

Třídní set - Optika - Model 1 - 5

Stephan Kallauch, Joerg Torkler

Téma

Vydáme se po stopách přírodních jevů a pomocí experimentů s různými funkčními modely se seznámíme se světlem a optikou.

Cíl výuky

- Vlastnosti světla: odraz, lom, šíření, skládání
- Světlo a stín
- Spektrální rozklad světla. Světlo, barvy a vidění

Všechny vzdělávací programy a rámcové vzdělávací programy doporučují propojit toto téma s mnoha dalšími vzdělávacími oblastmi tak, aby děti získaly ucelené znalosti. Existuje například propojení s technikou (získávání světla a vynálezy umělých zdrojů světla, zrcadla všeho druhu, fotografie), s výtvarnou výchovou (kreativní tvorba s barvami, získávání barev z přírody, míchání různých barev), s pohybovou výchovou (stínohry, chytání stínů), s filozofií (význam, cit a symbolika světla a barev, náš svět bez barev), s jazykovou výchovou (popisování zážitků, pojmenovávání předmětů, říkanky, písničky, příběhy a pohádky) a s historií (střídání zdrojů světla, svíčka, olejová lampa atd.) [1].

Potřebný čas

45 min

Další informace

[1] SVĚTLO, BARVA, VIDĚNÍ - DISCOVER OPTICS. 2015 Nadace "Haus der kleinen Forscher", Berlín. Vydání, https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1_Forschen/Themen-Broschueren/Broschuere-LFS_2015_akt.pdf

Optika - Model 1 - Celkový odraz

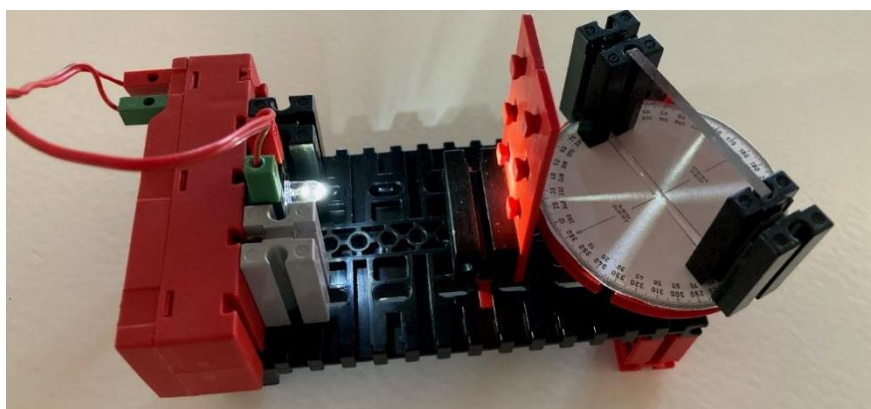
Téma

Optické zákony odrazu

Konstrukční úkol

Sestrojení úhlooměru se štěrbinovou clonou

*Použijte díly z třídního setu pro sestavení modelu "Úhloměr se štěrbinovou clonou".
Pro tento úkol použijte zrcadlo.*



Obrázek 1 - Úhloměr se štěrbinovou clonou

Tematický úkol:

Měření úhlů dopadu a odrazu

Zapněte zdroj světla a nastavte štěrbinovou clonu tak, aby světelný paprsek dopadal přesně na střed úhlové stupnice. Otočte konstrukci zrcadla tak, aby byl světelný paprsek vychýlen pod nějakým úhlem. Co pozorujete?

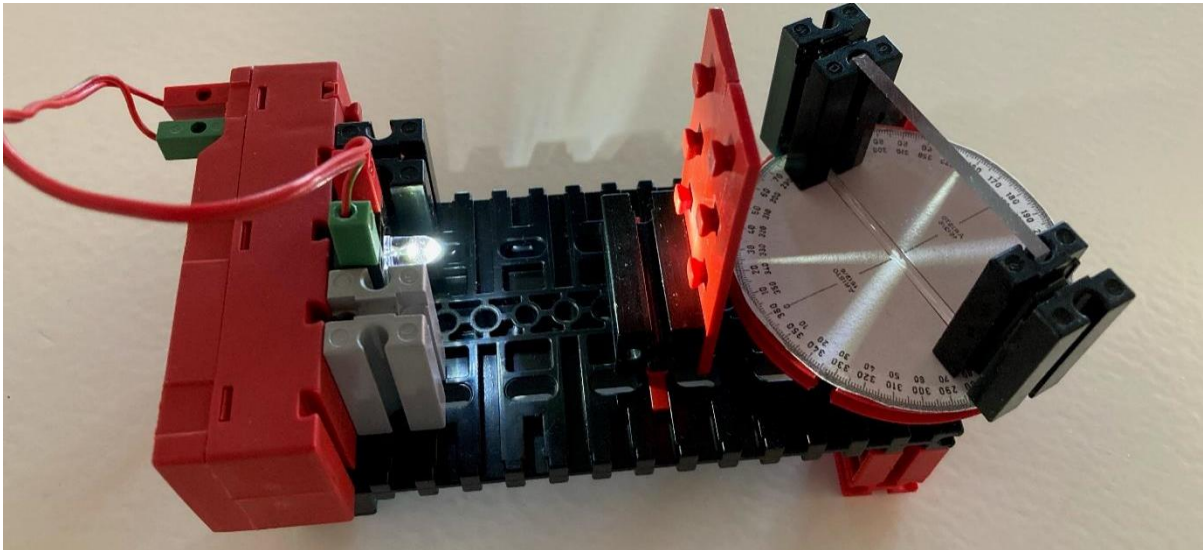
Vyzkoušejte následující úhly dopadu:

Úhel dopadu α	Úhel odrazu α'
45°	
60°	
0°	

Úhel dopadu α je úhel mezi dopadajícím světelným paprskem na kolmici k odrazné ploše - úhel odrazu α' je úhel odraženého paprsku na kolmici.

