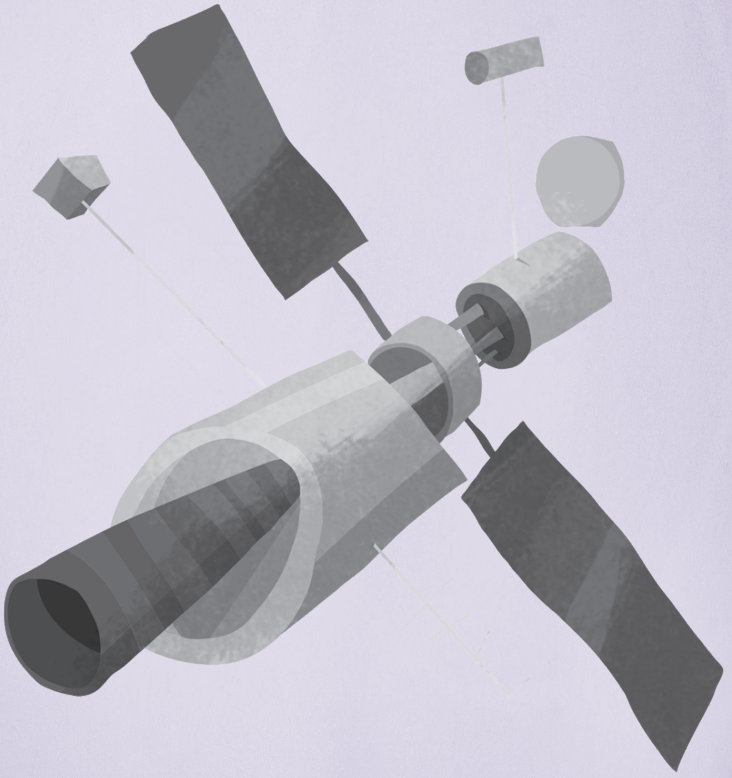
FYZIKA

POZOROVÁNÍ EMISE A ABSORPCE TEPELNÉHO ZÁŘENÍ TĚLESY



Akademie věd ČR hledá mladé vědce
OTEVŘENÁ VĚDA
AKADEMIE VĚD ČR

Úvodní list

Předmět:	Fyzika
Cílová skupina:	1. nebo 2. ročník SŠ/G
Délka trvání:	90 min.
Název hodiny:	Pozorování emise a absorpce tepelného záření tělesy
Výukový celek:	Fyzikální veličiny a jejich měření Stavba a vlastnosti látek
Vzdělávací oblast v RVP:	Člověk a příroda
Průřezová témata:	Osobnostní a sociální výchova – Práce ve skupinách a párech vyžaduje vzájemnou komunikaci a kooperaci, což vede k rozvoji mezilidských vztahů. Zároveň zde dochází k rozvoji kognitivních funkcí, a to především koncentrace. Výchova demokratického občana – Rozvoj dovednosti formulace vlastní myšlenky, výsledky pozorování. Environmentální výchova – Možnost zahrnout do výuky diskuzi o vlivu rtuti (používané ve skleněných teploměrech) na životní prostředí.
Mezipředmětové vztahy:	Chemie – v souvislosti s použitím kapalinového teploměru lze propojit s anorganickou chemií (konkrétně vlastnosti rtuti, slitin galia, atd.). Biologie – ekologie (likvidace rtuti), skleníkový efekt (v souvislosti s infračerveným zářením). Matematika – závislosti a funkční vztahy.
Výukové metody:	Výklad, heuristický rozhovor, práce s textem, žákovský experiment, instruktáž, rozhovor.
Organizační formy výuky:	Frontální, skupinová, párová, individuální.
Vstupní předpoklady:	Student umí měřit teplotu kapalinovým teploměrem, dokáže sestrojit graf závislosti (x, f (x)).
Očekávané výstupy:	Student prohloubí své znalosti z oblasti měření teploty kapalinovým teploměrem, především přesnost přístroje. Dále si osvojí pravidla pro měření teploty bezdotykovým

	teploměrem a seznámí se s dalšími jednotkami teploty. Student dokáže definovat vlastními slovy pojmy emise, absorpce, tepelné záření a emisivita. Dokáže tyto pojmy spojit s jevy z každodenního života.
Výukové cíle:	Žák umí měřit teplotu kapalinovým a bezdotykovým teploměrem, rozumí pojmům emise, absorpce, tepelné záření a emisivita.
Klíčové kompetence:	Kompetence komunikativní: Při počáteční diskuzi na téma emise a absorpce se studenti snaží propojovat poznatky z běžného života s touto tématikou, snaží se formulovat své myšlenky, vyjádřit svůj názor, zapojit se do diskuze, naslouchat názorům spolužáků. V následujícím experimentu spolupracuje a komunikuje se spolužákem ve skupině a páru. Kompetence k učení: Vede studenta k práci se studijním textem (práce dle laboratorního návodu), vede studenta k porozumění a používání odborné terminologie (emise, absorpce, tepelné záření, emisivita), odborné pojmy dokáže propojit s jevy z každodenního života. Rozvíjí komunikační schopnosti při rozhovoru s učitelem (při práci s bezdotykovým teploměrem používaným pod dozorem vyučujícího) a spolužákem (při experimentu prováděném v páru či ve skupině). Kompetence k řešení problémů: Student je schopen z naměřených hodnot vyvozovat závěry (vyjádřit graficky závislosti mezi teplotou a povrchem tělesa, vyjádřit slovně závislosti mezi tepelným zářením a povrchem tělesa). Kompetence sociální a personální: Studenti jsou schopni pracovat v páru, ve skupině, diskutovat nad problematikou (odečítání hodnot z přístrojů, grafické vyjádření naměřených hodnot). Kompetence pracovní: Studenti umí bezpečně používat měřicí přístroje.
Formy a prostředky hodnocení:	Slovní, zpětná vazba, kvíz.
Kritéria hodnocení:	Splnění stanovených cílů, spolupráce ve skupině a páru, vyhotovení grafu, vyplnění kvízu.
Pomůcky:	Školní tabule, křída, psací potřeby, pravítko, pracovní list, list opakování, pomůcky pro provedení úkolů 1, 2, 3, 4, 5.

