



**“El ser humano en el  
espacio.  
Un pequeño paso para el  
hombre, un salto  
gigantesco para la  
medicina”**

Coronel médico Beatriz Puente Espada

Centro de Instrucción de Medicina  
Aeroespacial (CIMA)

**CURSO COMPLUTENSE DE  
INTRODUCCIÓN A LA EXPLORACIÓN  
ESPACIAL Y SU UTILIZACIÓN  
Madrid, 27 de noviembre de 2023**



# Y quién soy yo...

---

- Facultad de Medicina, UCM, Madrid.
- Cuerpo Militar de Sanidad.
- Médico de Vuelo.
- Diploma Medicina Aeroespacial.
- Diploma Seguridad de Vuelo.
- CENTRO DE INSTRUCCIÓN DE MEDICINA AEROESPACIAL
- Vocal Permanente Médico de la Comisión para la Investigación Técnica de Accidentes de Aeronaves Militares (CITAAM)
- Candidata Astronauta ESA 2021



# CIMA



**Reconocimientos médicos al personal de vuelo  
Entrenamiento fisiológico del personal de vuelo  
Instrucción y docencia  
Investigación  
Asesoramiento y apoyo**



# Agenda

Recuerdo Histórico

Fisiología Humana en el Espacio

Requisitos Médicos para viajar al Espacio

# Agenda



**Recuerdo Histórico**

**Fisiología Humana en el espacio**

**Requisitos médicos para viajar al espacio**

# Frases para el recuerdo



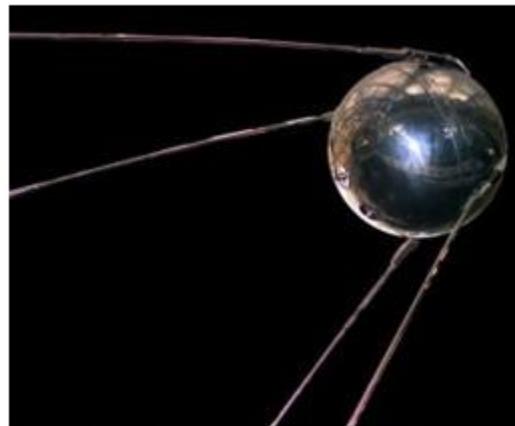
- “*There is no land uninhabitable, nor sea innavigable*”.  
*Robert Thorne, 1527.*
- “*That's one small step for man, one giant leap for mankind*”. *Neil Armstrong, 1969.*
- “*Palabras del primer ser humano en Marte*”. *¿XXX, 20.....?*

# Carrera Espacial: Recuerdo Histórico



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **Sputnik 1** (4 Octubre 1957): El primer satélite artificial.
  - No tripulado
- **Sputnik 2** (3 Noviembre 1957): El primer animal en el espacio: *Laika*
  - *En el año 2002 se reveló que Laika había aguantado poco tiempo con vida, ya que murió a causa del sobrecalentamiento de la nave y el estrés.*
- **Korabl-Sputnik 2** (Agosto 1960) “Arca de Noé”:
  - *Dos perros Belka y Strelka, 40 ratones, 2 ratas y una variedad de plantas.*
  - *La nave regresó a la Tierra al día siguiente y todos los animales fueron recuperados sanos.*



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

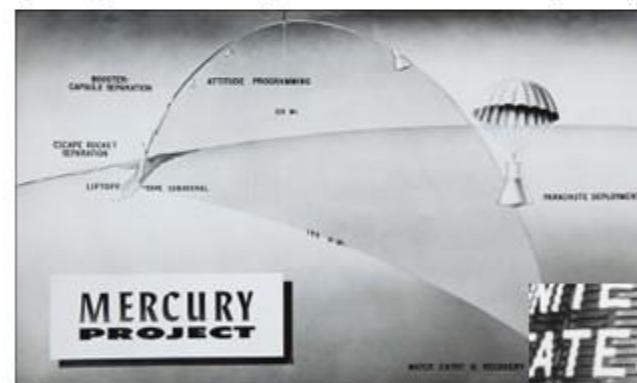
- **Vostok 1:** 12 Abril 1961  
Yuri Gagarin (108 min):
  - Primer ser humano en alcanzar la órbita terrestre
- **Mercury :**
  - 5 mayo 1961: Vuelo suborbital del **Mercury MR-3 (Freedom-7)** de Alan Shepard:
    - Primer estadounidense en el espacio
  - 20 Febrero 1962. Vuelo orbital del **Friendship 7** de John Glenn:
    - tercer estadounidense en volar al espacio tras Alan Shepard y Gus Grissom, y el **primero en orbitar sobre la Tierra**



Yuri Gagarin (12 abril 1961)



Alan Shepard (5 mayo 1961)



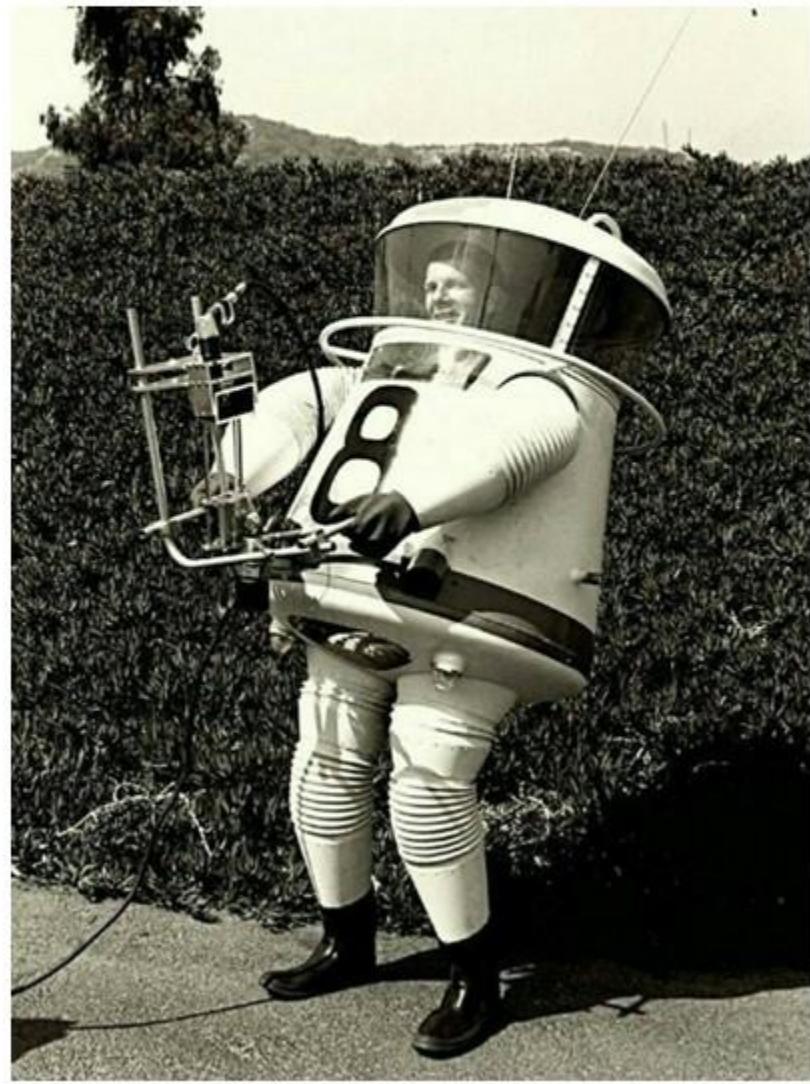
John Glenn (20 Febrero 1962)

# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

Emilio Herrera Linares, 1935



El ingeniero de la NASA Allyn B. Hazard, 1959



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **Vostok 6:** 19 de junio de 1963:
  - Valentina Tereshkova, la **primera mujer en el espacio** (3 días).
  - Los trajes típicos de los cosmonautas soviéticos tuvieron que ser modificados para adaptarse a la fisionomía femenina.
  - El objetivo de la misión, además de encontrar posibles diferencias entre el comportamiento de los organismos de hombres y mujeres, fue el refinar el problema de la alimentación de la tripulación de las misiones espaciales.
- **Vosjod 2:** 18 de marzo de 1965:
  - Alekséi Leónov realiza el **primer paseo espacial** de la historia de la humanidad (12 minutos)
  - La misión estuvo plagada de problemas relacionados con el sellado de la nave después del paseo espacial y con el tren de aterrizaje.
  - Ambos tripulantes tuvieron que pasar dos días sobreviviendo en medio de los Urales



**El primer paseo espacial EEUU fue realizado el 3 de junio de 1965 por Edward White**

# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **Soyuz 1:**

- Primer vuelo tripulado de una nueva serie de naves espaciales de la Unión Soviética.
- Lanzada el 23 de abril de 1967 con un único tripulante, el coronel Vladímir Mijáilovich Komarov, que murió cuando la nave se estrelló en su regreso a la Tierra.
- **Primer accidente mortal en vuelo de la historia de los vuelos espaciales.**



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

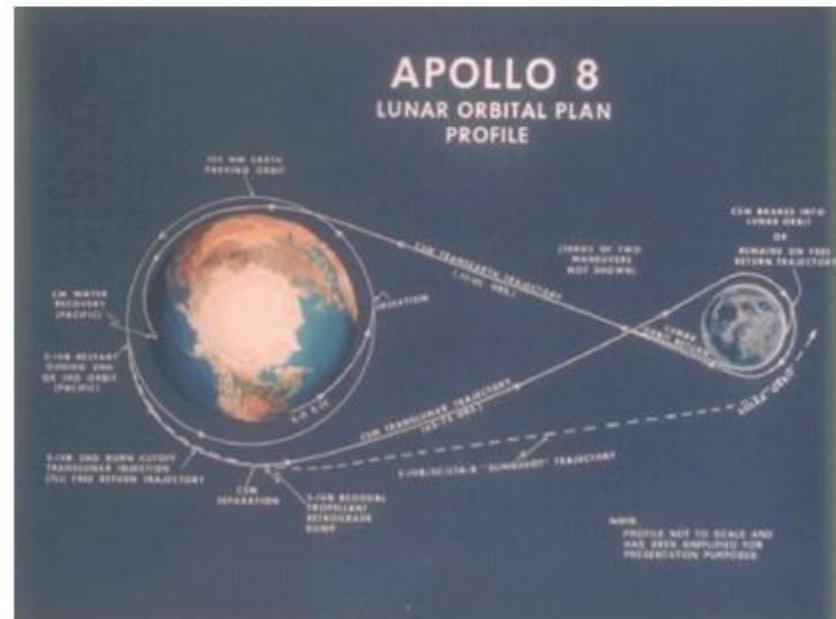
- **Programa APOLO: Apolo 1:**

- Un incendio en la cápsula espacial durante una simulación de lanzamiento costó la vida a los astronautas Gus Grissom, Ed White y Roger Chaffee el 27 de enero de 1967.
- Debido a la atmósfera presurizada de oxígeno puro, el fuego se extendió muy rápidamente, casi de forma explosiva, y mató a los astronautas en solo 17 segundos.
- La falta de un sistema de escape de emergencia en la escotilla de la cápsula contribuyó en parte al desastre.
- Tras este suceso, la NASA tuvo que rediseñar casi por completo la nave Apolo antes de poder garantizar su uso para misiones tripuladas.



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **Apolo 8:** El 21 de diciembre de 1968. EEUU pone en órbita a los astronautas Bill Anders, Jim Lovell y Frank Borman:
  - Primera tripulada en alcanzar la velocidad necesaria para escapar de la gravedad terrestre, consiguiendo ser los **primeros humanos en orbitar alrededor de la Luna**, el 24 de diciembre de 1968
  - Fueron los primeros hombres que vieron la cara oculta de la Luna, así como los primeros en ver la Tierra mientras orbitaban alrededor de otro cuerpo celeste.



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **Apolo 11:** El 16 de julio de 1969, EEUU lanza la misión con el objetivo de poner al hombre en la Luna por primera vez en la historia de la humanidad.
  - La tripulación de la misión estaba compuesta por Neil Armstrong, Ewing Aldrin y Michael Collins.
  - Cuatro días más tarde, el módulo lunar Eagle alunizaba en el Mar de la Tranquilidad
  - El **21 de julio de 1969**, seis horas y media después de haber alunizado, **Neil Armstrong se convirtió en el primer ser humano en pisar la superficie lunar.**
  - Poco después Ewing Aldrin se convertiría en el segundo hombre en pisar la Luna, siendo Michael Collins el único que se mantuvo en órbita.



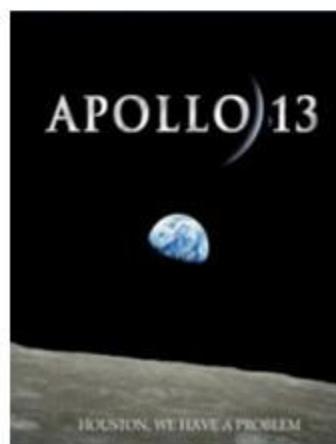
# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

## • Apolo 13:

- Séptima misión tripulada del Programa Apolo y la tercera con el objetivo de alunizar.
- Lanzada el 11 de abril de 1970.
- El alunizaje fue abortado debido a la explosión de un tanque de oxígeno dos días después del despegue, inhabilitando el módulo de servicio, del cual dependía el módulo de mando, usando el módulo lunar como bote salvavidas.
- A pesar de los apuros causados por la energía limitada, la pérdida de calor en la cabina, falta de agua potable (por congelación) y la crítica necesidad de reparar el sistema de depuración de dióxido de carbono, la tripulación pudo regresar a salvo a la Tierra el 17 de abril.



LA VANGUARDIA  
ESPAÑOLA



"Apolo 13": FELIZ FIN DE LA AVENTURA



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **19 abril 1971– Salyut 1: Primera estación espacial soviética**
  - A 200 km
  - 175 días en órbita: el 11 de octubre fue destruida por una reentrada controlada en la atmósfera al tener casi agotado el combustible para poder mantener la altura.
  - Visitada por las misiones tripuladas:
    - Soyuz 10: el acoplamiento falló lo que hizo abortar la misión a la tripulación que no pudo acceder al interior.
    - Soyuz 11: fue la primera misión espacial tripulada en habitar una estación espacial. Estableció un nuevo récord de permanencia en el espacio. Sin embargo, los miembros de la tripulación murieron al regresar a la Tierra. El accidente causó un retraso de dos años en el programa espacial tripulado soviético, obligó a rediseñar la nave Soyuz y a abandonar prematuramente la Salyut 1.



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

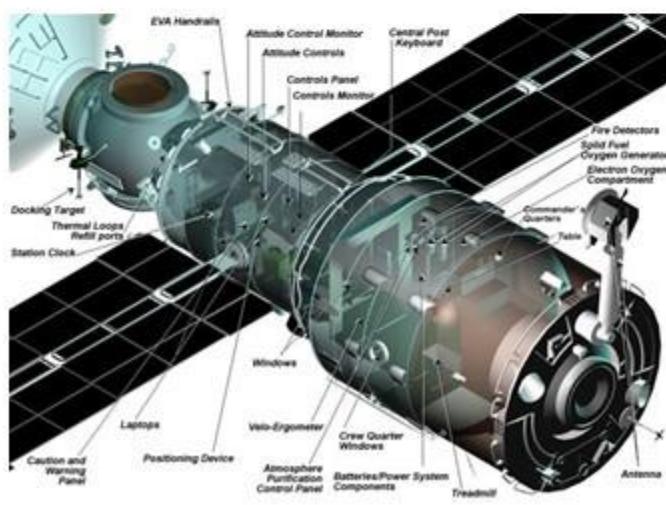
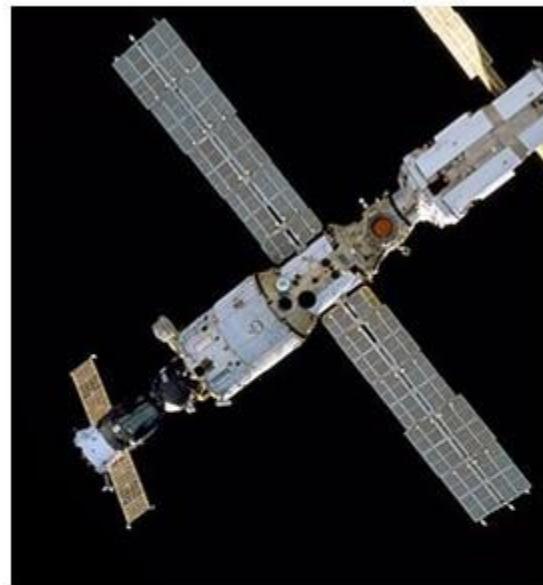
## • Soyuz 11

- La tripulación de la Soyuz 11 -formada por Viktor Patsáyev, Vladislav Vólkov y Gueorgui Dobrovolski- realizaron experimentos durante 23 días (crecimiento de las plantas en el espacio o pruebas médicas sobre sí mismos).
- La estancia se vio salpicada por diversos incidentes (avería del telescopio principal, un incendio que estuvo a punto de provocar una evacuación de emergencia y fuertes fricciones entre dos de los tripulantes) que motivaron el regreso anticipado de la tripulación.
- El 30 de julio, justo antes de la reentrada de la Soyuz 11 con la tripulación de vuelta a Tierra, una válvula falló accidentalmente provocando la despresurización de la nave. Los tripulantes fallecieron.
  - Despues del accidente la necesidad de rediseñar las naves Soyuz con el fin de incorporar los trajes espaciales durante su uso para aumentar la seguridad impidió que nuevas misiones tripuladas pudieran llegar a la estación Salyut 1.



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **Salyut 1:**
- Fue la primera misión del programa Salyut que continuó con cinco lanzamientos exitosos y dos fracasos de un total de siete estaciones construidas y lanzadas al espacio.
- El módulo final del programa, Zvezda (DOS-8) se convirtió en el núcleo del segmento ruso de la Estación Espacial Internacional instalado desde el año 2000.
  - proporciona algunos de los sistemas de soporte vital de la estación, así como alojamiento para dos tripulantes



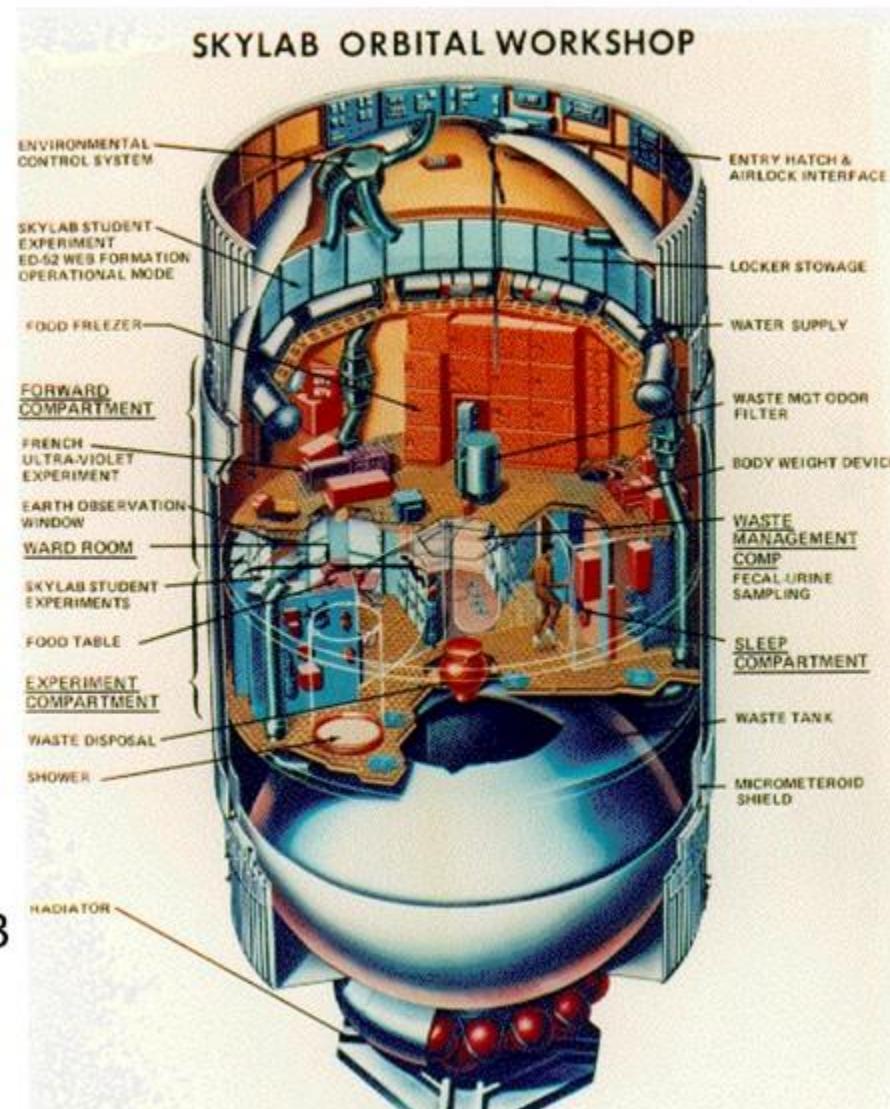
# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **Apolo-Soyuz:** el primer proyecto conjunto entre EE.UU. y U.R.S.S.
  - Primera misión conjunta de las dos grandes potencias enfrentadas en la Guerra Fría: consistió en el acoplamiento en el espacio de una nave soviética, la Soyuz 19, y una nave USA, la Apolo 18
  - La tripulación estadounidense estuvo formada por Thomas Stafford, Vance Brand y Deke Slayton, mientras que la tripulación soviética estuvo formada por Alekséi Leónov y Valeri Kubasov.
  - Ambas naves fueron lanzadas con tan sólo 7 horas de diferencia el **14 de julio de 1975**, teniendo el acoplamiento lugar dos días más tarde.



