

Redakta noto

La malgranda membraro de ISAE pli kaj pli malmultnombriĝas. Kun morno ni adiaŭas fidelan ISAE-anon *Lawrence Mee*, kiu forpasis la 27an de oktobro 2002 en *Manchester*, Britio. Kaj grave trafis ne nur nian Asocion, sed tutan Esperantujon, la neatendita morto de brazila ISAE-anino *Symilde Ledon*: pro akcidento, kiu ankaŭ mortigis ŝian edzon *Gilbert*, aŭtoro de multaj pensigaj gazetartikoloj; mi bone memoras nian – bedaŭrinde unuan kaj samtempe lastan – renkontiĝon dum la Fortaleza UK kaj nian instigan diskuton pri lia serio de unikaj broŝuroj "Fakaj Kajeroj" en scienc-teĥnika, sed tute ne peza, faka lingvaĵo. –

La sekva tabelo montras, ke la ĝisnunaj ISAE-membrokotoj tute ne plu kovras la eldon- kaj sendokostojn de nia asocia organo, ĉar enorme plialtiĝis la afrankokostoj ekde januaro 2003. Kvankam la afranko por prespoŝtaĵoj ene de Germanio restis la sama (€ 0.77 por pezo ĝis 3 SR-kajeroj = 250 g) kaj la leterafranko por Germanio kaj EU-landoj eĉ reduktiĝis je 1 c (de iama 56 €-centoj al "nur" 55 c por leteroj ĝis 20 g), la ruzaj poŝt-oficistoj lerte egaligis tian "perdon" per novaj, multe pli altaj kostoj por **presaĵoj/libroj** al landoj en kaj ekster EU:

	en Eŭropa Unio kaj al transmaraj landoj		
	ĝis	ekde	plialtiĝo je
	2002-12-31	2003-01-01	
1 SR-kajero (ĝis 100 g)	€ 1.02	€ 1.20	+ 18 c
2 aŭ 3 SR-kajeroj (ĝis 250 g)	€ 1.28	€ 1.70	+ 42 c
pli ol 3 kajeroj (ĝis 500 g)	€ 1.79	€ 2.60	+ 82 c

Tio grave pezas sur la forsendo de Scienca Revuo – kaj sur la ekonomio de ISAE ĝenerale. La sekvo: Scienca Revuo estonte ricevos nur tiuj ISAE-anoj kaj interesatoj, kiuj vere ĝustatempe pagis la membrokotojn al unu el la en ĉiu kajero klare sur interna kovrilpaĝo indikitaj ISAE-kontoj. La nova estraro de nia Asocio devas decidi dum la venonta ISAE-jarkunveno kadre de Gotenburga UK pri eventuale a) plialtigi la membrokotojn aŭ b) redukti la jaran eldonon de nuntempe 4 kajeroj po SR-jarkolekto al 3 kajeroj (tamen plialtigi anstataŭe ĉiun unuopan kajeron per 6-8 paĝoj, t.e. per tiom da paĝoj kiom restas en la poŝtafranka pezolimo po sendaĵo). –

Mi esperas, ke multaj ISAEanoj partoprenu nian ĉi-jaran asocian dum-UK-an jarkunvenon por pridiskuti ankaŭ inter ni la strategiforuman interesan temon "Kiel scienco helpu nin – kiel ni helpu al la scienco".

Kun elkoraj salutoj

Prof. Dr. R. Sachs, prezidanto de ISAE

Originalaj artikoloj

La konkerado de Marso

Jacques JOGUIN

Marso en la antikvo aŭ "Marso la Dia"

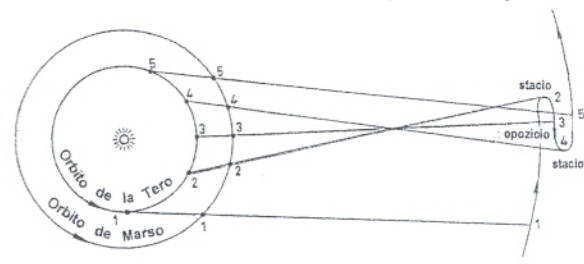
Marso plej freŝe memorigas nin pri la malgranda aparato *Sojourner* (= pasloĝanto, tamen ĝi restis sur Marso poreterne), kiu promenis sur Marso kaj sur niaj televidekranoj en julio 1997. Multaj el ni pensas ankaŭ pri la marsanoj, eĉ se oni hodiaŭ scias, ke marsanoj ne ekzistas. Sed en la antikvo? Ĉu oni konis Marson? Kaj se jes, kiel oni vidis ĝin? Niaj prauloj, la sumeranoj, la egiptoj kaj la grekoj ekzemple. Por ili, ĝi estis vaganta astro, t.e. planedo.

La vorto devenas fakte de la grekoj, por kiuj *planetes* signifis vaganton. Kial? Ĉar la antaŭuloj (kiuj konis 5 planedojn videblajn nudokule: Merkuro,

Venuso, Marso, Jupitero kaj Saturno) rapide rimarkis, ke tiuj astroj, kvankam ili aperas kiel

lumaj punktoj en la ĉielo – same kiel la steloj – moviĝas fakte inter ĉi lastaj kaj ne scintilas kiel tiuj. Oni ankaŭ sciis, ke ili povas iri returnen (en astronomio oni nomas tion "retroirado"). Kaj tiu fenomeno estas tre karakteriza por Marso. Ili fine sciis, ke Marso estas ruĝa. El tio venas la latina nomo de "Marso" – Dio de la milito, ĉar la ruĝo estas simbolo de sango kaj fajro.