Časový a obsahový plán výukového celku (90 min.)

Název hodiny: Pozorování emise a absorpce tepelného záření tělesy

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Organizační formy výuky / Výukové metody	Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
2	Zahájení	Pozdrav, oznámení průběhu hodiny, tématu hodiny, cíle hodiny	Pozdrav, pochopení cíle	Frontální / Výklad	Zpětná vazba	-	-
10	Výklad nového učiva	Popis emise a absorpce těles v závislosti na jeho povrchu, měření teploty různými teploměry (kapalinovým, bezdotykovým, termochromními barvami)	Vyvolaní žáci odpovídají na dotazy	Frontální / Výklad, heuristický rozhovor	Slovní, zpětná vazba	Tabule, křídy	-
2	Zahájení experimentu	Rozdání laboratorních pomůcek do skupin, rozdání pracovních listů	Sestavení laboratorní aparatury	Skupinová, párová / Instruktáž	Slovní, zpětná vazba	Pracovní listy, pomůcky na úkol 1., 2., 3,. 4., 5	-
55	Experimentování v párech, ve skupinách	Kontroluje práci studentů, pomáhá a radí s případnými dotazy	Skupiny/páry měří úkoly 1., 2., 3., 4., 5., střídají si pomůcky; skupiny/páry postupně vyplňují pracovní list	Frontální, skupinová, párová / Instruktáž, žákovský experiment, práce s textem	Slovní, zpětná vazba	Pracovní list, psací potřeby, pomůcky na úkol 1., 2., 3., 4., 5.	-
10	Vyhodnocení naměřených dat	Dává pokyny ke grafickému zpracování naměřených dat	Skupina společně vyhodnotí naměřené hodnoty pomocí grafického vyjádření	Frontální, skupinová / Instruktáž, práce s textem	Slovní	Pracovní list, psací potřeby, pravítko	-
5	Ukončení experimentu a zadané práce	Úklid pomůcek	Úklid pomůcek	Párová /	Slovní	-	-

4	Procvičování nového učiva	Rozdá list s opakováním studentům, kontroluje jejich práci, pomáhá s řešením	Vyplňuje list s opakováním	Individuální Práce s textem	Slovní, zpětná vazba	List s opakováním, psací potřeby	-
2	Shrnutí, ukončení hodiny	Zopakování nejzásadnějších poznatků z hodiny, dotazy na žáky	Odpovědi na otázky vyučujícího	Frontální Rozhovor	Slovní	-	-

Pracovní list pro studenta

Název: Pozorování emise a absorpce tepelného záření tělesy

Jméno:

a) Úkol

1. Porovnej emisivitu tepelného záření černých a lesklých těles pomocí kapalinového teploměru.
2. Porovnej emisivitu tepleného záření tělesa s černým a lesklým povrchem pomocí kapalinového a bezdotykového teploměru.
3. Změř teplotu vybraných těles v učebně pomocí bezdotykového teploměru.
4. Odhadni teplotu vybraných těles v učebně pomocí teplotních fólií.
5. Pomocí termochromní barvy odhadni, kdo má ve tvé laboratorní skupině nejteplejší ruce.

b) Výklad

Všechna tělesa, jejichž teplota je vyšší než -273,15 °C (tato teplota se nazývá *absolutní nula*), vyzařují elektromagnetické záření. Určitou část záření dokážeme vnímat okem, toto záření se nazývá *viditelné světlo*. Kromě viditelného světla existuje řada dalších druhů záření, které okem nedokážeme rozeznat, např. infračervené, ultrafialové, rentgenové, atd. *Tepelné záření* je infračervené záření, které vyzařuje (odporně *emituje*) těleso do svého okolí. Opačný děj, tedy pohlcení záření se odborně nazývá *absorpce*.
Jakým způsobem bude těleso emitovat záření, závisí na jeho povrchu. Černé matné materiály emitují záření ochotně, lesklá zrcadla emitují záření velmi málo. Veličina popisující ochotu tělesa emitovat záření se nazývá *emisivita*. Emisivita tzv. *černého tělesa* se rovná 1, což je maximální hodnota. Emisivita tzv. *dokonalého zrcadla* se blíží k 0, což je minimální hodnota.
Tepelné záření bude v rámci úlohy vyjádřeno pomocí měření teploty. Teplotu lze měřit různými teploměry využívající různé fyzikální principy. Zde budou použity tyto teploměry:

- Kapalinový teploměr – se změnou teploty se mění objem kapaliny.
- Bezdotykový teploměr – měří infračervené záření emitované tělesy.
- Teplotní fólie, termochromní barvy – obsahují speciální chemické sloučeniny měnící s teplotou svoji barvu.

Teplotu lze měřit v různých jednotkách – ve stupních Celsia °C (používá se v Evropě), ve stupních Fahrenheita °F (používá se v USA), v Kelvinech K (používá se ve vědě). Tyto jednotky lze mezi sebou převádět následujícím způsobem:

$$\mathrm{F} = \frac{9 \cdot \mathrm{C}}{5} + 32$$

$$\mathrm{K} = \mathrm{C} + 273{,}15$$

c) Pomůcky

Úkol 1. Dvě dózy velké (A) a dvě dózy malé (B) s černým a lesklým povrchem, 2 kapalinové teploměry, stopky.
Úkol 2. Dóza C, kapalinový a bezdotykový teploměr.
Úkol 3. Bezdotykový teploměr.