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

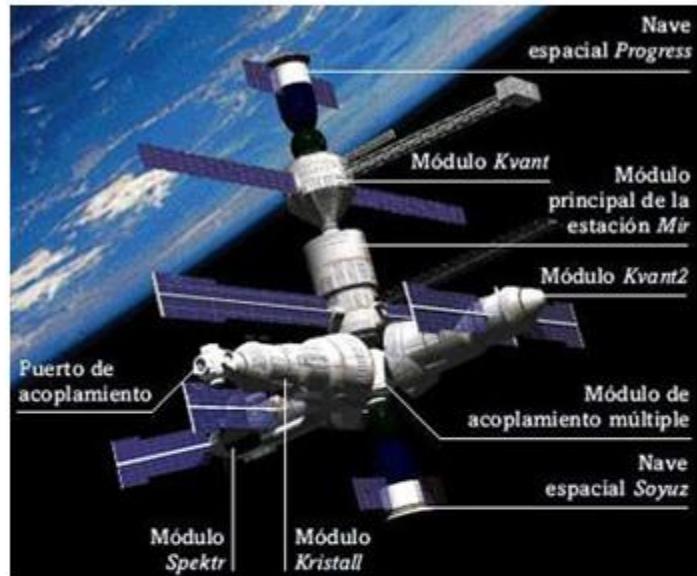
- **Skylab: primera estación espacial estadounidense.**
  - Orbitó alrededor de la Tierra de **1973 a 1979** y fue visitada por astronautas en tres ocasiones durante sus dos primeros años de servicio.
  - La primera tripulación realizó tareas de reparación profundas en un paseo espacial y permaneció **28 días** en la estación.
  - Las siguientes misiones comenzaron el 28 de julio de 1973 y el 16 de noviembre de 1973 y duraron **59 y 84 días** respectivamente.



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **MIR:**

- Estación espacial originalmente soviética, que después del colapso de la URSS pasó a ser rusa.
- La primera estación espacial de investigación habitada de forma permanente de la historia, y la culminación del programa espacial soviético.
- Estaba prevista para que estuviera funcionando durante tan sólo 5 años; lo hizo durante 13 años (**1986-2001**)
- A través de numerosas colaboraciones internacionales, fue accesible a cosmonautas y astronautas.
- Se batieron records de permanencia



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **Transbordador STS: Space-Shuttle o *Space Transport System*:**
  - Primera nave espacial reutilizable y la primera capaz de poner satélites en órbita, y traerlos de vuelta a la superficie.
  - Cada transbordador tenía una vida útil proyectada de 100 lanzamientos.
  - La flota de transbordadores espaciales, junto con los vehículos soviéticos, fueron los encargados de elevar los distintos módulos de la Estación Espacial Internacional, así como de la provisión regular de suministros (hasta 2011).



2003

1986

# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL



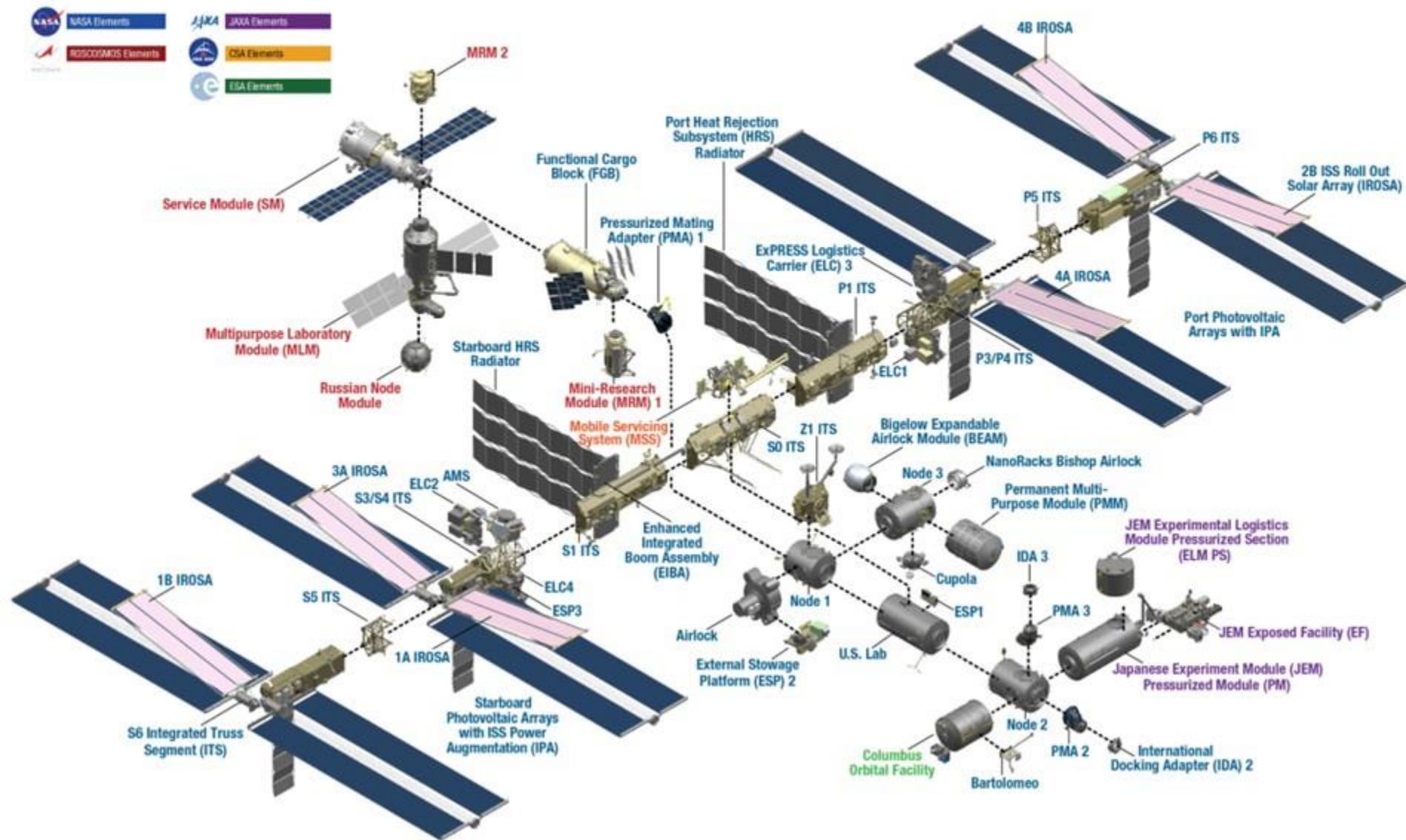
Altitud: 370-460 Km  
Velocidad orbital: 27 600 km/h  
Período orbital: 90 min  
Órbitas por día: 16  
Área paneles solares: 2,247 m<sup>2</sup>  
Masa superior a 400,000 kg

# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

- **Estación Espacial Internacional (ISS):**

- Estación espacial permanentemente tripulada, en la que rotan equipos de astronautas e investigadores de las cinco agencias del espacio participantes: la Agencia Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA), la Agencia Espacial Federal Rusa (FKA), la Agencia Japonesa de Exploración Espacial (JAXA), la Agencia Espacial Canadiense (CSA) y la Agencia Espacial Europea (ESA).
- Centro de investigación internacional, en construcción desde 1998.
- El 20 de Noviembre, se cumplieron 25 años de la presencia humana permanente en el espacio a bordo de la ISS.
  - Desde el 2 de Noviembre del año 2000 ha habido siempre por lo menos dos personas a bordo del complejo orbital.
  - Records permanencia: Frank Rubio 371 días consecutivos y Peggy Whitson 665 días acumulados.
- Ha sido visitada por más de 270 astronautas de 21 países y ha sido también el destino de los primeros turistas espaciales.
- Se han realizado más de 260 paseos espaciales y más de 3000 experimentos científicos.
- Se prevé extender su vida hasta 2030.

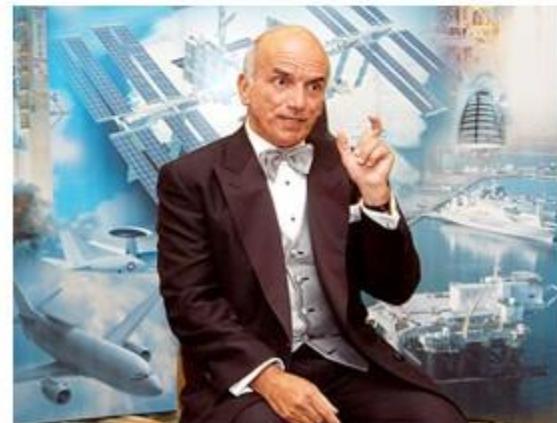
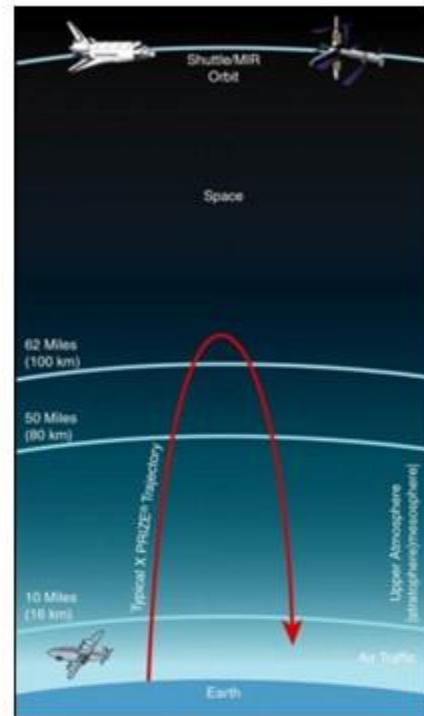
# International Space Station - NASA



# HITOS (“Médicos”) DE LA CARRERA ESPACIAL

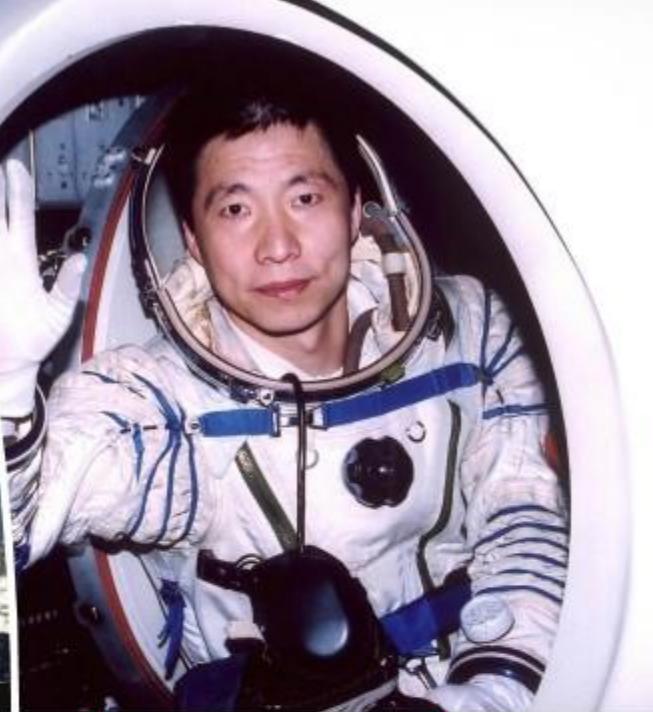
- El “TURISMO ESPACIAL”:

- “...any commercial activity offering customers direct or indirect experience with space travel”
    - S. Hobe and J. Cloppenburg “Towards a new aerospace convention? – Selected Legal issues of Space Tourism”, published by the American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA)
  - Se ha definido como una modalidad de turismo que se realiza a más de 100 km de altura de la Tierra (**Línea de Kármán**), lo que se considera la “frontera del espacio”.
  - El primer turista espacial fue el magnate norteamericano y ex ingeniero de la NASA Dennis Tito. Entró en la ISS el 30 de abril de 2001 (20 millones de dólares).
  - “Fly at your own risk” policy vs Requirements



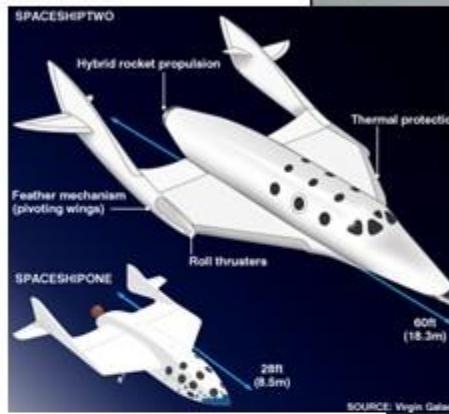
## HITOS ("Médicos") DE LA CARRERA ESPACIAL

- China:
- El primer taikonauta de la historia fue Yang Liwei al salir al espacio en la nave Shenzhou 5 en **octubre de 2003**



- **Virgin Galactic:**

- Empresa de Sir Richard Branson, fundada en 2004
- Planea proporcionar **vuelos espaciales suborbitales tripulados**, lanzamientos suborbitales para misiones científicas y lanzamientos orbitales para satélites pequeños. En el futuro planea ofrecer también vuelos orbitales.

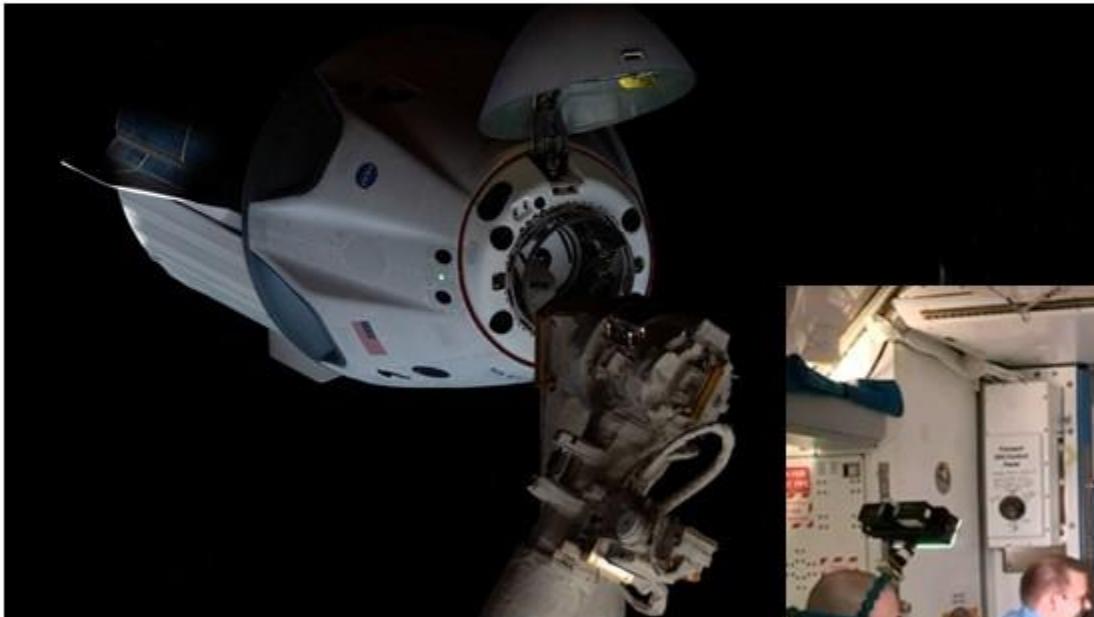


31 Oct 2014 SpaceShip Two, Mojave, CA



# HITOS ("Médicos") DE LA CARRERA ESPACIAL

- 2020 – SpaceX
  - **Primera misión tripulada privada**
  - SpaceX has been delivering cargo to and from the International Space Station since 2012, and in 2020 SpaceX began transporting people to the orbiting laboratory under NASA's Commercial Crew Program.

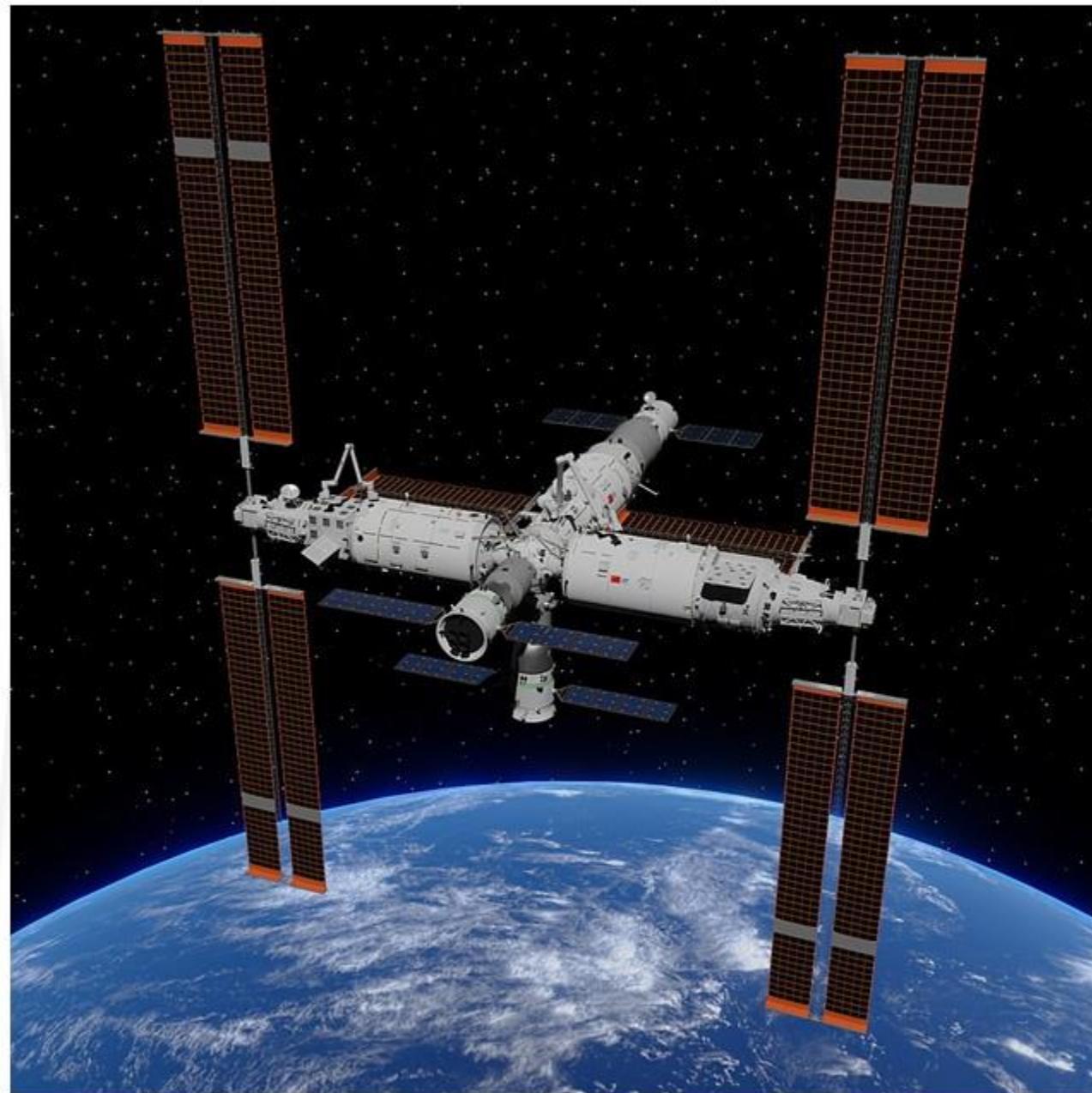


30 Mayo 2020



# HITOS ("Médicos") DE LA CARRERA ESPACIAL

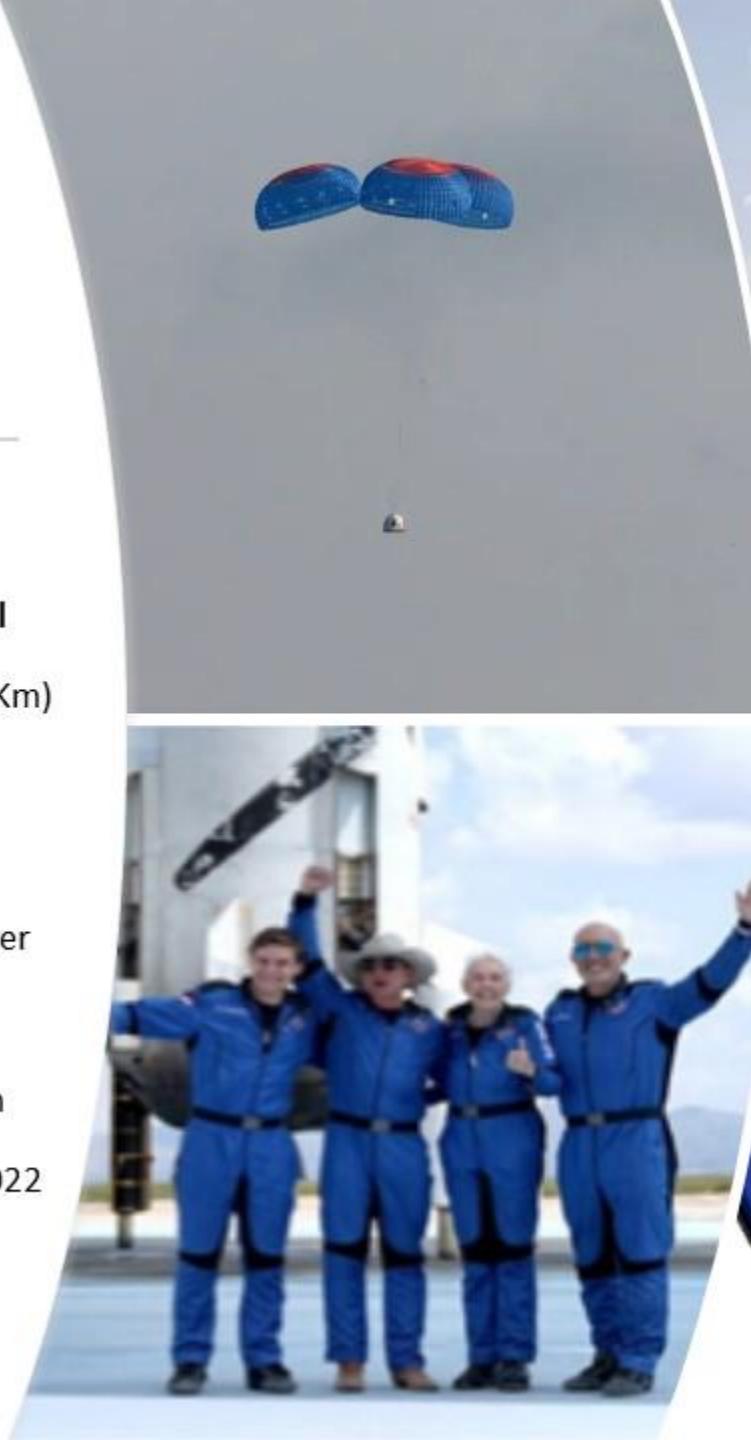
- China: Estación Espacial Tiangong
- El lanzamiento del módulo central fue realizado el 29 de abril de 2021
- Entre 340 y 450 km
- Masa 100 000 kg
- Periodo orbital 92 minutos



Representación de la estación espacial Tiangong en 2023, con sus tres módulos Tianhe, Mengtian y Wentian, más dos naves Shenzhou acopladas en el frontal y nadir y una nave de carga Tianzhou en el p. trasero.

