejména proto, že se jedná o nestabilní plyn, který je radioaktivní. Pod pojmem radioaktivita se myslí schopnost jádra nestabilních nuklidů samovolně se rozpadnout na jiná jádra za uvolnění záření. Obecně mohou poločasy radioaktivní přeměny radionuklidů nabývat hodnot od milisekund po miliardy let. V přírodě se vyskytují pouze takové radionuklidy, které mají velmi dlouhý poločas rozpadu nebo které v přírodě stále vznikají. Dlouhodobě existují např. radionuklidy uran 238, uran 235, thorium 232 nebo draslík 40.

V přírodě se vyskytují tři přeměnové řady. Jejich název je většinou odvozen od izotopu s nejdelším poločasem rozpadu. Přeměnová řada začínající uranem 238 se nazývá uranová. Přeměnová řada začínající thoriem 232 se nazývá thoriová a přeměnová řada začínající uranem 235 se nazývá aktinuranová.

Radon 222 se vyskytuje v uranové řadě pocházející z uranu 238. Tato přeměnová řada je tvořena šestnácti prvky a končí stabilním olovem 206. V horninách obsahujících uran jsou tím pádem stále přítomny všechny radionuklidy celé řady a postupně narůstá obsah olova. Konkrétně radon 222 vzniká radioaktivní přeměnou radia 226 a jako plyn může snadno migrovat k povrchu. Následně se postupně rozpadá na různé izotopy tří kovů, konkrétně polonia, olova a bismutu za postupného uvolňování alfa nebo beta mínus záření. Rozpadová řada je zakončena stabilním olovem 206. [1]

## 1.2.7 Obsah radonu v horninách a jeho uvolňování

Koncentrace radonu, respektive uranu, se v jednotlivých typech hornin značně liší. Mezi horniny s nejvyššími obsahy uranu patří vyvřelé horniny. Tato skutečnost je dána především procesem vývoje daných hornin. Tyto horniny byly obohaceny uranem již v době svého vzniku. Středními hodnotami obsahu radonu se vyznačují horniny metamorfované, jež byly vytvářeny působením vysokých teplot a vysokého tlaku. Nejnižší obsahy uranu jsou typické pro horniny sedimentární. U sedimentárních hornin však nejsou vyloučeny ani vyšší hodnoty zejména lokálním nahromaděním materiálu pocházejícího z hornin metamorfovaných a vyvřelých, jež byly charakteristické vyššími obsahy uranu. [8]

Prvním z faktorů je zrnitost daného podloží. Čím menšími zrny je hornina tvořena, tím větší existuje povrch umožňující uvolňování radonu. Naopak u hrubozrnných hornin je tento povrch menší. Radon vzniklý přeměnou uranu je z těchto zrn transportován do mezivrstevních prostor a mikrotrhlin v hornině. Z těchto míst pak putuje do vyšších vrstev podloží, zejména do zvětralých partií hornin. [8]

Druhým faktorem je samotná propustnost daného podloží. Rozlišujeme dva hlavní typy propustnosti půd. Dobře propustné půdy jsou ty, v jejichž prostorách nejsou radonu kladeny překážky a radon tak může pronikat k povrchu. Jde o půdy písčité až štěrkovité. Tyto půdy nejsou celistvé a prostory mezi jednotlivými zrny znamenají volnou cestu pro uvolňující se radon. Špatně propustné půdy jsou ty, které kladou radonu odpor a dokonce jej zadržují v nižších vrstvách podloží. Zrna těchto půd těsně přiléhají k sobě, a tím zabraňují vzniku volných prostor mezi nimi. Tento popis charakterizuje půdy hlinité až jílovité. [8]

### **1.2.8 Princip pronikání radonu do objektů**

Výskyt radonu v objektech velice ovlivňuje jejich technický stav. Jde především o kvalitu základů a základové desky. Transport radonu do objektu umožňují zejména popraskaná, a špatně odizolovaná základová deska či špatně utěsněné prostupy inženýrských sítí a prkenné podlahy. Dále je nutné věnovat pozornost stavebním materiálům, z nichž je dům postaven. Existují materiály, ze kterých se radon uvolňuje takovým způsobem, že hodnoty naměřené v objektu jsou vysoké, ale z podloží nemusí unikat téměř žádný radon. V neposlední řadě ovlivňují hodnoty radonu i otvory v objektu, jako jsou okna či dveře, jejich typ a velikost. V zásadě platí, že plastová okna a dveře utěsní otvory tak, že nedochází téměř k žádné výměně vzduchu. Pokud nejsou obyvatelé objektu zvyklí větrat, radon nemá možnost dostat se z objektu. [7]

Jakmile se radon, nasátý z podloží pod objektem konvekcí nebo difuzí, dostane do místnosti, rozptýlí se v důsledku přirozené cirkulace vzduchu. Výše objemové aktivity radonu v objektu je velice závislá na velikosti přísunu radonu z podloží do daného objektu a ventilaci objektu. V souvislosti s rozdílnými hodnotami tlaku pod základovou deskou a nad ní mluvíme o tzv. komínovém efektu. Jde o proces aktivního nasávání radonu do objektu. V topné sezóně je proudění vzduchu minimální, ale nasávání je díky rozdílu tlaků vzniklých rozdílnými teplotami vyšší. To znamená, že komínový efekt působí daleko více a to má za následek vyšší objemové aktivity radonu. O míře nasávání může rozhodovat i intenzita větru. Například na návětrné straně objektu mohou být objemové aktivity vyšší než v ostatních částech. To je opět způsobeno rozdílem tlaků. [7]

### **1.2.9 Opatření proti průniku radonu do objektů**

Při vysokých hodnotách objemové aktivity radonu (OAR) je nutné zamezit pronikání radonu do vnitřních prostor stavby a uvolňování radonu z použitých stavebních materiálů. Pod pojmem objemová aktivita radonu rozumíme počet radioaktivních přeměn radonu v jednotkovém objemu za jednotku času.

Pokud jde o objekt ve výstavbě, provedeme měření zjišťující obsah radonu v podloží a propustnost daného podloží. Dle výsledků provedeme v souladu s českou technickou normou ČSN 73 0601 návrh opatření proti pronikání radonu do domu, například izolace či odvětrání základové desky. [7]

Pokud řešíme již stojící objekt, tak při OAR v rozmezí 800 až 1000 Bq · m<sup>-3</sup> hledáme neutěsněné prostupy inženýrských sítí, topení nebo neuzavřený vstup do sklepa. Pokud nalezneme tyto nedokonalosti, snažíme se je utěsnit a provedeme nové měření. Při OAR nad 1000 Bq · m<sup>-3</sup> provádíme nejčastěji odvětrání podloží. Pokud máme například prkennou či rozpraskanou podlahu, je vhodné ji zrekonstruovat a při rekonstrukci položit izolace. [7]

Ke snížení OAR v objektu lze využít i zvýšení výměny vzduchu mezi interiérem a vnějším prostředím. Někdy postačí zvýšená intenzita větrání, která ale zvyšuje náklady na vytápění objektu, nebo použití systému nuceného odvětrání s rekuperací.



### 1.2.10 Zdravotní rizika spojená s radonem

Samotný radon není pro lidské tělo škodlivý. Zdraví mohou ohrozit až produkty jeho radioaktivní přeměny. Radon z geologického podloží migruje na povrch a odtud do vzduchu. S poločasem přeměny 3,8 dne se přeměňuje na polonium s poločasem přeměny 3 minuty. Dalšími produkty přeměny uranové rozpadové řady jsou radioaktivní izotopy polonia, olova a bismutu. Tyto produkty přeměny se po svém vzniku zpravidla váží na aerosolové částice, případně na jiné povrchy, jako jsou stěny, nábytek, závěsy. Když jsou vdechnuty, pravděpodobnost, že se přemění v dýchacím ústrojí, je díky jejich krátkému poločasu, vysoká. Často se také zachytí na vnitřním povrchu dýchacích cest. Alfa záření, které emituje polonium 218 a polonium 214 má velmi malý dosah, ale vysoký přenos energie, čímž dochází k intenzivnímu poškození tkání. Pokud alfa částice zasáhne bazální buňky a poškodí jejich DNA, může dojít k mutaci, která vyústí v nekontrolovatelné množení buněk a následné rakovině. [7]

## 1.3 Použité exponáty

Všechny exponáty použité při výuce jsou originály sestavené na půdě Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Jsou umístěné v expozici Světlo a tma, v interaktivním muzeu vědy Univerzity Palackého v Olomouci, v Pevnosti poznání. V kapitole jsou popsány exponáty, které jsou používány při realizaci výukových programů. Jejich názvy jsou uvedeny tak, jak jsou uvedeny na popisech v Pevnosti poznání. Fotografie jednotlivých exponátů jsou k práci přiložené v podobě příloh.

### 1.3.1 Optoelektronické rádio

V expozici jsou rozmístěny světelné vysílače. Pomocí zaměřovací hlavičky může uživatel zaměřit příslušný vysílač a poslechnout si z něj vysílaný program.

Zvuk je pomocí elektronických obvodů zakódován do přenášeného signálu, neboli dochází k modulaci signálu. Vysílač následně vysílá svazek záření směrem k přijímači. Po zaměření hlavičky do správného směru je signál detekován v ní umístěným detektorem. Slabý signál je následně zesílen, dekodován a přiveden na zvukový výstup do reproduktoru. Pro zajištění dostatečného množství světla a zejména pak pro „rozpoznání“ užitečného signálu od okolního světla je nutná velmi vysoká citlivost detekční části rádia.

### 1.3.2 Lom světla

Exponát se skládá z nádoby, v níž se nachází tři tekutiny, nejnižší prostředí je tvořeno vodou, nad ní se nachází silikonový olej a nejvýše se nachází vzduch. Vedle nádoby je na otočném mechanismu umístěný zelený laser, jehož světelný paprsek vniká do nádoby. Umístění laseru je takové, že při jakémkoliv nastavení není možné svítit přímým paprskem pouze vrstvou oleje. Pomocí tlačítek plus a minus lze měnit sklon zdroje a tím měnit průchod paprsku jednotlivými prostředími. Uživatel tak může pozorovat jevy jako je odraz a lom světla na rozhraní dvou prostředí.

### 1.3.3 Polarizace

Uživatel může sledovat zdroj polarizovaného záření, LCD monitor. Před monitorem je umístěn polarizační filtr. Při vhodné orientaci tohoto filtru je polarizované světlo zadrženo a pozorovatel z pohledu zepředu přes filtr uvidí pouze temnou obrazovku. Pokud však otočí mřížku o  $90^\circ$ , dochází k propouštění světla a uživatel může pozorovat světlo vycházející z monitoru.

### 1.3.4 Planckův vyzařovací zákon

Experiment se skládá ze světelného zdroje, obyčejné žárovky, dále z kamery citlivé na infračervené záření a LCD obrazovky. Vpravo od LCD obrazovky je umístěn maticový panel vykreslující aktuálně vyzařované spektrum žárovky. Pouhým pohledem tak lze rychle získat reálnou představu o vyzařování žárovky, a to jak ve viditelné části spektra, tak i v infračervené oblasti.

Uživatel má možnost pomocí tlačítek plus a minus měnit teplotu vlákna žárovky a tím i vlastnosti vyzařovaného světla. Současně má možnost pozorovat světlo jak přímo, tak na LCD obrazovce před ním. Díky vlastnostem použité snímací kamery, která je schopna přijímat i blízké infračervené záření, navíc uvidí obyčejnou žárovku svítit právě v této oku neviditelné oblasti. Při vhodném nastavení tak uvidí oku neviditelné infračervené záření, ačkoliv žárovka při přímém pohledu zdánlivě nesvítí.

### 1.3.5 Barevná teplota

Scéna je osvětlována střídavě zdroji o různé barevné teplotě. Jejich přepínáním tak máte možnost porovnat vnímání scény, její barevnosti, pro jednotlivé zdroje.

