

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta
Ústav fyziky a biofyziky



Fyzikální praktikum III - Optika

Demonstrační sada geometrické optiky

Název úlohy: Demonstrační sada geometrické optiky

Číslo úlohy: 4

1. Úkol

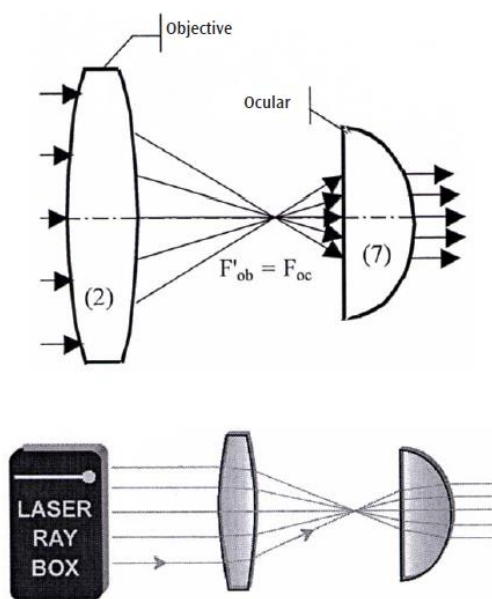
Sestavte několik schémat geometrické optiky, mezi nimi lidské oko, objektiv, Galileův a Keplerův teleskop. Dokumentujte výsledky svého snažení fotografiemi.

2. Teorie

2.1 Keplerův a Galileův teleskop

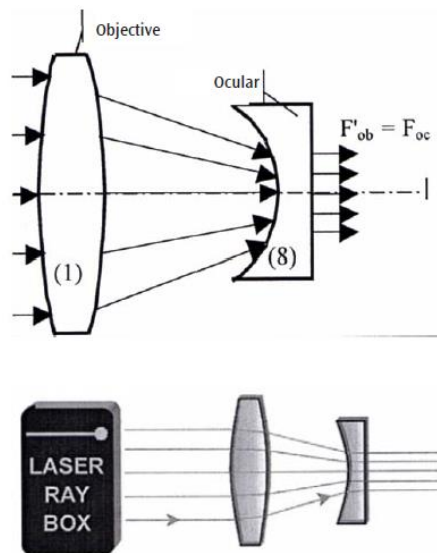
Dalekohled je optický přístroj sloužící k pozorování vzdálených objektů. Přiblížení je realizováno pomocí soustavy dvou čoček nebo zrcadel. Keplerův i Galileův dalekohled patří mezi tzv. refraktory - jejich objektiv i okulár je tvořen čočkami.

Keplerův (hvězdářský) dalekohled je složený ze dvou spojek. Rovnoběžné paprsky přicházející od velmi vzdáleného předmětu se po průchodu objektivem lámou do jeho ohniska, které je zároveň obrazovým ohniskem okuláru. Obraz vytvořený objektivem pak pozorujeme pomocí okuláru (funguje jako lupa). Výsledný obraz, který pozorujeme, je převrácený. Při pozorování astronomických objektů, ke kterému byl Keplerův dalekohled používán, to ovšem nehraje zásadní roli.



Obrázek 1: Schéma Keplerova teleskopu - tvořen dvěma spojnými čočkami, naznačen chod paprsků

Galileův (pozemský, holandský) dalekohled se od Keplerova dalekohledu liší tím, že jeho okulár je tvořen rozptylkou - ta přemění sbíhavý svazek paprsků vytvořený objektivem na svazek rovnoběžný. Ohniska obou čoček splývají. Galileův dalekohled vytváří nepřevrácený obraz, je tedy možné jej používat i k pozorování pozemských objektů, u něhož by již převrácení vadilo. Na tomto principu fungují divadelní kukátka.