Řešení: Optika - Model 1 - Celkový odraz

Příklad řešení konstrukčního úkolu

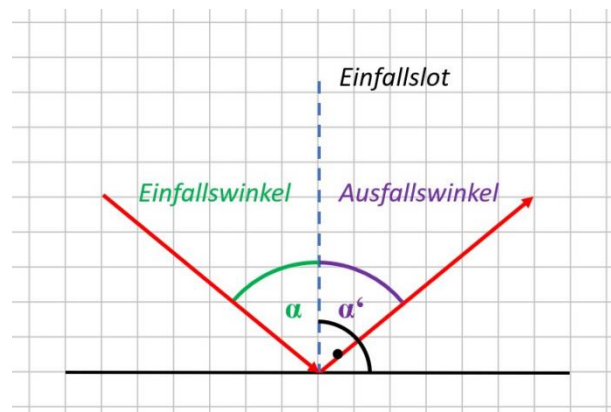


Obrázek 1 - Úhloměr se štěrbinovou clonou

Řešení: Měření úhlu: "Úhel dopadu se rovná úhlu odrazu"

Zákon odrazu říká, že velikost úhlu α ke kolmici dopadu se rovná velikosti úhlu odrazu α' ke kolmici dopadu. To je krásně vidět na tomto experimentu.

Další tvrzení tohoto zákona: Dráha světla je reverzibilní. Je-li dráha dopadajícího paprsku rovna dráze odraženého paprsku, odráží se paprsek sám do sebe.

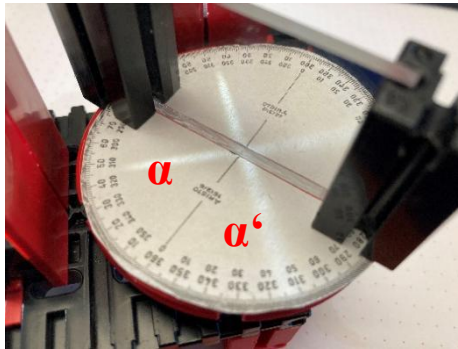


Obrázek 2 - Úplný odraz

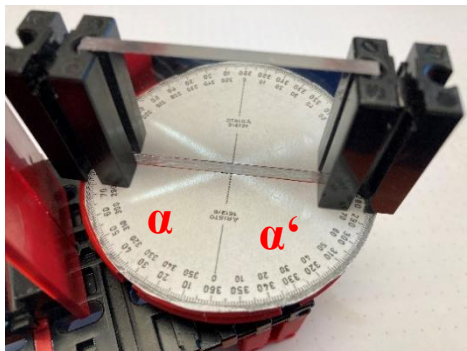
Einfallslot = kolmice dopadu Einfallswinkel = úhel dopadu Ausfallwinkel = úhel odrazu

Příklad řešení

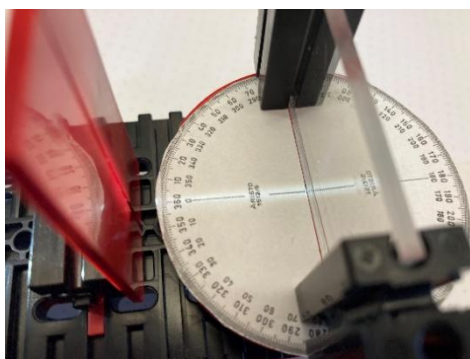
Řešení pro $\alpha = 45^\circ$, 60° a 0°



Obrázek 3 - Řešení pro $\alpha = \alpha' = 45^\circ$



Obrázek 4 - Řešení pro $\alpha = \alpha' = 60^\circ$



Obrázek 5 - Řešení pro $\alpha = \alpha' = 0^\circ$

Pro úhel α na dopadové štěrbině vidíme, že úhel dopadu na dopadovou štěrbinu je 0° , světelný paprsek se odráží sám do sebe.

Optika – Model 1 – Difúzní odraz

Téma

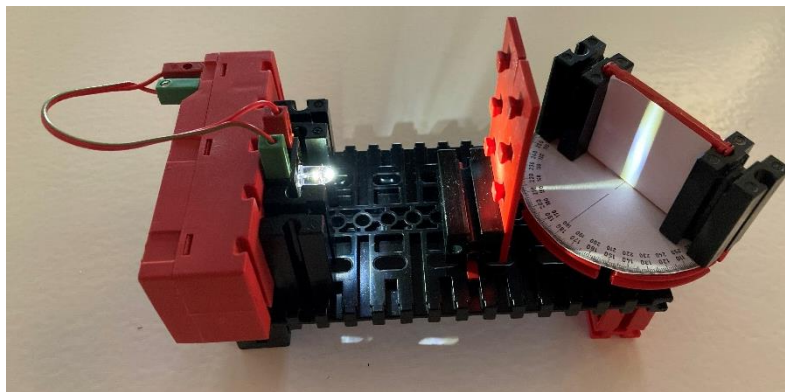
Optické zákony odrazu

Konstrukční úkol

Sestrojení úhlooměru se štěrbinovou clonou

Sestavte model "Úhloměr se štěrbinovou clonou" z dílů třídního setu pro výuku.

Před zrcadlem podržte bílý list papíru.



Tematický úkol:

Měření úhlů dopadu a odrazu

Zapněte zdroj světla a nastavte štěrbinovou clonu tak, aby světelný paprsek dopadal přesně na střed úhlové stupnice. Otočte držák zrcadla tak, aby světelný paprsek dopadal na bílou plochu pod nějakým úhlem. Co pozorujete? Jak tento jev vysvětlíte?

Řešení: Optika – Model 1 – Difúzní odraz

Příklad řešení konstrukčního úkolu

Sestrojení úhlooměru se štěrbinovou clonou

Sestavte model "Úhloměr se štěrbinovou clonou" z dílů třídního setu pro výuku.

Před zrcadlem podržte bílý list papíru.

Řešení tematického úkolu: Difuzní odraz

Pozorování:

Světelný paprsek se neodráží pod určitým úhlem, ale rovnoměrně do všech směrů. Místo, kam paprsek dopadá na promítací plátno, je jasné a jas rychle klesá s rostoucí vzdáleností od místa dopadu.

