

OPT/AST

L02

# Astronomie

## *předmět výzkumu*

- Sluneční soustava (Slunce, planety, měsíce planet, meziplanetární hmota)
- Galaxie (hvězdy, dvojhvězdy a vícenásobné soustavy, hvězdokupy, mlhoviny, mezihvězdná hmota)
- pozorovatelný vesmír (galaxie, skupiny galaxií, supergalaxie, mezigalaktická hmota)

## *dělení astronomie*

- astrometrie – měření polohy
- nebeská mechanika – pohyb astronomických objektů
- astrofyzika – fyzikální vlastnosti a struktura
- kosmologie – stavba a vývoj vesmíru jako celku

## *metody výzkumu*

- pozorování – informace je přenášena zářením
- experiment – jen výjimečně ve Sluneční soustavě
- extrapolace a ověřování fyzikálních zákonů

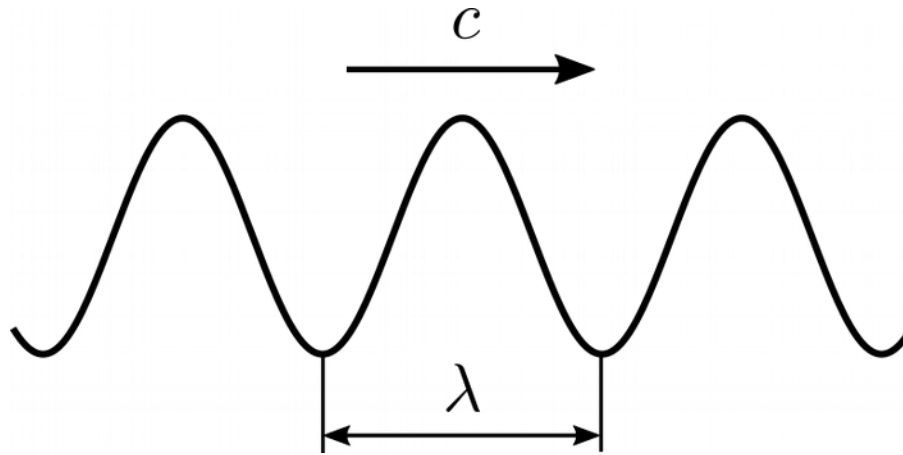
## *detekovaný signál*

- elektromagnetické záření
- kosmické záření, neutrina
- sluneční vítr
- gravitační vlny

