

Ecuadorian Air Force (FAE) Aerospace Development Department

Presentación de
Robert M L Baker, Jr., PhD
and Bonnie Sue Baker
Transportation Sciences Corporation
July 9, 2012



**COMUNICACIONES GRAVITACIONALES
HACIA LA CONQUISTA DE UNA
NUEVA FRONTERA AEROESPACIAL**

HFGW

High

Frequency

Gravitational

Waves

OGAF

Ondas

Gravitacionales

Alta

Frecuencia

Outline of talk

- High-Frequency Gravitational Waves (HFGW)
- Communication
 - GW Detectors
 - GW Transmitters
- Extraterrestrial
 - Big Bang
 - SETI
- Terrestrial (Global)
- First Steps
- The Challenge!

Esquema de la Conferencia

- Ondas Gravitacionales de Alta Frecuencia (OGAF)
- Comunicaciones
 - Detectores GW
 - Transmisores GW
- Extraterrestre
 - Big Bang
 - SETI
- Terrestre (Global)
- Primeros Pasos
- El Reto!

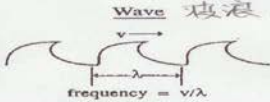


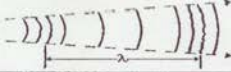


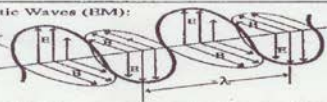


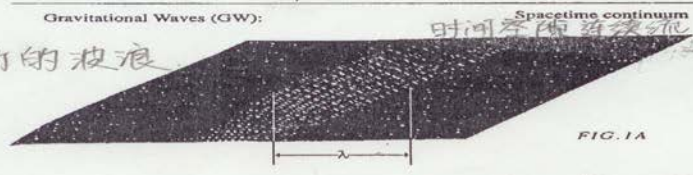


What are Gravitational Waves?

¿Qué son las ondas gravitacionales?

HIGH-FREQUENCY GRAVITATIONAL WAVE PRESENTATION
高·率重心波浪介·


什么是引力波？

WHAT ARE GRAVITATIONAL WAVES?

Wave 波浪	Medium 中间	Generators 创造者	Sensors 感应器
<p>Water Waves: 水波浪</p>  <p>frequency = v/λ</p>	<p>Water</p> <ul style="list-style-type: none"> wakes tides wind <p>间隙 涨潮 风流</p>		<ul style="list-style-type: none"> buoys 浮标 pressure 压力 transducers 传感器 
<p>Sound Waves: 波浪声音</p> 	<p>Air</p> <ul style="list-style-type: none"> mouth speaker bomb <p>调整成叉形 口状形</p>	<p>tuning fork</p> 	<ul style="list-style-type: none"> microphone ear 
<p>Electromagnetic Waves (EM): 电磁的波浪</p> 	<p>Vacuum 真空</p> <ul style="list-style-type: none"> microwave dish electric light x-ray star <p>导电的光线 ×光线</p>		<ul style="list-style-type: none"> microwave dish eye 视觉 photocell 光电管 
<p>Gravitational Waves (GW): 引力的波浪</p>  <p style="text-align: center;">FIG. 1A</p>	<p>Spacetime continuum 时空连续体</p> <ul style="list-style-type: none"> orbiting neutron stars piezoelectric crystals magnetic jerk electric jerk nanomachines <p>轨道中的星 柔软中的星</p>		<ul style="list-style-type: none"> long-baseline interferometer piezoelectric crystals nanomachines 

Piezoelectric crystals. 压电. 结晶体
 magnetic jerk 磁性的猛推
 electric jerk 电力的猛推
 nano-machines. 表示极小的机器

long-baseline interferometer 长的基线干涉仪
 orbiting neutron stars 星的中子轨道



History of High-Frequency Gravitational Waves

Historia de las Ondas Gravitacionales de Alta Frecuencia

- Poincaré, first mention of GWs, 1905
 - Forward & Baker, lecture presented at the *Lockheed Astrodynamics Research Center* in Bel-Air, California, USA, first mention of HFGWs, 1961
 - M. E. Gertsenshtein, 1962
 - L. Halpern and B. Laurent, relic HFGWs from Big Bang & GASER, 1964
 - Richard A. Isaacson, 1968
 - Leonid Grishchuk and M. V. Sazhin HFGW “Big Bang” emission, 1974
 - G. F. Chapline, J. Nuckolls and L. L. Woods, nuclear generation, 1974
 - V. B. Braginsky and Valentin N. Rudenko, detection and laboratory HFGW generation, 1978
- Poincaré, la primera mención de OGAF, 1905
 - Forward y Baker, ponencia presentada en la Lockheed Astrodinámica Centro de Investigación en Bel-Air, California, EE.UU., primera mención de OGAF de 1961
 - M. E. Gertsenshtein, 1962
 - L. Halperny Laurent B. OGAF reliquia del Big Bang & Gaser, 1964
 - Richard A. Isaacson, 1968
 - Leonid Grishchuk y MV Sazhin, Emisión de OGAF en el Big Bang, 1974
 - GF Chapline, Nuckolls J. LL y Woods, la generación nuclear, 1974
 - V.B. Braginsky y Valentín N. Rudenko, detección y generación de OGAF en el laboratorio, 1978

History of High-Frequency Gravitational Waves

Historia de las Ondas Gravitacionales de Alta Frecuencia

- 1979 Steven W. Hawking and W. Israel definition for HFGWs as having frequencies in excess of 100 kHz.
- G. Veneziano, M. Gasperini and M. Giovannini relic HFGWs from Big Bang, 1990
- Fangyu Li and R. Baker, Proposed HFGW detector, 1999.
- First HFGW patent, R. Baker, 1999
- Double-Helix HFGW Transmitter patented by Baker 2011
- 1979, Steven W. Hawking and W. Israel definición de las OGAF como aquéllas Ondas Gravitacionales con frecuencia superior a 100 kHz.
- G. Veneziano, M. Gasperini y M. Giovannini OGAF reliquia del Big Bang, 1990
- Fangyu y Baker Li R., Detector Propuesto de OGAF de 1999.
- Primera Patente de OGAF de R. Baker, 1999
- Transmisor “Double-Helix” OGAF patentado por R. Baker 2011