Barva světla zdroje odpovídá barvě záření vydávané absolutně černým tělesem při zahřátí na danou teplotu. Zdroje s nižší barevnou teplotou než je denní světlo, cca 5800 K se označují jako teplé, zdroje s vyšší barevnou teplotou než cca 6000 K naopak jako zdroje studené. Klasická wolframová žárovka svítí žlutě až žluto-bíle a má podle svého výkonu teplotu 2700 – 3000 K. Čím vyšších hodnot od tohoto rozmezí bude jiné světlo nabývat, tím více bude vznikat bělejší barva, s nádechem do modra.

### 1.3.6 Digitální planetárium

Jedná se o kopuli s průměrem 7 m, na jejíž vnitřní plochu je promítán obraz. Jak již název napovídá, nejčastěji jsou planetária využívána k promítání obrazů s astronomickou tematikou. Planetárium na Pevnosti poznání využívá systém Digistar 4, díky kterému je možné na kopuli promítat veškeré hvězdy, souhvězdí, planety, měsíce, galaxie, ale i souřadnicové systémy a různá schémata. Všechno pak lze jednoduše okomentovat a diskutovat s žáky. Při výuce používám zejména tyto funkce, avšak v případě výukového programu Tajuplné dalekohledy je využíváno i prosté projekce již vytvořeného filmu.

## **2 Experimentální část**

### **2.1 Výukové programy**

Cílem výukových programů je hravou formou představit žákům středních škol či vyšších ročníků základních škol základní poznatky z vybraných kapitol fyziky. Výukový program vhodně doplňuje standartní výuku fyziky a klade si za cíl upevnit znalosti žáků díky experimentálním činnostem. Lektor by se měl vyvarovat monologickému přednášení vyučované látky, ale naopak by mělo docházet k mnoha interakcím mezi ním a žáky, jako jsou vhodně kladené otázky, podněty pro samostatné přemýšlení a vytváření pohledu žáka na danou problematiku.

Průběh výuky kopíruje kapitoly uvedené v pracovních listech, které jsou vytvořené pro každý výukový program. V pracovních listech se nachází nespočet názorných schémat a základní informace k dané problematice. Očekává se tedy, že žáci si pracovní list založí mezi své poznámky a mohou do nich nahlédnout kdykoliv během standartní školní výuky.

### 2.1.1 Světlo kolem nás

Výukový program je koncipován jako šedesáti minutová lekce. Skládá se ze tří základních kapitol, a to lom světla, polarizace světla a spektrum elektromagnetického vlnění. Výukový program Světlo kolem nás může být zařazen jako předstupeň klasické výuky ve škole, ale také jako následné shrnutí problematiky, včetně nahlédnutí do praktického využití poznatků zmiňovaných kapitol.

Mezi předpokládané výsledky vzdělávání patří znalost lomu světla, přesněji pak pochopení významu indexu lomu a principu šíření paprsku světla. Dalším předpokládaným výsledkem vzdělávání je pochopení polarizace světla a její využití v praxi. V závěru vzdělávacího modulu se žáci podrobněji seznámí s infračerveným, viditelným a ultrafialovým spektrem elektromagnetického záření, zejména by měli být schopni najít souvislosti mezi vyzařováním elektromagnetického vlnění a teplotou těles toto záření produkujících.

Prvotní kontakt s žáky je zprostředkován položením jednoduché otázky. Co si představíte pod pojmem světlo? Po krátké diskuzi dochází k objasnění pojmů jako vlnová délka, frekvence, energie záření a vztahy mezi nimi, a to díky jednoduchému schématu elektromagnetického vlnění. Nedílnou součástí úvodní části programu tvoří debata o vlnové či částicové podstatě světla. Nedochozí k hlubšímu rozebírání korpuskulárně-vlnového dualismu a jeho důsledků. Cílem je pouze objasnit pojmy jako foton a elektromagnetické záření. V tomto okamžiku přichází na řadu první exponát s názvem Optoelektronické rádio. Díky tomuto exponátu lze žákům dokázat podobnost mezi viditelným světlem a rádiovým vlněním. Žáci si mohou ke zdroji vysílání připojit vlastní mobilní telefon a přehrát tak vlastní skladbu pomocí šíření informace viditelným světlem. Sami si tak v praxi vyzkouší, že se v obou případech jedná stále o elektromagnetické vlnění.

Po úvodních informacích o podstatě světelného záření přichází první kapitola zabývající se lomem světla. Prvním úkolem je definovat rychlost světla, index lomu, optické rozhraní, rozdíl mezi odrazem a lomem světla, úhel dopadu a úhel lomu. Za pomoci mnoha schémat dochází k objasnění vztahů mezi rychlostí světla, indexem lomu a úhlem dopadu, respektive lomu. V této chvíli začíná práce s exponátem Lom světla.

Žáci mohou pomocí tlačítek měnit úhel dopadu laserového paprsku a pozorovat změny na rozhraních. Od tohoto exponátu vede krátká cesta k tématu vedení světla optickými kabely. Pokud žáci vhodně nastaví směr laserového paprsku, tak dochází k jeho šíření pouze vrstvou silikonového oleje, což lze přirovnat k optickému jádru optického kabelu. Žáci si mohou prohlédnout konkrétní optický kabel a za pomoci laseru vyzkoušet jeho fungování. Díky jednoduché aparatuře se žáci setkají s využitím optického kabelu při detekci kapalin. Aparatura se skládá z laseru, optického kabelu, který je v polovině obnažen a z obnažené části je vytvořena smyčka. Signál z druhého konce kabelu je vyveden na tmavou plošku, na níž lze pozorovat změny v intenzitě vystupujícího záření. Podstatou tohoto pokusu je vložení obnažené části kabelu do misky s vodou. Žáci mohou ve chvíli ponoření kabelu pozorovat pokles intenzity vycházejícího světelného záření. Velmi jednoduchý a zároveň efektní pokus přináší ukázkou využití doposud teoretických znalostí v praxi.

Druhá kapitola nese název polarizace. Jedná se o téma, které není na středních školách, ale ani gymnáziích příliš rozvíjeno. První otázka směřuje k tomu, co si žáci představí pod pojmem polarizované světlo. K lepšímu pochopení polarizace je využíváno diagramů. Díky exponátu Polarizace a lineárním polarizačním filtrům si žáci prakticky vyzkouší situace uvedené v pracovním listu. Následuje opět převedení získaných poznatků do praxe. Žáci se tak setkají s pojmem defektoskopie a tvorba trojrozměrného obrazu.

Ve třetí kapitole přichází jako první na řadu rozklad bílého světla na hranolu. Žáci díky optickým hranolům rozloží bílé světlo na jednotlivé barevné části a ověří si tak, že při složení barev duhy vzniká bílé světlo. Závěrem celého výukového programu je práce s exponátem Planckův vyzařovací zákon. Díky tomuto exponátu lze snadno demonstrovat neefektivitu využívání elektrické energie obyčejnou žárovkou. Pomocí ovládnutí teploty žárovky, respektive množství proudu, který žárovkou protéká, lze ovlivnit její svítivost. Na výstupu přiložené infračervené kamery lze zaznamenat výrazné tepelné ztráty. V pracovním listě pak žáci řeší, které těleso se vyznačuje maximem vyzařování v infračervené, respektive viditelné části spektra elektromagnetického vlnění. Na výběr mají mezi Sluncem a obyčejnou žárovkou.

## 2.1.2 Tajuplné dalekohledy

Výukový program je koncipován jako pětáctyřicetiminutová lekce. Skládá se ze tří základních kapitol, a to zobrazování čočkou a zrcadlem, konstrukce dalekohledu a spektrum elektromagnetického vlnění. Výukový program Tajuplné dalekohledy by měl doplňovat základní výuku optiky. Jedná se zejména o nahlédnutí žáků do praxe. Mnoho škol se nemůže pochlubit vlastnictvím dalekohledů, které jsou s jistotou jedním ze základních využití optických poznatků.

Mezi předpokládané výsledky vzdělávání patří znalost rozdílu mezi čočkou a zrcadlem, zejména pak schopnost zobrazování pomocí čočky a zrcadla. Dalším výsledkem by měla být schopnost schematicky nakreslit stavbu čočkového a zrcadlového dalekohledu, spolu se zakreslením chodu světelného paprsku útroby dalekohledů. V závěru vzdělávacího modulu se žáci podrobněji seznámí se spektrem elektromagnetického záření, zejména by měli být schopni najít souvislosti mezi vyzařováním elektromagnetického vlnění a teplotou těles toto záření produkujících.

Výukový program je zahájen promítáním krátkého populárně-naučného filmu Dvě malá sklíčka. Doba zahrnující čas promítání činí 20 minut. Žáci se v něm seznámí s historií pozorování hvězdné oblohy. Ve filmu se objeví významný astronom Galileo Galilei, který žákům představí první čočkový dalekohled. Nechybí ani zmínka o barevné vadě čočky, díky níž se plynule přechází k tématu zrcadlového dalekohledu, který tuto vadu odstraňuje. Animace zobrazující konstrukci obou dalekohledů a chod světelného paprsku jejich útroby, zaručí dokonalou představu o jejich fungování. V závěru filmu se autoři zmiňují o výhodách umístění dalekohledů mimo zemskou atmosféru.

Ve druhé půli výukového programu dochází k dialogu mezi lektorem a žáky. Prvním diskutovaným tématem je zobrazování čočkou a zrcadlem. Nejprve je důležité objasnit rozdíl mezi čočkou a zrcadlem. Jako modelové příklady byly vybrány: spojná čočka, duté a vypuklé zrcadlo. Žáci si sami vyzkouší zakreslit chod světelných paprsků a vytvořit tak obraz pomocí vybraných optických přístrojů. Získané informace o chodu světelných paprsků vybranými optickými přístroji zúročí žáci v následující kapitole nazvané konstrukce dalekohledu. Tak jako v populárně-naučném filmu žáci řeší



konstrukci dalekohledů a chod světelných paprsků jejich částmi. Tato část je doplněna praktickou ukázkou dvou rozdílných dalekohledů. Jedním zástupcem čočkového dalekohledu a druhým zástupcem dalekohledu zrcadlového. Žáci mohou díky těmto dalekohledům pozorovat centrum města Olomouce, bohužel načasování výukových programů v dopoledních hodinách neumožňuje plnohodnotné noční pozorování hvězdné oblohy. O barevné vadě čoček se tedy bavíme pouze v teoretické rovině, protože při pozorování relativně blízkých předmětů nelze tuto vadu pozorovat. Při nočním pozorování však lze tuto vadu zaregistrovat například při pozorování planety Jupiter, nacházející se na jaře roku 2016 v souhvězdí Lva.

Poslední, tedy třetí kapitola výukového programu Tajuplné dalekohledy zahrnuje téma spektrum elektromagnetického vlnění a teplota hvězd. Diskuze okolo spektra elektromagnetického vlnění probíhá nad schématem tohoto spektra. Diskutovanými veličinami jsou vlnová délka, frekvence a energie konkrétních záření. Vztahy mezi těmito veličinami podávají ideální představu o spektru elektromagnetického vlnění. Díky diskuzi nad energií jednotlivých druhů záření dochází k volnému přechodu na téma teplota hvězd. Do pracovního listu je vložen obrázek dvojhvězdy. Jedna z hvězd se vyznačuje modrou a druhá nažloutlou barvou. Úkolem žáků je na základě znalostí o energii jednotlivých druhů záření určit, která z hvězd je teplejší. Na závěr celého výukového programu přichází otázka na již zmíněný astronomický objekt. Již po zhlédnutí filmu by měli být žáci schopni odpovědět, že se jedná o dvojhvězdu.