# Základy praktické astronomie

*elektromagnetické záření*

vlny šířící se prostorem – řešení Maxwellových rovnic



prostor

vlnová délka  $\lambda[\text{m}]$

prostorová frekvence  $f[\text{m}^{-1}] = \lambda^{-1}$

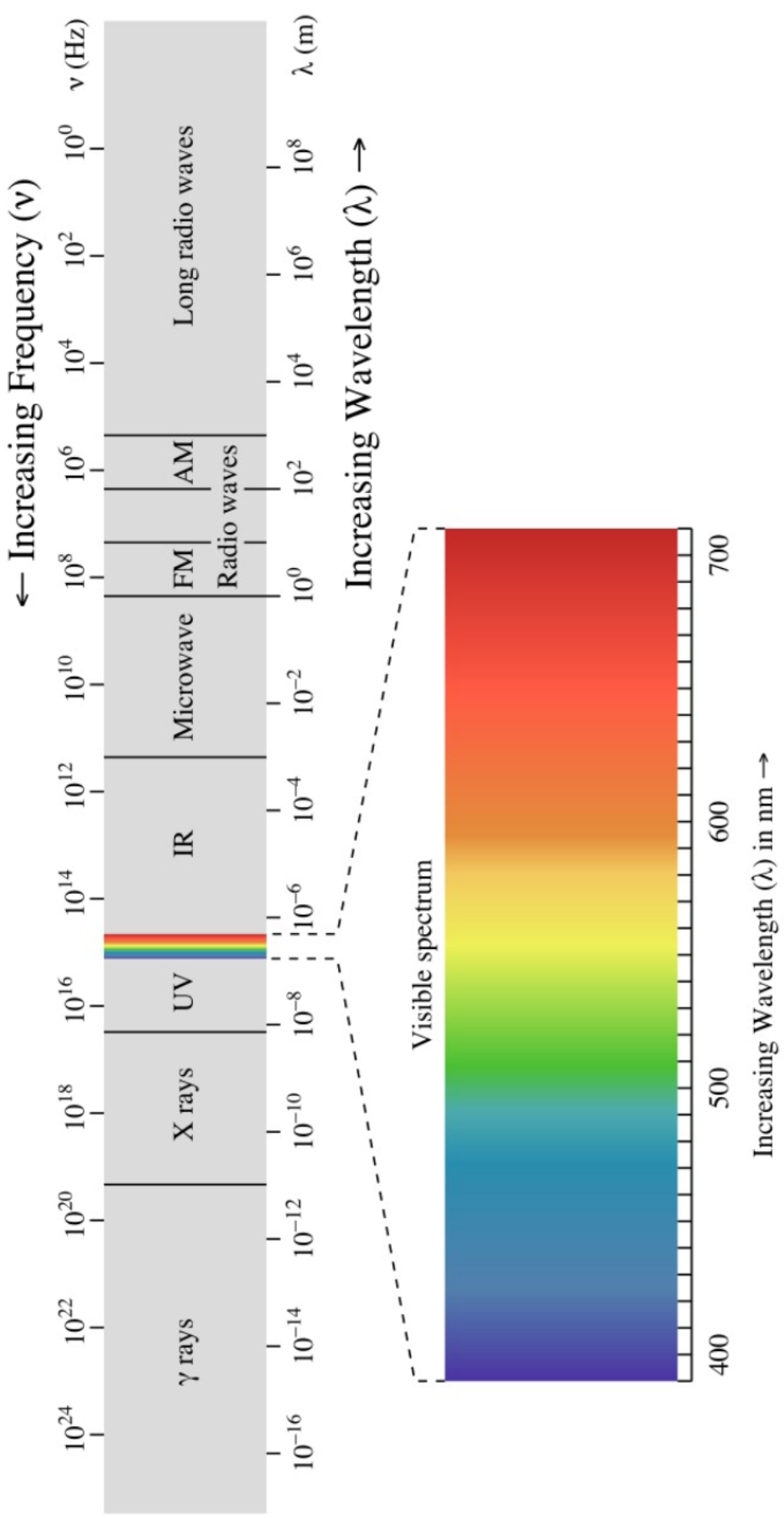
čas

perioda  $T[\text{s}]$

frekvence  $\nu[\text{Hz}] = T^{-1}$

fázová rychlost  $c$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$



## Záření černého tělesa

### Stefan-Boltzmannův zákon

$$E = \sigma T^4, \quad [E] = \text{W m}^{-2}, \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

