CASO CIENTÍFICO:

Gravitación: La masa de Júpiter[1]

Miembros del equipo

Escritor/a: _____

Responsable de material: _____

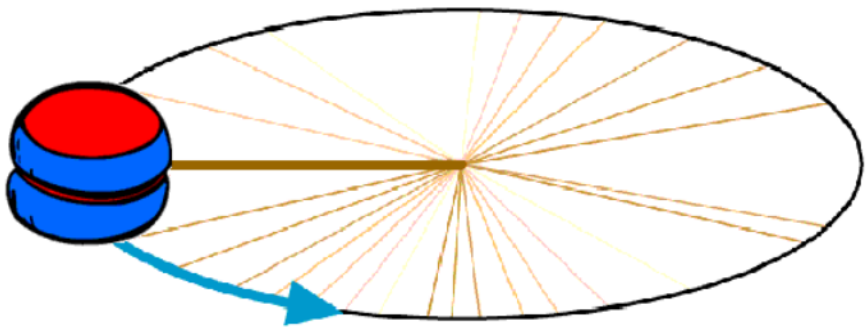
Lector/a: _____

Portavoz: _____

Cálculos: _____

Contexto

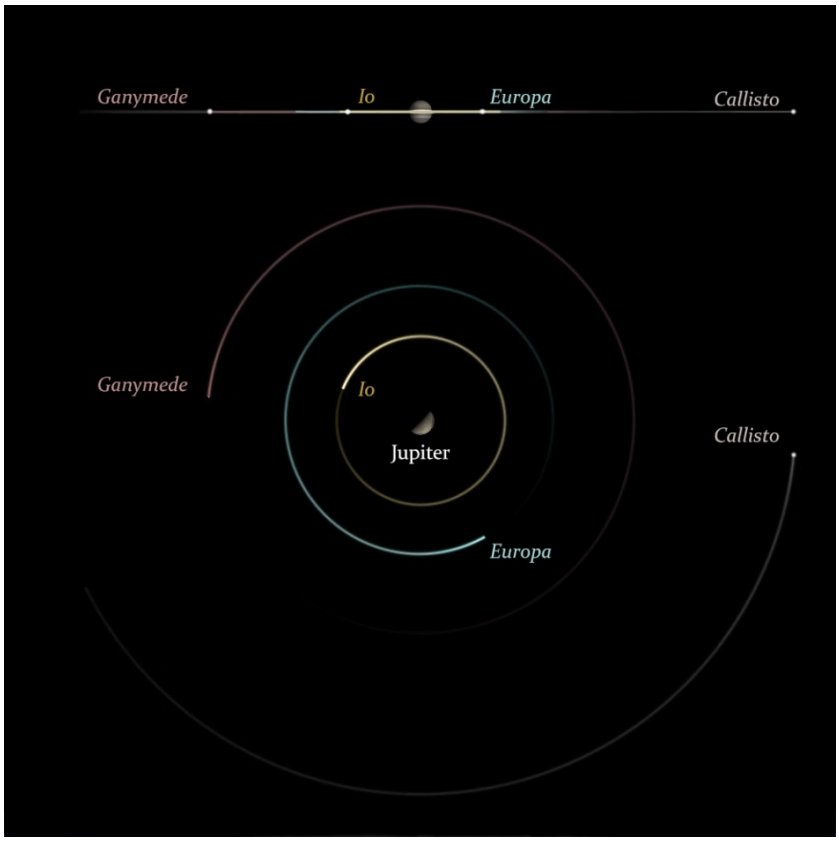
Si hacemos girar un yoyó de forma horizontal, veremos la siguiente trayectoria:



Es decir, el yoyó realizará un movimiento circular uniforme (MRU)[2].

1 *Diseñado por Planeta Ciencias, en colaboración con el equipo de CESAR.*
2 Para profundizar, te proponemos que realices en clase un ejercicio práctico de cinemática para comprobar si la

De forma similar, podemos estudiar el movimiento de los planetas alrededor del Sol, o el movimiento de una luna alrededor de su planeta[3].



Órbita de las principales lunas de Júpiter. Credit: CESAR

Más recursos educativos:

CESAR: http://cesar.esa.int/

ESA education: http://sci.esa.int/education/

Actividad extra para profundizar:
http://cesar.esa.int/upload/201809/jupiter_mass_student_guide_es_final.pdf

teoría se ajusta a tus observaciones. La propuesta está al final de este documento.