Úkol 4. Teplotní fólie v rozsahu 25–30 °C a 30–35 °C.
Úkol 5. Prkénko s termochromní barvou.

d) Pracovní postup

Úkol 1.

1. Do velké černé dózy (A) umísti malou černou dózu (B) dle obrázku 1, stejně postupuj i s lesklými dózami.
2. Vyučující ti do obou malých dóz (B) nalije vařící vodu. Opatrně uzavři všechny dózy víčkem a zasuň do otvorů současně oba kapalinové teploměry. Při následující práci postupuj opatrně, aby ses nespálil o horkou stěnu dózy.
3. Po 1 minutě odečti z kapalinových teploměrů teplotu vody v černé (teplota 1) a lesklé (teplota 2) dóze. Odečítej hodnotu s přenosností na polovinu nejmenšího dílku (viz obrázek 2). Tento čas si označ jako počáteční čas t = 0 min a naměřené hodnoty si zaznamenej. Další hodnoty teploty odečítej po 2 minutách, až do času t = 50 min. Čas stopuj stopkami. Naměřená data si zapisuj do tabulky 1.
4. Během měření proveď ***úkoly 2., 3., 4., a 5.***
5. Po ukončení měření vynes naměřené hodnoty do grafu (viz příloha **Graf 1.**) jako závislost teplot na čase. Vytvoř dvě křivky – jedna popisuje rychlost tepelného záření černých dóz, druhá popisuje rychlost tepelného záření lesklých dóz. Popiš osy odpovídající veličinou a příslušnou jednotkou.

Úkol 2.

1. Seznam se s ovládáním bezdotykového teploměru. Nikdy nemiř bezdotykovým teploměrem nikomu do očí!
2. V dóze C je vařící voda, ve víčku dózy je zasunut kapalinový teploměr. Přilož jednu dlaň k černé straně dózy a druhou dlaň k lesklé straně tak, aby ses stěn přímo nedotýkal, ale cítil „sálání“ tepla. Která strana vyzařuje tepelné záření intenzivněji?
3. Změř teplotu černé a lesklé strany a strany s hliníkovou fólií pomocí bezdotykového teploměru. Změř teplotu kapaliny uvnitř dózy kapalinovým teploměrem. Naměřené hodnoty si zapiš do tabulky 2. Přepni si bezdotykový teploměr na jednotky teploty °F a změř teplotu černé strany dózy.

Úkol 3.

1. Změř teplotu 5 libovolných těles v učebně pomocí bezdotykového teploměru. Naměřená data si zaznamenej do tabulky 3.

Úkol 4.

1. Seznam se s používáním teplotních fólií.
2. Najdi v učebně tělesa, jejichž teplota odpovídá rozsahu teplotních fólií, tedy 25–30 °C a 30–35 °C. Odhadni jejich teplotu. Naměřená data zaznamenej do tabulky 4.

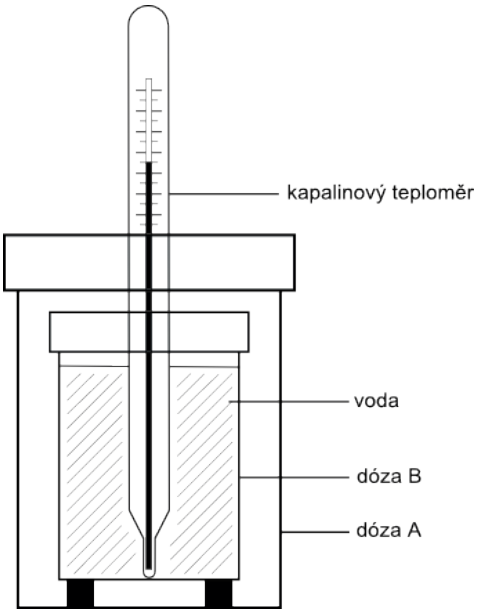
Úkol 5.

1. Na prkénku je nanesena termochromní barva. Po přiložení dostatečně teplého předmětu změní barva svůj odstín. Přitiskni k prkénku svoji dlaň a pozoruj změnu. Kdo má ve vaší pracovní skupině nejteplejší dlaň?

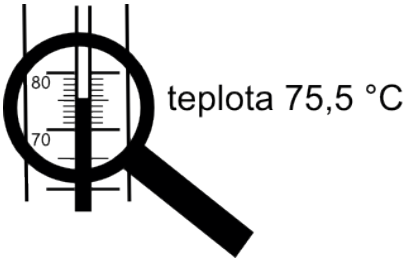
e) Zpracování pokusu

S kapalinovými teploměry pracuj opatrně, ať je nezlomíš!

V úkolu 1. sestav dvě černé dózy, popř. dvě lesklé dózy dle obrázku 1. Do otvoru ve víčku vlož kapalinový teploměr.



Obrázek 1. Soustava dóz A a B pro měření tepelného záření v úkolu 1.
Graficky znázorněné odečítání teploty z kapalinového teploměru s přesností na polovinu nejmenšího dílku.



Obrázek 2. Detail odečítání teploty z kapalinového teploměru.

Tabulka 1. Tabulka pro zapisování hodnot k úkolu 1.

