

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FÍSICA**

**XXVII JORNADA FACULTATIVA DE DESARROLLO  
CIENTÍFICO**



**Tema: Determinación de Masa y densidad de Júpiter**

**Integrantes:**

**Karin Magaly Traña Palacio**

**Alejandro A. Torres Chavarría**

**Tutor:**

**Msc. Javier Pichardo.**

**18 de octubre de 2007**

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto hemos determinado los valores aproximados de la masa y densidad de Júpiter a través de la instrumentación y la asesoría del personal del observatorio de la UNAN – Managua.

Este proyecto fue realizado como una práctica académica experimental en el área de Astronomía que, aunque no se sirve como una asignatura dentro de alguna de las carreras que oferta la universidad, hemos tenido una participación voluntaria y nos a resultado de grata satisfacción por lograr realizar cálculos científicos aproximados a los valores estándares del planeta Júpiter.

Para la realización de este proyecto se realizó una teorización de los principales conocimientos sobre astronomía como de física y matemática. Se explican los postulados o leyes de Kepler, así como lo referente a densidad.

Los datos que se procesaron para la determinación de la masa y densidad de Júpiter, se lograron obtener mediante la observación en el telescopio y la toma fotográfica del planeta y sus Lunas. Cabe destacar que de contar con instrumentos de observación con mayor capacidad los resultados hubiesen sido más exactos.

Por tanto, la importancia de este proyecto radica en que además de comprender algunos fenómenos astronómicos y poner en práctica la parte experimental de esta ciencia, es lograr establecer su aplicabilidad en diferentes áreas académicas (sobre todo en Física y Matemática). Una práctica astronómica crea un campo de interés en los estudios y comprensión del Universo que nos rodea.

Esto debe animar a otros investigadores a seguir observando, analizando y obteniendo nueva información sobre los fenómenos del Universo y que en un futuro permitan de alguna manera no solo comparar sino servir de base para

realizar nuevos descubrimientos y alentar de esta forma el espíritu investigativo.

Otra importancia de la elaboración de este proyecto consiste en que los estudiantes de la carrera de física, tengan el conocimiento del manejo del equipo del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) y que de esta forma comprendan el comportamiento de los planetas del sistema solar

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Nuestro sistema solar está compuesto por ocho planetas y otros cuerpos. Algunos planetas poseen satélites y en el caso particular de Júpiter que tiene 63 Lunas de las cuales cuatro fueron descubiertas por Galileo. ¿Se podría determinar algunos parámetros generales de éste planeta, como su masa y volumen, con cálculos experimentales obtenidos al observar y fotografiar a Júpiter y sus Lunas desde el observatorio de la UNAN-MANAGUA?

### III. OBJETIVOS

#### Objetivo general:

- Determinar la masa y densidad de Júpiter a partir de la observación y la toma fotográfica del planeta y sus Lunas

#### Objetivos específicos:

- Establecer la secuencia de la trayectoria de las lunas galileanas con la toma fotográfica de Júpiter y sus Lunas
- Comprobar cómo obtener un parámetro físico desconocido de Júpiter en base a la observación de él y algunos de sus satélites naturales.
- Determinar la masa de Júpiter aplicando las Leyes de Kepler.
- Calcular la densidad del planeta aplicando la ecuación de densidad, a partir de los datos obtenidos en las exposiciones tomadas de los cuerpos celestes (Júpiter y sus Lunas).

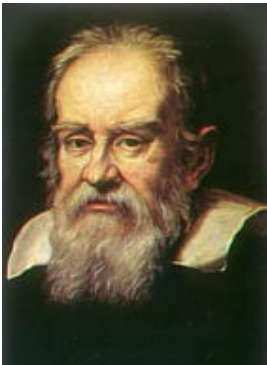
## IV. MARCO CONCEPTUAL

### 1. El telescopio

En el espacio es posible ver algunos cuerpos naturales a simple vista como la Luna y el Sol (aunque nunca debe verse directamente), pero para observar otros se necesita de instrumentos de mayor alcance visual como el telescopio, debido a la gran distancia a la que se encuentran.

