



Mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“ I.

Václav Kohout¹, Nakladatelství Fraus, s. r. o., Plzeň

V minulých číslech časopisu školská fyzika jste měli možnost si přečíst třídílnou sérii článků Historie a základy elementární teorie barev. Na tuto sérii navazují další tři díly popisující mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“, které na základě přehledu nauky o barvách vzniklo. Problematika barev je na rozhraní fyziky, informatiky a výpočetní techniky, přírodopisu, výtvarné výchovy a případně i dalších vyučovacích předmětů, proto je těžké ji zařadit do některého ze standardních vyučovacích předmětů. Jako nejlepší volba se ukazuje mezi předmětové výukové téma s prezentací v podobě samostatného tematického dne.

Základní podoba výukového tématu a její alternativy

Předkládané mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“ vzniklo primárně v podobě **multimediální výukové lekce** určené pro prezentaci prostřednictvím **interaktivní dotykové tabule**. Jedním z hlavních důvodů vzniku této lekce je právě demonstrace možností moderního výukového prostředku, zmíněné interaktivní tabule. Dalším důvodem vzniku tématu Barvy je autorův dlouholetý zájem o problematiku kolorimetrie a barev obecně. Téma bylo zpracováno jako součást disertační práce zabývající se obecně problematikou výuky s pomocí interaktivních tabulí v České republice a je možné ho volně používat ve výuce fyziky či informatiky a výpočetní techniky, případně je možné téma zařadit do výuky samostatně.

Výuková lekce byla zpracována pomocí autorského nástroje **Flexibook Composer** z dílny Nakladatelství Fraus. Pomocí stejné aplikace Flexibook Composer vznikají všechny interaktivní učebnice tohoto nakladatelství. Základním principem je zinteraktivnění podkladového PDF vyznačením oblastí inteligentního zoomu, doplněním případných přechodů mezi stranami dokumentů a jednotlivými dokumenty a přidáním rozšiřujících interaktivních vlastností, kterými mohou být libovolné obrazové, textové či multimediální soubory, webové odkazy, komentáře apod.

Lekce v podobě klasické interaktivní učebnice byla následně transformována do podoby prezentace pro **MS PowerPoint** a do podoby série statických **PDF dokumentů** opatřených sadou samostatných multimediálních souborů. V tomto článku však bude prezentována pouze základní výchozí podoba multimediální lekce vytvořená pomocí nástroje Flexibook Composer. Z hlediska výukového obsahu jsou všechny zmíněné podoby lekce dle možností identické.

Zařazení tématu do výuky

Mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“ může být do výuky zařazeno v principu dvojitým způsobem. Buď je možné vkládat dílčí informace obsažené v připravené multimediální lekci postupně **v průběhu běžných hodin fyziky a informatiky a výpočetní techniky** (na závěr se samostatnou prací v hodině výtvarné výchovy), nebo je možné připravit **ucelený tematický či projektový den** věnovaný problematice barev. Množství informací obsažených v předkládaném materiálu odpovídá zhruba tomuto jednomu tematickému dni. Větší množství poznatků by žáci nezvládli během jednoho dne smysluplně akceptovat.

Výukové téma „Barvy kolem nás“ je optimální zařadit do výuky **ve druhém pololetí 7. ročníku základní školy**. Při tomto doporučení vycházíme z běžného řazení učiva fyziky a informatiky a výpočetní techniky na základních školách. Toto řazení sice není podle RVP povinné, ale většina škol je stále víceméně dodržuje. Ve druhém pololetí 7. ročníku se ve fyzice probírá tematický celek Optika, do kterého logicky problematika barev nejúžeji spadá, a v informatice a výpočetní technice bývají v 7. ročníku probírány grafické aplikace, základy HTML kódu apod., což jsou věci, se kterými pojem barvy rovněž těsně souvisí. V tomto případě pak bohužel již není návaznost na výuku tématu Smyslové orgány člověka a Zrak v rámci přírodopisu. Biologie člověka bývá náplní přírodopisu až v 8. ročníku. Domníváme se však, že vazba na výuku přírodopisu není tak úzká, jako v případě fyziky a informatiky a výpočetní techniky, a proto preferujeme zařazení do 7. ročníku, viz výše.