Oni vidas, ke niaj antaŭuloj sciis multajn aferojn. Sed ĉar ili ne havis pligrandigajn instrumentojn, la grekoj konsideris, ke la planedoj rondiras ĉirkaŭ la nemoviĝanta Tero. La Tero ne estis por ili planedo. En la jaro 150 p.K. Ptolemeo (87-165) proponis la geocentran modelon, kiu restos la referenco ĝis Koperniko (1473-1543) – do, dum tempoperiodo de preskaŭ unu kaj duona da jarmiloj.



Marso enĉenita

La Romia Imperio anstataŭis Grekujon, kaj la Mezepoko la Romian Imperion. La Ptolemea sistemo ne moviĝis, ĉar la Eklezio faris el ĝi dogmon. Sed en la 1504a jaro, ĉiuj planedoj situis en la konstelacio de **Kankro**. Koperniko komparas ilian situon al la antaŭvidoj de Ptolemeo. Li konstatas tre grandajn diferencojn. Li konas **Aristarĥon de Samoso**, kiu estis por heliocentra sistemo kaj li refaras la kalkulon laŭ la aristarĥa sistemo. La diferencoj forte reduktiĝis. Pro tio li deduktis, ke li devas akcepti la **heliocentran** sistemon.

Sed Koperniko estas kanoniko. Li konas la Sanktajn Skribojn kaj la Eklezion. Li do disvastigas la novan sistemon tre grade kaj lia fundamenta verko estos eldonita nur en la jaro de lia morto (1543).

Ĝordano Bruno (1548-1600), ekspastro, ne estis tiom singarda. Li eldiras, ke la Tero estas nur la tria planedo de la sunsistemo kaj ke ĝi portas loĝantojn. Kial ne la aliaj "Teroj" de la ĉielo? Nu, oni komencas paroli pri "marsanoj". La prauloj, esceptokaze, ne povis pensi pri la plureco de la loĝataj mondoj, ĉar, por ili, la Tero estas centre de la universo, loko de Dio, organizita ĉirkaŭ la Tero kaj por la Tero. La Kopernika sistemo, konsidere ke la Tero estas nur modesta planedo inter aliaj, ŝanĝas komplete la perspektivon. *Bruno* estos kondamnita de la Inkvizicio (post 8 jaroj da proceso) kaj en 1600 brulmortigata en Romo.

Tamen, samjare, *Johannes Kepler* venas labori kun la dana astronomo *Tycho Brahe* (tiam ekzilita en Prago) kaj *Brahe* proponas, ke li studu matematike la orbiton de Marso, kion li konsideras tre malfacila. Keplero opinias, ke tiu afero devus esti finregulita dum "unu malgranda semajno". Li bezonis proksimume 20 jarojn en 2 etapoj!

Efektive, li malkovris nur en 1605, ke Marso rondiras laŭ elipsa orbito, en unu el kies fokuso troviĝas la Suno kaj ke tiu orbito estas irata laŭ la area leĝo.*

La rapido de Marso ne estas konstanta: Marso plejrapidas ĉe la **perihelio** kaj plejmalrapidas ĉe la **afelio**. Tiuj malkovroj, eldonitaj nur en 1609, estas kontraŭaj al la dogmoj de la epoko kaj al la eklezia instruo. Sed Keplero estas luterano, kaj kvankam Lutero deklaris sin kontraŭ la sunsistemo de Koperniko (ĉar tiu estas kontraŭa al la Sankta Skribo), Keplero estis nur kritikata sed ne turmentata. Finfine li ŝancelas la povon de la Roma Eklezio!

La tria Keplera leĝo** (1619!) ebligas mezuri, por la unua fojo (1672), la distancon inter la Tero kaj la Suno danke al Marso, kiu, tiujare, troviĝis tre proksime al la Tero.

Malfacilaj observoj

Sed intertempe aliaj eventoj okazas: en 1609 la **lorno** estas elpensita kaj Galilejo (1546-1642) tuj komencas en Italio serion de observoj pere de la instrumento, kiun li fabrikis. Li malkovras, ke la Luno havas montarojn, ke Venuso havas fazojn kiel la Luno, kaj tiuj fazoj ne povas esti klarigataj per la Ptolemea sistemo. Kontraŭe, ili estas facilege klarigeblaj per la Kopernika sistemo. Sed la observo de Marso rezultigas nenion interesan: Marso estas tre malbone lokita en la momento de tiuj observoj, la planedo estas tre malgranda, kaj la instrumento ne sufiĉe grandigas.

Sed la lorno estos perfektigita kaj, inter 1659 kaj 1672, *Huygens* malkovros la polusajn "kalotojn" kaj malhelajn zonojn kiel *Sirtis Major*. Li faras la unuajn skizojn kaj deduktas, ke la rotacia periodo de la planedo estas iom pli ol 24 horoj. *Cassini* trovas 24 h kaj 37 min. En la fino de la 17a jarcento, oni multe diskutas pri la novaj malkovroj. Ĉu ne estas mirige trovi planedon, kiu turniĝas ĉirkaŭ sia akso praktike kiel la Tero kaj kiu posedas ankaŭ polusajn kalotojn kiel la Tero? La rezulto estas, ke *Fontenelle* eldonas en 1686 siajn « *Entretiens sur la pluralité des mondes* » (Interparoloj pri la plureco de la mondoj). Sed li diras preskaŭ nenion pri Marso.

