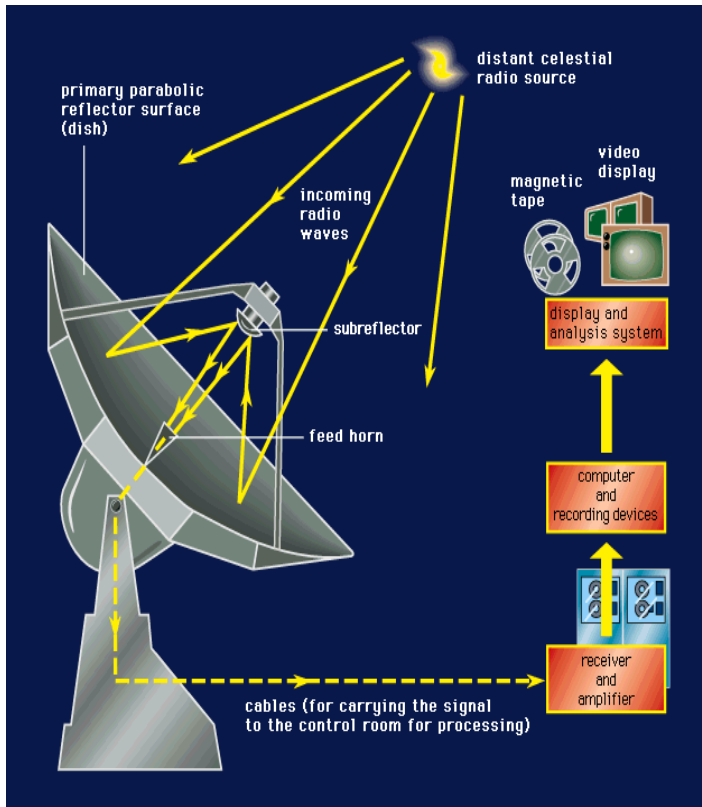


How a radio telescope works

## Jak działa radioteleskop?



Radioteleskop (radiometr) stanowi układ anteny i odbiornika.

Fale EM odbijają się od reflektora (czasy parabolicznej) i skupiają w ognisku. W nim energia fali zamieniana jest w antenie (np. dipolu) na prądy elektryczne. Po wzmacnieniu w odbiorniku ten sygnał elektryczny jest zapisywany w komputerze.

Na wyjściu odbiornika moc sygnału  $W=kT_{sys}$ ,

Moc szumów określona jest temperaturą szumową systemu  $T_{sys}=T_A+T_R$

$kT_A$  - moc szumów wydzielona (wzbudzona) w antenie dzięki detekcji fal EM ( $kT_A=kT_{oporu}$ )

$kT_R$  - moc szumów "własnych" radiometru, wydzielona w samych obwodach radiometru,  $T_R$  - temperatura szumowa radioodbiernika

## Czułość radiometru

Minimalną wykrywalną temperaturę można zmierzyć jako odchylenie standardowe szumów  $\sigma$  na wyjściu odbiornika (w kelwinach)

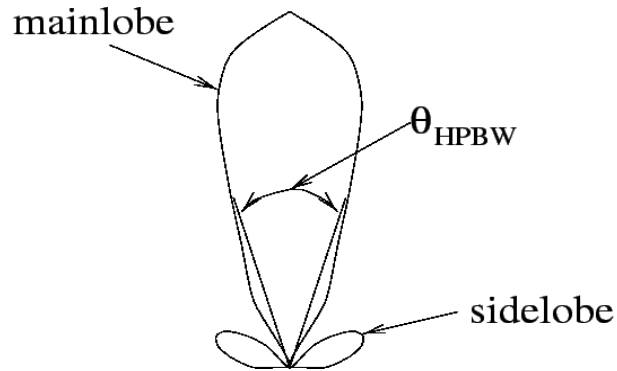
$$\Delta T_{SYS} = \sigma = \frac{T_{SYS}}{\sqrt{B[Hz] \tau[s] n}}$$

- B - pasmo przenoszenia odbiornika
- $\tau$  - stała czasowa
- n - ilość powtórzeń pomiarów

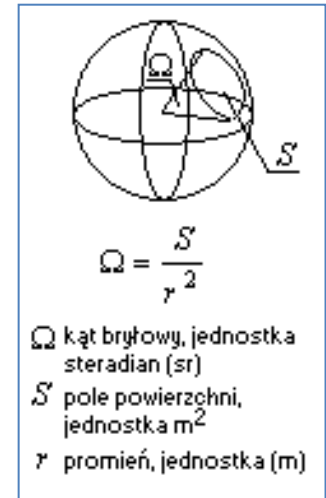
Jest to minimalna, wykrywalna zmiana temp. szumowej systemu (dla odbiornika mocy całkowitej).

## Charakterystyka anteny

$$P(\Omega) = P(\theta, \varphi) = P(\alpha, \delta)$$



Charakterystyka kątowna (czułość kierunkowa) anteny, listek główny, listki boczne



- Charakterystyka znormalizowana:  $P(\Omega)_{\text{max}} = 1$
- Zdolność rozdzielcza – szerokość połówkowa charakterystyki (HPBW – half power beam width)

- Kąt bryłowy anteny  $\Omega_A = \iint P(\Omega) d\Omega$
- Kąt bryłowy listka głównego  $\Omega_M = \iint_M P(\Omega) d\Omega$

### Źródło dyskretne „punktowe” (znacznie mniejsze niż szerokość listka głównego anteny)

Kalibracja sygnału (temperatury anteny  $T_A$ ) – źródło „punktowe” o znanym strumieniu  $S$  (jasności powierzchniowej  $B$  i kącie bryłowym  $\Omega_S$ ):

$$kT_A = W = \frac{1}{2} A_{eff} S = \frac{1}{2} A_{eff} B \Omega_S$$

Jednostka strumienia  $S$  („dżanski”):  $1\text{Jy}=10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$

- Można wykorzystać do wyznaczenia powierzchni efektywnej anteny  $A_{eff}$
- Skan źródła punktowego (splot) odzwierciedla charakterystykę anteny.

**Źródło rozciągle (większe niż szerokość listka głównego anteny)**

$$\begin{aligned}
 kT_A &= \frac{1}{2} A_{\text{eff}} S = \frac{1}{2} A_{\text{eff}} \iint_S B(\theta, \varphi) P(\theta, \varphi) d\Omega = \\
 &= \frac{1}{2} A_{\text{eff}} \iint_S \frac{2kT_b(\theta, \varphi)}{\lambda^2} P(\theta, \varphi) d\Omega = \frac{A_{\text{eff}}}{\lambda^2} \iint_S kT_b(\theta, \varphi) P(\theta, \varphi) d\Omega
 \end{aligned}$$

Jasność przedstawiliśmy za pomocą tzw. temperatury jasnościowej  $T_S$ , czyli takiej jaką miałby obiekt gdyby świecił jak ciało doskonale czarne (termiczne).

Można pokazać:

$$A_{\text{eff}} \Omega_A = \lambda^2$$

$$T_A = \frac{1}{\Omega_A} \iint_S T_b(\theta, \varphi) P(\theta, \varphi) d\Omega \approx \frac{\Omega_S}{\Omega_A} T_b$$

Ostatnia zależność jest prawdziwa dla źródła dyskretnego.

Zastosowanie: np. do wyznaczenia temperatury Księżyca.