# HITOS ("Médicos") DE LA CARRERA ESPAZIAL

- 20 Julio 2021–Blue Origin NS-16
  - Primer vuelo de turismo espacial privado (4 pax)
  - Suborbital (107 Km)
  - 10 minutes, 18 seconds
- Posteriormente ha habido más vuelos similares:
  - NS-18: 13 October 2021
  - NS-19: 11 December 2021
  - NS-20: 31 March 2022
  - NS-21: 4 June 2022
  - NS-22: 4 August 2022



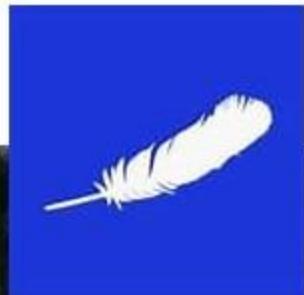
# HITOS ("Médicos") DE LA CARRERA ESPACIAL

- Virgin Galactic
- Galactic 01- 29 junio 2023
- Primer vuelos turismo espacial privado
- Suborbital: 13:50 min; 85.1 km



Han realizado otros vuelos:

- Galactic 02: 10 August 2023
- Galactic 03: 8 September 2023
- Galactic 04: 6 October 2023
- Galactic 05: 2 November 2023



# FLY TO SPACE ON **NEW SHEPARD**

[BECOME AN ASTRONAUT](#)

It's your time.  
Join the new generation of  
astronauts.

[START YOUR JOURNEY](#)



SPACEFLIGHT EXPERIENCE

GO BEYOND  
ZERO-GRAVITY

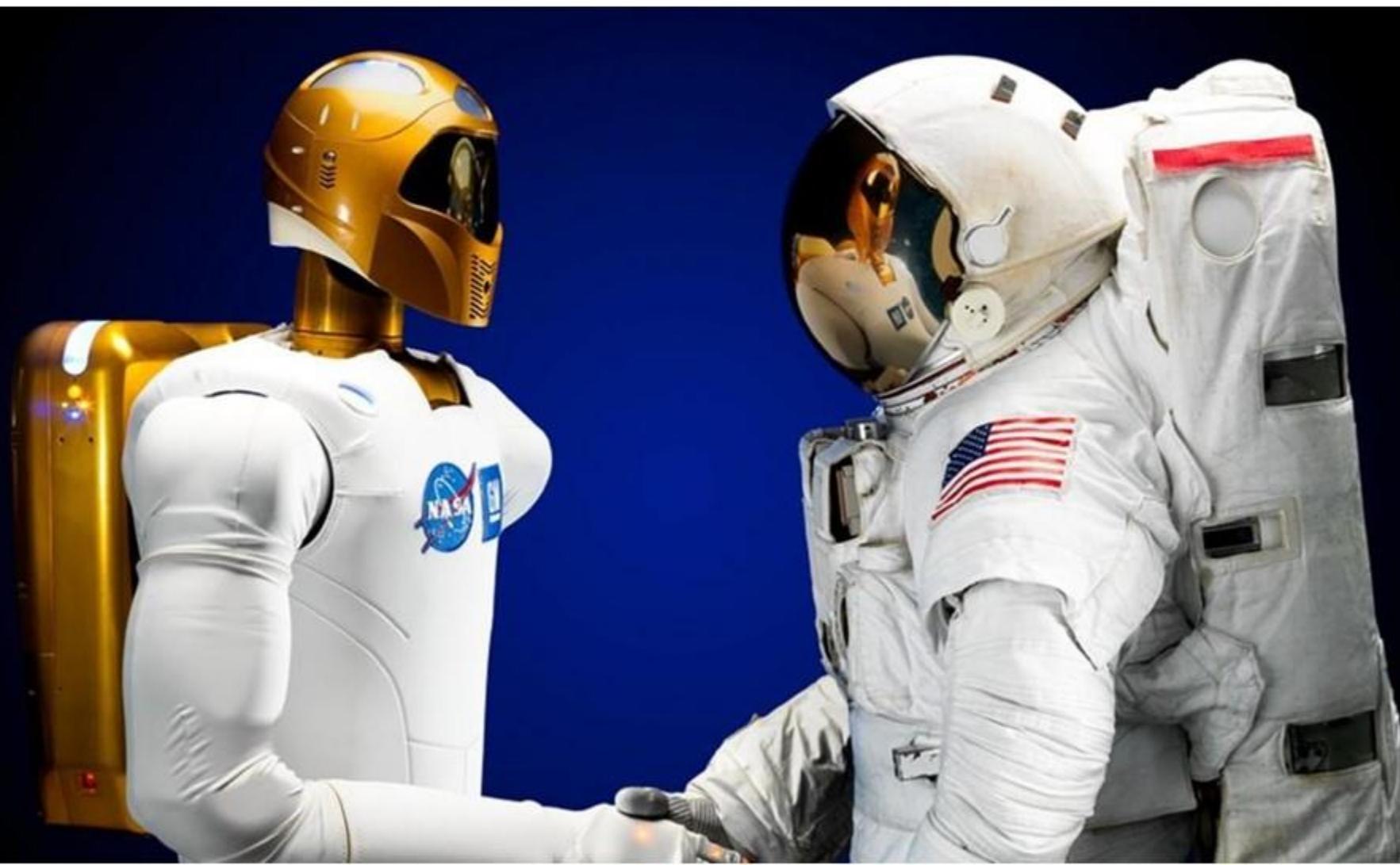


### What are the pre-flight fitness requirements?

Completion of a traditional fitness test is not required, but the flight is a relatively intense sensory and physical experience. If you are able-bodied and cleared by a medical practitioner, you should be able to enjoy both your training and your spaceflight. However, like many things in life, being in the best possible shape is likely to enhance your experience, and we will align with you on your personal goals during your spaceflight readiness program.



# REQUISITOS MÉDICOS PARA VIAJAR AL ESPACIO (COMO TURISTA)





[Commercial Space Homepage](#)

[Licenses, Permits & Approvals](#) ➤

[Resources](#)

[Legislation & Policies, Regulations & Guidance](#) ➤

[Environmental](#) ➤

[Spaceports](#) ➤

[Airspace Integration](#)

[Stakeholder Engagement](#) ➤

[Compliance, Enforcement & Mishap](#)

[Commercial Human Spaceflight](#)

[Careers](#)

[Additional Information](#) ➤

## Human Space Flight

Human space flight is changing. What once was an exclusive government-led activity is now open to commercial space operators and private individuals.

The FAA's safety oversight responsibilities are designed to protect the safety of the public on the ground and others using the National Airspace System. Congress has both given and restricted the FAA's authority.

The FAA issues commercial space licenses, verifies launch or reentry vehicles meant to carry humans operate as intended and provides regulation of flight crew qualifications and training. The FAA also performs safety inspections and safely integrates commercial space operations into the National Airspace System.

However, Congress has limited the FAA's authority in specific ways. Under federal law, the FAA is prohibited from regulating the safety of individuals on board. This legislative "moratorium", originally established in 2004, and extended four times by Congress, will now expire January 1, 2024.



Image provided by SpaceX

**1** In April 2023, the FAA established an [Aerospace Rulemaking Committee](#) (SpARC) to collaborate with industry on the development and cost of possible future regulations for commercial human space flight occupant safety. [This safety focused SpARC](#) is expected to submit a recommendation report in the summer of 2024.

# "Doctor, Doctor, Can I Go?" Medical Rules, Standards, and Guidelines for Suborbital Space – (spacesafetymagazine.com)



**Space Safety Magazine**

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SPACE SAFETY

ISSF INTERNATIONAL SPACE SAFETY FOUNDATION

PRESS CLIPS    **SPACEFLIGHT**    ENGINEERING    DEBRIS    SPACE DISASTERS    SPACE ON EARTH    EXPLORATION    SPACE HAZARDS    SEARCH

## "DOCTOR, DOCTOR, CAN I GO?" MEDICAL RULES, STANDARDS, AND GUIDELINES FOR SUBORBITAL SPACE

By Giugi Carminati on March 28, 2014 in Commercial Spaceflight

4

[Space Safety](#) » [Spaceflight](#) » [Commercial Spaceflight](#) » "Doctor, Doctor, Can I Go?" Medical Rules, Standards, and Guidelines for Suborbital Space



SPACE GENERAL

search



Acta Astronautica

Volume 187, October 2021, Pages 529-536



# Medical guidelines for suborbital commercial human spaceflight: A review

G. Starr Schroeder  , Jessica C. Clark  , Dr. Michael Gallagher  , Dr. Shawna Pandya  

# GALACTIC SUITE

- |                 |            |
|-----------------|------------|
| 01.VISION       | 07.ABOUT   |
| 02.MISSION      | 08.JOIN    |
| 03.EXPERIENCE   | 09.CONTACT |
| 04.RESERVATIONS | 10.MEDIA   |
| 05.PROJECT      | 11.BLOG    |
| 06.IMAGERY      | 12.NEWS    |

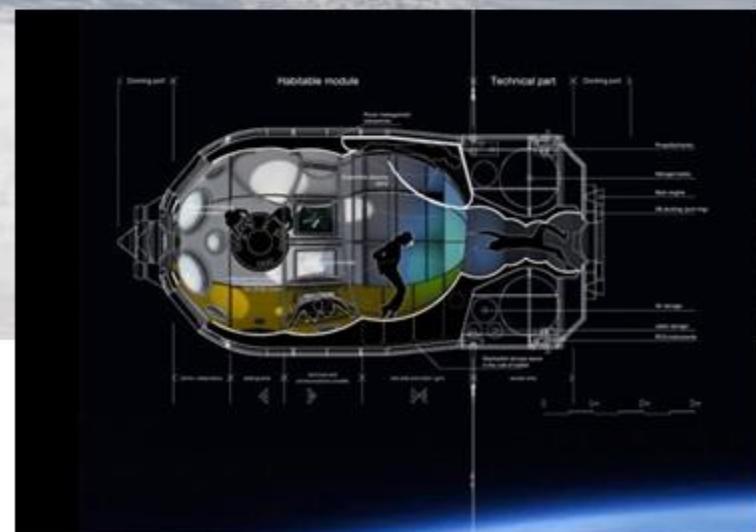
## 03. EXPERIENCE



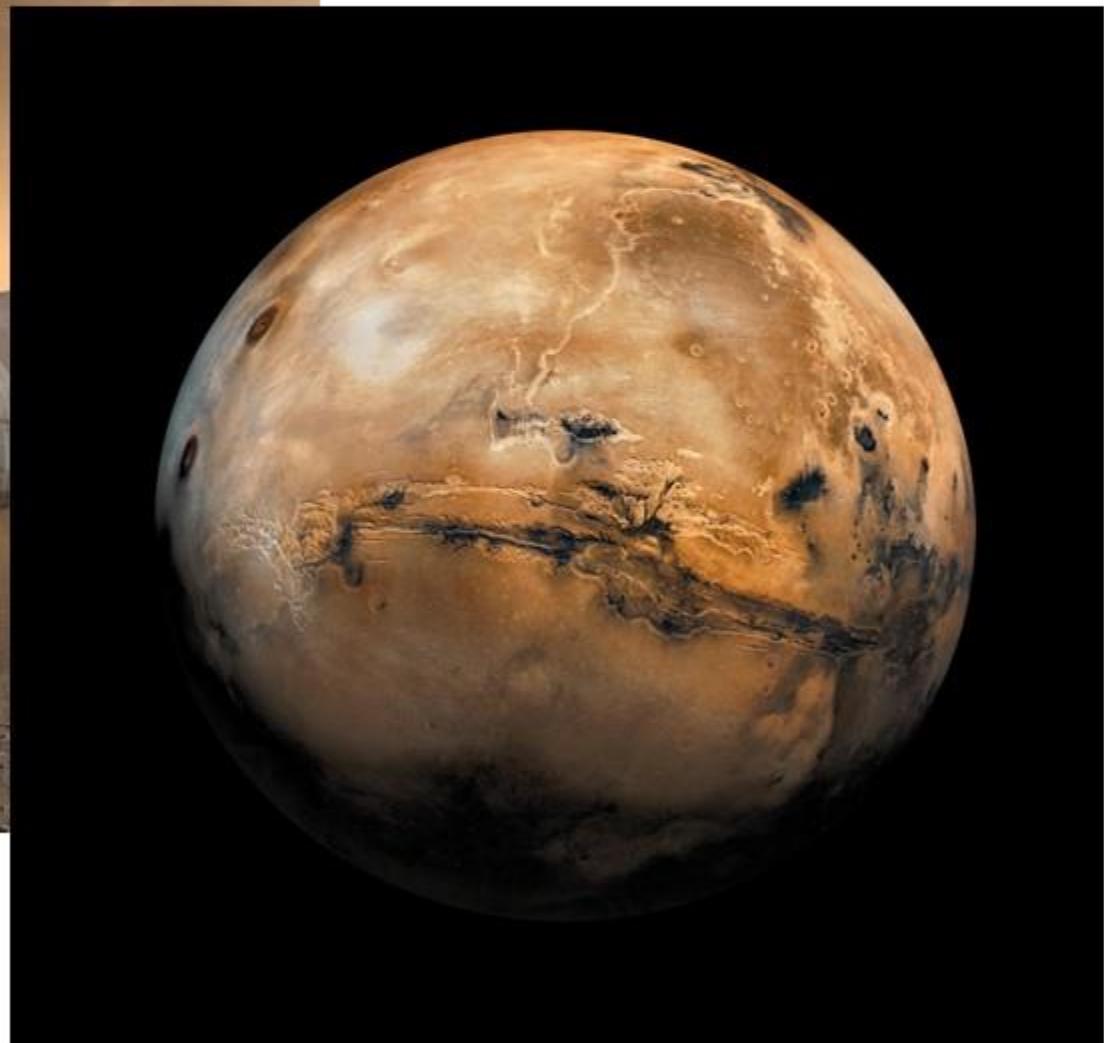
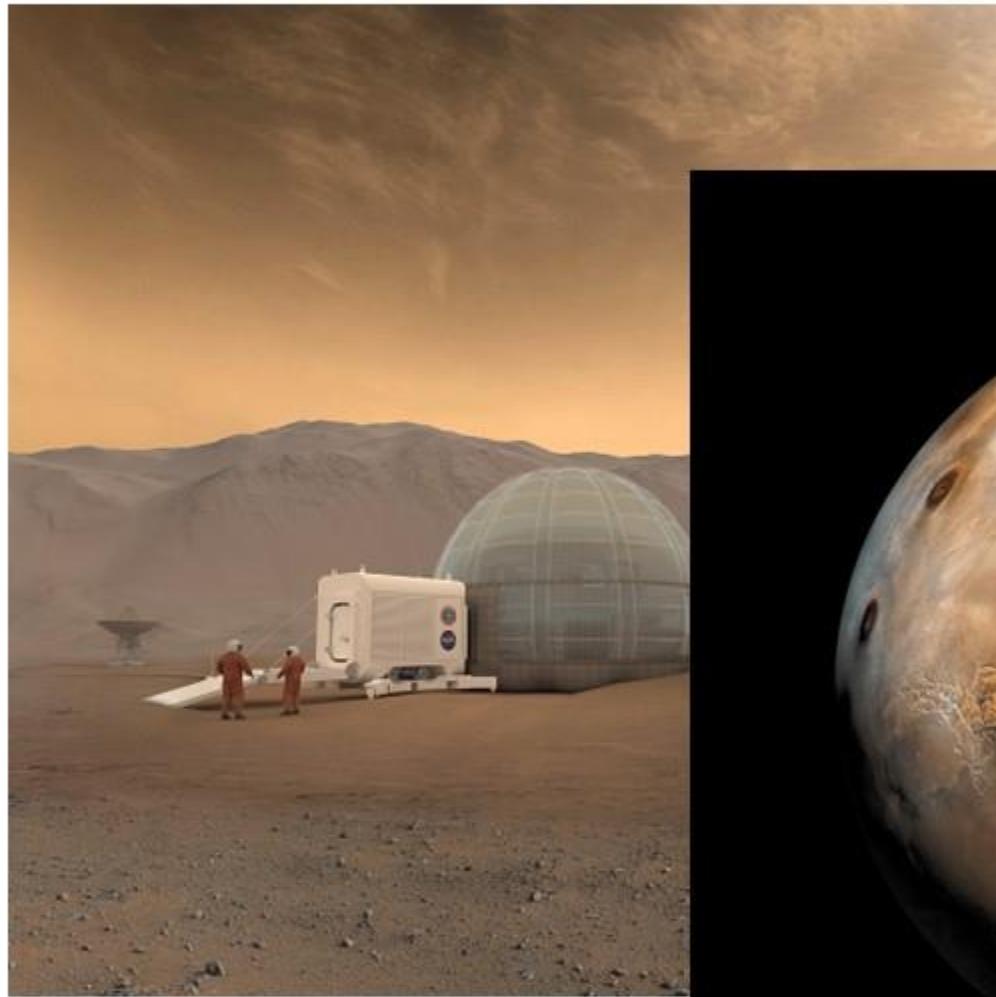
**Imagine being in orbit  
completing one revolution  
around the  
world in 80 minutes**

- We aim to offer you the most thrilling and transcendent experience ever: an orbital stay onboard the Galactic Suite Space Resort, and become the world's next space tourist. Our SpacePort facilities will be situated in an island, and they will also provide you with a challenging and exhilarating program that will not only carry you through a briefed astronaut training process, it will be a very relaxing time in a tropical paradise island. After a few weeks of training you will be

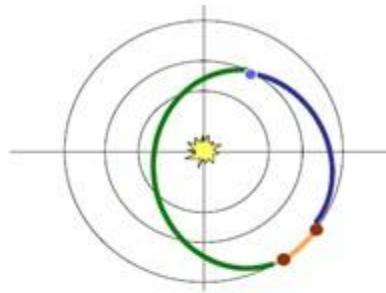
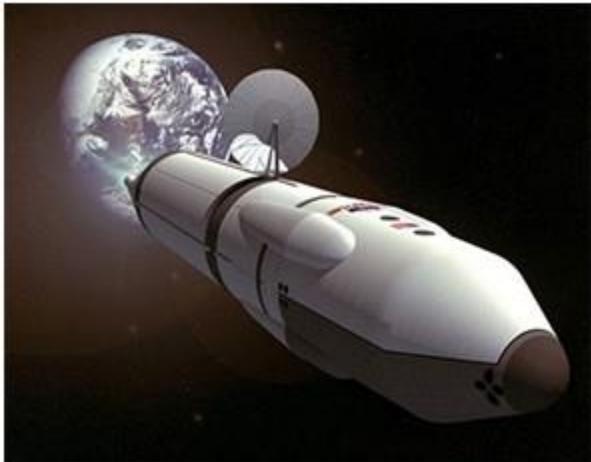
2022 - galacticsuite



