

Určení souřadnic pozorovatele metodu pravého poledne

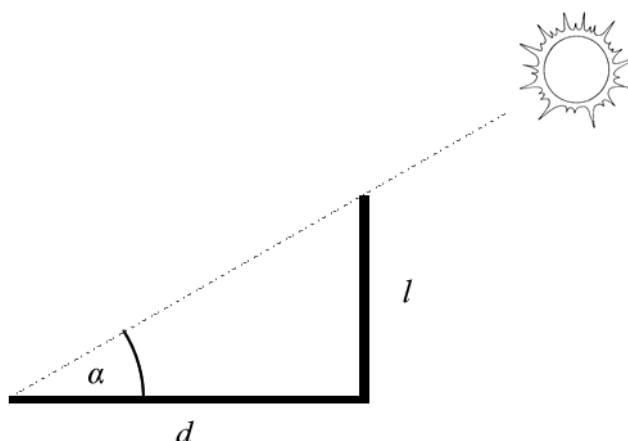
Laboratorní práce z astronomie č. 1

Pomůcky: Kovová tyč (gnómon), vodováha nebo olovnice, svinovací metr, vhodný časový standard (rádiem řízené hodiny, počítač s připojením k Internetu, hodinky seřízené podle tohoto počítače atd.), tabulka deklinací Slunce.

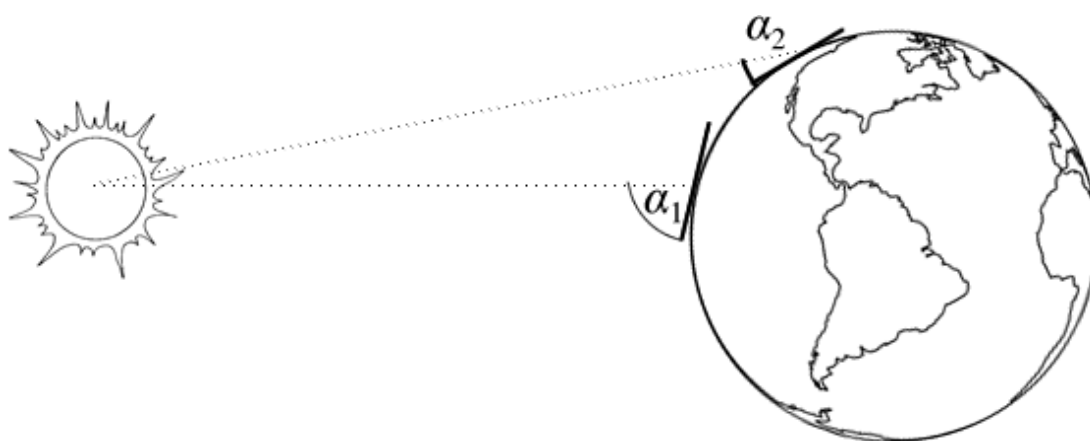
Teorie:

Metoda pravého poledne je založena na měření výšky Slunce nad obzorem a na určení přesného okamžiku, kdy je Slunce nad obloze nejvýše (tzv. místní poledne). Výšku Slunce nad obzorem lze měřit např. sextantem nebo jednodušeji (ale s menší přesností) pomocí gnómonu. Je-li známa výška gnómonu l a délka d stínu, který gnómon vrhá, lze určit výšku Slunce nad obzorem jako

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{l}{d}. \quad (1)$$



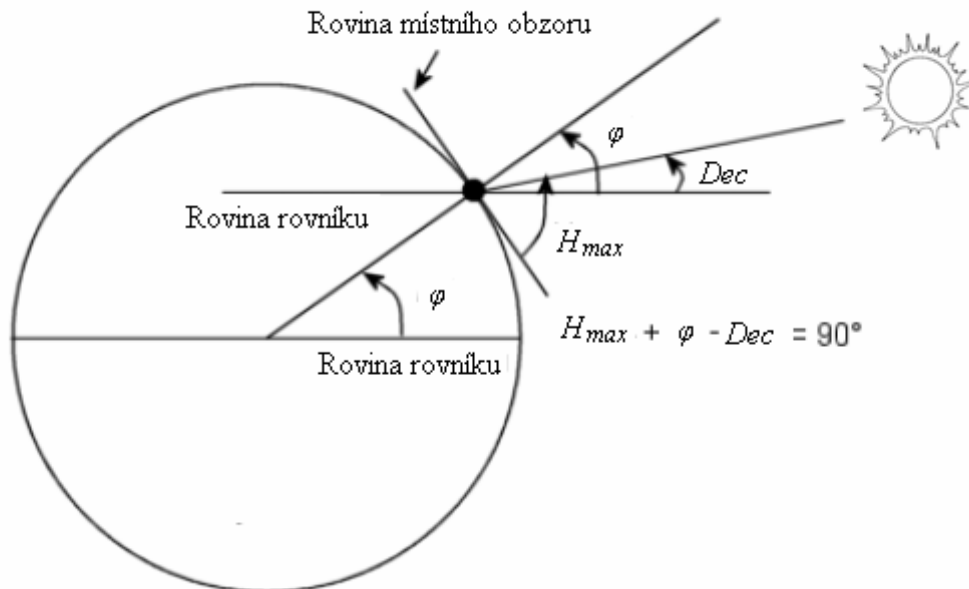
Výška Slunce nad obzorem v daný okamžik je pro místa s různou zeměpisnou šířkou různá (viz obr. 1). Situace je navíc poněkud komplikována tím, že je zemská osa skloněna o úhel $23^{\circ}27'$. Během roku se tak výška Slunce v poledne mění (v zimě je Slunce na obloze níže než v létě atd.). Tyto hodnoty jsou nazývány deklinace Slunce a jsou uvedeny v tabulkách.