**2nd HFGW International Workshop
Institute for Advanced Studies at Austin (IASA), Texas, September
17-20, 2007**



Presentations Space Technology HFGW Conference March 2012

Presentaciones -Tecnología Espacial- Conferencia Marzo
2012, Dr. and Mrs. Baker



Chinese Faculty and Students involved in HFGW Research, Chongqing University, China
April 12, 2008

Facultad y estudiantes chinos que participan en la investigación OGAF, Universidad de
Chongqing, China 12 de abril 2008



High-Frequency Gravitational Wave Detector

Detector de Ondas Gravitacionales de Alta Frecuencia

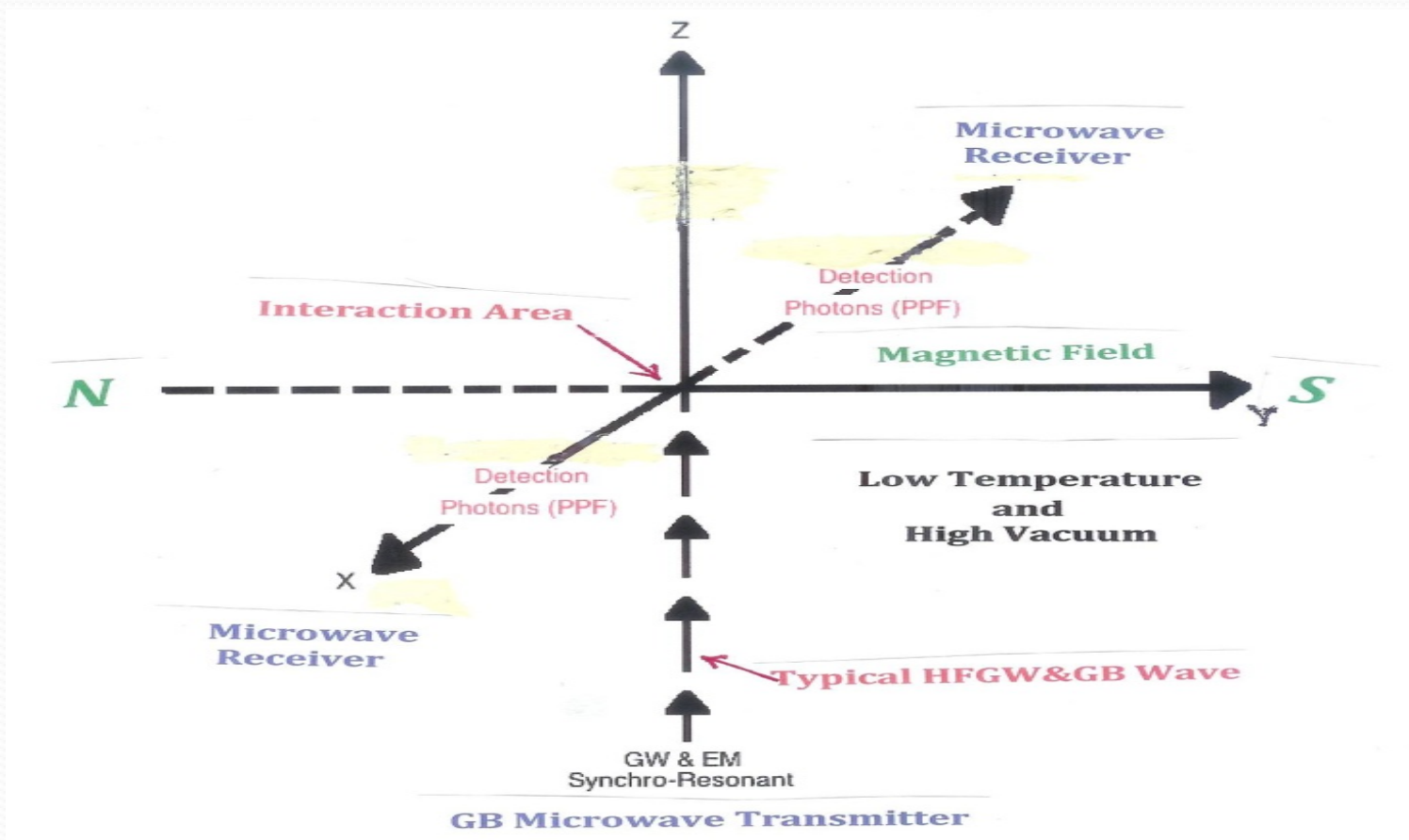
The most sensitive HFGW detector is based upon the Li Effect.

In the Li Effect a powerful microwave beam (specifically a Gaussian Beam) having the same direction, frequency and phase as the HFGW to be detected, is crossed at right angles by a strong magnetic field and detection photon move off perpendicular to the beam and field.

En el efecto de Li un haz de microondas potente (específicamente un Haz Gaussiano) que tiene la misma dirección, frecuencia y fase que la HFGW (OGAF) para ser detectado, es cruzado en ángulos rectos por un fuerte campo magnético y el fotón de detección se mueve fuera perpendicular al haz y al campo.