La observoj plu daŭras en la 18a jarcento nome kun *F.W. Herschel*, kiu profitas de la periheliaj opozicioj; la Tero ja pli rapida preterpasas Marson en intervaloj de 2 jaroj kaj du monatoj. Marso estas tiam en **opozicio**, t.e. sur la alia flanko de la Tero rilate la Sunon. En la plejparto de tiuj opozicioj, Marso estas je distanco de pli ol 100 milionoj da km; kaj tio estas multa. Feliĉe, la trajektorio (orbito) de Marso estas sufiĉe elipsa por ke, ĉiun 15an jaron, kiam la preterpaso okazas dum Marso estas en la **perihelio** – oni havas perihelian opozicion – la distanco estas malpli ol 60 Mkm. La observaj kondiĉoj estas optimu-

* La radio ligante la Sunon kaj la planedon frotas egalgrandajn areojn dum egalaj tempoj

** La kvadratoj de la ĉirkaŭiraj tempoj de la planedoj rilatas unu al alia kiel la kubo de ties averaĝaj distancoj for de la Suno

maj, kvankam oni vidas Marson kiel oni vidas tenispilkon en 500 metra distanco!

Sed, en tiu epoko, la lornoj havas gravan difekton, nome la **ĥromatan aberacion**, kaj oni scipovos rektifi ĝin nur en 1758. Kaj tio ege ĝenas la observojn. Estas do *Herschel*, kiu laboras kun memfarita teleskopoj, kiu mezuras la **inklinon** de la **rotacia akso** 27°, tiu de la Tero 23°. Marso havas do sezonojn, kiel la Tero, kaj eĉ pli ekstremajn kaj pli longajn, ĉar la Marsa jaro daŭras 687 tagojn. Ĉiuj ĉi rezultoj similigas Marson al la Tero. Nu, la vivo ekzistas sur la Tero. Kial ne sur Marso?

Inter scienco kaj scienc-fikcio

Estas do en la 19a jarcento kaj la komenco de la 20a, ke la progresoj (la disvolviĝo de la lornoj kaj de la teleskopoj) ebligas pli precize ripeti la observojn pri Marso, kiuj tamen restas malfacilaj. Estas en la perihelia opozicio de 1877, ke *Asaph Hall* malkovras la **satelitojn de Marso**. Oni baptis ilin *Fobos* kaj *Deimos*, laŭ la nomoj de la teruraj infanoj de Afrodito kaj Aro. Sed tiun malkovron oni forgesis, ĉar *Schiaparelli*, la saman jaron, anoncas, ke li observis kanalojn sur Marso. Kaj la usonano *Percival Lowell* denove uzis la vorton kanalo en 1896. Li eĉ konstruos en *Flagstaff* / Arizono fakan observatorion per sia propra mono. La vorto "kanalo" sugestas artefaritecon kaj rezultigos gloron super la kapo de la eltrovinto – des pli ĉar la kanalo de Panamo estas konstruata.

La plejparto de la astronomoj ne kredas je kanaloj. Ili konsideras, ke tiuj estas vidiluzioj, ke temas nur pri zonoj kun kolornuancoj. Iuj, konsiderante ke tiuj kolornuancaj varioj estas sezonaj kaj deiras de la polusoj, estis jam sugestintaj (1865), ke temas verŝajne pri **lilfenoj** revivantaj pro la alveno de la printempo.

Sed la **spektroskopio** komencas intermiksiĝi. Ĝi montras, ke ne estas **likva akvo** sur Marso. *Lowell* taksas, ke tio plifortigas la ideon de la kanaloj: la marsanoj fosas irigaciajn kanalojn por lukti kontraŭ la elsekiĝo de sia planedo! Do ne mankas imagpovo! La spektroskopio tamen montros, ke ne estas spuroj de ĥlorofilo, ke la atmosfero estas tre maldikega, ke ĝi entenas neniom da akvovaporo kaj praktike neniom da oksigeno.

La mito de la kanaloj iom post iom disfalas, des pli ke la naskiĝinta fotografio alkondukas nenion pli: la disko estas tro malgranda kaj la pligrandigoj montras nur la grajnon de la emulsio. Sed la mito de la marsanoj estas lanĉita, kaj ĝi havos belan vivon. "La milito de la mondoj" de *H.G. Wells* aperas en 1897.

La dua mondmilito alkondukas ion novan: la raketojn kaj elektronikon. La unua artefarita satelito iĝis lanĉita en 1957 de la rusoj, kiuj poste sendas sondilon al la Luno en 1959 kaj al Marso en 1962 (sed ĝi malsukcesos pro perdo de radiokontaktoj).

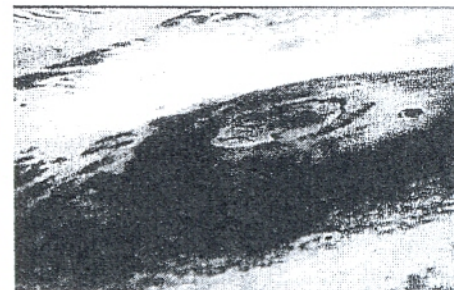
La usonanoj lanĉas *Mariner 4* en 1964. La aparato preterflugas la planedon la 14an de julio 1965. Ĝi sendas 22 fotojn nigra-blankajn. Kaj estas mirego! Troviĝas multaj krateroj sur Marso tute similaj al tiuj de la Luno. Ne eĉ unu kanalo! La foto prezentas 1% de la surfaco. *Mariner 6* kaj *Mariner 7* estas lanĉitaj en 1969, sed tiuĉijare *Neil Armstrong* kaj *Buzz Aldrin* paŝas sur la Luno. Oni do preteratentas la sondilojn *Mariner*, kiuj nur konfirmas, kion oni jam sciis.