Se denomina telescopio a cualquier instrumento que permite ver objetos lejanos. Es la herramienta fundamental de la astronomía, y cada desarrollo o perfeccionamiento del telescopio ha permitido el avance en nuestra comprensión del Universo en el cual existimos y nos movemos.

Generalmente, se atribuye su invención a Hans Lippershey<sup>1</sup>, un fabricante de lentes alemán, alrededor de 1608.



Galileo Galilei tuvo noticias de este invento y decidió diseñar y construir uno. En 1609 mostró el primer telescopio registrado.

Gracias al telescopio, hizo grandes descubrimientos en astronomía, entre los que destaca la observación, el 7 de enero de 1610, de cuatro de las lunas de Júpiter girando en torno a él.

**Figura 1** El físico y astrónomo italiano Galileo Galilei (1564-1642)<sup>2</sup>

Hoy en día existen diferentes telescopios y es posible realizar las mismas observaciones de Galileo. Uno de ellos es el telescopio reflector Meade Schmindt – Cassegrain Lx90 de 8 pulgadas, que apoyado de una computadora y una cámara fotográfica especial (cámara CCD ST-237<sup>9</sup>) es posible fotografiar las lunas galileanas.

<sup>1</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Hans\\_Lippershey](http://es.wikipedia.org/wiki/Hans_Lippershey)

<sup>2</sup> <http://www.astromia.com/biografias/galileo.htm>

La imagen de la fotografía ha ido cambiando y hoy se logran captar imágenes digitales compuestas en unidades de píxel. Al ampliar fuertemente una imagen digital (**zoom**), por ejemplo en la pantalla de un ordenador, pueden observarse los píxeles que componen la imagen. Los píxeles aparecen como pequeños cuadrados en color, en blanco o en negro, o en matices de gris. Las imágenes se forman como una **matriz** rectangular de píxeles, donde cada píxel forma un punto diminuto en la imagen total. Un ejemplo se presenta en la figura 2. Por tanto una fotografía de un cuerpo celeste puede ser analizada con la ayuda de estas unidades.

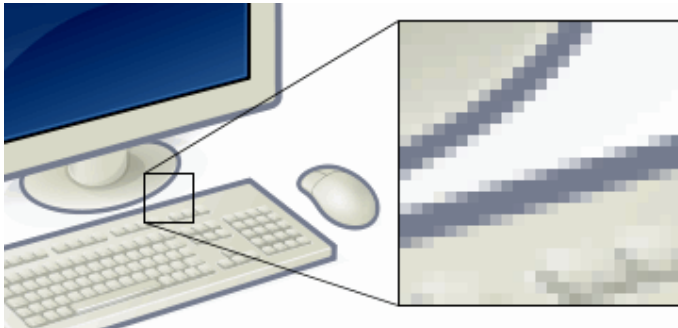


Figura 2 Ampliación de un dibujo donde se aprecian los píxeles

## 2. Leyes de Kepler



Las observaciones del espacio que dieron un nuevo giro con el telescopio también fueron influidas por las leyes enunciadas por el contemporáneo de Galileo, Johannes Kepler. Las cuales explican el movimiento de los planetas en sus órbitas alrededor del Sol.

Aunque él no las enunció en un orden determinado, en la actualidad las leyes se numeran como sigue:

Figura 3 Johannes Kepler (1571-1628).<sup>3</sup>

**Primera Ley** (1609): Todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas, estando el Sol situado en uno de los focos. Como se observa en la figura 4.

<sup>3</sup> <http://www.astromia.com/biografias/kepler.htm>

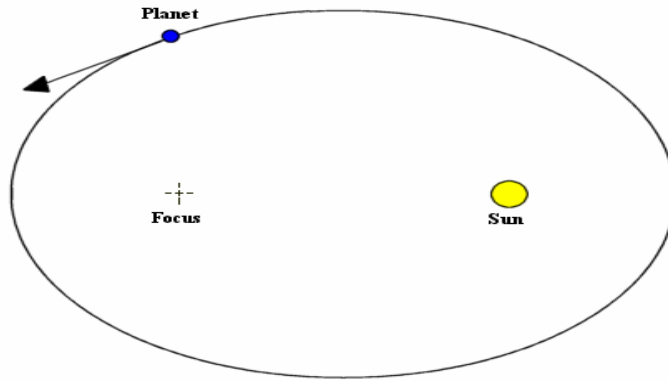


Figura 4

**Segunda Ley** (1609): El radio vector que une el planeta y el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales. Lo que se representa en las áreas sombreadas en azul en la figura 5.