### 2.1.3 Pohyby nebeských těles

Výukový program je koncipován jako pětáctyřiceti minutová lekce. Skládá se ze tří základních kapitol, a to pohyby objektů po obloze, roční pohyb Slunce po obloze a fáze Měsíce. Téma výukového programu Pohyby nebeských těles spadá ve výuce na základních a středních školách na pomezí fyziky a zeměpisu. Tento program má za úkol upevnit v dětech znalosti o pohybu těles po obloze, a to díky digitálnímu planetáriu, které dokáže zprostředkovat realitu lépe než modelové příklady kreslené na tabuli. Výukový program by měl sloužit především jako doplnění vyučovaných témat, jelikož ze zkušeností s mnoha pedagogy vyplývá, že výuka astronomie je při základní výuce často opomíjená.

Mezi předpokládané výsledky vzdělávání patří znalost pohybu objektů po obloze, konkrétně pochopení vztahu mezi směrem rotace Země a směrem pohybu objektů po obloze. Dalším předpokládaným výsledkem vzdělávání je pochopení vztahu mezi sklonem zemské osy rotace a změnami ročních období. V závěru vzdělávacího modulu se žáci seznámí s osmadvaceti denním cyklem Měsíce a měli by být schopni popsat, proč dochází ke změnám jeho fází.

Celý výukový program probíhá v prostoru digitálního planetária. Žáci do planetária vstupují ve chvíli, kdy je na projekční kopuli zobrazena aktuální obloha. První otázka tedy směřuje právě na tuto skutečnost. Jakmile si žáci uvědomí, že na vyobrazení vidí aktuální polohu Slunce, můžeme začít s určováním světových stran. Tím dojde k tomu, že si žáci plně uvědomí, kam směřují jejich zraky, že obloha vypadá téměř tak jako ta skutečná a budou schopni si lépe vybavit, jak se pohybují tělesa po obloze. Začneme-li v ovládacím panelu posouvat čas kupředu, začnou se i tělesa pohybovat. Posuneme-li se na časové ose o čtyřadvacet hodin kupředu, posune se tak Slunce téměř do stejné polohy, jako byla ta předchozí. Žáci tedy viděli, jak se pohybuje sluneční kotouč po obloze během jednoho dne. Po několika opakováních jsou schopni schematicky zaznačit, jak se tělesa pohybují při pohledu na jednotlivé světové strany. Upozorníme-li na to, že pohyby těles na obloze jsou pouze zdánlivé, není příliš složité určit směr rotace Země. Tu žáci zaznačí do jednoduchého schématu.

Po prvotním kontaktu s planetáriem, určením světových stran a pochopení směrů pohybů těles přichází kapitola, která se věnuje ročnímu pohybu Slunce po obloze. Nejdůležitější částí této kapitoly je nalezení spojitosti mezi sklonem zemské osy a maximální výškou tělesa nad obzorem v daném ročním období. Z těchto údajů pak vyplývá, proč a jak se mění roční období v našich zeměpisných šířkách. První animace, respektive schéma v pracovním listu zobrazuje planetu Zemi, sklon zemské osy rotace a polohu rovníku, obratníku raka a kozoroha. Druhé schéma naznačuje, polohy těchto rovnoběžek při pohledu na jižní obzor nebeské sféry z našich zeměpisných šířek. Přesuny mezi daty jarní rovnodennosti, letního slunovratu, podzimní rovnodennosti a zimního slunovratu dokážou žáci intuitivně určit, o které roční období se jedná. Napoví jim výška Slunce nad obzorem. Na základě diskuze naleznou správnou odpověď na otázku, o které rovnoběžky se jedná. Do schématu jsou tedy schopni zaznamenat název konkrétní rovnoběžky a roční období. Díky zobrazení obzorníkových souřadnic dokážou zdatnější žáci určit i výšku Slunce nad obzorem.

Závěr výukového programu patří tématu pohybu Měsíce a jeho fázím viditelným na obloze. Díky animacím žáci pochopí, že světlo, které přichází z Měsíce je pouze odražené, a je-li odražené, tak nemůže na Zemi dopadat nepřetržitě a nemůžeme tedy vidět Měsíc stále v jedné fázi. Úkolem žáků je do schématu v pracovním listu zaznamenat fáze Měsíce, které jsme schopni v danou chvíli pozorovat.

## 2.1.4 Radonová stopa

Výukový program je koncipován jako šedesáti minutová lekce. Skládá se ze tří základních kapitol, a to objasnění pojmu izotop prvku, výskyt a transport radonu a na závěr zdravotní rizika a ochrana. Výukový program Radonová stopa má za úkol doplnit základní výuku fyziky či chemie. Jedná se tedy o interdisciplinární výukový program, který zahrnuje i téma ochrany zdraví. Téma radonové problematiky není mezi veřejností příliš rozšířené, a proto existuje snaha seznámit s ním zejména žáky středních škol.

Mezi předpokládané výsledky vzdělávání patří znalost pojmu izotop prvku, rozpadová řada a radioaktivní rozpad. Cílem výukového programu není podrobně rozebírat rozpad jednotlivých prvků uranové rozpadové řady, ale vytvořit souvislosti mezi uranovou rozpadovou řadou a výskytem radonu v určitých podložích. S výskytem radonu souvisí i jeho transport do lidských obydlí. Posledním, ale téměř nejdůležitějším výsledkem vzdělávání by měla být znalost dopadů radonové problematiky na lidské zdraví a ochrany před tímto zdrojem radioaktivního záření.

První kapitola je věnována problematice jaderné fyziky. Žáci se seznámí s pojmy jako je protonové, neutronové a hmotnostní číslo. Uvědomí si vztahy mezi nimi a následně jsou schopni pracovat s pojmem izotop prvku. Pochopení tohoto pojmu je velmi důležité z toho hlediska, že většina radioaktivních přeměn je spojena právě s různými izotopy jednotlivých prvků.

Druhá kapitola je věnována výskytu a transportu radonu, v rámci prezentace jsou dětem představena tři základní geologická podloží, která se liší obsahem uranu. Prvním typem je podloží tvořené vyvřelými horninami, druhé je podloží tvořené metamorfovanými horninami a třetím typem je podloží tvořené sedimentárními horninami. Úkolem žáků je rozdělit zdroje vody podle pravděpodobného množství radonu v nich. Na výběr mají ze tří zdrojů. Jako první vodu pramenící z pískovcového podloží, jako druhou vodu pramenící z žulového podloží a jako třetí vodu dešťovou. Z dříve získaných teoretických znalostí jsou schopni předpokládat, že z podloží, které bylo v době vzniku nejvíce obohaceno uranem, bude vyvěrat voda s nejvyšším obsahem radonu. Z podloží tvořeného sedimentárními horninami bude úroveň množství radonu

nižší. Nejnižší pak bude ve vodě dešťové, která nepřišla do styku s žádným geologickým podložím.

Následuje další teoretická část, ve které se žáci seznámí s transportem radonu do objektů. Praktickým úkolem je rozřadit tři typy objektů podle toho, jak velké je riziko pronikání radonu do objektu. Nejvyšší riziko je spojené s objekty, které nejsou podsklepené a mají základovou desku ve špatném technickém stavu. Naopak nejnižší riziko pronikání radonu je spjaté s domy, které jsou podsklepené, vícepodlažní a mají základovou desku v dobrém technickém stavu.

Poslední kapitola se zabývá zdravotními riziky spojenými s obýváním prostor s vysokým obsahem radonu ve vzduchu. Je-li koncentrace radonu ve vzduchu příliš vysoká, zvyšuje se riziko vdechnutí přímo radonových částic nebo produktů jeho přeměny. Tyto částice se zachycují na sliznicích a dalšími radioaktivními přeměnami dochází k ionizaci buněk tkání. Úkolem dětí je určit, které produkty radioaktivní přeměny radonu považujeme za ionizující záření.

Závěrem celého programu je nalezení účinných protiradonových opatření pro snížení rizika ionizace tkání dýchacího ústrojí. Žáci mají za úkol spojit jednotlivé typy ochrany s úrovní jejich náročnosti. Číslem jedna označujeme nejnižší náročnost, naopak číslem čtyři tu nejvyšší. Základním poznatkem, který by si měli žáci odnést je, že časté větrání snižuje koncentraci radonu v obydlí. Je to také jediná ochrana, kterou mohou realizovat samotní žáci bez pomoci rodičů.

Během celého výukového programu je použita řada schémat a reálných předmětů, které žáci používají během výuky. Tyto pracovní pomůcky jsou podobné jako schémata v pracovním listu, ale žáci s nimi mohou reálně pracovat a vést společnou diskuzi.

## **2.2 Vzorově vyplněné pracovní listy**

Pracovní listy tvoří samotnou podstatu celé bakalářské práce. K bakalářské práci jsou přiloženy v podobě příloh a jsou vyplněné tak, jak by je v nejlepším případě měli vyplnit samotní žáci. Všechny pracovní listy byly vytvořeny za pomoci vlastnoručně vytvořených schémat a volně přístupných obrázků. Během půlročního testování byly používány v rámci realizace výukových programů v Pevnosti poznání. Toto testování je zdokumentováno na základě evaluace.

## **2.3 Evaluace výukových programů**

Evaluace výukových programů probíhala formou vyplňování jednoduchých dotazníků, které se skládaly maximálně z deseti otázek, na které existuje jasná odpověď. Ke každé otázce vybírali jednu správnou odpověď ze tří nabídnutých. Následné vyhodnocení probíhalo formou výpočtu procentuálního zastoupení jednotlivých odpovědí před a o po výuce.

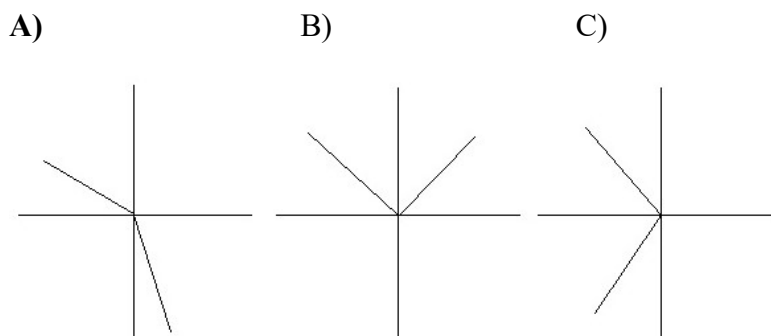
V případě každé evaluace by bylo vhodné, provést testování i po delším časovém odstupu a vyhodnotit, zda si žáci díky netradiční výuce udrželi dané znalosti po delší dobu.

### 2.3.1 Světlo kolem nás

Žáci, kteří absolvovali výukový program Světlo kolem nás, vyplňovali dotazník, který obsahoval pět následujících otázek. U každé z pěti otázek měli na výběr ze tří odpovědí, z nichž pouze jedna byla správná.

1. Jaké záření má největší energii?  
A) Viditelné světlo.  
**B) UV záření.**  
C) Infračervené záření.
2. Jak označujeme infračervené záření?  
A) Radioaktivní záření.  
**B) Tepelné záření.**  
C) Záření alfa.
3. Jakou informaci můžeme získat z hodnoty indexu lomu?  
**A) Rychlost šíření světla v daném prostředí**  
B) Směr šíření světla v daném prostředí  
C) Délku šíření světla v daném prostředí

4. Které schéma zobrazuje lom světla?



5. V jakém směru kmitá polarizované světlo?  
A) Ve všech směrech.  
**B) V jednom.**  
C) V žádném.



Následující tab. 1 udává, kolik procent žáků odpovědělo správně na danou otázku před a po absolvování programu. Druhý sloupec udává, kolik žáků odpovědělo na danou otázku správně před absolvováním programu. Třetí sloupec udává, kolik žáků odpovědělo na danou otázku správně po absolvování programu.

Číslo otázky	Správné odpovědi PŘED	Správné odpovědi PO
1	63,8 %	64,3 %
2	71,8 %	79,1 %
3	27,6 %	45,5 %
4	47,6 %	91 %
5	36,5 %	77,4 %

Tab. 1. Procentuální zastoupení správných odpovědí na dané otázky.

