



Concurso de Ciencia Ficción Quanta-PaperPen

Guía de Temas

Índice de temas

Física clásica y física moderna

- **Fisión y fusión nuclear**
- **Radiación**
- **Teoría de cuerdas**
- **Teoría del todo**
- **Fuerzas fundamentales**
- **Dualidad onda-partícula**
- **Fenómenos de la luz**
- **Principio de mínima acción**
- **Multiverso**

Astrofísica y relatividad

- **Supernovas**
- **Púlsares**
- **Hoyos negros y Radiación de Hawking**
- **Dilatación del tiempo**
- **Warp drive**
- **Materia oscura / Energía oscura**
- **Paradoja de Fermi / Ecuación de Drake / La Gran Barrera**

Matemáticas

- **Serie de Fibonacci**
- **Razón áurea**
- **Fractales**
- **Múltiples dimensiones (Flatland)**
- **Permutaciones y combinaciones**
- **Primalidad / Teorema de los números primos**

Tecnología

- **Nanotecnología**
- **Esfera de Dyson / Civilizaciones Tipo III**
- **Simulaciones por computadora / Universo simulado**
- **Criptografía cuántica**

Física clásica y física moderna

Fisión y fusión nuclear

- La fisión nuclear ocurre cuando un átomo de mayor masa decae (se divide) a dos átomos de menor masa (es decir, con una menor cantidad de nucleones en el núcleo). Los átomos resultantes tendrán una mayor energía de enlace por nucleón, y por lo tanto, serán más estables. El proceso ocurre gracias a una reacción en cadena: el primer átomo es bombardeado por un neutrón, el cual libera neutrones (entre otras partículas y átomos); estos neutrones liberados a su vez chocan con otros átomos y continúa la reacción.
- La fusión nuclear ocurre cuando dos átomos de menor masa se combinan para crear un átomo de mayor masa (es decir, con una mayor cantidad de nucleones en el núcleo). El átomo resultante tendrá una mayor cantidad de energía de enlace por nucleón, y por lo tanto, serán más estables. La fusión libera una mayor cantidad de energía que la fisión. En términos reales, las reacciones de fusión son más difíciles de crear debido a los requerimientos de temperatura, velocidad, presión, entre otros. Actualmente, los reactores nucleares del mundo operan bajo fisión. Sin embargo, lograr un reactor nuclear de fusión que sea sostenible aún no ha sido logrado.

Radiación

- Es la descomposición del núcleo de un átomo para formar un núcleo diferente (que tendrá una mayor estabilidad). En el proceso habrá una liberación de partículas y/o energía para llegar a un núcleo más estable. La energía que se libera se conoce como radiación ionizante.
- Existen tres tipos de decaimiento:
 - Alpha: se libera una partícula con número másico (protones + neutrones) de 4 y número atómico (protones) de 2.

- Beta negativo: un neutrón se descompone y forma un protón y un electrón, así como un antineutrino. Por lo tanto, el número másico se conserva y el número atómico aumenta en uno.
- Beta positivo: un protón se descompone y forma un neutrón y un positrón; así como un neutrino. Por lo tanto, el número másico se conserva y el número atómico disminuye en uno.
- Gamma: se libera radiación gamma (energía); este decaimiento no es cambia el número másico o el número atómico, y solamente produce un núcleo más estable.
- La vida media es el tiempo que toma la mitad de una muestra de material radiactivo en decaer.

Teoría de cuerdas

- Plantea que todas las partículas subatómicas no son cuerpos puntuales; y que realmente son cuerdas con diferentes vibraciones en el espacio-tiempo. Cada vibración produce una partícula diferente (en cuanto a propiedades). Sin embargo, la fórmula solo funciona en un universo de once dimensiones y por lo tanto, hasta el momento, la experimentación ha sido imposible.
- Introducción extremadamente rápida:
<https://www.youtube.com/watch?v=Da-2h2B4faU>

Teoría del todo

- Es una teoría que busca unir las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza (gravedad, nuclear fuerte, nuclear débil y electromagnética). En otras palabras, la teoría del todo busca incluir la gravedad en el Modelo Estándar y de esta manera unir la relatividad general con la teoría cuántica de campos.
- Ver, por ejemplo, *Interestelar*.