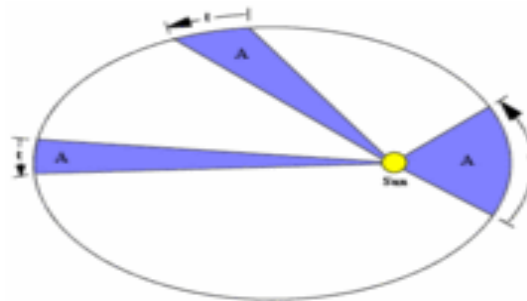


Figura 5

El vector posición de cualquier planeta respecto del Sol, barre áreas iguales de la elipse en tiempos iguales.

**Tercera Ley** (1618): Para cualquier planeta, el cuadrado de su período orbital (tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol) es directamente proporcional al cubo de la distancia media con el Sol.

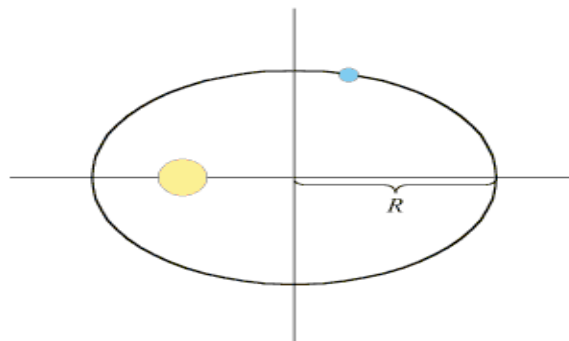


Figura 6



$$\frac{R^3}{T^2} = k = \text{constante}$$

Donde,  $T$  es el periodo orbital,  $R$  la distancia media del planeta con el Sol y  $K$  la constante de proporcionalidad. Estas leyes se aplican a otros cuerpos astronómicos que se encuentran en mutua influencia gravitatoria como el sistema formado por la Tierra y la Luna y, claro esta, Júpiter y sus propias lunas. El valor de  $k$  utilizando la mecánica newtoniana es

$$k = \frac{GM}{4\pi^2},$$

donde  $G$  es la constante de Cavendish ( $6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ) y  $M$  es la masa del cuerpo mayor, suponiendo que la masa del cuerpo menor es despreciable.

A través de la tercera ley de Kepler encontraremos la Masa de Júpiter.

### 3. Densidad

Una propiedad importante de una sustancia es el cociente entre su masa y su volumen, llamada densidad. Normalmente utilizaremos la letra griega rho ( $\rho$ ) para designar la densidad:

Densidad = masa /Volumen

Como originalmente la unidad de masa, el gramo, fue elegida para que fuese igual a la masa de  $1 \text{ cm}^3$  de agua.

De esta forma se puede determinar la densidad de un planeta si conocemos su masa y su volumen. Aplicando la formula:

$$\rho = \frac{3M}{4\pi R^3}$$

### 4. Júpiter

Es el quinto planeta del Sistema Solar. Forma parte de los denominados planetas exteriores o gaseosos,

Es el planeta más grande del Sistema Solar y tiene más materia que todos los otros planetas juntos, además su volumen es más de mil veces el de la Tierra.

Júpiter tiene un tenue sistema de anillos, invisible desde la Tierra. También posee 63 satélites, cuatro de ellos fueron descubiertos por Galileo en 1610.



Figura 7Júpiter

La composición de este planeta es semejante a la del Sol, formada por hidrógeno, helio y pequeñas cantidades de amoníaco, metano, vapor de agua y otros compuestos. Júpiter es un poco menos denso que el Sol y casi cuatro veces menos denso que los planetas terrestres, pero su gravedad es de  $22.88\text{m/s}^2$ . Su temperatura es muy baja del orden de  $-140^\circ\text{C}$

La rotación de Júpiter es la más rápida entre todos los planetas con 9 horas y 55 minutos en el ecuador y 9 horas con 50 minutos en los polos (esto se debe a la composición plástica de su superficie). Su periodo de traslación es de 11.86 años y tiene una atmósfera compleja, con nubes y tempestades. Por ello muestra franjas de diversos colores y algunas manchas.