3 Aunque las órbitas de los astros son elípticas, el movimiento circular es una buena aproximación para nuestro caso.

Caso científico: Hallar masa de Júpiter

Se llaman lunas (o satélites) galileanas (o jovianas) a las cuatro lunas de Júpiter descubiertas por Galileo Galilei (1564 - 1642) en 1610: **Ío, Europa, Ganímedes** y **Calisto**. Son los más grandes de los satélites de este planeta, siendo visibles incluso con prismáticos.
A partir de los datos de observación obtenidos por el telescopio de Galileo, el objetivo de esta práctica es **estudiar su movimiento** y **hallar la masa de Júpiter**.

- Las observaciones de Galileo contribuyeron drásticamente a la primera gran revolución científica, y la caída del *modelo Ptolemaico* (según el cual la Tierra está en el centro del cosmos) por un nuevo modelo heliocéntrico (el Sol está en el centro del cosmos). -

Material para la investigación

Dispones de el siguiente material:

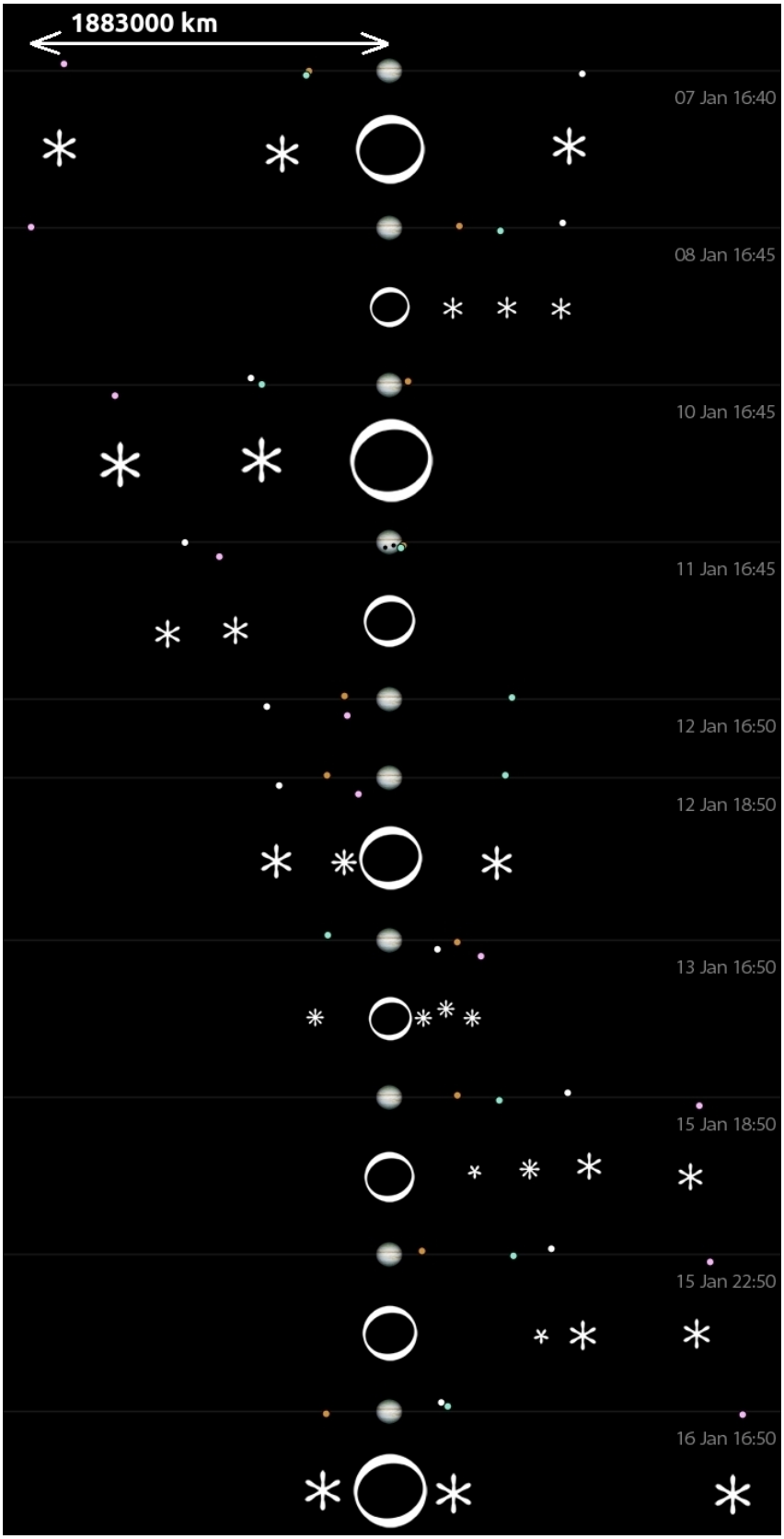
- Lápices, papel, goma, regla.
- Primeras observaciones de los satélites observados por Galileo.