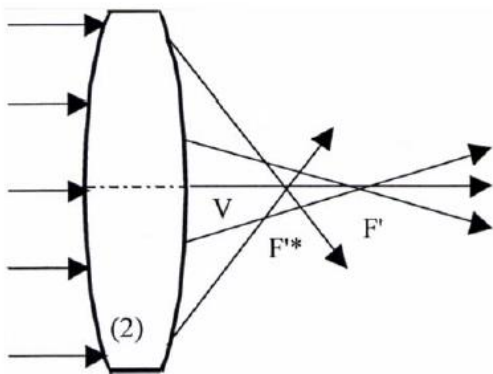


Obrázek 2: Schéma Galileiho dalekohledu - tvořen spojkou a rozptylkou, naznačen chod paprsků

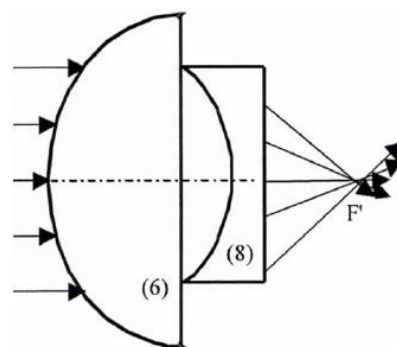
2.2 Korekce sférické aberace

Sférická aberace je vada optického zobrazení, ke které dochází, dopadá-li na čočku široký svazek paprsků. Důsledkem toho je, že paraxiální paprsky se lámou do jiného bodu než paprsky okrajové. V případě spojných čoček se tato vada projevuje například tím, že paprsky rovnoběžné s optickou osou nejsou fokusovány do jediného bodu (ohniska). Z toho plyne, že sférická aberace způsobuje neostrost obrazu.

Sférická aberace spojných a rozptylných čoček má inverzní efekt. Vhodnou kombinací těchto dvou typů čoček tedy můžeme docílit korekce této vady.



Obrázek 3: Sférická aberace

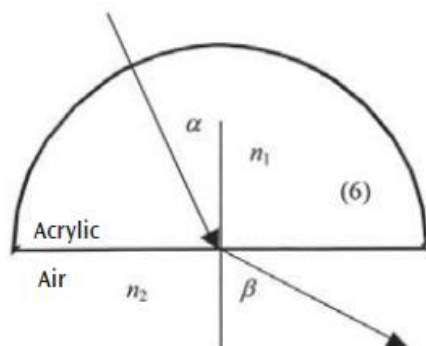


Obrázek 4: Korekce sférické aberace

2.3 Lom světla na rozhraní sklo-vzduch a úplný odraz

Prochází-li světlo prostředím s indexem lomu n_1 do prostředí s indexem lomu n_2 , dochází na rozhraní obou těchto prostředí k lomu světla - paprsek změní svůj směr podle Snellova zákona $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$, kde α je úhel dopadu v prostředí s indexem lomu n_1 a β je úhel lomu v prostředí s indexem lomu n_2 .

Při průchodu světla z prostředí s větším indexem lomu do prostředí s menším indexem lomu ($n_1 > n_2$) platí, že $\beta > \alpha$, tedy úhel lomu je větší než úhel dopadu. Tato situace odpovídá lomu světla na rozhraní sklo-vzduch. V tomto případě také může dojít k úplnému odrazu. Je-li úhel dopadu větší než kritický úhel (při němž se světlo láme pod úhlem 90°), nedochází již k lomu a veškeré světlo se odrazí.



