

**FÍSICA****CUESTIONES Y PROBLEMAS****BLOQUE V: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA MODERNA****PAU 2003-2004****RELATIVIDAD**

1.- La física clásica llegó a explicar la mayor parte de los fenómenos conocidos hasta finales del siglo XIX y se convirtió en un cuerpo coherente de conocimientos en el que solo quedaban por resolver algunos pequeños problemas. Nombra algunos fenómenos que no pudieron ser explicados por la física clásica. **(1.1)**

2. Indica en que contradicen los siguientes fenómenos a la física clásica:

- a) el movimiento de un electrón en un átomo (átomo de Bohr).
 - b) la radiación del cuerpo negro.
 - c) el efecto fotoeléctrico.
 - d) la catástrofe ultravioleta.
 - e) el experimento de Michelson y Morley
 - f) la emisión y absorción de radiación electromagnética (espectros atómicos).
- (1.1)**

3.- Explica como la física relativista interpreta los resultados negativos del experimento de Michelson y Morley. **(1.2)**

4.- ¿Cómo explica la física cuántica la catástrofe ultravioleta?. ¿Y el efecto fotoeléctrico?. **(1.2)**

5. Utilizando la teoría cuántica de Bohr para los átomos, justifica la estabilidad del átomo y los espectros de absorción y emisión. **(1.2)**

6. Establece los límites de validez de la física clásica en cuanto a rangos de velocidades y de tamaño de las partículas, señalando que teoría de la física moderna es aplicable fuera de dichos límites. **(1,3)**

7.- ¿Qué entiendes por un sistema de referencia inercial?. **(2.1)**

8.- Formula las transformaciones de Galileo entre un sistema de referencia OXYZ y un sistema de referencia O'X'Y'Z' que se mueve con una velocidad \vec{v}

con componentes v_x, v_y y v_z . Expresa tanto la relación entre posiciones como entre velocidades. **(2.2)**

9.- ¿ Enuncia el Principio de Relatividad de Galileo?. **(2.2)**

10.- ¿Cuáles son las diferencias y similitudes fundamentales entre el principio de relatividad de Galileo y el principio de relatividad de Einstein?. **(2.3)**

11.- Describe brevemente el Experimento realizado por Michelson y Morley (realiza un dibujo o esquema del montaje experimental). ¿Qué pretendía comprobar?. ¿Cuál fue el resultado de dicho experimento?. **(2.4), (2.5)**

12.- Formula las transformaciones de Lorentz entre un sistema de referencia OXYZ y un sistema de referencia O'X'Y'Z' que se mueve con una velocidad \vec{v} con componentes v_x, v_y y v_z . Expresa tanto la relación entre posiciones como entre velocidades. **(2.2)**

13.- ¿ Enuncia los postulados de la teoría de la relatividad restringida?. **(2.2)**

14.- Considera una varilla cuyos extremos se encuentran en las posiciones $x_1 = 3$ (m) y $x_2 = 2$ (m) de un sistema de referencia OXYZ. Para un observador en dicho sistema la longitud de la varilla viene dada por $L = x_2 - x_1$. Considera un observador situado en otro sistema de referencia O'X'Y'Z' que se mueve con una velocidad constante $\vec{v} = 5\vec{i}$ (m/s) respecto del primero. Determinar la longitud L' de la varilla medida por el observador en O'X'Y'Z' cuando:

- La velocidad del sistema O'X'Y'Z' es mucho menor que la de la luz ($v \ll c$).
- La velocidad del sistema O'X'Y'Z' es cercana a la de la luz ($v \ll c$). (nota: considerar que este observador mide simultáneamente los extremos de la varilla, es decir, los instantes de tiempo en los que mide la posición x'_1 y x'_2 son los mismos ($t'_1 = t'_2$))

(2.6).

15.- Considera un sistema de referencia OXYZ y una partícula que tiene una velocidad v_x respecto de este sistema. Considera un observador situado en otro sistema de referencia O'X'Y'Z' que se mueve con una velocidad constante $\vec{v} = v\vec{i}$ respecto del primero. Determina la velocidad v'_x con la que se mueve la partícula respecto del observador en O'. **(2.6)**

16.- Un cohete tiene una longitud de 100 m cuando es observado en reposo respecto de un observador situado en la rampa de lanzamiento. Calcular la longitud que medirá este observador cuando el cohete viaja a una velocidad de 200 000 km/h. **(2.6)**

17.- Una nave interestelar parte hacia la estrella Sirio situada a 8.7 años luz viajando a 0.85 c. Calcula el tiempo que invierte en el viaje de ida y vuelta según:

- Los relojes terrestres.
- Los relojes de a bordo.

