

Emisní spektra různých zdrojů

Mirek Kubera

Výstup RVP: žák využívá poznatky o kvantování energie záření a mikročastic k řešení fyzikálních problémů

Klíčová slova: optický hranol, spektrum, emisní spektrum, absorpční spektrum, zdroje světla, čárové spektrum, spojité spektrum

Příprava na hodinu
nebo **Laboratorní práce**
Doba na přípravu:

10 min

Doba na provedení:

45 min nebo

90 min – spektroskop

Obtížnost:

střední

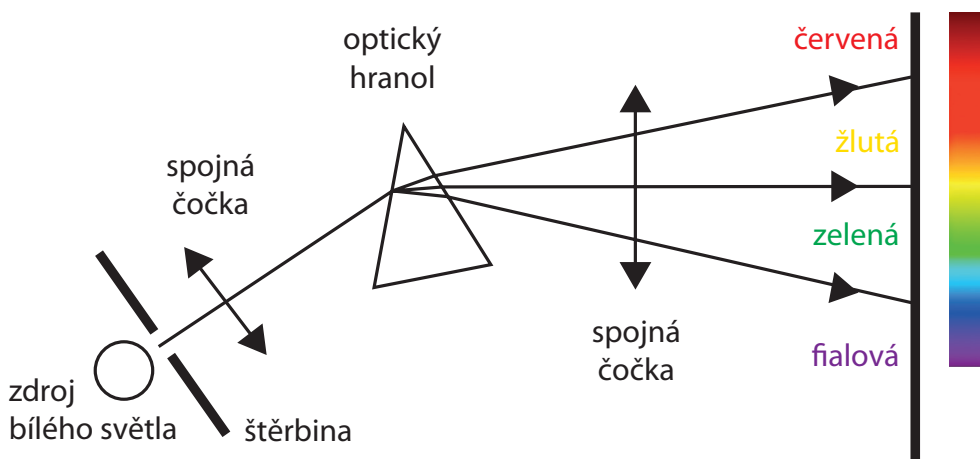
Úkol Sestavte jednoduchý spektroskop.

Za pomoci vašeho spektroskopu a spektroskopu Spectrovis Plus pozorujte spektra různých světelných zdrojů.

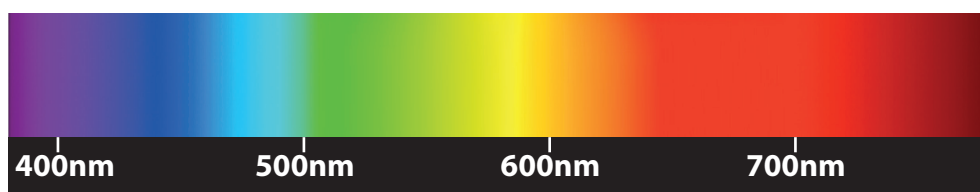
Porovnejte pozorování z obou spektroskopů a vyplňte pracovní list.

Pomůcky Návod na stavbu papírového spektroskopu + materiál ke stavbě (tvrdý tmavý papír, pravítko, nůžky, lepicí páska, lepidlo, staré CD nebo DVD), spektroskop SpectroVis Plus, stolní lampa se žárovkou, zdroj napětí 230 V s nastavitelným napětím, sodíková výbojka, zářivka, event. další zdroje světla

Teoretický úvod Emisní spektrum vzniká tak, že světlo, které vydává světelný zdroj, je rozloženo optickým hranolem (popřípadě mřížkou) a poté promítnuto na stínítko nebo přímo do oka pozorovatele nebo jako v případě přístroje SpectroVis Plus na čip CCD, který zaznamená vlnovou délku daného světla a příslušnou intenzitu. V tomto případě se již nejedná o spektroskop, ale o spektrometr. Na následujícím obrázku si můžeme prohlédnout schéma jednoduchého hranolového spektroskopu. Bílé světlo ze zdroje je soustředěno na optický hranol, který je rozloží na jednotlivé barvy a promítá na stínítko, kde již pozorujeme spektrum bílého světla.



