

FÍSICA **de** **2º de BACHILLERATO**

A decorative border consisting of a repeating pattern of small, stylized symbols forming a rectangular frame around the central text.

FÍSICA RELATIVISTA

EJERCICIOS RESUELTOS

**QUE HAN SIDO PROPUESTOS EN LOS EXÁMENES DE
LAS PRUEBAS DE ACCESO A ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
EN LA COMUNIDAD DE MADRID
(1996 – 2013)**

DOMINGO A. GARCÍA FERNÁNDEZ
DEPARTAMENTO DE FÍSICA Y QUÍMICA
I.E.S. EMILIO CASTELAR
MADRID

Este volumen comprende **3 ejercicios** -2 cuestiones y 1 pregunta- resueltos de **FÍSICA RELATIVISTA** que han sido propuestos en **3 exámenes** de **FÍSICA** de las Pruebas de acceso a estudios universitarios en la Comunidad de Madrid entre los años 1996 y 2013, en las siguientes convocatorias:

AÑO	EXAMEN					
	Modelo		JUNIO		SEPTIEMBRE	
	Cuestiones	Problemas	Cuestiones	Problemas	Cuestiones	Problemas
1996						
1997						
1998						
1999						
2000						
2001						
2002						
2003						
2004						
2005						
2006						
2007						
2008			1			
2009					1	
2010	Fase General					
	Fase Específica					
	Coincidencia					
2011	Fase General					
	Fase Específica					
	Coincidencia					
2012			1			
2013						

Para poder acceder directamente a la resolución de un ejercicio hay que colocarse en la fecha que aparece después de su enunciado y, una vez allí, pulsar: CTRL + “CLIC” con el ratón.

ENUNCIADOS

Cuestiones

- 1 – Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, según la teoría de la relatividad especial:
- La masa de un cuerpo con velocidad v respecto de un observador es menor que su masa en reposo.
 - La energía de enlace del núcleo atómico es proporcional al defecto de masa nuclear: Δm .

Junio 2008

- 2 – La energía en reposo de un electrón es 0,511 MeV. Si el electrón se mueve con una velocidad: $v = 0,8 c$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío:
- ¿Cuál es la masa relativista del electrón para esta velocidad?
 - ¿Cuál es la energía relativista total?

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Septiembre 2009

Pregunta

- 3 – Una partícula de 1 mg de masa en reposo es acelerada desde el reposo hasta que alcanza una velocidad: $v = 0,6 c$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío. Determine:
- La masa de la partícula cuando se mueve a la velocidad v .
 - La energía que ha sido necesario suministrar a la partícula para que ésta alcance dicha velocidad v .

Dato: Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Junio 2012

EJERCICIOS RESUELTOS

FÍSICA DE 2º DE BACHILLERATO

FÍSICA RELATIVISTA

Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, según la teoría de la relatividad especial:

- La masa de un cuerpo con velocidad v respecto de un observador es menor que su masa en reposo.
- La energía de enlace del núcleo atómico es proporcional al defecto de masa nuclear Δm .

(Pruebas de acceso a la Universidad – Madrid, junio 2008)

SOLUCIÓN.-

Según la Teoría de la Relatividad Especial la masa de un cuerpo con velocidad v respecto de un observador vale:

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

siendo m_0 su masa en reposo ($v=0$) y c la velocidad de la luz en el vacío.

Vemos, entonces, que la masa de un cuerpo con velocidad " v " es superior a su masa en reposo, por lo que la primera afirmación es falsa.

Este incremento de la masa con la velocidad es insignificante -despreciable- si $v \ll c$, pero hay que tenerlo en cuenta si la velocidad se aproxima a la de la luz en el vacío. En este último caso es obligatorio aplicar dinámica relativista einsteiniana -en lugar de la newtoniana-.

Por lo que se refiere a la segunda cuestión, sabemos que al unirte los nucleones y formarse el núcleo atómico hay una pérdida de masa -defecto másico: Δm - que se relaciona con la energía de enlace: E según la equivalencia masa-energía de Einstein:

$$E = (\Delta m)c^2$$

Por consiguiente, es verdad que la energía de enlace nuclear es directamente proporcional al defecto másico.