(2.6)

18.- Un astronauta de 35 años de edad emprende una misión interestelar a bordo de una nave que tiene previsto viajar a una velocidad de $0.9c$. En la Tierra deja un hijo de 5 años. ¿Cuánto tiempo habrá de durar la misión para que el astronauta tenga, a su regreso, la misma edad que su hijo?. Calcula dicho tiempo en los dos sistemas de referencia. **(2.6)**

19.- La vida media de un pión que se mueve a gran velocidad resulta ser de 60 ns, mientras que su vida media en reposo es de 26 ns. Calcula:

- La velocidad a la que se mueve el pión respecto de la tierra.
- La distancia que recorre el pión en el sistema de referencia terrestre y en su propio sistema.

(2.6)

20.- Una nave espacial viaja desde la Tierra hacia una estrella alejada 95 años luz, con una velocidad de $2.2 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$. ¿Cuál es el tiempo (en años) que emplea la nave en hacer ese recorrido medido por un observador terrestre y por un observador en la nave?. **(2.6)**

21.- Analicemos un viaje espacial a una estrella que se encuentra a 20 años luz de la Tierra. Un observador en reposo en la Tierra pone en marcha su cronómetro cuando ve pasar por delante de él la nave, que se aleja con una rapidez constante $v=0.8c$. Calcula la duración del viaje para el observador terrestre y para un ocupante de la nave. **(2.6)**

CUÁNTICA

22.- Señala tres fenómenos que se expliquen utilizando el modelo de partícula y otros tres que se expliquen utilizando el modelo de onda. **(3.1)**

23.- Explica el efecto fotoeléctrico. ¿Qué características de este efecto no son explicables mediante la teoría ondulatoria de la luz?. **(3.2), (3.3)**

24.- ¿Cómo explica Einstein el efecto fotoeléctrico?. **(3.2)**

25.- ¿Cómo explica la física clásica la emisión de radiación por parte de los átomos?. ¿Y la física cuántica?. **(3.4)**

26.- Dado un fotón con una energía de 3 eV, calcula su longitud de onda. **(3.5)**

27.- Una emisora de radio emite con una frecuencia de 1.2 MHz y una potencia de 2 Kw. Calcula el número de cuantos de energía que emite en 1s. **(3.5)**

28. Explica mediante la teoría de Einstein (aplicando el principio de conservación de la energía y la hipótesis cuántica de Planck) los resultados experimentales relativos al efecto fotoeléctrico. En particular se trata de explicar con dicha hipótesis:

- Por qué dicho efecto sólo se presenta para frecuencias de la luz superiores a un valor umbral, distinto para cada metal.

- b)** Por qué la energía cinética de los electrones liberados es siempre la misma para una frecuencia $\nu > \nu_0$ dada, sea cuál sea la intensidad luminosa.
- c)** Por qué la emisión de electrones es prácticamente instantánea y su número aumenta al hacerlo la intensidad manteniendo la frecuencia constante. **(3.6)**

29. Siendo ν la frecuencia de la radiación incidente (superiora la frecuencia umbral ν_0 necesaria para que se presente el efecto fotoeléctrico), escribe una ecuación que ligue la energía del fotón incidente con la energía cinética del electrón liberado. **(3.6)**

30. La hipótesis de Einstein para explicar el efecto fotoeléctrico, en 1905, fue confirmada por el físico americano R.A. Millikan en 1915, cuyos experimentos posibilitaron uno de los procedimientos para determinar la constante de Planck h . **a)** Explica en que consiste la hipótesis de Einstein para explicar el efecto fotoeléctrico. **b)** Escribir la ecuación de Einstein que explica el efecto fotoeléctrico **d)** Explica como determinar la constante de Planck a partir de la ecuación de Einstein. **(3.6)**

31. a) Explica que es el trabajo de extracción de un metal. ¿Cómo se puede medir? **b)** Si el trabajo de extracción para un cierto metal es W , calcular la expresión de la energía cinética máxima de un electrón emitido por la superficie del metal, cuando se ilumina con una luz de longitud de onda λ . **(3.6)**

32. Se ilumina una placa metálica con luz ultravioleta de cierta intensidad, observándose los electrones emitidos y midiéndose su energía cinética máxima. ¿Cómo varía esta energía si se duplica la intensidad de la luz? ¿Y si se duplica la frecuencia? **(3.6)**

33.- Calcula la energía cinética del electrón emitido por una superficie de wolframio si su frecuencia umbral es $1.3 \cdot 10^{15}$ Hertz y se ilumina con luz de 1500 \AA de longitud de onda ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$). **(3.7)**