¹ kohout@fraus.cz

Výukové téma „Barvy kolem nás“ bylo s úspěchem ověřeno ve výuce právě v 7. ročníku Základní školy L. Kuby v Českých Budějovicích ve spolupráci s vyučujícím PhDr. Václavem Meškanem, Ph.D. Jeho žáci ho absolvovali v podobě samostatného tematického dne věnovaného barvám. Vlastní lekce, která bude postupně představena v tomto a dalších pokračováních série článků, byla pro potřeby uceleného tematického dne doplněna o další pomocné materiály, jako letáčky, plakáty, kvíz pro průběžnou soutěž apod. Tematický den byl dále doplněn o samostatnou práci žáků při zpracování jejich vlastní prezentace na téma barvy. Podrobný průběh ověření v praxi i představení zmíněných doprovodných materiálů bude náplní jednoho z dalších pokračování této série článků o barvách a mezipředmětovém výukovém tématu „Barvy kolem nás“. V tuto chvíli jen uvádíme pro ilustraci dvě reportážní fotografie z průběhu pilotní výuky.



Obr. 1 – prezentace barev modelu CMYK



Obr. 2 – samostatná práce žáků z výtvarné výchovy

Obsah mezipředmětového výukového tématu

Celá multimediální výuková lekce „Barvy kolem nás“ se skládá ze šesti následujících kapitol:

- **Barva světla a rozklad světla hranolem**
- **Barva předmětů, co je to barva?**
- RGB znamená red – green – blue
- Jsou i jiná čísla než jen RGB, třeba CMYK
- Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK
- Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

Předmětem prezentace v tomto dílu jsou první dvě označené kapitoly, tj. čtyři strany výukové lekce.

Každá z kapitol je zpracována do podoby dvoustrany multimediální interaktivní učebnice, která kombinuje text a obrázky jako každý standardní učební text s přidávanými multimediálními materiály. Tyto materiály jsou skryty pod tlačítka umístěnými v rámci stránek a jsou popsány na konci článku. Ke každé kapitole jsou navrženy i doplňující frontální i žákovské experimenty, také jejich popis je uveden na konci článku.

Celou lekci „Barvy kolem nás“ ve formátu i-učebnice Fraus je možno si stáhnout z webu Školské fyziky zde: http://sf.zcu.cz/data/2013/sf2013_03_5_FlexiBook_Barvy-kolem-nas.zip. Pro zmenšení velikosti lekce a usnadnění stažení byla vnořená videa umístěna na server YouTube. Pro otevření lekce je potřebný FlexiBook Reader, jehož instalace je ke stažení zde: http://files.flexilearn.cz/SW_Flexi_Book_Reader_2_4.exe. Pro spuštění lekce použijte ve vstupním dialogovém okně aplikace volbu „Přihlásit se k multilicenci“.

SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Barva světla a rozklad světla hranolem

Při divadelních vystoupeních a různých estrádních akcích je možno si všimnout, že jeviště je osvětlováno svítidly, která vydávají světlo různé barvy. Můžeme spočítat, kolik různých barev na světě existuje, kolik jich zaznamená lidské oko? Kde se vlastně berou různé barvy, když obyčejné světlo je bílé? A co je to duha?

Anglický matematik a fyzik **Isaac Newton** (1643–1727) pozoroval v 17. století, jak z bílého slunečního světla vznikají po průchodu skleněným hranolem světla různých barev podobná duze na obloze. Ten jev podrobně zkoumal a popsal. Původně bílé světlo se rozloží do barevného pásu, ve kterém je zastoupeno velké množství barev.