Některé zdroje, jako například žárovka, dávají **spojité spektrum**, v němž nechybí žádná barva od fialové po červenou.



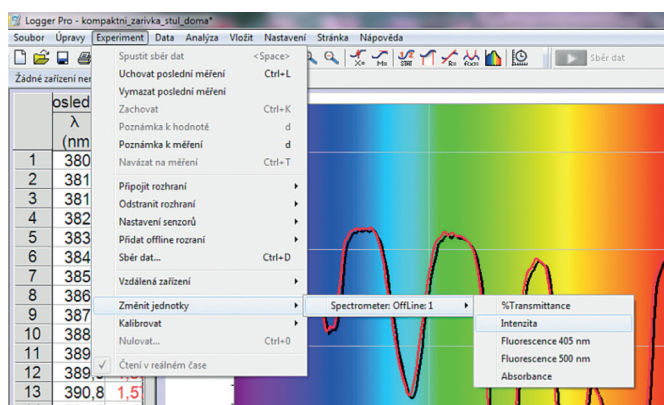
Emisní spektra různých zdrojů

Jiné zdroje naopak vysílají pouze některé vlnové délky, přestože jejich světlo je bílé. Takové spektrum, složené z barevných čar na černém pozadí, nazýváme **čárové spektrum**.

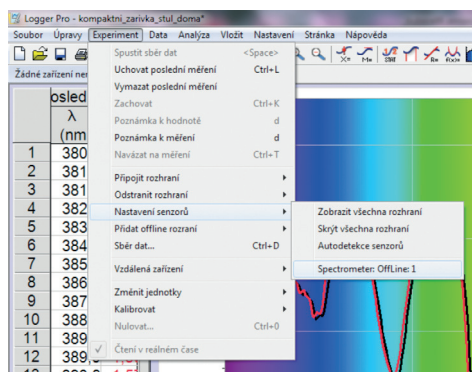


Postup Chceme-li, aby studenti sami vytvořili papírový spektroskop s mřížkou z kousku CD či DVD, musíme připravit základní materiál. Předlohu spektroskopu převzatou z brněnské hvězdárny (k dispozici na <http://stara.hvezdarna.cz/index.php3?s=11&subs=13>) vytiskněte na silnější papír tmavé barvy. Připravte pravítka, nůžky, nože či skalpely, podkladní papíry, lepicí pásky (lépe černá), stará CD nebo DVD a lepidlo na papír. Podle návodu, který je součástí předlohy, může každý student během 40 minut sestavit svůj spektroskop. Poté co studenti sestaví papírový spektroskop, provádějí měření popsaná v pracovním listu. Učitel je v měření povzbuzuje a ve vhodný okamžik proměřuje spektra světelných zdrojů s přístrojem SpectroVis Plus, které pozorují i studenti.

Příprava měření Za pomoci USB kabelu spojíme počítač se spektrometrem SpectroVis Plus. Do otvoru pro vložení kyvet umístíme konec optického vlákna (trojúhelníček na trojúhelníček). Spustíme program Logger Pro. Automaticky je nastaveno měření absorbance. Pro naše měření musíme vybrat **Experiment**→**Změnit jednotky**→**Intenzita**.



Při vlastním měření pak nejvíce využijeme další nastavení **Experiment**→**Nastavení senzorů**→**Spektrometr**.



Protože různé zdroje světla jsou různé intenzivní, musíme průběžně upravovat hodnotu **Vzorkovací čas**. Lze ji měnit od 15 do 1 000 ms. Pro velmi jasné zdroje (denní světlo, sodíková výbojka, žárovka) nastavujeme nižší hodnoty (např. 15–50 ms), v případě slabě žhnoucí žárovky nebo různých výbojových trubic pak hodnoty kolem 800–900 ms. Měření trvá déle, ale lze proměřit i velmi slabé zdroje. Intenzitu lze upravit i tím, že vzdálíme konec optického vlákna od zdroje světla.