$E$  – intenzita vyzařování, tj. výkon vyzařený z jednotky plochy

efektivní teplota  $T_{\text{eff}} = \sqrt[4]{\frac{E}{\sigma}}$

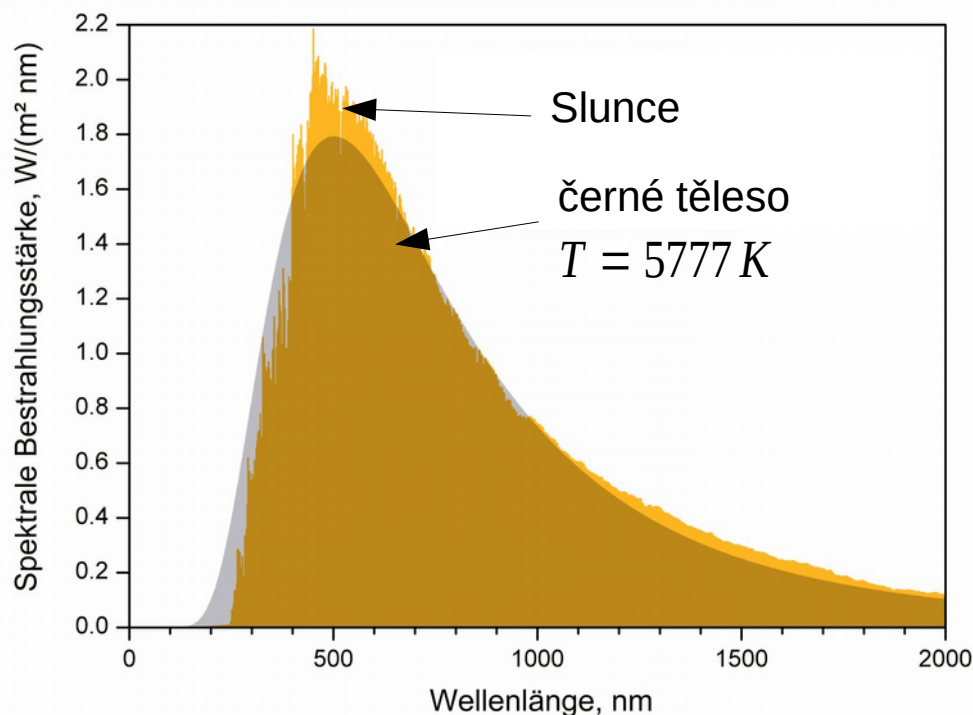
### Planckův zákon

$$I = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left( e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)}, \quad [I] = \text{W m}^{-3}$$

$I$  – spektrální intenzita vyzařování (spektrum)

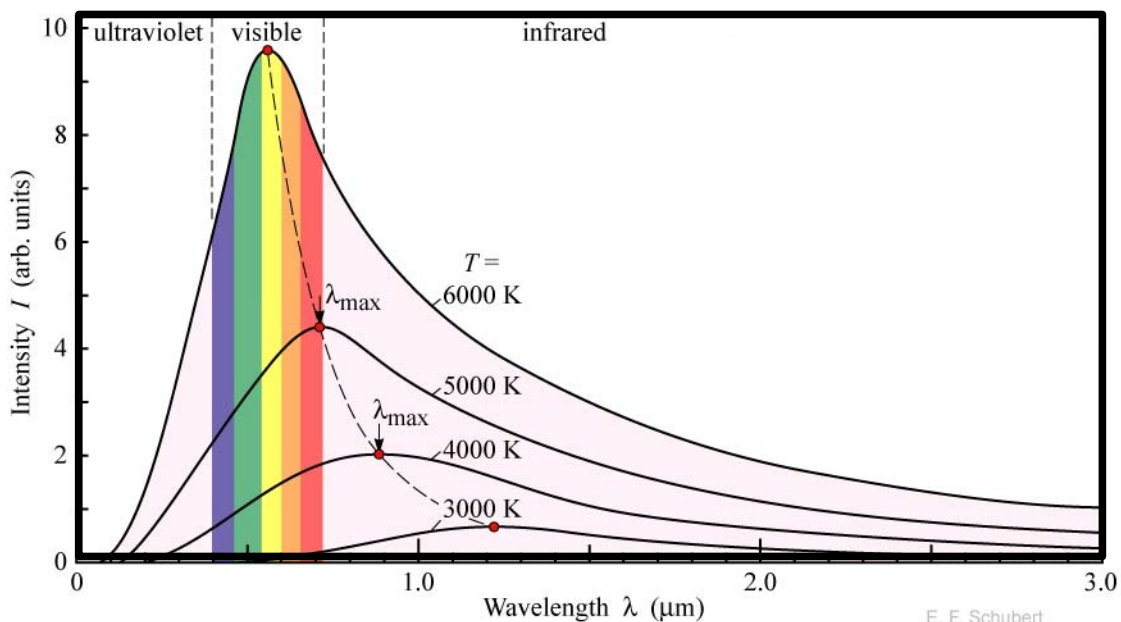
$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  (Planck)

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  (Boltzman)