34.- La longitud de onda umbral de un metal es de 2500 \AA . Calcular:
a) El trabajo necesario para extraer un electrón del metal.
b) La energía cinética de los electrones emitidos si se ilumina el metal con luz de 1700 \AA de longitud de onda. **(3.7)**

35.- La longitud de onda umbral de un cierto metal es 200 nm . Calcular la frecuencia que debe tener una radiación para extraer los electrones con una energía de 2.5 eV . **(3.7)**

36.- Una radiación de $1.2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ incide sobre una superficie de un metal cuya longitud de onda umbral es de 230 nm . ¿Se producirá la emisión de electrones?. **(3.7)**

37. El establecimiento de la física cuántica se inicia en 1923, con los trabajos de Louis De Broglie, en los que se introduce la nueva y atrevida hipótesis de atribuir a los electrones y a cualquier objeto, comportamiento ondulatorio, además del evidente comportamiento corpuscular. **a)** Indicar posibles

argumento en apoyo de la hipótesis de De Broglie; **b)** Escribe la ecuación matemática del principio de De Broglie. **(3.8)**

38. Teniendo en cuenta que la energía de un fotón según la hipótesis de Planck puede escribirse como $E=h\cdot\nu$, y que según la teoría de la Relatividad ha de ser $E=p\cdot c$, establecer la relación existente entre la longitud de onda de un fotón y su cantidad de movimiento. **(3.8)**

39. Calcular la longitud de onda de los siguientes cuerpos y compararla con la de los rayos X (del orden de 10^{-10} m):

a) La Tierra en su rotación alrededor del Sol ($m=6\cdot 10^{24}$ kg y $v=3\cdot 10^4$ m/s)

b) Un guijarro de 10 g lanzado a 1 m/s.

c) Un electrón que sometido a un campo eléctrico, ha adquirido la velocidad de $6\cdot 10^5$ m/s ($m=9,1\cdot 10^{-31}$ kg)

Compara y comenta los resultados obtenidos. **(3.8)**

40. a) ¿A qué fenómenos convendría recurrir para poner en evidencia el comportamiento ondulatorio de los electrones? Describir un posible experimento. **b)** Explica algunas aplicaciones del carácter ondulatorio de los electrones. **(3.8)**

41. La distancia media entre protones y neutrones dentro del núcleo es de unos 10^{-15} m, por lo que para explorar el interior de los núcleos se han de utilizar partículas (que hacen la función de sondas) cuya longitud de onda de De Broglie sea al menos igual a esta distancia medida. La constante de Planck vale $h=6,63\cdot 10^{-34}$ J·s.

a) ¿Qué cantidad de movimiento mínima ha de poseer una sonda para poder explorar el interior del núcleo?

b) Si como sonda se utilizan partículas α , cuya masa es de $6,64\cdot 10^{-27}$ kg, ¿cuál debe ser la energía cinética mínima? **(3.8)**

42.- Calcular la longitud de las ondas de materia de De Broglie asociadas a un electrón acelerado por una diferencia de potencial de 10 V. Repite el cálculo para una pelota de 100 g moviéndose a 10 ms⁻¹. Explica en que caso de los anteriores se puede detectar el denominado comportamiento ondulatorio de la partícula. ($m_e= 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg). **(3.9)**

43.- Enuncia y explica el principio de indeterminación de Heisenberg. **(3.10)**

44.- Enumera las diferentes hipótesis cuánticas que conozcas. **(3.11)**

45.- Señala dos aplicaciones de la física cuántica en el campo de la tecnología. **(3.12)**

46.- ¿En qué fenómeno, estudiado en el Bloque dedicado a la Física Moderna, se basa el funcionamiento de la célula fotoeléctrica?. Explica detalladamente su funcionamiento. **(3.12)**

NUCLEAR

47.- Un núcleo con $A=150$ y $Z=72$ deducir la composición de su núcleo, indicando el número de protones y neutrones. Escribe el número másico y el número atómico de dos isótopos del mismo, señalando sus diferencias. **(4.1)**

48.- Explica cuál es la causa de que si las partículas del mismo signo se repelen. por qué no se repelen entre sí los protones. ¿Cómo explicas la estabilidad de los núcleos?. **(4.2)**

49.- Explica por qué la masa de un núcleo atómico es menor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen. **(4.3)**

50.- Calcular el defecto de masa para el deuterio ($H-2$). El núcleo del deuterio está constituido por un protón y un neutrón y tiene una masa de $2,0147$ u.m.a.. Obtener el resultado en u.m.a. y Kg. **(Datos:** masa del protón = $1,0078$ u.m.a.; masa del neutrón = $1,0092$ u.m.a.). **(4.3)**

