



Universidad Nacional Autónoma de México
Escuela Nacional Preparatoria
SECRETARÍA ACADÉMICA



Física IV

Área I

SEXTO AÑO



Colegio de Física
Clave: 1611
Plan: 96
Actualización curricular 2018

Mario Cruz Terán
José Luis Ortiz Camargo
Sandra Gómez Aiza
Carlos García Torres
Juventino Meléndez Marcos

Guía cuaderno de trabajo Académico de Física IV Área I
Bachillerato



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria
Colegio de Física
Jefatura de Producción Editorial Escuela Nacional Preparatoria

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA COLEGIO DE FÍSICA

ÁREA I: FÍSICO MATEMÁTICAS Y DE LA INGENIERÍA

Grado: 6^o Clave: 1611 Plan: 1996

FÍSICA IV ÁREA I

Guía cuaderno de trabajo académico

Programa actualizado

Aprobado por H. Consejo Técnico el 13 de abril de 2018

Coordinación

Sandra Gómez Aiza

Autores

Mario Cruz Terán

José Luis Ortiz Camargo

Sandra Gómez Aiza

Carlos García Torres

Juventino Meléndez Marcos

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

Dirección General: Biol. María Dolores Valle Martínez

Secretaría Académica: M. en C. María Josefina Segura Gortares

Departamento de Producción Editorial: Lic. Ma. Elena Jurado Alonso

Imagen de portada: DCG Edgar Rafael Franco Rodríguez

Diseño de portada: DCG Edgar Rafael Franco Rodríguez

Diseño editorial: Sandra Gómez Aiza

Cuidado de edición: Jonathan Iván Jiménez Castillo

Queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido de la presente obra, sin la previa autorización expresa y por escrito de su titular, en términos de la Ley Federal de Derecho de Autor, y en su caso de los tratados internacionales aplicables. La persona que infrinja esta disposición se hará acreedora a las sanciones legales correspondientes.

Primera edición: febrero, 2020.

Derechos reservados por

© Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional Preparatoria

Dirección General

Adolfo Prieto 722, Col. Del Valle. C.P.

03100, Ciudad de México.

Impreso en México.

PRESENTACIÓN

La Escuela Nacional Preparatoria, institución educativa con más de 150 años de experiencia formando jóvenes en el nivel medio superior, busca la constante actualización y mejora de sus materiales de apoyo a la docencia, así como la publicación de nuevos ejemplares, siempre teniendo en mente a nuestros alumnos y su aprovechamiento.

Después de varios años de trabajo, reflexión y discusión, se lograron dar dos grandes pasos: la actualización e implementación de los programas de estudios de bachillerato y la publicación de la nueva colección de Guías de Estudio. Sin embargo, los trabajos, resultado del espíritu crítico de los profesores, siguen dando fruto con publicaciones constantes de diversa índole, siempre en torno a nuestro quehacer docente y a nuestros programas actualizados.

Ciertamente, nuestra Escuela Nacional Preparatoria es una institución que no se detiene, que avanza con paso firme y constante hacia su excelencia académica, así como preocupada y ocupada por la formación integral, crítica y con valores de nuestros estudiantes, lo que siempre ha caracterizado a nuestra Universidad Nacional.

Aún nos falta más por hacer, por mejorarnos cada día, para que tanto nuestros jóvenes estudiantes como nuestros profesores seamos capaces de responder a esta sociedad en constante cambio y a la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de la Nación.

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
BIÓL. MARÍA DOLORES VALLE MARTÍNEZ
DIRECTORA GENERAL
ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

ÍNDICE

	PAG
Introducción	8
UNIDAD I Oscilaciones mecánicas en el contexto de las ondas sísmicas y sus efectos	10
1.1 Ondas sísmicas	10
a) Ondas mecánicas	10
b) Fenómenos ondulatorios.	10
c) Características del medio de propagación.	24
1.2 Estructura interna de la Tierra	25
a) Propagación de ondas sísmicas	27
b) Tipos de ondas sísmicas	24
1.3 Principio de conservación de la energía	37
1.4 Elasticidad.	54
1.5 Esfuerzos. Módulo de Young	57
1.6 Sismógrafos	60
a) Oscilaciones mecánicas (oscilador armónico, péndulo libre y amortiguado	60
1.7 Leyes de Newton (estática)	78
a) Cuerpo rígido	
b) Momento de inercia	
UNIDAD II. Máquinas y motores. Eficiencia e impacto ambiental	85
2.1 Motores de combustión interna	85
a) Procesos termodinámicos	88
b) Leyes de la termodinámica	88
c) Eficiencia	94
2.2 Máquinas térmicas	96
a) Ciclos. Carnot, Otto y Diésel	96
2.3 Motores eléctricos	106
a) Voltaje, corriente, resistencia (circuitos)	111
b) Magnetismo y ley de inducción de Faraday	113
c) Baterías	118
d) Transformaciones de energía	119
2.4 Efecto invernadero y contaminación	123
a) Radiación de cuerpo negro	123
b) Ventajas y desventajas de los motores de combustión interna, eléctricos e híbridos	149
Ejercicios propuestos	134
Bibliografía	149

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la asignatura Física IV Área I es que, analices tanto los movimientos telúricos y sus consecuencias como el funcionamiento de distintos motores y máquinas y evalúes el impacto de su uso inherentes a la actividad humana. como el funcionamiento de instrumentos biomédicos, a partir de la comprensión y aplicación de los conceptos, leyes y modelos propios de la disciplina, con la finalidad de que expliques los fenómenos físicos que ocurren a tu alrededor.

Esta guía cuaderno de trabajo, surge como un instrumento de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en concordancia con la actualización curricular del programa correspondiente a la asignatura Física IV Área II, del plan de estudios 1996 de la Escuela Nacional Preparatoria. Con esta actualización se pretende que desarrolles habilidades que te permitan lograr aprendizajes significativos e impulsen tu autonomía como alumno.