La vualo leviĝas

Por pluri oni bezonas satelitigi sondilon ĉirkaŭ Marso. Tio estos *Mariner 9* en 1971, sed ĉe ĝia alveno, polvotempesto tute maskas la grundon de la planedo. Oni atendigas *Mariner 9* dum la sovetaj sondoj *Marso 2* kaj *Marso 3*, aŭtomataj, fotas ĝis elĉerpiĝo de la baterioj.

Kiam la tempesto estas for, *Mariner 9* sendas siajn fotojn kaj oni malkovras la **gigantajn vulkankraterojn**: ekz. *Olympus Mons* havas diametron de 500 km ĉe la bazo (la duono de Francio) kaj alton de 24 km (trioblo de Monto Everesto). Ĝi eĉ ne estas la sola; dudeko da gigantaj vulkankrateroj kaj centoj da pli etaj prisemas la Marsan grundon (kiel tiuj de Aŭvernjo kaj Islando).

Pli ol la duono de la surfaco estas vulkandevena. Kaj oni malkovras la plej grandan kanjonon de la tuta sunsistemo, *Valles Marineris*: 4000 km longa (la distanco de Parizo al Kalkuto), 600 km larĝa en certaj lokoj kaj 8000 m profunda.





Jen kelkaj precizigoj:

- **Tharsis** estas malkavaĵo de 6 km alta kun pluraj gigantaj vulkanoj. Ĝi aĝas 2 Gj.;

- **Valles Marineris** komenciĝas apud la gigantaj vulkanoj. Ĝi estas rifto aŭ fendo, t.e. zono de disfalego kaŭzita de la leviĝo de *Tharsis*. Ekzistas multnombraj ŝoviĝoj de la grundo precipe pli profunde ol 1000 m sur la flankoj elmetitaj al la sudo. Tio montras, ke la akvo estas frostita en la grundo. Oni nomas tian grundon « permafrosto »;

- **la hidrografiaj retoj** (la memoro de la akvo): Pluraj retoj montras, ke akvo fluis ekde la impaktaj krateroj aŭ de disfalegaj zonoj pro vulkanaj supreniroj. Kaj ĉio estas konfirmita de ŝaneloj fositaj pro grandaj inundoj, kie pezaj rokoj estas ĉiuj orientitaj en la sama direkto, kiel montras la loko de *Path-*



finder. Neniu el tiuj retoj estis videblaj en la tempo de la Marsaj kanaloj kaj ĉi lastaj estas tute nevideblaj hodiaŭ. Iuj impaktaj krateroj estas ĉirkaŭataj de "lobhavaj eljetaĵoj" (similaj al fritita ovo!). Tiuj formacioj sugestas kotfluadojn kaj do frostitan grundon, kiu degelas sub la impakto-kaŭzita varmo. La eljetaĵoj informas



Danke al la Lunaj ekspedicioj, oni povis konstati la aĝon de la grundo: pli ol la duono (nome la suda hemisfero) estas preskaŭ tiom maljuna kiom la planedo mem (sur la Tero, pro la tektoniko de la platoj, nur kelkaj terenoj en Gronlando aŭ Aŭstralio estas tiom maljunaj). Kontraŭe, la vulkanaj terenoj estas multe pli junaj (1 aŭ 2 miliardoj da jaroj = 1 aŭ 2 Gj), la *Tharsis*-vulkanoj ankoraŭ aktivas (oni observis la eljeton de gastofo el *Pavonis Mons*).

pri la naturo de la subgrundo. Kaj tiaj krateroj ekzistas ĉie sur Marso. La permafrosto estas do ĉie, sed ĝi estas pli proksima al la surfaco en la altaj latitudoj (apenaŭ 100 m profunda) ol ĉe la ekvatoro;

- **la polusoj de Marso**: ili entenas du neĝtavolojn

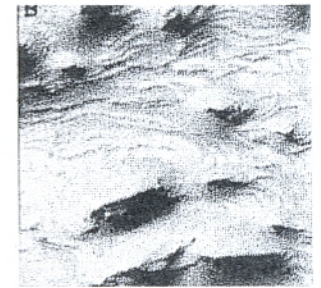
- unu el karbondioksida neĝo, kiu forvaporigĝas tre rapide en la printempo (je minus 126° C sub la atmosfera premo de Marso,

- unu tavolo de akvoneĝo, kiu ne malaperas.

La ĝlavitavolo estas formita de altern(ad)o de tavoloj malhelaj kaj helaj (ĉiu proksimume 15 m dika), kiuj spegulas la klimatajn variaĵojn laŭ la *Milankoviĉaj cikloj*: sub influo de la Tero kaj Jupitero, variado de ekscentreco de la orbito, variado de la inklino de la rotacia akso (kaj sama afero por la Tero, kiu rezultigis la glaciajn kaj interglaciajn periodojn).

- **La sekiĝintaj lagoj**

Mars Global Surveyor detektis sedimentajn kaj tavoloigitajn deponaĵojn ĉirkaŭ *Valles Marineris*. Aliaj « paleolagoj » ekzistis en certaj impaktaj krateroj. Por kelkaj geologoj, temas pri sekiĝintaj lagoj, sed aliaj konsideras, ke tiuj strukturoj devenas de la vento. Ili estos evidente studataj de estontaj misioj, ĉar la lagaj deponaĵoj estas privilegiaj lokoj por la elpreno de specimenoj, kiuj povus elteni fosilian vivon.



La vivo sur Marso

La precizaj donitaĵoj, kiujn ni hodiaŭ posedas, montras, ke sur Marso ne estas vegetalaro kaj artefaritaj kanaloj eĉ malpli.