Příčina tohoto jevu spočívá ve struktuře povrchu promítacího plátna. Povrch papíru je tvořen mnoha malými odraznými plochami, které rozdělují světelný paprsek na nespočet malých paprsků neurčitého směru. Světlo se tak šíří neusměrněně a rovnoměrně do okolí, aniž by byl patrný konkrétní směr odrazu. Tento efekt se využívá v různých aplikacích: například pro antireflexní nátěry monitorů, promítacích pláten nebo fotografických tisků.

Optika: Model 2 - Lupa

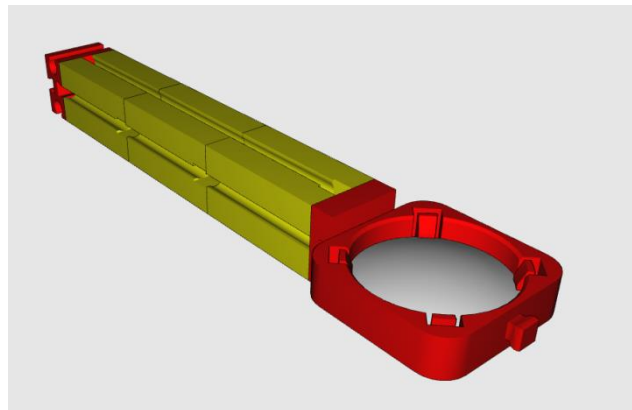
Téma

Optika - Lupa

Konstrukční úkol

Sestavení lupy

Sestavte model lupy (pokud jste již znalci stavebnice Fischertechnik, můžete ji sestavit s osvětlením)



Tematický úkol:

Podržte lupu nad pravítkem.

Pokud držíte lupu blíže ke stupnici na pravítku, rozestupy se _____ .

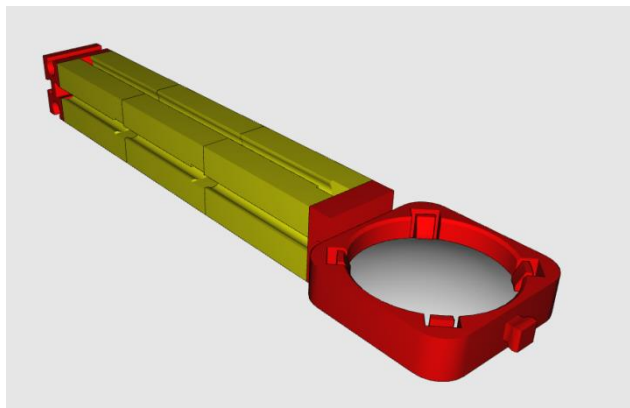
Vzdálíte-li lupu od stupnice na pravítku, rozestupy se _____ .

To znamená, že pomocí lupy můžete měnit velikost obrázku, na který se díváte. Přemýšlejte, kde všude můžete tyto vlastnosti využít. Nyní se podívejte na zajímavé povrchy ve svém okolí: např. povrch stolu, podlahu nebo povrch monitoru počítače/tabletu. Popište svá pozorování.

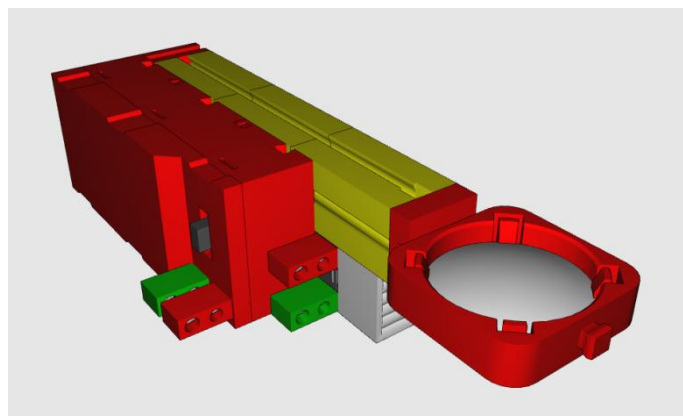
Řešení: Optika – Model 3 – Lupa

Příklad řešení konstrukčního úkolu

Sestrojení lupy:



Sestrojení lupy s osvětlením:



Řešení tematického úkolu:

Pokud podržíte lupu nad stupnicí na pravítku, můžete pozorovat, jak se obraz v lupě zvětšuje. Rozestupy mezi milimetrovými čárkami na pravítku se přes lupu jeví větší než ve skutečnosti.

Pokud držíte lupu blíže ke stupnici na pravítku, rozestupy se **zvětší**.
Vzdálíte-li lupu od stupnice na pravítku, rozestupy se **zmenší**.

To znamená, že pomocí lupy můžete měnit velikost obrázku, na který se díváte. Jak můžete těchto vlastností lupy využít? Někteří lidé nevidí dobře očima malé věci. Starší lidé často

nemohou přečíst malá písmena v knize nebo novinách. Zde může být velmi užitečná lupa, která tyto věci nebo písmena zvětší a učiní je pro tyto lidi opět čitelnými.

Vědci tento efekt využívají také v mikroskopech, aby zviditelnili drobné věci, které již pouhým okem vidět nelze.

Pokud se například podíváte lupou na dřevěnou desku, můžete vidět jednotlivá vlákna.

Na obrazovce počítače můžete vidět, že každý pixel se skládá ze tří barevných světél. Jedno světlo je červené, druhé modré a třetí zelené. Pomocí těchto tří barev lze skutečně zobrazit všechny viditelné barvy. Proto se takovým obrazovkám také říká "monitory RGB". Zkratka RGB znamená "červená-zelená-modrá". Pokud všechna tři světla, tj. červené, zelené a modré, svítí velmi jasně, výsledkem je "bílá". V závislosti na tom, jak jasně svítí jednotlivá světla, se barva mění, protože základní barvy se různě mísí.

