

1 ☐

## VENUŠA je prechod pred slnečným diskom - 2004

Dr. Ladislav Hric, CSc.  
Astronomický ústav SAV

2 ☐ VENUŠA

Venuša je druhou planétou v poradí od Slnka. Je pomenovaná podľa rímskej bohyně krásy a lásky. Jej dráha sa nachádza vo vnútri dráhy Zeme, takže podobne ako Merkúr sa nikdy nevzdiali ďaleko od Slnka.

3 ☐ V E N U Š A

Maximálna uhlová výchylka Venuše od Slnka môže byť až  $48^\circ$ . A navyše je to po Slnku a Mesiaci najjasnejší objekt pozorovateľný na pozemskej oblohe, takže v období, keď je uhlovo dostatočne ďaleko od Slnka je veľmi nápadným telesom na večernej alebo rannej oblohe. Slnko, Mesiac a Venuša sú jediné tri nebeské telesá, ktorých svetlo vrhá tieň.

4 ☐ Planéta VENUŠA

Venuša je najpomalšie rotujúcou planétou v Slnčnej sústave, jednu otočku vykoná približne raz za 243 dní. Venuša obehne okolo Slnka zhruba raz za 225 dní. Jej dráha je najmenej eliptická zo všetkých planét Slnčnej sústavy, čiže sa najviac približuje ku kružnici. Je vzdialená od Slnka 108 miliónov kilometrov.

5 ☐ VENUŠA

Otáča sa okolo vlastnej osi opačným smerom ako ostatné planéty. Avšak slnečný deň nie je na tejto planéte najdlhší. Trvá okolo 117 dní, pričom Slnko vychádza z pozemského hľadiska na západe a zapadá na východe.

6 ☐ VENUŠA – rozmery a povrch

Rovníkový priemer Venuše je iba o málo menší ako zemský, takže rozmermi je takmer dvojčat'om Zeme. Ale podmienky na jej povrchu sú krajne nepriaznivé. Venušu obklopuje hustá atmosféra tvorená prevažne oxidom uhličitým, čo vytvára mimoriadne silný skleníkový efekt.

7

Atmosférický tlak na povrchu dosahuje až okolo 9 MPa, čo je 90 krát viac ako na Zemi. Teplota na povrchu sa pohybuje v rozmedzí zhruba 440 až 480 °C, čo je v priemere viac ako na dennej strane Merkúra! Pri takejto teplote by sa nachádzali v tekutom stave napr. cín, olovo či zinok.

Pritom rozdiely teplôt medzi dennou a nočnou stranou planéty sú minimálne, pravdepodobne nepresahujú 25 stupňov.

Na Venuši je stále zamračené, osvetlenie povrchu je asi také ako pri úplne zamračenej oblohe na Zemi, avšak s červenkastým nádychom, pričom jeho intenzita môže kolísať.

8

Hlavná oblačnosť sa nachádza vo výške približne 50 až 70 km nad povrchom, čo je podstatne viac ako na Zemi. Na Zemi väčšina oblakov nepresiahne výšku 12 km.

Vo veľkých výškach nad povrchom Venuše dosahuje rýchlosť vetra na rovníku hodnotu až 100 metrov za sekundu

Celá vrchná časť atmosféry rotuje okolo planéty takýmto spôsobom ako jednoliata masa a obehne Venušu približne raz za 4 dni.

9

Táto skutočnosť mätla starších pozorovateľov, ktorí sa snažili určiť dobu rotácie planéty teleskopickým pozorovaním. Avšak smerom k povrchu rýchlosť vetra klesá a na samotnom povrchu dosahuje zrejme väčšinou menšiu rýchlosť ako 1 meter za sekundu.

10

V atmosfére Venuše dochádza aj k elektrickým výbojom, avšak ich početnosť je najmenej 1000 krát menšia ako na Zemi.

Povrch Venuše je neustále zahalený v oblakoch a preto ho nemožno zmapovať priamym pozorovaním vo viditeľnom svetle. Avšak hustá vrstva oblačnosti je priehľadná pre rádiové vlny a v súčasnosti už máme vďaka dobre vybaveným sondám zmapovaný takmer celý jej povrch s pomerne vysokým rozlíšením.