Esta energía de enlace es la liberada en el proceso de unión de los nucleones y formación del núcleo atómico.

FÍSICA de 2º de BACHILLERATO

FÍSICA RELATIVISTA

La energía en reposo de un electrón es 0,511 MeV. Si el electrón se mueve con una velocidad: $v = 0,8 c$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío:

- a) ¿Cuál es la masa relativista del electrón para esta velocidad?
 b) ¿Cuál es la energía relativista total?

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
 Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

(Pruebas de acceso a la Universidad – Madrid, septiembre 2009)

SOLUCIÓN:-

Un **electronvoltio (eV)** es la energía que adquiere un electrón que, a partir del reposo, es acelerado por una diferencia de potencial de un voltio; es decir:

$$1 \text{ eV} = |e| \times 1 \text{ V} = 1,6 \times 10^{-19} \times 1 = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

De acuerdo a la famosísima relación entre energía y masa de Einstein, para el electrón **en reposo** tenemos:

$$E_0 = 0,511 \text{ MeV} = 0,511 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} = 8,2 \times 10^{-14} \text{ J}$$

$$E_0 = m_0 c^2 ;$$

de donde la **masa en reposo del electrón** vale:

$$m_0 = \frac{E_0}{c^2} = \frac{8,2 \times 10^{-14}}{(3 \times 10^8)^2} = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg} .$$

Con este dato encontramos la **masa relativista del electrón a velocidad: $v = 0,8 c$** :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{0,8c}{c}\right)^2}} = \frac{9,1 \times 10^{-31}}{\sqrt{1 - 0,8^2}} = 1,5 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

RESULTADO

Utilizando de nuevo la relación masa-energía, ahora para el electrón moviéndose con velocidad: $v = 0,8c$, obtenemos la energía relativista total para dicha partícula:

$$E = mc^2 = 1,5 \times 10^{-30} \cdot (3 \times 10^8)^2 = 1,4 \times 10^{-13} \text{ J } (0,852 \text{ MeV})$$

RESULTADO

FÍSICA de 2º de BACHILLERATO

FÍSICA RELATIVISTA

Una partícula de 1 mg de masa en reposo es acelerada desde el reposo hasta que alcanza una velocidad: $v = 0,6 c$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío. Determine:

- La masa de la partícula cuando se mueve a la velocidad v .
- La energía que ha sido necesario suministrar a la partícula para que ésta alcance dicha velocidad v .

Dato: Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

(Pruebas de acceso a la Universidad – Madrid, junio 2012)

SOLUCIÓN.-

La **masa** de la partícula, cuya **masa en reposo** es: $m_0 = 1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$, que se mueve a **velocidad**: v está dada por la expresión relativista:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

siendo c la velocidad de la luz en el vacío.
Sustituyendo:

$$m(v) = \frac{10^{-6}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0,6c}{c}\right)^2}} = \frac{10^{-6}}{0,8} = 1,25 \times 10^{-6} \text{ kg} = 1,25 \text{ mg}$$

RESULTADO

Con la relación masa-energía: $E=mc^2$ de Einstein, tenemos:

- Energía de la partícula en reposo:

$$E_0 = m_0 c^2 = 10^{-6} \cdot (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{10} \text{ J}$$

- Energía de la partícula moviéndose con velocidad: $v = 0,6 c$:

$$E = m(v) \cdot c^2 = 1,25 \times 10^{-6} \cdot (3 \times 10^8)^2 = 1,125 \times 10^{11} \text{ J}$$

Por tanto, la energía que ha sido necesario suministrar a la partícula para que ésta alcance esa velocidad - y que es entonces la energía cinética de la partícula - vale:

$$\Delta E = E_{\text{cinética}} = (m - m_0) c^2 = 1,125 \times 10^{11} - 9 \times 10^{10} \text{ J}$$

$$\Delta E = E_{\text{cinética}} = 2,25 \times 10^{10} \text{ J} : \text{ RESULTADO}$$