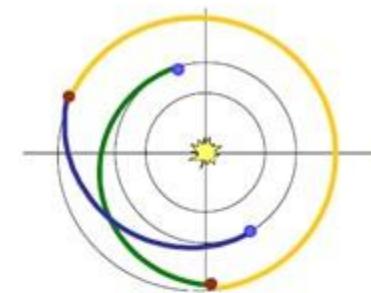
# Marte



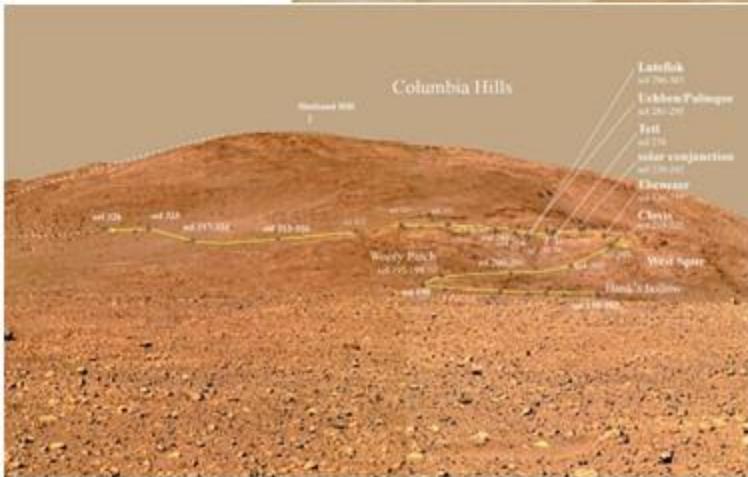
# Marte



*One-Year Mission*



*Three-Year Mission*



1992



2022



# Agenda



Recuerdo Histórico

Fisiología Humana en el espacio

Requisitos médicos para viajar al espacio

# Agenda

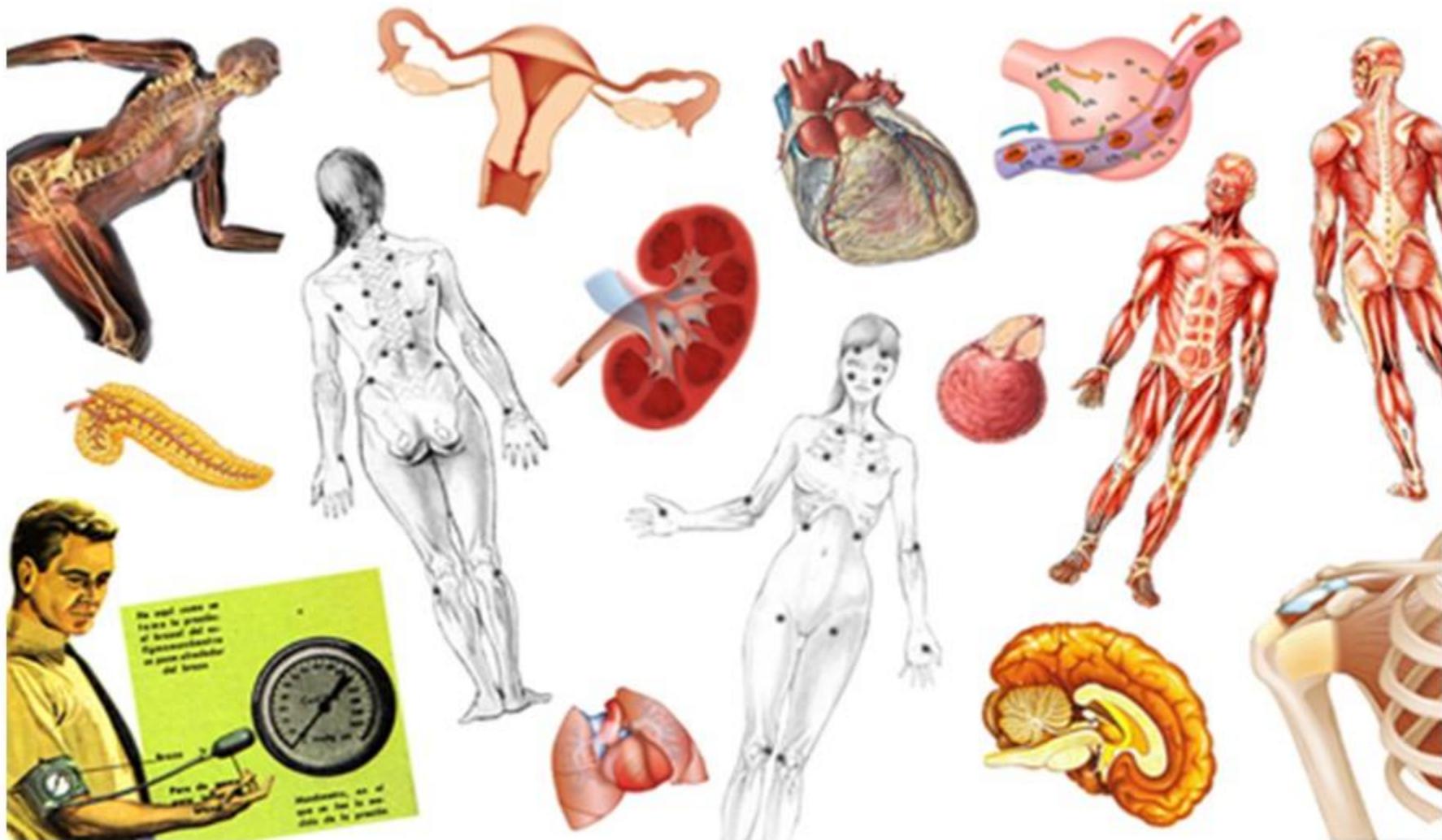


Recuerdo Histórico

**Fisiología Humana en el espacio**

Requisitos médicos para viajar al espacio

# Bases Fisiológicas

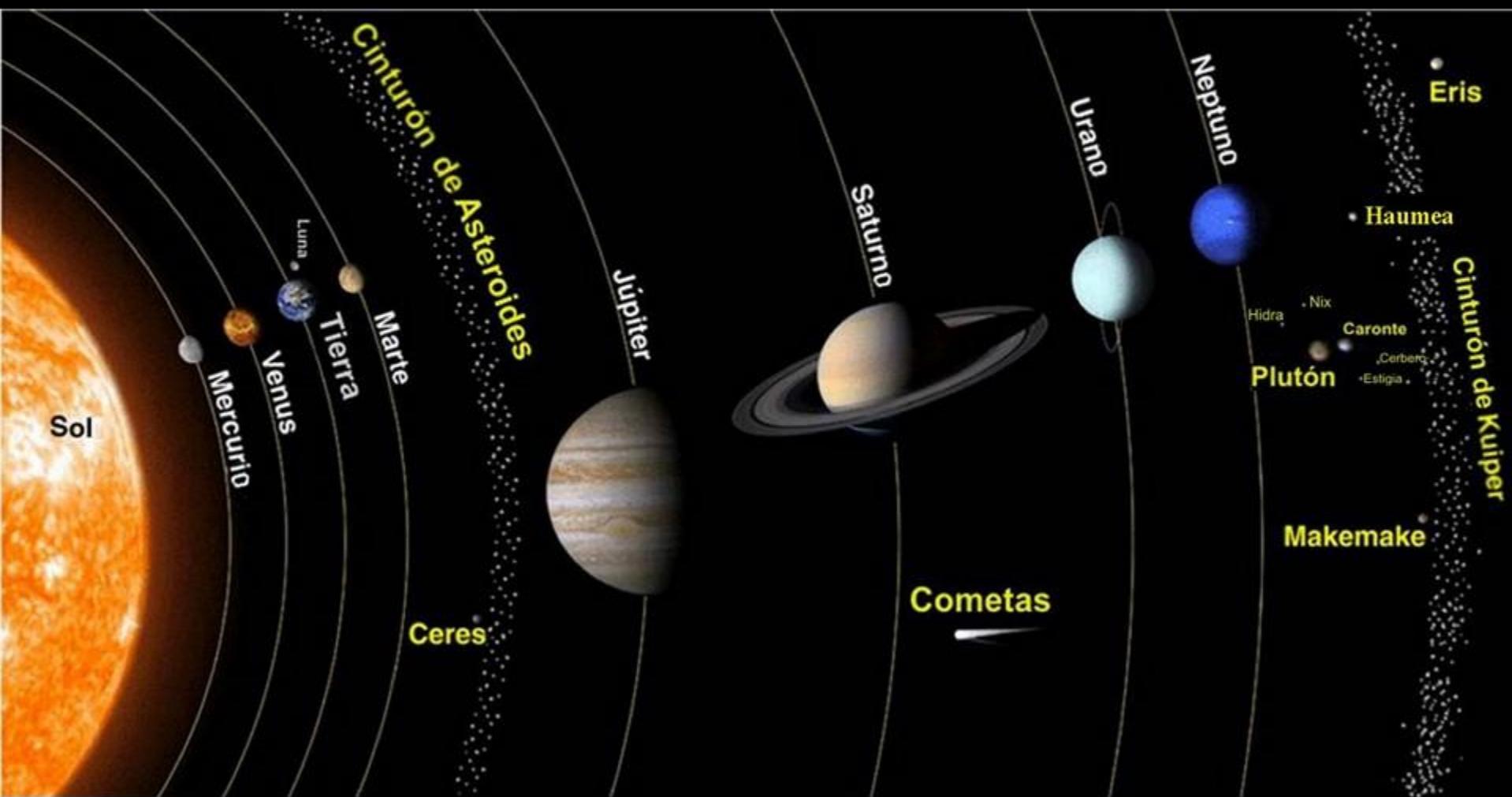


# Principios Básicos

- LA ATMOSFERA TERRESTRE
- EFECTOS DE LA ALTITUD
- MICRO/INGRAVIDEZ
- OTROS

# ¿Qué es la Atmósfera?

Masa de gases que rodea un planeta





$G = 9,8 \text{ m/s}^2$

Distancia al Sol =  
149.600.000 Km



Masa  
atmosférica  
=

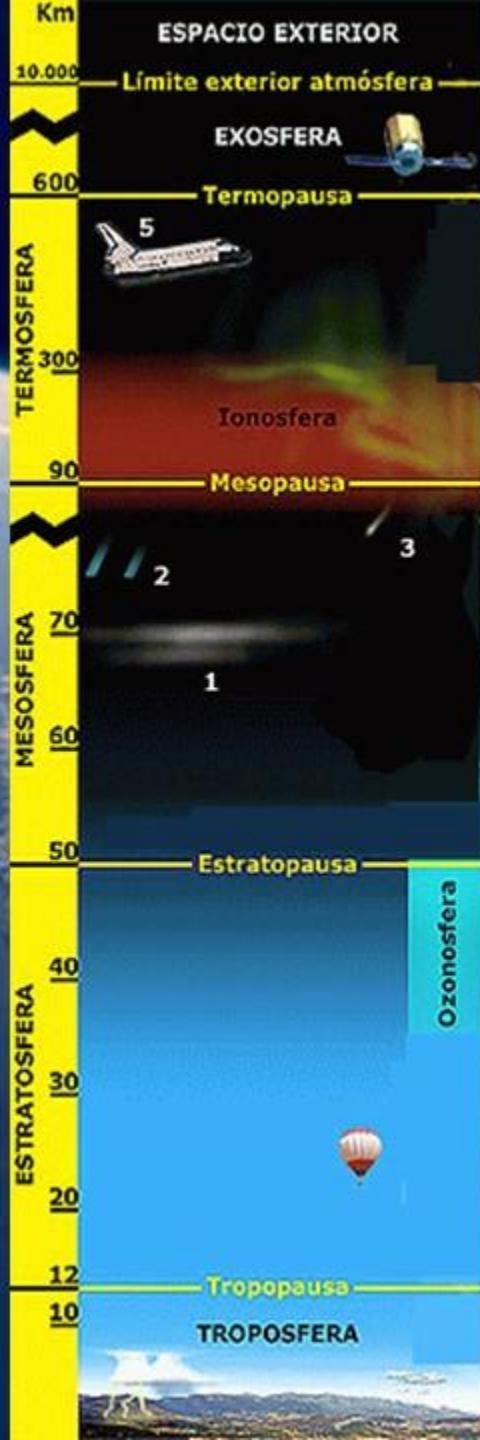
$$5,29 \times 10^{21} \text{ g}$$

LIMITE SUPERIOR:  
Nivel de escape  
700 Km

# Nuestra Atmósfera

## FUNCIONES:

- Es fuente de **oxígeno** (vida animal) y de **dióxido de carbono** (vida vegetal)
- Mantiene la **temperatura** y la **humedad**
- Escudo protector frente a la **radiación** (cósmica y ultravioleta)
- Protección frente a **meteoritos**



# Atmósfera Terrestre

**Composición química CONSTANTE:  
HOMOSFERA (< 80 Km)**

**Nitrógeno ( $N_2$ ) 78%**

**Oxígeno ( $O_2$ ) 21%**

**Otros: Argon (Ar) 0.93%,  $CO_2$  0.03%**

**Presión barométrica a nivel del mar:**

101,325 Pa (1,013.25 hPa), equivalente a 1,013.25 millibars, 760 mm Hg,  
29.9212 inches Hg, o 14.696 psi.

**Atmósfera con altura:**

**Presión y densidad disminuyen  
La presión parcial de  $O_2$  se reduce  
Temperatura cae**

# Composición química de la atmósfera

CONSTANTE (HOMOSFERA)  
hasta 300.000 pies (100 Km)

NITRÓGENO 78.084%

OXÍGENO 20.946%

ARGON 0.934%

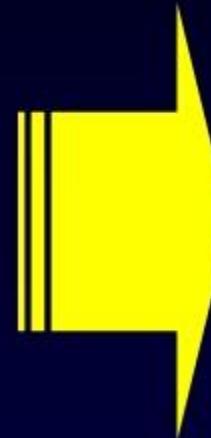
NEON 0.001818%

HELIO 0.000524%

ANHÍDRIDO CARBÓNICO 0.03%

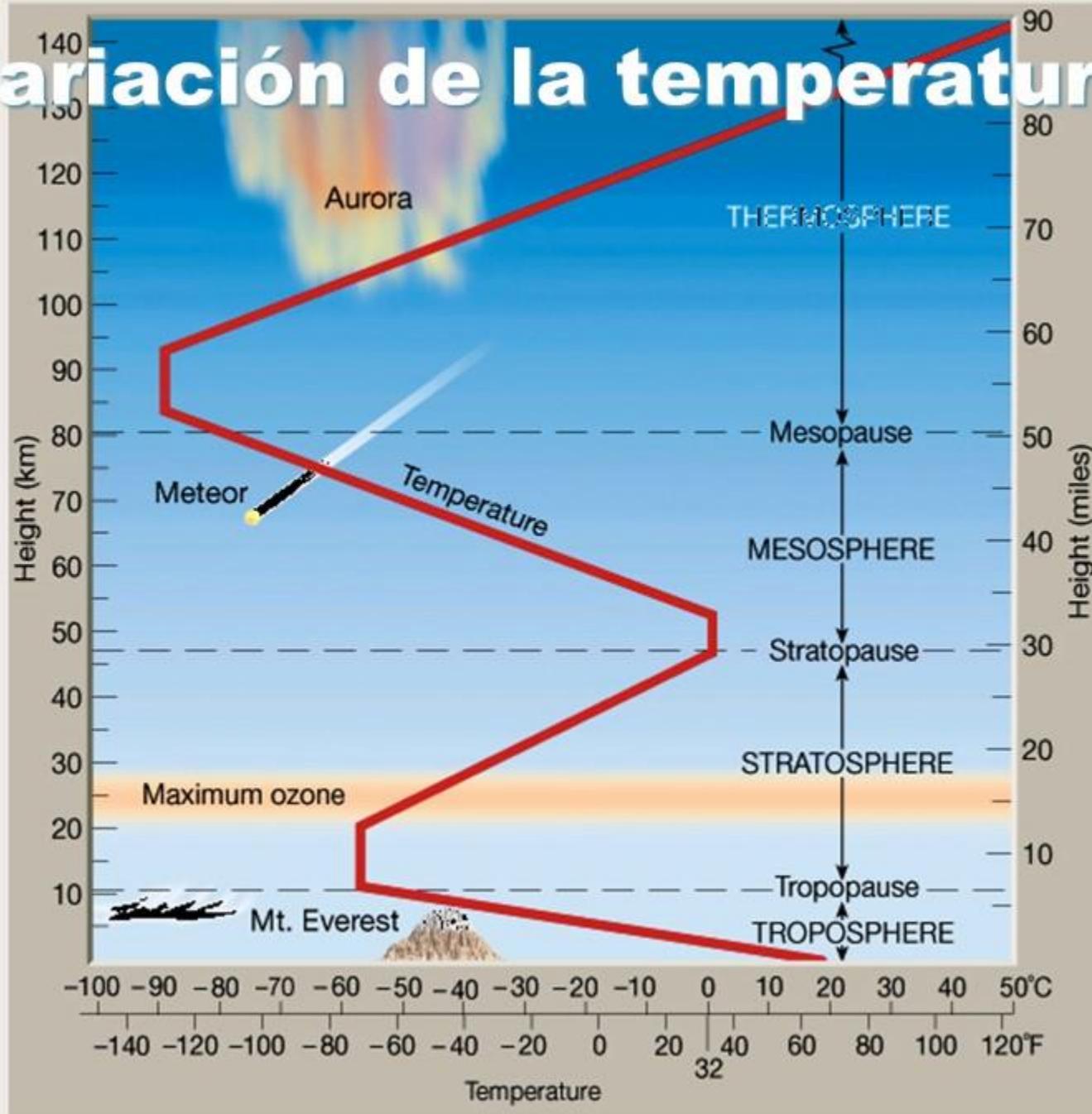
VAPOR DE AGUA 0.01-4%

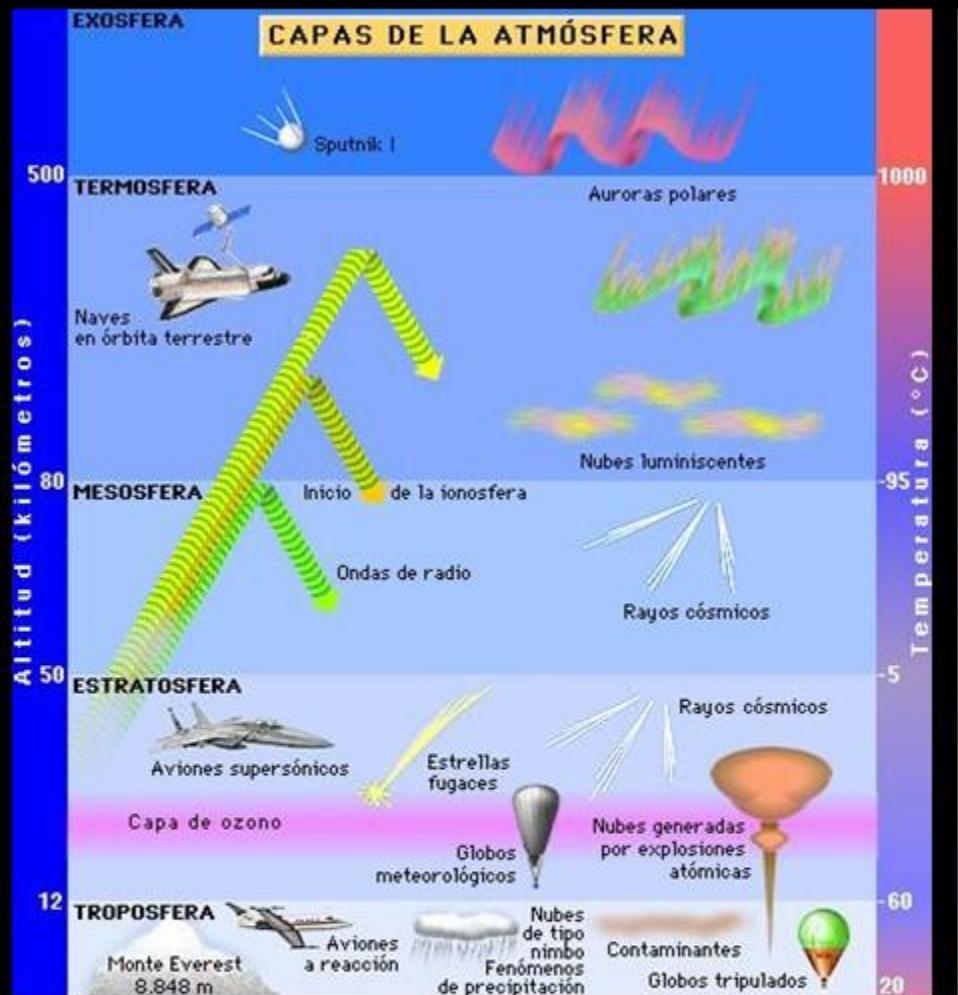
OTROS (Kripton, Xenon, Hidrógeno, Amoniaco, Metano, Oxido nitroso, Ozono, gas de orogen industrial, etc)



Nitrógeno  
78%  
Oxígeno  
21%  
Otros  
1%

# Variación de la temperatura





**¡FISIOLÓGICAMENTE A LOS  
3000 METROS...!**

# UN POCO DE FÍSICA...

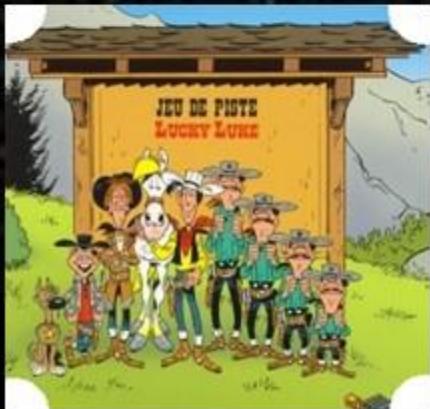


1. Ley de Dalton
2. Ley de Boyle-Mariotte
3. Ley de Henry

# LEY DE DALTON

$$P_{\text{total}} = P_{\text{pr1}} + P_{\text{pr2}} + P_{\text{pr3}} + \dots = \sum P_{\text{pr}}$$

## Hipoxia

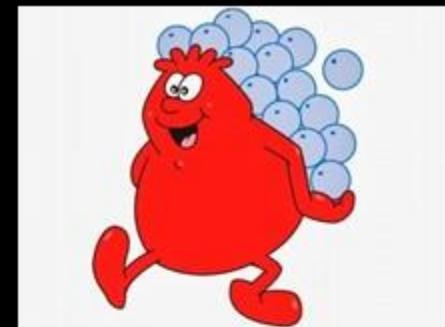


*"La presión total de una mezcla de gases (que no reaccionan químicamente entre sí) es igual a la suma de las presiones parciales de cada uno de los gases que componen la mezcla"*

### **Altitud crucero normal 36.000 pies**

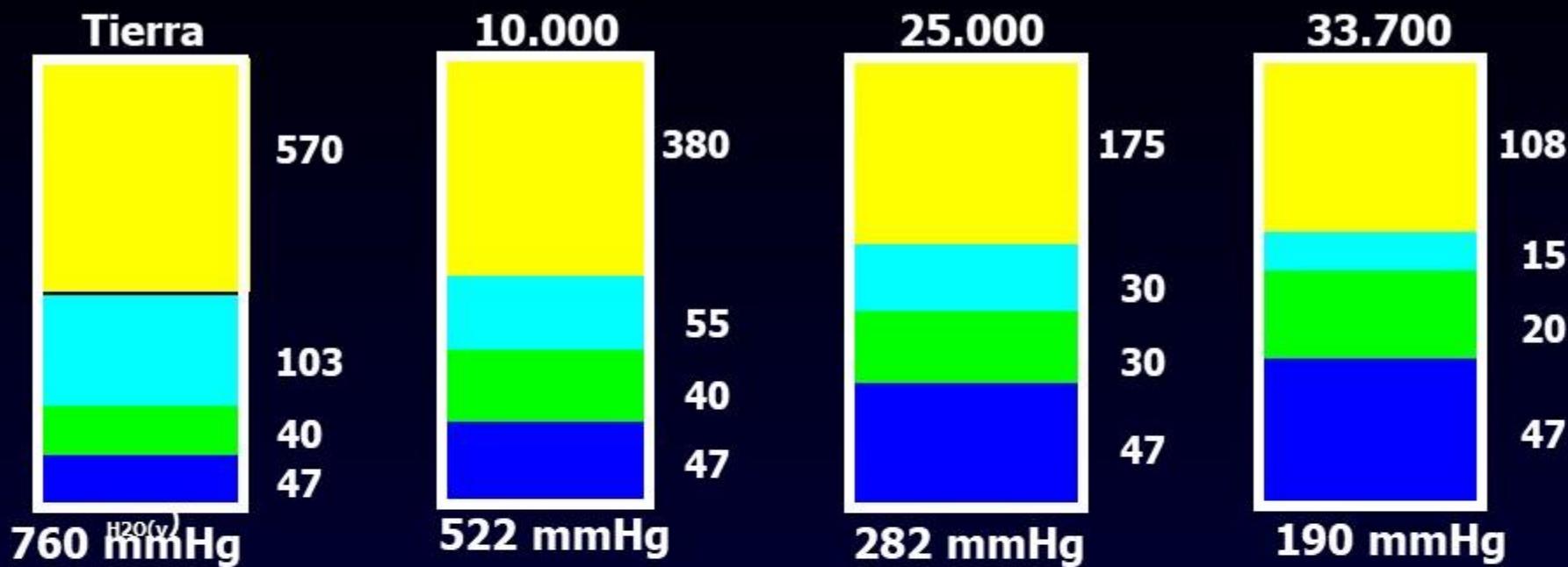
<b>Altitud (metros)</b>	<b>Altitud (pies)</b>	<b>ATM</b>	<b>Presión barométrica (mmHg)</b>	<b>Presión de Oxígeno (mmHg)</b>
Nivel del mar		1	760	159
<b>3.048</b>	<b>10.000</b>		<b>523</b>	<b>110</b>
5.486	18.000	1/2	380	80
6.096	20.000		349	73
8.231	27.000	1/3	259	54
9.144	30.000		226	47
10.363	34.000	1/4	188	39
12.192	40.000		141	29
15.240	50.000	1/7	87	18
18.288	60.000	1/14	54	11

Everest (8.848 m) 29.029 pies; Teide (3.718 m) 12.198 pies; Mont Blanc (4.810 m) 15.781 pies; La Paz, Bolivia (3.650 m) 11.975 pies.