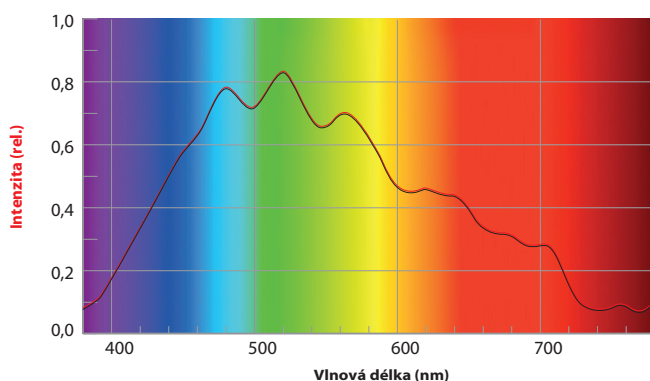


Spustíte měření tlačítkem **Sběr dat**. Jestliže se objeví naměřené spektrum, měření ukončíte a interpretujete.

Výsledky a výpočty Mezi spektrem získaným papírovým spektroskopem a spektrometrem SpectroVis Plus je velice dobrá shoda.

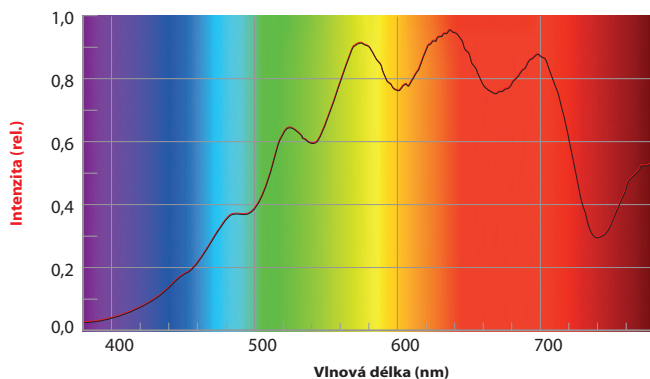
- a. Spektrum denního světla je spojité, nevykazuje žádná výrazná maxima. Nejintenzivnější světlo má vlnovou délku 522 nm, což dobře odpovídá maximu záření Slunce. Červené odstíny jsou co do intenzity poměrně slabé, což je způsobeno konstrukcí samotného spektroskopu a jeho předpokládaným použitím (absorpční spektra).

Spektrum denního světla



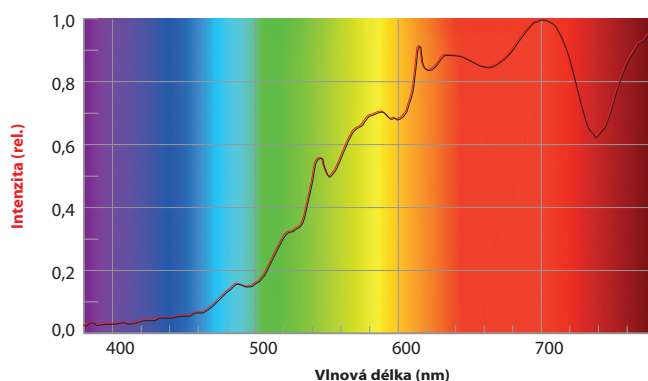
- b. Spektrum žárovky (plný svit) je spojité, obsahuje všechny barvy od fialové po červenou, byť různých intenzit.

Spektrum žárovky (plný svit)