Dotazníky vyplnilo celkem 127 žáků středních škol. Podle vyjádření pedagogů se ve všech případech jednalo o žáky, kteří se s danou problematikou během výuky na střední škole nesetkali. Jednalo se tedy o rozšíření školní výuky ve formě prvotního uvedení žáků do problematiky.

Srovnáme-li procentuální zastoupení správných odpovědí na dané otázky před a po absolvování programu, tak je zřetelné, že došlo u všech otázek k nárůstu správných odpovědí. Tato skutečnost značí, že došlo k získání určitých znalostí během výukového programu.

Z hodnot uvedených v tab. 1 vyplývá, že otázky číslo 1 a 2 byly pro žáky lehce zodpověditelné a znalosti o dané problematice prokázali již před absolvováním výukového programu. Otázka číslo tři byla o něco problematičtější. Zejména zhodnotím-li nárůst úspěšnosti, tak shledávám, že není příliš vysoký. Osobně zde vidím prostor pro zlepšení výkladu a lepší komunikaci mezi mnou a žáky. V otázkách číslo 4 a 5 je znatelně viditelný vysoký nárůst úspěšnosti. To přisuzuji zejména tomu, že například s problematikou polarizace se žáci během školní výuky příliš nesetkají.

### 2.3.2 Radonová stopa

Žáci, kteří absolvovali výukový program Radonová stopa, vyplňovali dotazník, který obsahoval osm následujících otázek. U každé z osmi otázek měli na výběr ze tří odpovědí, z nichž pouze jedna byla správná.

1. Co je to radioaktivita?
  - A) Schopnost valenční vrstvy vázat elektrony.
  - B) Proud kladně nabitých fotonů, projevujících se jako alfa záření.
  - C) Schopnost jádra nestabilních nuklidů samovolně se rozpadnout na jiná jádra za uvolnění záření.
  
2. V jakém skupenství se vyskytuje radonu za standardních podmínek?
  - A) Plynné.
  - B) Kapalné.
  - C) Pevné.
  
3. Ve kterých horninách je nejvíce Uranu 238?
  - A) Ve vyvřelých horninách.
  - B) V žádných horninách není Uran 238.
  - C) V sedimentárních horninách.
  
4. Z čeho nejvíce proniká radon do objektů?
  - A) Z potravin.
  - B) Z hornin a zemin v okolí základů objektů, pod nimi a kolem nich.
  - C) Z pitné vody.
  
5. Ve které z těchto vod je teoreticky nejvíce radonu?
  - A) V povrchové vodě.
  - B) Ve vodě vyvěrající z pískovcového podloží.
  - C) Ve vodě vyvěrající z žulového podloží.

6. Jaké největší zdravotní riziko je spojené s radonem?
- A) Inhalace radonu.
  - B) Pozření radonu.
  - C) Halucinační účinek radonu na lidský mozek.
7. Co se děje při vdechnutí produktů přeměny radonu zachycených na aerosolových částicích?
- A) Nic se neděje a všechny částice vydechneme.
  - B) Vzniká riziko vnitřního udušení.
  - C) Aerosolové částice se zachytí na sliznicích v dýchací soustavě a dalším rozpadem ozařují okolní tkáň.
8. Jaká je základní, nejlevnější a nejméně pracná metoda odstranění radonu z objektu?
- A) Položení fóliového systému.
  - B) Časté větrání.
  - C) Rekonstrukce základové desky objektu.

Následující tab. 2 udává, kolik procent žáků odpovědělo správně na danou otázku před a po absolvování programu. Druhý sloupec udává, kolik žáků odpovědělo na danou otázku správně před absolvováním programu. Třetí sloupec udává, kolik žáků odpovědělo na danou otázku správně po absolvování programu.

Číslo otázky	Správné odpovědi PŘED	Správné odpovědi PO
1	62,8 %	79,5 %
2	68,2 %	88,4 %
3	42,2 %	70,7 %
4	71,4 %	83,3%
5	36,5 %	70 %
6	46,3 %	95 %
7	44,2 %	74,4 %
8	29,5 %	69,5 %

Tab. 2. Procentuální zastoupení správných odpovědí na dané otázky.

Dotazníky vyplnilo celkem 92 žáků. Podle vyjádření pedagogů se studenti s problematikou radonu během běžné výuky nesetkali. Z výsledků dotazníkového šetření usuzují, že znalosti před absolvováním programu prokázali spíše díky všeobecnému povědomí a různým znalostem z okruhu přírodních věd.

Srovnáme-li procentuální zastoupení správných odpovědí na dané otázky před a po absolvování programu, tak je zřetelné, že došlo u všech otázek k nárůstu správných odpovědí. Tato skutečnost značí, že došlo k získání určitých znalostí během výukového programu.

Skutečnost, že po absolvování programu neodpověděli všichni žáci správně na všechny otázky, přisuzují zejména tomu, že někteří žáci se nedokážou plně koncentrovat při výuce a nepřijmou pak veškeré informace. Dalším aspektem může být, že se v každém kolektivu vyskytují určití recesisté, kteří takové dotazníky bojkotují. Nedomnívám se, že by důvodem bylo nepochopení daného tématu, jelikož v dotazníku se nachází jednoduché otázky na témata, která jsou během výuky několikrát opakována.

## Závěr

Shrnu-li výsledky bakalářské práce, tak lze uvést navržení výukových programů, vytvoření pracovních listů a realizace výuky s využitím zmíněných pracovních listů.

Výukové programy jsem navrhoval na základě dvou kritérií. Prvně bylo důležité využít exponátů, které se nachází v expozici Světlo a tma. Druhým kritériem bylo to, aby téma výukových programů kopírovalo témata probíraná ve školní výuce. Pedagogové si tak mohou vybrat z programů, které navazují na školní výuku. Mohou se rozhodnout, zda navštíví muzeum a absolvují výukový program s cílem uvést žáky do dané problematiky nebo zvolí absolvování výukového programu jako netradiční zakončení výuky daného tématu.

Pracovní listy tvoří kostru výukového programu. Jejich oporu lze využít přímo při výuce. Hlavním cílem pracovních listů je udržet získané vědomosti žáků. Žáci si mohou pracovní listy založit mezi své školní poznámky a při zpětném nahlédnutí do nich oživit znalosti, které získaly během výuky v Pevnosti poznání. Osobně se domnívám, že pohled na pracovní listy může více evokovat vzpomínky na celou výuku a tím si žáci mohou vzpomenout na více informací. Toto tvrzení však není nijak podložené a jedná se o subjektivní názor, považuji ho však za vhodný podnět pro další výzkum, kterým bych se chtěl zabývat v diplomové práci.

Jak jsem zmínil, tak pracovní listy tvoří podstatu celé bakalářské práce. Předpokládám, že se jedná o prvek využitelný během jakékoli výuky, avšak spojení s interaktivními exponáty je nejvhodnější.

Zhodnotím-li dopad výuky na žáky na základě provedené evaluace, tak mi zbývá prohlásit, že žáci odcházeli s většími znalostmi dané problematiky. Toto tvrzení vyplývá ze skutečnosti, že po absolvování programu odpověděli žáci na dané otázky s vyšší úspěšností. Jsem si sám vědom, že při hodnocení dopadu na žáky by bylo vhodnější provést dotazníkové šetření i po delším časovém odstupu. V tomto směru existuje prostor pro další výzkum při realizaci diplomové práce.

Za největší přínos celé bakalářské práce považuji dopad na mě samotného. Během realizace výuky jsem se dostal do kontaktu s počtem více než 400 žáků. Zlepšilo se mé vystupování a naučil jsem se navazovat kontakt s novými žáky. Vlastní tvorbu a realizaci celé výuky považuji za velmi přínosnou zkušenost, kterou jistě využiji během své pedagogické praxe.

## Použité zdroje a literatura

- [1] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER, DUB, Petr (ed.). *Fyzika*. 2., přeprac. vyd. Překlad Miroslav Černý. Brno: VUTIUM, c2013. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-4123-1.
- [2] LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro gymnázia*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2010. ISBN 978-80-7196-384-4.
- [3] MACHÁČEK, Martin. *Fyzika pro gymnázia*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2008. ISBN 978-80-7196-376-9.
- [4] ŠIROKÝ, Jaromír, ed. a ŠIROKÁ, Miroslava, ed. *Základy astronomie v příkladech: Vysokošk. příručka*. 3. vyd. Praha: SPN, 1977. 158, [1] s. Vysokoškolské příručky.
- [5] HOLOUŠOVÁ, Drahomíra a Milena KROBOTOVÁ. *Diplomové a závěrečné práce*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. Skripta (Univerzita Palackého). ISBN 80-244-1237-3.
- [6] PRŮCHA, Jan. *Pedagogická evaluace: hodnocení vzdělávacích programů, procesů a výsledků*. V Brně: Masarykova univerzita, 1996. ISBN 80-210-1333-8.
- [7] KLENER CSc., Prof. MUDr. Vladislav, RNDr. Jan SALAVA CSc. a Ing. Božena KYSELOVÁ. *STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST: Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Azin CZ, 2000. ISBN 80-238-3703-6.
- [8] MUSIL, Michal. *Radon v životním prostředí: Obsahy radonu v půdě a stanovení radonového indexu pozemku*. Brno, [200?]. 17 s. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta.

## **Přílohy**

V podobě příloh jsou k práci přiložené vzorově vyplněné pracovní listy a fotografie použitých exponátů.

Př. 1. Světlo kolem nás

Př. 2. Tajuplné dalekohledy

Př. 3. Pohyby nebeských těles

Př. 4. Radonová stopa

Př. 5. Optoelektronické rádio

Př. 6. Lom světla

Př. 7. Polarizace

Př. 8. Planckův vyzařovací zákon

Př. 9. Barevná teplota





Pracovní list

# SVĚTLO KOLEM NÁS



Jméno:



PEVNOST  
POZNÁNÍ



## ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI SVĚTLA



Světlo, přesněji elektromagnetické vlnění s vlnovými délkami 400 – 750 nm, je nejrychleji se pohybující entitou ve vesmíru. Jeho rychlost dosahuje ve vakuu téměř 300 000 km/s. To znamená, že ze Země na Měsíc dorazí za přibližně 1,25 s.

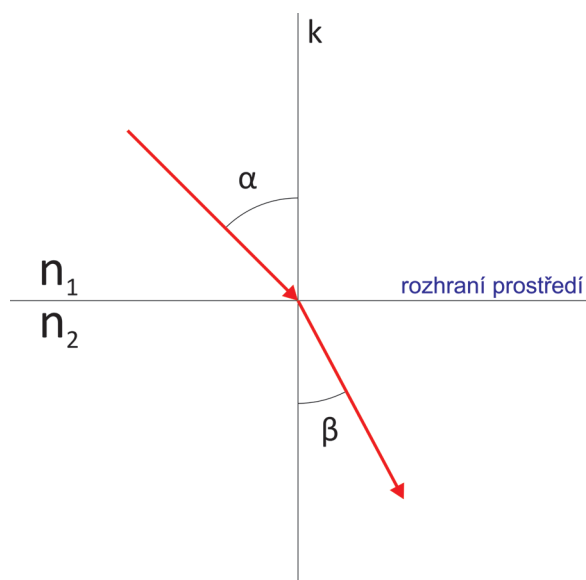
### 1. ÚLOHA LOM SVĚTLA



Když se světlo náhle dostane do prostředí, kde se šíří nižší rychlostí, změní směr tak, aby se do cíle dostalo v nejkratším možném čase. Každé prostředí je charakterizováno určitým indexem lomu, který nám říká, kolikrát se v daném prostředí šíří světlo pomaleji než ve vakuu. Například obyčejné sklo má index lomu 1,5. To znamená, že se v něm světlo šíří pomaleji, přesněji 200 000 km/s, a paprsek se proto láme ke kolmici.