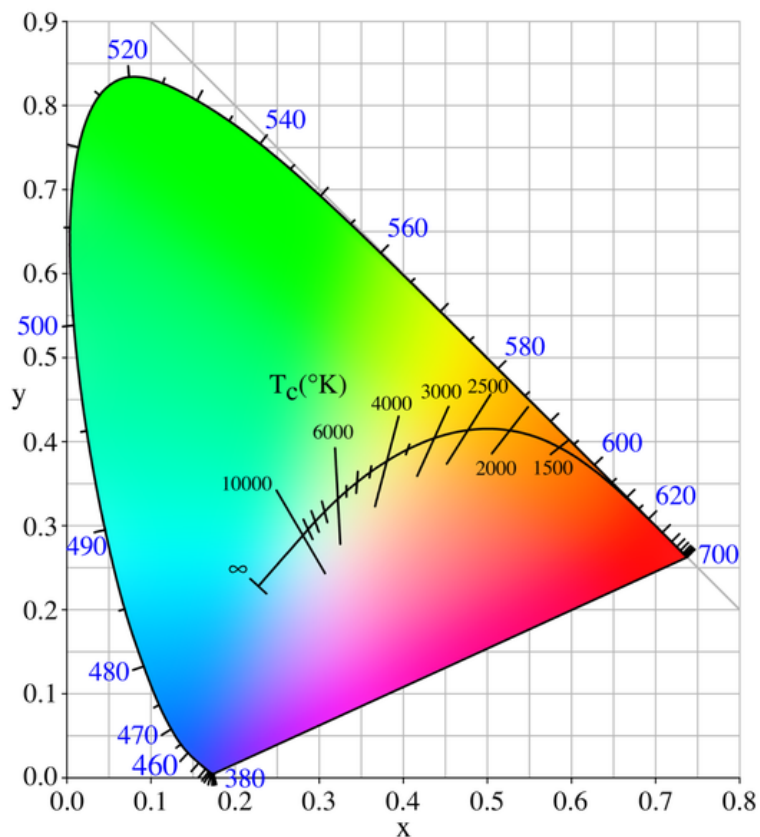
# Wienův posunovací zákon

$$\lambda T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$



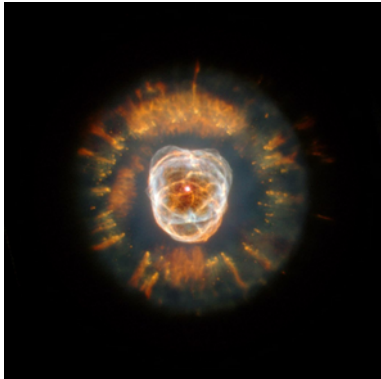
E. F. Schubert  
Light-Emitting Diodes (Cambridge Univ. Press)  
[www.LightEmittingDiodes.org](http://www.LightEmittingDiodes.org)

# barva tepelného záření

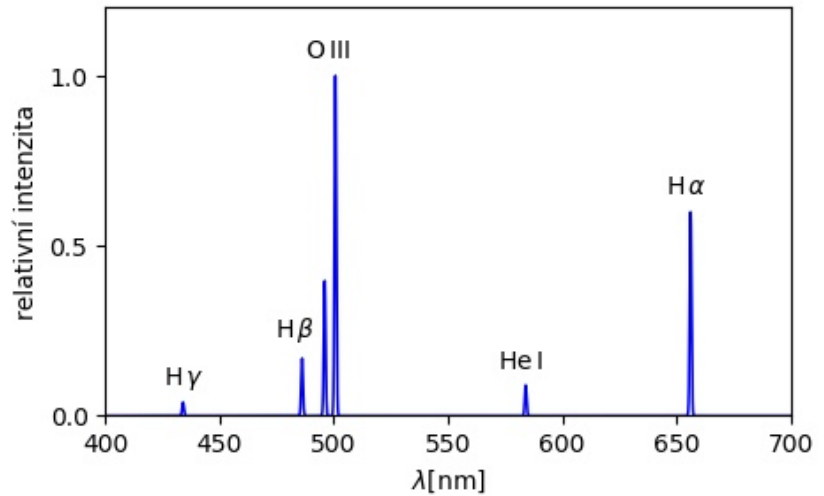


## Další zdroje záření

záření ionizovaného plynu (např. planetární mlhoviny)