Sed ili ankaŭ montras, ke multe da akvo fluis sur la planedo, kelkfoje draste aŭ eĉ stagnis en certaj lokoj nome en la komenco de la planeda vivo.

En tiu epoko, Marso troviĝis en la samaj kondiĉoj kiel ni: la planedo estis bombita kiel la nia, la atmosfera premo estis pli alta, kaj la temperaturo pli milda ol hodiaŭ.

Kiel la vivo ne estus enradikiĝinta?

Ni fakte nun scias, ke la apero de la vivo surtere estis tre rapida. Kiel sugestas la grandaj malaperoj, ĝi devis atendi, ke la "granda bombado meteorita" kvietiĝas kaj tio postulis duonan miliardon da jaroj.

Nu, spuroj de vivo ekzistas sur Tero en la plej maljunaj terenoj, kiuj datiĝas de 3,5 al 3,8 Gj en la sedimentoj de Iŝuo en Gronlando. La vivo verŝajne aperis en kelkaj milionoj aŭ eĉ kelkaj dekoj da milionoj da jaroj. Sed oni ankaŭ scias, ke la vivo restis en la etapo de unuĉelaj estaĵoj dum pli ol tri miliardoj da jaroj (bakterioj kaj mikroskopaj algoj). Oni do atendas, se la vivo ekzistas aŭ ekzistis sur Marso, ke ĝi reduktiĝas al kelkaj prabakterioj.

Tio estis la celo de la du sondiloj *Viking* (1976). La sondoj disponis pri 3 aparatoj:

- unu mezuris la **spiron** (*Gilbert Levin*) do la eliĝon de la karbon-dioksida gaso. La aparato bone funkcias por mezuri la poluon de urboakvo.

- alia funkciis inverse, t.e. pri la **fotosintezo** (*Norman Horowitz*),

- kaj la tria, pli ĝenerale, detektis ĉiun **gasan spuron** post aspergo de la grundo per nutraĵo (*Vance Oyama*).

Oni aldonis kvaran aparaton por detekti la **organikajn molekulojn**: la **maspektografon**. Ambaŭ sondiloj alteriĝis senprobleme: unu sur *Chryse planitia* (22° N lat.), la alia en *Utopia* (44° N lat.).

La eksperimentoj, kiuj bone funkciis, donis kontraŭdirajn rezultojn:

- la mezuro de la spiro estis pozitiva,
- la tri aliaj negativaj.

Hipotezo (de *Oyama*) klarigas tiujn rezultatojn: sub la efiko de la ultraviolaj radioj, la grundo de Marso formus oksigenatan akvon (peroksidon de hidrogeno), kiu stimulus la formadon de metalaj superoksidoj, kiuj detruus ĉiun formon de vivo, se vivo ekzistas.

Tio estis la konkludo de la NASA malgraŭ postaj eksperimentoj de *Levin*, kiuj levas problemojn en la teorio de la superoksidoj. Ankoraŭ hodiaŭ, *Levin* ne estas konvinkita per la decido de NASA des pli ke oni ne estas tute certa, ke la spektrometro bone ricevis sian porcion. Ĝi estis tro malmulte sensebla ĉar tre miniaturigita.

La problemo, do, ne estas solvita.

La hodiaŭa problemo estas serĉi fosilian vivon, mortan aŭ rifuĝintan en la profundo. Kaj tio levas alian problemon: tiun de la favora loko por alteriĝi (sur-Mars-iĝi) des pli ke oni ankaŭ serĉas akvolagon en la grundo.

Tiu hipotezo relanĉis sur la Tero la serĉon de la vivo sub ekstremaj kondiĉoj. Oni trovis sub 3600 m da antarkta glacio bakteriojn bone vivantajn en la subglacia lago, la lago *Vostok*. Tiuj malkovroj nur konfirmas fundamentan econ de la vivo: pludaŭri malgraŭ kontraŭaj kondiĉoj.

Do, kial ne sub la polusaj kalotoj? Sed, por ke tiuj serĉoj estu efikaj, oni bezonas fosi profunden kaj kunporti specimenojn, ĉio ĉi malfacile farebla sen iri surloke.

La ŝtonoj de Marso

Atendante tion, oni disponas Marsajn ŝtonojn surtere. Ĉar Marso bombadas nin!

Ni disponas nun dekkvinon da Marsaj ŝtonoj. Unu el ili jam fluigis multe da inko: ALH84001.

Kio estas tiuj ŝtonoj? Kiel oni scias, ke ili venas de Marso? Kiel ili alvenas ĝis la Tero?

Ili estas meteoritoj, kiuj entenas gasajn enhavaĵojn, kies konsisto estas ekzakte tiu de la marsa atmosfero aŭ kies izotopa konsisto estas precize tiu de Marso. Ili estas elĵetitaj, kiam impakto sur Marso estas sufiĉe grava. La liberiĝrapido de sur Marso estas malpli granda (5 km/s) ol tiu de sur la Tero (11 km/s).

Kiel oni malkovris ilin

Apartan grupon formis tiuj meteoritoj. Oni nomis ilin SNC; C por *Chassigny* (Francio – 1815 – 4 kg), S por *Shergotty* en Hindio (1865 – 5 kg), N por *Nakhla* en Egiptujo (1910). La aliaj estis trovitaj en Libio, Usono, Brazilo kaj precipe en Antarktio.

Estas iu el tiuj lastaj, trovita en 1979 (*EETA 79001*), kiu donis la solvon en 1982: oni trovis mikrovezikojn de gaso, kies konsisto estas tiu de la marsa atmosfero.