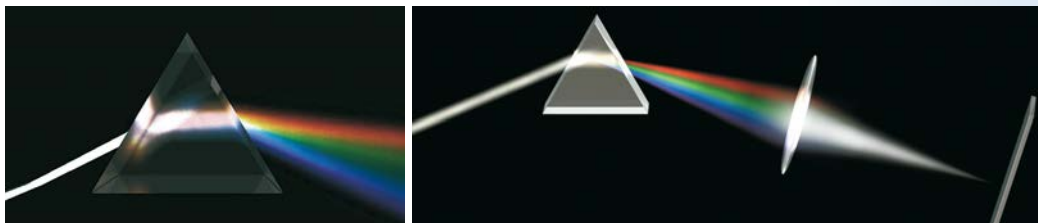
Isaac Newton

Vznik barevného spektra



Bílé světlo je složeno z **jednoduchých**, tzv. **spektrálních barev**. Ty však není lidské oko schopno v bílém světle přímo rozeznat. K rozložení bílého světla na jednoduché spektrální barvy můžeme využít například lomu světla. Když na skleněný hranol dopadne úzký paprsek bílého světla, dojde na obou rozhraních vzduchu a skla k lomu světla. Úhel lomu závisí na rychlosti světla ve skle a světla různých barev se ve skle šíří různou rychlostí. Nejvíce se lomí světlo fialové, nejméně světlo červené.

Po průchodu svazku bílého světla hranolem ho necháme dopadat na stínítko a na něm vznikne pruh mnoha barev – spektrum, které přecházejí jedna v druhou. Newton pojmenoval sedm základních barev – **fialová**, **indigová** (modro-fialová), **modrá**, **zelená**, **žlutá**, **oranžová**, **červená**. Je třeba si uvědomit, že mezi těmito sedmi barvami je nekonečně mnoho dalších barevných odstínů. Pokud barvy spektra složíme spojnou čočkou, dostaneme opět bílé světlo.



rozklad bílého světla lomem při průchodu skleněným hranolem

složení barevných světél pomocí spojné čočky; vzniká zase bílé světlo.

Duha

V přírodě se bílé sluneční světlo může rozkládat na jednoduché barvy při průchodu kapkami vody. Opět se jedná o rozklad světla lomem. V takovém případě vzniká jeden z nejhezčích a nejvýraznějších atmosférických optických jevů – **duha**.

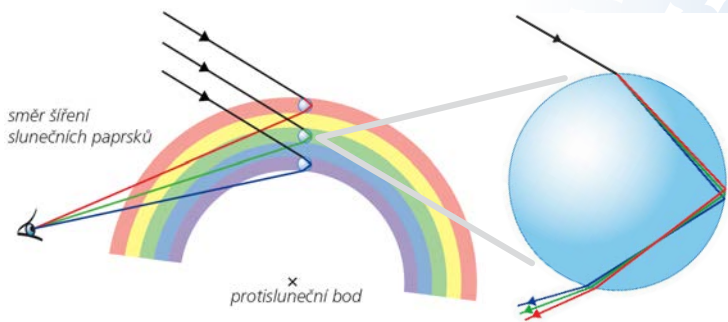


Při průchodu světla broušeným drázkou dochází k lomu a rozkladu světla.

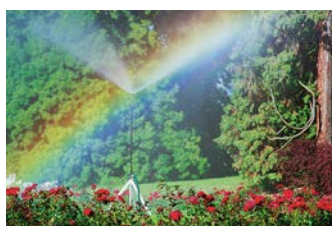
Také při odrazu světla na disku CD dochází k rozkladu světla. Nejedná se ale o rozklad lomem.

SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Duhu můžeme pozorovat, pokud svítí slunce a zároveň prší. Střed oblouku duhy leží přímo proti Slunci. Je-li Slunce nízko na obloze, zasahuje proto oblouk duhy výše. Nejvýraznější hlavní duha má vnitřní okraj fialový a vnější červený. Kromě hlavní duhy můžeme někdy pozorovat i duhu vedlejší, vzniklou dvojnásobným odrazem v kapce vody. Ta je méně zřetelná, nachází se vně duhy hlavní a má obrácené pořadí barev.



Duhu můžeme vidět nejen při dešti, ale také jindy, pokud jsou ve vzduchu rozptýleny kapky vody, např. ve vodní tříšti nad vodopádem, peřejemi nebo i při zalévání zahradní hadicí.

