

## CAMPO GRAVITATORIO

1\*.En 1609, un astrónomo polaco Juan Kepler, que había heredado los cálculos experimentales realizados durante 20 años por el astrónomo de corte danés Tycho Brahe, publica el libro Astronomía Nova, en él aparecen 2 leyes fundamentales para explicar la mecánica celeste que rige el movimiento de los planetas: la ley de las órbitas y la de las áreas, ambas basadas en los hechos observados por el astrónomo danés. De ellas podrás decir que:

- a) PRESUPONEN QUE LOS PLANETAS DESCRIBEN ÓRBITAS ELÍPTICAS
- b) POSTULAN QUE LOS PLANETAS DESCRIBEN ÓRBITAS CIRCULARES ESTANDO EL SOL EN EL CENTRO
- c) CONFIRMABAN LA TEORÍA HELIOCÉNTRICA DE COPÉRNICO
- d) SUPONÍAN QUE EL SOL ESTABA EN UN FOCO DE LAS ELIPSES DESCRITAS

SOL:

La primera y segunda ley de Kepler fueron publicadas en 1609, por éste en el libro Astronomía nova.

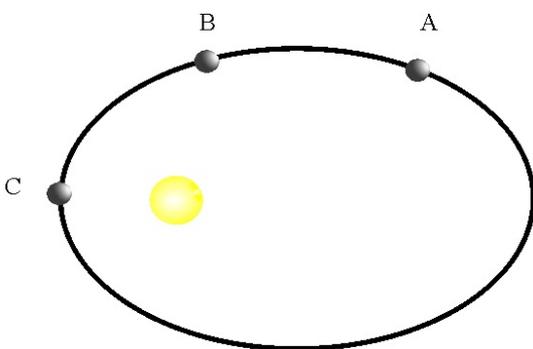
Decían así: Las órbitas planetarias son elípticas y el sol está en uno de los focos. La velocidad orbital de cada planeta es tal que una línea imaginaria que uniera el centro del planeta con el centro del Sol, barrería áreas iguales en tiempos iguales. Copérnico que empezó postulando el geocentrismo, a comienzos del siglo XVI, terminó siendo heliocentrista (giro copernicano), que había predicho el griego Aristarco muchos siglos antes. Son correctas las propuestas a, c y d.

2.Aunque quizá no lo sepas Kepler fue el primer novelista de ciencia ficción, al publicar Somnium, en el que imaginaba un viaje a la luna, en la cual unos viajeros descubrían grandes excavaciones (los cráteres), hechas por sus habitantes, y desde la cual se podía observar la rotación de la Tierra. De sus leyes se sacaban conclusiones tales como que:

- a) LOS PLANETAS NO DESCRIBÍAN UN MOVIMIENTO UNIFORME
- b) UN PLANETA MÁS ALEJADO DEL SOL TENÍA QUE MOVERSE MÁS LENTAMENTE QUE CUANDO ESTABA MÁS CERCA
- c) UN PLANETA CUANDO MAS LEJOS DEL SOL ESTÉ EN SU ÓRBITA ELÍPTICA CON MÁS VELOCIDAD DEBERÁ MOVERSE
- d) DEPENDIENDO DE SU MASA LOS PLANETAS SITUADOS A DIFERENTES DISTANCIAS DEL SOL, PODRÁN TENER LA MISMA VELOCIDAD

SOL:

La segunda ley de Kepler implicaba que los planetas no describía un movimiento uniforme, ya que cuanto más cerca estaba del Sol, mayor rapidez tenían. La tercera ley publicada en su libro Las armonías del mundo, decía que los cuadrados de los periodos eran directamente proporcionales a los cubos de sus distancias medias al Sol, lo cual implicaba que cuanto mas distante del Sol estuviera un planeta mas lentamente debería moverse. La masa no intervenía en su velocidad. Son correctas por lo tanto, la a y la b.