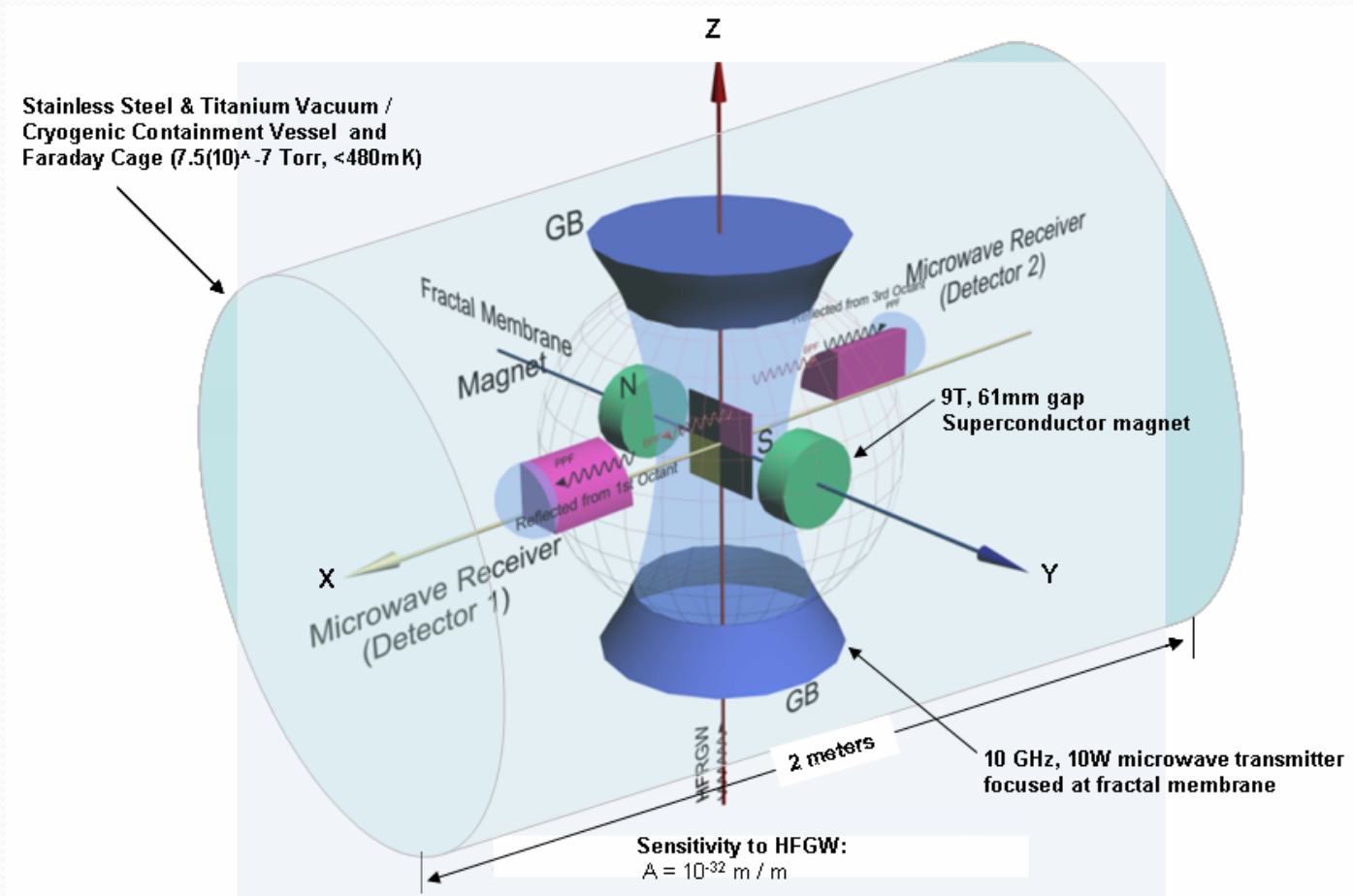
Based upon the theoretically validated Li-effect the Chinese & US HFGW teams have developed the Li-Baker Detector

Basado en el teóricamente validado Efecto Li, los equipos Chino-Norteamericano de HFGW (OGAF) han desarrollado el Detector Li-Baker



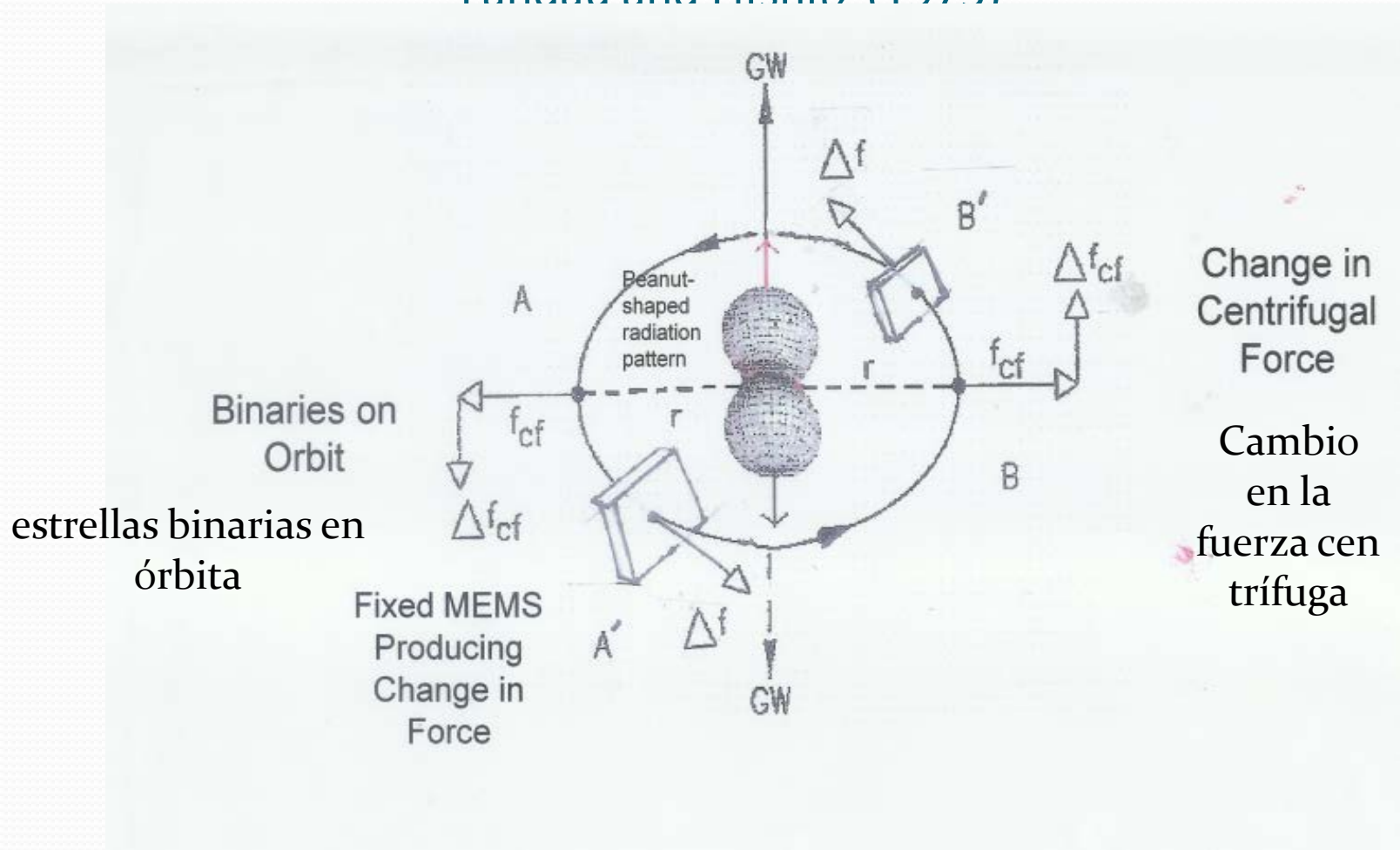
Schematic of Li-Baker HFGW Detector X & -X axes = Detector ,Y axis = Magnetic Field Z axis = HFGW -Z axis = Gaussian Beam