Está diseñada acorde con los objetivos de la asignatura y las actividades propuestas integran los ejes transversales definidos como parte del modelo educativo actualizado de la Escuela Nacional Preparatoria, estos son: lectura y escritura de textos, desarrollo de habilidades de investigación, comprensión de textos en lenguas extranjeras, aprendizajes y construcción de conocimiento con tecnologías de la información y la comunicación y formación en valores.







Tiene una triple función, la primera es acompañarte en el proceso de enseñanza aprendizaje, la segunda es un apoyo para las asesorías permanentes y por último es una guía de estudio para presentar el examen extraordinario.

Te recomendamos realizar un glosario de los términos Físicos y contrastarlos con tus ideas previas, así como resolver los problemas propuestos y corroborar la solución correcta. Es conveniente que sigas la estructura de la guía ya que tendrás la oportunidad de contrastar tus respuestas iniciales una vez que hallas realizado las lecturas y actividades, de esta manera puedes reflexionar sobre tu aprendizaje. Así mismo es importante que a lo largo de este trabajo, te acerques a tus profesores para resolver dudas y si se requiere, profundizar en los temas. Su estructura cuenta con los siguientes elementos:

- Preguntas que te permiten desarrollar tu intuición física.
- Planteamiento de situaciones que te ayudan a contextualizar.
- Actividades de experimentación, de análisis, reflexión y argumentación.
- Ejercicios propuestos y referencias electrónicas en donde encontrarás una variedad de problemas similares para reforzar lo aprendido.
- Referencias electrónicas cuyo material te permite consultar conceptos para profundizar en los temas.
- Ejercicios de evaluación.
- Iconografía que te facilita ubicar lo que necesitas.

Por último, los profesores pueden usar este material enriqueciéndolo con su experiencia docente, integrando las actividades dentro o fuera del aula, y además cuentan con una variedad de referencias para complementar sus clases.

Iconografía

	Trabajo del alumno		Importante
	Lectura		Ejemplo
	Búsqueda en internet		Ejercicios

UNIDAD 1

OSCILACIONES MECÁNICAS EN EL CONTEXTO DE LAS ONDAS SÍSMICAS Y SUS EFECTOS.

1.1 Ondas Sísmicas

a) Ondas mecánicas y b) fenómenos ondulatorios

Si miramos a nuestro alrededor notaremos que muchas cosas se mueven: autos, personas, bicicletas, pájaros, hojas que caen de los árboles, etc. El estudio del movimiento es muy importante para las ciencias, especialmente para la física. Existen movimientos que perciben a simple vista y otros que no, como el movimiento de las moléculas y átomos que constituyen la materia. Hay movimientos que se pueden describir con cierta facilidad, pero otros no. Un tipo de movimiento que ahora nos interesa estudiar es el movimiento ondulatorio, pero en particular, el movimiento de las ondas sísmicas, las cuales provocan desastres a la humanidad

Para nadie es un misterio que las ondas existen. Algunas de ellas las podemos ver, como las que podemos formar en una cuerda, o las que podemos formar en la superficie del agua. Otras, como las ondas sísmicas, no las vemos, pero las sentimos y nos causan temor los movimientos de vaivén que causan en las casas y edificios y en los objetos de su interior. Y lo más importante es que aquellas que no podemos ver, como las ondas electromagnéticas o las ondas sonoras, sabemos que existen porque sus características ondulatorias son susceptibles de ponerse de manifiesto experimentalmente. Por lo pronto decimos que una onda mecánica es una perturbación que se propaga a través de un medio.

¿Cómo sabemos que el sonido es una onda? Porque experimentalmente se comprueba que se refleja, se refracta y se difracta. Sabemos que el fenómeno que llamamos “eco” no es otra cosa más que la reflexión de ondas sonoras. Otro fenómeno ondulatorio del que seguramente hemos sido testigos es el que se presenta cuando dos personas platican en voz alta a la vuelta de la esquina de manera que no las podemos ver y, sin embargo, podemos escuchar su plática. Esto se debe a que las ondas de sonido producidas al hablar se difractan, lo cual significa que son capaces de “darle vuelta a la esquina” como se muestra en la figura 1.1

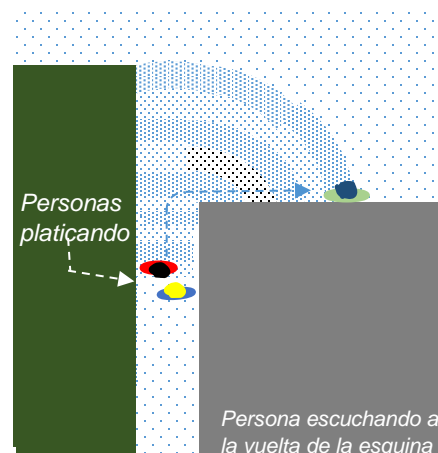


Figura 1.1

El fenómeno de la difracción es un poco más complicado y no se reduce a “darle la vuelta a la esquina”. La figura 1.2 es una mejor representación del fenómeno. Una bocina manda un “sonido puro”, como el producido por un silbato. El sonido choca contra una pared sólida, pero puede pasar al otro lado a través de

una abertura rectangular, una especie de rendija como el marco de una puerta muy angosta. Una porción de las ondas sonoras pasa sin desviarse por la parte central