čas (min)	**teplota 1 (°C)**	**teplota 2 (°C)**
0		
2		
4		
6		
8		
310		
12		
14		
16		
18		
20		
22		
24		
čas (min)	**teplota 1 (°C)**	**teplota 2 (°C)**
26		
28		
30		
32		
34		
36		
38		

40		
42		
44		

46		
48		
50		

Tabulka 2. Tabulka pro zapisování hodnot k úkolu 2.

	teplota (°C)	**teplota (°F)**
bezdotykový teploměr – černá strana dózy		
bezdotykový teploměr – lesklá strana dózy		
bezdotykový teploměr – strana dózy s hliníkovou fólií		
kapalinový teploměr – kapalina uvnitř dózy		

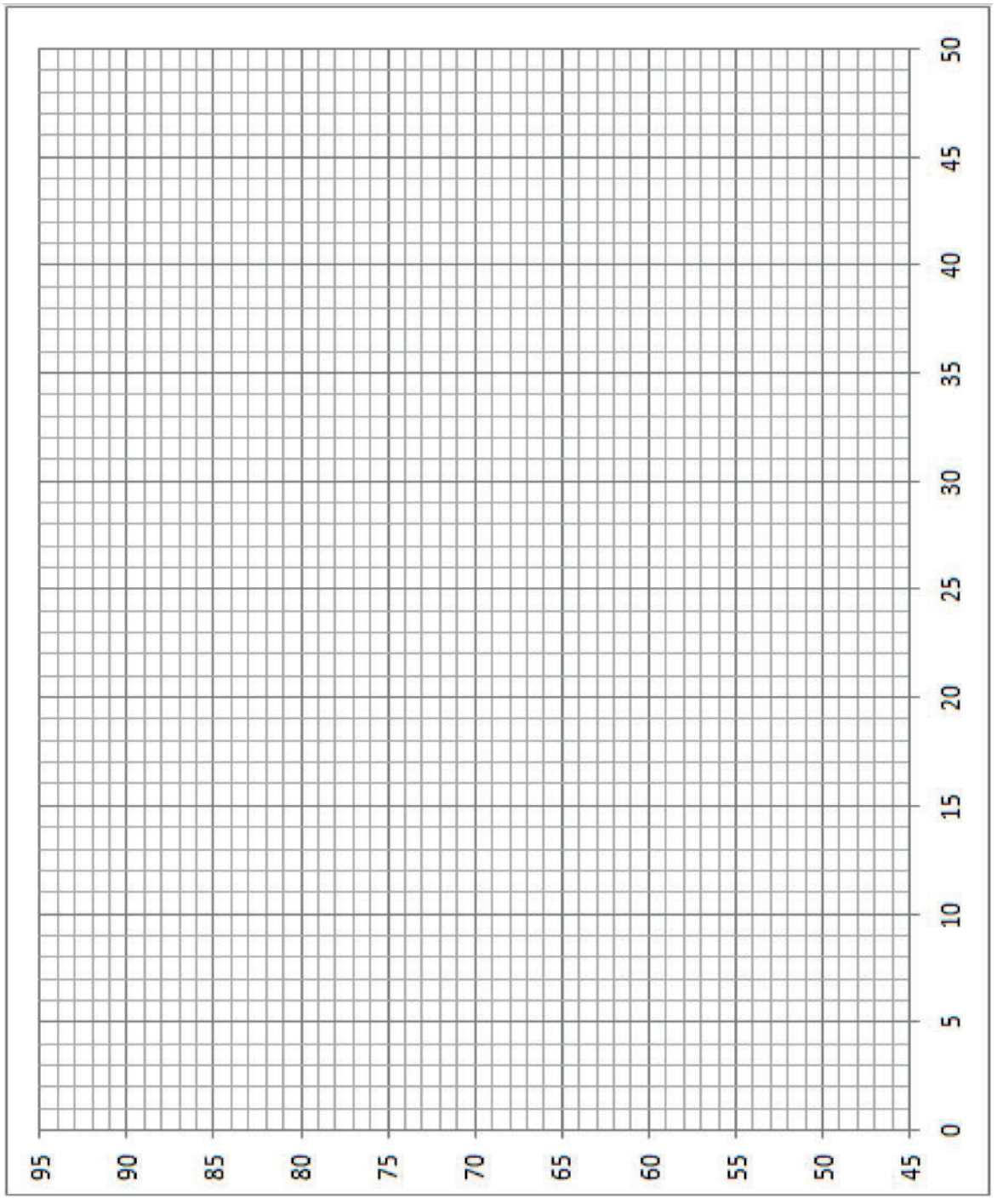
Tabulka 3. Tabulka pro zapisování hodnot k úkolu 3.

těleso	**teplota (°C)**

Tabulka 4. Tabulka pro zapisování hodnot k úkolu 4.

těleso	**přibližná teplota (°C)**

Graf 1. pro vynesení naměřených hodnot z úkolu 1.



f) Závěr

- Úkol 1. – Popiš, které těleso vyzařovalo tepelné záření intenzivněji. Jaký byl rozdíl teplot černých a lesklých dóz na konci experimentu?

- Úkol 2. – Popiš, jaký byl rozdíl pocitových teplot po přiložení dlaní k dóze C.

- Úkol 1. + 2. – Který povrch dóz má vyšší emisivitu – černý, lesklý / pokrytý alobalem?

- Teplotu lesklé strany dózy C měřené bezdotykovým teploměrem vyjádři v jednotkách °C, °F a K.

- Napiš výhody a nevýhody bezdotykového a kapalinového teploměru.

- Úkol 5. – Kdo měl ve skupině nejteplejší ruce?

Pracovní list pro pedagoga

Název: Pozorování emise a absorpce tepelného záření tělesy

a) Úkol

1. Porovnej emisivitu tepelného záření černých a lesklých těles pomocí kapalinového teploměru.
2. Porovnej emisivitu tepleného záření tělesa s černým a lesklým povrchem pomocí kapalinového a bezdotykového teploměru.
3. Změř teplotu vybraných těles v učebně pomocí bezdotykového teploměru.
4. Odhadni teplotu vybraných těles v učebně pomocí teplotních fólií.
5. Pomocí termochromní barvy odhadni, kdo má ve tvé laboratorní skupině nejteplejší ruce.