Tanto los anillos como las lunas de Júpiter se mueven dentro de un enorme globo de radiación atrapado en la magnetosfera, el campo magnético del planeta. Este enorme campo magnético, que sólo alcanza entre los 3 y 7 millones de km. en dirección al Sol, se proyecta en dirección contraria más de 750 millones de km., hasta llegar a la órbita de Saturno.

Las observaciones realizadas por las sondas que se han acercado a Júpiter han permitido localizar otros muchos pequeños satélites de Júpiter. Hasta un total de 63 se habían descubierto en agosto de 2004.

## **V. HIPÓTESIS**

La observación, la toma fotográfica del planeta Júpiter y sus Lunas así como la aplicación de cálculos matemáticos, hacen posible determinar la masa y densidad del planeta.

## VI. DISEÑO METODOLÓGICO

### Tipo de investigación

Este proyecto se realizó con un enfoque de investigación aplicada en donde se puso en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de las charlas y exposiciones en el observatorio de la UNAN- Managua.

### Métodos

#### Análisis y síntesis:

Se realizaron observaciones en el observatorio y se realizaron la toma fotográfica del planeta y sus Lunas, luego de esto se procedió a procesar las imágenes y obtener los datos necesarios para luego realizar los cálculos y determinar la masa y densidad de Júpiter.

#### Estadístico

Para obtener una aproximación de la masa de Júpiter realizada por otros investigadores y aceptados como estándar se realizaron cálculos estadísticos en el programa excel.

#### Bibliográfico

Se realizó la consulta tanto en libros de astronomía, física e Internet, para completar la parte teórica de la investigación así como la comparación de la información obtenida en los resultados.

#### Instrumentos

Para la elaboración de este proyecto utilizamos:

##### 1. Telescopio



El telescopio reflector meade schmidt – cassegrain Lx90 de 8 pulgadas. Que tiene un sistema de mando computarizado Autostar que nos permitio ajustar el telescopio con una buena precisión.

Figura 8

## 2. CAMARA CCD ST-237A.



Figura 9

La cámara CCD ST-237A, es una cámara fotográfica para la proyección y generación de imágenes y con un campo visual perceptiblemente más grande, ésta se comunican con la PC a través de un puerto paralelo apoyado por el software CCDOPS y/o CCDsoft que controla la cámara.

La cámara cuenta con píxeles de 7.4 micrones cuadrados en un arreglo de 657 x 495 píxeles (tamaño del chip). Los píxeles muy pequeños generan imágenes de alta resolución excepcionales cuando se utilizan con telescopios de radio focales rápido.

3. Un ordenador PC con los programas necesarios para su uso normal y además el software para procesar CCDsoft.

## VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los siguientes datos corresponden a la toma fotográfica realizadas a Júpiter y dos de sus Lunas el 16 y 17 de marzo del 2005

### 1. Tablas de datos de las Lunas de Júpiter

Fotografía	Hora	minutos	segundos	Luna 1, x	Luna 1, y	Luna 2, x	Luna 2, y	Jupiter x	Jupiter y
1	21	32	48	211	230	187	144	200	175
2	21	32	57	211	230	187	143	200	173
3	21	33	5	210	227	186	142	199	171
4	21	33	14	210	227	185	143	199	173
5	21	33	22	208	225	184	141	198	172
6	21	34	21	204	221	180	136	193	165
7	21	34	29	204	222	180	135	194	165
8	21	34	38	205	220	180	134	194	163
9	21	34	46	205	219	179	132	193	162
promedio	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>207.56</b>	<b>224.56</b>	<b>183.11</b>	<b>138.89</b>	<b>196.67</b>	<b>168.78</b>
10	22	30	19	274	198	259	111	270	151
11	22	30	26	275	199	259	111	272	151
12	22	30	34	275	195	260	108	272	151
13	22	30	43	275	196	261	110	272	151
14	22	30	51	275	193	261	106	272	147
promedio	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>274.80</b>	<b>196.20</b>	<b>260</b>	<b>109.20</b>	<b>271.60</b>	<b>150.20</b>
15	22	32	14	267	182	251	95	262	135
16	22	32	23	267	180	252	93	264	134
17	22	32	31	267	182	253	94	265	135
18	22	32	40	268	178	255	92	265	132
19	22	32	48	267	177	255	88	266	129
promedio	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>267.20</b>	<b>179.80</b>	<b>253.20</b>	<b>92.40</b>	<b>264.40</b>	<b>133</b>
1	4	0	18	187	49	243	86	163	36
2	4	0	27	186	47	243	84	162	35
3	4	0	35	187	48	243	87	162	37
4	4	0	44	188	49	244	87	164	35
5	4	0	52	188	51	245	89	164	39
promedio	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>187.20</b>	<b>48.80</b>	<b>243.60</b>	<b>86.60</b>	<b>163.00</b>	<b>36.40</b>