Esquema de Li-Baker Detector OGAF X y-X = ejes del detector, del eje
Y = campo magnético del eje Z = OGAF y Gaussian Beam direction



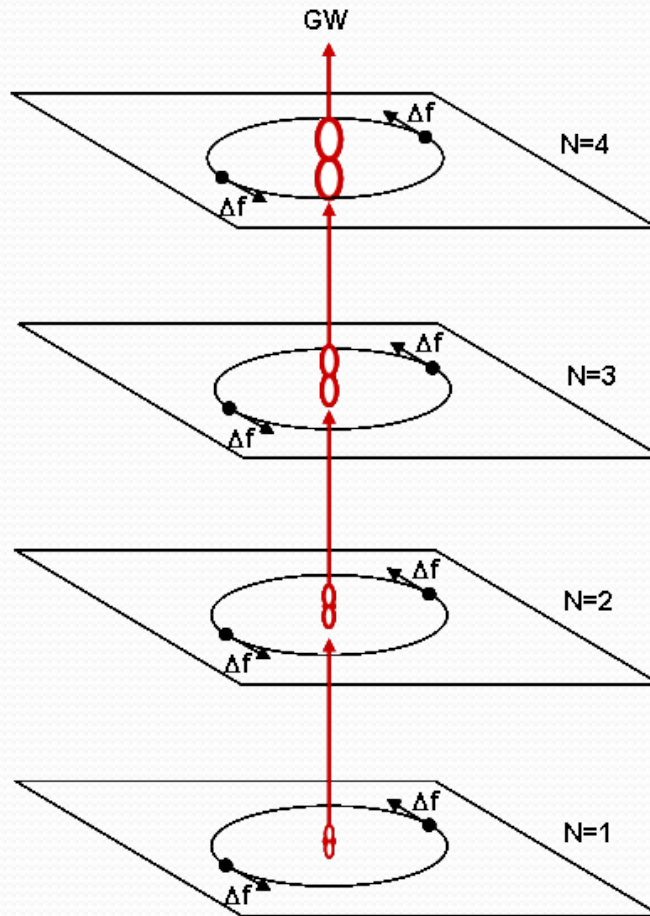
Peanut-shaped GW radiation pattern calculated by Landau and Lifshitz (1975)

Diagrama en forma de mani o cacahuete de la radiacion GW calculada por Landau and Lifshitz (1975)



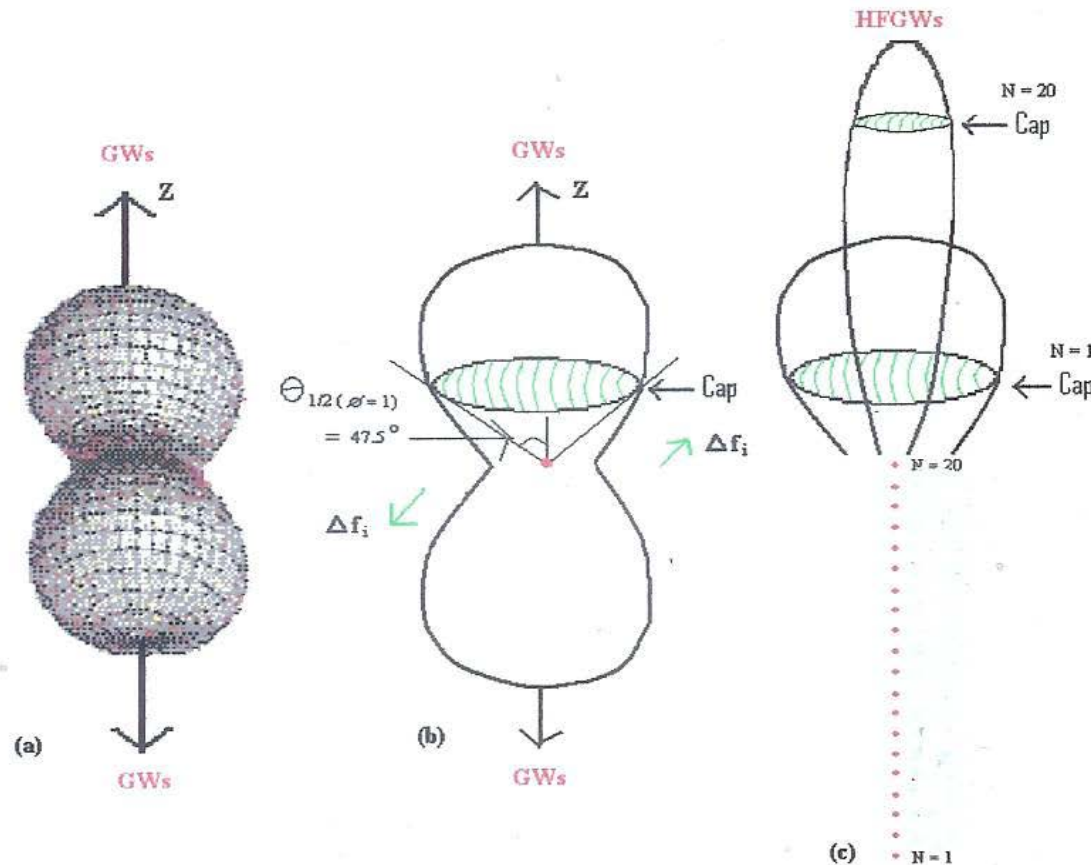
GW Flux Growth Analogous to Stack of N Orbital Planes

El crecimiento del flujo de GW es Análogo al apilamiento de Planos Orbitales N



Beam narrows with more radiation elements such that beam cap area proportional to $1/N$. GW intensity proportional to N elements. Thus GW flux proportional intensity divided by cap area or N^2 in Watts per square meter.

