

Odhad oběžných dob Jupiterových satelitů

Když v roce 1610 namířil Ital Galileo Galilei na oblohu svůj vlastnoručně zhotovený dalekohled, nestačil se divit. Už neviděl Měsíc jako hladkou kouli, ale všiml si, že je jeho povrch narušený a rozbrázděný stovkami děr - kráterů. Také se podíval na Venuši a všiml si, že jeví fáze - od novu po úplněk. To byl jeden z důkazů, že Ptolemaiova představa geocentrické sluneční soustavy je chybná. Kromě toho, že ještě rozlišil podstatu některých "mlhovin" (staly se z nich "hvězdokupy") a Mléčné dráhy (velké množství hvězd pohromadě), sledoval od ledna roku 1610 i Jupiter a povšiml si, že kolem něj kolují čtyři hvězdičky - nazval je *Medicejskými planetami*. Dnes jim na jeho počest říkáme *galileovské měsíce*. A cílem této úlohy z praktické astronomie bude stanovit alespoň řádově oběžné doby těchto měsíců.

1. krok - pozorování

Nejdůležitější částí celé úlohy je jako obvykle pozorování. Potřebujete znát mnoho poloh měsíců vůči Jupiteru. I když již z deseti se dá něco určit, rozhodně nejsou postačující pro nějakou větší přesnost. Více poloh taky značnou měrou zjednoduší následující zpracování.

Potřebujete získat pozorování jednak s odstupem dní (protože vzdálenější měsíce se pohybují pomaleji), ale i s odstupem hodin, neboť ty změnu polohy těch nejbližších již po několika hodinách uvidíte. Nemusím snad zdůrazňovat, jak důležitá pro úspěch je přesnost zákresů.

Protože opět může hrozit možnost subjektivních dojmů, dělejte každý zákres naprosto izolovaně a nezávisle na těch předchozích. Ke každému si poznamenejte čas s přesností na pět minut. Důležité je také měřítko - potřebujete znát úhlové vzdálenosti jednotlivých měsíců od kotoučku planety. Také potřebujete znát orientaci kresby - pozor na různě převracející dalekohledy. Všimněte si také různých jasností jednotlivých družic (spíše poměrů mezi nimi vzájemně) - rozhodně pomohou při dalším zpracování.

Poznámka: Může se vám stát, že uvidíte někdy družic pět - zvláště ve větším dalekohledu. Je to v pořádku, v dosahu amatérských přístrojů je ještě měsíc Amalthea, je ovšem podstatně méně jasný, než ostatní.

2. krok - zpracování pozorování

Tento krok ještě nepatří k nejsložitějším, ale je důležité, abyste při něm byli velmi pečliví.

Vezměte všechny své kresby a seřaďte je chronologicky za sebou. Teď si vezměte milimetrový papír na šířku a přibližně středem vodorovně vytáhněte některou z linek. To bude vaše časová osa. Časové dílky si rozvrhněte tak, aby se vám na papír pohodlně vešla všechna vaše pozorování.

Ve svislém směru budete pro každý pozorovací čas nanášet úhlové vzdálenosti jednotlivých měsíců od kotouče Jupitera (který bude přirozeně ležet přímo na vaší časové ose) - pozor na orientaci, do kladného směru zaznamenávejte například měsíce na východ od Jupitera a do záporného měsíce na západ od planety. Při překreslování také vezměte v úvahu poměrné jasnosti, jak jste je napozorovali.

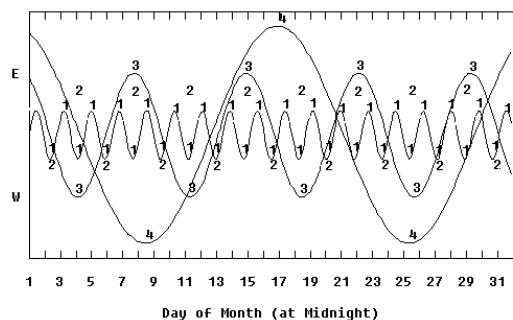
Výsledek ještě několikrát zkontrolujte.

3. krok - určení oběžných dob

Tato část celé úlohy je zdaleka nejpracnější a nelze ji odbít jen tak mechanicky.

Pokud si uvědomíme, že měsíce obíhají kolem Jupitera po elipsách málo odlišných od kružnic (takže je považujeme za kružnice), tak promítnutí všech jejich úhlových vzdáleností od planety v závislosti na čase bude sinusoida (u jiných planet, jako například u Saturnu toto

Jupiter Moons Orbit Graph for May 2000
1: Io 2: Europa 3: Ganymede 4: Callisto



fungovat nemusí - u Jupitera využíváme s velkou výhodou faktu, že se ze Země díváme prakticky "z boku").

Vášim závěrečným úkolem tedy je: zakreslenými polohami proložit co nejpřesněji čtyři nezávislé a různé sinusoidy tak, aby co nejlépe vystihovaly vám zakreslené body na milimetrovém papíře. Žádný z bodů nesmíte vynechat a žádný nesmíte vzít dvakrát. Jak by měl výsledek například vypadat, vidíte na obrázku. Ale pozor - to je simulace na počítači! Nenechte se jím proto zmást!

Protože je fitace sinusovek velmi obtížná, nabízím několik rad, který by vám mohly být užitečné.

- ♦ Všimněte si poměrných jasností tak, jak jste je zakreslili. Lze předpokládat, že nejjasnější měsíc zůstane nejjasnějším v jakémkoli bodě dráhy. Toho se dá například s výhodou využít.
- ♦ Pokaždé, když se vám povede nafitovat jednu sinusovku, vymažte z archu její body a fitujte zbývající sinusovky do zbývajících bodů. Pomůže to alespoň částečně zamezit vzniku zmatku zmatečných čar.
- ♦ Pozorovali-li jste dostatečně dlouhý časový interval (řádově deset dnů), stojí za to, všimnout si extrémů měsíců. Vzdálenější (a pomaleji se pohybující) měsíce tak snadno odhalíte.

Podotýkám, že se vám vůbec nemusí podařit nafitovat všechny sinusovky a nemusí to být vaše chyba. Pro úspěch by stačila "jen" delší souvislá šňůra pozorování (však Galileo Galilei měl podstatně delší šňůru pozorování a neodvážil se udělat podobný experiment).

Ze získaných grafů vyčtete oběžnou dobu tak, že změříte na časové ose periodu příslušné sinusovky.

4. krok - závěr a shrnutí výsledků

Vámi získané hodnoty porovnejte s tabulkami. Pokud jste se vešli řádově, gratuluji!

O experimentu vypracujte podrobný protokol.

Pozn.: Pokud naleznete jinou, lepší nebo přesnější metodu zpracování výsledků (můžete si na to například napsat vlastní program na počítači), neváhejte ji použít. Pokud o experimentu zpracujete referát a použitá metoda bude mít smysl, iniciativě se meze nekladou!

5. krok - obměny a podobné úlohy

- ♦ není nejmenší problém stanovit takto oběžné doby družic i u jiných planet (pokud je ovšem budete schopni pozorovat); pozor ale na možný sklon drah měsíců - potom byste museli polohu promítat do oběžné roviny.