Fuerzas fundamentales

- En el universo existen cuatro fuerzas fundamentales: la gravedad, fuerza nuclear fuerte, fuerza nuclear débil, y la fuerza electromagnética.
- La fuerza nuclear fuerte es la que mantiene los núcleos atómicos unidos y es responsable de la interacción entre quarks y gluones. Está mediada por lo gluones.
- La fuerza nuclear débil propicia el decaimiento beta de las partículas y la producción de ciertos tipos de quarks y leptones. Está mediada por los bosones W y Z.
- La fuerza electromagnética solamente interactúa en partículas con carga (ya sea en reposo o en movimiento) y está mediada a partir de fotones.
- La fuerza de gravedad interactúa con objetos que tienen masa. Debido a la minúscula cantidad de masa de las partículas subatómicas, la gravedad es despreciable en los experimentos de esta índole.

Dualidad onda-partícula

- Es la propiedad a través de la cual las partículas pueden exhibir un comportamiento igual al de las ondas pero al mismo tiempo ser un objeto puntual. Esto sería imposible en la mecánica clásica, donde las ondas y los cuerpos puntuales tienen diferencias irreconciliables en sus características.
- La dualidad onda-partícula es posible en la mecánica cuántica debido al principio de indeterminación de Heisenberg: las partículas se describen como campos o zonas que se propagan por el espacio-tiempo, donde en cierto espacio tienen una mayor intensidad.

Fenómenos de la luz

- En esta categoría se incluyen los efectos de difracción y refracción de la luz; las propiedades cuánticas del fotón; las propiedades electromagnéticas y de onda (espectro electromagnético); y las ecuaciones de Maxwell.

Principio de mínima acción

- Este principio postula que el camino entre un punto q_1 y un punto q_2 que tomará un objeto entre los tiempos t_1 y t_2 será la que conlleve la mínima acción. En otras palabras, al imaginar todos los caminos posibles que pudiera tomar dicho objeto, y calcular la acción de cada camino (a través de la integración de fórmulas), el verdadero camino será el que sea el de menor acción.
- Para un ejemplo del principio de mínima acción en la ciencia ficción, ver *La historia de tu vida* (Ted Chiang)

Multiverso

- Este concepto, si está relacionado a la fórmula de ondas de Schrödinger, considera que una partícula puede tener dos estados al mismo tiempo (en concordancia con la física cuántica). Ambos estados se encuentran superpuestos al mismo tiempo, siempre y cuando no se hayan realizado mediciones a la partícula.
- Cuando se hace una medición, y considerando que el universo completo sigue las reglas de la física cuántica, todo lo que existe en el universo se ha enredado con la partícula que quería ser medida. De esta manera, el universo completo se parte en diferentes caminos: cada uno donde uno de los estados que originalmente estaban superpuestos es el que “ha ocurrido”.
- Video introductorio: <https://www.youtube.com/watch?v=kTXTPe3wahc>

Astrofísica y relatividad

Supernovas

- Ocurren cuando el equilibrio entre gravedad (que empuja a la superficie completa de la estrella hacia su centro) y la presión que se crea a partir de las reacciones nucleares (que empuja hacia afuera) se rompe. Cuando las reacciones nucleares cesan (el combustible de la estrella se ha acabado) la gravedad contrae a la estrella hacia su centro a una velocidad extremadamente rápida. Las ondas de choque se crean debido a esta contracción provoca que la superficie de la estrella se vea expulsada casi de manera instantánea hacia el espacio alrededor.

Púlsares

- Por definición es una estrella de neutrones (girando a grandes velocidades y altamente magnetizada) que emite radiación (fotones y rayos gamma) periódicamente a través de su eje magnético, o polos. Una rotación sobre su propio eje puede ocurrir cada 1.4 milisegundos. Los púlsares son consecuencia de explosiones supernova y tienen una densidad extremadamente grande.