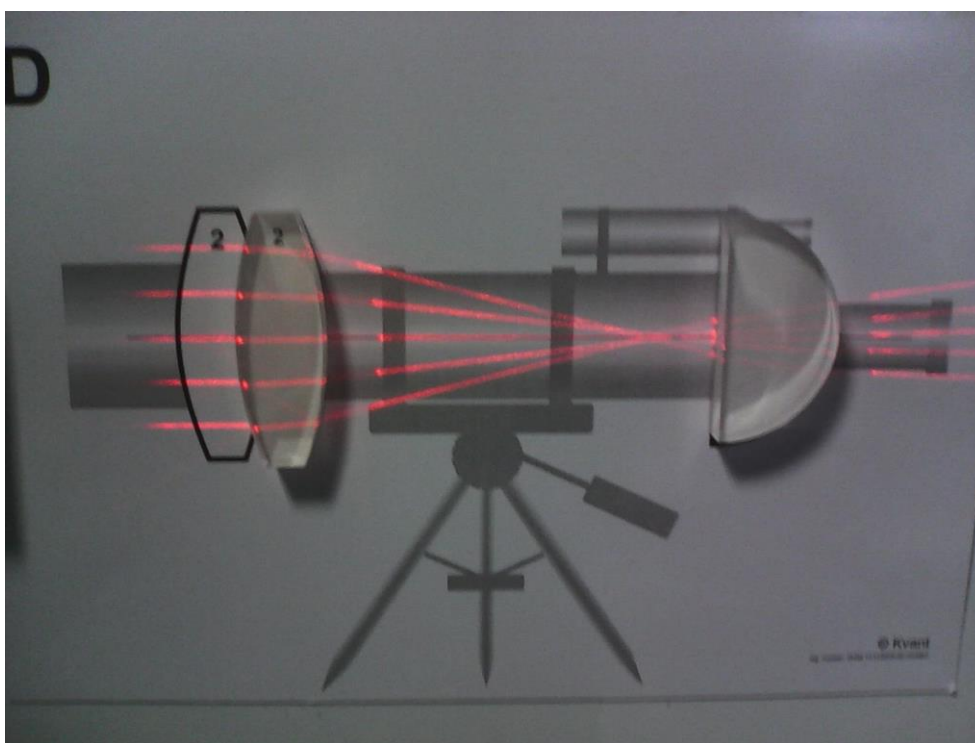
Obrázek 5: Lom světla

3. Seznam pomůcek

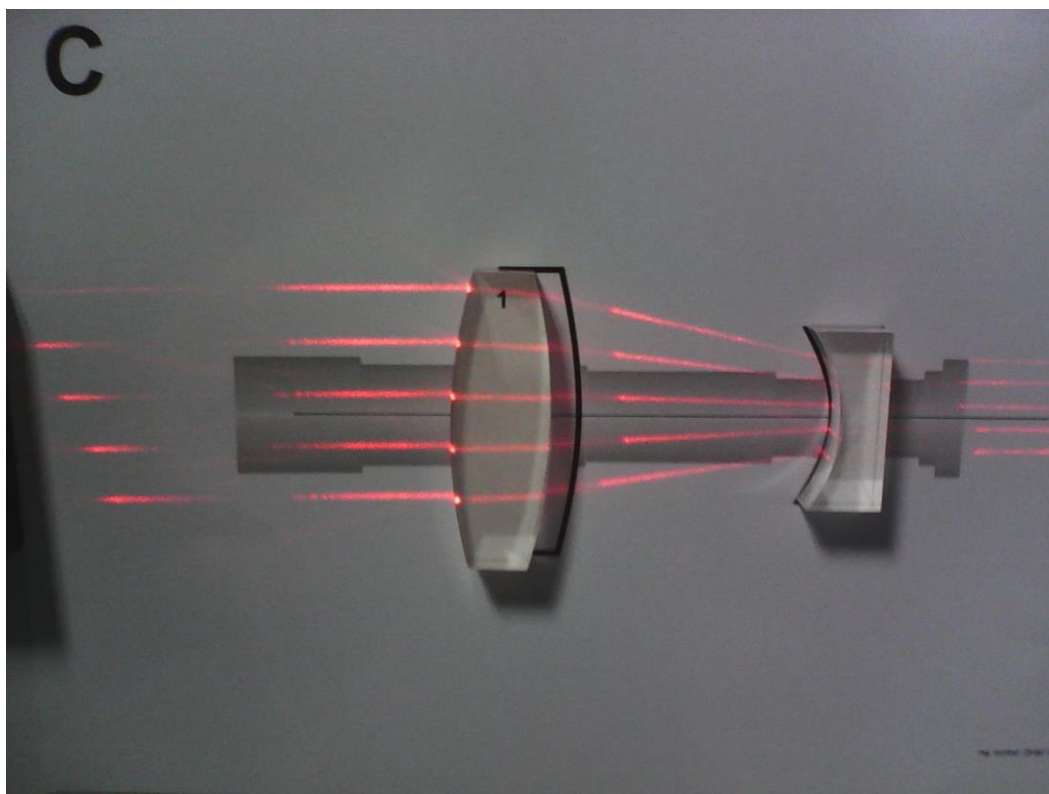
optická demonstrační sada, laser box, halogen box, nástěnná magnetická tabule, fotoaparát pro dokumentaci výsledků