11

Asi 60 percent povrchu Venuše tvorí mierne zvlnená planina a vzhľadom na ňu sa merajú výšky povrchových útvarov (na Zemi plní túto funkciu morská hladina). Rozsiahlejšie útvary, ktoré majú väčšiu výšku ako táto planina možno označiť za venušianske kontinenty. Najväčším horským masívom na Venuši je Maxwellovo pohorie, ktorého najvyšší vrch má výšku až okolo 11 km, je teda vyšší ako Mount Everest.

12

Na Venuši sa nachádza málo meteorických kráterov, čo možno pripísať hustej atmosfére, ktorá slúži ako ochranný štít a zrejme aj zvýšenej aktivite planéty po období tvorby kráterov.

Magnetické pole Venuše je veľmi slabé.

13

1 **Planétu už navštívila celá plejáda kozmických sond (celkovo vyše 20), medzi najvýznamnejšie patrili sondy typu Venera, Mariner a Pioneer-Venus.**

2 Na Venuši sa nachádza málo meteorických kráterov, čo možno pripísať hustej atmosfére, ktorá slúži ako ochranný štít a zrejme aj zvýšenej aktivite planéty po období tvorby kráterov.

Magnetické pole Venuše je veľmi slabé.

14

Sonda Venera 9 vyslala prvé čiernobiele snímky priamo z povrchu a vďaka sondám Venera 13 a 14 máme doteraz jediné farebné snímky povrchu. Veľmi významnou bola aj

sonda Magellan, ktorá v deväťdesiatych rokoch podrobne radarovo zmapovala Venušu.

15  **VENUS TRANSIT**

**V určitých časových intervaloch sa Venuša, Zem a Slnko dostávajú na jednu priamku a vtedy dochádza k zaujímavému úkazu – prechodu venuše cez disk Slnka – VENUS TRANSIT. Prechody Venuše cez slnečný disk sa opakujú po 121.5 a 105.5 rokoch, pričom každý prechod je zdvojený, druhý nastáva o 8 rokov po prvom.**

16  **Prechody VENUŠE**

**1** Už v minulosti dokázali astronómovia predpovedať prechody Venuše na

- 7. 12. 1631
- 4. 12. 1639

- 6. 6. 1761
- 3. 6. 1769

- 9. 12. 1874
- 6. 12. 1882

**2** Najbližšie prechody budú:

- 8. 6. 2004
- 6. 6. 2012

- 11. 12. 2117
- 8. 12. 2125

17  **Predpovede prechodov**

Predpoveď prechodov Venuše pred Slnkom vyžaduje dostatočne dobré dráhy vnútorných planét. Tie bolo možné určiť až začiatkom 17. storočia vďaka prácam Johanna Keplera (1571-1630) a uverejneniu Rudolfských tabuliek v roku 1627, ktoré pomenoval na počtenie si svojho mecenáša, nemeckého cisára Rudolfa II. Habsburského (1552-1612).

Kepler predpovedal prechod Venuše na 7. 12. 1631. Úkazu sa však nedožil. Taktiež zistil, že prechody Venuše sa opakujú každých 120 rokov.

18  **Z histórie prechodov VENUŠE**

Prechod Venuše 7. 12. 1631 pozorovaný nebol pre nepresnosti Rudolfských tabuliek. Prechod nastal 6.-7. decembra, no v čase prechodu bola v Európe noc a prechod nebol pozorovaný (výstup mohol byť pozorovaný len zo strednej Európy).

Mladý Angličan Jeremiah Horrocks (1619-1641) predpovedal budúci prechod Venuše na nedeľu

4. 12. 1639 o 3. hodine popoludní (24. 11. 1639 podľa Juliánskeho kalendára); táto predpoveď nebola v súlade s Keplerom predpovedanou 120-ročnou periodicitou

#### 19 VENUS TRANSIT 1639

#### 20 VENUS TRANSIT 1639

Jeremiah Horrocks pozoroval z dediny Hoole (blízko Prestonu) metódou projekcie a tak urobil prvé merania prechodu Venuše.

Použitím tohto pozorovania Horrocks vypočítal polohu uzla Venuše a odhadol jej uhlový priemer, ktorý nebol väčší ako uhlová minúta a tiež

určil, že slnečná paralaxa nie je väčšia ako 14", čo odpovedá vzdialenosti Slnko – Zem okolo 14 700 polomerov Zeme (94 miliónov km).