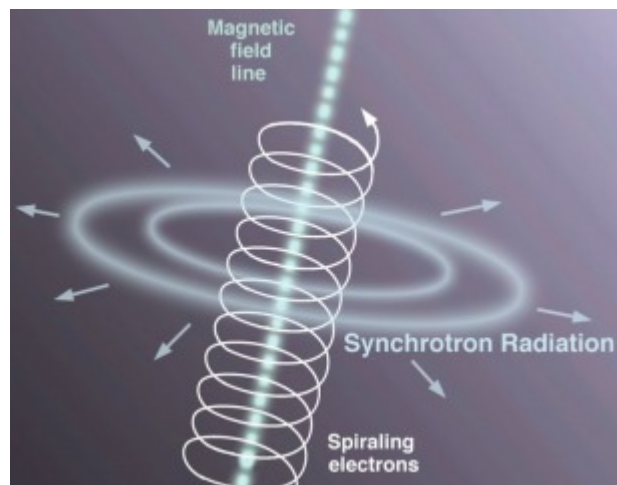
Eskymák (NGC 2392)



synchrotronové záření, akcelerace nabitých částic

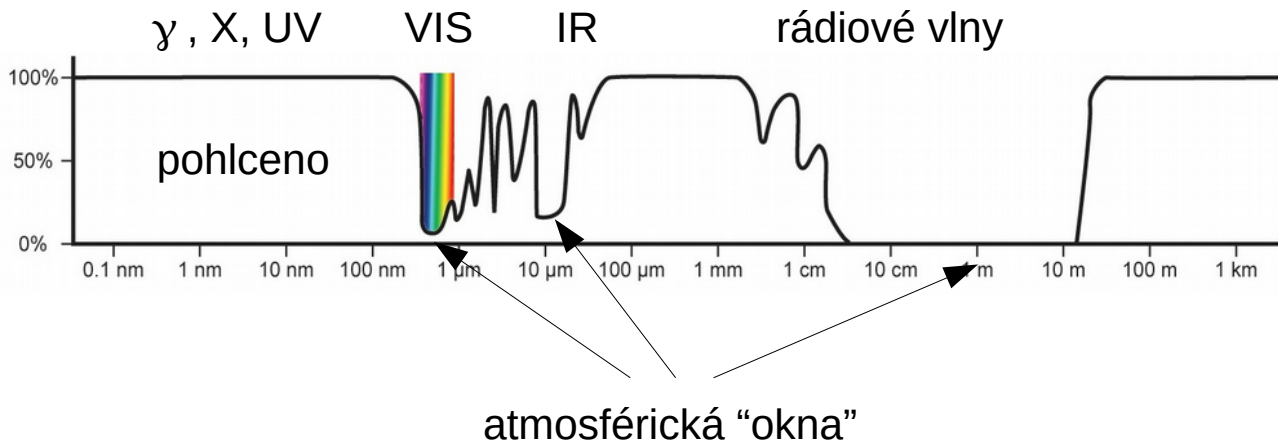


Krabí mlhovina (NGC 1952)



další mechanismy: srážky částic (akreční disk), inverzní Comptonův rozptyl, radioaktivní rozpad (vyhasínání supernov)

## Absorbce záření v atmosféře (pozorovací okna)

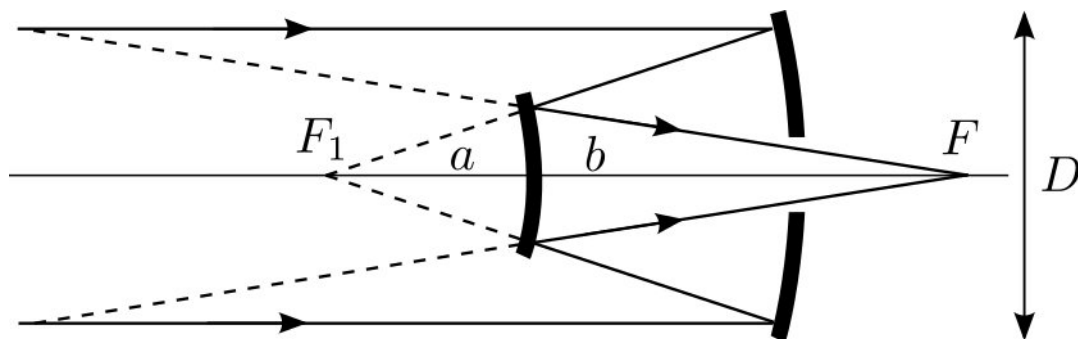


## Spektrální oblasti

VIS (optická oblast) asi 380-750 nm

- detekce: oko, fotografická emulze, polovodičové detektory (CCD)
- dalekohled (na zemi, v kosmu)