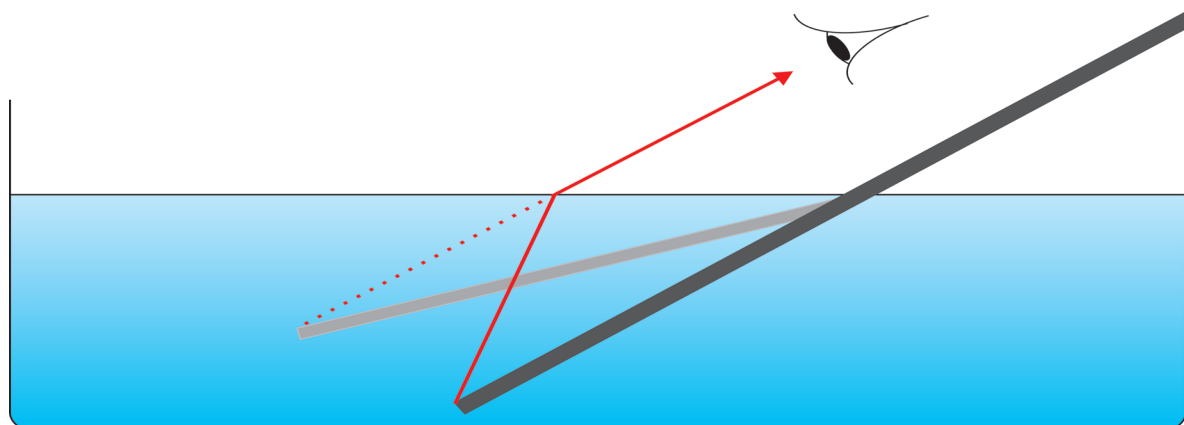
Rozhodněte, v jakém vztahu jsou k sobě indexy lomu  $n_1$  a  $n_2$  uvedené v prvním obrázku.



$$n_1 > n_2$$

$$n_1 = n_2$$

$$n_1 < n_2$$



Nachází se předměty pod hladinou skutečně tam, kde je vidíme?

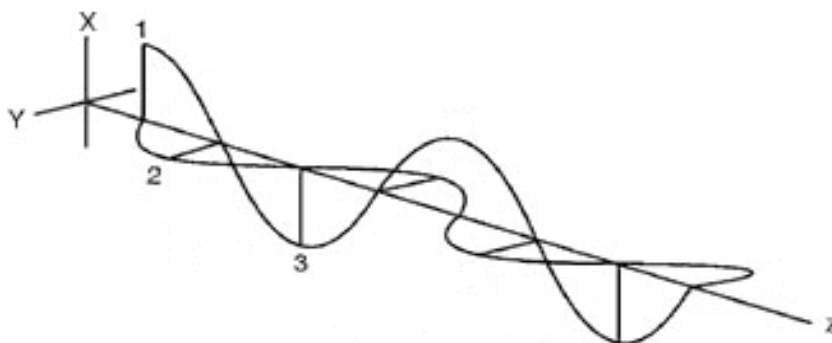
ANO X NE



## 2. ÚLOHA POLARIZACE



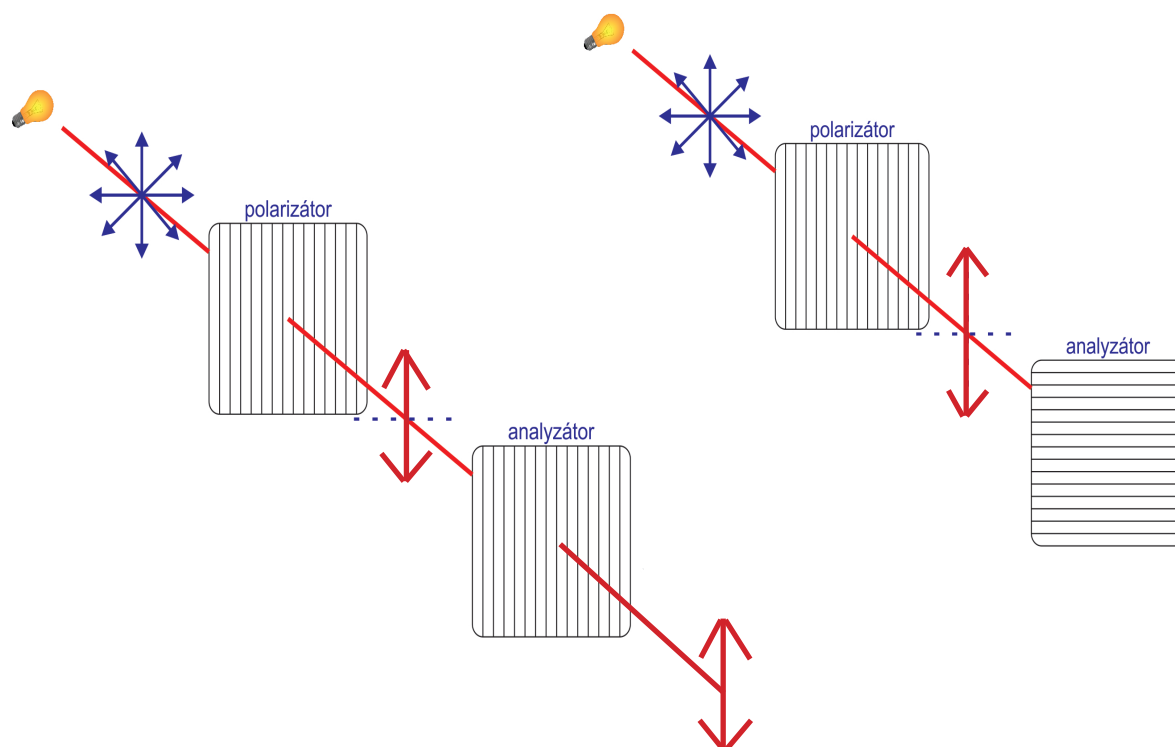
Už jsme si řekli, že světlo je elektromagnetická vlna. Tato vlna může kmitat ve všech možných směrech, které jsou kolmé na směr šíření. Pokud však vlna kmitá pouze v jednom směru, tak ji nazýváme lineárně polarizovanou.



Prohlédněte si pozorně exponát polarizace. Zdrojem lineárně polarizovaného světla je v tomto případě LCD display. Před ním je umístěn lineární polarizátor (analyzátor), který je propustný pouze v jednom směru. Porovnejte, jak vypadá obraz za analyzátozem, pokud je vůči obrazovce ve zkrřížené nebo naopak nezkřížené poloze.



Doplňte, jak bude vypadat paprsek za analyzátozem.



Najdete v expozici technologii, která využívá polarizace světla?

3D IMAX



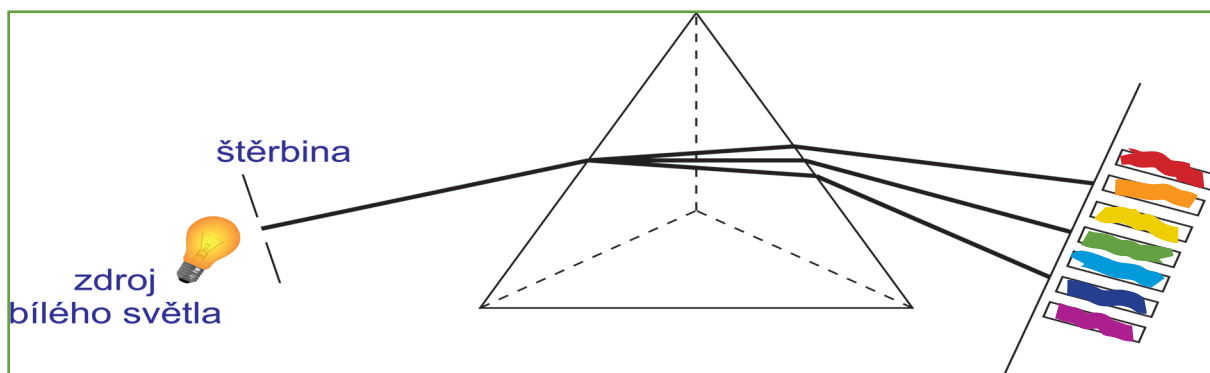
### 3. ÚLOHA SPEKTRUM



Asi víte, že sluneční světlo obsahuje všechny barvy, které si umíte představit. Různé odstíny zelené, které se odrážejí od živých rostlin, červenou, barvu krve, nebo blankytně modrou, kterou má jasné nebe. Možná ale nevíte, že některé zdroje světla obsahují jen některé barvy nebo dokonce jen jednu jedinou. Přístroj, který nám umožňuje rozložit světlo na jednotlivé barvy, se nazývá spektrograf.



Doplňte barvy, které obsahuje viditelné světlo.



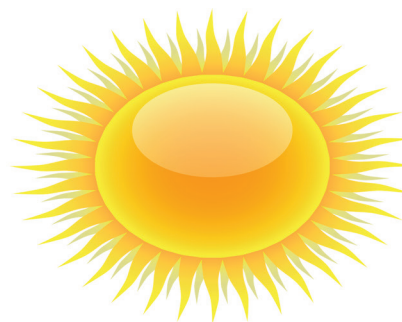
Nejjednodušším světelným zdrojem je těleso zahřáté na dostatečně vysokou teplotu, například vlákno žárovky. Taková tělesa svítí všemi barvami. Jejich teplota ale rozhoduje o tom, jaké „množství“ jednotlivých barev ve světle bude. I povrch Slunce s teplotou kolem 5500 °C vyzařuje všechny barvy, které dohromady vnímáme jako bílou. Určitě jste si všimli, že žárovka vydává také hodně tepla. To je nevýhodné, pokud ji chceme použít jako zdroj světla, protože zároveň musíme přeměnit mnoho elektrické energie na teplo.



Doplňte část spektra, ve které se nachází maxima vyzařování těchto zdrojů.



$T = 2\,400\text{ K}$   
 $\lambda = 1\,200\text{ nm}$



$T = 5\,500\text{ K}$   
 $\lambda = 527\text{ nm}$

INFRAČERVENÁ

část spektra

VIDITELNÁ



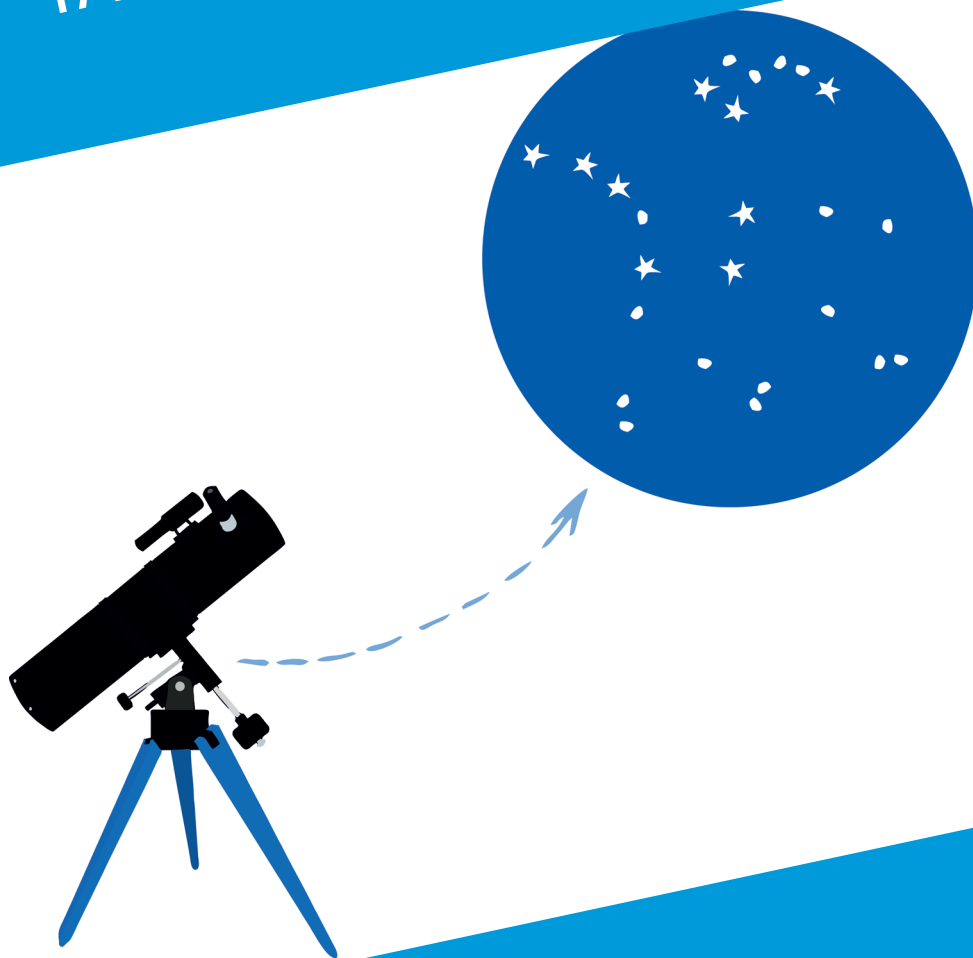
Který z těchto zdrojů vyzařuje více viditelného světla? SLUNCE

Který z těchto zdrojů vyzařuje více tepelného záření než světelného? (uvažujeme-li poměr mezi světelným a tepelným výkonem) ŽÁROVKA



Pracovní list

# TAJUPLNÉ DALEKOHLEDY



Jméno:



PEVNOST  
POZNÁNÍ



# 1. ÚLOHA

## ČOČKA NEBO ZRCADLO?



Víte, jaký je rozdíl mezi čočkou a zrcadlem? V obou případech se jedná o optické soustavy, které jsou schopny měnit chod světelných paprsků. Ale jak toho dosáhnou?