4. Prezentace výsledků

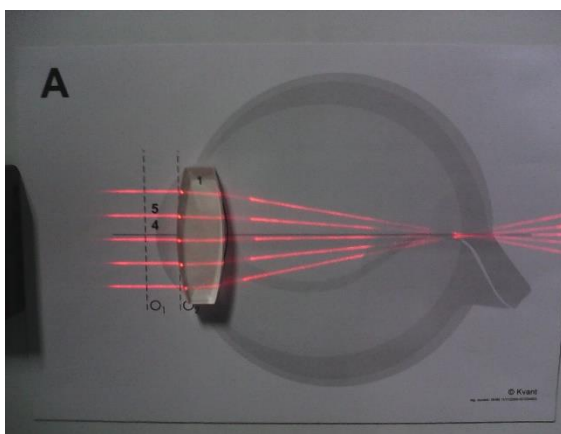
Pro zvýraznění chodu paprsků byly fotografie pořízeny šera. Všechna schémata byla sestavena dle obrázků 1-5 a dle návodů v sadě geometrické optiky a korespondují s nimi.



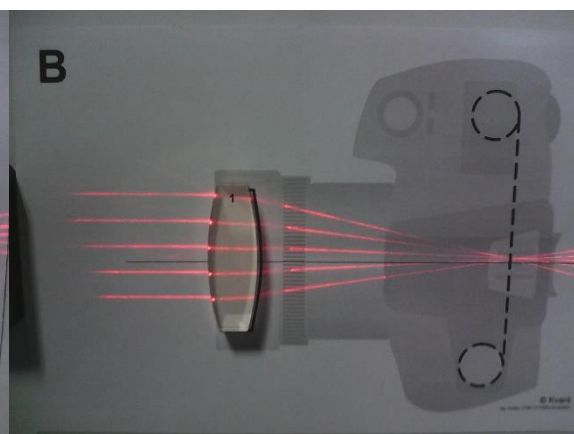
Obrázek 6: Schéma Keplerova teleskopu



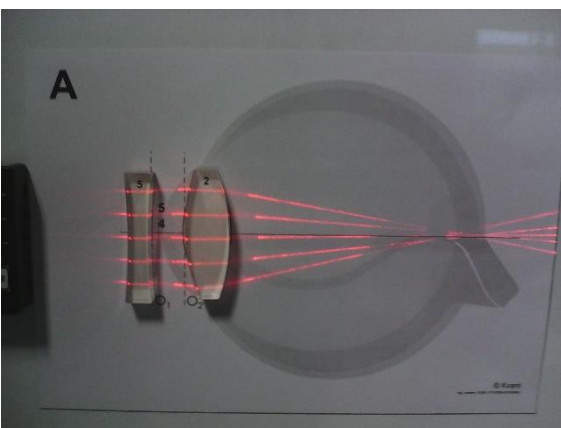
Obrázek 7: Schéma Galileiho teleskopu



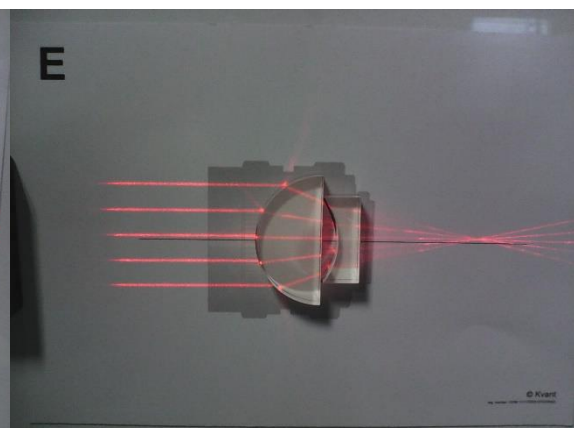
Obrázek 8: Lidské oko (zdravé)