El Haz se estrecha con los elementos de radiación de tal manera que el área de su tapa es proporcional a $1/N$. La intensidad de GW es proporcional a N elementos. Por lo tanto la intensidad de flujo proporcional GW dividido por

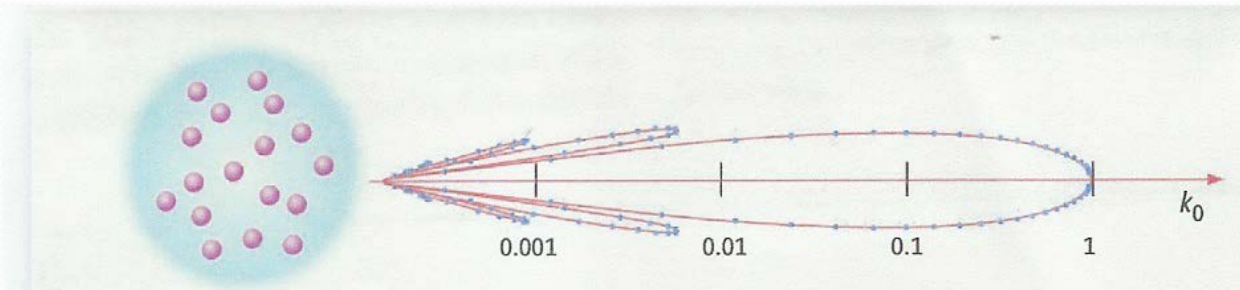


The Super of Superradiance

Marlan O. Scully^{1,2} and Anatoly A. Svidzinsky¹

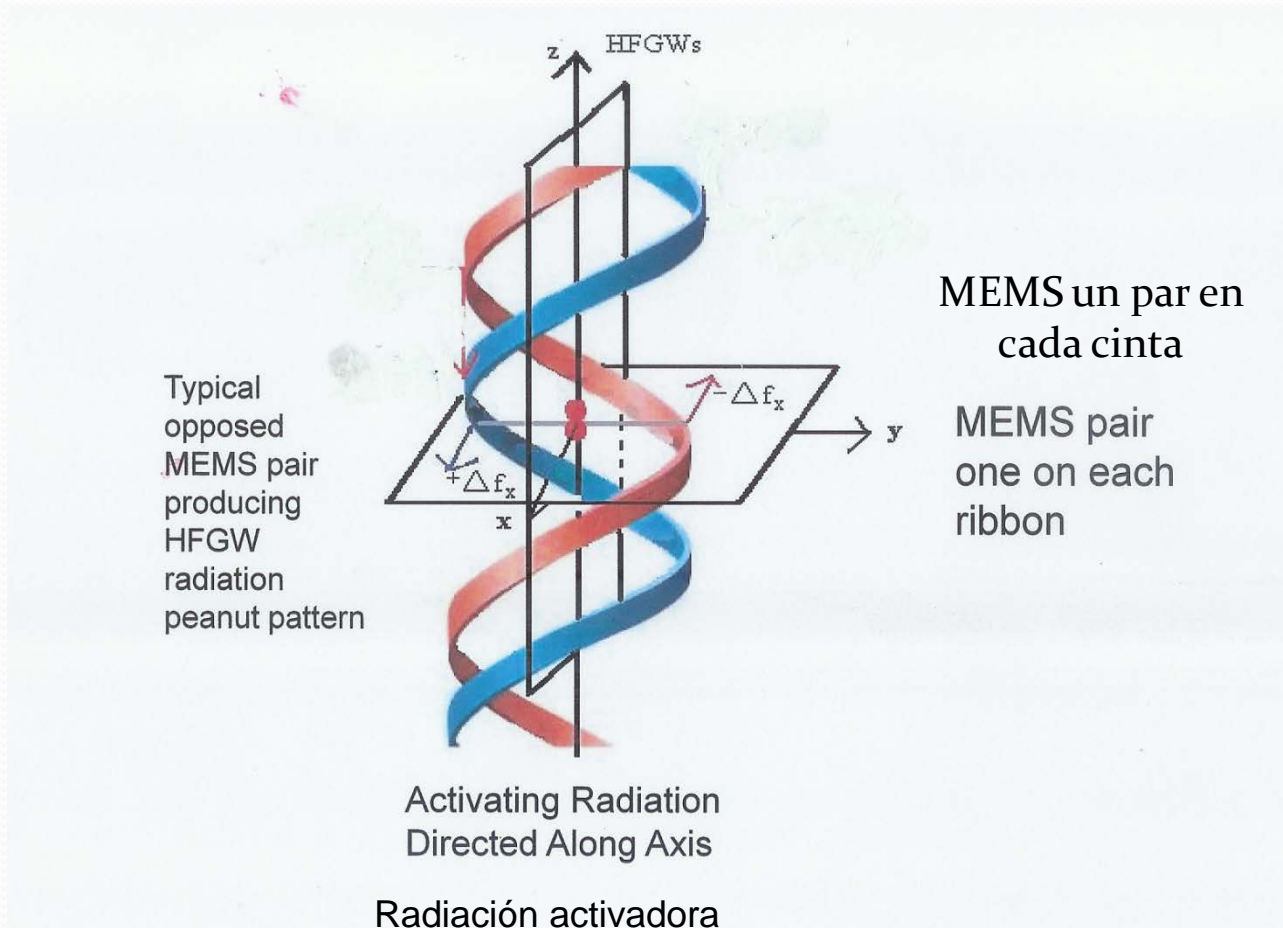
In 1954, Robert Dicke introduced the An even more interesting kind of radia-

- *SCIENCE* 325, page 1510:
- “... when the atoms (radiators) are close together compared with the wavelength of the radiation ...”