3. En el dibujo adjunto, un planeta describe una órbita alrededor del Sol, el camino entre A y B, y B y C es igual sin embargo podrás asegurar que el tiempo que tarda entre A y B, es respecto al empleado entre B y C:

- a) MAYOR
- b) IGUAL
- c) MENOR
- d) DEPENDE DE LA VELOCIDAD

SOL:

La segunda ley de Kepler implicaba que los planetas no describía un movimiento uniforme, ya que cuanto mas cerca estaba del Sol, mayor rapidez tenían, por lo tanto irá aumentando al acercarse a C, con lo cual dado que el área barrida por los vectores de posición no es igual el tiempo deberá disminuir, o sea es mayor entre A y B, que entre B y C.

4. Kepler publica en 1619, en su *Harmonica Mundi*, la tercera ley o ley de los periodos, que sería fundamental para que Newton enunciara la ley de la Gravitación Universal. Esta ley postula:

- a) UNA RELACIÓN LINEAL ENTRE LOS RADIOS DE LAS ÓRBITAS Y LOS TIEMPOS DE RECORRIDOS
- b) QUE LOS CUADRADOS DE LOS PERÍODOS DE REVOLUCIÓN ERAN PROPORCIONALES A LOS CUBOS DE LOS EJES MAYORES DE LAS ÓRBITAS ELÍPTICAS DESCRITAS
- c) UNA RELACIÓN CUADRÁTICA ENTRE LOS PERÍODOS DE REVOLUCIÓN Y LOS RADIOS DE LAS ÓRBITAS.
- d) QUE UN PLANETA A UNA DISTANCIA DOBLE DEL SOL TARDA CUATRO VECES MÁS TIEMPO EN RECORRER SU ÓRBITA QUE OTRO

SOL:

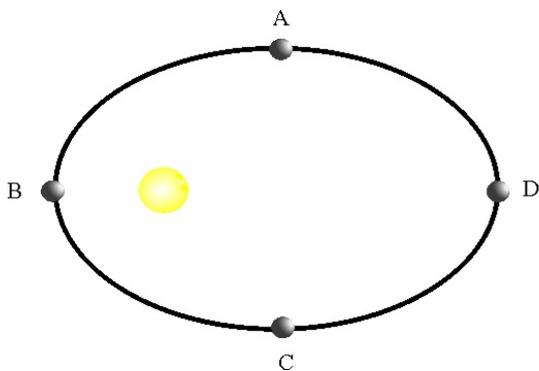
Parcialmente se contesta en el test 2. Es correcta la cuestión b. El apartado d, no cumple la tercera ley.

5. Las palabras afelio y perihelio, que etimológicamente significan alejado y alrededor del sol, hacen referencia a los puntos en los cuales un planeta está más alejado del Sol y más cerca de él, respectivamente. Pese a que la órbita de la Tierra tiene muy poca excentricidad, es evidente que estará más cerca o más lejos del sol, según se encuentre en dichas posiciones. Por ello podrás asegurar que en el hemisferio norte, estarás en el afelio en:

- a) PRIMAVERA      b) INVIERNO      c) OTOÑO      d) VERANO

SOL:

El afelio corresponde en la Tierra, en el hemisferio norte a la posición más alejada del sol, lo cual ocurre en verano, aunque debido a que la radiación solar recorre menos camino atmosférico, la energía que llega a la superficie es mayor.



6. El dibujo adjunto indica distintas posiciones de un planeta en su órbita alrededor del sol. El estudio de las leyes de Kepler te permitirá asegurar que la rapidez en los puntos A, B, C y D, sigue la siguiente secuencia:

- a)  $v_A = v_C > v_B > v_D$
- b)  $v_A > v_B > v_C > v_D$
- c)  $v_B > v_A = v_C > v_D$
- d)  $v_D > v_A > v_C > v_B$

SOL:

Dado que cuanto más cerca del Sol, la rapidez debe ser mayor,  $v_A$  deberá ser igual a  $v_C$ , la posición de los equinoccios (igual tiempo de día que de noche), mientras que  $v_B > v_D$ , posición de los solsticios (el sol parecía que se paraba). La posición más alejada D, deberá ser donde llevará menor velocidad. Por lo tanto la propuesta correcta es la c.