#### 21 Slnečná paralaxa ?

Určenie slnečnej paralaxy

Tretí Keplerov zákon umožňuje odhadnúť veľkosť slnečnej sústavy, no neposkytuje žiadnu mierku. Ak sa určí vzdialenosť jednej planéty, všetky ostatné vzdialenosti je možné vypočítať.

Slnečná paralaxa je uhol pod ktorým by sme videli zo Slnka polomer Zeme.

Nedá sa určiť pozorovaním Slnka. Keď ju však určíme, môžeme vypočítať vzdialenosť Zeme od Slnka a naviac aj ostatných planét.

#### 22 VENUS TRANSIT 1761

Edmund Halley (1656-1742) prišiel na metódu, ako pri prechode Venuše cez slnečný disk určiť slnečnú paralaxu a tým aj vzdialenosť Zeme od Slnka Jeho metóda je založená na porovnávaní časov prechodu Venuše z rôznych miest a rozdielných zemepisných šírok. Z rozdielov doby prechodu sa dá určiť paralaxa Venuše, a teda aj paralaxa Slnka.

#### 23 VENUSTRANSIT 1761

**Halley svoju metódu rozpracoval do použiteľného postupu a predpovedal prechody na roky 1761 a 1769. Halleyho metóda pozostávala z merania času trvania medzi prvým a posledným vnútorným kontaktom Venuše so slnečným diskom najmenej z dvoch miest, ktoré majú čo najväčší možný rozdiel v zemepisnej šírke. Halley dúfal, že použitím tejto metódy sa určí slnečná paralaxa s relatívnou presnosťou 0,002 (1:500), ak sa určia časy s presnosťou na 2 sekundy.**

#### 24 VENUSTRANSIT 1761

Na tento prechod sa mobilizovala celá astronomická komunita. Cestovné problémy však spôsobila Sedemročná vojna, takmer globálny konflikt, ktorý zasiahol nielen Európou, ale aj moria a kolónie.

Delisle zmobilizoval astronómov na celom svete. Na pozorovanie prechodu poslal mapy viditeľnosti prechodu viac ako stovke pozorovateľov.

#### 25 VENUSTRANSIT 1761

Vo Francúzsku Kráľovská akadémia pre prírodné vedy organizovala tri pozorovacie kampane. Dve z týchto kampaní boli v krajinách spojeneckých k Francúzsku – vo Viedni a v Tobolsku na Sibíri.

Anglickí astronómovia organizovali dve pozorovacie kampane na vzdialených miestach - ostrov Svätej Heleny a Bencoolen na Sumatre.

## 26 ☐ **VENUSTRANSIT 1761**

Ostatné krajiny sa taktiež podieľali na kampani. Maximilián Hell robil pozorovania vo Viedni, Petr Wargentin v Štokholme, Christian Horrebow v Kodani, Eustacio Zanotti v Bologni a De Almeida v Porte. Štyria holandskí astronómovia sa tiež zúčastnili: Johan Lulofs v Leidene, Jan de Munck v Middelburgu, Dirk Klinkenberg v Haagu a Johan Maurits Mohr v Batávii (Jakarta). Celkový počet profesionálnych pozorovateľov pre tento prechod bol 120 na 62 miestach

## 27 ☐ **VENUSTRANSIT 1761**

Výsledky priniesli sklamanie, hodnoty slnečnej paralaxy sa menili od 8,5"

po 10,5". Veľké chyby boli spôsobené slabými znalosťami zemepisnej dĺžky a známym

javom čiernej kvapky, ktorý komplikoval určenie vnútorných kontaktov.

## 28 ☐ **Efekt „čiernej kvapky“**

## 29 ☐ **Maximilián Hell**

- Narodil sa 15.5.1720 v Štiavnických Baniach pri Banskej Štiavnici. Vyrastal v prostredí mnohočlennej rodiny (22 detí)
- Prednášal na gymnáziu v Banskej Bystrici
- Prednášal na jezuitskej akadémii v Kluži (Rumunsko)
- Osobitnú zásluhu má Maximilián Hell pri vybudovaní hvezdární v Trnave, Kluži, Budíne a v Jágri
- Od r. 1755 bol riaditeľom Viedenskej univerzitnej hvezdárne až do svojej smrti 14. 4. 1792.

