

vehető hatást (ami azonban teljességgel ellenkezik az LXV. tétel korolláriumával). Tegyük hozzá még, hogy bár eddig a legtöbben a Földet helyezték – részeinek gravitációja miatt – az Univerzum legmélyebb pontjára, a Napot a földi gravitációnál ezerszer nagyobb centripetális ereje miatt sokkal több joggal illeti meg ez a hely, és a Nap tekintendő a bolygórendszer középpontjának is. Ily módon azután a rendszer felépítése is teljesebben és pontosabban átlátható.

ISAAC NEWTON

Fordította: Fehér Márta

Megjelent: Magyar Helikon, 1977

## A Vénusz

### A régi idők Vénusza

Az összes bolygó közül a legtündöklőbb a Vénusz. Tizenötször fényesebb, mint a legragyogóbb csillag, a Szíriusz. Derült, Hold nélküli éjszakákon fénye árnyékokat vet és ezüstös nyoma tükröződik a víz felszínén. Elragadó szépsége miatt már az i. e. 3. évezredben a szerelem istenségét tisztelték benne.

Az ókorban a Merkúrhoz hasonlóan a Vénusznak is két nevet adtak azt gondolván, hogy az „esti csillag” és a „hajnali csillag” két különböző égitest. A Vénusz ugyanis a Földről nézve hol a Nap előtt, hol pedig a Nap mögött jár. Később rájöttek, hogy ez egy és ugyanaz a két dolog, így kapta az „Esthajnalcsillag” nevet.

Először maga Galilei fordította távcsövét a Vénuszra, s rögtön jelentős felfedezést tett: megfigyelte a Vénusz fázisait (1. ábra). Ez erős bizonyíték volt a heliocentrikus világkép mellett. A távcső fejlődésével egyre többet tanulmányozták a ragyogó égitestet. Már a legrégebbi észlelők is rájöttek, hogy valószínűleg csupán a légkör sűrű felhőrétegeit látják.

A későbbi időkben megbecsülték a Vénusz tömegét, sűrűségét, atmérőjét. Mivel a Földhöz igen hasonló értékeket kaptak, „egyértelművé” vált, hogy a Vénusz bolygónkhoz hasonló világ, tengerekkel, folyókkal, erdőkkel és virágokkal. Már 1727-ben elkészült a térképe, amelynek valószínűleg a távcső optikai hibái adták a fő vonásait. A térkép hitelességében sokan kételkedtek és tovább folytak a megfigyelések. A Vénusz azonban kiábrándító célpont volt: semmit nem mutatott meg magából. Sűrű felhőrétegeibe burkolózva rejtőzött. „Lefátyolozott bolygónak” nevezték el (2. ábra). A XIX. század végén már remek teleszkópok készültek, de ezekkel is pusztán sima, egyenletesen csillogó biliárdgolyónak tűnt az égitest. Mivel felszíni alakzatok makacsul továbbra sem bukkantak elő, képtelenség volt meghatározni a Vénusz tengelyforgásának idejét.

Az elkeseredett csillagászok újra fantáziálni kezdtek, de most már „tudományos alapokon”. A XX. század első felében ugyanis végig arról folyt a vita, hogy miféle összetétele van a bolygó légkörének, s ez hogyan hat az éghajlatára. A két legszélsőségesebb vélemény mocsarakra, illetve sivatagokra szavazott, attól függően, mennyi víz van a Vénusz felhőiben, ha vízfelhők egyáltalán (3. ábra).