Altitud (metros)	Altitud (pies)	Presión barométrica (mmHg)	Presión de Oxígeno en la atmósfera (mmHg)	Presión de Oxígeno en el alveolo (mmHg)	Saturación arterial de Hb (%)
Nivel del mar		760	159	100	97
<b>OXIGENACIÓN CORRECTA</b>					
3.048	10.000	523	110	67	90
<b>EFFECTOS COMIENZAN A SER SIGNIFICATIVOS (O<sub>2</sub> suplementario)</b>					
6.096	20.000	349	73	40	70
<b>OXIGENACIÓN DEL TODO INSUFICIENTE</b>					

## Gases alveolares – respirando aire



# LEY DE BOYLE-MARIOTTE

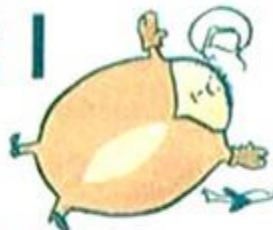
Si T<sup>a</sup> constante P X V = Constante P<sub>1</sub> X V<sub>1</sub> = P<sub>2</sub> X V<sub>2</sub>

Altitud (pies)	Volumen gases
18.000	X 2
25.000	X 3
34.000	X 5
42.000	X 9

**Barotraumatismos**

*"El volumen que ocupa un gas es inversamente proporcional a la presión a la que está sometido; si la temperatura permanece constante"*

**102 l**



60000

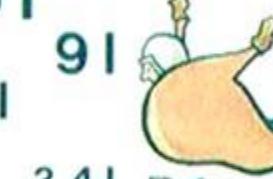
**14 l**

$\frac{1}{14}$

**17.6 l**



**4.9 l**



**3.4 l**

**2.1 l**



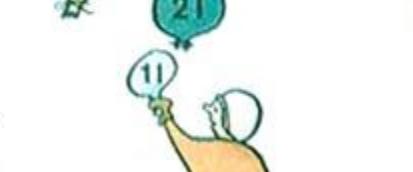
50000

42000

34000

27000

18000



$\frac{1}{9}$

$\frac{1}{6}$

$\frac{1}{4}$

$\frac{1}{3}$

$\frac{1}{2}$

**1**



# LEY DE HENRY



*"La cantidad de gas que se disuelve en un líquido (con el que no se combina químicamente) depende de:*

*El coeficiente de solubilidad de ese gas en ese líquido*

*Y es directamente proporcional a la presión a la que se encuentra dicho gas sobre el líquido"*

**Enfermedad  
Descompresiva**

Marzo 1965



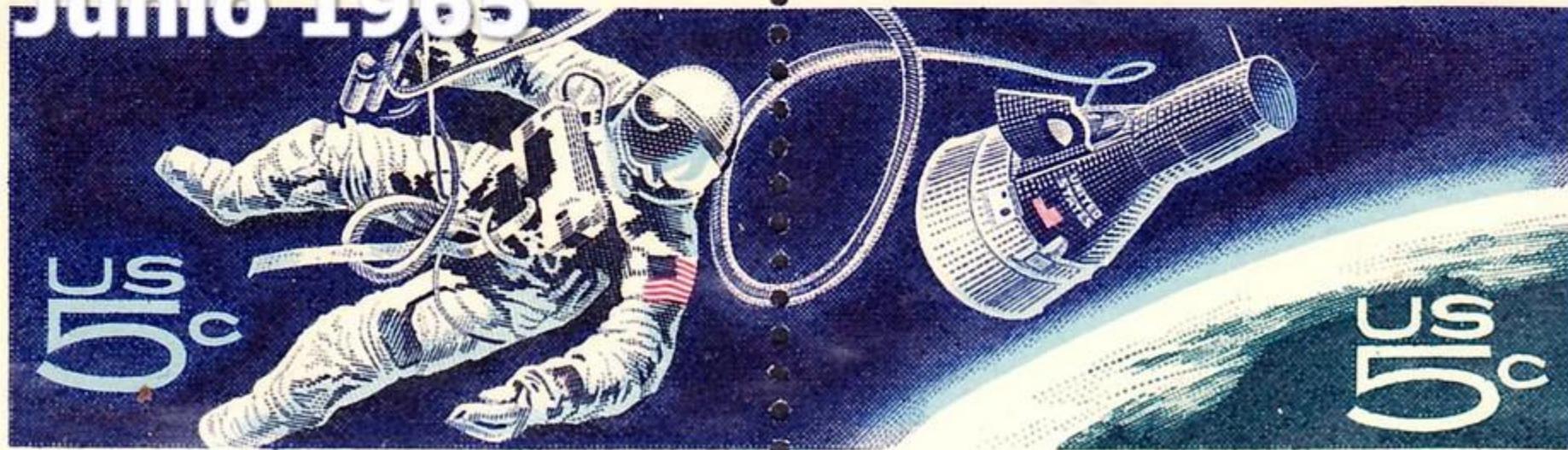
ВПЕРВЫЕ  
ОСУЩЕСТВЛЕН  
ВЫХОД ЧЕЛОВЕКА  
ИЗ КОРАБЛЯ  
„ВОСХОД-2“  
В КОСМИЧЕСКОЕ  
ПРОСТРАНСТВО

18 марта  
1965 года

ПОЧТА  
СССР



Junio 1965



5c

5c

## **Extra-vehicular activity**

*They are physically demanding and generate significant metabolic heat that is challenging to manage.*

*For spacewalks astronauts must don space suits that protect against environmental threats including thermal stress, micrometeoroids, radiation hazards and hard vacuum, while maintaining a breathable, habitable atmosphere.*

*These space suits are pressurised, but to lower than normal atmospheric pressures in order to reduce suit rigidity and maintain mobility.*

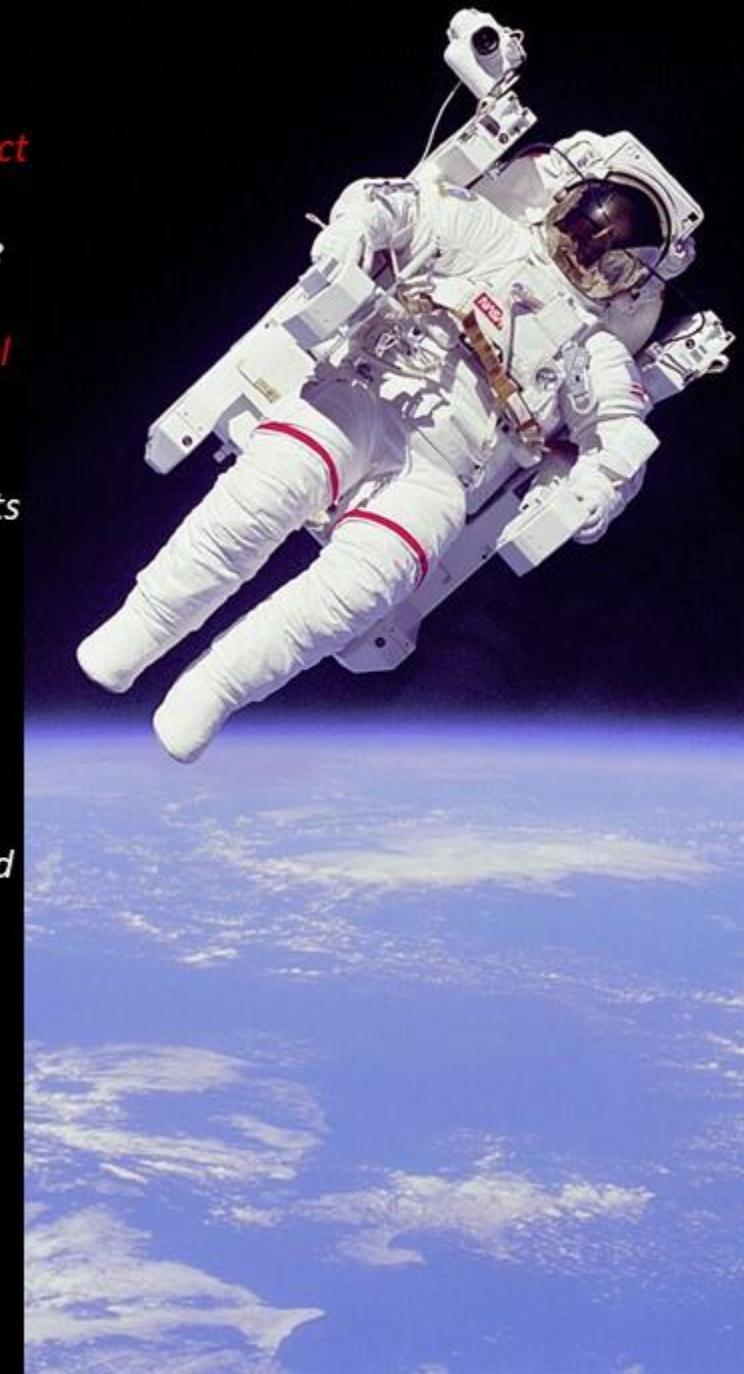
*The ISS is pressurised to sea level, whereas NASA space suits provide only 29.5 kPa (4.3 psi). This pressure difference, however, creates the possibility of decompression sickness (DCS).*

## **Decompression sickness in the space environment**

*Decompression sickness is caused by evolution of nitrogen gas from tissue or body fluids when an individual is exposed to reduced ambient pressure.*

*Symptoms range from joint pain (the bends) to, more seriously, the incapacitating neurological effects of confusion, motor incoordination and loss of consciousness. Many factors can increase the risk of DCS during hypobaric exposure including individual susceptibility and activity.*

*Before spacewalks astronauts breathe 100% oxygen to off-load the body's nitrogen stores and reduce the risk of DCS; currently this is enhanced with In-Suit Light Exercise (ISLE).*



¿Se puede vivir fuera de la atmósfera terrestre?



A  
duras  
penas



# 5 Hazards of Human Spaceflight

Astronauts encounter five hazards as they journey through space.



## Space Radiation

Invisible to the human eye, space radiation is not only stealthy but considered one of the most hazardous aspects of spaceflight.



## Isolation and Confinement

Behavioral responses occur among groups of people far from Earth who are isolated and confined in a small space over a long period of time.



## Distance from Earth

Instructions, new supplies, medical care, and more become increasingly challenging to receive from Earth as astronauts venture deeper into space.



## Gravity Fields

Astronauts' entire bodies – muscles, bones, inner ear, and organs – must adjust to the new gravities encountered on the space station or their spacecraft, as well as on the Moon, Mars, and Earth once they return home.



## Hostile/Closed Environments

Astronauts' entire bodies – muscles, bones, inner ear, and organs – must adjust to the new gravities encountered on the space station or their spacecraft, as well as on the Moon, Mars, and Earth once they return home.



# HOW DO YOU GO TO THE BATHROOM IN SPACE?

ALL THE ANSWERS TO ALL THE QUESTIONS YOU HAVE ABOUT LIVING IN SPACE

WILLIAM R. POGUE, ASTRONAUT

84 DAYS IN SPACE: AMERICAN RECORD



1985

# HOW DO YOU GO TO THE BATHROOM IN SPACE?

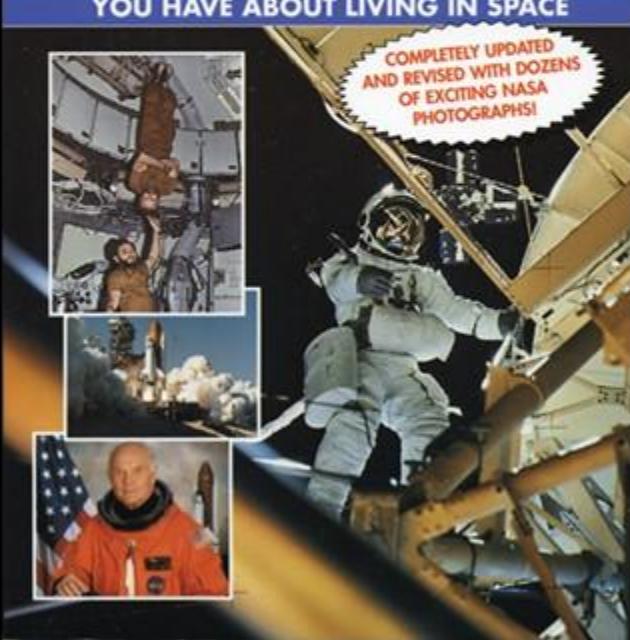
WILLIAM R. POGUE, ASTRONAUT

INTRODUCTION BY JOHN GLENN

ALL THE ANSWERS TO ALL THE QUESTIONS  
YOU HAVE ABOUT LIVING IN SPACE



COMPLETELY UPDATED  
AND REVISED WITH DOZENS  
OF EXCITING NASA  
PHOTOGRAPHS!

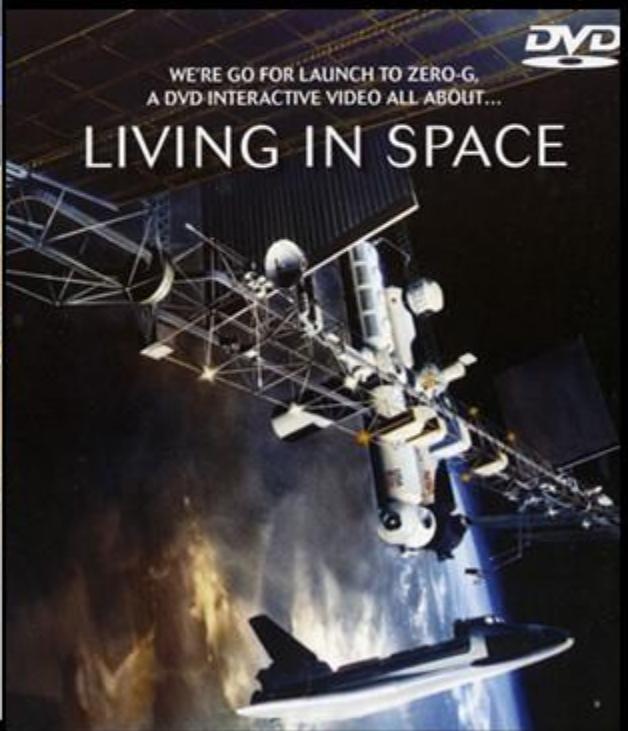


1999



WE'RE GO FOR LAUNCH TO ZERO-G,  
A DVD INTERACTIVE VIDEO ALL ABOUT...

# LIVING IN SPACE



## LIVING IN SPACE

Share the fun and entertainment of living in a weightless world. Join the astronauts from the early years right up to the present as they revel, wrestle and cope in the zero-g of space flight. Zero-g not only affects the way you work and move about – it even affects your personal appearance. Your face looks different, your posture changes and when you try to do work you're in for a real surprise! We'll take a flight to space from launch right through to landing and when our flight is over you'll feel like you've been there.

**TIM PEAKE**  
& THE EUROPEAN  
SPACE AGENCY

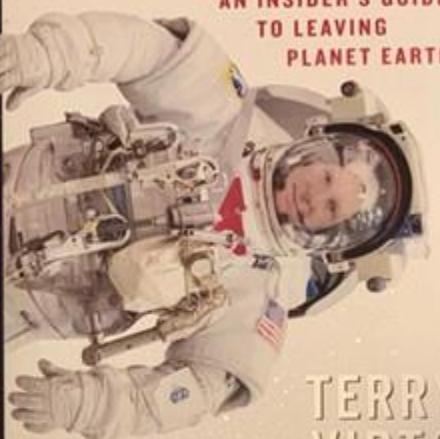


**THE  
ASTRONAUT  
SELECTION  
TEST BOOK**

DO YOU HAVE WHAT  
TAKES FOR SPACE?

**HOW TO  
ASTRONAUT**

AN INSIDER'S GUIDE  
TO LEAVING  
PLANET EARTH



**TERRY  
VIRTS**

NASA astronaut and International Space Station commander

Samantha  
Cristoforetti  
Diary of an  
Apprentice  
Astronaut



THE #1 INTERNATIONAL BESTSELLER  
**CHRIS HADFIELD**

"Houston, we  
have a superstar"  
*Washington Post*



"A one-man mission to  
make space cool again"  
*Independent*

**AN  
ASTRONAUT'S  
GUIDE TO  
LIFE ON EARTH**

LIFE LESSONS FROM SPACE

THE SUNDAY TIMES BESTSELLER  
**TIM  
PEAKE**  
Ask an Astronaut



**HOW DO YOU  
GO TO THE BATHROOM  
IN SPACE?**

ALL THE ANSWERS TO ALL THE QUESTIONS YOU  
HAVE ABOUT LIVING IN SPACE



**William R. Pogue, astronaut**  
FOREWORD BY JOHN GLENN

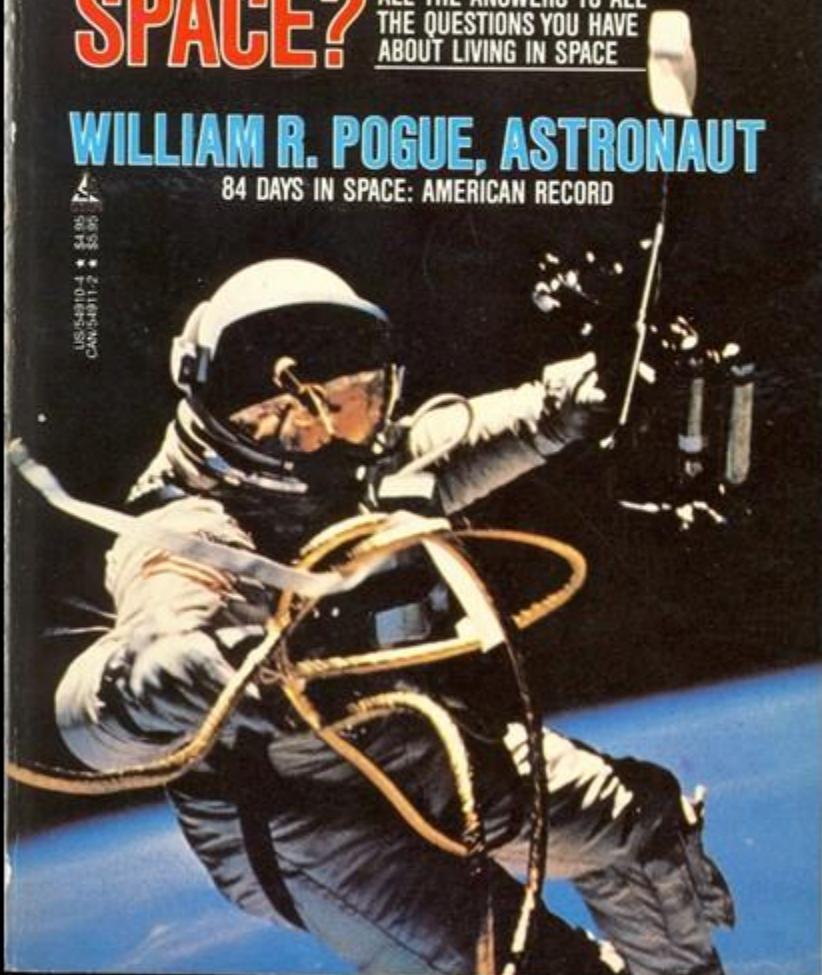
# HOW DO YOU GO TO THE BATHROOM IN SPACE?

ALL THE ANSWERS TO ALL  
THE QUESTIONS YOU HAVE  
ABOUT LIVING IN SPACE

## WILLIAM R. POGUE, ASTRONAUT

84 DAYS IN SPACE: AMERICAN RECORD

USPS 100-112  
CANADA 112



## APPENDIX A SUMMARY OF PHYSIOLOGICAL EFFECTS

1. WEIGHTLESSNESS: FLUID SHIFT—An abnormally high volume of blood and tissue fluid tends to concentrate in the upper part of the body.