b) Výklad

Všechna tělesa, jejichž teplota je vyšší než -273,15 °C (tato teplota se nazývá *absolutní nula*), vyzařují elektromagnetické záření. Určitou část záření dokážeme vnímat okem, toto záření se nazývá *viditelné světlo*. Kromě viditelného světla existuje řada dalších druhů záření, které okem nedokážeme rozeznat, např. infračervené, ultrafialové, rentgenové, atd. *Tepelné záření* je infračervené záření, které vyzařuje (odporně *emituje*) těleso do svého okolí. Opačný děj, tedy pohlcení záření se odborně nazývá *absorpce*.
Jakým způsobem bude těleso emitovat záření, závisí na jeho povrchu. Černé matné materiály emitují záření ochotně, lesklá zrcadla emitují záření velmi málo. Veličina popisující ochotu tělesa emitovat záření se nazývá *emisivita*. Emisivita tzv. *černého tělesa* se rovná 1, což je maximální hodnota. Emisivita tzv. *dokonalého zrcadla* se blíží k 0, což je minimální hodnota.
Tepelné záření bude v rámci úlohy vyjádřeno pomocí měření teploty. Teplotu lze měřit různými teploměry využívající různé fyzikální principy. Zde budou použity tyto teploměry:

- Kapalinový teploměr – se změnou teploty se mění objem kapaliny.
- Bezdotykový teploměr – měří infračervené záření emitované tělesy.
- Teplotní fólie, termochromní barvy – obsahují speciální chemické sloučeniny měnící s teplotou svoji barvu.

Teplotu lze měřit v různých jednotkách – ve stupních Celsia °C (používá se v Evropě), ve stupních Fahrenheita °F (používá se v USA), v Kelvinech K (používá se ve vědě). Tyto jednotky lze mezi sebou převádět následujícím způsobem:

$$\mathrm{F} = \frac{9 \cdot \mathrm{C}}{5} + 32$$

$$\mathrm{K} = \mathrm{C} + 273{,}15$$

c) Pomůcky

Úkol 1: Dvě dózy velké (A) a dvě dózy malé (B) s černým a lesklým povrchem, 2 kapalinové teploměry, stopky.
Úkol 2: Dóza C, kapalinový a bezdotykový teploměr.
Úkol 3: Bezdotykový teploměr.
Úkol 4: Teplotní fólie v rozsahu 25–30 °C a 30–35 °C.
Úkol 5: Prkénko s termochromní barvou.

d) Pracovní postup

Úkol 1.

1. Do velké černé dózy (A) umísti malou černou dózu (B) dle obrázku 1, stejně postupuj i s lesklými dózami.
2. Vyučující ti do obou malých dóz (B) nalije vařící vodu. Opatrně uzavři všechny dózy víčkem a zasuň do otvorů současně oba kapalinové teploměry. Při následující práci postupuj opatrně, aby ses nespálil o horkou stěnu dózy.
3. Po 1 minutě odečti z kapalinových teploměrů teplotu vody v černé (teplota 1) a lesklé (teplota 2) dóze. Odečítej hodnotu s přenosností na polovinu nejmenšího dílku (viz obrázek 2). Tento čas si označ jako počáteční čas t = 0 min a naměřené hodnoty si zaznamenej. Další hodnoty teploty odečítej po 2 minutách, až do času t = 50 min. Čas stopuj stopkami. Naměřená data si zapisuj do tabulky 1.
4. Během měření proveď ***úkoly 2., 3., 4., a 5.***
5. Po ukončení měření vynes naměřené hodnoty do grafu (viz příloha **Graf 1.**) jako závislost teplot na čase. Vytvoř dvě křivky – jedna popisuje rychlost tepelného záření černých dóz, druhá popisuje rychlost tepelného záření lesklých dóz. Popiš osy odpovídající veličinou a příslušnou jednotkou.

Úkol 2.

1. Seznam se s ovládáním bezdotykového teploměru. Nikdy nemiř bezdotykovým teploměrem nikomu do očí!
2. V dóze C je vařící voda, ve víčku dózy je zasunut kapalinový teploměr. Přilož jednu dlaň k černé straně dózy a druhou dlaň k lesklé straně tak, aby ses stěn přímo nedotýkal, ale cítil „sálání“ tepla. Která strana vyzařuje tepelné záření intenzivněji?
3. Změř teplotu černé a lesklé strany a strany s hliníkovou fólií pomocí bezdotykového teploměru. Změř teplotu kapaliny uvnitř dózy kapalinovým teploměrem. Naměřené hodnoty si zapiš do tabulky 2. Přepni si bezdotykový teploměr na jednotky teploty °F a změř teplotu černé strany dózy.

Úkol 3.

1. Změř teplotu 5 libovolných těles v učebně pomocí bezdotykového teploměru. Naměřená data si zaznamenej do tabulky 3.

Úkol 4.

1. Seznam se s používáním teplotních fólií.
2. Najdi v učebně tělesa, jejichž teplota odpovídá rozsahu teplotních fólií, tedy 25–30 °C a 30–35 °C. Odhadni jejich teplotu. Naměřená data zaznamenej do tabulky 4.

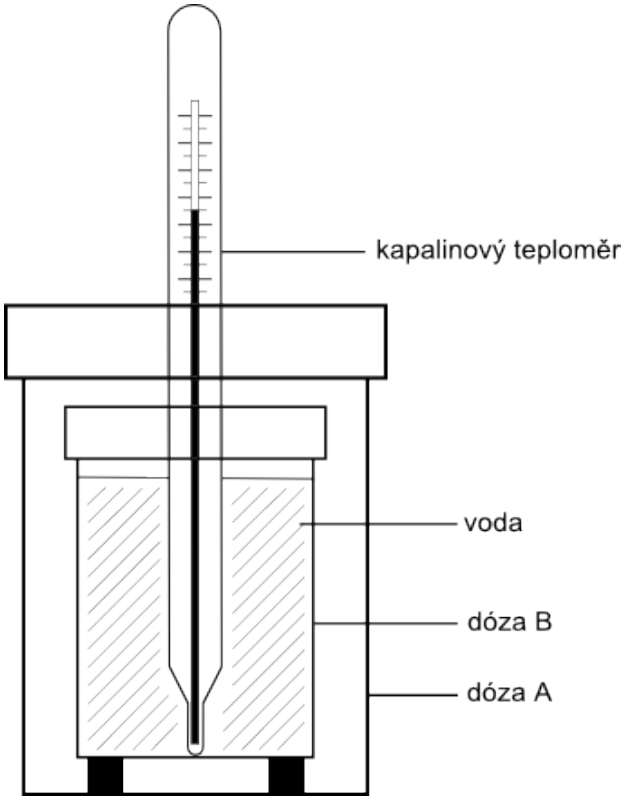
Úkol 5.