ALH84001 (2 kg – **piroksenito**): trovita en Antarktio en decembro 1983. Ĝi estas vulkanaĵo, kiu kristaliĝis en pli ol 100 m da profundo,

laŭ la dikeco de la grajnoj de pirokseno, antaŭ 4,5 Gj kaj tio estas tre maljuna. Ĝi restadis 15 Mj en la spaco (Mg 24 → NE 21 sub la influo de la kosmaj radioj) kaj falis antaŭ 13000 jaroj sur Antarktion (radioĥronologio de la karbono).

Oni trovis en ĝi

- sferetojn kaj bastonetojn, kiuj similas al la fosiliaj **nanobakterioj** (G = 30 000);
- globetojn de **karbonato** (ege malofta en la meteoritoj) deponitajn unu miliardon da jaroj post la formado de la roko. Tiuj deponaĵoj havas tre probable **hidroterman originon** (la bakterioj kaj la algoj stimulas la precipitadon de la karbonatoj);
- kristalojn de **magnetito**, karakterizaĵojn surtere de bakteria agado kaj akompanatan de ferosulfido, kies ĉeesto apude de la oksido plifortigas la hipotezon de la mikroba agado;
- fine, kompleksajn **organikajn molekulojn**: aromataj policiklaj hidrokarbonoj. Oni trovas ilin en la petrolo, aĵo de la malkomponado animala aŭ vegetaĵa (aŭ en nigra pelikulo, t.e. filmhaŭteto, kiu formiĝas en la kradostilo, kiam oni rostas sardinojn!)

Neniu el tiuj indikoj, prenita aparte, ebligas konkludi al biologia agado, sed la fasko de ĉiuj celas per konvinka maniero en tiun direkton. Sed la kritikoj ne mankas: ekz. iuj opinias, ekde la sama izotopa analizo ($O_{16} - O_{18}$), ke la karbonatoj estis formitaj je pluraj centoj da gradoj kaj tio neas la biologian originon. Same por la kristaloj de magnetito: tiuj kristaloj estas surtere fabrikataj de bakterioj cele al magneta orientado. Nu, Marso ne havas **magnetan kampon**. Tiu konstato kondukis iujn, kontesti la biologian originon de la kristaloj. Sed *Global Surveyor* freŝdate evidentigis fosilian magnetan kampon, kiu montras, ke Marso havis magnetan kampon en la pasinteco. Por aliaj, la organikaj molekuloj devenas de la poluo en la tera medio. Sed la koncentriteco de la **hidrokarbonoj** kreskas al la centro kaj tiuj molekuloj estas maloftaj en Antarktio kaj estas malsamaj ol tiuj de la meteorito. Oni ankaŭ kritikis la fakton, ke la mikrofosilioj estas vere malgrandaj. La debato levas la problemon de la limoj de la vivanto. Sed oni freŝdate trovis, danke al la elektronika mikroskopo, nanobakteriojn tute similajn! Krome, la subteraj specioj estas ĝenerale nanaj pro malmulte da nutraĵo kaj, pro la sama kialo, ili ankaŭ reduktas siajn metabolon kaj reproduktadon.

Fine, la problemoj ne estas solvita. Ekde la komenca artikolo, estis pli ol 100 artikoloj kaj raporto, ĉu "por" aŭ "kontraŭ". Kaj se meteorito transportas netuŝitajn organikajn substancojn inter la planedoj, "kiu scias ĉu oni ne estas ĉiuj marsanoj" (*Zare*) kaj inverse, ĉu la Tero ne prisemis Marson en la komenco de la komuna historio? De tio venas timinda demando: se oni trovos vivon fosilian sur Marso, ĉu tiu vivo estas aŭtoĥtona? Ni scias, ke bakterioj kaj sporoj povas persisti longtempe en la spaco restante vivantaj. La ekzemplo de *Surveyor 3* kaj *Apollo12* sur la Luno estas tipa tiurilate.*

Reveno sur Marso

Samtempe kiam la debato pri la meteorito okazis, NASA reprenis la rektan esploron de Marso post 20 jaroj da foresto. Du sondiloj bone sukcesis: *Mars Pathfinder* kaj *Global Surveyor*, kiuj ankoraŭ funkcias. La unua rekte alteriĝis sen antaŭa satelitigo danke al la atmosfera bremso. Krome, ĝi povis alteriĝi sur iu ajn tereno pro pneŭmataj kusenoj (*airbags*). Estas la situo de *Ares Vallis*, kiu estis elektita. Roko plenigas tiun lokon pro katastrofa inundo. La „*rover*-motoro, kiel la platformo, havis kameraojn kaj la „*rover*“ povis „flari“ la rokojn per X kaj α -radiaj spektrometroj. Ĝi trovis ĉiuforte andeziton, tipon de silicmezriĉa lafo sed malofta sur Tero (<5% de la lafoj).



Global Surveyor montris, ke centoj da laftavoloj amasiĝas en *Valles Marineris* en almenaŭ 5 km da dikeco. Kaj tiuj vulkanaj elverŝaĵoj estis certe akompanataj de intensaj gasaj eliĝoj, kiuj bontenis la atmosferon dum dekoj eĉ centoj da jarmilionoj.

Du aliaj sondiloj suferis sensaciajn malsukcesojn: *Mars Climate Orbiter* pro difekta krano kaj *Mars Polar Lander*, ĉar oni konfuzis informadojn senditajn en anglosaksaj unitoj kaj interpretitajn laŭ la metra sistemo, oficiala nun en NASA.