### EFFECT OR SYMPTOM

- 1.1 Giddy, light-headed feeling
- 1.2 Bug-eyed sensation
- 1.3 "Flush" feeling in face
- 1.4 Awareness of neck pulse; throbbing in head
- 1.5 Distended veins in forehead and neck
- 1.6 Hypersensitivity to head movements; excessive or exaggerated sensation of rotation caused by head movements (Note 1)
- 1.7 Moderate to severe headache
- 1.8 "Full" feeling in head
- 1.9 Head stuffiness; nasal, sinus or ear congestion
- 1.10 Facial edema: puffiness in face; bags under eyes
- 1.11 Early flight malaise—nausea, vomiting (Note 2)
- 1.12 Bloodshot eyes
- 1.13 Reduced visual accommodation; decrease in ability to focus on near objects (most significant effect in older crewmembers)
- 1.14 Reduced total blood volume; orthostatic intolerance  
\* Prolonged cessation of red cell production with

- eventual stabilized total red cell population commensurate with the reduced blood volume (long flights)
- \* Post flight anemia (long flights)
- 1.15 Decreased girth measurements of thighs and calves of legs due to lowered volume of blood & tissue fluids in the legs
- 1.16 Fluid infusion into internal organs (U.S. tissue tests on Cosmos in 1129)

## 2. WEIGHTLESSNESS: VESTIBULAR SENSITIVITY

### EFFECT OR SYMPTOM

- 2.1 Hypersensitivity to head movements; excessive or exaggerated sensation of rotation caused by head movements (Note 1)
- 2.2 Early flight malaise—nausea, vomiting (Note 2)

**3. WEIGHTLESSNESS; TISSUE FLOAT**—The tendency of surface and internal body tissue to "float" or shift upward on the body, in relation to its position as normally observed on Earth.

### EFFECT OR SYMPTOM

- 3.1 Facial tissue rise; high cheekbone, Oriental appearance. In combination with facial edema (puffiness), 1.10, above, facial appearance is altered. Most edema subsides after three-five days.
- 3.2 Internal organs shift upward, creating a "wasp waist" appearance and, possibly, a reduced vital capacity or inability to breathe as deeply as on Earth.
- 3.3 Hair float (long hair)
- 3.4 Raised or elevated breasts (females)
- 3.5 Floating or raised genitalia (males)

**4. WEIGHTLESSNESS; MUSCULO-SKELETAL EFFECTS**—Changes occur in the relaxed body posture; ability to assume certain body positions is reduced; bone demineralization occurs during early exposure to weightlessness.

### EFFECT OR SYMPTOM

- 4.1 Relaxed body posture is semi-erect, knees bent slightly, upper back curled slightly forward, loss of curvature in small of back; arms float upward at chest height, shoulders rise up in a "shrug" position.

## HOW DO YOU GO TO THE BATHROOM IN SPACE? 135

- 4.2 Spinal lengthening and straightening causes increased body length (height). Approximately 2 inches.
- 4.3 Inability or difficulty in bending forward or in assuming a seated position; seat belt required to hold body seated in chair. Easier to bend forward after several weeks.
- 4.4 Bone mass loss or bone demineralization occurs during early weeks of flight (extent of loss varies with the individual). Soviet flight results on long missions indicate the bone mass loss stops after extended exposure to weightlessness.
- 4.5 Loss (atrophy) of muscle mass and tone in the large muscles of the legs. Partially arrested by exercise during flight. Rapid recovery after return. Main cause is inability to achieve the normal workload stress present on Earth. Contributes to decreased girth measurements of thighs and calves (see 1.15, above).

## 5. WEIGHTLESSNESS; MISCELLANEOUS EFFECTS—Temporary episodic or periodic effects experienced

### EFFECT OR SYMPTOM

- 5.1 "Space crud"—a general malaise or "down" feeling that occurs 3-4 hours after eating; similar to onset of flu or a cold. Quickly relieved by eating
- 5.2 Reluctance to belch; risk of regurgitation; excessive flatus due to gas retention (gas retention problem may be less for Shuttle—cabin pressure is higher)
- 5.3 Lingering body odor may occur if crewmember is in an area where fan circulation is poor (no convective circulation)
- 5.4 Head congestion is relieved by exercise and, to some extent, by eating (see 1.9, above)
- 5.5 "Head nod" during sleep probably caused by carotid pulse; causes nausea in some crewmembers (10%)
- 5.6 During heavy exercise, auxiliary fan circulation may be required to prevent overheating; sweat accumulation can be a problem
- 5.7 Eyeglasses may tend to bob up and down or fly off during rapid head turns if ear pieces don't fit properly
- 5.8 "Inverse déjà vu"; surroundings appear unfamiliar when viewed from unusual perspective; immediately

- corrected by assuming a familiar body position relative to the physical environment
- 5.9 Persistent tendency to throw objects too high when tossing items (apparently allowing for non-existent gravity drop)

#### 6. SPACE RADIATION: EFFECTS DUE TO IONIZING RADIATION

##### EFFECT OR SYMPTOM

- 6.1 Radiation tissue damage (extent unknown)
- 6.2 Light flashes "seen" by dark-adapted crewmembers when passing through low spots or regions in the Earth's radiation belts, polar regions or while traveling through deep space beyond the Earth's trapped radiation zones. (Note 5)

#### 7. SPACECRAFT ATMOSPHERE; EFFECTS DUE TO LOW PRESSURE, LOW HUMIDITY OR, POSSIBLY, DUE TO HIGH OXYGEN CONCENTRATIONS. (Note 6)

##### EFFECT OR SYMPTOM

- 7.1 Tissue drying; chapped hands and lips, dryness in the eyes (eye irritation or sensitivity)
- 7.2 Peculiar soft or puffy texture/feeling in the mouth, sometimes described as a "cotton fuzz" feeling. Effect has not been well documented.

#### 8. EFFECTS ON BASIC SENSORY AND PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OR PERFORMANCE DUE TO THE SPACE OR SPACECRAFT ENVIRONMENT

##### EFFECT OR SYMPTOM

- 8.1 Slight changes in sense of taste and smell; statistical differences slight—pattern varies with individual
- 8.2 No detectable change in motor skills or coordination tasks
- 8.3 Slight changes in proportionate time spent at various levels of sleep. Also sleep requirement appears to be 1–2 hours less (per day) for crewmembers while in space
- 8.4 Enhanced clarity of vision of objects viewed in space vacuum. This increased ability to see with increased sharpness has led some to describe such views as "gemlike" or "unreal in clarity." Most probably due to absence of light scattering in vacuum.
- 8.5 Ability to see 10–20% more stars (see 8.4, above)

- 8.6 Reduced visual accommodation (see 1.13, above)—most significant in older crewmembers
- 8.7 Visual scene orientation prejudice; predisposition to view scenes as one is accustomed to seeing them (even though there is no sensed gravity vector). Crewmember will move to orient "eye plane" to achieve the preferred scene orientation
- 8.8 Ambient spacecraft noise can vary from benign to distracting levels and may affect a crewmember's ability to go to sleep

#### 9. POSTFLIGHT REACTIONS

##### EFFECT OR SYMPTOM

- 9.1 Postflight anemia (see 1.14)
- 9.2 Perception of magnitude of heft and weight forces
- Objects feel heavier
  - External body pressure sensations due to sitting, lying (particularly when rolling on one's side) feel unnaturally excessive
- 9.3 Muscle/tendon/joint soreness
- Lower back and calf muscle soreness
  - Achilles tendon soreness/ache
  - Knee joint soreness during long distance running
- 9.4 Standing/walking difficulties
- Faintness (orthostatic intolerance)
  - Unsteadiness and balance problems

Note 1: Disagreement exists regarding the cause of hypersensitivity—whether it is a direct result of weightlessness, a secondary effect of the fluid shift or due to causes unidentified.

Note 2: Disagreement exists regarding the cause of early flight malaise (nausea)—whether it is caused by the fluid shift, hypersensitivity to head motions (a form of motion sickness), a combination of both, or due to an unidentified cause. American medical teams have insisted that the problem is due to a form of motion sickness and have attempted to treat it accordingly with a notable lack of success. Russian space personnel, reportedly, contend that the primary cause is the fluid shift; information is not available on the success of any preventive measures they have tried.

Note 3: Decrease in visual accommodation has been verified on Shuttle flights.

Note 4: General fatigue, slight nausea occasionally, degraded operator performance. "Space crud" was not noticed on long space walks (lasting up to seven hours).

Note 5: Three explanations have been proposed to explain the light flashes seen by crewmembers. A. Cerenkov radiation (emission of photons by particles slowed by fluid in the eye), B. Light generated by particles ionizing fluid in the eye, or C. Artificial light stimulus caused by particles impacting retinal sensors in the eye.

Note 6: Although the effects described in 7. above are more applicable to the low cabin pressures used in American spacecraft prior to the Shuttle, there may be times even on Shuttle missions when low cabin pressure will be used for operational reasons.



- Efectos debidos a la micro/ingravidez
- Efectos debidos a la exposición a radiaciones
- Efectos secundarios al ambiente atmosférico en cabina
- Efectos sobre el sistema sensorial
- Efectos Post-vuelo
- Otros

# Efectos exposición al medio espacial

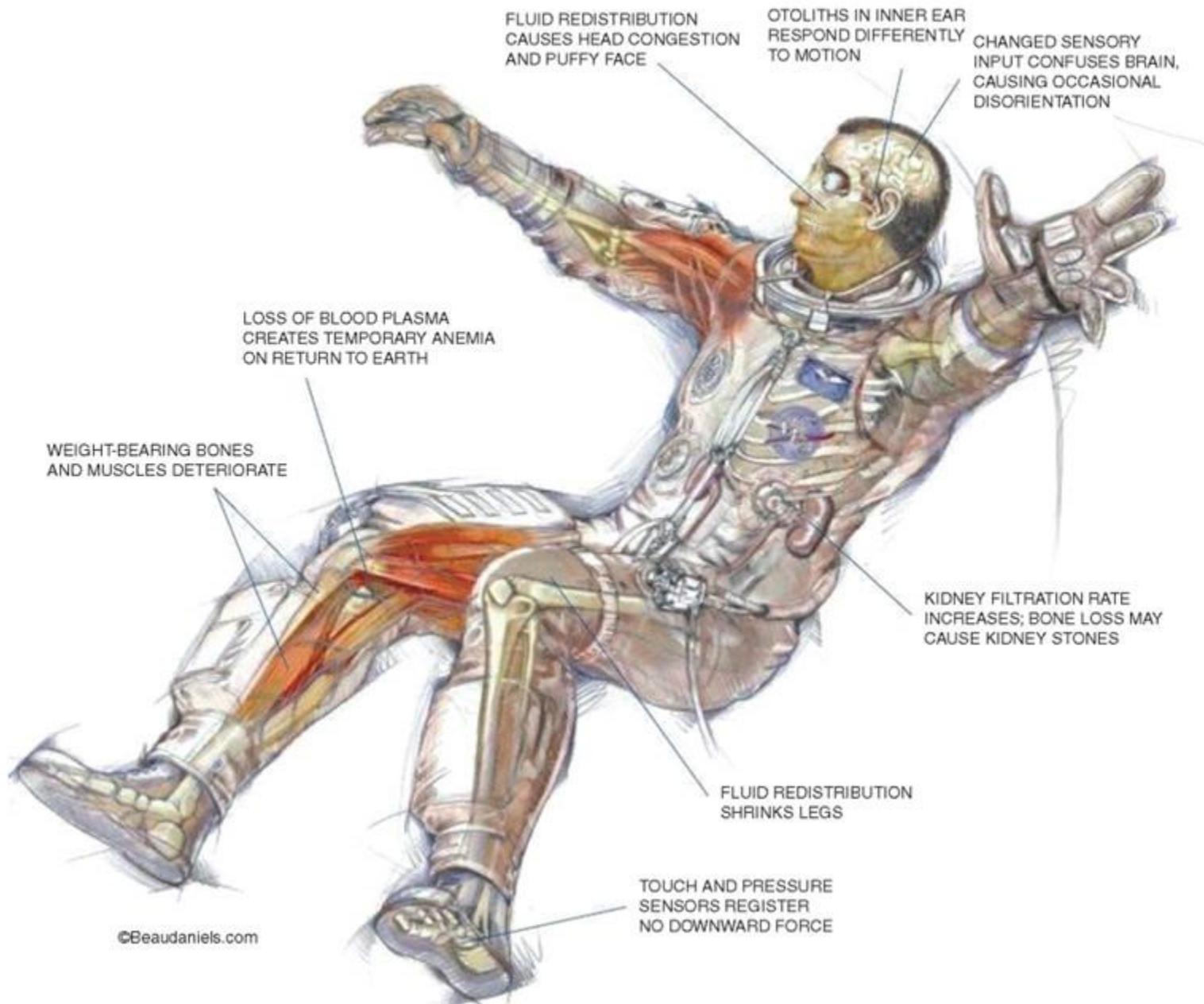
## A CORTO PLAZO

- Redistribución de fluidos
- Cinetosis espacial
- Alteraciones equilibrio y orientación
- Cambios células plasmáticas
- Compromiso inmune
- Fatiga
  - Alteraciones del sueño
  - Alteraciones ritmos circadianos
- Pérdida masa muscular
- Molestias de espalda
- Alteraciones higiene personal
- Efectos psicológicos

## A LARGO PLAZO

- Pérdida de masa ósea
- Pérdida de masa muscular
- Reorganización celular
- Radiaciones ionizantes
- Fatiga
- Alteraciones higiene personal
- Efectos psicológicos y psicosociales

# Effects of space flight on human body:



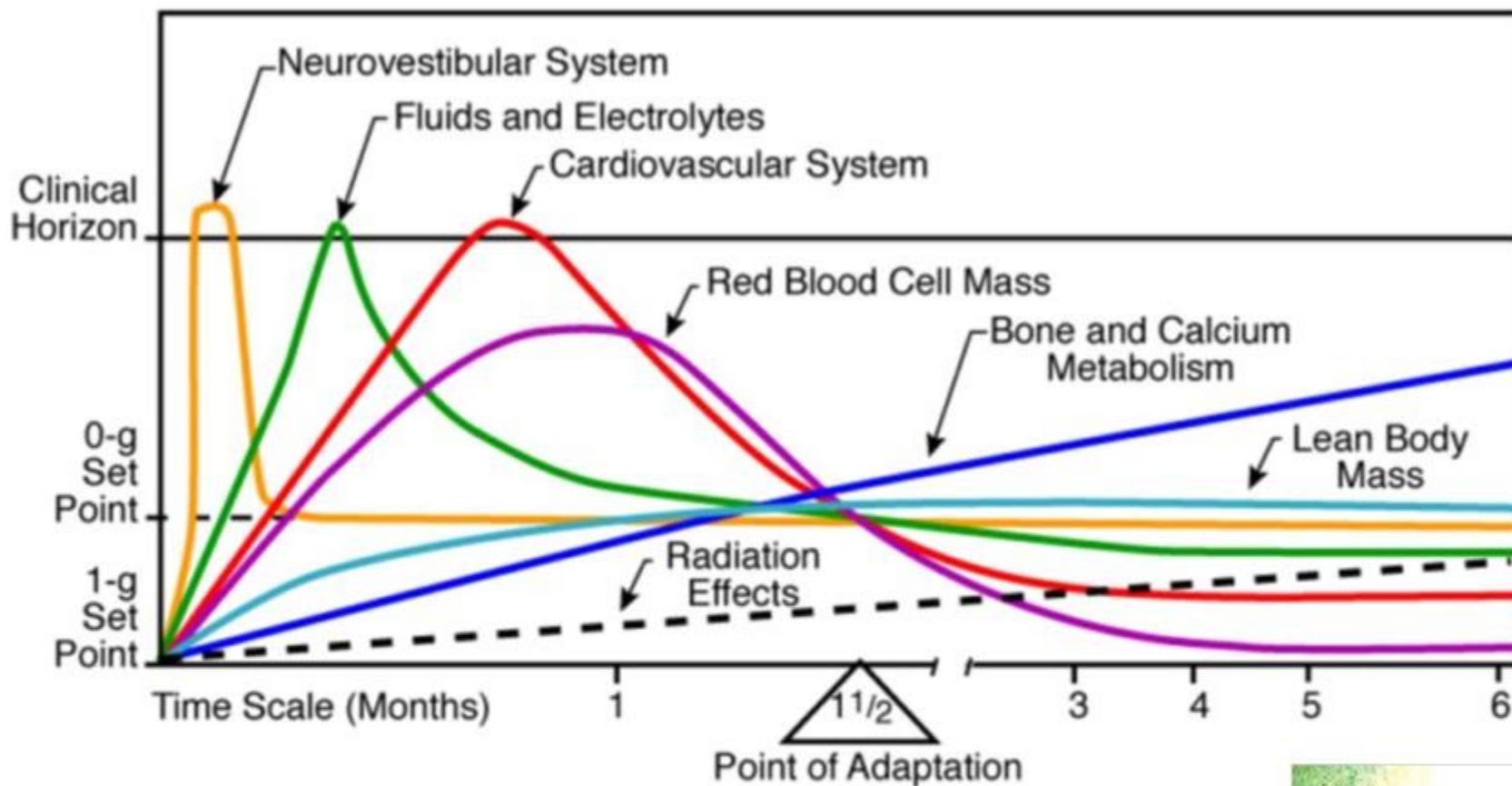
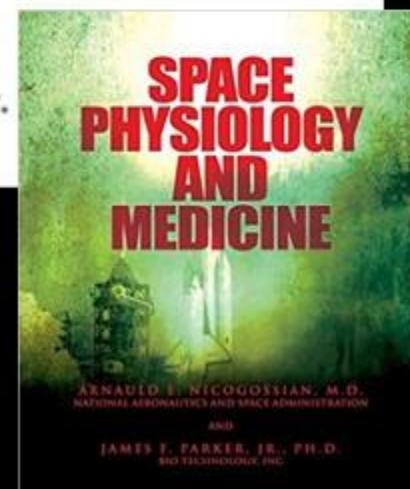
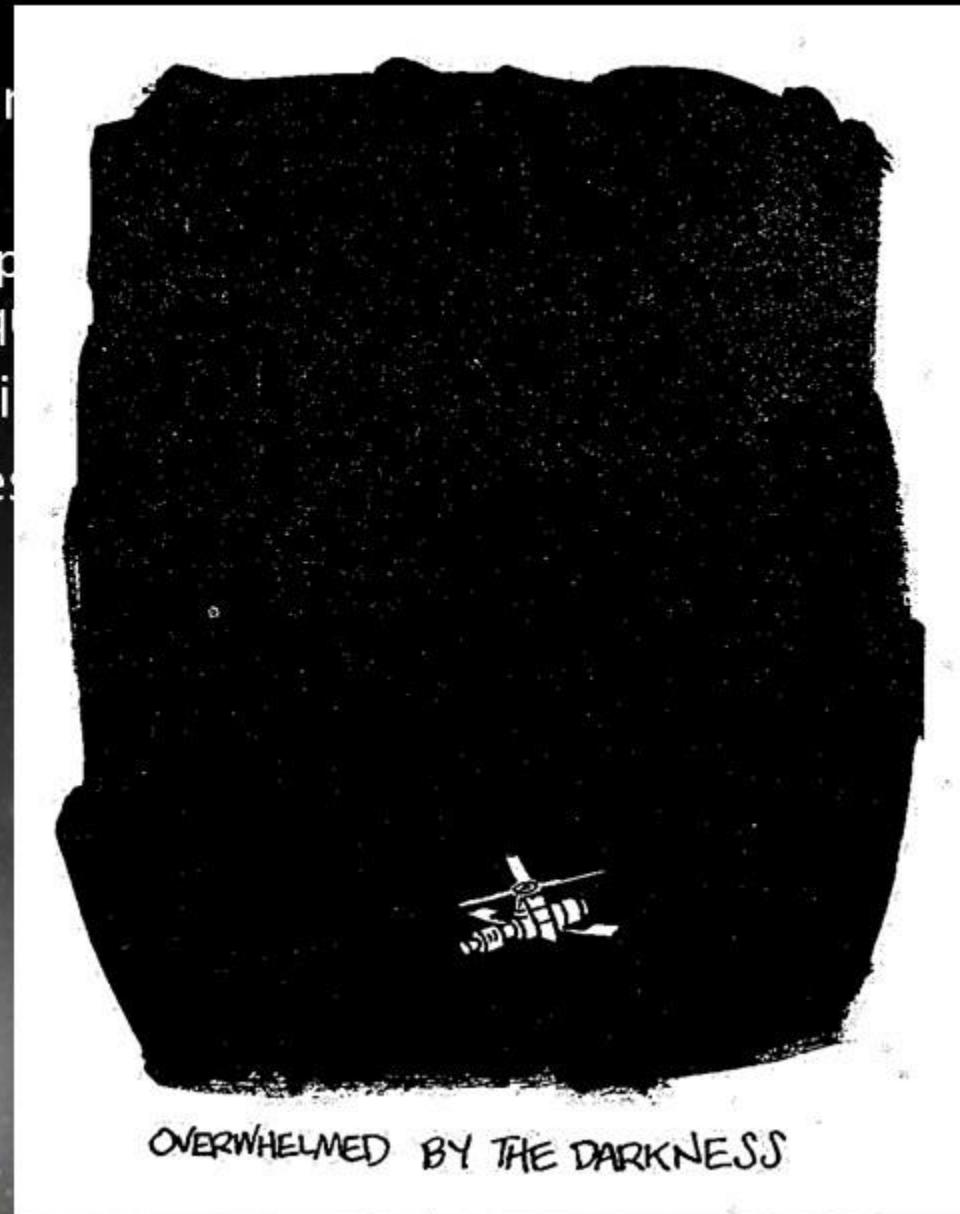


Figure 7: Physiologic changes of various systems during adaptation to microgravity.  
<http://asgsb.org/slidesets/slidesets.html>



# Sin atmósfera:

- HIPOBARIA:
  - No hay presión de oxígeno
  - Línea de Armstrong:
    - ✓ Entre los 62.000-63.500 pms la presión atmosférica es tan baja que el agua se convierte en vapor
  - Vacío y oscuridad espacial
  - Enfermedad descompresiva



# Presurización en cabina espaciales



Nave	Presión mmHg    psi	O <sub>2</sub> %	N <sub>2</sub> %
International Space Station Bioenvironmental Parameters			
Pressure (mm Hg/psia)	740–780/14.2–14.9		
Oxygen partial pressure (mm Hg/psia)	146–178/2.82–3.44		
Temperature (°C)	18–29.5		
Dew point	$\leq 14^{\circ}\text{C}$		
Carbon dioxide (mm Hg)	5.3 or less averaged over 5 d (peak 7.6)		

psia, pounds per square inch absolute.