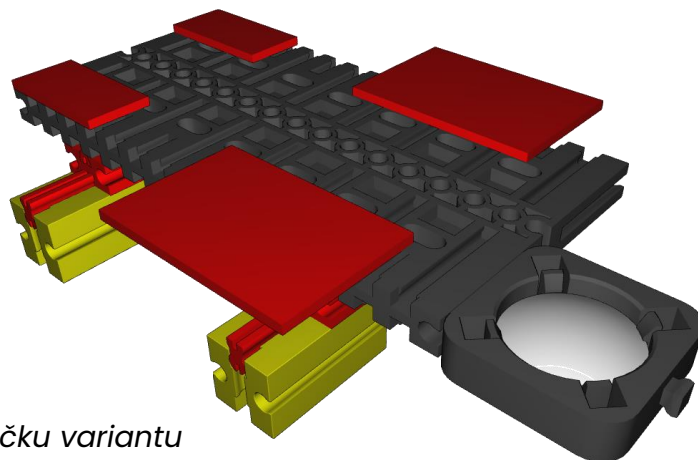
Chcete-li s těmito "světelnými barvami" sami experimentovat a vytvořit si vlastní barvy, můžete si například sestavit barevný kruh a naplnit jej různými základními barvami, a tak si sami určit směs barev. Vyzkoušejte si to!

Optika – Model 3 – Lupa k mobilu

Konstrukční úkol

Sestavení lupy k mobilu

Sestavte model lupy k mobilu.



Pokud používáte tablet: Sestavte na čočku variantu pro tablet.



Tematický úkol:

Určete, jak moc dokáže lupa k mobilu zvětšit pravítko. Za tímto účelem vyfoťte milimetrovou stupnici. Nyní změřte vzdálenost mezi dvěma milimetrovými čarami na displeji. Zvětšete obrázek na displeji. Nyní jste také zvýšili faktor zvětšení vaší lupy. Znovu změřte. Jaký je nejvyšší možný faktor zvětšení?

Své výsledky запиšte:

Normální zvětšení: _____mm

Maximální zvětšení: _____mm

Podívejte se na obrazovku počítače s maximálním zvětšením. Čeho si všimnete?

Řešení: Optika – Model 3 – Lupa k mobilu

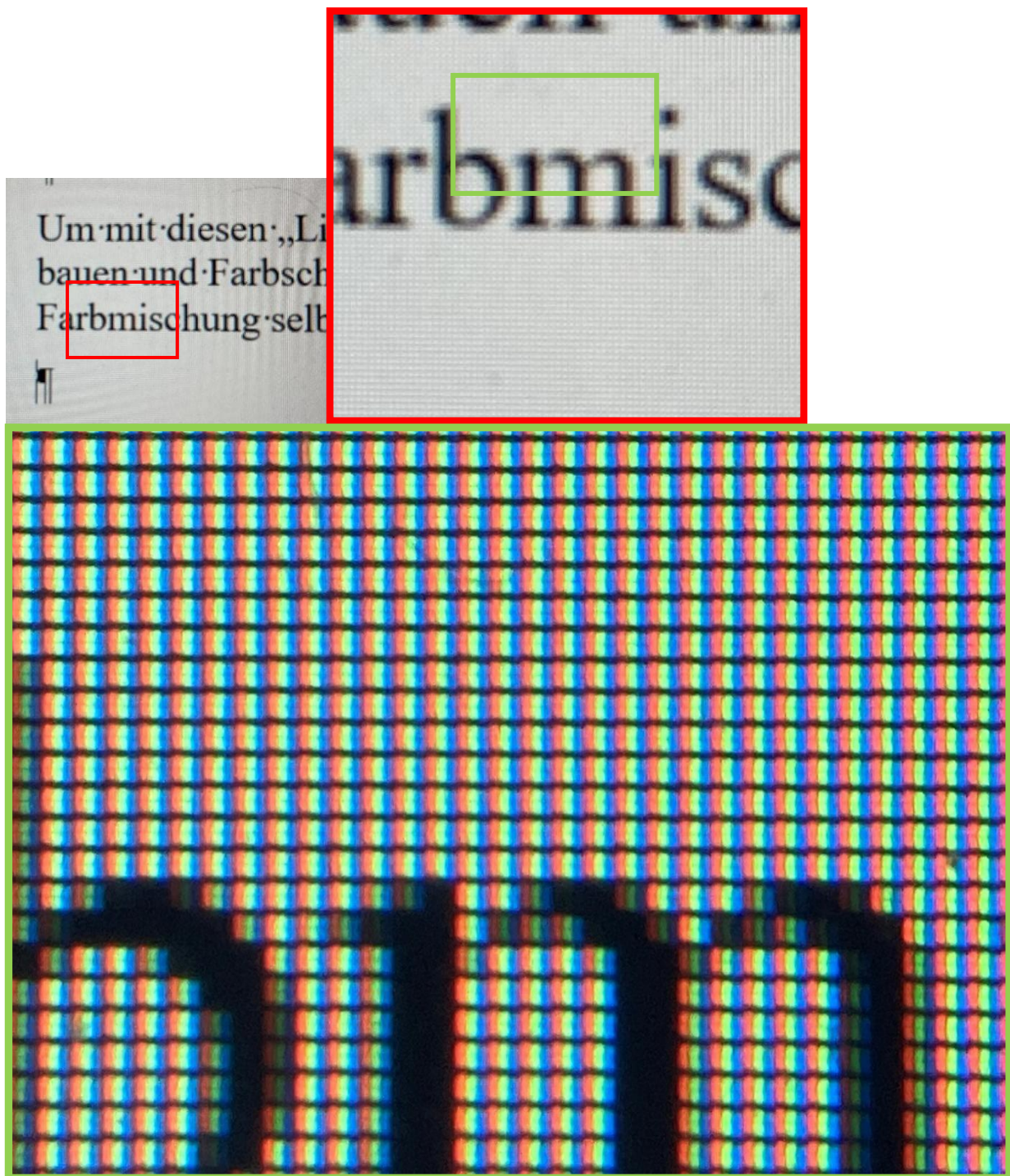
Řešení tematického úkolu:

Vzhledem k tomu, že displeje mobilních telefonů mají různé velikosti a fotoaparáty mají různé technické specifikace, různé mobilní telefony obvykle vycházejí s různými hodnotami. U neupravených fotografií na mobilu je faktor zvětšení přibližně 5, což znamená, že vzdálenost mezi milimetrovými čarami na fotografii je přibližně 5 mm.