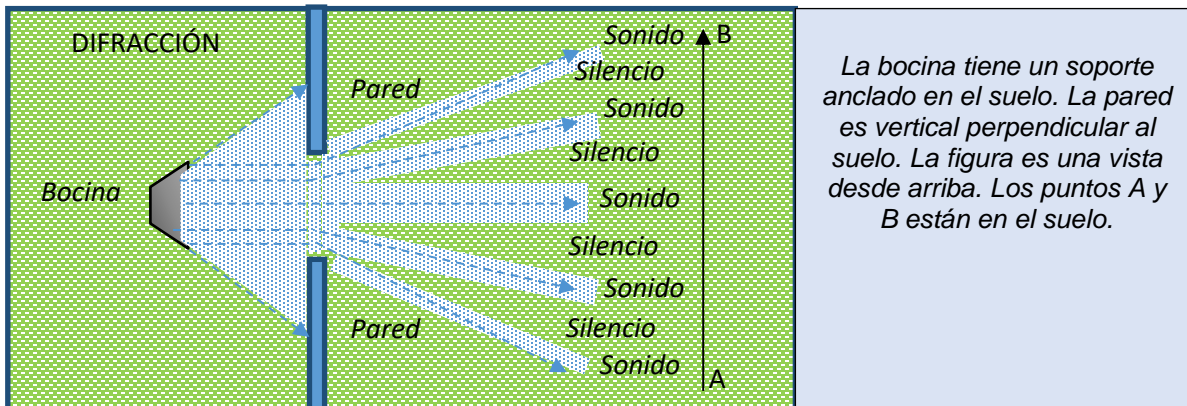


Figura 1.2

de la rendija, pero las porciones que están cerca de los bordes “le dan la vuelta a la esquina” y se desvían de la dirección original. Y lo más interesante es que esta “vuelta a la esquina” sigue un patrón muy peculiar, si una persona se traslada del punto A al punto B (mostrados en el lado derecho de la figura 1.2) irá pasando por zonas alternadas de sonido y silencio. Veremos que la explicación es que en las zonas de sonido hay interferencia constructiva” y en las de silencio hay “interferencia destructiva”. La causa de esto es el obstáculo que representa la pared para la transmisión libre del sonido y el verse obligado a pasar por la rendija. El efecto de la difracción se minimiza de acuerdo con la anchura de la rendija, el efecto desaparece prácticamente si la rendija es muy ancha o muy angosta. El experimento y la teoría indican que la longitud de la anchura de la rendija debe ser del orden de la **longitud de onda** de la onda sonora para que se presente la difracción.

¿Y cómo se producen las ondas? Para que se produzcan algo tiene que oscilar. En el caso de una bocina, el sonido se produce por un diafragma cónico que oscila hacia atrás y hacia adelante produciendo rarefacciones y compresiones del aire, es decir, la oscilación del diafragma se trasmite a las moléculas del aire y las hace oscilar también hacia atrás y hacia adelante. Se dice que las ondas sonoras son “longitudinales” ya que las moléculas viajan en la dirección de propagación.

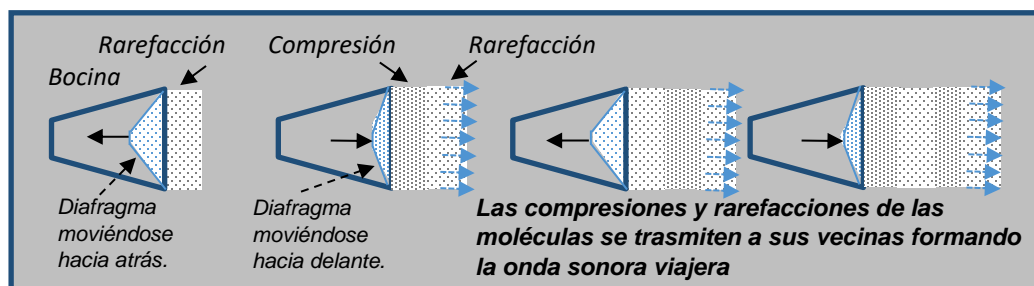


Figura 1.3

Algo similar a la transmisión de las ondas sonoras en el aire sucede en un resorte helicoidal mostrado en figura 1.4 (a); el resorte tiene acoplado en el extremo

izquierdo una especie de pistón cuyo movimiento hacia adelante o hacia atrás es capaz de estirarlo o comprimirlo, figura 1.4 (b)

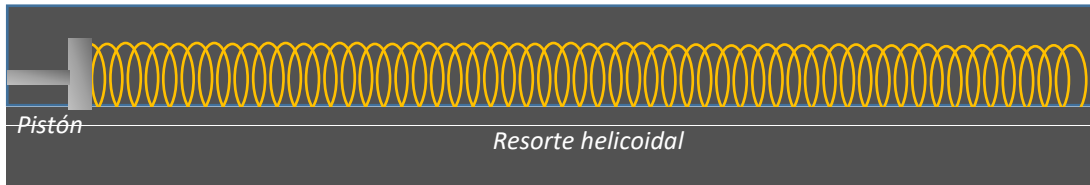


Figura 1.4 (a)

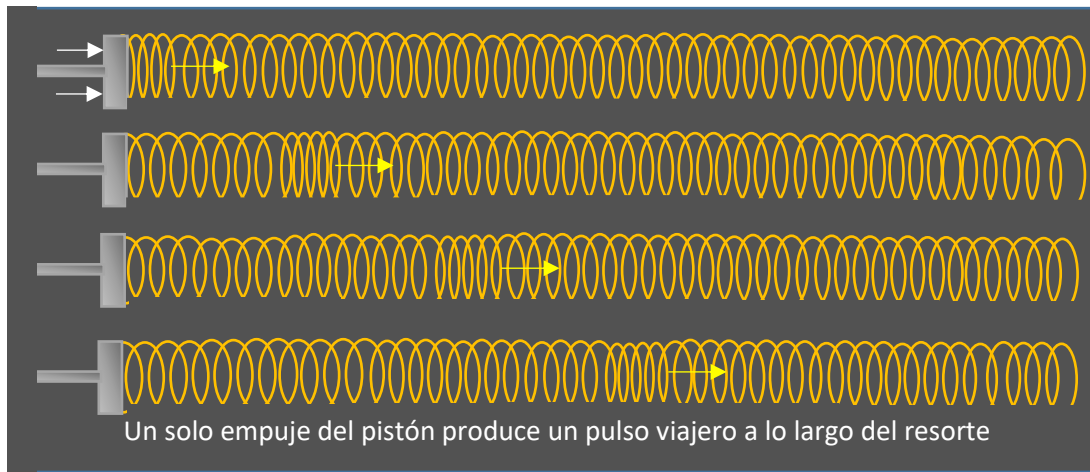


Figura 1.4 (b)

Se empuja el pistón para que comprima al resorte y se mantiene en la posición final. La compresión producida viaja por el resorte y se dice que se formó “un pulso”.