Hoyos negros y Radiación de Hawking

- Un agujero negro es un objeto estelar que fue inicialmente predicho por la solución a las ecuaciones de campo de Einstein. Hoy en día, sabemos con total certeza que estos existen. Los agujeros negros se caracterizan por tener una atracción de la gravedad tan fuerte, que ni la luz puede escapar de ellos.
- La Radiación de Hawking es la radiación térmica y partículas subatómicas que producen los agujeros negros que ocurre en el horizonte de sucesos. Si un par de partículas, una partícula y su respectiva antipartícula, se crearán

en el límite del horizonte de sucesos, teóricamente sería posible que una partícula del par escapara mientras que la otra sería absorbida por el agujero negro. Este suceso se observaría en la forma de radiación térmica. De esta forma, el agujero negro perdería masa de manera constante hasta evaporarse por completo.

Dilatación del tiempo

- La dilatación del tiempo es la diferencia en el tiempo transcurrido con base en dos sistemas u observadores diferentes. La dilatación del tiempo puede ser consecuencia de la diferencia relativa entre velocidades o posiciones en un campo gravitatorio.
- Si para los observadores de un sistema con velocidades o campos gravitatorios mayores, el tiempo transcurre de manera normal, para los observadores fuera de ese sistema (que se encontraría en condiciones “normales”) el tiempo dentro de esos sistemas de condiciones extremas se vería alargado (sería más lento).
- Nuevamente, ver *Interestelar* o leer *Beloved Song*

Warp drive

- Este sistema propone que una nave podría viajar a velocidades mayores que las de la luz, si esta curva el espacio-tiempo de tal manera, que el destino se acercara a ella. De esta manera no se romperían los postulados de la teoría de relatividad general.
- Esta teoría fue propuesta por el célebre físico mexicano, Miguel Alcubierre.

Materia oscura / Energía oscura

- La materia oscura conforma alrededor del 85% de la materia del universo. Ello se puede intuir a partir de fenómenos gravitacionales anómalos que no pueden explicarse con modelos existentes.
- La energía oscura describe un tipo de energía que afecta el universo a grandes escalas. Su existencia puede estar evidenciada por el ritmo de expansión del universo, el cual está ocurriendo de manera cada vez más acelerada.
- No tenemos aún una explicación teórica que describa a la materia y energía oscura.

Paradoja de Fermi / Ecuación de Drake / La Gran Barrera

- La paradoja de Fermi hace referencia a las contradicciones entre los cálculos de la ecuación de Drake y la observada falta de vida ajena a la Tierra.
- La ecuación de Drake, creada en 1961, estima la cantidad de civilizaciones dentro de la Vía Láctea que serían capaces de comunicarse con nosotros (es decir, que emitan señales de radio detectables). Esto lo hace a través de la identificación de los factores que propiciarían el desarrollo de una civilización de este tipo. Originalmente, el resultado de la ecuación de Drake era de 10.
- La Gran Barrera o Gran Filtro postula que existe un evento determinante en la línea de tiempo de todas las formas de vida, el cual resulta en su extinción completa antes de que alcancen un nivel dentro de la Escala de Kardashev. De esta manera, podría deducirse que, de no encontrar otras formas de vida, es posible que nuestra especie haya pasado el “Gran Filtro”. Sin embargo, es imposible saber si esta ha quedado atrás o todavía está por venir.

Matemáticas

Serie de Fibonacci

- Es la secuencia ordenada de números, y definida por recurrencia (es necesario saber los términos que preceden para continuar). Los primeros dos términos de la sucesión son 0 y 1. La fórmula de la serie es $x_n = x_{n-1} + x_{n-2}$.
- Existen diversas propiedades interesantes de la sucesión de Fibonacci. Una de ellas es que la razón entre dos números consecutivos es la razón aurea, cuando n tiende a infinito.

Razón áurea

- Es un número irracional expresado con la fórmula: $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$. El número áureo es igual a 1.61280336.... Cuando la longitud de un segmento se divide entre un segmento más grande, y sus proporciones son similares a las de número áureo, se considera que “es bello”. El número áureo, al igual que la serie de Fibonacci, se representa de numerosas maneras dentro de la naturaleza.