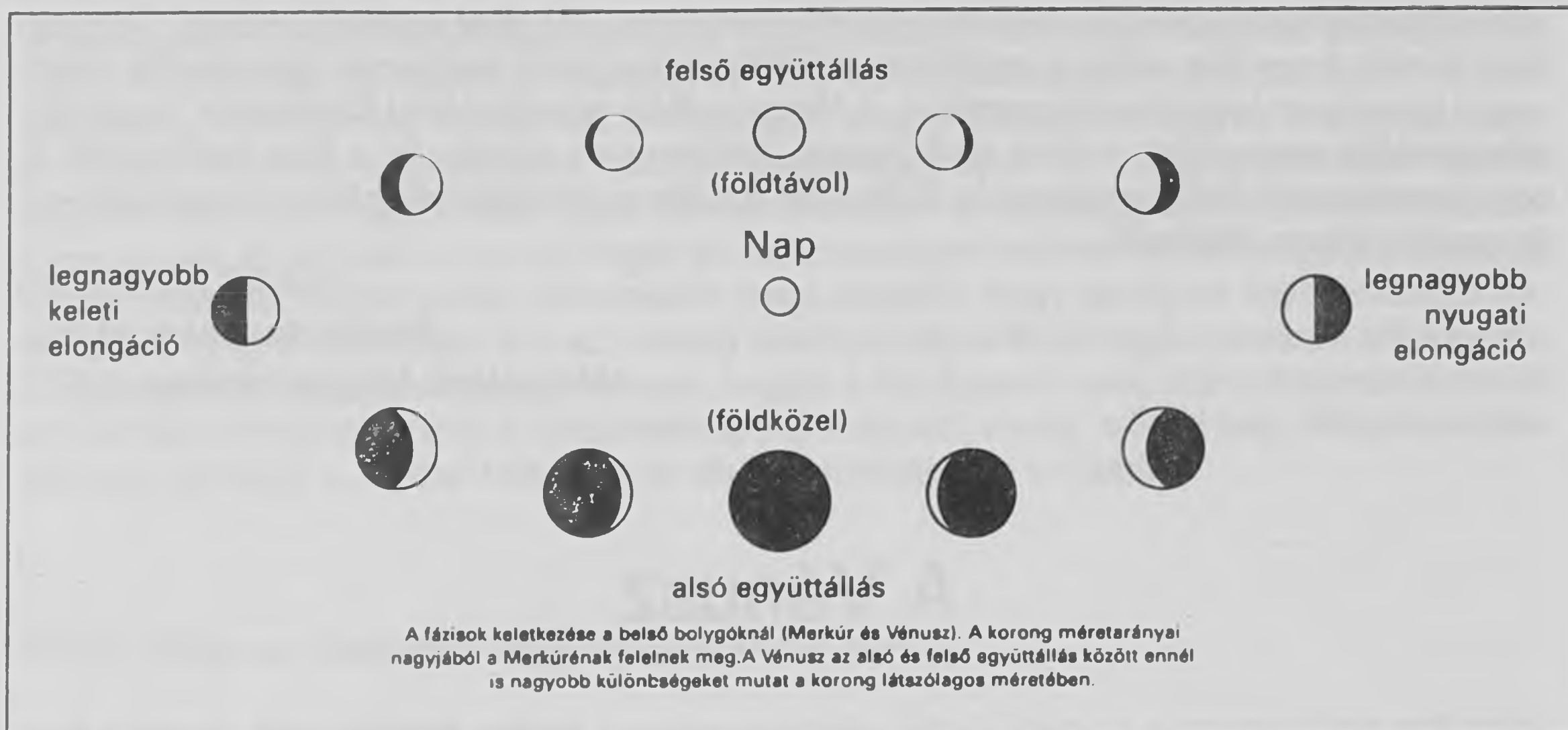
### Megdöbbenő eredmények

1956-ban rádiócsillagászok tanulmányozták a Vénusz sugárzását. Olyan eredményeket kaptak, amelyek több száz Celsius-fokos felszíni hőmérsékletről árulkodtak. Világossá vált, hogy nemhogy mocsarak, de egyetlen csepp víz sincs a Vénusz felszínén.