Si se hace oscilar el pistón de atrás para adelante y de adelante para atrás repetidamente y en forma rítmica se produce una serie de pulsos que forman una onda viajera que se trasmite a lo largo del resorte. Figura 1.4 (c)

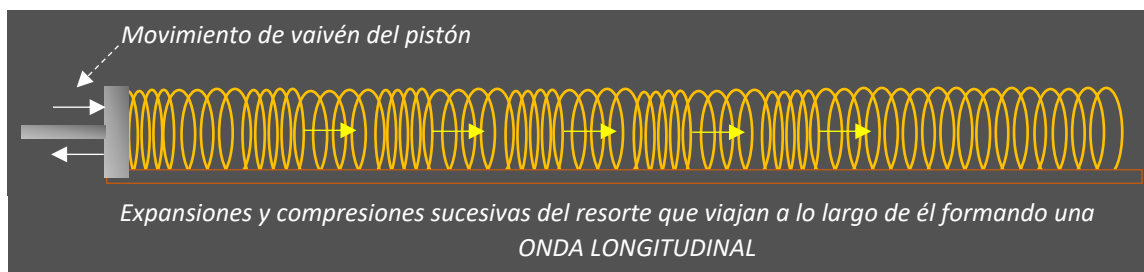


Figura 1.4 (c)

La similitud entre el caso del resorte y del sonido es que las ondas respectivas están formadas por expansiones y compresiones sucesivas del medio en que se transmiten y ambas son ejemplos de las llamadas “ondas longitudinales”.

Por otro lado, estamos más acostumbrados a llamar ondas a las que podemos ver formadas en la superficie del agua, figura 1.5 (a). En este caso la

formación de la onda es causada por la oscilación de una regla que sube y baja repetida y rítmicamente de manera que cada vez que baja toca la superficie del agua contenida en un acuario. Esta onda superficial formada en el agua tiene cierta similitud con la formada en una cuerda debida a la oscilación causada en uno de sus extremos, figura 1.5 (b). Se dice que tanto la onda en el agua como la formada en la cuerda, son ejemplos de “ondas transversales”. En los ejemplos vistos, atendiendo a la diferencia en las oscilaciones que causan las ondas longitudinales y las que causan las ondas transversales se puede llegar a definir cuándo una onda se puede llamar longitudinal y cuándo se puede llamar transversal.



Figura 1.5 (a)

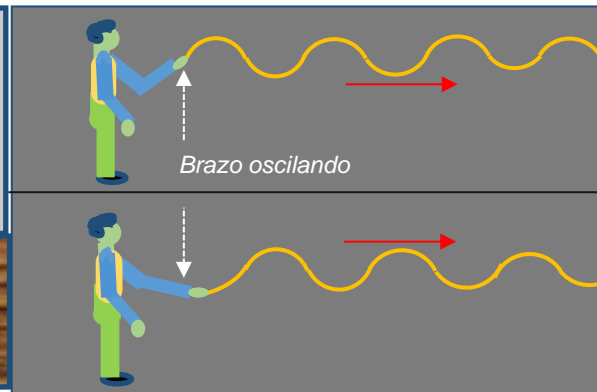


Figura 1.5 (b)

Si uno de los extremos de un resorte se hace oscilar de arriba hacia abajo e abajo hacia arriba repetidamente y con ritmo como se hizo con la cuerda se forma una visible onda transversal viajera, sin embargo, a lo largo del resorte también se forman regiones de expansión y compresión menos evidentes.

Ondas electromagnéticas. Pasando el terreno de lo verdaderamente oculto, una experiencia que todos podemos hacer es frotar un peine de plástico con un paño de lana, figura 1.6 (a) y darnos cuenta que, de alguna manera, el frotamiento le otorgó al peine la capacidad de atraer confeti o papelitos en contra de la fuerza de gravedad, figura 1.6 (b). Para “explicar” este fenómeno se inventó el concepto de “carga eléctrica”.



Figura 1.6 (a)

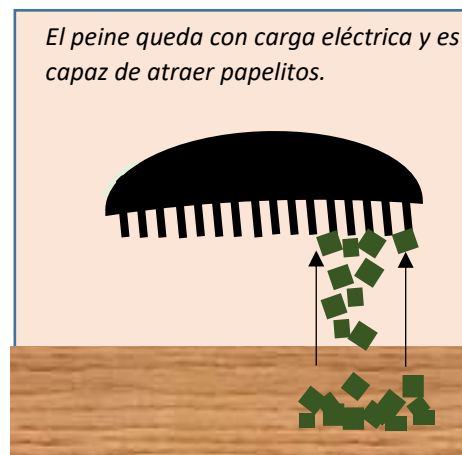


Figura 1.6 (b)

Y se descubrió que hay dos tipos de carga eléctrica a las que arbitrariamente se nombró positiva y negativa. La carga que adquiere el plástico cuando se frota con lana es negativa y la que adquiere el vidrio cuando se frota con seda es positiva.

Con experimentos que hoy nos parecen bastante simples se determinó que cargas de igual signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen. Los extremos cargados de dos barras de plástico colocadas en soportes giratorios se repelen. Y si una de ellas es de plástico y la otra de vidrio, los extremos cargados se atraen, figura 1.7

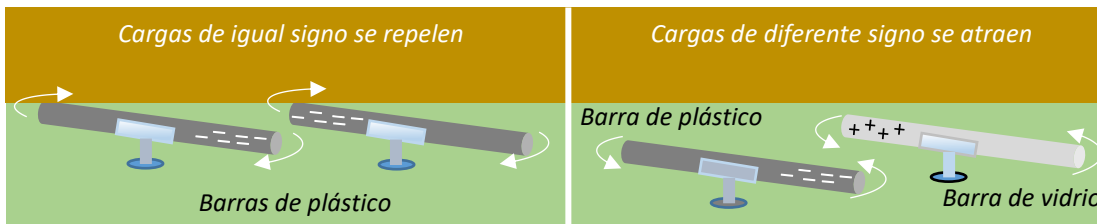


Figura 1.7

Conocidas las propiedades obtenidas experimentalmente de la carga eléctrica y de los imanes, se fue construyendo una teoría del electromagnetismo que nos asegura que si el peine cargado, por haber sido frotado con lana, se hace oscilar debe generar una onda electromagnética como se muestra en la figura 1.8.