51.- Calcular **a)** el defecto de masa, **b)** la energía de enlace y **c)** la energía de enlace por nucleón para el núcleo de carbono-12. **(Datos:** masa del protón = $1,0076$ u.m.a.; masa del neutrón = $1,0089$ u.m.a.). **(4.3)**

52.- Uno de los núcleos más estables corresponde al Manganeso 55 ($Z=25$), cuya masa atómica es $54,938$. **a)** ¿Qué energía será preciso comunicarle para descomponerlo en sus correspondientes protones y neutrones?; **b)** ¿Cuál es su energía de enlace por nucleón?. **(4.3)**

53.- La masa experimental de un núcleo de ^{39}K ($Z=19$) es $38,96400$ u. Sabiendo que tiene 19 protones, calcular la energía de enlace en eV y la energía de enlace por nucleón. **(4.3)**
Datos: $m_p=1,00728$ u; $m_n=1,00867$ u

54.- a) ¿Qué le ocurre a un núcleo cuando emite una partícula α ?
b) El $^{212}_{84}\text{Po}$ emite una partícula α . Escribir la ecuación que describe el proceso. **(4.4)**

55.- a) ¿Qué le ocurre a un núcleo cuando emite una partícula β ?
b) El $^{239}_{93}\text{Np}$ emite una partícula β . Escribir la ecuación que describe el proceso. **(4.4)**

56.- Un núcleo con $A=150$ y $Z=72$ emite primero una partícula α y posteriormente una partícula β . Indica que elemento se produce después de cada desintegración. **(4.4)**

57.- El $^{287}_{94}\text{Pu}$ se desintegra emitiendo una partícula alfa. ¿Qué número atómico y qué número másico tiene el elemento resultante?. **(4.4)**

58.- Que masa de iodo-131, cuyo tiempo de semidesintegración $T_{1/2}$ es igual a 8 días, quedara al cabo de 32 días si se partió de una muestra inicial que contenía 100 g de dicho isótopo. **(4.5)**

59. La constante radiactiva del radio-228 es $0,122 \text{ años}^{-1}$. Calcular el período de semidesintegración. **(4.5)**

60. El período de semidesintegración del tritio (isótopo del hidrógeno de $A=3$) es 12,26 años. Calcular su constante radiactiva. **(4.5)**

61. La actividad de una muestra radiactiva disminuye desde 0,010 Curie, hasta 0,003 Curie en 60 días, calcular su tiempo de semidesintegración. **(4.5)**

62. En el año 1898 Piere y Marie Curie aislarón 200 mg de radio. El periodo de semidesintegración del radio es de 1620 años. ¿A qué cantidad de radio han quedado reducidos en la actualidad (año 2001) los 200 mg aislados entonces. **(4.5)**

63. El período de semidesintegración del C-14 es de 5.570 años. El análisis de una muestra de una momia egipcia revela que presenta las tres cuartas partes de la radiactividad de un ser vivo. ¿Cuál es la edad de la momia?. **(4.5)**

64.- La relación de C-14/C12 en la atmósfera se admite que es del orden de $1,5 \cdot 10^{-12}$. El análisis de la madera de un barco funerario en la tumba del faraón Sesostris (XII dinastía) pone de manifiesto una relación de $9,5 \cdot 10^{-13}$. ¿Qué edad puede atribuirse a dicha tumba? El valor del período de semidesintegración del carbono – 14 es de 5.570 años. **(4.5)**

65. Señala diferentes tipos de reacciones nucleares que conozcas y escribe un ejemplo de cada una. **(4.6)**

66.- Explica las diferencias entre las reacciones nucleares de fisión y de fusión nuclear. **(4.6)**

67. Suponiendo que la liberada en la fisión del U – 235 es de 180 MeV/átomo, calcular la masa de U-235 consumida por día por un motor atómico de 2.000 kW de potencia, cuyo rendimiento es del 30 %?. **(4.6)**

68.- En una reacción nuclear de fisión hay una pérdida de masa de $3 \cdot 10^{-6} \text{ g}$
a) ¿Cuántos kw.h se liberarán en el proceso ? **b)** Si se producen 10^6 reacciones idénticas por minuto, ¿Cuál será la potencia disponible ?. **(4.6)**

69.- Indicar algunas de las propiedades de los isotopos radiactivos. Señalando sus logros y sus limitaciones. **(4.7)**

70.- Indica alguno de los peligros o riesgos de la utilización de la energía nuclear y analiza la problemática de los residuos radiactivos. **(4.7)**