# Despresurización en cabinas espaciales



# Riesgo de Enfermedad Descompresiva

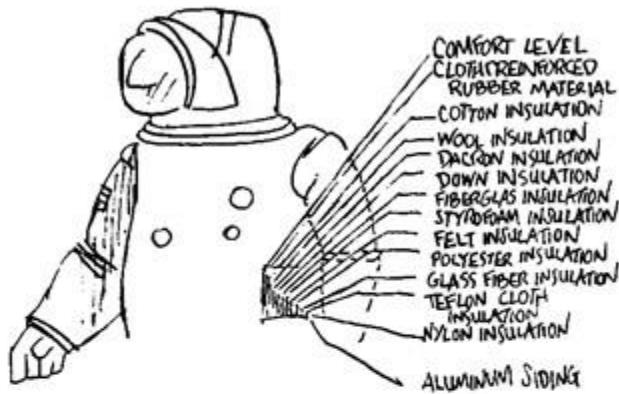
- Mercury .... Apollo (5 psi (258 mmHg)):
  - En despegue: desnitrógenación con O<sub>2</sub> 100 % durante 3 horas antes de despegue.
  - En E.V.A. (3,7 psi (191 mmHg))
- STS (14,7 psi)
  - En E.V.A.:
    - 1 h desnitrógenación
    - Despresurización a 10,2 psi (530 mmHg)
    - 40 min. desnitrógenación en traje presurizado
    - Despresurización en traje a 4,3 psi (223 mmHg)

Extra Vehicular  
Activity  
(P suit 0.4 atm)



© NASA

# Extra Vehicular Activity



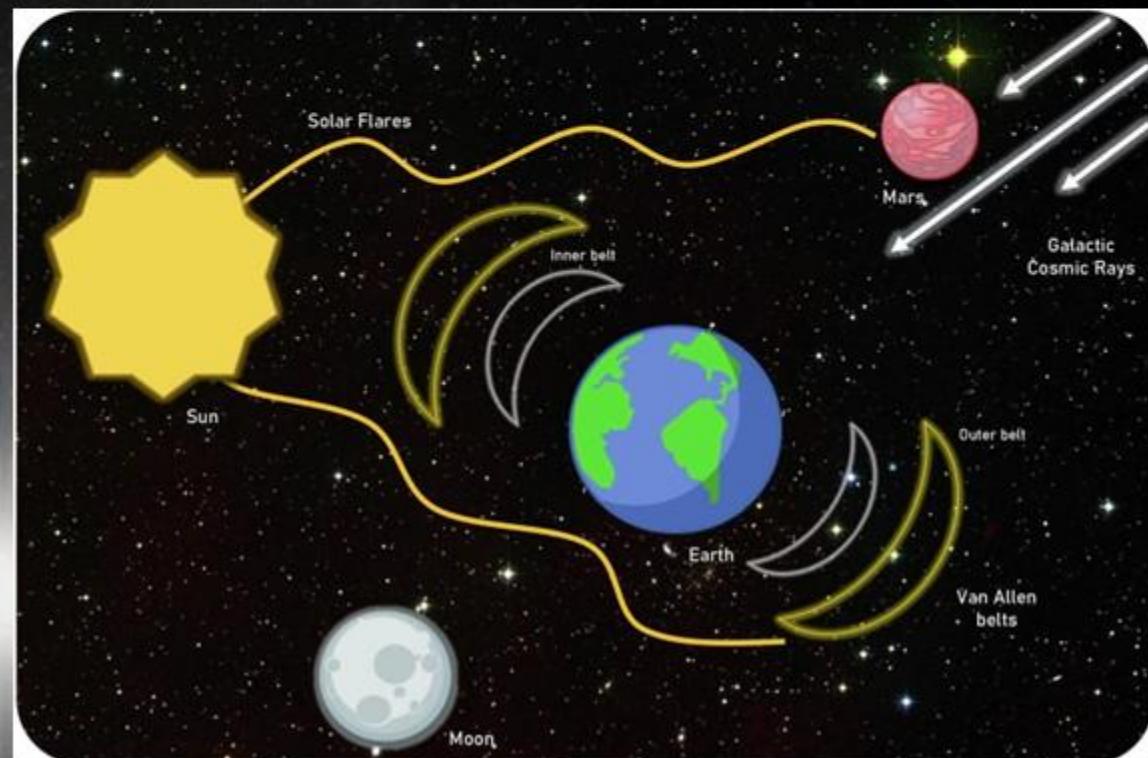
A SPACESUIT MAY HAVE  
15 LAYERS

- Deshidratación
- Enfermedad descompresiva
- Termorregulación
- Monitorización médica
- Gasto energético



# Sin atmósfera:

- Exposición a Temperaturas Extremas
  - ✓ +/- 120°C en un paseo espacial-luz solar/sombra
  - ✓ En reentrada~4425°C
- Exposición a Radiación Ionizante y UV



## → SPACE RISKS

### Radiation

Travelling to the  
Moon and Mars  
**x700**



International  
Space Station  
**x250**



Airplane  
**x40**



Mountains  
**x2**

Ground  
**x1**

Earth's atmosphere and  
geomagnetic field **protect us**  
from space radiation

Areas of the body  
**most at risk**



**One day in space**  
is equivalent to the radiation  
received on **Earth for a**  
**whole year.**

#Space19plus #ScienceAtESA

Space19

Table 1. Table demonstrating common medical exposure types and their estimated radiation dose compared to the risks of space radiation [45].

Exposure type	Cumulative radiation dose (mSv)
Chest radiograph (PA and lateral)	0.05 – 0.24
Pelvis radiograph	0.6
Abdomen radiograph	0.04 – 1.1
CT head	0.9–4
Average background radiation exposure on Earth (per year)	3
CT spine	1.5–10
CT chest	4.0–18
CT abdomen and pelvis	3.5–25
CT angiogram aorta	5.0–32
Average astronaut space radiation exposure in ISS orbit (per year)	182.5
Average astronaut space radiation exposure to Mars (per year)	672

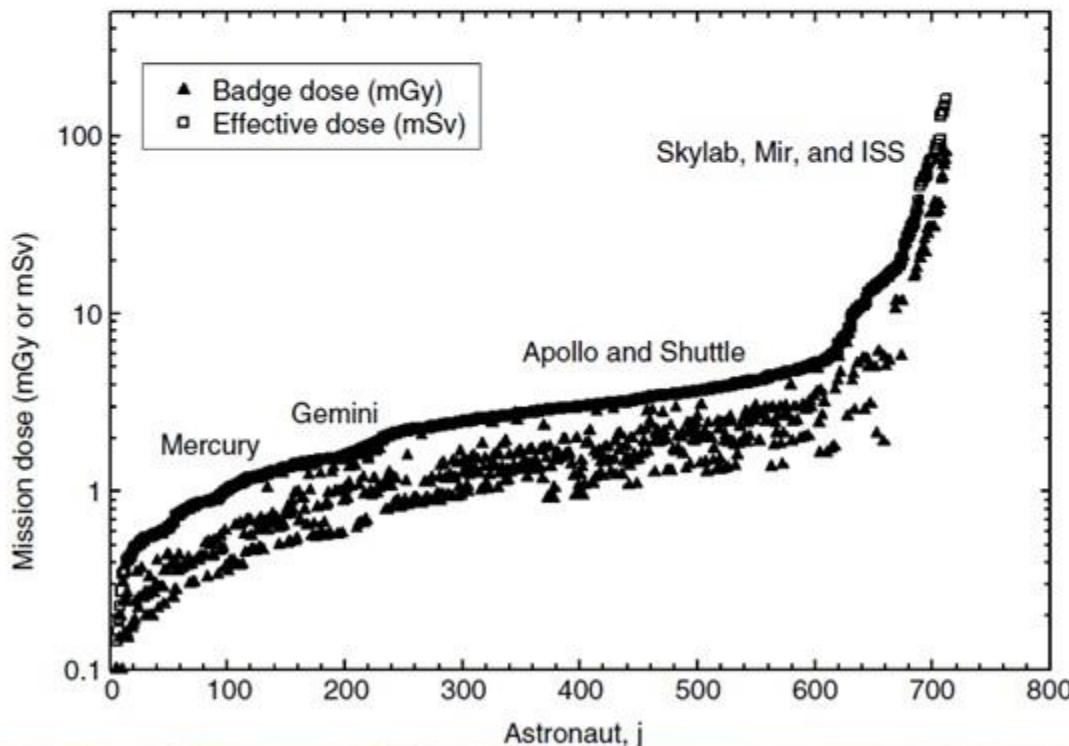
Key: PA (posterior-anterior), ISS (International Space Station), mSv (millisieverts)

Table 2. Typical aviation and space radiation exposures. Adapted from Chancellor and colleagues<sup>24</sup>

Mission/Scenario	Dose equivalent (cosmic ray exposure)
Average U.S background	2.2 mSv yr <sup>-1</sup>
Standard chest radiograph	0.2 mSv
Airline Crew (annual limit)	2 mSv yr <sup>-1</sup> (6 mSv yr <sup>-1</sup> )
Apollo average dose	12 mSv
Apollo 14 (highest skin dose)	14 mSv
Shuttle (average skin dose)	4 mSv
Shuttle (highest skin dose)	79 mSv
MOL nominal skin dose	41.7-64.6 mSv
Skylab 4 (highest skin dose)	178 mSv
ISS (avg. 6 month dose)	75 mSv
ISS (approx. 1-yr mission dose)	215-310 mSv
2.5yr Mission to Mars Surface	~1000 mSv

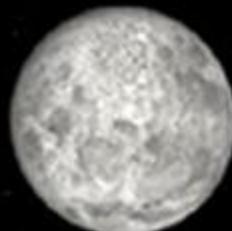


**FIGURE 8-5** The badge doses and effective doses versus calendar year from all astronauts on all National Aeronautics and Space Administration (NASA) space missions [Mercury, Gemini, Apollo, Skylab, Apollo-Soyuz, Shuttle, Mir, and ISS (Expedition 1–10)]. (Updated from Cucinotta FA, Wu H, Shavers MR, et al. Radiation dosimetry and biophysical models of space radiation effects. *Gravit Space Biol Bul* 2003;16(2):11–18.)



# Sin atmósfera:

- Alteración de los ritmos circadianos
  - ✓ Skylab/ ISS: 16 amaneceres al día...
  - ✓ Alteraciones del sueño



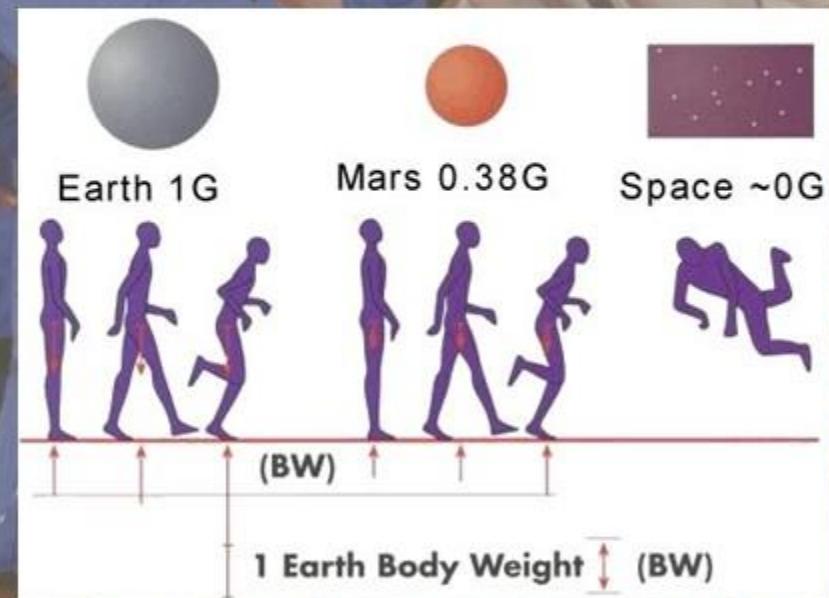
# MICRO/INGRAVIDEZ



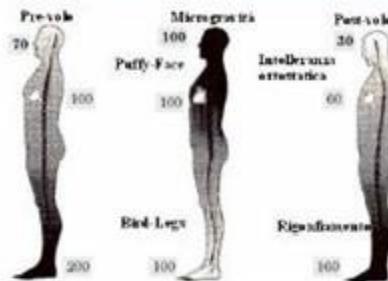
THERE IS NO UP OR DOWN

# MICRO/INGRAVIDEZ

- Como consecuencia de los procesos biológicos de adaptación, se producen efectos sobre:
  - Sistema Cardiovascular.
  - Sistema Esquelético.
  - Sistema Muscular.
  - Cinetosis Espacial: Adaptación neurovestibular.
  - Sist. Hematológico e Inmune.

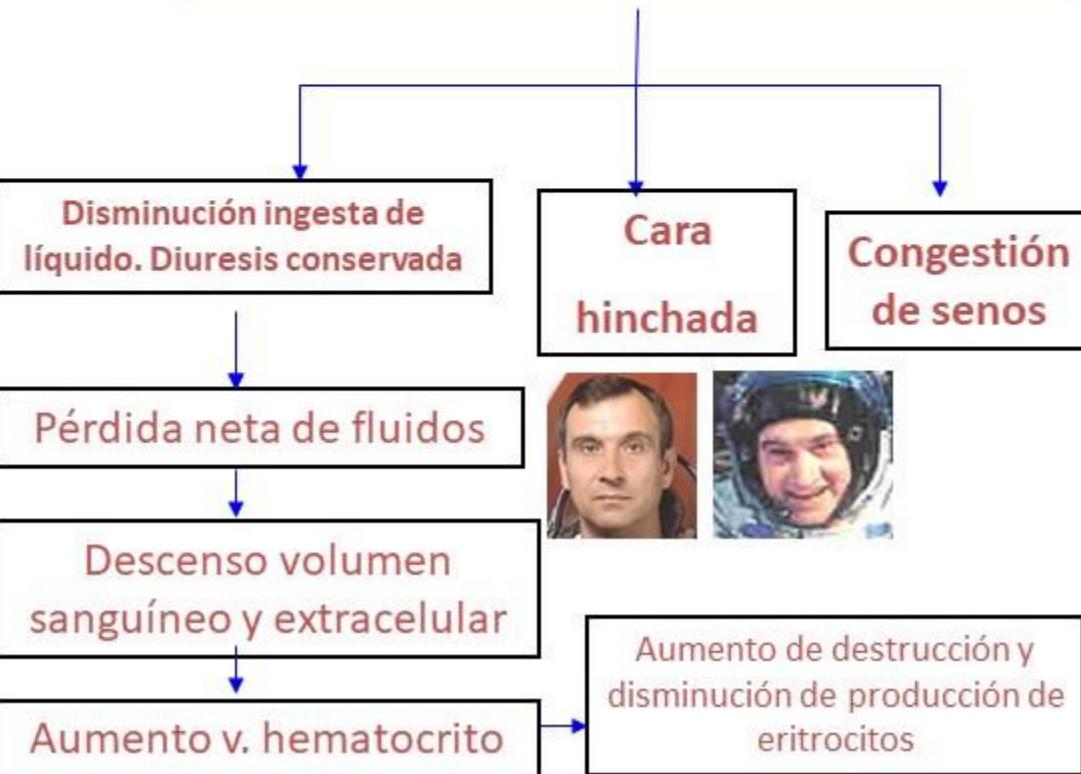


# MICRO/INGRAVIDEZ



## Microgravedad

### Desplazamientos de fluidos corporales



Movilización de Calcio de los huesos

Disminución de la masa muscular

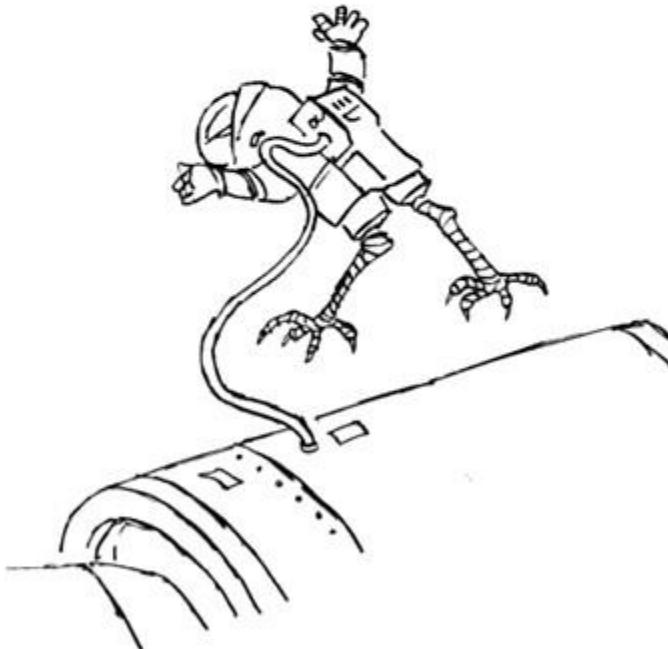
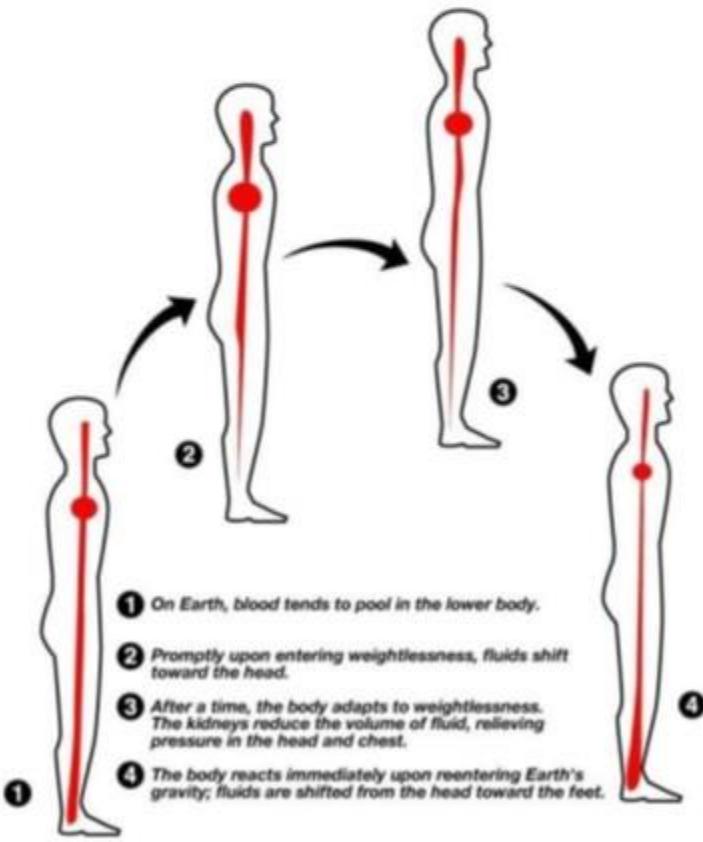
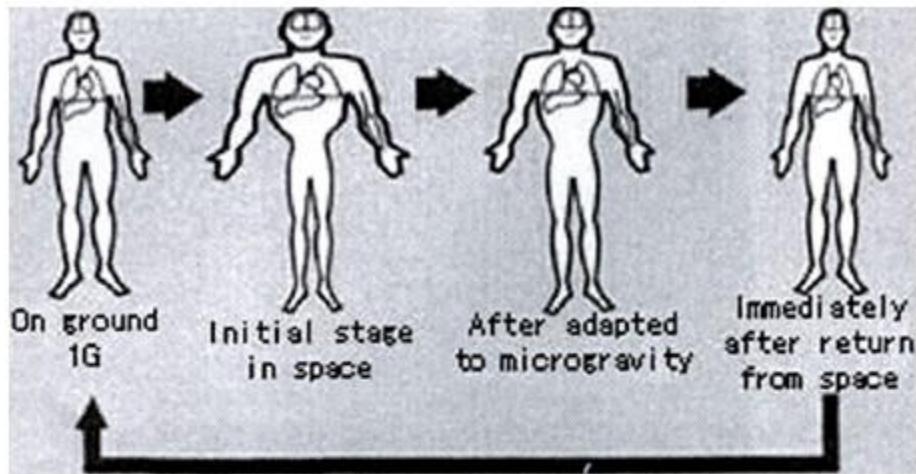
Perdida de peso

Cinetosis  
Desorientación espacial



# Space Motion Sickness

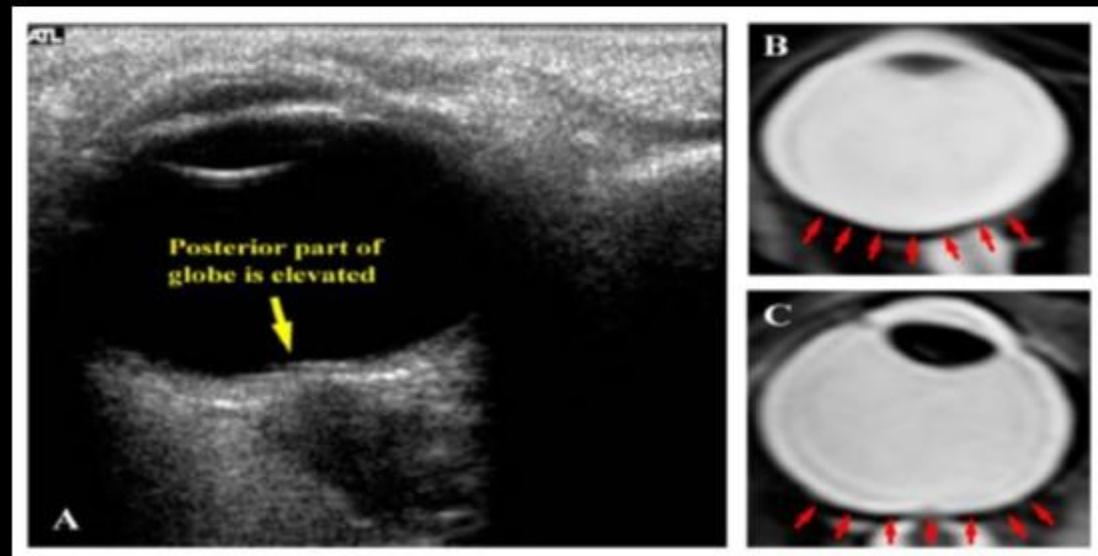
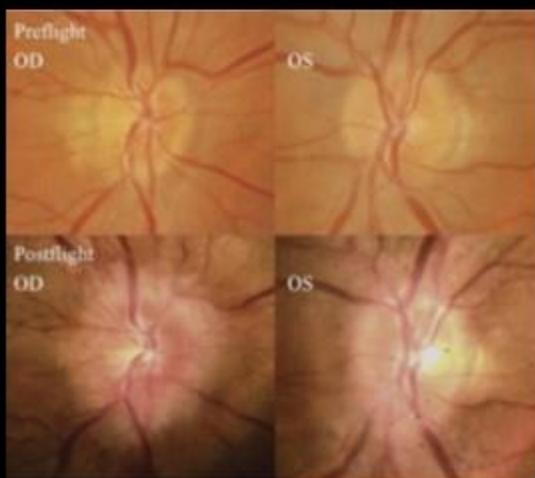
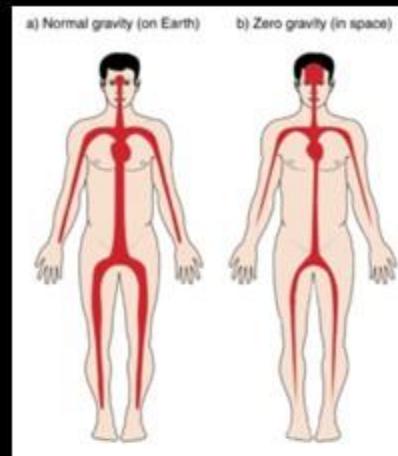