---

Részlet a szerző PSzM Projekt által támogatott Csillagászat és természetföldrajz című az Alternatív Közgazdasági Gimnázium Alapítvány által kiadott tankönyvéből

---



1. ábra  
A Vénusz fázisainak magyarázata



2. ábra  
A lefátyolozott bolygó, a Vénusz

A másik óriási meglepetést a radarmérések szolgáltatták. Kiderült, hogy a Vénusz nem úgy forog, ahogyan az „illik”: forgásiránya ugyanis a többi bolygóéval ellentétes (retrográd). 1962-ben a tengelyforgási időt 243 napban állapították meg. A csillagászok kezdtek úgy tekinteni a Vénusra, mint Naprendszerünk igen különleges bolygójára.

### Feltárulkozik a Vénusz

A további radarmérések segítségével hegyek és medencék képe bontakozott ki előttünk, bár még eléggé homályosan. Az „Esthajnalcsillag” megismerésének története a szovjet és amerikai űrszondák elindításával folytatódott.

Eleinte úgy tűnt, hogy a szovjetek a Mars, az amerikaiak pedig a Vénusz kutatását helyezik előtérbe. 1962 után valami-

lyen okból megfordult a helyzet: a Vénusz a szovjet űrkutatás kiemelt célpontja lett.

A szovjetek az ún. Venyera-szondákat küldték a Vénusra. Az első kísérletek kudarcba fulladtak, de a Venyera-3 már leereszkedett a bolygó felszínére. Mérési adatokat sajnos nem sugárzott, de így is ez volt az első szerkezet, amely eljutott egy másik bolygóra (1966). A további Venyerák sem jártak több sikerrel; már a leszállás során, illetve röviddel a felszínre érkezésük után beszüntették működésüket. Méréseik megerősítették, hogy a Vénusz igen forró, barátságtalan hely. A hőmérséklet igen magas, így a roppant kényes, bonyolult elektronikai szerkezeteknek nem a legideálisabb munkafeltételt jelenti.

### A Venyera-9 és Venyera-10

1975-ben ismét történelmi jelentőségű pillanatok következtek. A két szovjet szonda leereszkedett a Vénusra, s az emberiség történetében először megpillanthattuk egy másik





3. ábra  
Régi elképzelés a Vénusz felszínéről: gazdag  
élővilággal övezett folyópart

bolygó felszínét (4. ábra). A képek egyhangú, sziklával teli, sivár tájat mutattak. Foszforeszkáló zöldes vénuszlakók és vanádiumevő mocsári állatok nem tűntek elő, bár ekkor már senki sem számított ilyesmire. A látvány kiábrándító volt. Kezdték rájönni, hogy ide ember valószínűleg soha nem fogja betenni a lábát. A Venyera-9 53 percig, a Venyera-10 65 percig közvetítette adatait. Ezután mindkét szerkezet automatikusan kikapcsolódott, mert hővédő burkaik ellenére már annyira felhevültek, hogy esetleg hibás adatokat kezdték volna továbbítani.

1978-ban két amerikai Pioneer-Venus-szonda vizsgálta a Vénuszt, egyikük le is szállt.

### A Magellán-szonda

1990 óta dolgozik a Magellán-szonda (szintén amerikai), amelynek köszönhetően minőségi változás állt be a bolygó kutatásában. A Vénusz körül keringve radarhullámokkal pásztázta a felszínt. A tervek szerint legalább 1995-ig működik majd, de már eddig is több teljes térképezést végzett, így az esetleges változások is nyomon követhetők. A Magellán által közvetített fantasztikus radarképekből állandó kiállítás

nyílt Washington városban, és sűrűn foglalkoznak vele a különböző tudományos folyóiratok is. A Vénusz feltárulkozása napjainkban, a szemünk előtt zajlik, így módunkban áll a legfrissebb ismereteket is felvonultatni a bolygó bemutatása során.

### A Vénusz belseje

A Vénusz sok tekintetben nagyon hasonlít a Földhöz, ezért gyakran „bolygótestvérünknek” vagy „bolygónővérünknek” is nevezik. Mérete, tömege és sűrűsége alapján a belső felépítése is „földszerű” lehet (5. ábra). Valószínű azonban, hogy a „vénuszkéreg” a Föld kérgénél kb. kétszer vastagabb (60-, illetve 30 km), ezenfelül melegebb és képlékenyebb is.