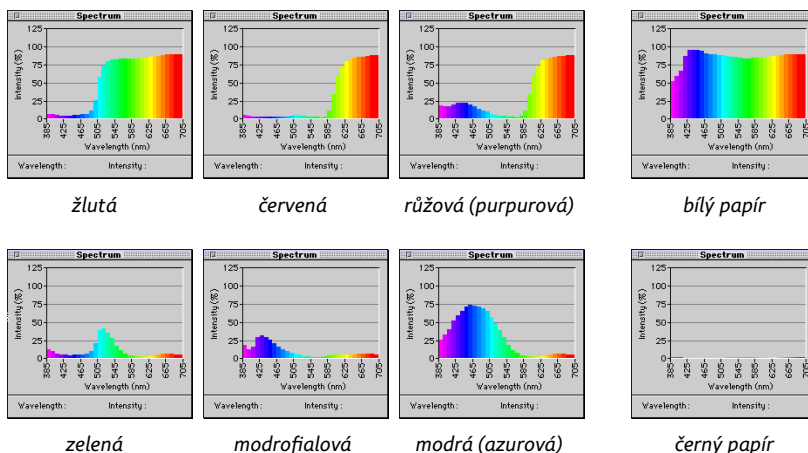


duha

Jednoduché a složené barvy, spektrofotometr

V přírodě existuje daleko více barev, než jen jednoduché, které můžeme pozorovat v barevném spektru. Nenajdeme v něm například hnědou, šedou, růžovou, khaki (zelenohnědou) barvu a spoustu dalších. Tyto barvy nazýváme složené a vznikají stejně jako bílé světlo skládáním jednoduchých barev. Pouze je skládáme v různých poměrech nebo neskládáme všechny barvy.

Ke zjištění, z jakých jednoduchých barev jsou barvy složené, používáme přístroje **spektrofotometry**. Na následujících obrázcích se můžete podívat, jak některé složené barvy vznikají.



spektrofotometry



Sestrojte si jednoduchý spektroskop – návod [zde](#):



SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Barva předmětů, co je to barva?

Na jevišti vystupují artisté v červených kostýmech. Najednou je osvětlí ostře zelené světlo a kostýmy zčernají. Jako barvu má jejich oblečení – červenou nebo černou? A jak vidí jejich oblečení barvoslepý člověk, který nedokáže červenou od zelené rozlišit?



Barevné světlo

Neprůhledné předměty světlo odrážejí, průhledné předměty světlo propouštějí. I průhledné předměty mohou některé barvy pohlcovat. Proč se nám jeví červené sklíčko jako červené? Z dopadajícího bílého světla pohltí zelené barvy a propustí jen ty ostatní, které dohromady dávají načervenalý tón barvy. Průhledným předmětům, které pohlcují některé barvy procházejícího světla, a tím mění jeho barvu, říkáme **barevné filtry**. Používají se třeba v divadelních světlidlech, abychom získali zdroj barevného světla.



barevné divadelní a fotografické filtry

Existují také speciální světelné zdroje, které vyzařují světlo pouze jedné spektrální barvy. Jsou to např. sodíkové výbojky, reklamní „neonové“ trubice nebo lasery.



spektrum sodíkové výbojky



spektrum zeleného laseru



sodíková výbojka



zelený laser



Srovnajte spektrum bílého světla, světla odraženého od žlutého papíru a světla sodíkové výbojky.

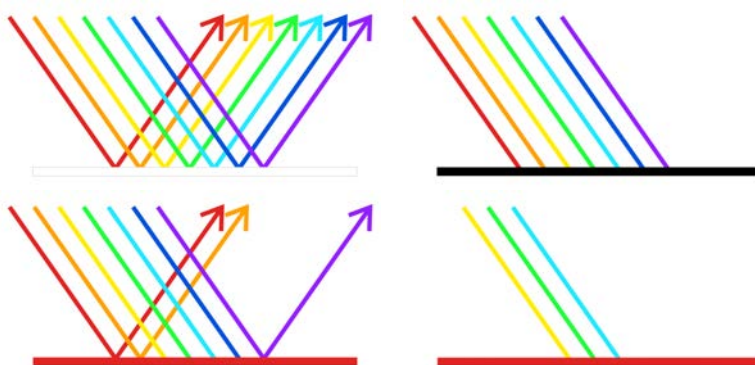


SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Barva povrchu při osvětlení barevným světlem

V běžném životě jsme zvyklí, že předměty jsou osvětlené bílým denním světlem nebo světlem žárovek či zářivek, jejichž barva se od bílé příliš neliší. Barva předmětů závisí na jejich schopnosti pohlcovat některé barvy a jiné barvy odrážet. Když se podíváme na graf znázorňující, jaké spektrální barvy obsahuje nějaká složená červená barva, zjistíme, že to mohou být téměř všechny barvy spektra s výjimkou zelených odstínů.