En realidad, lo que produce la onda es la carga que se hace oscilar con el peine, el movimiento de vaivén, arriba-abajo, abajo- arriba, es un movimiento

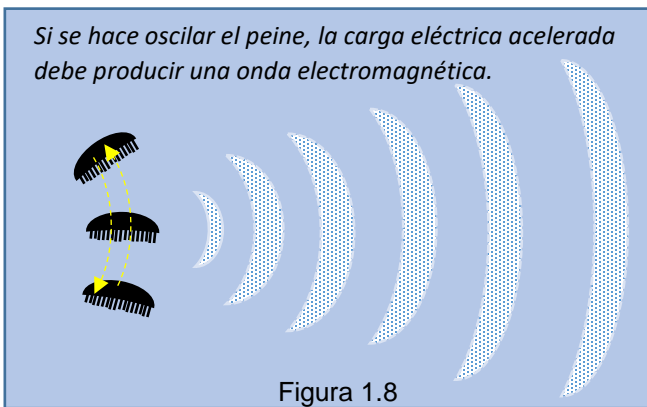


Figura 1.8

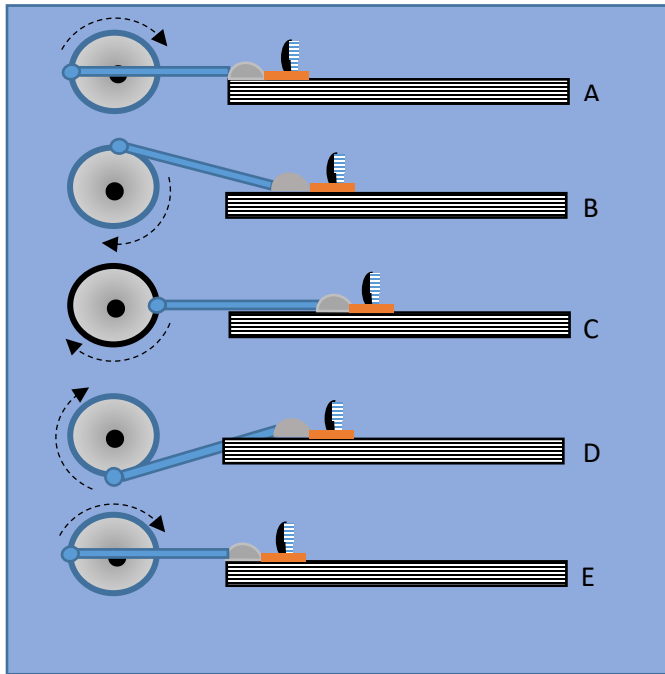
acelerado de la carga. Sin embargo, para producir una onda electromagnética detectable como las comerciales de las estaciones de radio, por ejemplo, la de Radio 1000, se tendría que hacer oscilar el peine con una frecuencia de 1000 kilohertz, o sea, un millón de hertz, lo que significa **un millón de oscilaciones por segundo**. ¿Se podría lograr moviendo el peine

con la mano?

Una carga eléctrica oscilante, o mejor dicho, una corriente eléctrica oscilante de alta frecuencia productora de ondas electromagnéticas detectables solo se genera mediante dispositivos electromagnéticos. Profundizaremos en este tema en la unidad 2.

El dispositivo de la figura 1.9 muestra la manera en que el movimiento circular de una rueda es capaz de generar un movimiento lineal de vaivén del peine. Este dispositivo es similar al utilizado en una locomotora de vapor, pero en sentido inverso, el movimiento lineal de un pistón se traduce en el movimiento circular de las ruedas, es decir, si la rueda gira para mover el peine en línea recta, entonces, se puede mover el peine en línea recta para que la rueda gire.

Vuelta tras vuelta de la rueda, la oscilación del peine se repite una y otra vez. La tecnología es esencial para que la física progrese. Y a veces es tan sencilla como que a alguien se le ocurra que para hacer girar una rueda fácilmente basta con ponerle una manivela, como se muestra en la figura de abajo a la izquierda.



A) Inicialmente en reposo, el peine empieza a moverse hacia la derecha.

B) El peine sigue siendo empujado hacia la derecha.

C) El peine se detiene y empezará a ser jalado hacia la izquierda.

D) El peine sigue moviéndose hacia la izquierda.

E) El peine se detiene y empieza otra oscilación similar.

Figura 1.9

Y la figura 1.10 se muestra un multiplicador de la frecuencia o número de vueltas por segundo, que consiste en una rueda de cierto radio acoplada mediante una banda a otra rueda de mayor radio provista de una manivela. Escogiendo una relación entre los radios puede lograrse que una vuelta de la rueda grande se traduzca en el número mayor de vueltas requerido para la pequeña.

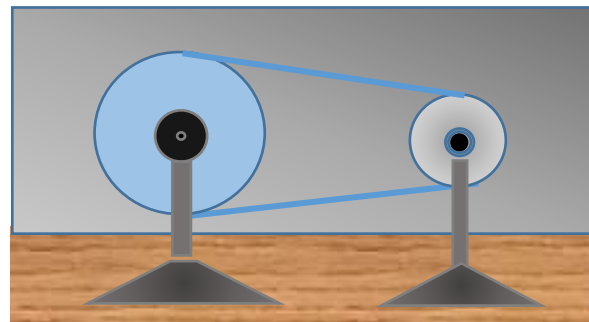
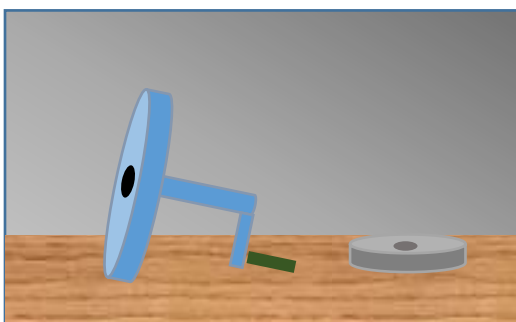


Figura 1.10

La figura 1.11 muestra tres movimientos vinculados, el movimiento circular uniforme de la rueda, el movimiento oscilatorio lineal producido en el vástago acoplado a la rueda y el movimiento ondulatorio producido en una cuerda por el movimiento del vástago.