### A Vénusz légköre

A Vénusz légköre 96%-ban szén-dioxidból, 3,5%-ban nitrogénből áll. Ezenkívül kevéske vízgőz (0,1%) és nyomokban molekuláris oxigén található benne. A bolygó légköre rétegzett. A fő felhőréteg 45-60 km-es vastagságban húzódik és főleg kénsavból áll. A sűrű felhőborítás miatt a napsugárzásnak csak 2%-a éri el a felszínt. Akkor honnét van ilyen forrás?

A válasz az ún. üvegházhatásban rejlik. A  $\text{CO}_2$  és a vízgőz jellemző tulajdonsága, hogy a napsugarakat átengedi így azok felmelegíthetik a felszínt. Ennek hatására a felszíni anyagok hősugárzást bocsátanak ki. A hősugarakra nézve a  $\text{CO}_2$  és a vízgőz már nem



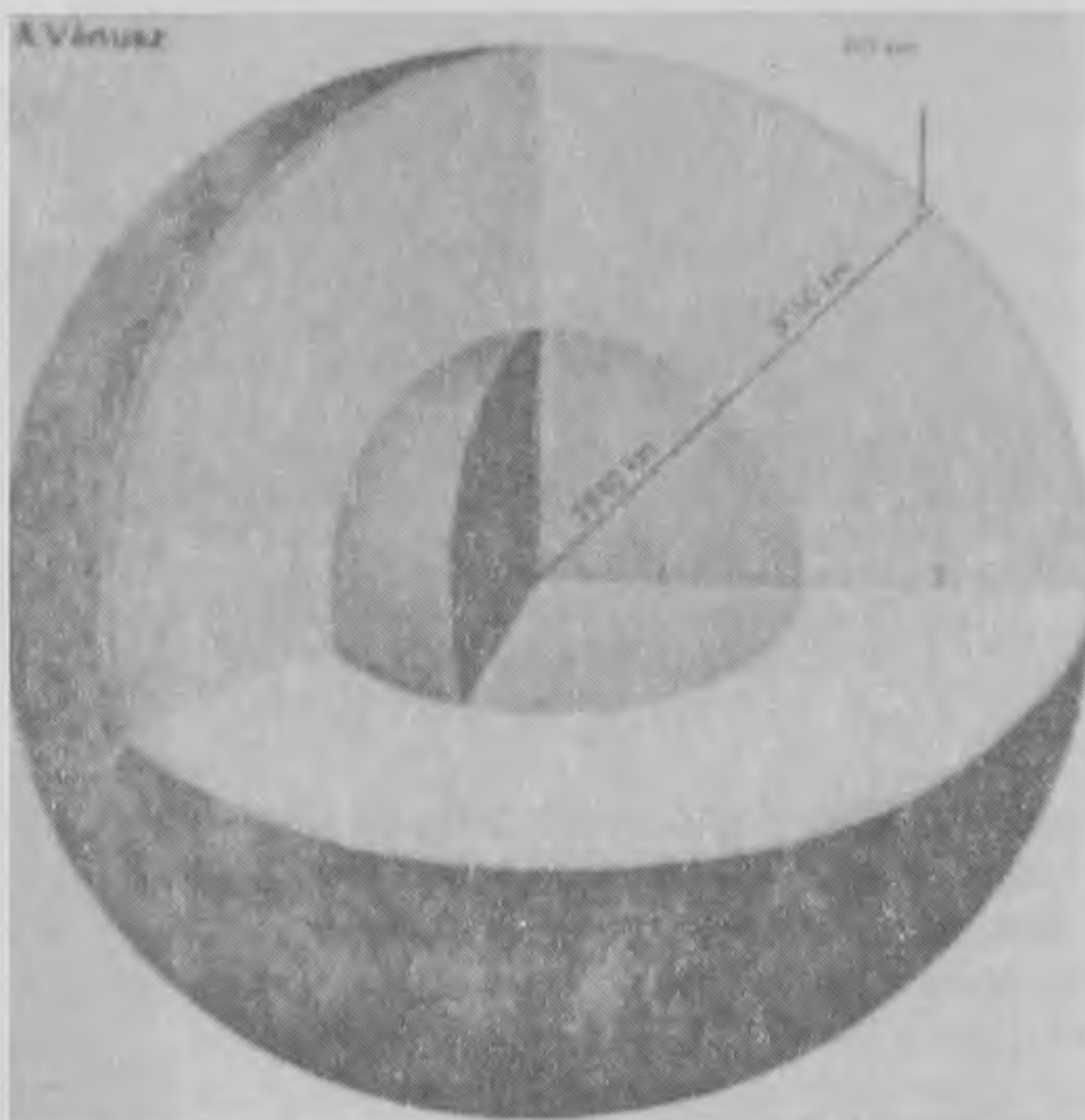


4. ábra

*A Venera-9 szovjet űrszonda képe a Vénusz felszínéről. Egyben az első kép, amit egy másik bolygóról közvetlen közélről készítettünk*

átlátszó, így azok „benragadnak” a légkörben, s visszaverődnek a felszín felé. Így jelentős hőmérséklet-emelkedés lép fel. Az üvegházhatás elnevezés az üveg (illetve üvegház) hasonló tulajdonságaiból származik. A folyamat a Vénuszt forró, sivatagos bolygóvá változtatta; ha voltak is rajta valaha tengerek és óceánok, rég elpárologtak. A felszíni hőmérséklet átlagosan 477 °C! Az ettől való eltérések nem nagyok, egyrészt az üvegházhatás egyenletes fellépése, másrészt az évszakok hiánya miatt. Utóbbi oka a Vénusz csekély tengelyferdesége, amelynek következtében egy adott szélességen a besugárzás mértéke nem változik számottevően.