* Oni serĉis sur Marso la ekzaktan lokon de la meteorito. Ĝi devenas probable el la suda hemisfero. Oni trovis unu en la valo de *Evros Vallis*.

La sekvo devus esti, principe, du sondiloj ĉiun duan jaron. Kaj oni antaŭvidis, ke specimenoj estos kunportitaj surteren en 2005 aŭ 2006. Sed tion oni prokrastis post 2010, do fakte « *sine die* » (sen limdato ?), ĉar la alveno de la homo devus okazi intertempe!

La koloniado de Marso

Laŭ la projektoj de loĝataj spacŝipoj, de antaŭ la jaro 90, oni ĉiam taksis la masojn de karlmaĵo* impresaj kaj do gigantajn veturilojn.

Fakte, oni devas antaŭvidi

- la lanĉon de sur la Tero kaj enorbitigon sur transigan orbiton ;
- la bremsadon ĉe la alveno al Marso cele al satelitigo aŭ malsuprenigo al la surfaco;
- la lanĉon de sur Marso kaj la revenon al la Tero kun la bremsado ĉe la alveno.

Tio kondukas al 1000 tunoj en Tera orbito. Kaj la nunaj raketoj satelitigas 100 ĝis 150 tunojn. El tio venas la ideo de kunmuntado en orbito (danke al la spaca stacio ekzemple) aŭ sur la Luno. Sed ĉiuj tiuj operacioj estas multekostaj kaj longaj.

Tamen la problemo ŝanĝiĝis en 1989, ĉar en tiu dato proponis usona inĝeniero (*Zubrin*) du fundamente novajn ideojn :

- uzi la lokajn rimedojn por fabriki la karlmaĵon* (nur kelkaj monatoj sufiĉas);
- sendi la returna(j)n veturilo(j)n aŭtomate antaŭ la homa ekspedicio. Tio ebligas
- uzi la nunajn raketojn, eventuale plifortigitajn (150 ĝis 200 tunoj sufiĉas);
- antaŭvidi sisteman redundecon por plialtigi la sekurecon. Ankaŭ eblas
- redukti la vojaĝtempon per neĥemiaj motoroj (jona aŭ plasma),
- uzi la marsan atmosferon por bremsi la alvenon kaj la alteriĝon (jam uzatan de *Pathfinder* kaj *Global Surveyor*).

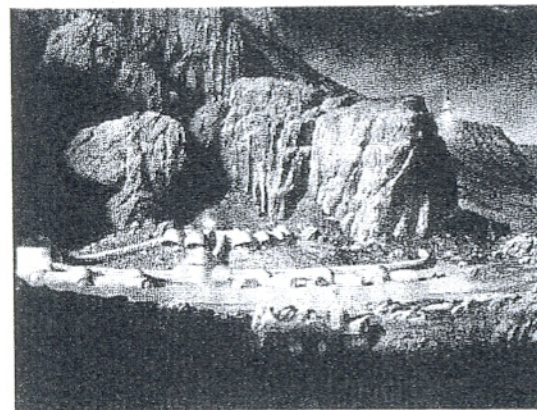
* Fabrikado de la "karlmaĵo": Oni uzos la reakcion de *Sabatier*: $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ kun la nikelo kiel katalizilo. La hidrogeno estos kunportita de la Tero. La CO_2 estos tirata de la marsa atmosfero (pere de zeolitaj). La akvo estos uzata por la trinkado. La alia parto estos elektrolizita por doni O_2 , kiu estos uzata por la spiro kaj kunbruligaĵo. Kaj H_2 estos reciklita.

Scenaro de vojaĝo

Laŭ *Zubrin*, oni povas ĉion fari kun paro da raketoj kapablaj enorbitigi 150 tunojn (200 tunojn se oni plifortigas la nunajn raketojn). Sed NASA decidis uzi tri (1993). La scenaro estas jena:

- Oni alterigas sur Marso raketon, kiu enhavas vivejon kun laboratorio; elektra centralo (nuklea – 150 kW), nutraĵoj kaj premisata veturilo; resuprenira raketo kun karlmaĵo por la reveno.
- Post 2 jaroj alvenas malsuprenira raketo, revena enorbitigita raketo kaj pilotita raketo.

- Ĉiu el tiuj raketoj uzos la radiobuojn de la unuaj aparatoj. La pilotita raketo alvenos unua, kaj enhavos novan vivejon. La skipo de 6 membroj disponos do 2 vivejojn, kiuj povos esti kunligitaj. Ĝi ankaŭ



disponos duan revenan raketon. Krome, la premisata veturilo povos porti 4 personojn. Tio donos aldonan sekurdomon.

Tiel dotitaj la astronautoj povos restadi sur Marso dum la 18 monatoj truditaj de la ĉiela meĥaniko. Tiu tempo estas la mal-

plej danĝera, ĉar la atmosfero, eĉ subtila, estas uzata kiel ŝildo kontraŭ la meteoritoj, la sunaj kaj kosmaj radiadoj. Krome, estas gravito sur Marso.

La vivejoj povis esti testitaj per spaca stacio, inkluzive de la sistemoj de vegetala kulturo, kiuj donos nutraĵon kaj oksigenon. La daŭro de la restado ebligas, en la unuaj tempoj, aranĝi la "vilaĝon" kaj poste esplori sufiĉe malproksime. La premisata veturilo ebligas elirojn 10 tagojn daŭrajn kun aŭtonomio por po 500 kilometra veturo. La astronautoj disponos radarojn por lokalizi eventualajn grundakvajn rezervejojn. Ili povas ankaŭ ferii unu semajnon en ĉiu 3a monato.