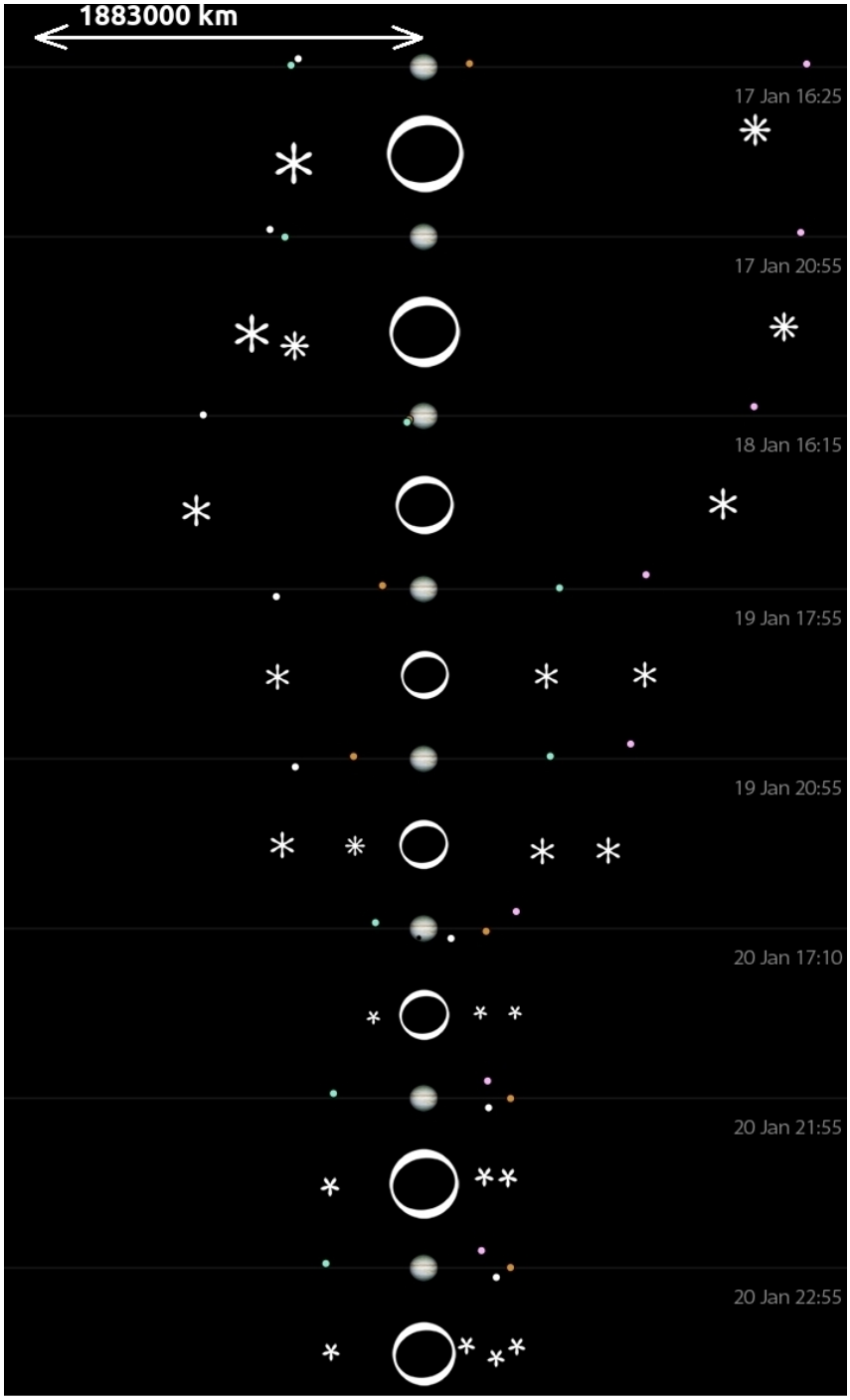
Parte 1. Periodo de traslación de una luna de Júpiter