7\*. Aunque las leyes de Kepler, se elaboraron a partir de observaciones experimentales realizadas por Tycho Brahe, actualmente la primera ley de Kepler o ley de las órbitas, se puede explicar fundamentalmente porque la interacción sol-planeta es del tipo central, y todo cuerpo sometido a ese tipo de fuerzas debe describir una trayectoria:

- a) PARABÓLICA      b) CIRCULAR      c) ELÍPTICA      d) RECTILÍNEA

SOL:

Una curva circular o elíptica. Kepler descubrió que era elíptica al estudiar la órbita de Marte.

8\*.La segunda ley de Kepler, se puede explicar físicamente suponiendo que los planetas y el sol, en sus interacciones forman un sistema aislado, y las fuerzas actuantes son interiores, por lo cual debe conservarse siempre:

- a) EL IMPULSO ANGULAR
- b) EL MOMENTO CINÉTICO
- c) EL MOMENTO LINEAL
- d) LA ENERGÍA CINÉTICA
- e) LA ENERGIA POTENCIAL

SOL:

Le ley de la conservación del momento cinético  $(\vec{r} \wedge m\vec{v})$  o del impulso angular  $(I\vec{\omega})$ , que deben ser constantes en cualquier movimiento sometido a fuerzas centrales.

9\*.La tercera ley de Kepler, se puede deducir con toda facilidad hoy día, aplicando las leyes de la mecánica, con sólo considerar que:

- a) LA FUERZA QUE EJERCE EL SOL SOBRE UN PLANETA ES UNA FUERZA CENTRÍPETA
- b) LA FUERZA QUE EJERCE EL PLANETA SOBRE EL SOL ES UNA FUERZA CENTRÍFUGA
- c) LA SEGUNDA LEY DE NEWTON
- d) LA LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL

SOL:

La fuerza que ejerce el Sol de masa M sobre cualquier planeta de masa m, en su órbita, es central y por lo tanto centrípeta,

lo cual conlleva que  $F = ma = m\frac{v^2}{R} = m\omega^2 R = mR\frac{4\pi^2}{T^2} = G\frac{Mm}{R^2}$ . Despejando  $\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = K$

También se puede considerar en un sistema no inercial, y suponiendo el equilibrio entre la fuerza centrífuga debido a su movimiento y la fuerza de atracción gravitatoria. Por lo tanto todas las propuestas son correctas.

10. Si sabes que la distancia media de la Tierra al sol, se denomina Unidad Astronómica (U.A.), y corresponde a 149 millones de kilómetros, mientras que el de la órbita del planeta Urano es 19 veces mayor, podrás asegurar que un año en dicho planeta corresponde aproximadamente en años terrestres a:

- a) 10
- b) 83
- c) 44
- d) 100

SOL:

Aplicando la 3ª ley de Kepler  $\frac{T^2}{R^3} = K$ ;  $\frac{T_{Tierra}^2}{R_{Tierra}^3} = \frac{T_{Urano}^2}{R_{Urano}^3}$ ;  $1 = \frac{T_{Urano}^2}{19^3}$ ;  $T_{Urano} = \sqrt{19^3} = 82,8$ . Es correcta la propuesta b

11.Marte está un 52% mas alejado del Sol que la Tierra. Con sólo este dato y aplicando la tercera ley de Kepler, podrás afirmar que tardará un número de veces más que la Tierra en dar la vuelta al Sol, que será aproximadamente de:

- a) 1,5
- b) 2
- c) 1,9
- d) 3,2

SOL:

Aplicando  $\frac{T_{Tierra}^2}{R_{Tierra}^3} = \frac{T_{Marte}^2}{R_{Marte}^3} = \frac{T_{Marte}^2}{(1,52R_{Tierra})^3}$ ;  $T_{Marte} = T_{Tierra}\sqrt{1,52^3} = 1,87T_{Tierra}$ . La respuesta correcta es la c