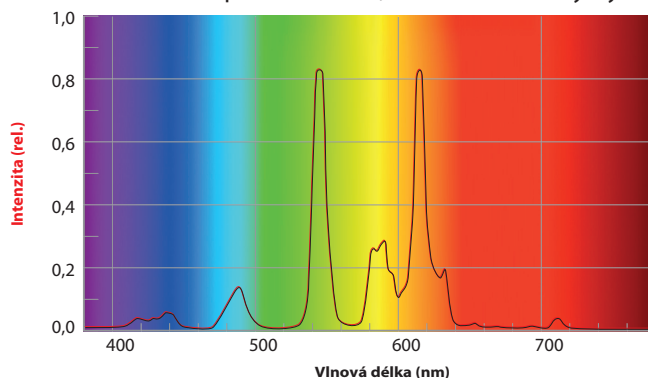


- c. Spektrum žárovky (slabě žhnoucí) je spojité. Obsahuje prakticky všechny barvy, při nižší teplotě (zde asi 1300 °C) je však chudší o odstíny fialové a modré barvy. Toto spektrum potvrzuje Wiennův posunovací zákon popisující záření absolutně černého tělesa. Čím je vyšší teplota tělesa vydávajícího světlo (nebo elektromagnetické záření), tím více se maximum křivky znázorňující intenzitu záření v závislosti na vlnové délce posunuje doleva, směrem k nižším vlnovým délkám.

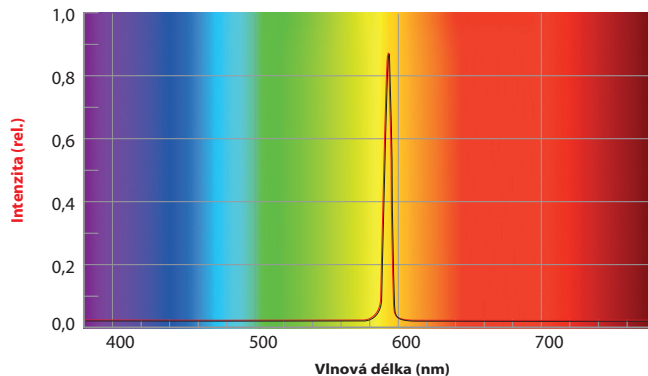
Emisní spektra různých zdrojů

**Spektrum
žárovky
(slabě
žhnoucí)**


d. Spektrum žárovky vykazuje celkem šest zřetelných spektrálních čar. Podle jejich vlnových délek můžeme určit i složení luminoforu na stěně žárovky. Nízký vrchol v oblasti žlutého světla odpovídá sodíku, vrchol v oblasti tyrkysové barvy odpovídá vodíku.

**Spektrum
žárovky**


e. Spektrum sodíkové výbojky vykazuje jedno maximum o vlnové délce 592,6 nm (porovnejme s teoretickou hodnotou 589,0 a 589,6 nm – sodíkový dublet) Jedná se o spektrum čárové. Světlo tvořené sodíkovou výbojkou je světlo monochromatické, neboť obsahuje pouze jednu barvu. Jeho odstín při pozorování okem je žlutooranžový.

**Spektrum
sodíkové
výbojky**


Poznámky Úlohu je možno realizovat jako laboratorní úlohu, v první polovině studenti sestavují papírový spektroskop, ve druhé provádějí vlastní pozorování. Druhým možným způsobem, jak úlohu využít, je demonstrační předvedení učitelem v hodině. V tomto případě postačuje pro její realizaci 45 minut.

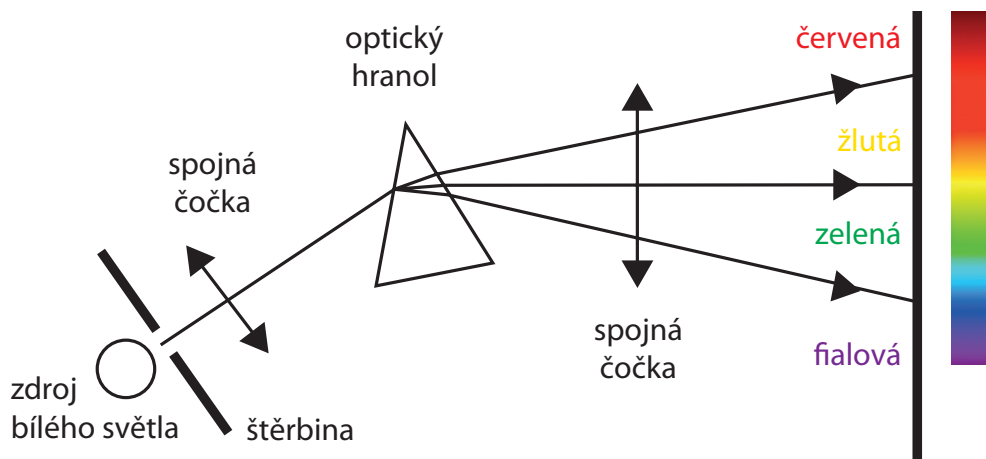
V létě, je-li jasno, spektrum modré oblohy není možno naměřit – intenzita světla je natolik vysoká, že i při nejkratším vzorkovacím času (15 ms) dojde k saturaci spektrometru. Zřejmě vlivem nedokonalosti spektrometru dostáváme ve všech spektrech nápadně nižší hodnoty intenzity pro 500 nm, 540 nm, 600 nm a 740 nm. Tento pokles detekované intenzity nemá původ ve vlastnostech zkoumaného světla. Proto lze získané výsledky považovat pouze za orientační.