1. Na prkénku je nanesena termochromní barva. Po přiložení dostatečně teplého předmětu změní barva svůj odstín. Přitiskni k prkénku svoji dlaň a pozoruj změnu. Kdo má ve vaší pracovní skupině nejteplejší dlaň?

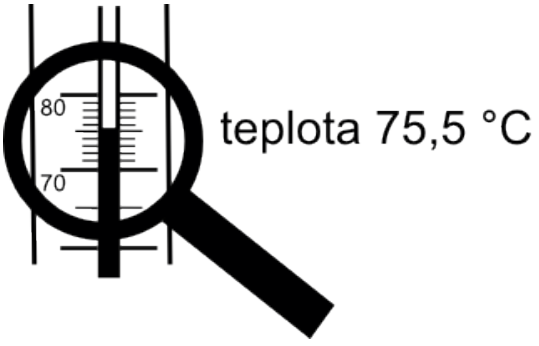
e) Zpracování pokusu

S kapalinovými teploměry pracuj opatrně, ať je nezlomíš!

V úkolu 1. sestav dvě černé dózy, popř. dvě lesklé dózy dle obrázku 1. Do otvoru ve víčku vlož kapalinový teploměr.



Obrázek 1. Soustava dóz A a B pro měření tepelného záření v úkolu 1.
Graficky znázorněné odečítání teploty z kapalinového teploměru s přesností na polovinu nejmenšího dílku.



Obrázek 2. Detail odečítání teploty z kapalinového teploměru**.**

Tabulka 1. Tabulka pro zapisování hodnot k úkolu 1.

čas (min)	teplota 1 (°C)	teplota 2 (°C)
0	90,1	90,2
2	88,4	87,2
4	87	88,2
6	85,8	87,2
8	84,6	86,5
10	83,6	85,8
12	82,4	85
14	81,4	84
16	80,4	83
18	79,4	82,5
20	78,4	82
22	77,4	81
24	76,6	80,5

čas (min)	teplota 1 (°C)	teplota 2 (°C)
26	75,4	79,8
28	74,8	79
30	74	78,2
32	73	77,5
34	72,2	77
36	71,4	76,2
38	70,6	75,8
40	69,8	75
42	69	74,5
44	68,4	74
46	67,4	73
48	66,8	72,5
50	66	72

Tabulka 2. Tabulka pro zapisování hodnot k úkolu 2.

	teplota (°C)	teplota (°F)
bezdotykový teploměr – černá strana dózy	59,4	138,9
bezdotykový teploměr – lesklá strana dózy	31	
bezdotykový teploměr – strana dózy s hliníkovou fólií	26,3	
kapalinový teploměr – kapalina uvnitř dózy	61,2	

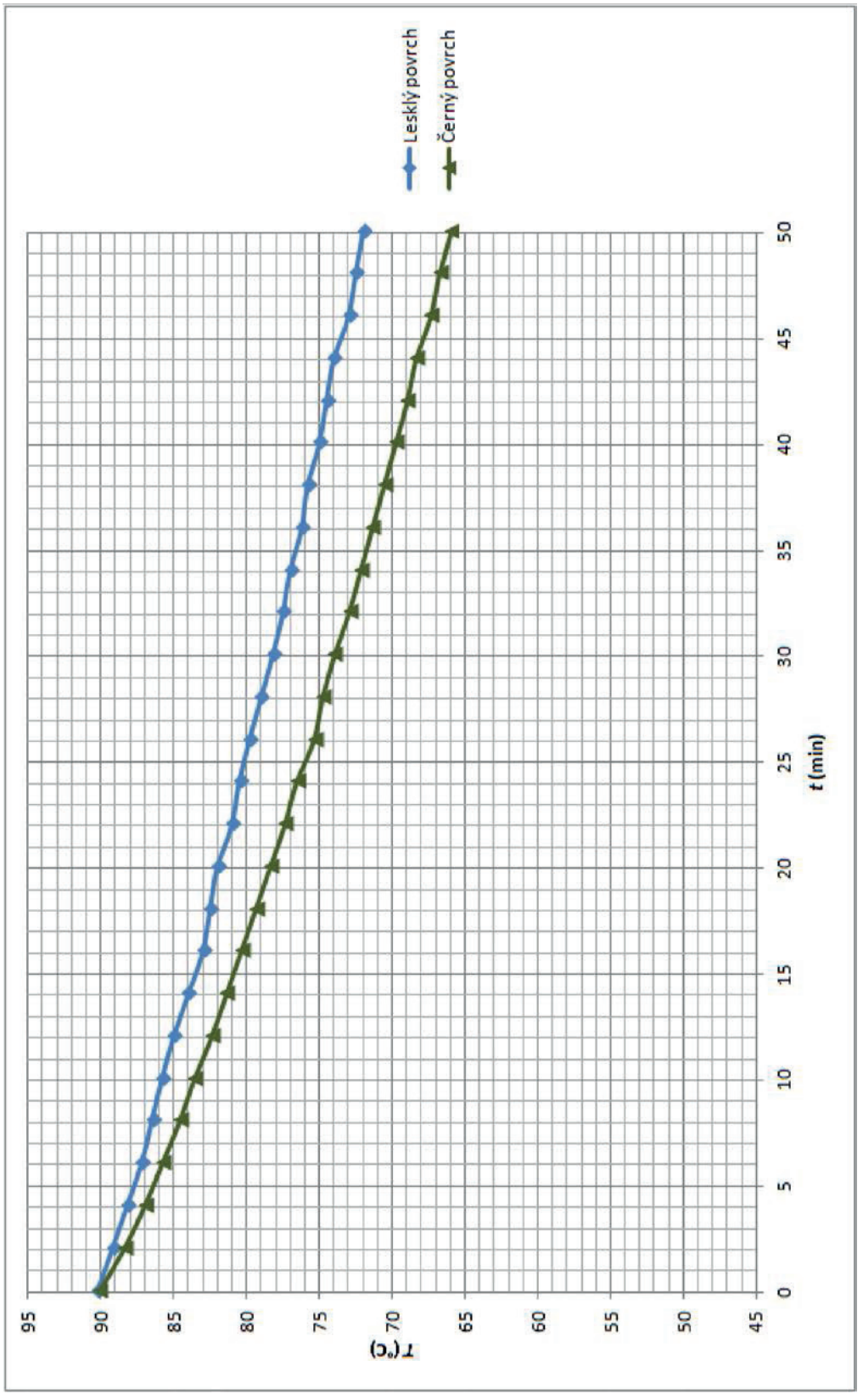
Tabulka 3. Tabulka pro zapisování hodnot k úkolu 3.