Double Helix Array HFGW Transmitter

Transmisor de OGAF tipo "Double Helix Array"



Typical
opposed
MEMS pair
producing
HFGW
radiation
peanut pattern

MEMS un par en
cada cinta

MEMS pair
one on each
ribbon

Activating Radiation
Directed Along Axis

Radiación activadora
(microondas) a lo largo del
eje

Summary of the HFGW Generation or Transmitter Concept

Resumen de la Generación OGAF o Concepto del Transmisor

HFGW Generator

Using Magnetron-FBAR (Piezoelectric Crystals)

Similar to Romero and Dehnen (1981)



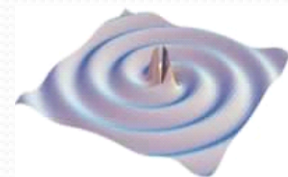
Magnetrons
(1000s)



Microwave
radiation
(2.45 GHz)



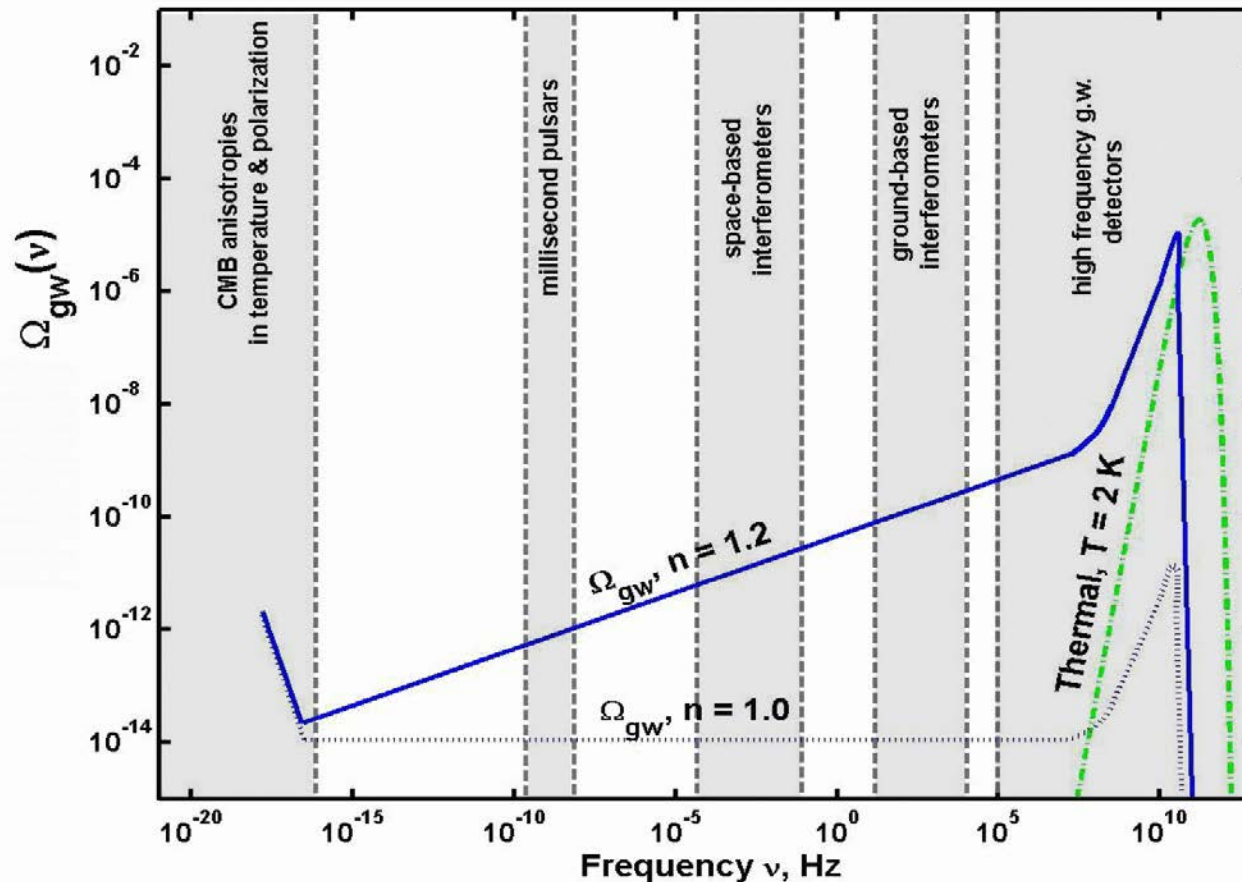
Film Bulk Acoustic
Resonator (FBAR)
piezoelectric crystals
(millions)



HFGWs
(4.9 GHz)

Big Bang-Predicted relic high-frequency gravitational wave energy density Ω_g was a function of frequency (slide 6, Grishchuk 2007) and Hubble parameter n

La Teoría del Big Bang predice que la densidad de energía Ω_g para las OGAF primordiales es función de la frecuencia (diapositiva 6, Grishchuk 2007) y del parámetro de Hubble, n .