Pokud nyní použijete zoom na mobilu, je možné dosáhnout extrémního zvětšení až cca 100x. V závislosti na možnostech fotoaparátu mobilního telefonu.

Díky tomu můžete také vidět, jak je například konstruována obrazovka počítače. Zde jsou tři různé příklady zvětšení:





Vidíte, že každý pixel se skládá ze tří barevných pruhů: červeného, zeleného a modrého. Jedná se o základní barvy světla. Když všechny tři pruhy svítí plným jasem, tvoří bílý pixel. Ty jsou na moderních obrazovkách tak malé, že je pouhým okem nevidíte - ale s lupou ano.

Optika – Model 4 – Sluneční hodiny

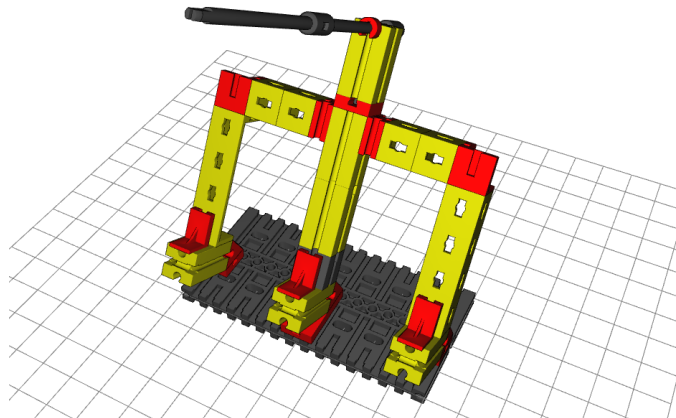
Téma

Optika – Stín

Konstrukční úkol

Konstrukce slunečních hodin

Sestavte model slunečních hodin



Tematický úkol:

Tento experiment můžete provádět několik týdnů. V půlhodinových intervalech si na ciferníku hodin zaznamenávejte polohu stínu. Označte značky čísly 1 – 3 a запиšte si čas. Dbejte na to, aby se sluneční hodiny během pokusu nepohybovaly! Můžete si například přesně označit polohu hodin, pokud váš model nezůstane po celou dobu trvání experimentu na stejném místě. Pro označení doporučujeme samolepicí lístečky, samolepky nebo proužky snímatelné lepicí pásky (pásky "Washi" nebo "Masking").

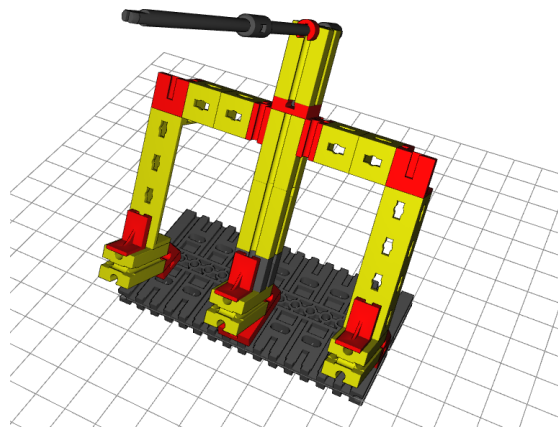
Řešení: Optika – Model 4 – Sluneční hodiny

Téma

Optika – Stín

Příklad řešení konstrukčního úkolu

Konstrukce slunečních hodin



Řešení tematického úkolu:

Sluneční hodiny jsou ve všech kulturách považovány za první přístroje pro měření času. Egypťané je k určení přesného denního času používali pravděpodobně již 5000 let před naším letopočtem. Přičemž "přesný" samozřejmě znamená něco jiného, než znáte z dnešních metod měření času. Ukázat čas téměř na minutu bylo na tehdejší dobu technicky vynikající!

Zvláštností slunečních hodin je také to, že úhel stínu na hodinách je každý den ve stejnou dobu vždy stejný. Po správném vyznačení na ciferníku ukazuje stín každý den vždy přesně stejným směrem. Stavitelé slunečních hodin proto kdysi označovali celé hodiny. Mohli tak (za předpokladu, že svítilo slunce) přesně odečíst, kolik je hodin.

Umístěte sluneční hodiny (jeden den/týden po zahájení pokusu) přesně na to stejné místo, na kterém jste pokus zahájili. Nyní se podívejte na značky na slunečních hodinách: stín by měl ukazovat na stejné značky přesně v časech, které jste si zapsali. Porovnejte časy, které jste si zapsali, s polohou stínu. Uvidíte, že se nachází na přesně stejném místě ve stejný čas. Fascinující, že?

Výhodou použití slunce jako zdroje světla je, že stín je poměrně ostrý a čas lze tedy odečíst "na minutu". Je to sice mnohem méně přesné než u moderních digitálních hodin, které mohou ukazovat i setiny sekundy, ale slunce na druhou stranu není závislé na napájení nebo mechanických poruchách. Sluneční hodiny se obvykle upevňovaly na budovy nebo skály, aby nebylo možné je "posunout" - jen tak bylo možné zaručit, že se vždy zobrazí "správný" čas. Sluneční hodiny však mají zásadní nevýhodu: fungují pouze tehdy, když svítí slunce. Proto se tento způsob měření času nedokázal prosadit a náš každodenní život dnes určují jiné přístroje na měření času.

Některé sluneční hodiny mohly dokonce zobrazovat "kalendář": V létě je stínová ručička kratší, protože slunce svírá strmější úhel, v zimě je delší, protože slunce svítí na sluneční hodiny pod menším úhlem.