A légkör nyomása kb. 90-szerese a földiének. A felső rétegekben 350-400 km/órás sebességű szelek tombolnak, míg a felszínen csak lengeszellő fújdogál (néhány km/órás értékek).



5. ábra

*A Vénusz belső felépítése. A Földhöz hasonlóan egy vasmagból, egy kőzetköpenyből és mintegy 60 km vastag kéregből áll.*

### *A Vénusz felszíne*

A Vénusz felszínének a 70%-a hullámos dombságokból és síkságokból áll. Az ennél mélyebben fekvő vidékeket lesüllyedt mélyföldeknek nevezik, amelyek kb. 20%-kal részesednek a bolygó területéből. A felszín maradék 10%-án magasra kiemelt felföldek, más néven kontinensek húzódnak, amelyeken a Vénusz legmagasabb hegységei ülnek.

A Vénusz térképvázlata a 3. ábrán látható. A bolygó északi féltekéjén fekszik az Ishtar Terra nevű, kb. Ausztrália nagyságú kontinens, amelyen a Vénusz legmagasabb hegysége, a Maxwell Montes (Maxwell-hegység) található (11 800) méter. A másik nagy kon-



tinens az Aphrodite Terra, a vénuszi egyenlítőn, illetve attól délre, amely területét tekintve Afrikához fogható (6. ábra). Két kisebb felföld az Alpha- és a Beta Regio; utóbbin hatalmas, pajzs alakú vulkánok vannak (pl. Rhea Mons). Az Eistla Regio egyik óriási tűzhányója az 5. képen látható.