La unuaj ekspedicioj havos du fundamentajn celojn:

- serĉi aŭtoĥtonan vivon, nunan aŭ fosilian;

- organizi la nian “Marso estas koloniebla, do Marso estos koloniita” (Frankel).

Sed certaj tujaj problemoj devos esti solvitaj. Tiuj problemoj devenas de la daŭro de la ekspedicio kaj de la malproksimeco:

- la Tero posedas magnetan kampon, kiu protektas kontraŭ la kosmaj radioj. La problemo ne estis metita por la Luno, tre proksima al la Tero. Sed, se oni uzas nuklean pelatoron (ekz. plasman motoron), la ŝildo necesa por la protektado estos uzata ankaŭ kontraŭ la kosmaj radiadoj;

- la malproksimeco estos tia, ke la Tero iĝos “stelo” en la ĉielo kaj tio povas levi psikan problemon;

- tiu problemo estos plifortigita de la vivmaniero de la skipo: pluraj homoj vivantaj kune en tre reduktita spaco – ĉu la skipo devos enteni virinojn aŭ parojn?

- fine, oni devas ebligi ĥirurgajn intervenojn dum la vojaĝo kaj sur Marso.

Al meza tempolimo:

Trovi subteran varman akvon estas grave por povi establi geotermajn centralojn: la motoro (de firmao *Rover*) ebligas bori, kaj la tuboj kaj turbinoj estos facile alportebaj de la Tero per kargokosmoŝipo.

Forcejoj ebligas havi nutraĵon kaj oksigenon grandskale. Marso estas minerale riĉa kaj la asteroidoj, ankaŭ tre riĉaj, ne estas malproksimaj. Marso do rolos kiel relajo inter la Tero kaj la asteroidoj.

Al longa tempolimo:

Kiel Usono iĝis plenalora potenco post esti relajstero, Marso flugos per siaj propraj flugiloj. La grundo de Marso ebligas facile fari brikojn (oni jam faris provojn tre konkludajn kun sinteza grundo).

Aliparte, la disvastigo de agrikulturo surgrunde evidente fruktodona ebligas fabriki grandan kvanton da oksigeno en ŝveligebla forcejo. Tiuj forcejoj iĝos insuloj, kie la homo povos vivi normale kaj kie insektoj povos flugi senprobleme, nome abeloj por la polenizado.

Oni povas imagi plue, ĉar ekzistas solvoj, ekde la polusaj kalotoj kaj de la subgrundo por plidikecigi la atmosferon kaj igi ĝin spirebla. Tio estas nomata “teraformado”.

Kiel diris *Goldin*, la tiama direktoro de NASA: “Mi atendas kun granda senpacienco la tagon, kiam oni aŭdos la unuan fojon sur Marso la krimon de ĵusnaskito”.

Notoj pri la entekste cititaj personoj

Cassini Domenico (1625-1712): Astronomo, kiu estis la unua direktoro de la observatorio de Parizo. Li precipe okupiĝis pri la Luno sed ankaŭ pri Saturno: malkovro de satelitoj (Ĵapeto...) kaj de la "divido de *Cassini*".

Fontenelle Bernard de: Franca verkisto. Aperigis "*Entretiens sur la pluralité des mondes*" (Interparolo pri la plureco de la mondoj) en 1686. Donis sian nomon al unu el la krateroj de la Luno.

Frankel Charles: Planetologo. Verkisto kaj ĵurnalisto sciencaj.

Goldin: Antaŭa direktoro de NASA

Hall Asaph (1829-1907): Astronomo, kiu malkovris la lunojn de Marso en aŭgusto 1877.

Herschel William (1738-1822): Angla astronomo germandevena. Li estis muzikisto sed lia pasio pri astronomio faris, ke li malkovris Uranon en 1781. Tio permesis al li eniri la *Royal Society*. Li malkovris ankaŭ la polusajn kalotojn de Marso kaj studis la stelojn de la "Lakta Vojo".

Horowitz Norman: Respondecis pri unu el la aparataro de la sondo "*Viking*".

Huygens Christiaan (1629-1695): Li plibonigis la precizon de la horloĝoj almetante pendolon. Kaj li malkovris la ĉefan sateliton de Saturno: Titano (1655). Donis sian nomon al unu el la marsaj krateroj.

Levin Gilbert: Respondecis pri unu el la aparatoj en la sondo *Viking*.

Lowell Percival (1855-1916): Tre interesiĝis pri Marso kaj donis sian nomon al lunaj kaj marsaj krateroj.

Milanković: Demonstris la ciklajn leĝojn pri la klimato de la Tero kaj donis sian nomon al lunaj kaj marsaj krateroj.

NASA: La granda Usona organizo por lanĉi raketojn.

Oyama Vance: Respondecis pri unu el la aparatoj de *Viking*.

Schiaparelli Giovanni (1835-1910): kredis, ke kanaloj ekzistas sur Marso.

Wells H.G. (1866-1946): Angla verkisto. Verkis "La milito de la mondoj" en 1898.

Zubrin Robert: Usona inĝeniero, kiu tre simpligis la vojaĝon al Marso.

Adreso de la aŭtoro

Jacques JOGUIN <jjoguain.esperanto@m6net.fr>

5, Impasse du Repos

FR - 38100 Grenoble

FRANCIO

Priaŭtora informo

S-ro J. Juguin estas emerita instruisto de fiziko en la universitato de Grenoble, Francio. Li bonvole instruas astronomion jam de pluraj jaroj.