

	UNIVERSIDAD VERACRUZANA. Campus Facultad de Física	
	Disciplina: Licenciatura en Física.	
	Professor(a): E. Isaac J. Caballero	
	Alumno:	Matrícula:
	Curso: Fenomenología Cuántica Relativista	Semestre:
	Temas: : Parcial: Fenomenología Cuántica relativista.	

1. **Describa las condiciones bajo las cuales un sistema físico obedece la teoría de la relatividad de Galileo**

2. Demuestre que la fuerza gravitacional en 3 dimensiones es invariante ante transformaciones de Galileo:

$$\vec{F}_{gravitacional} = G \sum_{i \neq j}^n \frac{m_i m_j}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|^2} \hat{r}_{ij}$$

3. **Relatividad Especial**

Considere la ecuación de onda electromagnética unidimensional

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \psi = 0,$$

demuestre que es invariante ante transformaciones de Lorentz.

4. **Factor γ y factor β .**

A partir de los resultados derivados en clase para γ y para β analice el caso límite cuando $v \approx 0$, es decir, cuando $v \ll c$.

1. ¿Qué valores toma γ ?
2. ¿Qué valores toma β ?

5. **(Una expansión útil.)** Demuestre que la expansión binomial $(1+x)^n \approx 1+nx$

- ¿En qué casos es válida? ¿Qué pasa si x es un número grande?

6. **Problemas Varios**

7. Suponga que la velocidad de la tierra a través del éter es la misma que su velocidad orbital ($v = 10^{-4}c$). Considere un experimento de Michelson-Morley donde los brazos del interferómetro son de 10 metros cada uno y uno de los brazos está en la dirección del movimiento de la tierra a lo largo del éter. Calcula la diferencia de dos ondas de luz que viajan a través de cada uno de los brazos.

8. La premisa del planeta de los simios consiste en que los astronautas viajan en el futuro a un punto en donde la civilización humana ha sido reemplazada por una civilización de simios. Considerando únicamente la relatividad especial determina que tan lejos en el futuro terrestre viajaron si los astronautas durmieron durante 120 años mientras viajaban relativamente a la Tierra a una velocidad de $0.999c$, primero de ida y luego de regreso.

9. Considere dos eventos que suceden en distintos puntos de en el sistema O en el mismo instante t . Si estos dos puntos están separados por una distancia Δx , muestra que en el sistema primado los eventos no ocurren de manera simultanea, en cambio están separados por un intervalo de tiempo $\Delta t' = -v\gamma \frac{\Delta x}{c^2}$
10. Un viajero espacial despegue de la tierra a $0.99c$ a la estrella Vega, la cual se encuentra a 26 años luz de distancia. ¿Qué tanto tiempo habrá transcurrido en los relojes terrestres en las siguientes situaciones?
- Cuando el viajero aterriza en Vega
 - Cuando el observador en la Tierra recibe el mensaje de confirmación de aterrizaje por su compañero.
11. Un avión se mueve respecto a la Tierra con una velocidad $v = 600m/s$. Su longitud propia es de 50m. ¿Qué distancia se habrá contraído para un observador que se encuentre en la Tierra?
12. Dos galaxias ficticias “Snoopy” y “Woodstock”, la galaxia “Snoopy” retrocede de la tierra a razón de $0.35c$. La galaxia “Woodstock” localizada en la dirección opuesta a la Tierra también está retrocediendo a la misma velocidad. ¿A qué velocidad percibirá que la galaxia “Woodstock” retrocede de la Tierra un observador en la galaxia “Snoopy”



13. Un profesor de física fue multado y citado por la corte debido a que se pasó un alto (rojo $\lambda = 650nm$). La justificación dada por el profesor fue que debido a su movimiento el color rojo fue percibido verde ($\lambda = 550nm$). ¿A qué velocidad iba el profesor?
14. De acuerdo a un observador O , un flash azul ocurre en el punto $(x_b = 10.4m, t_b = 0.124\mu s)$ y un flash rojo ocurre en el punto $(x_r = 23.6, t_r = 0.138\mu s)$. De acuerdo a otro observador O' , que se encuentra en movimiento relativo a O , los dos flashes ocurren al mismo tiempo. ¿A qué velocidad se movía el observador O' respecto de O ?
15. El teorema de trabajo energía relaciona el cambio de la energía cinética de una partícula con el trabajo que es ejercido por una fuerza externa: $\Delta K = W = \int F dx$. Considerando a la segunda Ley de Newton de la forma $F = \frac{dP}{dt}$, muestra que $W = \int v dp$ e integra por partes usando la expresión del momento relativista para obtener $K = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2$
16. Usa el teorema de expansión binomial, mismo que demostró en el ejercicio 5 de esta tarea para demostrar que la expresión $K = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2$, para la energía cinética relativista se reduce a la energía cinética clásica cuando $v \ll c$.

17. Un pion π de energía en reposo 139.6MeV moviéndose a una velocidad de $0.906c$ colisiona y se adhiere con un protón con energía en reposo de 938.3MeV que se encuentra en reposo.
- Encuentra la energía total relativista del compuesto de partículas resultante.
18. Una partícula con energía en reposo mc^2 se mueve con una velocidad v en la dirección x positiva. La partícula decae en dos partículas, cada una con energía en reposo de 140MeV . Una partícula, con energía cinética de 282MeV se mueve en la dirección x positiva y la otra con energía cinética de 25MeV se mueve en la dirección x negativa. Encuentra la energía en reposo de la partícula original y su velocidad.
19. Un haz de 1.35×10^{11} electrones/s a una velocidad de $0.732c$ colisiona con un bloque de cobre que es usado para detener el haz. El bloque de cobre mide 2.54cm ¿Cuál es el incremento de la temperatura después de una hora?
20. En la reacción $K^- + p \rightarrow \Lambda^0 + \pi^0$ un mesón cargado K de masa $493.7\text{MeV}/c^2$ colisiona con un protón ($938.3\text{MeV}/c^2$) en reposo, produciendo una partícula lambda de masa $1115.7\text{MeV}/c^2$. La energía cinética inicial del mesón K es 152.4MeV . Después de la interacción el mesón pi tiene una energía cinética de 254.8MeV .
- Encuentra la energía cinética de lambda.
 - Encuentra las direcciones de movimiento de los mesones π y K
21. La energía de un fotón está expresada por $E = h\nu$, donde h es la constante de Planck y ν es la frecuencia del fotón. El momento del fotón es $p = \frac{h\nu}{c}$. Muestre que si el fotón colisiona con un electrón libre este se dispersa con una energía:

$$E' = E \frac{1}{1 + \frac{E}{m_e c^2} (1 - \cos\theta)},$$

donde θ es el ángulo de dispersión del fotón. Muestre también que el electrón adquiere una energía cinética

$$T = \frac{E^2}{m_e c^2} \left[\frac{1 - \cos\theta}{1 + \frac{E}{m_e c^2} (1 - \cos\theta)} \right]$$

22. Se define el cuadrivector de fuerza (también llamado fuerza de Minkowski) por la diferenciación del cuadrivector de momento con respecto a su tiempo propio.

$$\mathbb{F} = \frac{d\mathbb{P}}{d\tau}$$

Muestre que la transformación del cuadrivector de fuerza es:

$$F'_1 = \gamma(F_1 + i\beta F_4)$$

$$F'_2 = F_2$$

$$F'_3 = F_3$$

$$F'_4 = \gamma(F_4 - i\beta F_1)$$