Optika – Model 5 – Stín

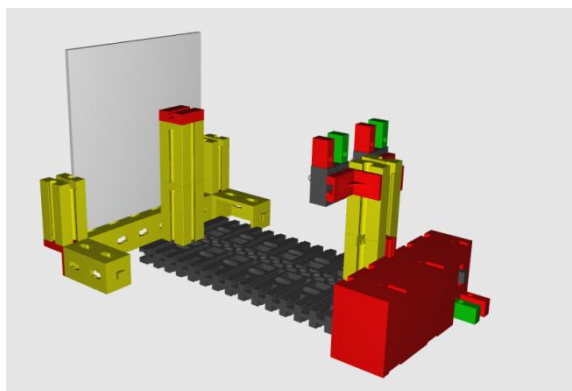
Téma

Optika – Plný stín a polostín

Konstrukční úkol

Sestrojení experimentu se stínem

Sestavte model pro stínový experiment



Tematický úkol:

Zapněte jednu LED diodu a zakreslete stín:

Nyní zapněte druhou LED diodu a zakreslete stín:

Kolik různých typů stínů vidíte? Odsuňte promítací plátno od sloupku a pozorujte, jak se mění jednotlivé plochy stínů.

Zvolte takovou vzdálenost promítacího plátna, aby vznikl zřetelný "plný stín". Zakreslete jej do náčrtu a označte jednotlivé oblasti. Kde není žádný stín? Kde je "plný stín"? A kde je "polostín"? Dokážete si vysvětlit, proč existuje polostín a plný stín?

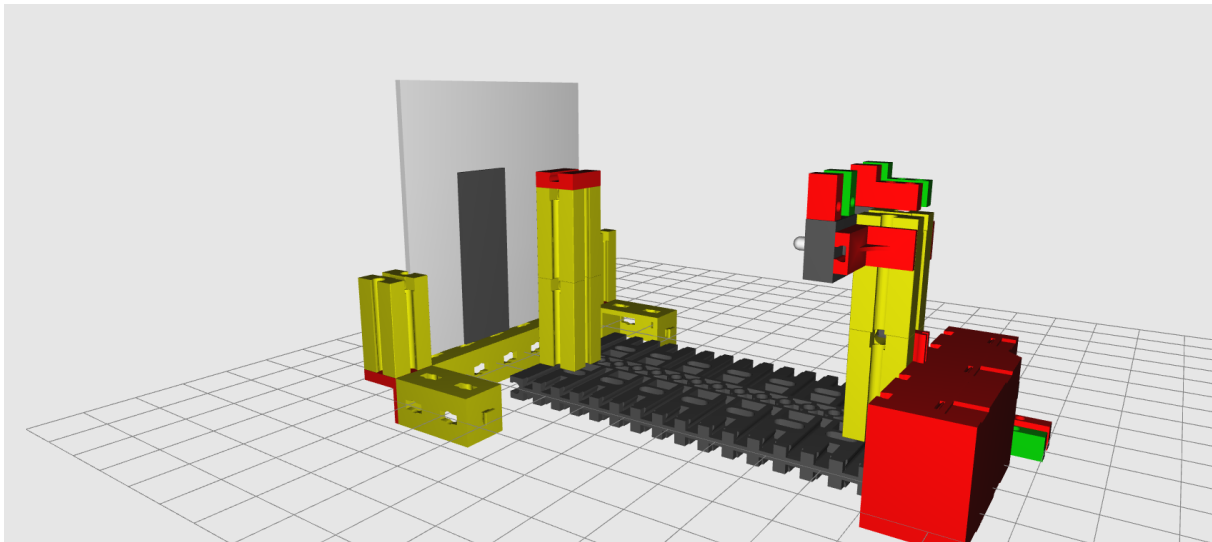
Řešení: Optika - Model 5 - Stín

Téma

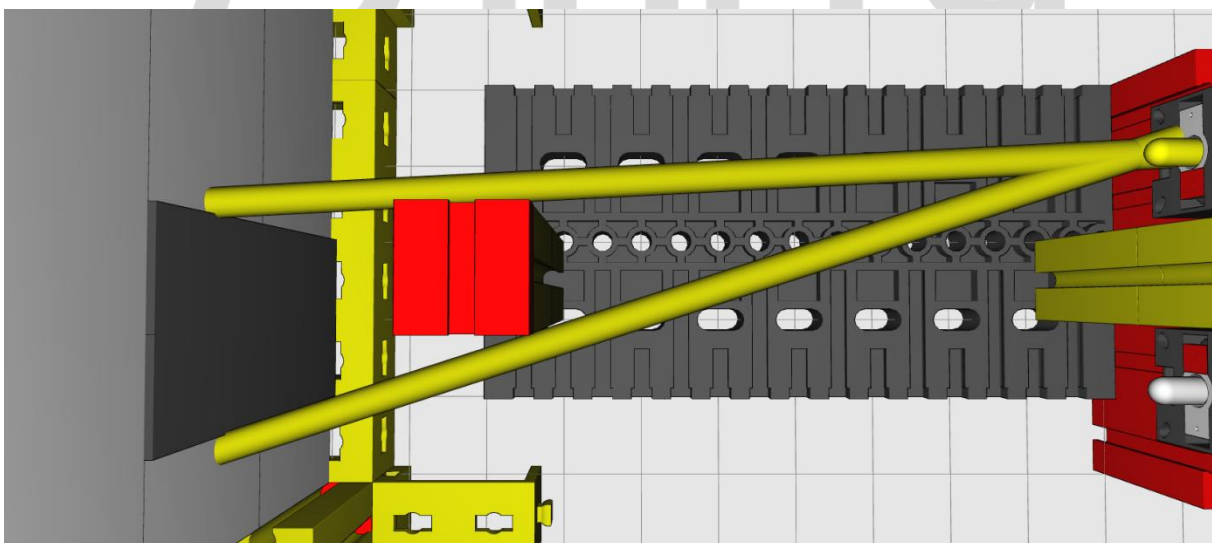
Optika – Plný stín a polostín

Řešení tematického úkolu:

Po zapnutí jedné diody LED se na projekčním plátně vytvoří zřetelný stín. Plocha tohoto stínu je o něco větší než sloupek, který stín způsobuje.