## Cassegrain



ohnisková vzdálenost

- primární  $f_1$
- sekundární  $f = f_1 b/a$



průměr vstupní pupily  $D$

– rozlišení (difrakce)

$$\delta[\text{rad}] \approx \lambda/D$$

– citlivost

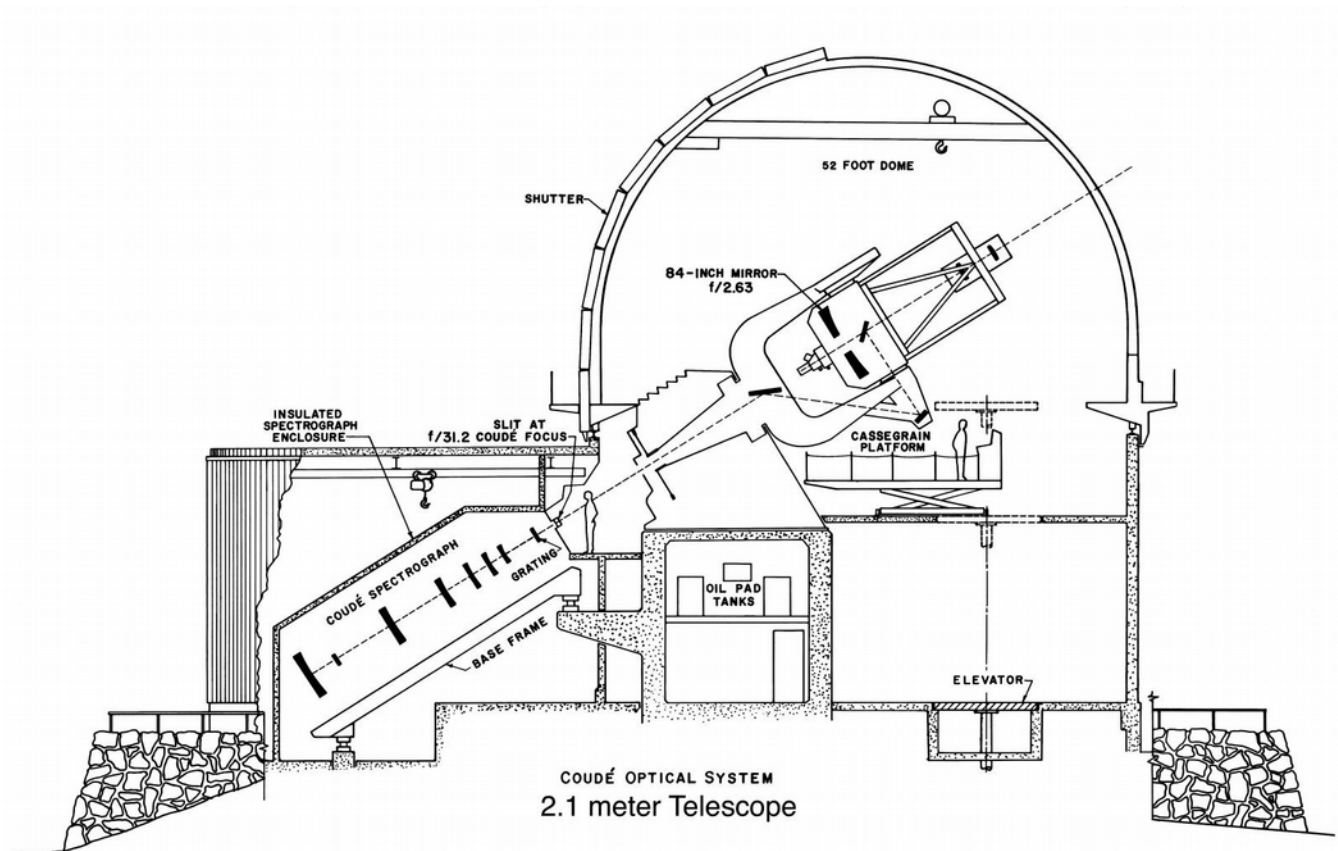
- atmosférické fluktuace (seeing) zhoršují výkon – adaptivní optika

umístění velkých instrumentů

– Coudé (paralaktická montáž)