Para obtener el menor error posible se hace uso de todos los datos y se saca la media de ellos par su posterior uso en los cálculos necesarios

2. Tabla de los datos promedios de las coordenadas de las Lunas y el planeta

Júpiter

Posición	Hora	minutos	segundos	Luna 1, x	Luna 1, y	Luna 2, x	Luna 2, y	Júpiter x	Júpiter y
1	21	33	31	207.56	224.56	183.11	138.89	196.67	168.78
2	22	30	35	274.80	196.20	260.00	109.20	271.60	150.20
3	22	32	31	267.20	179.80	253.20	92.40	264.40	133.00
4	4	0	35	187.20	48.80	243.60	86.60	196.67	36.40

Para efectos de graficar en un papel a escala se hace cero la posición de Júpiter y a partir de esto las posiciones de las lunas quedan relativas al cero en el planeta Júpiter

3. Tabla de los datos haciendo la posición de Júpiter (0,0)

Posición	Hora	minutos	segundos	Luna 1, x	Luna 1, y	Distancia de Júpiter L1	Luna 2, x	Luna 2, y	Distancia de Júpiter L2
1	21	33	31	10.89	-55.78	56.83	-13.56	29.89	32.82
2	22	30	35	3.20	-46.00	46.11	-11.60	41.00	42.61
3	22	32	31	2.80	-46.80	46.88	-11.20	40.60	42.12
4	4	0	35	-9.47	-12.40	15.60	46.93	-50.20	68.72

**Calculo del semieje de la orbita de la Luna mas cercana al planeta.**

Conociendo la escala de plata (s[arsec/pix] o [arcsec/mm])

Y la distancia de la Tierra-Júpiter (D[m]) el dia de la observación, se estima el radio orbital de lo.

Sea d la distancia angular máxima de lo a Júpiter que medimos en píxeles

$$\text{Radio orbital: } a = (d*s*D)/206265$$

Para encontrar la distancia de Júpiter a las Lunas se hizo uso de la ecuación

$$A = (s \times d \times D) / 206265s$$

- En donde s se encuentra en unidades de arco segundos por pixeles,
- D es la distancia de la Luna de Júpiter en pixeles
- Y la letra "D" representa la distancia a la que se encuentra el planeta el día de la toma de las fotografías

#### 4. Tabla de las distancias de las Lunas al planeta Júpiter

Posición	Distancia de Júpiter luna 1	Distancia de Júpiter luna 2	s en arcseg	D en UA	(8,1 arcmin x 60s / (657 x 1min)) / 2		a en m (L1)	a en m (L2)
					a de L1 (UA)	a de L2		
1	56,83	32,82	3,6986E-01	4,51	0,000459589	0,00026542	68754501,6	39706541,3
2	46,11	42,61	3,6986E-01	4,51	0,000372895	0,00034459	55785149,9	51550753,4
3	46,88	42,12	3,6986E-01	4,51	0,000379122	0,00034063	56716717,1	50957937,8
4	15,6	68,72	3,6986E-01	4,51	0,000126158	0,00055574	18873310,3	83139351,6
Promedio					0,000334441	0,00003766	50032419,7	56338646,0

#### Calculo del periodo de orbita de Io.

Para determinar los ángulos de la posición de las Lunas de Júpiter asumimos una orbita circular.