Užitečné odkazy <http://www.elkovo-cepelik.cz/zarivky>
<http://www.nasli.net/cz.technologie.zarivky.php>
http://www.aldebaran.cz/applets/fy_spectral/spectral.html
http://en.wikipedia.org/wiki/Fraunhofer_lines

Emisní spektra různých zdrojů

Mirek Kubera

Studium spekter Prohlédněte si schéma hranolového spektroskopu. Pozorujte různá emisní spektra. Co je jejich příčinou a co je ovlivňuje?



Experiment 1 – sluneční světlo

Pozorujte ve svém spektroskopu sluneční světlo. Nakreslete jeho vzhled do tohoto rámečku.

červená
fialová

O jaký druh spektra se jedná?

Spojité ☐ nebo čárové ☐? Je to světlo polychromatické ☐ nebo monochromatické ☐? Zatrhněte správnou odpověď.

Experiment 2 – žárovka

Žárovka je tvořena wolframovým vláknem, které je ohříváno průchodem elektrického proudu až na teplotu 2 200 °C. Pozorujte a zakreslete spektrum tohoto světla.

červená
fialová

O jaký druh spektra se jedná?

Spojité ☐ nebo čárové ☐? Je to světlo polychromatické ☐ nebo monochromatické ☐? Zatrhněte správnou odpověď.

Jaký má spektrum vzhled, jestliže je teplota vlákna nižší (vlákno je pouze žhavé)? Je spektrum stejné? Co se stalo?

červená
fialová

Emisní spektra různých zdrojů

Horké těleso (pevné, kapalné nebo plynné) vysílá světlo, jehož spektrum je

_____.

Toto spektrum se

_____ s teplotou.

Jestliže se teplota zvyšuje, světlo je intenzivnější, spektrum je bohatší o barvy:

_____.

Experiment 3 – zářivka

Pozorujte spektrum zářivky. Nakreslete jeho vzhled. Zapište si všechny barvy.

červená

fialová

O jaký druh spektra se jedná?

Spojité ☐ nebo čárové ☐? Je to světlo polychromatické ☐ nebo monochromatické ☐?

Zatrhnete správnou odpověď.

Emisní spektra prvků jsou zvláštní. Závisí na chemickém prvku? Podívejte se na následující odkaz <http://jf.noblet.pagesperso-orange.fr/spectre2/index2.htm> nebo http://www.ostralo.net/3_animations/swf/spectres.swf a zkuste odpovědět.

Plyn za nízkého tlaku a vysoké teploty vytváří světlo, jehož spektrum je charakterizováno

_____.

Dostáváme

_____ čárové emisní spektrum.

Experiment 4 – sodíková výbojka

Pozorujte spektrum sodíkové výbojky. Nakreslete jeho vzhled. Zapište si všechny barvy.