Na severní polokouli platí, že zeměpisná šířka se vypočítá jako

$$\varphi = 90^\circ - H_{max} + Dec, \quad (2)$$

kde φ je zeměpisná šířka, H_{max} maximální naměřená výška Slunce nad obzorem (tedy výška v okamžiku místního poledne) a Dec je deklinace slunce v den měření (odvození viz obr. 3)



Zeměpisná délka se určuje z okamžiku místního poledne. Vzhledem k tomu, že Země vykoná jednu otočku za 24 hodin, za jednu hodinu se Slunce na obloze posune o 15° . Jestliže na nultém poledníku je Slunce nejvýše ve 12:00 UTC, na 15° východní délky je nejvýše v 13:00 UTC. Na sedmapůltém stupni východní délky je Slunce nejvýše o v 12:30 UTC (ve 12:30 UTC nastává na této zeměpisné délce místní poledne).

Pokud víme, v kolik hodin UTC nastalo místní poledne, můžeme z tohoto časového rozdílu určit zeměpisnou délku místa pozorování (např. pokud místní poledne nastalo v 14:30 UTC, tedy o dvě a půl hodiny později než na nultém poledníku, nalézáme se na $2,5 \cdot 15^\circ = 37,5^\circ$ východní délky).

Zeměpisnou délku lze tedy určit jako

$$\lambda = (UT_0 - UT_{místní}) \cdot 15^\circ, \quad (3)$$

I zde je však situace poněkud komplikovanější, protože Země obíhá kolem Slunce po elipse. Proto místní poledne nenastává na nultém poledníku každý den ve 12:00 UTC, ale může se lišit až o ± 15 minut (to je důvod, proč sluneční hodiny někdy ukazují jiný čas, než naše hodinky). Opravu lze zjistit z tzv. časové rovnice nebo z tabulek.

Postup:

1. Na vhodném, rovném a sluncem osvětleném místě umístíme svisle gnómon (kontrolujeme vodováhou nebo olovnicí) a změříme jeho výšku.
2. Mezi jedenáctou a jednou hodinou (v zimním období) nebo mezi dvanáctou a druhou hodinou (v letním období) měříme ve vhodných intervalech (např. pěti minut) délku stínu, který gnómon vrhá.
3. Z naměřených hodnot vypočítáme podle vzorce (1) výšky Slunce nad obzorem pro jednotlivé časy
4. Tyto výšky v závislosti na čase vyneseme do grafu, např. v programu MS Excel.
5. Grafem proložíme vhodnou křivku – parabolu (volba Přidat spojnici trendu – polynomický stupně dva, Zobrazit rovnici regrese)
6. Z grafu nebo lépe z rovnice proložené křivky určíme maximální výšku Slunce nad obzorem a čas, který této hodnotě odpovídá (pokud si necháme zobrazit rovnici regrese ve tvaru $y = ax^2 + bx + c$, okamžik místního poledne vypočteme jako $UT_{místní} = -b/2a$ a výšku slunce nad obzorem jako $H_{max} = aUT_{místní}^2 + bUT_{místní} + c$.)
7. Z maximální výšky Slunce nad obzorem určíme podle vztahu (2) užitím tabulky deklinací zeměpisnou šířku místa pozorování.
8. Z času, ve kterém bylo Slunce nejvýše nad obzorem, určíme užitím vztahu (3) zeměpisnou délku místa pozorování.
9. Vypočtené hodnoty porovnáme se skutečnou zeměpisnou polohou místa pozorování, které zjistíme z mapy na Internetu nebo pomocí GPS navigace.