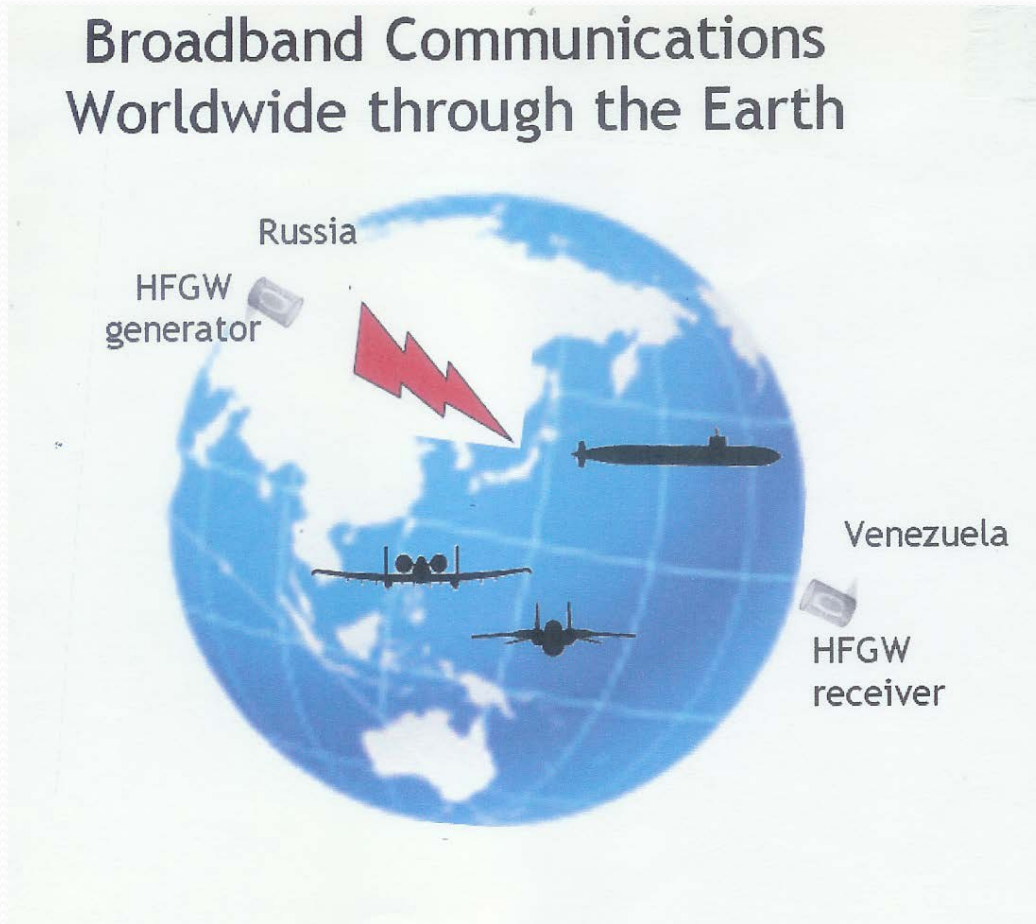


Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI)

Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre (SETI)

- HFGWs like gravity itself passes through all material unabsorbed.
- Electromagnetic radiation is easily absorbed by matter
- Thus any intelligent life forms would only communicate utilizing HFGWs.
- HFGWs (OGAF) como la gravedad en sí pasa a través de todo material sin ser absorbida.
- Radiación electromagnética es fácilmente absorbida por la materia
- Por lo tanto todas las formas de vida inteligente sólo se comunicarían utilizando HFGW's (OGAF).

Comunicación por banda ancha directamente a través de la tierra



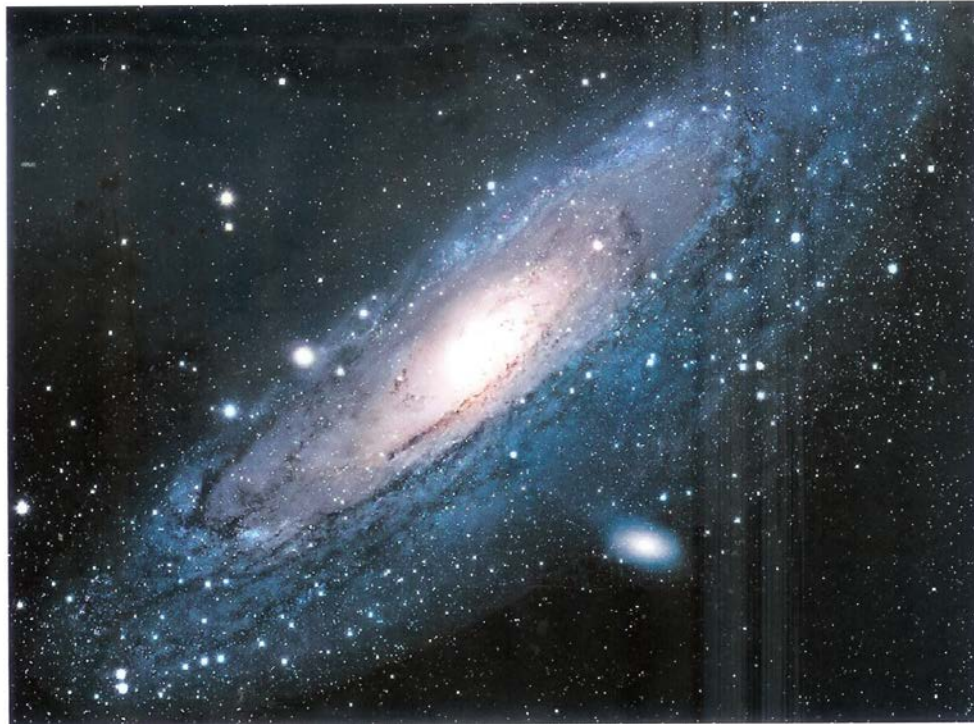
Concept

Concepto

In theory the preferred double-helix array of Δf -producing MEMS can generate significant HFGW radiation. A numerical example of a 20-meter long array is presented in the literature. Activation-energy radiators (such as off-the-shelf Magnetrons used in Microwave ovens) for MEMS such as Film-Bulk Acoustical Resonators or FBARs (off-the-shelf as used in cell phones) can be utilized and point-to-point communication, even at a distance of the diameter of the Earth, might be realized very sensitive HFGW Chinese & US Li-Baker detectors or receivers.

En teoría, la configuración preferida de disposición en serie de doble-hélice de MEMS productores Δf puede generar radiación OGAF significativa. Un ejemplo numérico de una matriz de 20-metros de largo se presenta en la literatura. Radiadores de activación de la energía (como Magnetrones comercializados en los hornos de microondas) para MEMS como resonadores acústicos de película o cuerpo, también llamados FBAR (“off-the-shelf” como se usa en los teléfonos celulares) pueden ser utilizados para establecer comunicaciones punto a punto, incluso a una distancia del diámetro de la Tierra, lo cual podría ser materializado mediante los muy sensitivos detectores/receptores de OGAF del proyecto Chino-Estadounidense de Li-Baker.

Who is out there? ¿Quién está ahí?