Pokud bude povrch předmětu pohlcovat žlutozelené, zelené a modro-zelené barvy a ostatní bude odrážet, bude se nám jevit jako červený. Ale pouze při osvětlení bílým světlem! Co se stane, když stejný povrch osvítíme zeleným světlem? Řekli jsme, že zelené barvy se pohltnou. Jiné barvy v dopadajícím světle nejsou, od povrchu předmětu se nic neodrazí a předmět se nám jeví tmavý, černý.



Zkuste přijít na to, jaké barvy musí pohlcovat povrch předmětu, který se nám v bílém světle jeví modrý. Jakým světlem ho musím osvítit, aby vypadal černý?

Nakreslete pro tento případ podobné obrázky, jako jsou výše pro červený předmět nasvícený postupně bílým a zeleným světlem. Řešení je skryté pod tlačítky vpravo.

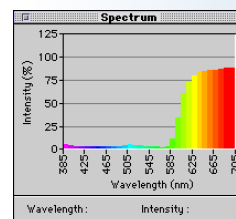
Vnímání barev, barvoslepost

V úvodu jsme se zmínili o barvoslepém člověku. Je těžké se vžít do jeho role, ale víme, že červenou a zelenou nerozliší. Nemůžeme chtít, aby je takto pojmenoval. Vidíme, že s barvou předmětů je to složité. Abychom předmět viděli červený, musí mít povrch určitých vlastností (pohlcuje zelené barvy), musí na něj dopadat správné světlo (nejlépe bílé, ale určitě ne zelené) a ještě k tomu musíme mít zdravé oči, které barvy vidí.

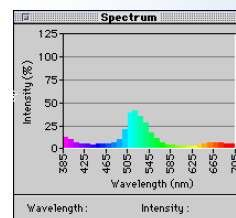
Jak to může dopadnout, když má člověk barevné brýle...



Barva je vjem, který závisí na předmětu, na osvětlení a na vlastnostech pozorovatele.



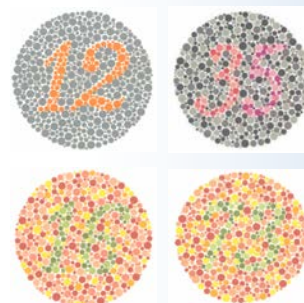
červená



zelená



Barvoslepost, v lehkém případě porucha barvocitu, se dá zjistit pomocí čtení jednoduchých testovacích obrázků.



obrazce pro testy barvocitu



Přehled rozšiřujících materiálů

Jednotlivé **multimediální** a další **materiály** jsou zde uváděny v pořadí, v jakém se vyskytují na stránkách lekce ve směru shora dolů, případně zleva doprava. Materiály jsou uvozeny **ikonou v podobě tlačítka** charakterizujícího typ materiálu. Připravená výuková lekce obsahuje čtyři základní druhy rozšiřujících materiálů, jejichž grafické znázornění následuje. (Samotný Flexibook Composer podporuje více různých druhů vnořených zdrojů, z nichž další nejsou v lekci použity.)



obrázek – fotografie, ilustrace, graf, náčrtek, schéma, ...



obecný dokument – textový soubor v různých formátech, tabulka, PDF, ...



videosekvence



aktivní odkaz na online webovou stránku

Barva světla a rozklad světla hranolem

Rozšiřující materiály, 1. strana

webový odkaz: Isaac Newton – http://cs.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton webový odkaz: Po Isaacu Newtonovi je pojmenována fyzikální jednotka síly 1 Newton. – <http://cs.wikipedia.org/wiki/Newton> mezipředmětový odkaz: definice síly, NF Fyzika 7, str. 36 textová poznámka: Výslovnost: Isaac Newton [Ajsek Njůtn] textová poznámka: Ještě před Isaacem Newtonem zkoumá stejnou problematiku v Čechách Jan Marek Marci. obrázek skrytý: Při průchodu světla broušeným drahokamem dochází také k lomu a rozkladu světla. obrázek skrytý: Také při odrazu světla na disku CD dochází k rozkladu světla. Nejedná se ale o rozklad lomem. obrázek skrytý: duha na obloze, několik dalších variant/ukázek obrázek skrytý: duha na obloze, několik dalších variant/ukázek