12\*. El sol, en uno de los focos de las órbitas elípticas keplerianas, no tiene una masa constante, dado que en cada segundo pierde en el proceso de fusión de los núcleos de hidrógeno, más de un millón de toneladas, gracias a lo cual nos transmite la energía que permite la vida en la Tierra a través de la fotosíntesis. Este hecho tan simple, va a condicionar las órbitas planetarias ya que según ello:

- a) LAS ELIPSES NO SE DEBERÁN CERRAR
- b) LOS PLANETAS DEBERÁN ALEJARSE DEL SOL DE FORMA CONTINUADA
- c) LOS PLANETAS DEBERÁN ACERCARSE AL SOL DE MANERA CONTINUA
- d) EL AÑO PLANETARIO DEBERÁ AUMENTAR

SOL:

El hecho de la pérdida de masa del Sol, implica en el equilibrio Sol-planeta, que ni las elipses se van a cerrar, formando una roseta, y que los planetas se irán alejando del sol, con lo cual el año planetario aumentaría, y su velocidad disminuiría. Son correctas las propuestas a, b y d.

13\*. Se han contado muchas historias, sobre el hecho de que Newton desarrollara su teoría de la gravitación universal a partir del hecho de que le cayera una manzana sobre su nariz, cierto día en el que descansaba debajo del histórico manzano. Pues bien, dicha historia fue propagada nada menos que por Voltaire, a través de unas supuestas confidencias de la sobrina predilecta de Newton, y el manzano famoso sería rotulado, cercado y preparado para uso y consumo turístico, hasta que un rayo lo derrumbó en 1830. Lo que si es rigurosamente cierto es que sin menoscabar los méritos de Newton, la ley de que la fuerza de atracción del sol sobre los planetas, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de separación, fue propuesta ya por Hooke y Halley en 1684, o sea 3 años antes de publicarse la primera edición de los Principia de Newton. Esta ley surgía físicamente a partir de:

- a) LA SEGUNDA LEY DE NEWTON
- b) LA TERCERA LEY DE KEPLER Y SEGUNDA DE NEWTON
- c) LA FUERZA CENTRIFUGA
- d) LA FUERZA CENTRÍPETA Y LA TERCERA LEY DE KEPLER
- e) LA CONSTANTE DE GRAVITACION UNIVERSAL

SOL:

La gravitación universal surge en Newton apoyada en los trabajos de Hooke y Huyghens, por aplicación directa de la fórmula y concepto de aceleración centrípeta en las órbitas circulares  $a = \frac{v^2}{R}$ , y la tercera ley de Kepler  $\frac{T^2}{R^3} = K$ , como se sugiere en d y en b.

14\* Newton enunció en su Principia, la ley de la gravitación universal, en los términos siguientes: "Dos masas se atraen como si entre ellas se ejerciera una fuerza proporcional a su producto e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa". La expresión como si, quería indicar la falta de seguridad absoluta, dado que:

- a) LA INTERACCIÓN SOLO SE PRODUCÍA EN EL AIRE O VACÍO
- b) NO CONOCÍA EL ORIGEN DE LA FUERZA DE INTERACCIÓN
- c) NO CONCEBÍA COMO DOS CUERPOS PODÍAN ATRAERSE SIN TOCARSE
- d) NO COMPRENDÍA PERFECTAMENTE EL SIGNIFICADO DE LA MASA

SOL:

Todas las propuestas son correctas menos la a, ya que no estaba estipulado en dicha ley.