– Nasmyth (alt-az montáž)

př. Kitt Peak National Observatory (USA)



- vizuální stupnice jasností – spektrální citlivost oka

$$\Delta m = 2,5 \log_{10} \frac{I_1}{I_2}, \quad I_1/I_2 = 10^{0,4 \Delta m}$$

$\Delta m$  – rozdíl magnitud,  $I_1/I_2$  – poměr jasností

počátek stupnice  $m = 0$  dříve definován pomocí Vegy ( $\alpha$  Lyr), dnes exaktně fotometricky pro příslušné spektrální pásmo (V, B)

jasnosti některých objektů

hvězdy		objekty sluneční soustavy	
Sírius	-1,4	Slunce	-27
Vega	0	Měsíc v úplňku	-12
UMa	2-3	Merkur	-1,9 max
oko max	6	Venuše	-3,5 až -4,5
triedr	9	Mars	2 až -2,8
20cm	14	Jupiter	-1,3 až -2,6
		Saturn	0,9 až -0,3
		Uran	~6
		Neptun	~8
		Pluto	15,9 až 13,6

krátkovlnná oblast (UV, X, gama) pod 380nm

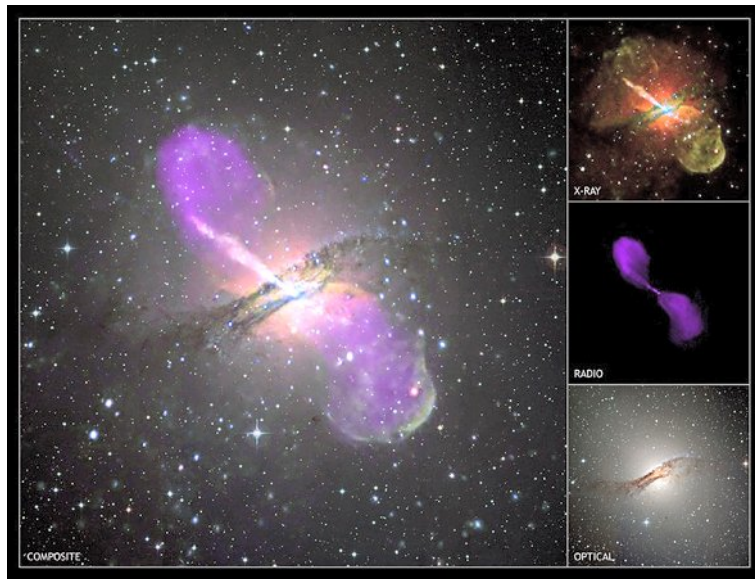
- vysoce energetické záření
- UV záření pohlcováno ozónem – UV, X a gama teleskopy na oběžné dráze
- tepelné i netepelné záření

IR (infračervená oblast) 750nm – 1mm

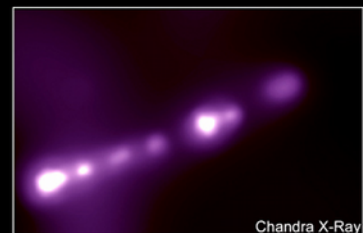
- pohlcováno skleníkovými plyny (vodní pára, oxid uhličitý, metan) – vysokohorské observatoře, balóny, kosmické sondy
- především tepelný původ – chladná hmota
- detekce extrasolárních planet, vznikající hvězd apod.

rádiová oblast – nad 1mm

- především netepelné záření (synchrotronové ...)
- radioteleskop, soustavy radioteleskopů, interferometrie
- důležité objevy: pozorování jádra Galaxie, zbytky supernov, pulsary, kvazary, reliktní záření
- pátrání po mimozemských civilizacích



Centaurus A



Virgo A (M87)