Rozšiřující materiály, 2. strana

textová poznámka: Všimněte si, že bílý papír neodráží všechny jednoduché barvy spektra stejně. Více odráží modré barvy, méně žluté. Dokázali byste vysvětlit, proč tomu tak je, a případně, čím je to způsobené? obrázek skrytý: spektrofotometr, další typy webový odkaz: výrobce spektrofotometrů – <http://www.xrite.cz> textová poznámka: Všimněte si, že i černý papír odráží část světla zpět. Odráží je sice v malém množství, ale přece. Ve fyzice se často používá pojem „absolutně černé těleso“. To je těleso, které neodráží vůbec žádné dopadající světlo. Takové těleso je ale jen fyzikálním zjednodušením, ve skutečnosti neexistuje. dokument: PDF návod na výrobu spektroskopu ze „střípku“ CD dokument: rozdíl mezi spektrofotometrem a spektroskopem

Doporučené experimenty

- experiment frontální – **Rozklad světla**; pomůcky: optická lavice, hranol, zdroj světla – komplet sada;
- experiment žákovský – **Pozorování spektra**; pomůcky: spektroskop ze „střípku“ CD dle návodu, alespoň 5–6 exemplářů; možné zdroje světla – výbojka, zářivka(!), laserové ukazovátko – červený nebo zelený monochromatický zdroj světla

Barva předmětů, co je to barva?

Rozšiřující materiály, 1. strana

☞ textová poznámka: Výslovnost: lasery [lejzry] ☞ obrázek skrytý: spektrum bílého světla ☞ obrázek skrytý: spektrum běžného žlutého světla ☞ obrázek skrytý: spektrum sodíkové výbojky

Rozšiřující materiály, 2. strana

☞ obrázek skrytý: nákres dopadajícího a odraženého světla, vše pouze schematicky: bílé světlo + modrý povrch
 ☞ obrázek skrytý: nákres dopadajícího a odraženého světla, vše pouze schematicky: žluté světlo + modrý povrch
 ☞ video: Jak to taky může dopadnout, když má člověk špatné brýle... motivační záběry z pozorování barevných papírů barevnými brýlemi ☞ webový odkaz: stránky s testy pro zkoušku barvocitu a ověřování optických vad lidského oka <http://www.zeleny-zakal.cz/test-zraku>

Doporučené experimenty

- experiment žákovský – **Pozorování barev různobarevnými filtry**; pomůcky: barevné filtry pro aditivní a subtraktivní míchání světla; barevné brýle a barevné samolepky použité v motivačním videu s barevnými brýlemi;
- experiment žákovský – **Testování barvocitu**; pomůcky: předlohy pro zkoumání barvocitu;
- experiment žákovský – **Pozorování barev při různobarevném osvětlení**; pomůcky: různé barevné papíry a různé barevné zdroje světla.

Další pokračování

Mezipředmětové výukové téma pokračuje dalšími kapitoly, které budou podrobně popsány v pokračováních tohoto článku. Pro elementární představu zde uvádíme miniaturu všech stran multimediální lekce.

Názvy všech šesti kapitol jsou uvedeny na druhé straně tohoto článku.

The grid consists of 12 thumbnails, each representing a chapter of a multimedia lesson. The chapters are:

- Barva světla a rozklad světla bránami**: Discusses the dispersion of white light through a prism and diffraction gratings.
- Barva předmětů, co je to barva?**: Explains how objects appear colored based on the light they reflect and absorb.
- Barva světla při odrazení barvocitní vidění**: Focuses on color blindness and how it affects the perception of reflected light.
- RGB znamená Red - Green - Blue**: Explains the additive color model used in digital displays.
- Jako i jiné filty, než jen RGB, třeba CMYK**: Discusses the subtractive color model (CMYK) used in printing.
- Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK**: Explains the differences between various color models and their applications.
- Zelenež žlutou, máj měnám modrou a žlutou...**: A more creative or specific chapter related to color perception or mixing.