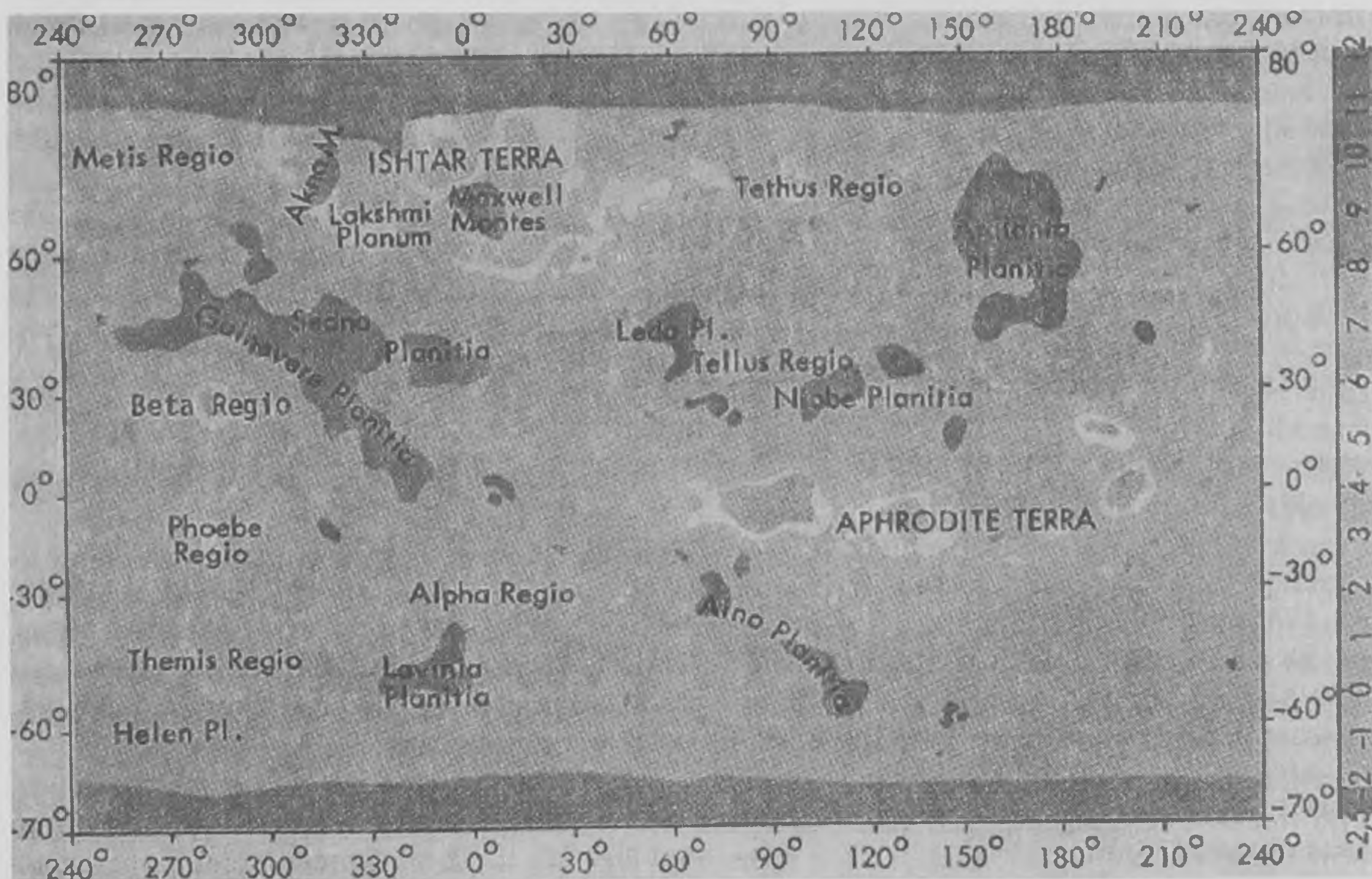
A Vénusz felszínén rengeteg a tűzhányó, számos kráter tarkítja a tájat. A felszín nagy része lávával borított. A Magellán megfigyelései szerint két térképezés között megváltozott egy bizonyos terület a Vénuszon, minden valószínűség szerint vulkáni működés miatt. Más jelek is arra utalnak, hogy a Vénuszon ma is aktív tűzhányó tevékenység van, egyedül a Földön és a Jupiter ló nevű holdján kívül. A vénuszi vulkánok jóval nagyobbak a földieknél.