Los angulos  $I1jI2$ ,  $I2jI3$ ,  $I3jI4$ , etc, deberían ser iguales a como se muestra en al figura 10

Los ángulos aproximados ya que las imágenes fueron tomadas a diferentes horas.

Los segmentos  $I1j=I2j=...I5j$  son iguale por ser el radio de l a orbita del satellite.

Las distancias  $k1j, K2j, ...$  son las distancias que medimos en la parte anterior.

Por tanto puedo calcular los ángulos como:

$$I1jI5 = \arccos(K1j/I5j)$$

$$I2jI5 = \arccos(k2j/I5j)$$



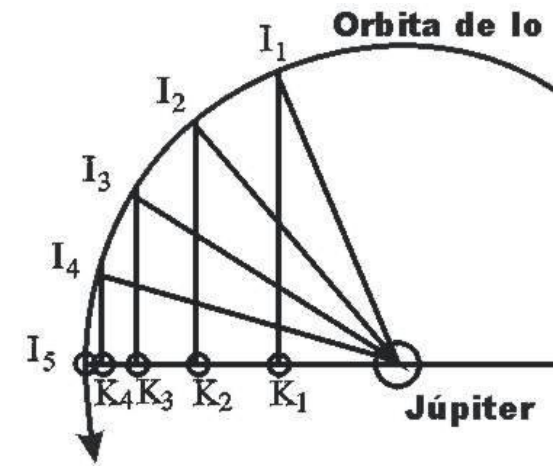


Figura 10

De las tomas realizadas se logran encontrar los ángulos al relacionar la coordenada "x" y la distancia de la luna al planeta Júpiter y luego encontrar el Coseno inverso del ángulo. Lo que se mira reflejado en el uniforme de pelea.



Figura 11 Foto (tomada 03:32 AM)

5. Tabla del ángulo que forma el eje de las "x" con la distancia del planeta a la Luna, todos desde la coordenada inicial de "x"

Posición	Tiempo en segundos	Luna 1, x	Distancia Júpiter Luna 1	$\theta$ (ángulo)L1	Luna 2, x	Dist. Júpiter L2	$\theta$ (ángulo) L2
1	77611	10,89	56,83	78,95	-13,56	32,82	65,6
2	81035	3,2	46,11	86,02	-11,6	42,61	74,2
3	81151	2,8	46,88	86,58	-11,2	42,12	74,58
4	100835	-9,47	15,6	127,38	46,93	68,72	227,99

6. Tabla del periodo de las Lunas alrededor de Júpiter

	$\Delta t$	$\Delta \theta$	$\Delta \theta$	Periodo L1(s)	Periodo L2(s)
$\Delta t = t_2 - t_1$	3424	7,07	8,6	172256,9763	51530,4687
$\Delta t = t_3 - t_1$	3540	7,63	8,98		
$\Delta t = t_4 - t_1$	23224	48,43	162,39	Periodo L1(h)	Periodo L2(h)
$\Delta t = t_3 - t_2$	116	0,56	0,38	47,8491601	14,3140191
$\Delta t = t_4 - t_2$	19800	41,36	153,79		
$\Delta t = t_4 - t_3$	19684	40,8	153,41		
Promedio	11631	24,308	81,2583333		

### Masa de Júpiter

Se aplica la tercera ley de Kepler para estimar la masa.

$$A^3/T^2 = GM/(4\pi^2)$$

Constante de gravitación universal

$$G = 6.67E^{11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$$

Despejando

$$M = 4\pi^2 a^3/(GT^2)$$

Del dato obtenido en la tabla 4 en relación a la distancia de Júpiter al planeta (recordando que asumimos que la Luna jira en orbita circular) y del período de revolución de la Luna se obtiene a través de la ley de Kepler la masa aproximada a la del planeta Júpiter.

## 7. Tabla del resultado de cálculo de la masa del planeta

Ecuación	Resultado	Masa en según los libros Según los libros de astronomía y en las tablas de otros libros se establece que la masa de Júpiter es de $1.91 \times 10^{24}$ kg
$M = \frac{4 a^3 \pi^2}{T^2 G}$	$2,49826 \times 10^{24}$ kg	

### Radio

Se mide la imagen en diámetro angular y se transforma en diámetro lineal con una formula análoga a la usada para calcular el semieje de la orbita de lo.