červená

fialová

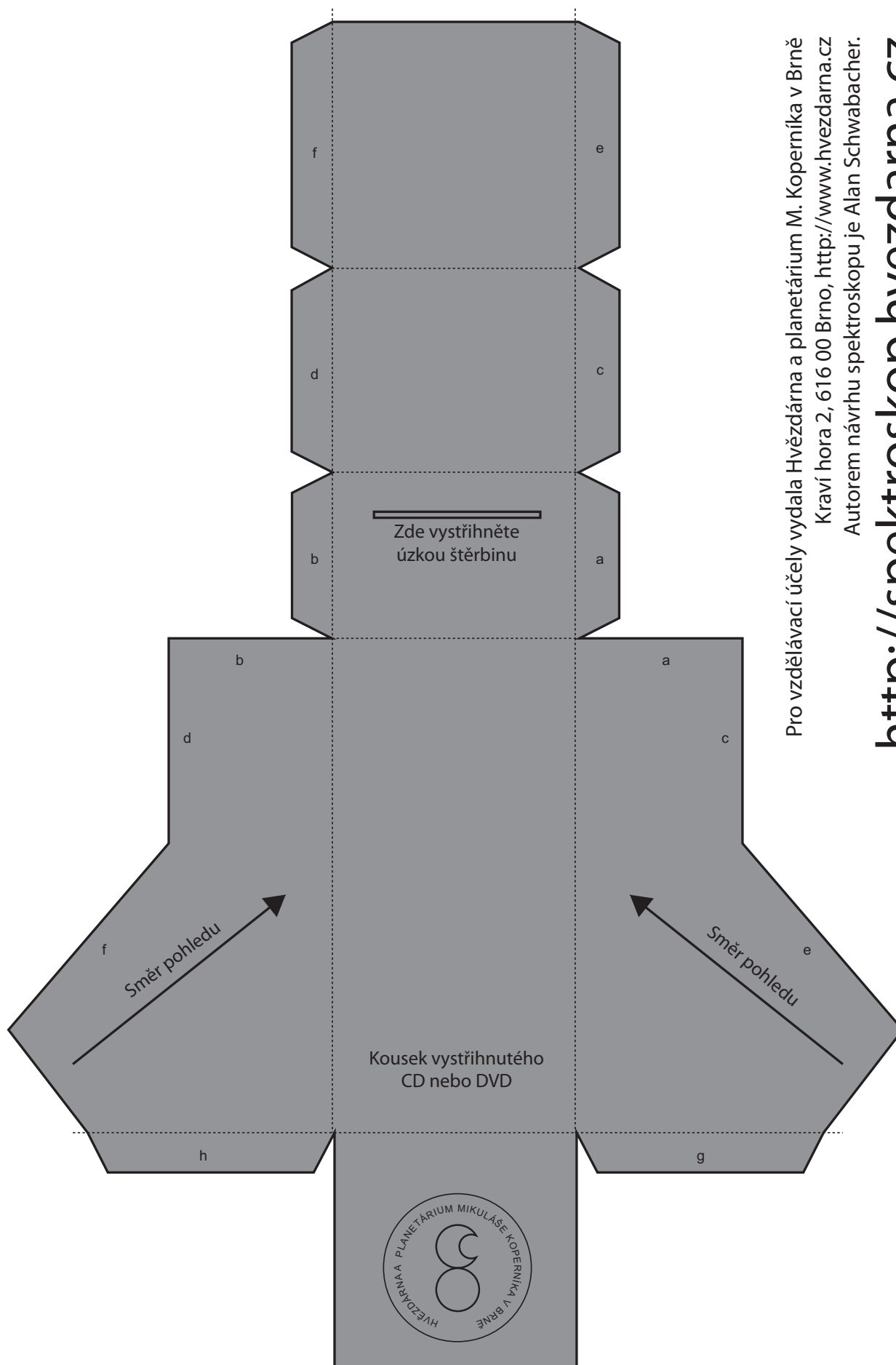
O jaký druh spektra se jedná?

Spojité ☐ nebo čárové ☐? Je to světlo polychromatické ☐ nebo monochromatické ☐?

Zatrhnete správnou odpověď.

Jaká je barva tohoto světla?

Příloha: Předloha ke stavbě spektroskopu



Pro vzdělávací účely vydala Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně
Kraví hora 2, 616 00 Brno, <http://www.hvezdarna.cz>
Autorem návrhu spektroskopu je Alan Schwabacher.

<http://spektroskop.hvezdarna.cz>