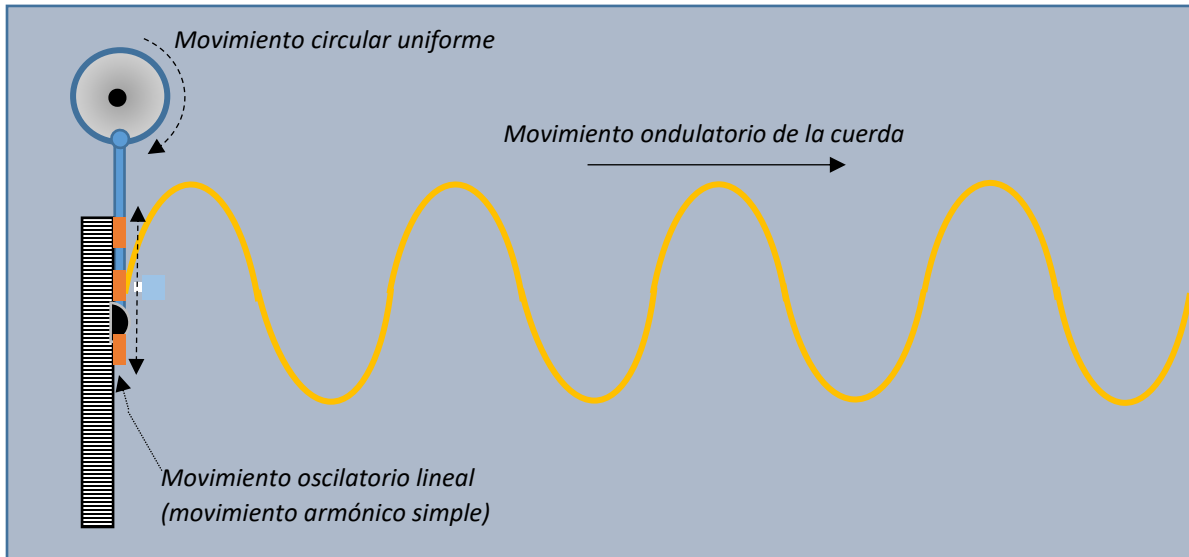


Figura 1.11

El movimiento lineal de vaivén producido por el movimiento circular uniforme se le llama “movimiento armónico simple”. Este movimiento armónico simple se produce en uno de los extremos de la cuerda y se trasmite a todos los puntos a lo largo de ella como un movimiento ondulatorio, o sea, un movimiento armónico simple viajero que visualizamos como una onda.

Si se acopla al vástago, en lugar del extremo de la cuerda, un peine cargado eléctricamente se puede lograr que éste oscile con una frecuencia controlada mucho mayor que la que se logra agitando con la mano. Aunque, a fin de cuentas, no podrán generarse ondas detectables del tipo electromagnético.

La figura 1.12 muestran formas de transmitir ondas de sonido.



Figura 1.12 a)

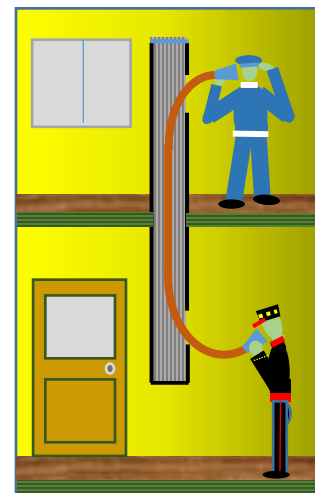


Figura 1.12 b)



Figura 1.12 c)

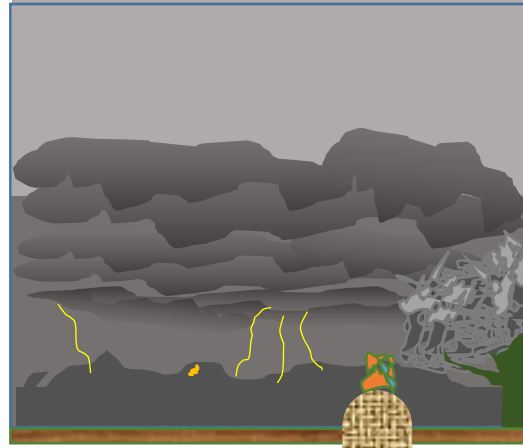


Figura 1.12 d)

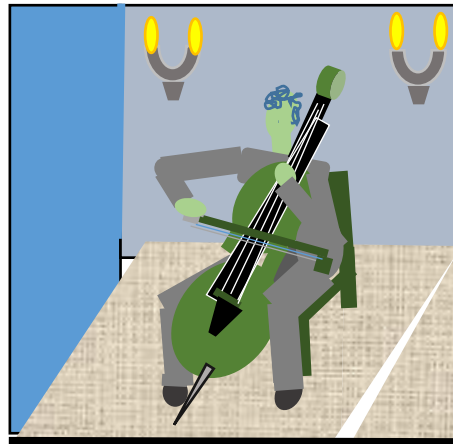


Figura 1.12 e)



Estás en una fiesta y escuchas una canción que te emite un recuerdo, sin embargo, no sabes cuál es y consideras que es el momento oportuno para preguntar con alguno de tus amigos “¿Cómo se llama esa canción?” Malas noticias, nadie te sabe y es cuando recuerdas que tienes una app en el celular que te resolverá el misterio y ¡Shazam! Ahora la tienes para escucharla con calma en otra ocasión. A todo esto, ¿Cómo funciona Shazam?

Esta aplicación se basa en lo que conocemos como espectroscopia, y con esta palabra puede ser difícil de entender, pero lo vamos a explicar. Cuando se produce cualquier sonido, nosotros podemos oírlo porque las partículas que se encuentran entre nosotros y la fuente de ese sonido se mueven, vibran. Cuando decimos que estas partículas se mueven, nos referimos a que generan **ondas**, que van de un lado para otro. La cantidad de veces que esas partículas se mueven de un lado para otro se denomina frecuencia, y seguro que todos hemos oído hablar de la frecuencia de un sonido, ¿verdad? Pues Shazam, en este caso, se dedica a medir la frecuencia de los sonidos en un determinado espacio de tiempo. Cada sonido tiene una frecuencia diferente en cada momento, y eso nos permite diferenciar, sobre un espectrograma, qué sonidos están sonando. ¿Cómo se sabe qué canción está sonando? Comparando

con otras que se tienen guardadas, pudiendo saber así cuál de todas coincide con esa.