Durante varios días, Galileo observó y dibujó cómo las lunas de Júpiter cambiaban de posición. A continuación podrás ver las observaciones realizadas por él (los asteriscos representan las lunas), junto con una simulación de cómo se veían las lunas realmente, para que puedas hacer mejor las mediciones:

Siguiente página: A*daptación de Sidereus Nuncius. Galileo Galilei. Imágenes cortesía de Ernie Wright*[4]

4 http://www.etwright.org/astro/sidnunj.html


1883000 km
07 Jan 16:40
08 Jan 16:45
10 Jan 16:45
11 Jan 16:45
12 Jan 16:50
12 Jan 18:50
13 Jan 16:50
15 Jan 18:50
15 Jan 22:50
16 Jan 16:50



Color code:

Callisto	Io
Europa	Ganymede

Elige **una** luna y calcula su periodo de traslación

Resultado:
- Expresa el tiempo en unidades del Sistema Internacional (segundos) -

Parte 2. Velocidad del satélites

Puesto que el movimiento de los satélites corresponde, aproximadamente, a un Movimiento Circular Uniforme (mru), podemos hallar la velocidad angular, ω, mediante la siguiente fórmula,

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

siendo *T* el periodo de traslación. La velocidad del satélite será por tanto

$$v = \omega R$$

siendo *R* el radio de la órbita. Para conocer la distancia real del satélite debemos:

a) Observar en la imagen el radio de la órbita del satélite más lejano a Júpiter[5].

b) Buscar nuestra luna en el día en que se vea más alejado de Júpiter.

c) Usando la regla, halla el radio de la órbita de tu satélite con una sencilla regla de proporcionalidad.

5 Aunque podemos leer el dato en la imagen anterior, el *caso 4* (ver más adelante) ofrece las pistas para poder calcular esta distancia.

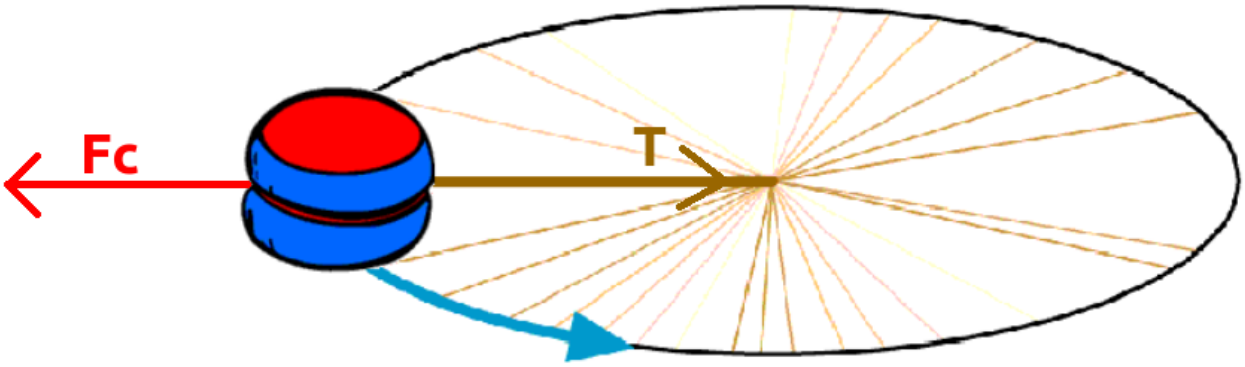
Halla la velocidad de tu satélite

Resultado:

- Expresa las unidades en Sistema Internacional -

Parte 3. Masa de Júpiter

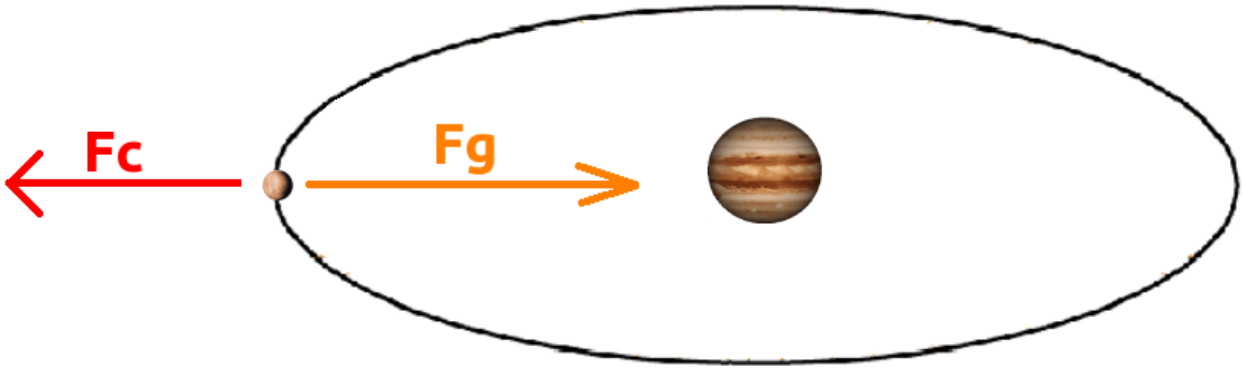
Recordemos de nuevo el ejercicio del yoyó:



Observa que la fuerza o tensión que experimenta la cuerda es igual a la fuerza centrífuga con la que el yoyó gira:

$$T = F_{centrífuga} \quad \rightarrow \quad F_{centrífuga} = \frac{mv^2}{R}$$

De forma similar, podemos imaginar el movimiento de un satélite alrededor de su planeta:



¡La fuerza gravitatoria entre planeta y luna es equivalente a la fuerza centrífuga que experimenta la luna!

$$F_{centrífuga} = \frac{M_{Luna} v_{Luna}^2}{R_{Jupiter-Luna}} \quad ; \quad F_{gravitatoria} = G \frac{M_{Jupiter} M_{Luna}}{R_{Jupiter-Luna}^2} \quad \rightarrow \quad F_{centrífuga} = F_{gravitatoria}$$

Donde, $G = 6.67384 \times 10^{-11} \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}}$.

Si despejamos correctamente, podremos conocer la masa de Júpiter a partir de los datos obtenidos.

Halla la masa de Júpiter

Resultado:

- Expresa las unidades en Sistema Internacional -

Conclusiones y nuevas preguntas

¿Por qué podemos obtener la masa de Júpiter a partir de cualquiera de sus lunas?

¿Son las fórmulas válidas para que cualquier masa? Justifica tu respuesta

¿ La atracción que nosotros sentimos hacia la Tierra tiene la misma naturaleza que la atracción que existe entre astros? Justifica tu respuesta

Ampliación: ¿Qué relación existe entre la gravedad y el origen de las mareas?

Caso 2: Problema práctico para realizar en el aula

<<***Jupiter Icy* Moons *E*xplorer** (exploradora de las lunas heladas de Júpiter) o **JUICE** es una misión especial propuesta de la Agencia Espacial Europea (ESA) que pretende desarrollar una sonda espacial para estudiar Júpiter y sus satélites, en particular Ganímedes y Europa. >>[6]

Realiza una propuesta justificada sobre el radio de órbita, la velocidad y el periodo que podría tener JUICE para que orbite alrededor de una de estas lunas. Consulta las fuentes que desees para obtener los datos que necesites. Para ello, deberás decidir de forma razonada una de las tres variables (radio, velocidad o periodo), y calcular las otras dos.

Ampliación: Sí lo deseas, puedes hacer un estudio más profundo mediante posibles órbitas elípticas. Puedes consultar más información sobre órbitas de satélites aquí: http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Types_of_orbit .

6 Fuente: **https://es.wikipedia.org/wiki/JUICE**

Caso 3: Probléma práctico de cinemática para realizar en el aula[7]

Se recomienda hacer el ejercicio en grupos de cuatro.

1. Mide la masa de un pequeño objeto, por ejemplo, un yoyó.
2. Átalo a cuerda o hilo de longitud conocida, por ejemplo, 0,5 m .
3. Haz girar el objeto horizontalmente con un periodo que resulte fácil de controlar, por ejemplo, T = 1s .

Calcular:

a) Aceleración normal, $\boldsymbol{a_n}$ *,*

a) Tensión de la cuerda

Calcula y mide:

c) Distancia a la que cae el objeto.