těleso	teplota (°C)

Tabulka 4. Tabulka pro zapisování hodnot k úkolu 4.

těleso	přibližná teplota (°C)

Graf 1. pro vynesení naměřených hodnot z úkolu 1.



f) Závěr

- Úloha 1. – Popiš, které těleso vyzařovalo tepelné záření intenzivněji. Jaký byl rozdíl teplot černých a lesklých dóz na konci experimentu?

  Z grafu je zřejmé, že křivka popisující vyzařování sady černých dóz klesá rychleji než křivka popisující vyzařování sady lesklých dóz.
  Po 50 minutách je teplota kapaliny v černé dóze o 6 °C nižší než v lesklé dóze.

- Úloha 2. – Popiš, jaký byl rozdíl pocitových teplot po přiložení dlaní k dóze C.

  Při přiložení dlaně k černému povrchu dózy bylo cítit horko sálající z dózy, při přiložení dlaně ke straně dózy pokryté hliníkovou fólií nebylo cítit téměř nic.

- Úloha 1. + 2. – Který povrch dóz má vyšší emisivitu – černý, lesklý / pokrytý alobalem?

  Nejvyšší emisivitu má černá plocha, pak lesklá a nakonec plocha pokrytá hliníkovou fólií.

- Teplotu lesklé strany dózy C měřené bezdotykovým teploměrem vyjádři v jednotkách °C, °F a K.

  Teplota: 31 °C = 87,8 °F = 304,15 K

- Napiš výhody a nevýhody bezdotykového a kapalinového teploměru.

  Bezdotykový – rychlejší odezva, snadnější odečítání hodnot
  Kapalinový – přesný, levný, jednoduché zacházení

- Kdo měl ve skupině nejteplejší ruce?

POZNÁMKY:

- Pro daný počet výukových pomůcek lze studenty rozdělit do dvou skupin (cca 8 studentů). V těchto skupinách vytvoří studenti nadále dvojice, jež si budou půjčovat pomůcky pro splnění úkolů 1., 2., 3., 4. a 5.
- Laboratorní úlohu lze modifikovat a doplnit mnoha způsoby. Cílem metodika je především rozšířit zásobu (netradičních) laboratorních pomůcek o přístroje, ke kterým by střední školy měly z finančních důvodů obtíženější přístup.
- Pomůcky ve výukovém kitu jsou počítány pro 2 skupiny studentů, každá skupina obdrží:
    - 2x válcová dóza velká (A),
    - 2x válcová dóza malá (B),
    - 2x kapalinový teploměr,
    - 1x bezdotykový teploměr (správné fyzikální označení přístroje je pásmový pyrometr, pro účely výuky je tento název zjednodušen na bezdotykový teploměr),
    - 2x teplotní fólie v rozsahu teplot 25–30 °C,
    - 2x teplotní fólie v rozsahu teplot 30–35 °C.

  Pomůcek je dostatečné množství, aby se u nich studenti postupně prostřídali. Dále si skupiny musí prostřídat prkénko s termochromní barvou a dózu C.

- **Úkol 1.** Ve středu víček válcových dóze jsou vyvrtány otvory o průměru odpovídající kapalinovému teploměru (viz obrázek 3). Pro jednu laborující skupinu je nutné jednu větší a menší dózu nastříkat černou barvou na kov. Studenti si sestaví dózy dle obrázku 1 (menší stříbrná dóza + větší stříbrná dóza, menší černá dóza + větší černá dóza), menší dóza musí být oddělena od větší tepelně nevodivými podložkami (např. plátek z korkového špuntu; není součástí kitu). Tím se zamezí nežádoucího způsobu přenosu tepla. Pedagog nalije do menších dóz stejné množství vroucí vody z konvice. Dózy se uzavřou víčky a do otvorů se vloží kapalinový teploměr. Je vhodné na začátku experimentu upozornit studenty, aby se dóz nedotýkali (počáteční teplota může být velmi vysoká). Teplota kapaliny je odečítána ve 2 minutových intervalech, měřidlem času mohou být školní stopky (nejsou součástí kitu) nebo pomocí mobilního telefonu (vhodné stáhnout do chytrého telefonu aplikaci stopky). Teplota musí být odečítána z kapalinového teploměru na polovinu nejmenšího dílku (viz obrázek 2). Experiment může být ukončen dříve (ne až po uběhnutí 50 minut), z naměřených dat je zřejmé, který povrch emituje tepelné záření intenzivněji.