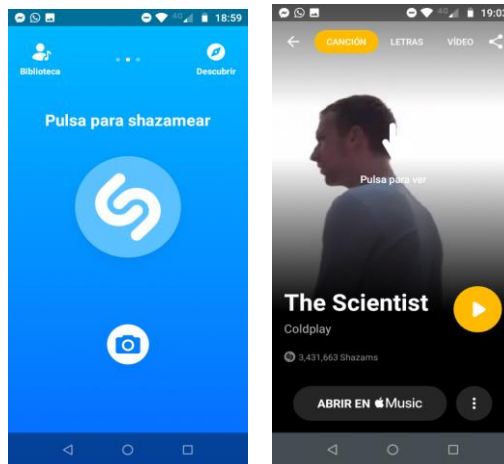


Figura 1.13. Captura de pantalla de la aplicación.

Después de tanto tiempo sin saber el nombre de la canción ni de la banda, sabes que es The Scientists de Coldplay, te sientes feliz porque te recuerda a la persona que te gusta. Sigues en la fiesta, todo prosigue con absoluta normalidad y de repente a tus oídos llega una canción que jamás habías escuchado y te das cuenta que esa persona que te interesa la está cantando, sería muy fácil preguntarle directamente, pero lo que tu quieres, es en otra ocasión, sorprenderle con ello. Ya sabes qué hacer, saca tu teléfono y listo.



Fig 1.14 Captura de pantalla de la aplicación con la canción.

Ya sabes como funciona Shazam, y esto nos permite afirmar que el sonido es un ejemplo de una onda mecánica tal y como las ondas sísmicas.



Para complementar la información consulta el siguiente link y contesta lo que se pide: “Lo que tienes que saber sobre ondas del canal QuantumFracture <https://www.youtube.com/watch?v=rKf92Vgx2ag>



Figura 1.15 Captura de pantalla del vídeo.

¿Qué es una onda? _____

¿Cuál es la ecuación de la onda? _____

Qué es el periodo _____

Qué es la frecuencia _____

Qué es la velocidad angular _____

Qué es la amplitud _____

Qué es el número de onda _____

Qué es la longitud de onda _____

Qué es la velocidad de fase _____

Escribe la expresión matemática de una onda que se propaga hacia la derecha

Escribe la expresión matemática de una onda que se propaga hacia la izquierda

La ecuación de una onda, en unidades del S.I., que se propaga por una cuerda es:

$$y(x, t) = 0.08 \text{sen} 2\pi(4t - 2x)$$

Operando en la expresión de la onda:

$y(x, t) = 0.08 \text{sen}(8\pi t - 4\pi x)$ y comparando con la expresión general:

$y(x, t) = A \text{sen}(\omega t - kx)$ se tiene que:

Amplitud: $A = 0.08 \text{ m}$;

velocidad angular: $\omega = 8 \pi \text{ rad/s}$;

número de onda: $k = 4 \pi \text{ rad/m}$;

longitud de onda: $\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0.5 \text{ m}$;

frecuencia: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{8\pi}{2\pi} = 4 \text{ Hz}$;

periodo: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{4\text{Hz}} = 0.25\text{s}$;

velocidad de propagación: $v = \frac{\omega}{k} = \frac{8\pi}{4\pi} = 2 \text{ m/s}$



De las siguientes expresiones de ondas, determinalo que se pide

$$y(x, t) = 0.5 \text{ sen}(4t - 2x) \dots (1)$$

$$y(x, t) = 2.5 \text{ sen}2\pi(t + 3x) \dots (2)$$

$$y(x, t) = 1.5 \text{ sen}\pi(t + x) \dots (3)$$

$$y(x, t) = 0.03 \text{ sen}(8t - 4x) \dots (4)$$

$$y(x, t) = 2 \text{ sen}\pi(t - 4x) \dots (5)$$

ONDA	Amplitud	Velocidad angular	Número de onda	Frecuencia	Periodo	Longitud de onda	Velocidad de propagación
1							
2							
3							
4							
5							

Como ya se mencionó, las ondas mecánicas pueden clasificarse en longitudinales y transversales. Para saber si es longitudinal o transversal debemos referenciar como son estas oscilaciones respecto al movimiento del medio en donde se producen. Las longitudinales son aquellas en las cuales el movimiento de oscilación va en dirección con el movimiento del medio, mientras en las transversales el movimiento de oscilación va en forma perpendicular con el movimiento del medio. Las ondas siempre se deben producir en un medio y es por ello por lo que se puede observar la dirección de esta. Algunas ondas transversales se presentan al ser causadas por el movimiento de una cuerda o las olas del mar, por otra parte, las ondas longitudinales son el sonido y, anteriormente se creía que los movimientos sísmicos en su totalidad lo eran, pero con el tiempo se fue mejorando el concepto y se sabe que sólo las ondas primarias P de un sismo serán longitudinales y las ondas secundarias S son transversales.



Observa el movimiento de la cuerda en el siguiente gif.

<https://gifimage.net/onda-transversal-gif-1/>.