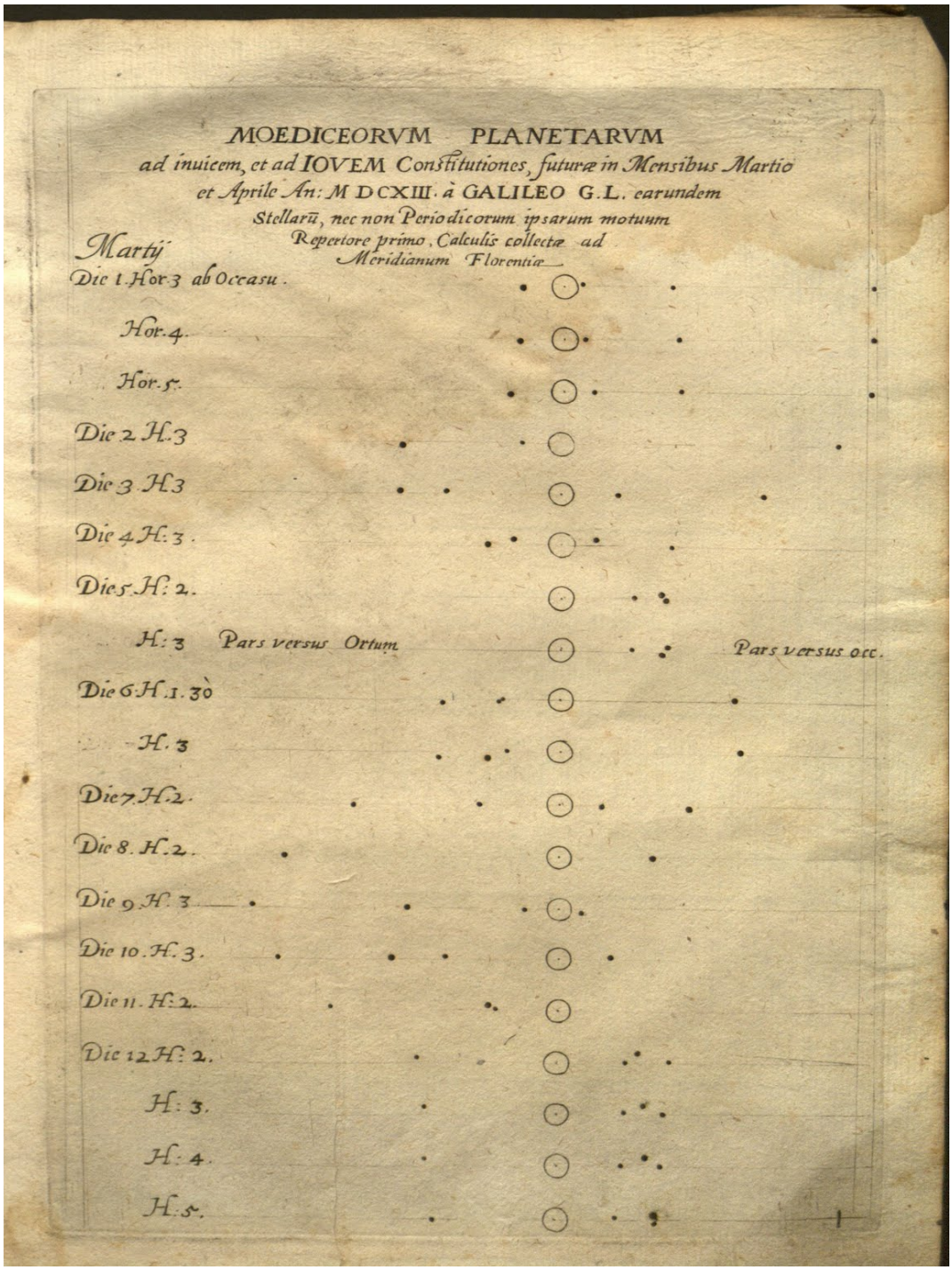
Compara los resultados obtenidos con los datos teóricos.

Material necesario

- Cronómetro.
- Un metro.
- Papel y bolígrafo.
- Calculadora.

7 Práctica sobre *movimiento circular uniforme* (m.r.u), *tiro parabólico* y dinámica de un movimiento circular.

Primeras observaciones de los satélites observados por Galileo Galilei.



Extracto de Sidereus Nuncius , escrito por Galileo Galilei en 1610.