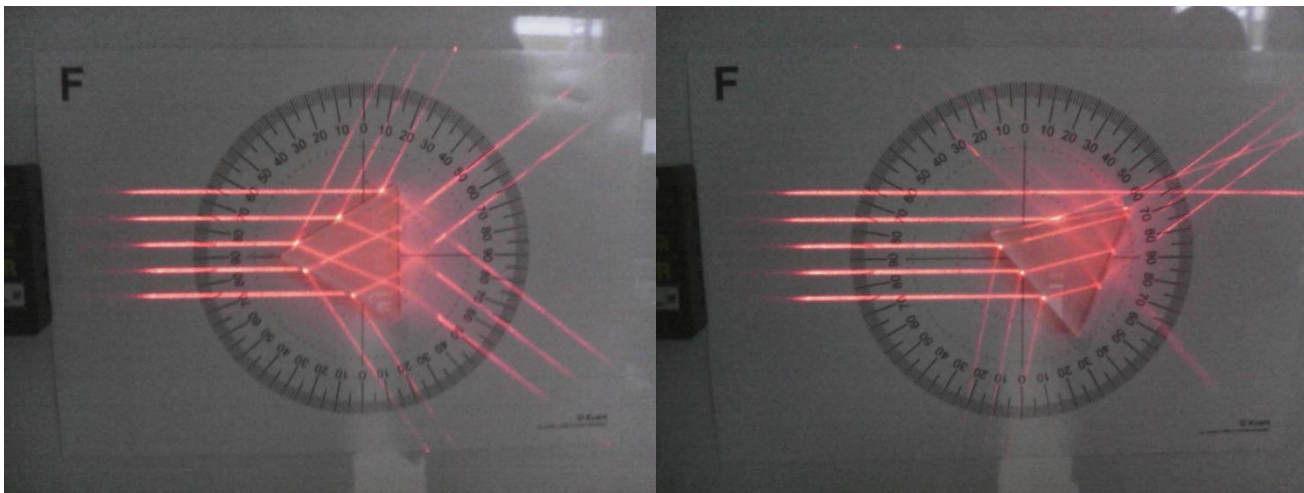
Obrázek 9. Fotoaparát



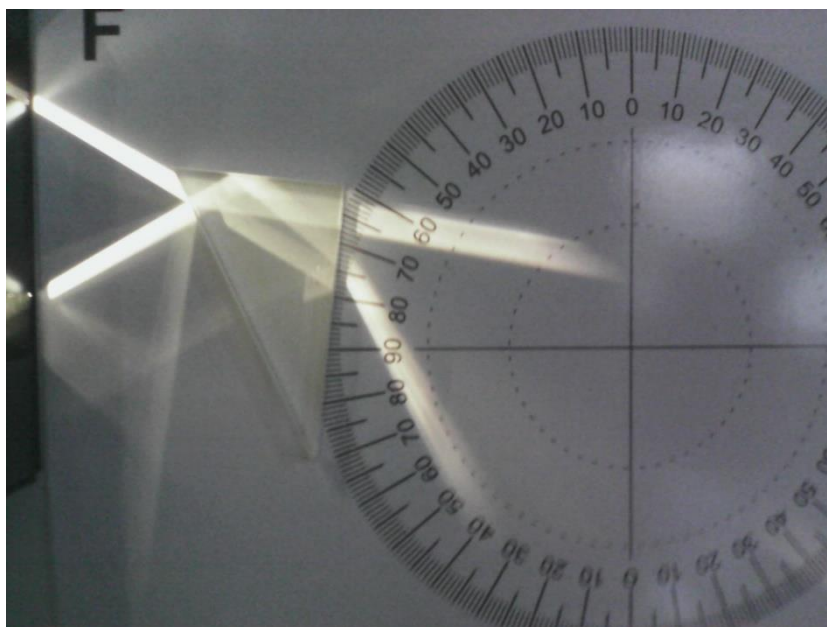
Obrázek 10: Lidské oko (korekce rozptylkou)



Obrázek 11. Korekce sférické aberace (objektiv)



Obrázek 12: Lom světla



Obrázek 13: Difrakce světla na hranolu