## 30 ☐ **VENUS TRANSIT 1769**

- pozorovaním prechodu Venuše v r. 1761 Hell dokázal, že Venuša nemá satelity. To, čo objavil astronóm Fontana bol len optický klam.
- pozorovanie prechodu Venuše v r. 1769 prinieslo Hellovi najväčší úspech

## 31 ☐ **VENUS TRANSIT 1769**

- pozvanie dánskeho kráľa na ostrov Kristiána VII. Na ostrov Vardö v Laponsku za polárnym kruhom
- odchod na ostrov Vardö 12 – člennej skupiny ,28.4.1768 – 11.10.1768, kónský záprah, trasa: Viedeň, Praha, Drážďany, Lipsko, Hamburg, Kodaň, Švédsko, Nórsko, Trondheim, Vardö.
- Výstavba hvezdárne

## 32 ☐ **VENUS TRANSIT 1769**

- 3.jún 1769 – úspešné pozorovanie prechodu  
Výsledky pozorovania:
- Určenie slnečnej paralaxy na 8.70 " Hell 8.764148 " dnes
- Vzdialenosť Venuše
- Upresnenie vzdialenosti Zeme od Slnka

## 33 ☐ **VENUS**

## TRANSIT

### 1769

- Za výsledky z pozorovania prechodu bol Hell prijatý za člena dánskej Akadémie vied, pokračuje vo vydávaní periodika „Ephemerides“, v roku 1771 na požiadanie Karola Esterházyho buduje hvezdáreň v Jágri.
- Celkove publikoval 26 prác a v roku 1790 dostal Rad anglickej vlády.

#### 34 VENUS TRANSIT 1769

**M. Hell zomrel v roku 1792, je pochovaný vo Viedni, ale svoje miesto má aj na Mesiaci - je po ňom pomenovaný jeden z kráterov.**



#### 35 VENUS TRANSIT 1769

#### 36 VENUS TRANSIT 1874

**Tento prechod poznamenal technický rozvoj, dosiahnutý v poslednom storočí, zvlášť príspevie fotografického záznamu, zlepšenie časomier a lepšie určenie súradníc. Prechod v roku 1874 bolo možné sledovať z Číny (Peking), Japonska (Nagasaki), severovýchodnej Ázie a Austrálie.**

#### 37 VENUS TRANSIT 1874

#### 38 VENUS TRANSIT 1874

#### 39 VENUS TRANSIT 1874

#### 40 VENUS TRANSIT 1882

1

2

Redukcia pozorovaní z posledných dvoch prechodov umožnila Newcombovi vypočítať slnečnú paralaxu s presnosťou na stotinu uhlovej sekundy. Presná hodnota slnečnej paralaxy bola určená až pomocou rádioteleskopu a potvrdila dobrú zhodu s hodnotou získanou Newcombom z prechodov Venuše.

#### 41 VENUS TRANSIT 1882

1

2

**Prechod v roku 1882 bol dôvodom pre mnoho ciest. Úkaz bol viditeľný z Južnej Ameriky.**

**Francúzi zorganizovali desať výprav**

**Naval Observatory z Washingtonu D.C. vyslalo na pozorovanie prechodu osem expedícií po celom svete.**

**Nemci v Royal Bay pracovali v rámci prvého Medzinárodného geofyzikálneho roka.**

**Podobné stanice boli zriadené aj Francúzmi blízko Cape Hornu.**

#### 42 VENUS TRANSIT 1882

#### 43 VENUS TRANSIT 1882

44  **Výsledky z rôznych prechodov**

45  Pozorovacie stanovištia na Zemeguli, odkiaľ sa pozorovali niektoré tranzity

46  Pozorovacie stanovištia na Zemeguli, odkiaľ sa pozorovali niektoré tranzity

47  Pozorovacie stanovištia na Zemeguli, odkiaľ sa pozorovali niektoré tranzity

48  Pozorovacie stanovištia na Zemeguli, odkiaľ sa pozorovali niektoré tranzity

49  VENUS TRANSIT 2004

50  VENUS TRANSIT 2004

51  VENUS TRANSIT 2004

52  VENUS TRANSIT 2004

53  VENUS TRANSIT 2004

- budúce prechody Venuše cez Slnko  
5. 6. 2012 a 11. 12. 2117.

**Už sa na ne tešíme**

- Upozornenie pre kozmických turistov na Marse: Prechod Zeme cez disk Slnka  
pozorovateľný z Marsu nastane 10.  
11. 2084.

54  VENUS TRANSIT 2004

Ďakujeme za pozornosť a želáme výborné počasie na 8. júla od skorého rána !