BIRDLEGS

# Space Associated Neuro-ocular Syndrome (SANS)

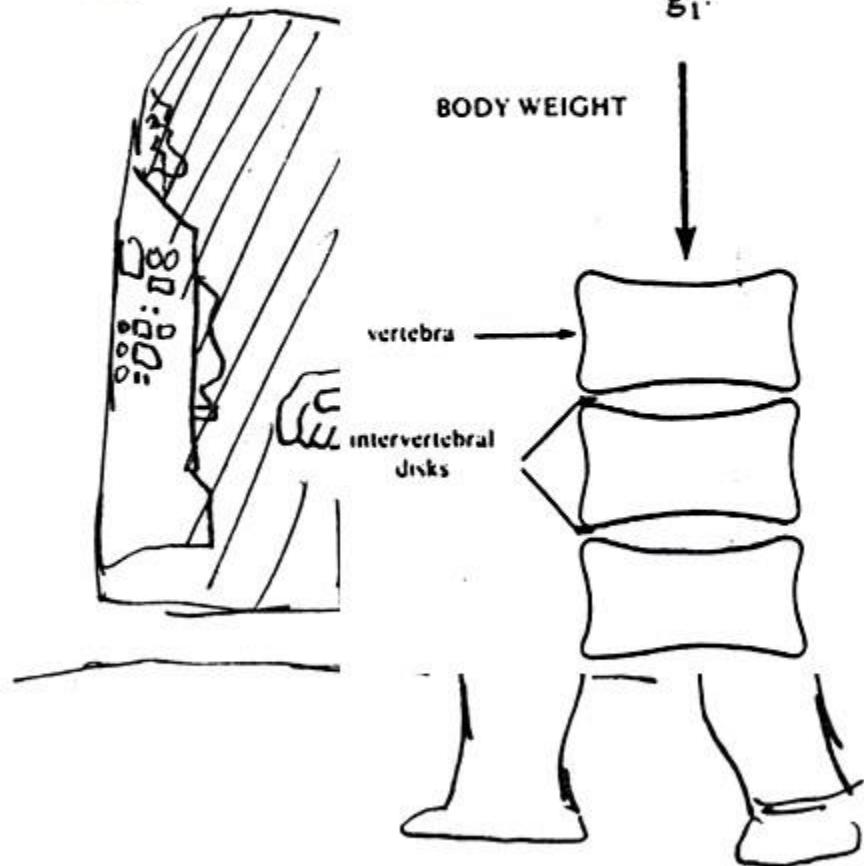
- Risk to long duration spaceflight
- Swelling of optic nerve
- Affects over two thirds of astronauts: 29% report degradation in near vision after short flights; 60% after long-duration



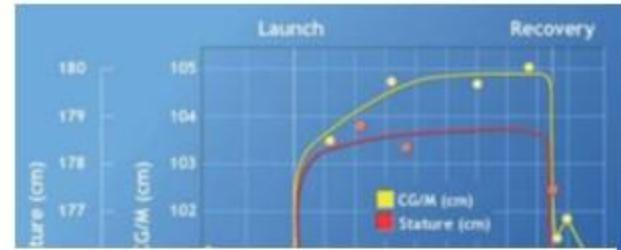


$g_1$

BODY WEIGHT



WE GREW TALLER



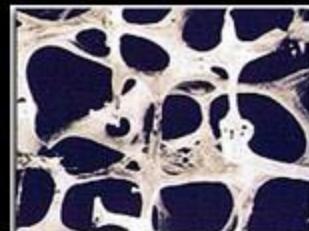
WE LOST ALL OF THE HEIGHT

# The Spine in Space

- > 50% inflight back pain
- Medication
- Skin Suit



# Desmineralización/Osteoporosis



- U.S. Skylab 4
  - 84 días
  - Pérdida media masa ósea: 4%
- Soyuz T-10
  - 237 días
  - Pérdida masa ósea: 13-19%
- Atrofia muscular



FIGURE 24-7 Senator John H. Glenn, Jr. pictured with the osteoporosis experiment in orbit (OSTEO) (photo courtesy National Aeronautics and Space Administration).

# OTROS

- **EFFECTOS PSICOSOCIALES**
- **SUPERVIVENCIA:**
  - Contramedidas
  - Higiene a bordo  
alimentación,  
etc...



- Confinamiento.
- Ciclo Sueño/Vigilia.
- Deprivación Sensorial.
- Pérdida de privacidad.
- Monotonía física y social.
- Higiene (ventilación, etc)



- Cambios en humor y moral.
- Conflictos personales (tripulación)
- Conflictos culturales (lenguaje, higiene...)
- Irritabilidad.
- Separación ambiente familiar y profesional.
- Aislamiento Emocional.
- Tensión y sobrecarga de trabajo



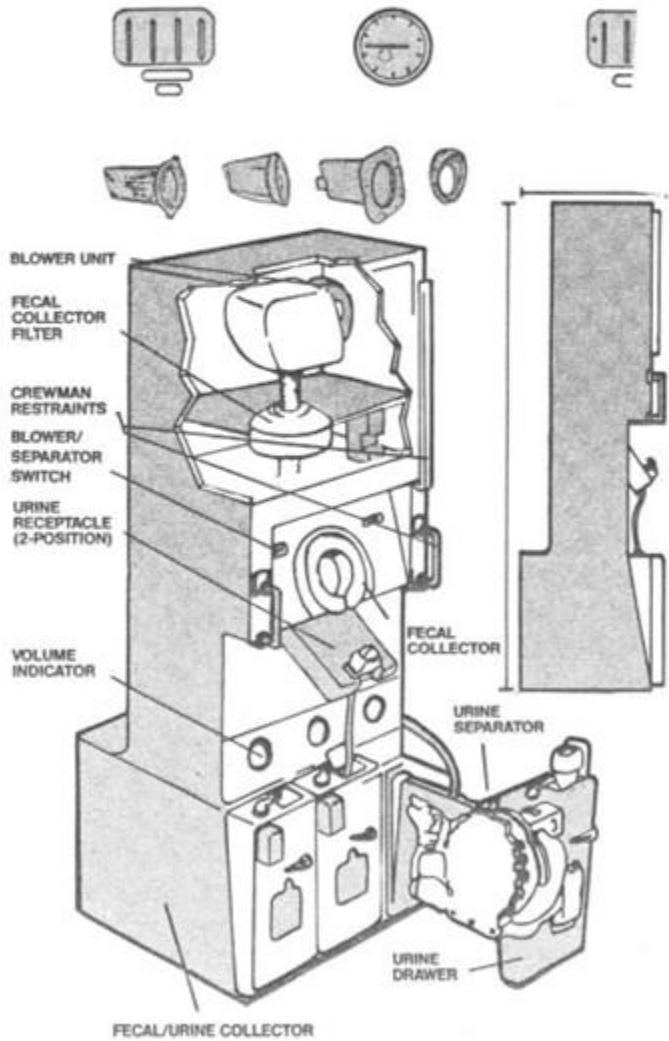
# Perfil psicológico

- Tipo de misión
- Duración
- Equipo
- Convivencia previa
- CRM



WHAT IF ANOTHER GUY  
WENT CRAZY?

# Higiene y Alimentación



Pudín de plátano - misión Apolo (1968 y 1972)



Desayuno instantáneo de vainilla - estación Skylab (1973-1974)



Espaguetis ISS (1994-2016)



Cóctel de gambas ISS (1994-2016)



## *Alimentación en proyecto Apollo*

Pastel de piña



Te, limón  
y azúcar



Ternera con verduras



comida individual  
de astronauta



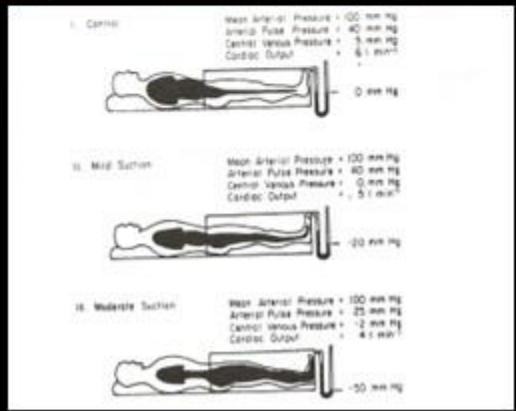
*Skylab*



# Ejercicio







# Agenda



Recuerdo Histórico

Fisiología Humana en el espacio

Requisitos médicos para viajar al espacio

# Agenda



Recuerdo Histórico

Fisiología Humana en el espacio

Requisitos médicos para viajar al espacio

# El proceso de selección

**THE  
RIGHT  
STUFF**  
★

*How the future began.*





Regala algo diferente, regala una portada

DOMINGO, 24 de agosto de 2008

REPORTAJE:

## ¿Quiere ser astronauta?

La Agencia Europea del Espacio saca a concurso cuatro plazas de cosmonauta - Miles de candidatos han sido examinados; 900 pasan la primera criba

JOSÉ ÁNGEL MARTOS | 24 AGO 2008

Archivado en: [ESA](#) [Agresiones físicas](#) [Astronautas](#) [Violaciones](#) [Agresiones sexuales](#) [Sudáfrica](#)  
[Integridad personal](#) [Aeronáutica](#) [Organizaciones internacionales](#) [Delitos sexuales](#) [Gente](#) [Delitos](#)

[Enviar](#)[Imprimir](#)[Guardar](#)

¿Cuánto es 12 por 0? ¿Qué fórmula se utiliza para calcular el voltaje? Si un aeroplano ha sido recargado con 4.000 kilos de queroseno, que tiene un peso específico de 0,8, ¿cuántos litros hay dentro del depósito? Complete la frase "I would apply for the job if I... you" ("Yo presentaría mi solicitud para el trabajo si... tú").

El camino para ser astronauta comienza contestando con rapidez a preguntas similares a éstas -extraídas de un cuestionario de la Agencia Europea del Espacio (ESA)- y a otras bastante más difíciles. Así lo han hecho en Hamburgo durante todo el mes de julio los 923 candidatos cuyos excelentes currículos académicos y profesionales fueron considerados los mejores de entre más de 8.000 solicitudes para participar en la primera ronda de exámenes de la que saldrá la nueva promoción de astronautas europeos. Cuando finalice el durísimo proceso de selección, se escogerá tan sólo a cuatro hombres o mujeres.

Más de 8.000 personas se han presentado a la convocatoria

Sólo 923 aspirantes superan la

Cuatro elegidos para la gloria, destinados a protagonizar "futuras misiones tripuladas a la Estación Espacial Internacional (ISS, en sus siglas en inglés), la Luna y más allá".

"Más de 8.000 personas se han presentado a la convocatoria. Sólo 923 aspirantes superan la primera ronda de exámenes"

SECCIONES

EDICIONES

SUPLEMENTOS

A la última convocatoria de la NASA en 2012 se presentaron más de 6.000 peticiones, el record histórico.

VIÑETAS

PAÍS VASCO

### Selección astronautas ESA (1990-91)

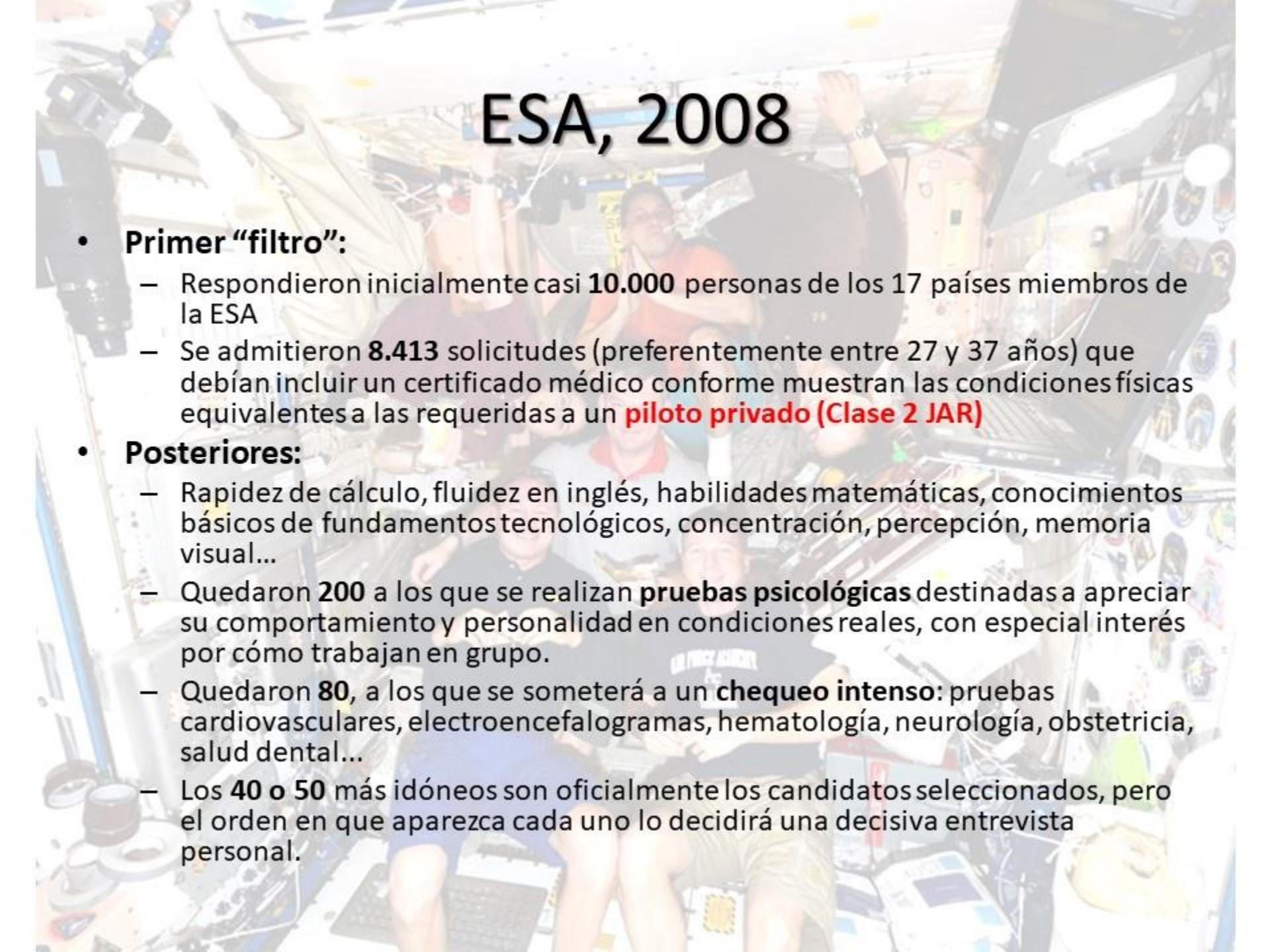
- ✓ Selección médica CIMA: > 600 → 11
- ✓ Selección psicológica UAM: 5



Tres astronautas experimentados, Jeff Hoffman, Pedro Duque y Robert Thirsk, se encontraron en la sede de CosmoCaixa. / SUSANA SÁEZ

ESA, 2008





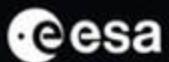
# ESA, 2008

- **Primer “filtro”:**
  - Respondieron inicialmente casi **10.000** personas de los 17 países miembros de la ESA
  - Se admitieron **8.413** solicitudes (preferentemente entre 27 y 37 años) que debían incluir un certificado médico conforme muestran las condiciones físicas equivalentes a las requeridas a un **piloto privado (Clase 2 JAR)**
- **Posteriores:**
  - Rapidez de cálculo, fluidez en inglés, habilidades matemáticas, conocimientos básicos de fundamentos tecnológicos, concentración, percepción, memoria visual...
  - Quedaron **200** a los que se realizan **pruebas psicológicas** destinadas a apreciar su comportamiento y personalidad en condiciones reales, con especial interés por cómo trabajan en grupo.
  - Quedaron **80**, a los que se someterá a un **chequeo intenso**: pruebas cardiovasculares, electroencefalogramas, hematología, neurología, obstetricia, salud dental...
  - Los **40 o 50** más idóneos son oficialmente los candidatos seleccionados, pero el orden en que aparezca cada uno lo decidirá una decisiva entrevista personal.

# ESA, 2008



# 2021



#SpaceCare

→ THE EUROPEAN SPACE AGENCY

JOIN US

Flags of various European countries are displayed along the bottom edge of the main image.

# Último proceso de selección de astronautas en 2008...



# ¿Quién puede aplicar?

There are many paths to becoming an astronaut...  
ESA is seeking candidates with a Master's degree  
(or higher) and a minimum of three years'  
**experience in:**



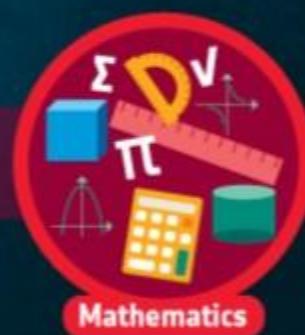
Natural Sciences



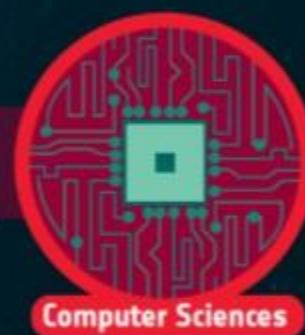
Medicine



Engineering



Mathematics



Computer Sciences



All aspiring astronauts must fulfil requirements described in the vacancy notice.

These include, but are not limited to:

- Citizen of an ESA Member or Associate Member State.



- Master's degree (or higher) in: natural sciences (including physical sciences, Earth, atmosphere or ocean sciences, biological sciences, medicine), engineering, mathematics, computer sciences; or an experimental test pilot degree.
- Three years' relevant professional post-graduate experience, showing progressive increase in responsibilities.
- Fluent in English (minimum CEFR C1). Knowledge of additional languages (minimum CEFR B1-B2) is an asset.

- Strong motivation and ability to cope with irregular working hours, frequent travel, and long absences from home, family and regular social life.
- Flexible with regards to place of work (inside or outside Europe).
- Calm under pressure.
- Willing to participate in life science experiments.



# Fases del proceso de selección



# Resultados 2021

Selection 2008		
Total number of candidates	8413	100,0%
Women	1287	15,3%
Men	7043	83,7%

Country	Male	Female	Total
Austria	349	115	464
Belgium	785	234	1019
Czech Republic	165	37	202
Denmark	110	36	146
Estonia	35	22	57
Finland	248	59	307
France	5475	1662	7137
Germany	2663	1037	3700
Greece	220	60	280
Hungary	116	34	150
Ireland	194	76	270
Italy	1507	353	1860
Latvia	60	21	81
Lithuania	62	18	80
Luxembourg	53	12	65
Netherlands	698	300	998
Norway	258	55	313
Poland	421	128	549
Portugal	256	61	317
Romania	199	56	255
Slovenia	49	13	62
Spain	1045	299	1344
Sweden	232	52	284
Switzerland	551	119	670
United Kingdom	1419	560	1979
<i>Total</i>	<b>17170</b>	<b>5419</b>	<b>22589</b>

# Astronaut (with disability)

Candidates per country and gender for eligible countries			
Country	Male	Female	Total
Austria	2		2
Belgium	8	2	10
Denmark	1		1
Estonia	1		1
Finland	1		1
France	50	17	67
Germany	23	9	32
Greece	4		4
Hungary	3		3
Ireland	4		4
Italy	24	7	31
Latvia	2	1	3
Luxembourg	1		1
Netherlands	13		13
Norway	2	1	3
Poland	8	4	12
Portugal	4		4
Romania	8	2	10
Slovenia	1	1	2
Spain	10	3	13
Sweden	2		2
Switzerland	5	2	7
United Kingdom	20	11	31
<b>Total</b>	<b>197</b>	<b>60</b>	<b>257</b>

23 de noviembre de 2022



"Gus" Grissom fue el segundo astronauta EEUU durante los vuelos del Proyecto Mercury, y una de las tres primeras víctimas de la carrera espacial EEUU, junto a Edward White y Roger Chaffee en el incendio del Apolo 1. Fue el primer astronauta en volar dos misiones, y el primer hombre que voló dos veces más allá del límite aceptado del espacio en una cápsula espacial.

**"If we die we want people to accept it. We are in a risky business, and we hope that if anything happens to us, it will not delay the program. The conquest of space is worth the risk of life."**

- Virgil I. "Gus" Grissom 1927 - 1967



**¡Muchas  
gracias por  
su atención!**



**Cor. Médico Beatriz  
Puente Espada**

**[bpueesp@oc.mde.es](mailto:bpueesp@oc.mde.es)**