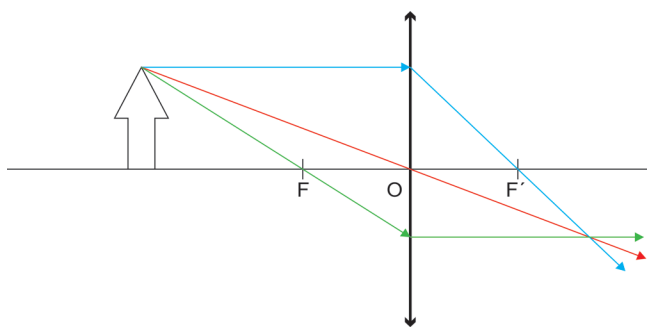


Dokreslete do schématu vzniklý obraz a popište jeho vlastnosti.

### Spojná čočka



Čočka je optická soustava, jejíž povrch tvoří nejčastěji dvě kulové plochy. Vyrábí se především ze skla, jehož index lomu je vyšší než index lomu okolního prostředí (nejčastěji vzduchu). Základní charakteristikou je skutečnost, že paprsky světla čočkou prochází a změna jejich chodu je tedy způsobena lomem světla.

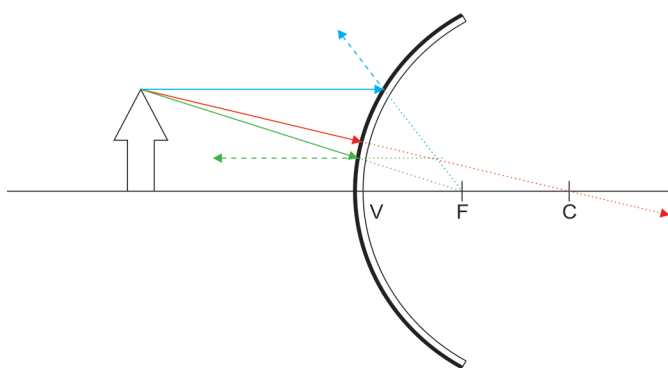


~~zmenšený~~ X zvětšený  
~~skutečný~~ X zdánlivý  
vzpřímený X ~~převrácený~~

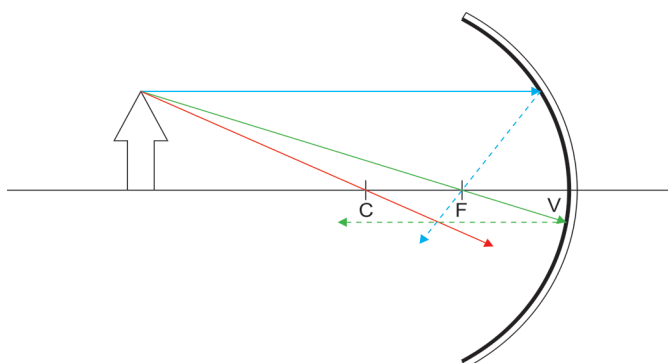
### Duté a vypuklé zrcadlo



Uplatňujeme-li při optickém zobrazování jen odraz světla, používáme k tomu zrcadlo. Zrcadlo je předmět vyznačující se lesklou (zrcadlicí) plochou, kterou nemohou procházet paprsky. Ty se mohou jen odrážet..



~~zmenšený~~ X zvětšený  
~~skutečný~~ X zdánlivý  
~~vzpřímený~~ X převrácený



~~zmenšený~~ X zvětšený  
~~skutečný~~ X zdánlivý  
vzpřímený X ~~převrácený~~



## 2. ÚLOHA

### KONSTRUKCE DALEKOHLEDU

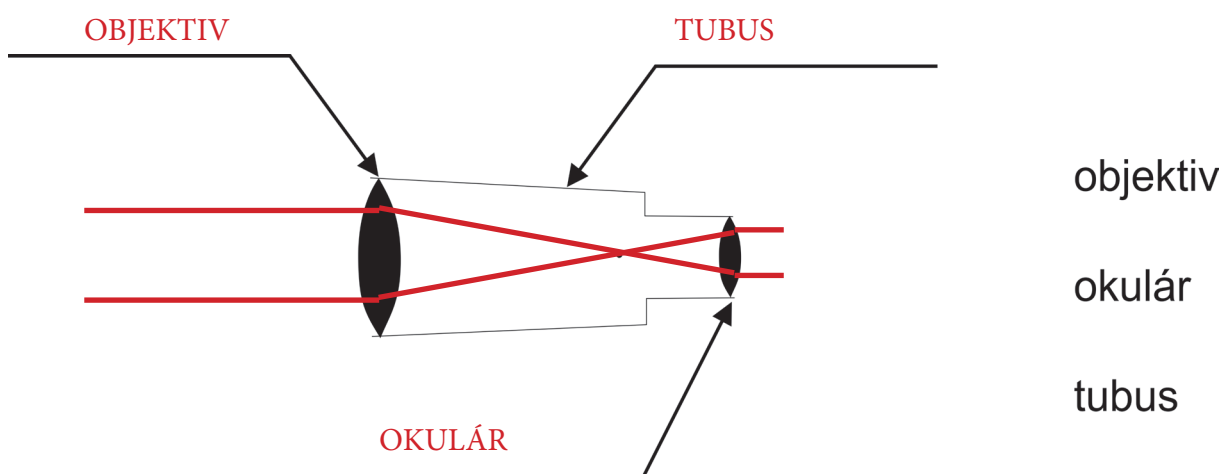


Na obrázcích můžete vidět schémata dalekohledů, o kterých jste již slyšeli ve filmu.

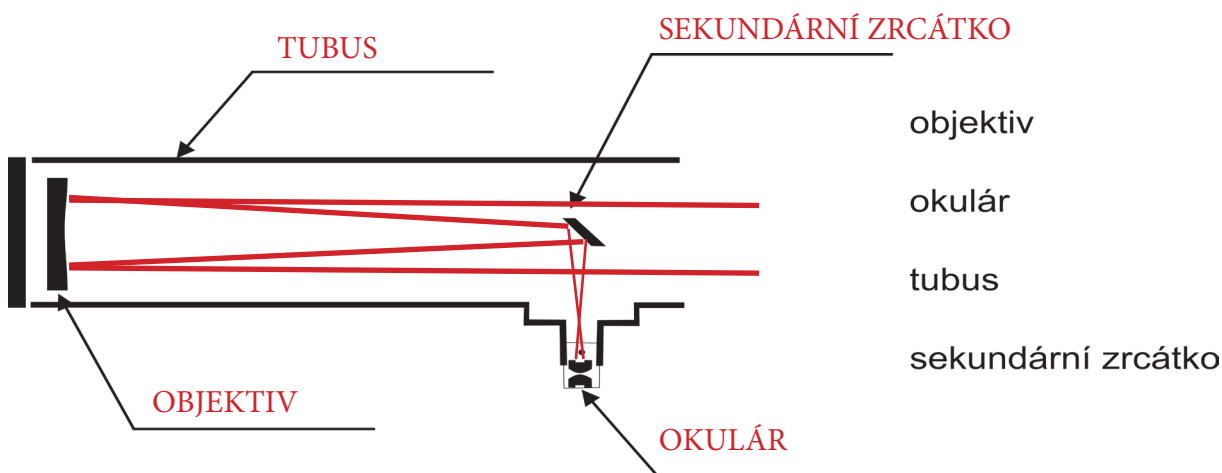


Pojmenujte základní součásti dalekohledů a zakreslete směr průchodu paprsků.

#### Keplerův (čočkový) dalekohled



#### Newtonův (zrcadlový) dalekohled



Zrcadlové dalekohledy mají dvě velké výhody. Jedna souvisí s průchodem světla skrz čočku a druhá s technickými limity. Uhadnete jaké?

**U ZRCADLOVÝCH DALEKOHLEDŮ SE NEVYSKYTUJE BAREVNÁ VADA**

**PŘI VÝROBĚ VELKÝCH DALEKOHLEDŮ JE JEDNODUŠŠÍ VÝROBA VELKÝCH ZRCADEL**



### 3. ÚLOHA SPEKTRUM

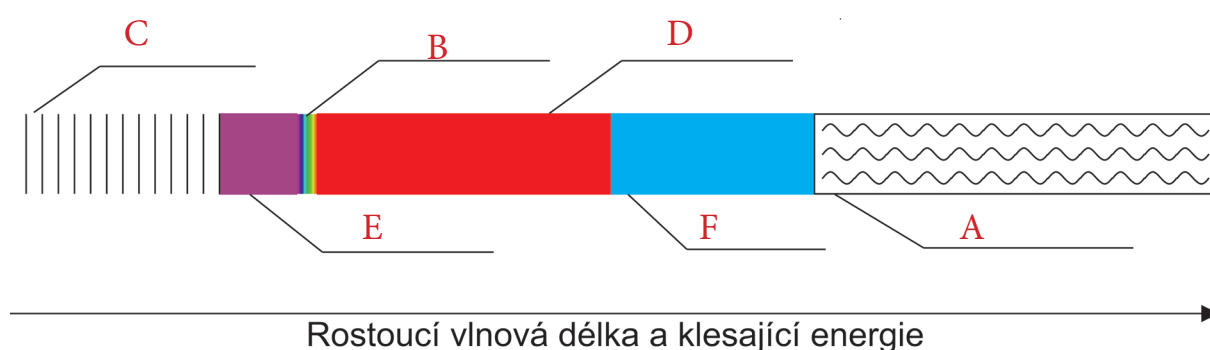
#### Druhy záření



Každé těleso vyzařuje světlo. Čím je těleso teplejší, tím je vyšší energie tohoto záření. Dokonce i my svítíme, ale ne v oboru viditelného světla. Naše teplota je asi 310 K, což odpovídá záření v infračerveném oboru. V experimentu Planckův vyzařovací zákon si ověřte, že čím vyšší teplotu má vlákno žárovky, tím vyšší energii má vyzařované světlo.



Pokuste se seřadit tyto spektrální obory od nejnižší energie po nejvyšší.