Más felszíni alakzatok is aktív belső működésre utalnak. Sok a hasadék-völgy és az árok. A legérdekesebb formák a gyűrűshegységek, amelyek fel-

tehetőleg a kéreg meggyűrődésével keletkeztek. A leszálló űrszondák nagy számban találtak vulkáni kőzeteket, pl. gránitot és bazaltot, de a képek némelyikén jól rétegzett üledékek is előtűnnek. A sziklák egy része erősen lepusztított. A lepusztulás (erózió) fő mozgatórugója egyelőre kérdéses, hiszen víz, jég, erős szél és nagyfokú hőmérséklet-ingadozás nem jöhet szóba. Feltehetőleg a légkörben kavargó apró porszemek okozzák a pusztítást, amelyek a levegő nagy sűrűsége miatt igen lassan ülepednek, közben pedig az iszapörvényekhez hasonló hatást fejthetnek ki.



6. ábra  
A Vénusz felszíne



7. ábra  
A Vénusz vázlatos térképe



A Vénusz tehát valóban igen különleges planéta, de mégis kiérdemli a „bolygótestvérünk” címet. Nem csupán alapadataival, hanem kontinenseivel és gyűrteggel, amelyek a Földön kívül egyedül itt vannak jelen. Ha pedig csak a bolygókat tekintjük, az is elmondható, hogy a Naprendszerben csak két olyan létezik, amelynek aktív belső működése és tűzhányó tevékenysége van: a Föld és a Vénusz.

A sok hasonlóság ellenére sajnos nem nekünk való hely; korántsem olyan idillikus, mint azt szerelmesei gondolták valaha. Sokkal inkább jellemzőek rá a következő sorok:

„Megdöbbször forró, nyomasztóan sűrű, maró gázokat tartalmazó légkör, saját hőjétől homályos vörös fényben pislákoló felszín, bizarr fénytörési jelenségekkel. A Vénusz... leginkább a pokol klasszikus képéhez hasonlít.”



8. ábra  
A Gula Mons nevű hatalmas tűzhányó a Vénusz felszínén

SIMON TAMÁS

## Mit értesz azon, hogy...?

– Megígértem neked, hogy beszélni fogunk a meghatározásról – mondtam egyik nap Verának.

– Mit értesz azon, hogy „meghatározás”?

– Most éppen a „meghatározás” meghatározását kérdezed tőlem. Arra a kérdésre ugyanis, hogy „mit értesz azon, hogy...?”, rendszerint meghatározással válaszolunk.

– És most te megadtad a „meghatározás” meghatározását?

– Nem, nem adtam meg, mivel nem mondtam meg, hogy mik azok a sajátosságai, amelyekkel elhatárolhatod minden mástól. A „meghatározás”-t így lehet meghatározni: *A meghatározás a fogalom tartalmának feltárására szolgáló logikai művelet.*

– De aki nem tudja mit jelent a „fogalom tartalma”, az nem tudja ezzel elhatárolni a meghatározást minden más dologtól. Egyszerűen nem érti meg azt, amit mondtál.

– Ez így igaz. Ezért a meghatározásokkal szembeni egyik követelményként szokták említeni, hogy a meghatározásnak ismert fogalmakkal kell történnie. De formailag az én meghatározásom helyes volt.

– Lehet, hogy formailag helyes volt a meghatározásod, de még én, aki tudom, hogy a fogalom tartalma azoknak a sajátosságoknak az összessége, amelyekkel a fogalomban általánosított dolgok elhatárolhatók minden más dologtól, még én sem tudok meg azzal sokat a meghatározásról, hogy tudom, az a fogalom tartalmának feltárása.

– A meghatározásoknak nem is az a szerepük a megismerésben, hogy pótolják a kifejtést, a részletes magyarázatot. Ha például tudom, hogy a „háromszög zárt mértani síkidom, amelyet három egyenes vonal határol”, akkor ezzel megadtam a háromszög meghatározását, de önmagában ebből még nagyon sok fontos sajátossága nem tűnik ki a háromszögnek.

\*A Logikus című könyvet a Korona Kiadó adta ki a Pedagógus Szakma Megújítása Projekt megbízásából.