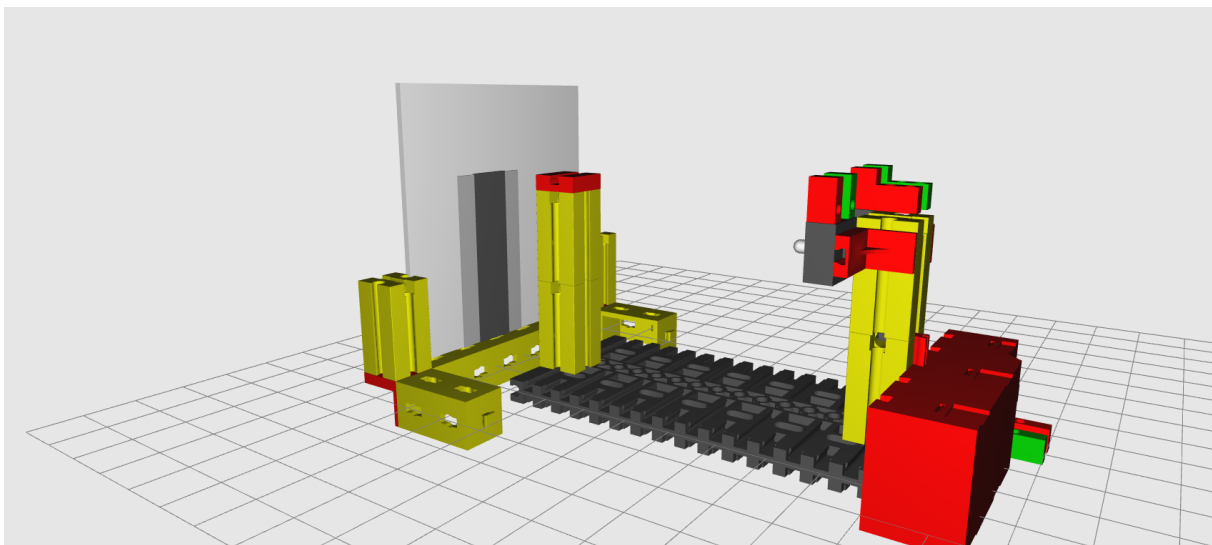


Je to proto, že zde máme "bodový" zdroj světla. Podíváme-li se na náš model shora, bude to jasnější. Pokud do obrázku zakreslíme několik světelných paprsků, uvidíme, proč se stín jeví větší než sloupek.

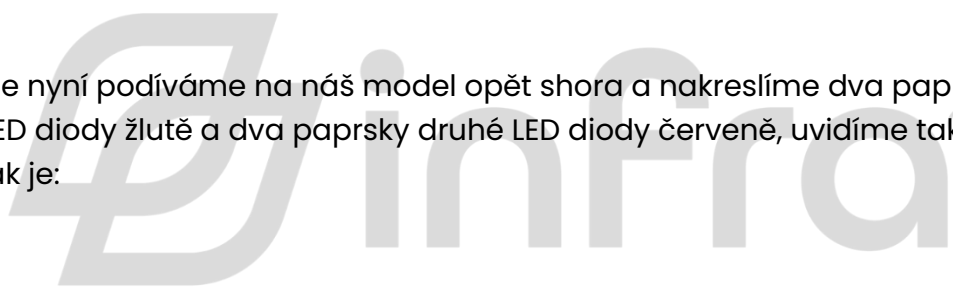


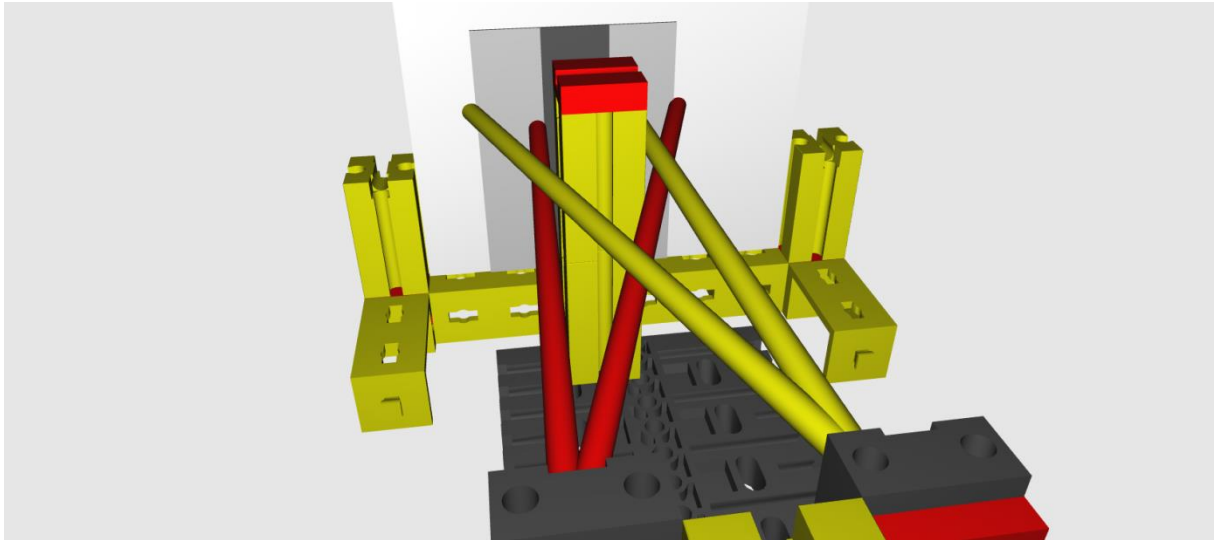
Paprsky bodového světelného zdroje se nerozkládají rovnoběžně, ale kulovitě. Proto je stín tím větší, čím je stínítko vzdálenější od sloupu. Se silnou svítilnou může být stín v noci velký jako dům. To je dobrý způsob, jak vyděsit ostatní lidi.

Když připojíte druhou LED diodu a posunete desku s LED diodami směrem ke sloupku, uvidíte nejprve dva stíny. Pak se vytvoří "plný stín", který se bude stále rozšiřovat, až bude široký jako sloupek - přesně v okamžiku, kdy se deska dotkne sloupku.