- a) rádiové vlny b) viditelné světlo c) rentgenové záření  
d) infračervené záření e) ultrafialové záření f) mikrovlny

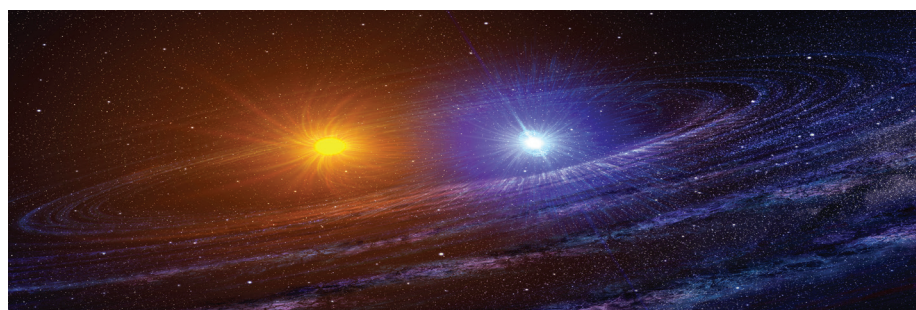
#### Teplota hvězd



To, že čím vyšší je teplota tělesa, tím vyšší má energii jím vyzařované světlo, jsme si již řekli. Novým poznatkem pro nás bude, že se změnou energie dochází i ke změně barvy viditelného světla. Barvy viditelného světla si představte jako barvy duhy. Pro ně potom platí, že červená barva má nejnižší energii a naopak modrá až fialová nejvyšší.



Doplňte, která z těchto hvězd má vyšší teplotu.



$t_1$

$< / >$

$t_2$



Ve filmu se objevila zmínka o tomto vesmírném objektu. Dokážete pojmenovat to, co vidíte na obrázku?

DVOJHVĚZDA





Pracovní list

# POHYBY NEBESKÝCH TĚLES



Jméno:



PEVNOST  
POZNÁNÍ



# 1. ÚLOHA

## POHYBY OBJEKTŮ PO OBLOZE



Všechny pohyby těles na obloze jsou pouze zdánlivé. Viditelné objekty se ve skutečnosti nepohybují, ale jejich zdánlivý pohyb je způsoben rotací Země. Dokážete si vybatvit, jak přechází přes den Slunce po obloze? V jakém směru se tedy otáčí Země kolem své osy?



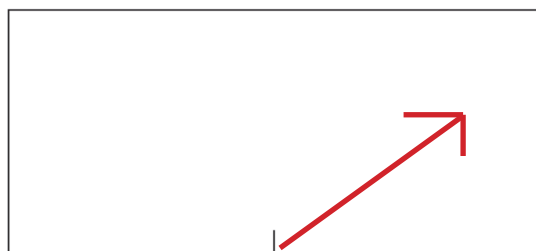
Dokreslete do schématu šipku naznačující směr pohybu hvězd po obloze.



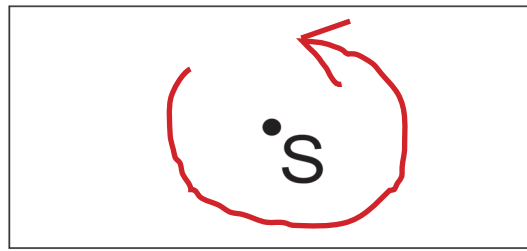
J



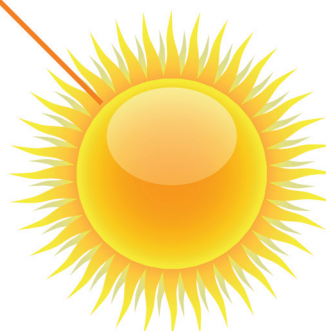
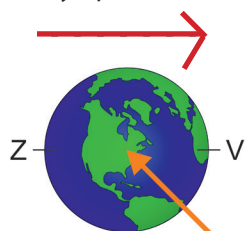
Z



V



Dodělejte z přerušované čáry šipku, která bude naznačovat směr rotace Země.





## 2. ÚLOHA

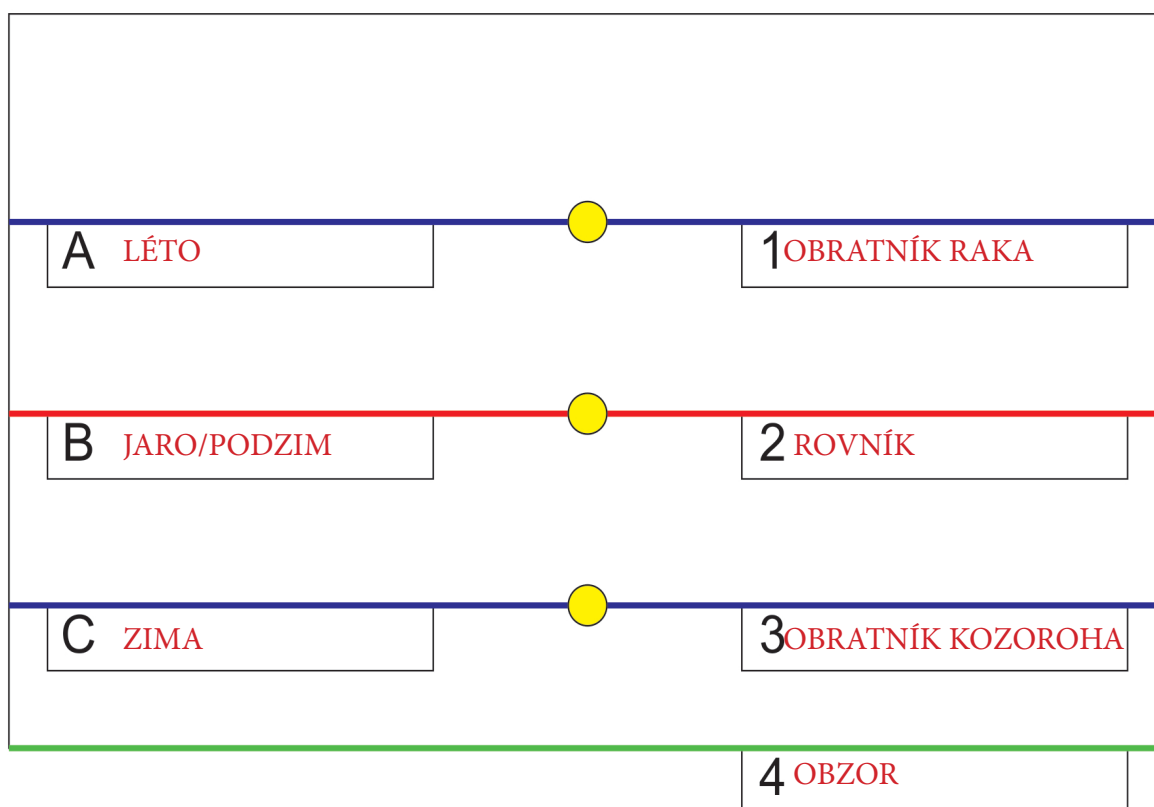
### ROČNÍ POHYB SLUNCE



Před sebou vidíte schematicky načrtnutou část oblohy, tak jak byste ji viděli při pohledu na jižní stranu obzoru. V rámečku jsou schematicky zaznačeny významné rovnoběžky, podle kterých lze určit, o jaká se jedná roční období, na základě zaznamenané polohy Slunce. Nachází-li se Slunce nejvýš, jedná se o léto, naopak je-li Slunce nejniž, jedná se o zimu.



Do rámečků A až C doplňte o jaké se jedná roční období. Následně do rámečků 1 až 4 doplňte, o jakou rovnoběžku se jedná.



Dokázali byste na základě práce v planetáriu určit, jakým hodnotám (ve stupních) odpovídá výška Slunce nad obzorem pro daná roční období?

LÉTO - cca  $64,5^\circ$ , ZIMA - cca  $17,5^\circ$ , JARO/PODZIM - cca  $41^\circ$



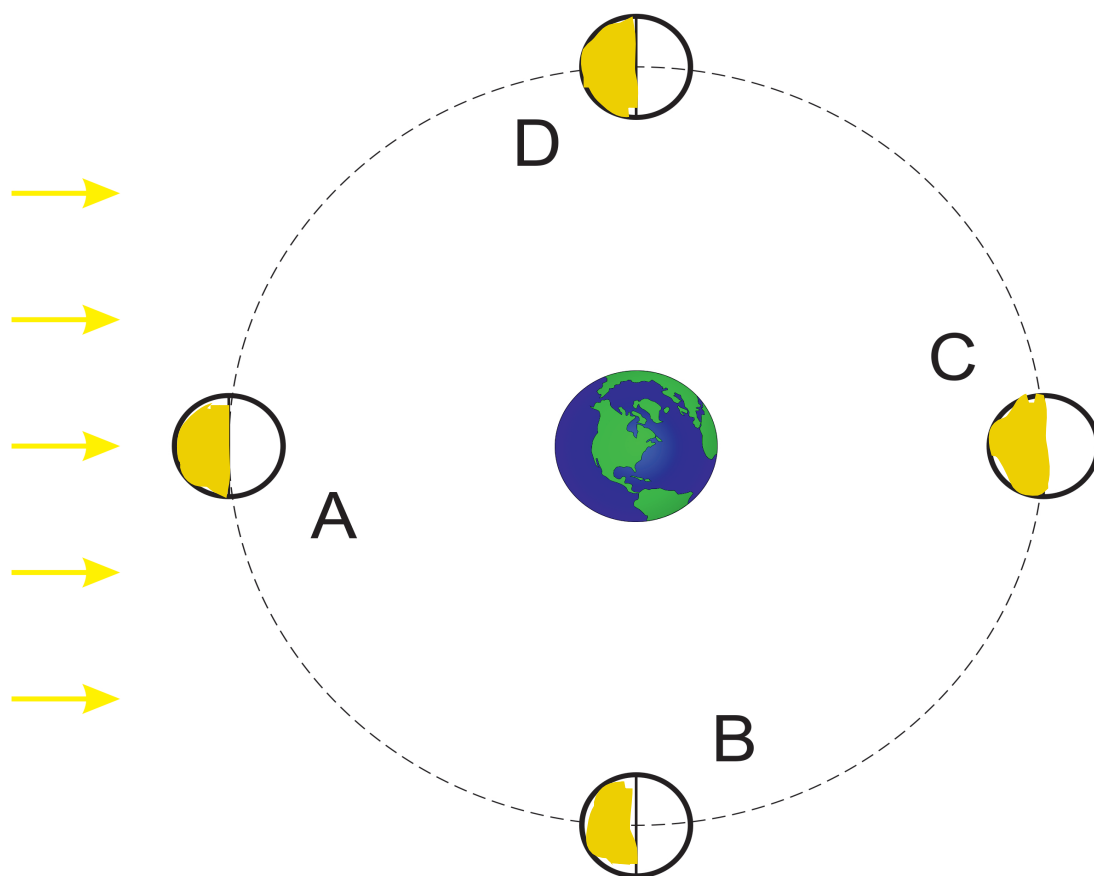
### 3. ÚLOHA FÁZE MĚSÍCE



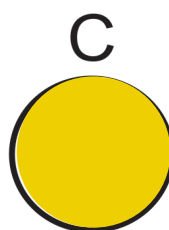
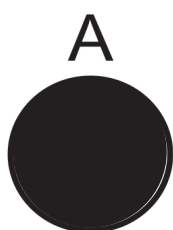
Před sebou vidíte schematicky načrtnutou dráhu, po které obíhá Měsíc okolo Slunce. Zleva přicházejí sluneční paprsky, které v každém případě osvětlují určitou část povrchu Měsíce.



V kružnicích vyznačujících polohu Měsíce žlutě vybarvěte tu polovinu, která je osvětlena zleva přicházejícími slunečními paprsky. Neosvětlenou část ponechte nevybarvenou.



Do následujících kružnic zaznamenejte, jak bychom viděli osvětlení dané poloviny Měsíce z povrchu planety Země. Pro každý případ A až D tedy žlutě vykreslete tu část Měsíce, kterou můžeme vidět z planety Země. Do rámečků pod kružnicemi doplňte, o které fáze Měsíce se jedná.