Fractales

- Por definición, un fractal es una figura o formación geométrica la cual se verá repetida dentro de sí misma, pero a diferentes escalas.

Múltiples dimensiones (Flatland)

- Las dimensiones son la cantidad de coordenadas que se necesitan para describir la posición de un punto dado dentro de un objeto. Por lo tanto, el número de dimensiones se definirá por la cantidad de grados de libertad del objeto estudiado.
- Para poder estudiar los objetos de dimensiones mayores (generalmente los de cuatro dimensiones espaciales) es necesario considerar que nuestro

mundo es un plano bidimensional. La figura de cuatro dimensiones espaciales intersecta con el plano y formará figuras tridimensionales que “se transformarán” a medida que el objeto atraviese nuestra dimensión. Esta idea puede aplicarse para un sistema donde las figuras se encuentran en tercera dimensión y el plano representa un mundo en segunda dimensión (Flatland).

Permutaciones y combinaciones

- Las permutaciones son las diferentes organizaciones en las cuales se pueden agrupar los elementos de un grupo. En las permutaciones, la posición de cada elemento es distinguible: existen dos permutaciones para el grupo A y B, los cuales son AB y BA.
- Las combinaciones son las diferentes organizaciones en las cuales se pueden agrupar a los elementos de un grupo. En las combinaciones, la posición de cada elemento es despreciable: para los elementos AB, solamente existe una combinación.

Primalidad / Teorema de los números primos

- Un número primo es aquel número natural que solamente puede dividirse entre dos números naturales y resultar en un número entero: entre sí mismo y entre 1. La propiedad de un número de ser primo se denomina como primalidad.
- El teorema de los número primos describe la distribución asintótica de estos en el conjunto de los números naturales. En otras palabras, los número primos son menos comunes cuanto más grandes sean las cantidades que se están manejando.

Tecnología

Nanotecnología

- La nanotecnología es la aplicación de la tecnología o el manejo de la materia a escalas nanométricas, yendo desde 1 a 100 nanómetros. La nanotecnología puede ir de tamaños similares a los de una molécula de glucosa hasta los tamaños del virus promedio. Esta área de estudio puede manipular las estructuras moleculares de ciertos materiales, y tener aplicaciones un gran número de área de estudio diferentes.

Esfera de Dyson / Civilizaciones Tipo III

- La esfera de Dyson es una megaestructura que está diseñada para absorber cerca de la totalidad de la energía producida por una estrella, generalmente cuando se envuelve completamente por la estructura. El propósito de una esfera de Dyson sería tener acceso a una cantidad exponencialmente mayor a la que es posible extraer de un planeta como la Tierra. Dentro de la escala de Kardashev, la construcción de una esfera de Dyson significa que una civilización es de tipo II.
- Las civilizaciones de tipo III serían aquellas que logran explotar la energía producida en toda la galaxia que habitan. En términos prácticos, esto equivaldría a un consumo de energía de 10^{36} Watts.

Simulaciones por computadora / Universo simulado

- Las simulación por computadora son representaciones de fenómenos, situaciones o condiciones en un medio informático.
- Las capacidades informáticas de las computadoras hoy en día no llegan a ser suficientes para simular un cerebro humano, y en consecuencia, la simulación de un universo completo pareciera imposible (tomando en cuenta las limitaciones físicas de la materia).

Criptografía cuántica

- Es la aplicación de la física cuántica en la encriptación de información de manera digital. La criptografía cuántica es la forma más segura de proteger información: por ejemplo, si al enviar datos digitales existe una brecha, el estado cuántico de la partícula portadora de la información cambiará y por lo tanto sería posible saber que la información ha sido comprometida.
- La aplicación más conocida es el intercambio de claves cuánticas, en el que dos sujetos tienen una misma clave (partícula) y por lo tanto solamente ellos tienen acceso a la información. El estado de la partícula cambiaría si un tercero ver la información, como se mencionó anteriormente.