En el siguiente cuadro se encuentra el radio del planeta en pixeles, por lo que se hizo uso de la misma relación para encontrar el semieje de las Lunas y de esta forma se determino el radio del planeta Júpiter.

El radio se determino usando la formula de  $R = (s \times r \times D)/206265s$

Para la selección del valor del radio de Júpiter se utilizo la imagen que presentaba la forma más esférica del planeta.

## 8. Tabla del radio del planeta

Radio en pixeles	s en arcsen	Distancia en UA	Radio del planeta experimental
59	3,6985E-01	4,51	7,1377E+07

## Densidad

Con la masa y el radio estimado calculamos la densidad como:

$$\rho = M / (4\pi R^3 / 3)$$

De la masa encontrada en el cuadro 7 y del radio encontrado en el cuadro 8 es posible calcular la densidad de Júpiter a través de la ecuación de densidad la cual relaciona la masa y el volumen de un cuerpo, en nuestro caso debemos tener en cuenta que el planeta lo estamos considerando como un cuerpo esférico y es por esta razón que el volumen del planeta es  $\frac{4\pi R^3}{3}$

3

### 9. Tabla de la ecuación de densidad y su resultado

Ecuación de Densidad	Densidad
$\frac{3M}{4\pi R^3}$	1,6401

## VIII. CONCLUSIÓN

Después de realizar las observaciones y el análisis de todos los datos hemos obtenido valores aproximados de la masa y densidad del planeta Júpiter. Los cuales corresponden a la masa de  $2.5 \times 10^{24}$  kg en comparación de  $1.95 \times 10^{24}$  kg y la densidad de  $1.64 \text{ kg/m}^3$  en comparación a la densidad estándar de  $1.31 \text{ kg/m}^3$

Los datos de la luna dos no fueron de mucha ayuda para el proyecto, por reflejar datos que están muy alejados de los conocidos, lo que se debe al movimiento lento de la Luna que al ser fotografiado y visto desde la Tierra no ofrece datos considerables.

La variación de los datos se debe a diferentes factores como la determinación de la imagen captada, que al ser analizada en la imagen guardada en el ordenador y obtener los datos de las coordenadas por la brillantes de la imagen causo una falta de precisión de los datos.

La observación y determinación de estos parámetros nos han servido de base para realizar otras investigaciones, además que nos lleva a la reflexión que tenemos que adquirir un mayor dominio en el procesamiento de imágenes, por ser un programa de computación que no se esta incluido en los contenidos de programación de la carrera.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Las observaciones deben ser realizadas a inicio del año, tiempo en que las lluvias no afectan la observación del cielo.
- De realizarse de nuevo este proyecto de investigación aplicación se debería tomar las fotografías cada hora.
- Para obtener datos mas preciso se debería procesar la información con un software de IRAF
- Considerar la astronomía como una asignatura que se pudiera ser incluida en el currículo de contenidos de la carrera de Física, puesto que contamos con los instrumentos y el personal que puede impartir dicha asignatura.
- Considerar en la carrera algún personal que este impulsando el área de investigación constantemente.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Tipler, Paul A. (1986), Física, 2 ed, Editorial REVERTÉ, España.
- Fernandez Soto. Lea. (1982), Astronomía, 1 reimpresión, Editorial PUEBLO Y EDUCACIÓN, Cuba.
- 

## BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio> Esta página fue modificada por última vez el 11:18, 9 sep 2007.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio>. Esta página fue modificada por última vez el 11:18, 9 sep 2007.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Hans\\_Lippershey](http://es.wikipedia.org/wiki/Hans_Lippershey) Esta página fue modificada por última vez el 02:29, 2 oct 2007.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%ADxel> Esta página fue modificada por última vez el 02:02, 30 sep 2007.
- [http://www.network-press.org/?pixel\\_imagen](http://www.network-press.org/?pixel_imagen)
- <http://www.astromia.com/biografias/kepler.htm><http://www.astromia.com/biografias/galileo.htm> Esta página forma parte del sitio: Astronomía Educativa. Tierra, Sistema Solar y Universo | **Astronomía**, 2005