NOV

1. ČTVRT

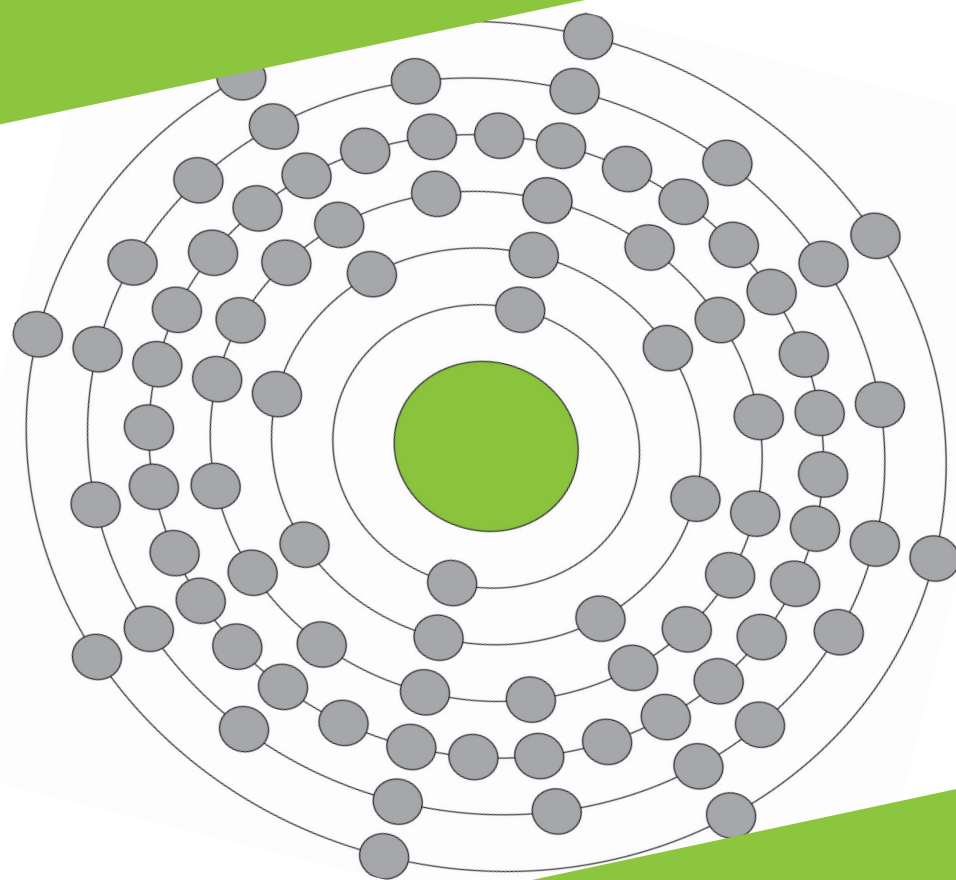
ÚPLNĚK

POSLEDNÍ ČTVRT



Pracovní list

# RADONOVÁ STOPA



Jméno:





## 1. ÚLOHA

### IZOTOP



O izotopech prvků mluvíme tehdy, mají-li všechny zkoumané atomy shodné protonové číslo Z, ale rozdílné nukleonové číslo A. Mají tedy shodný počet protonů, ale rozdílný počet neutronů v atomovém jádře.



Doplňte informaci o významu protonového a nukleonového čísla. Následně určete počty částic v atomu radonu 222.



Z = protonové číslo = udává počet PROTONŮ v jádře atomu

A = nukleonové číslo = udává počet PROTONŮ A NEUTRONŮ v jádře atomu



Počet protonů v atomu = 86

Počet neutronů v atomu = 136

Počet elektronů v atomu = 86



Liší se hmotnost atomů jednotlivých izotopů daného prvku?

~~ANO~~ X NE



## 2. ÚLOHA

### VÝSKYT A TRANSPORT RADONU



V rámci prezentace jsme se zmínili o výskytu radonu v geologickém podloží. Dokážete určit, který z těchto vodních zdrojů bude vykazovat nejvyšší a naopak nejnižší množství rozpuštěného radonu. Předpokládejte, že první zdroj vyvěrá z pískovcového a druhý z žulového podloží. Ve třetím případě se jedná o dešťové srážky zachycené korytem řeky.



Doplňte pod jednotlivé zdroje vody riziko výskytu radonu. Na výběr máte z možností vysoké, nízké a střední.



STŘEDNÍ

VYSOKÉ

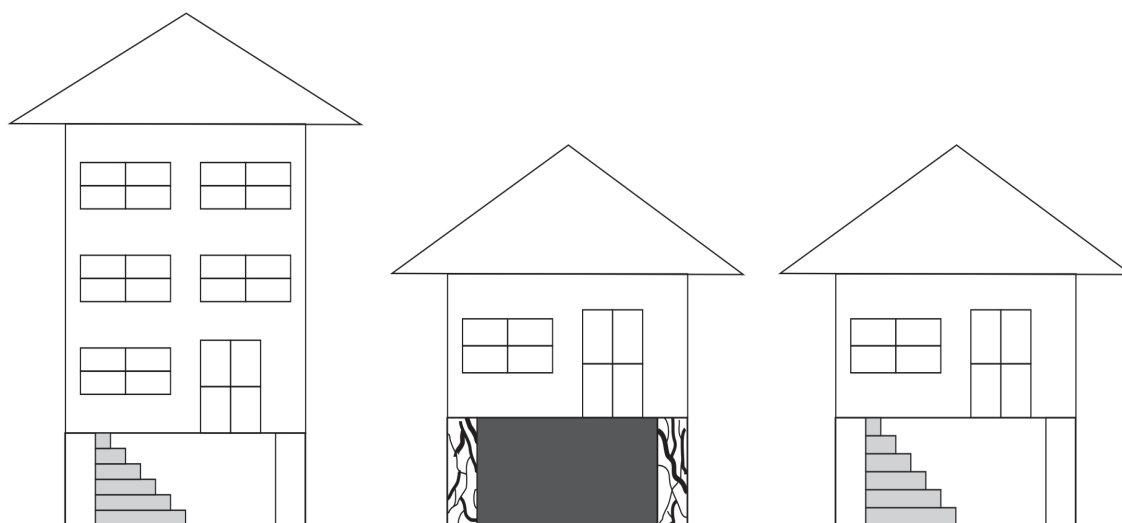
NÍZKÉ



Na základě získaných informací byste měli být schopni určit, do kterého z objektů bude vnikat radon nejsnáze a do kterého naopak nejobtížněji. Předpokládejte, že první objekt je vícepodlažní, podsklepený a se základy v dobrém technickém stavu. Druhý objekt je jednopodlažní, nepodsklepený a se základy ve špatném technickém stavu. Třetí objekt je jednopodlažní, podsklepený a se základy v dobrém technickém stavu.



Doplňte pod jednotlivé objekty riziko vnikání radonu. Na výběr máte z možností vysoké, nízké a střední.



NÍZKÉ

VYSOKÉ

STŘEDNÍ



### 3. ÚLOHA

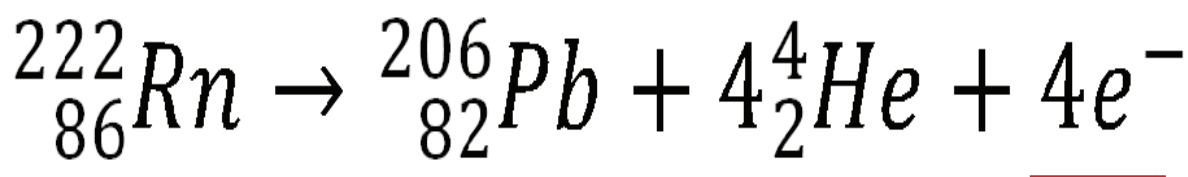
#### ZDRAVOTNÍ RIZIKA A OCHRANA



Následující rovnice popisuje proces jednotlivých přeměn radonu probíhajících například v plicích člověka. Konečným produktem této rozpadové řady je olovo 206. Jedná se již o stabilní izotop, což znamená, že již nedohází k dalším radioaktivním přeměnám.



Podtrhněte, které částice považujeme za ionizující záření.



Na základě toho, co jsme si řekli o možnostech ochrany objektů, a tím i lidského zdraví, před radonem, určete jak lze postupně realizovat ochranná opatření od nejjednodušších po ta nejsložitější.



Přiřaďte ke každému typu ochrany číslo. Jedna znamená nejjednodušší, naopak čtyři nejsložitější ochrana.

Časté větrání obytných prostor.

3

Aktivní odvětrávání prostor pod základovou deskou.

2

Položení fóliového systému.

1

Utěsnění prostupů inženýrských sítí.

4



Ve kterém ročním období mohou být teoreticky vyšší koncentrace radonu v obytných prostorách? Proč?

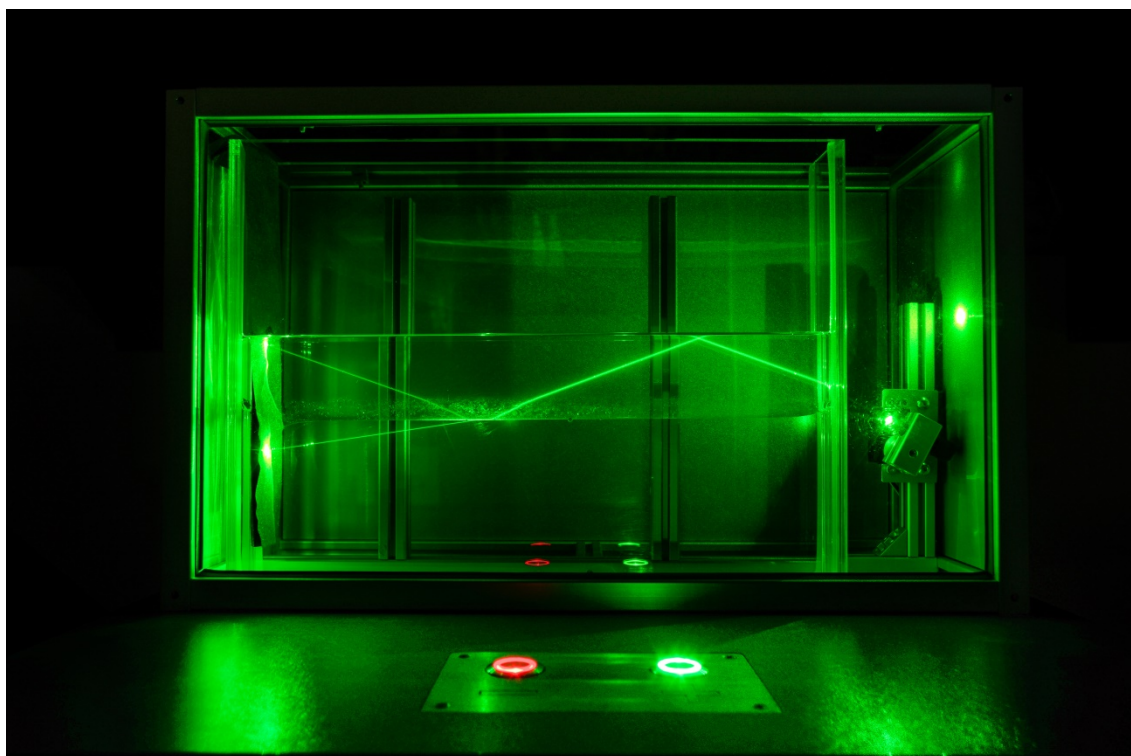
V ZIMNÍCH

MÉNĚ ČASTO SE VĚTRÁ A ZVYŠUJE SE KOMÍNOVÝ EFEKT





Př. 5. Optoelektronické radio



Př. 6. Lom světla



Př. 7. Polarizace



Př. 8. Planckův vyzařovací zákon



Př. 9. Barevná teplota