Obrázek 3. Sada dóz A + B v černém a lesklém provedení pro úkol 1.

- **Úkol 2.** Tato dóza je v kitu pouze v jednom provedení, může být umístěna např. na katedře, studenti se u ní musí vystřídat. Kovová kvádrová dóza (C) – jedna stěna je nastříkána černou barvou, jedna může být pokryta hliníkovou fólií (nutno přilepit pomocí co nejmenšího objemu lepidla). Ve víčku dózy je vyvrtán otvor pro kapalinový teploměr (viz obrázek 4). Po zahájení výuky nalije pedagog vroucí vodu do této dózy. Studenti (např. v párech) měří teplotu černé a lesklé stěny, popř. pokryté fólií, bezdotykovým teploměrem. Zároveň odečítají teplotu z kapalinového teploměru vloženého do dózy. Bezdotykový teploměr lze používat se zapnutým/vypnutým laserovým zaměřovačem. Při použití laserového zaměřovače je nutné studenty poučit o bezpečnosti práce.

Obrázek 4. Dóza C s kapalinovým teploměrem pro úkol 2.

- **Úkol 3.** Studenti musí být poučení o bezpečnosti práce s bezdotykovým teploměrem, především ořu zapnutém laserovém ukazovátku.

- **Úkol 4.** Před zahájením práce rozstřihne pedagog arch teplotních fólií na 4 stejně velké díly. V návodu není přesně popsán postup použití fólií, jelikož metodici této úlohy neměli možnost fólie sami vyzkoušet. Je tedy na představivosti pedagogů, jakým způsobem fólie ve výuce použijí.

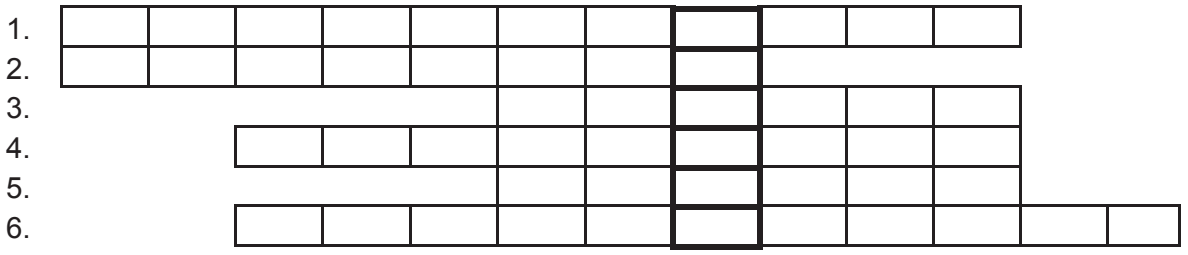
- **Úkol 5.** Kuchyňské prkénko natřete termochromní barvou (specifikace: červená, rozsah teplot 2–31 °C) dle návodu přiloženého k barvě. Zde si studenti pouze vyzkoušejí další metodu, pro přibližné měření teploty.

- Rozšiřující informace k dané problematice:
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=41674

Opakování

Název: Pozorování emise a absorpce tepelného záření tělesy

Jméno:



1. Název teploměru, jenž měří teplotu, aniž by musel být v přímém styku s měřeným tělesem.
2. Pohlcení záření.
3. Jednotka teploty používaná v Evropě je stupeň … .
4. Veličina vyjadřující ochotu tělesa vyzařovat tepelné záření.
5. Vyzařování záření.
6. Jednotka teploty používaná v USA je stupeň … .

Opakování – řešení pro pedagogy

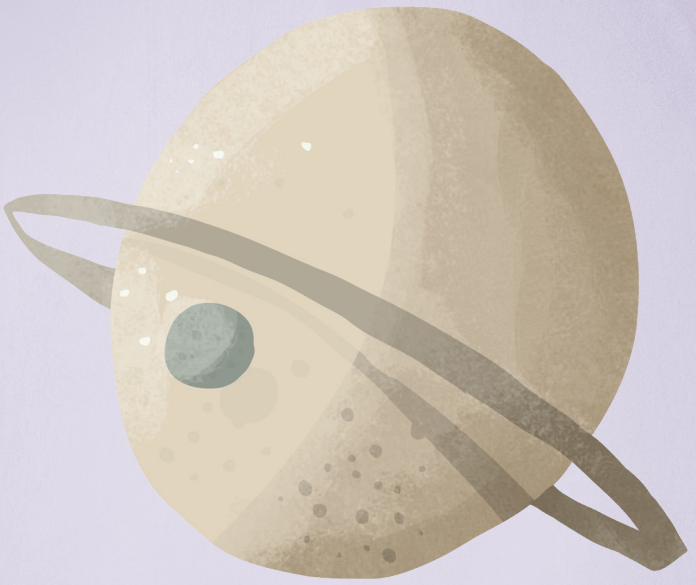
Název: Pozorování emise a absorpce tepelného záření tělesy

1.	b	e	z	d	o	t	y	k	o	v	ý
2.	a	b	s	o	r	p	c	e			
3.						C	e	l	s	i	a
4.			e	m	i	s	i	v	i	t	a
5.						e	m	i	s	e	
6.			F	a	h	r	e	n	h	e	i	t	a

1. Název teploměru, jenž měří teplotu, aniž by musel být v přímém styku s měřeným tělesem.
2. Pohlcení záření.
3. Jednotka teploty používaná v Evropě je stupeň … .
4. Veličina vyjadřující ochotu tělesa vyzařovat tepelné záření.
5. Vyzařování záření.
6. Jednotka teploty používaná v USA je stupeň … .

Pozorování emise a absorpce tepelného záření tělesy

Ing. Jitka Kopecká



www.otevrenaveda.cz

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