The first steps have been taken

Los primeros pasos se han tomado

- By the British at Birmingham University
- By the Italians at INFN Genoa
- By the Japanese at the National Astronomical Observatory of Japan
- BUT NOT SENSITIVE ENOUGH!

**PERO NO LO SUFICIENTEMENTE
SENSIBLES !**

Birmingham University HFGW Detector



INFN Genoa HFGW Detector

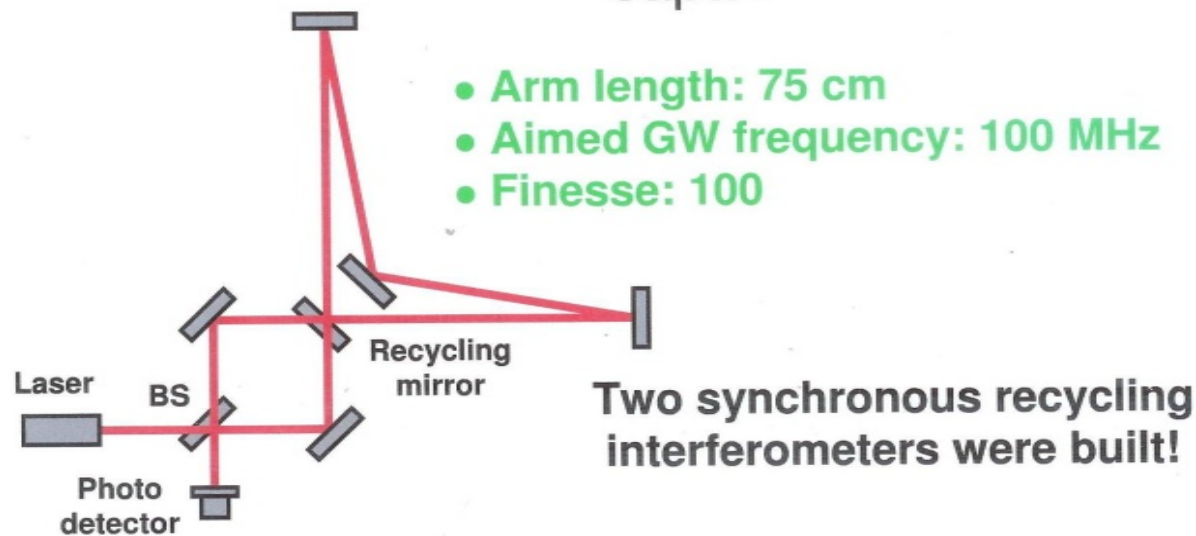


The National Astronomical Observatory of Japan 100MHz HFGW Detector



UNIVERSITY OF
BIRMINGHAM

Development of 100MHz GW detectors
at National Astronomical Observatory of
Japan



Synchronous recycling Interferometer (Concept: Drever 1983)

LIGO

- The US has built the Laser Interferometer Gravitational Observatory or LIGO
- So far it has received nothing or heard anything!
- LIGO is also NOT sensitive or can not ear to High-Frequency Gravitational Waves or HFGWs
- Los EE.UU. Han construido el Observatorio Gravitacional “Interferómetro” Laser (LIGO).
- Hasta el momento no ha recibido o escuchado nada!
- LIGO, además, no es sensible y NO puede escuchar a las Ondas Gravitacionales de Alta Frecuencia o HFGW’s (OGAF)

LIGO has two sites in the US

LIGO tiene dos OBERVATORIOS en los EE.UU.



Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, Hanford Observatory



¿Por qué los Estados Unidos no construyen todavía un detector de HFGW (OGAF)?

Napoleón perdió una batalla y le preguntó a su general en jefe: ¿Por qué?

El general respondió que había cinco razones:

En primer lugar, “Nos quedamos sin munición“

Napoleon dijo: "Bueno, usted puede olvidarse de las otras cuatro!"

Hay cinco razones por las que los EE.UU no está financiando el detector de Li-Baker. En primer lugar no tienen dinero (40% de cada \$ es prestado financieramente)- así que ustedes... y nosotros- podemos olvidarnos de las otras cuatro razones!

What about the Chinese? ¿Qué pasa con los chinos?

- The Chinese do have a HFGW research program but it is primarily theoretical
- Los chinos tienen un programa de investigación OGAF pero es principalmente teórico

The Quito Astronomical Observatory was founded in 1873

El Observatorio Astronómico de Quito fue fundado en 1873

- The Astronomical Observatory of Quito is one of the oldest in Latin America
- Let us continue the tradition of leading the way in Aerospace!
- Ecuador can build the first HFGW Detector in the World at a small fraction of the cost of LIGO
- El Observatorio Astronómico de Quito es uno de los más antiguos en América Latina
- Vamos a continuar la tradición de la vanguardia en el sector Aeroespacial!
- Ecuador puede construir el detector HFGW (OGAF) por primera vez en el mundo por una pequeña fracción del costo de LIGO

The Challenge!

El Reto!

Ecuador has an opportunity to be the aerospace leader in the world by building the very first High-Frequency Gravitational Wave Detector!

HFGW

Ecuador tiene la oportunidad de ser el líder del sector aeroespacial en el mundo mediante la construcción del Primer Detector of Ondas Gravitacionales de Alta Frecuencia!

OGAF

What will it cost?

¿Cuánto costará?

The final cost will be somewhat over a million US dollars

El coste final será un poco más de un millón de dólares USA

In order to obtain a better cost estimate a two-year-long first-phase study should be completed to prepare plans, specifications, off-the-shelf equipment needed; this will cost about \$12,500 per month

- **Con el fin de obtener una mejor estimación del coste, un estudio preliminar de un año de una primera fase debe completarse con el fin de preparar planes, especificaciones, e identificación de equipos existentes en el mercado que serían necesarios. Ello supondría un costo de alrededor de \$12.500 al mes.**

Conclusion

Conclusión

The time is right, *carpe diem... seize the moment!*

Ahora, es la Hora, *carpe diem ... de aprovechar el momento!*

Engage Dr. Baker for the first phase of HFGW
Detector Development

Estoy listo y dispuesto a trabajar con la FAE en
la primera fase del desarrollo del detector HFGW

Design Plans, and Specifications Development Schedule, for Relic HFGW Detection System