15. La fuerza centrípeta fue definida e interpretada por Huyghens, antes que Newton enunciara las leyes de la dinámica, sin embargo no fue conocido por ello, sino por las controversias que sostuvo con éste acerca de la naturaleza de la luz. La fuerza centrípeta y la aceleración centrípeta, han sido fundamentales para interpretar los equilibrios planetarios, supuestas sus órbitas circulares porque:

- a) LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD ES UNA ACELERACIÓN CENTRÍPETA
- b) EL PESO DE UN CUERPO ES UNA FUERZA CENTRÍPETA
- c) EL PESO DE UN CUERPO SE EQUILIBRA CON UNA FUERZA CENTRÍPETA
- d) LA ATRACCIÓN GRAVITATORIA SE COMPENSA CON UNA FUERZA CENTRÍPETA

SOL:

La aceleración de la gravedad, está dirigida en cada cuerpo situado en la periferia de la Tierra, hacia el centro de ésta, y por lo tanto es una aceleración centrípeta, por lo que el peso= $mg$ , se puede considerar una fuerza centrípeta. El equilibrio implica que la suma de las fuerzas debe ser nula, por lo que dos fuerzas con el mismo sentido nunca podrán equilibrarse. Sólo son correctas las propuestas a y b.

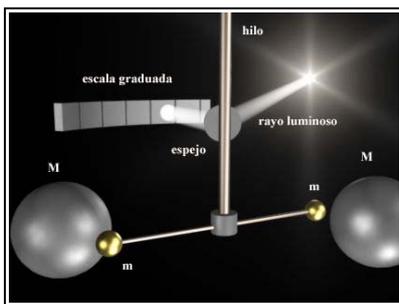
16. La ley de la gravitación universal, necesitó del cálculo de la constante de proporcionalidad que la determina. De dicha constante, calculada por Cavendish 50 años después, podrás decir que:

- a) SÓLO VALÍA PARA LAS INTERACCIONES ENTRE MASAS EN EL SISTEMA SOLAR
- b) TIENE LAS DIMENSIONES DE UNA ENERGÍA DIVIDIDA POR  $M^2$  Y MULTIPLICADA POR UNA LONGITUD
- c) CORRESPONDE A UNA LONGITUD DIVIDIDA ENTRE UNA ENERGÍA
- d) NO TIENE DIMENSIONES

SOL:

Dado que  $F = G \frac{Mm}{R^2}$ , despejando  $G = \frac{FR^2}{Mm}$ , por lo tanto teniendo en cuenta las dimensiones de cada magnitud dada,

$G = \frac{MLT^{-2}L^2}{M^2} = \frac{T^{-2}L^3}{M}$ , que corresponden a una energía ( $ML^2T^{-2}$ ), dividida por  $M^2$  y multiplicada por L, como se propone en b.



17\*.El aparato empleado por Cavendish para la determinación de la constante de gravitación universal, denominado balanza de Cavendish, cuyo dibujo se adjunta, no fue ideado por él, sino por el geólogo John Michell (que también descubriría el concepto de agujero negro), fuertemente influenciado por el terremoto de Lisboa ocurrido poco antes, y que había causado 100 mil víctimas, a fin de adaptarla a la previsión de seísmos. Dicha balanza, que no es más que una de torsión que más tarde sería generalizada por Coulomb, para medir la interacción eléctrica, implicaba:

- a) UNA PROPORCIONALIDAD ENTRE LA INTERACCIÓN ENTRE MASAS Y EL ÁNGULO GIRADO
- b) EL CONOCIMIENTO DE LA CONSTANTE ELÁSTICA DE TORSIÓN DEL ALAMBRE
- c) EL SABER LA DISTANCIA DE LAS MASAS ENTRE SÍ Y DE ELLAS AL EJE DE GIRO
- d) EL LLEGAR A MEDIR EL ÁNGULO GIRADO POR LA ATRACCIÓN DE LAS MASAS

SOL:

El fundamento de la balanza de torsión es que el momento de la interacción gravitatoria entre las masas M y m, respecto al eje (hilo o alambre), deberá ser proporcional al ángulo girado, y esta constante de proporcionalidad es la constante elástica de torsión del hilo o alambre. Por lo tanto son necesarias todas las propuestas conjuntamente.