Pokud se nyní podíváme na náš model opět shora a nakreslíme dva paprsky jedné LED diody žlutě a dva paprsky druhé LED diody červeně, uvidíme také, proč tomu tak je:





Dva stíny způsobené LED diodami se překrývají. Existuje oblast, která je ve světle obou LED diod (jasná oblast). Pak je zde oblast, která je ve stínu obou LED diod: to je plný stín. Jedná se o nejtmaší oblast stínu. Existují však také oblasti, které jsou ve stínu jedné diody LED a světle druhé. Tyto oblasti se nazývají polostín. Ve skutečnosti existují také světelné zdroje, které jsou plošné. Může to být například okno. To si můžete představit jako plochu s nekonečným počtem malých světelných zdrojů. Stín sloupku - způsobený těmito mnoha světelnými zdroji - se chová velmi podobně jako váš model. Jediný rozdíl je v tom, že přechody ze světla do polostínu a plného stínu jsou plynulé. Vyzkoušejte si to!

infra®

Optika Model 6 – Barevná káča

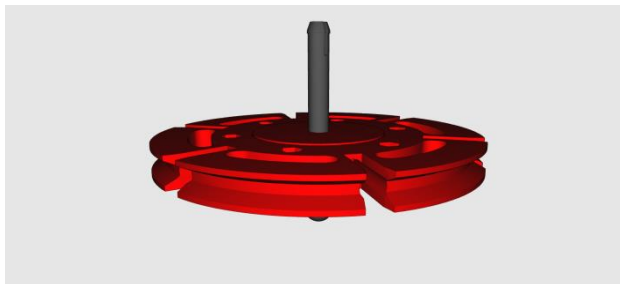
Téma

Optika – Barvy

Konstrukční úkol

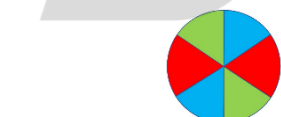
Sestrojení káči

Sestavte model "káči"



Tematický úkol:

Vystřihněte ze šablony různobarevné kotouče a položte je na vrchol točícího se modelu tak, aby barevné plochy byly nahoře. Co se stane, když roztočíte káču opravdu rychle? Napište, jakou barvu vidíte.



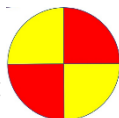
1. kotouč:

--



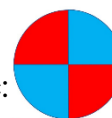
3. kotouč:

--



2. kotouč:

--



4. kotouč:

--

Vystřihněte další kotouče a vybarvěte je libovolnou barvou. Před otočením zkuste uhodnout, která barva vyjde!

Řešení: Optika – Model 7 – Barevná káča

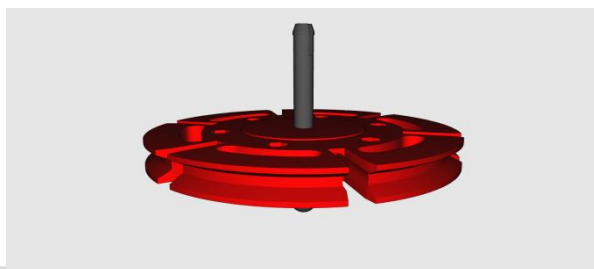
Téma

Optika – Barvy

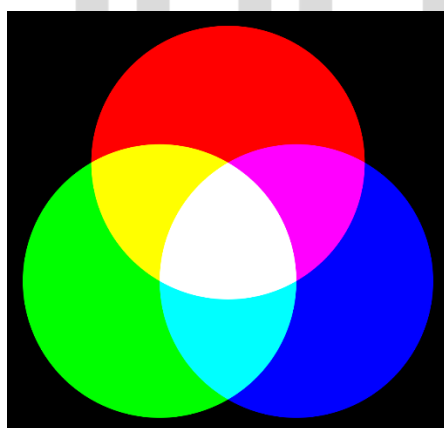
Příklad řešení konstrukčního úkolu

Sestavení káči

Sestavte model „káči“



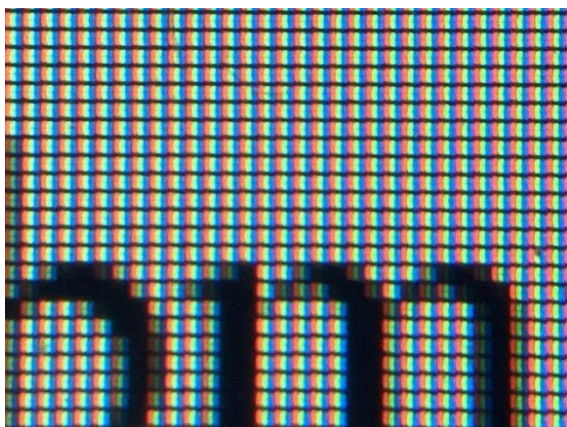
Řešení tematického úkolu:



Obrázek 1: Optické základní barvy

Bílého světla lze dosáhnout smícháním základních optických barev. Můžete to krásně pozorovat, když na bílé plátno nasměrujete tři reflektory s červenou, zelenou a modrou barvou. V oblasti, kde se setkávají všechny tři kužely reflektorů, vzniká dojem bílé barvy. Pokud nyní seřídíte všechny reflektory tak, aby svítily na jedno

místo, bude se celý kruh jevit jako bílý. Pokud změníte jas jednotlivých reflektorů, změní se i barva. V závislosti na intenzitě jasu jednotlivých barev můžete vytvořit jakoukoli viditelnou barvu. Podíváte-li se na obrazovku televizoru silnou lupou, uvidíte, že obraz je ve skutečnosti složen z drobných pixelů skládajících se pouze z červené, zelené a modré barvy.



Obrázek 1: Obrazovka počítače (silně zvětšená)

V našem experimentu s káčou je kotouč s těmito třemi základními barvami. Pokud jej roztočíte velmi rychle, váš mozek již nedokáže barvy rozlišit a měla by se objevit šedá. Čím jasnější je okolní světlo, které se od káči odráží, tím jasnější se jeví šedá barva. Při tomto pokusu si vyzkoušíte, že míchání světelných barev se liší od míchání barev v krabici s barvami: Tam při míchání modré a žluté barvy vzniká zelená. V našem rotujícím vrtu musíte smíchat zelenou a červenou, abyste získali žlutou. Tento jev se nazývá aditivní míchání barev a uplatňuje se, pokud mícháte světelné paprsky různých barev.

Řešení k jednotlivým kotoučům:

