

⑥ Z obr. 2 zjistěte, kdy přibližně nastala v roce 1986 opozice Marsu a jak byla v tu dobu tato planeta vzdálena od Země. Srovnejte s údaji v astronomické ročence (10. 7.; 0,407 AU).

Výsledky: V roce 1986 nastala opozice Marsu asi 14. 7.
23 mm, to je 0,46. Můj plánec není příliš přesně namalován.

⑦ Kolik činí nejmenší a největší možná vzdálenost Marsu od Země, je-li planeta v opozici se Sluncem? (odečtete z obr. 2)

Výsledky: největší vzdálenost - 0,66 AU
nejmenší vzdálenost - 0,36 AU

⑧ Kolika stupňů dosahuje největší úhlová vzdálenost Venuše od Slunce pro pozemského pozorovatele? Jak velká je maximální elongace Země od Slunce pro pozorovatele na Marsu?

Výsledky: největší vzdálenost - maximální elongace Země od Slunce je 60°. Maximální úhlová vzdálenost Venuše od Sl. je 46°.

⑨ Galileo Galilei objevil roku 1610 fáze Venuše. Tvrdí se, že kdyby Venuše a Slunce obíhaly kolem Země, jak to vyžaduje geocentrická soustava, ke střídání fází by nedocházelo. Je toto tvrzení pravdivé? Je samotný fakt, že Venuše vykazuje fáze, důkazem správnosti heliocentrického systému? Rozvažte a diskutujte tento problém.

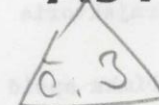
Diskuse:

V geocentrické soustavě by ke střídání fází nedocházelo, kdyby se Slunce a Venuše obíhaly kolem Země. Je Venuše vykazuje fáze není důkazem heliocentrického systému.

Úlohu připravil RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc. Pro vnitřní potřebu vydala Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně. K tisku připraveno v červenci 1988.



ASTRONOMICKÉ PRAKTIKUM



Trajektorie planet

Trajektorie planet budeme určovat ve vztažné soustavě, kde Slunce je na místě a soustava nerotuje. Trajektorie planet, planetek a mnohých komet jsou v prvním přiblížení elipsy, v jejichž společném ohnisku leží Slunce. Tvar, rozměry, orientaci elips v prostoru a polohu tělesa plně určuje šest nezávislých veličin, tzv. dráhových elementů. Přímý výpočet polohy např. planety z dráhových elementů není sice složitý, nicméně pro některé astronomické úlohy je vhodnější řešení grafické.

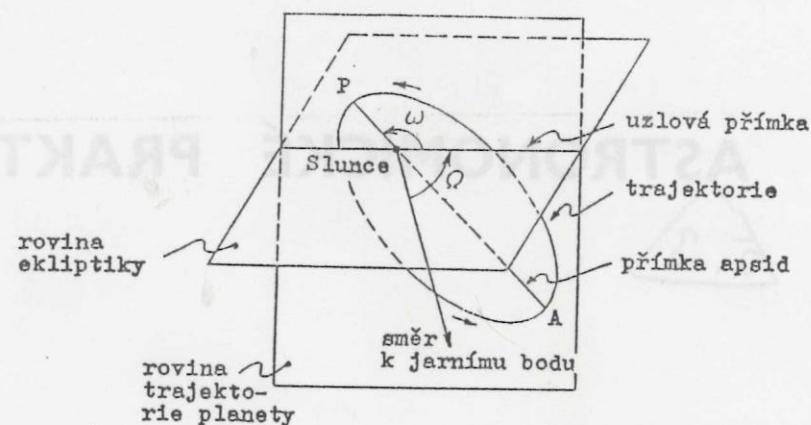
Nakreslíme si trajektorie některých planet (Země, Venuše, Marsu) ve vhodném měřítku a z nákresu odvodíme další údaje, např. vzájemné polohy a vzdálenosti těles v určitém okamžiku.

Pracovní postup:

① Roviny trajektorií planet, které budete kreslit, jsou navzájem tak málo skloněné, že všechny trajektorie zakreslíte v rovině ekliptiky. Do středu polárního milimetrového papíru (obr. 2) zakreslete Slunce. Jako polopřímku vyznačte směr k jarnímu bodu (pro jednoduchost zvolte vodorovný směr). Při kreslení použijte měřítko: 1 astronomická jednotka (AU) = 50 mm (což odpovídá měřítku přibližně 1 : 3 000 000 000 000).

② I když trajektorie Venuše a Marsu jsou vůči ekliptice jen málo skloněné (sklon i uvádí tabulka 1), vyznačte přímkami procházejícími Sluncem tzv. uzlové přímky (uzlová přímka je průsečnice roviny trajektorie tělesa s ekliptikou - viz obr. 1). Délka výstupného uzlu Ω (bodů na trajektorii, kde těleso vystupuje „nad“ rovinu ekliptiky) je uvedena v tabulce 1; měří se od jarního bodu ve směru pohybu Země.

③ Do obr. 2 zakreslete přímky apsid pro všechny tři planety (přímka apsid je spojnice perihelu P a afelu A). Polohu perihelu P na trajektorii určuje úhel nazvaný vzdálenost perihelu ω ; měří se od směru výstupného uzlu (viz obr. 1).



Obr. 1. Dráhové elementy

Tabulka 1.

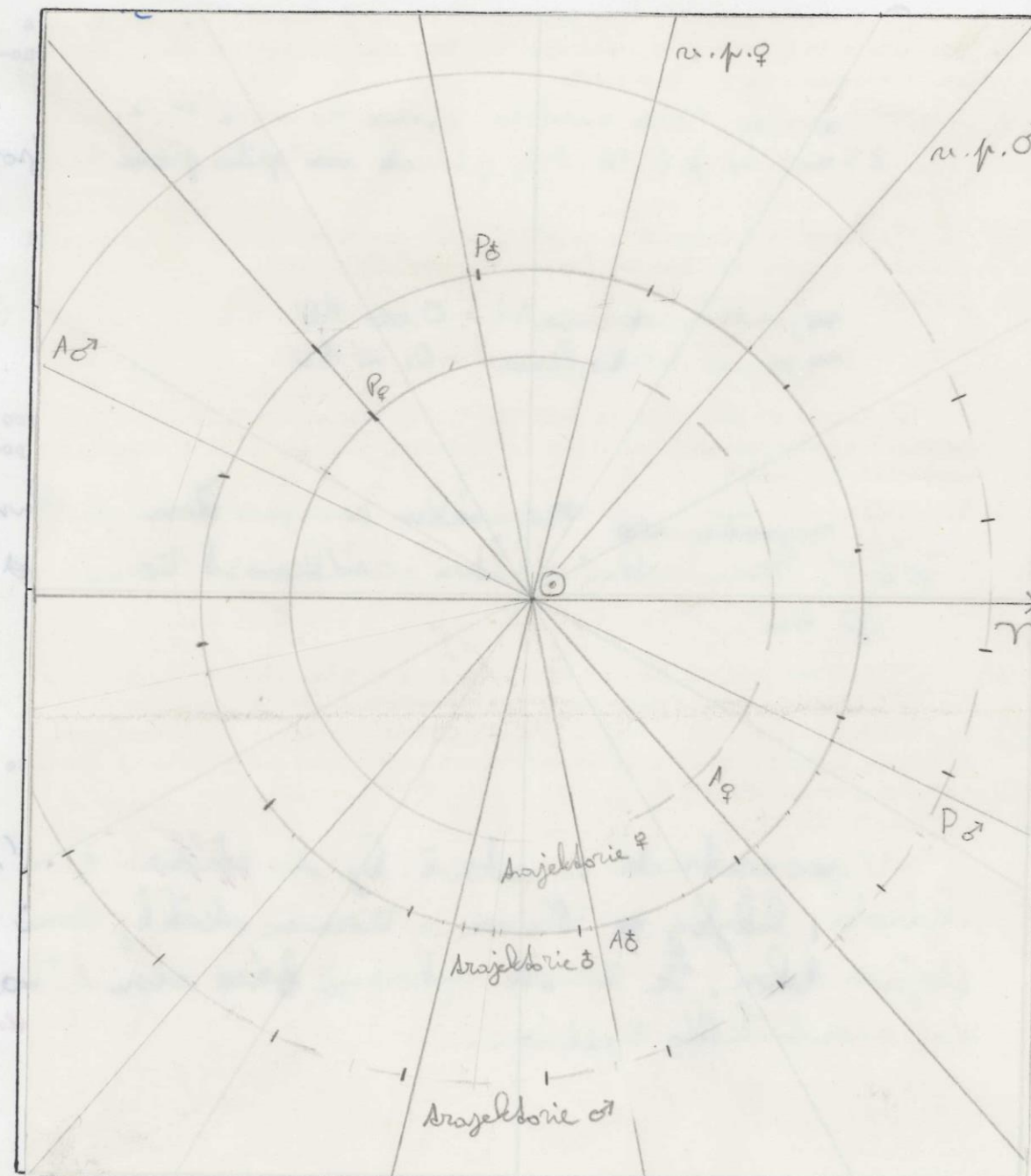
Planeta	i	Ω	ω	e	a (AU)	t (datum)	n ($^{\circ}$ /den)
Venuše	$3,4^{\circ}$	$76,6^{\circ}$	$54,8^{\circ}$	0,0068	0,723	19.5.1986	1,602
Země	$0,0^{\circ}$	-	$102,7^{\circ}$	0,0167	1,000	2.1.1986	0,986
Mars	$1,9^{\circ}$	$49,5^{\circ}$	$286,3^{\circ}$	0,0934	1,524	25.9.1986	0,524

(dráhové elementy lze použít, vzhledem k uvedené přesnosti, pro období přibližně 1980 - 1990)

④ Trajektorie všech tří planet jsou elipsy s malou výstředností. Při naší přesnosti zákresu postačí je vykreslit jako kružnice se středem poněkud mimo ohnisko (= Slunce). Střed kružnice zvolte na přímce apsid ve vzdálenosti $c = ea$ od Slunce směrem k afelu (e - výstřednost elipsy, a - délka velké poloosy, viz tab. 1). Vzdálenost c , jež vyjde v astronomických jednotkách, přepočítejte podle našeho měřítka na milimetry. Poloměr kružnice je roven a (opět přepočítejte na milimetry). Část trajektorie „nad“ rovinou ekliptiky (tedy severním směrem od ekliptiky) zakreslete plnou čarou, pod rovinou ekliptiky čárkovaně.

⑤ Je nutné udat polohu planety pro určitý časový okamžik t . Obvykle se uvádí doba průchodu perihelem. Pro Venuši, Zemi a Mars tento průchod nastal ve dnech 19. 5., 2. 1. a 25. 9. 1986. Ze siderické doby oběhu P se vypočítá střední denní pohyb $n = 360^{\circ}/P$ (ověřte si údaje v tab. 1). Pomocí této veličiny vypočítejte a zakreslete polohu Země a Marsu vždy pro 1. den v kalendářním měsíci roku 1986. Odpovídá poloha Země okolo 21. 3. definicí jarního bodu?

(→ strana 4)



Obr. 2. Trajektorie Venuše, Země a Marsu v měřítku 1 : 3 000 000 000 000