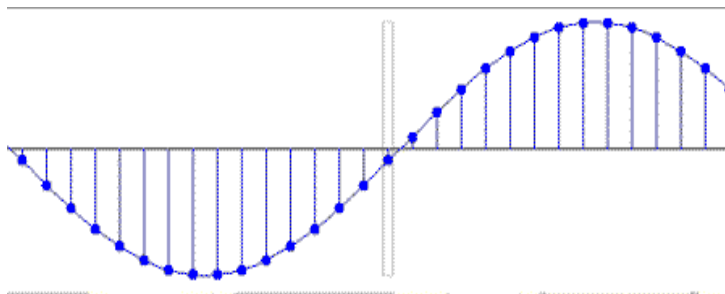


Figura 1.16. Captura de pantalla gif

Contesta las siguientes preguntas

¿Cuál es el medio? _____

¿Cuál sería la posición de equilibrio de la cuerda? _____

¿Quién perturba al medio? _____

¿Cómo es el movimiento el medio? _____

¿A través de quién se propaga la perturbación? _____

¿Qué forma tiene la perturbación? _____

¿Cómo se llama esta perturbación que se propaga a través del medio? _____

¿Qué tipo de ondas se han generado en la cuerda? _____



Observa el movimiento de las personas en el siguiente gif.

<https://www.pinterest.com.mx/pin/424182858633374415/>

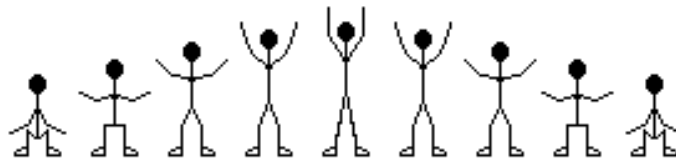


Figura 1.17. Captura de pantalla gif

Contesta las siguientes preguntas

¿Qué representa cada persona en la fila? _____

¿Cuál es la dirección del movimiento de cada persona? _____

¿Qué forma tiene la onda que genera el movimiento de las personas? _____

¿Cuál es la dirección del movimiento de la onda? _____

¿Qué ángulo forma la dirección del movimiento de las personas con la dirección del movimiento de la onda? _____

¿Qué tipo de onda se genera con el movimiento de las personas? _____

La frecuencia y el periodo del movimiento de las personas en el gif son los mismos que los de la onda. Mide y anota el periodo y la frecuencia de la onda:

En el ejemplo del agua, de la cuerda y de las personas, ¿se trasladan (hacia la izquierda o hacia la derecha) las partículas que generan las ondas? _____

Por lo anterior, se dice que las ondas no transportan _____ sólo transportan_____.



Ingresa al Simulador PHET de ondas transversales en una cuerda

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_es.html

Las partículas de la cuerda están representadas con los puntos rojos y algunos verdes. Sigue el movimiento de ellos, podrías fijarte en un verde, lo demás se mueven igual.

Usa el siguiente cuadro para que dibujes la dirección del movimiento de las partículas (su trayectoria) y la dirección del movimiento de la onda (hacia dónde se mueve).

¿Qué ángulo forma la dirección del movimiento de las partículas con la dirección del movimiento de la onda? _____

¿De acuerdo a tu respuesta anterior, qué tipo de onda se genera en este simulador?

Cambia el valor de la frecuencia en el simulador y mide la longitud de onda que le corresponde. Con estos datos calcula la velocidad de la onda aplicando la ecuación: $V = \lambda f$. Llena la siguiente tabla con los datos obtenidos.

Frecuencia en Hz (f)	Longitud de onda λ en cm	Velocidad en cm/s
1.00		
1.50		
2.00		
2.50		
3.00		

¿Qué podrías decir sobre el valor de la velocidad de la onda en la cuerda?

Para cada dato de la tabla anterior mide la frecuencia de la rueda que mueve a la cuerda (generador de la onda) y llena la siguiente tabla.

Frecuencia del simulador en Hz	Frecuencia de la rueda en Hz
1.00	
1.50	
2.00	
2.50	
3.00	

¿Cómo es la frecuencia del generador de onda comparada con la frecuencia de la onda? _____



Ingresa al siguiente simulador se llama “Bending Light” y realiza las actividades que se indican.

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html

Haz clic en “More tools”, arrastra el transportador y colócalo como lo muestra la figura 1.18

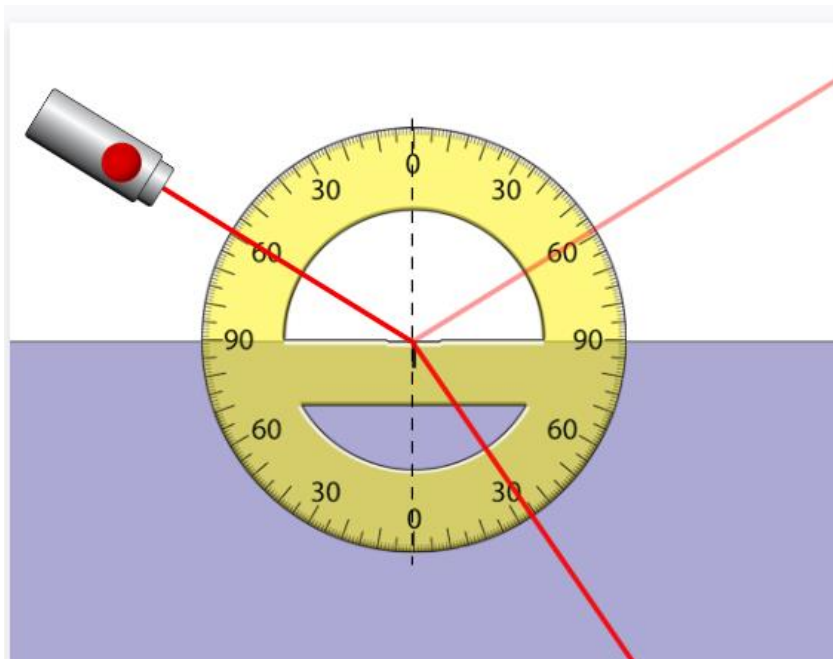


Figura 1.18 Captura de pantalla del simulador

El simulador te da más de una opción de elegir los dos medios por donde se mueve el rayo de luz, por ejemplo, aire ($n_1=1$) y vidrio ($n_2=1.5$). Mueve el rayo láser a distintos ángulos (ángulos de incidencia θ_i) y anota los ángulos de refracción (θ_r).

Llena la siguiente tabla.

Ángulo de incidencia, en grados (θ_i)	Ángulo de refracción, en grados (θ_r)	Sen (θ_i)	Sen (θ_r)	Sen (θ_i)/ Sen (θ_r)
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				

¿Cómo son los resultados de la última columna en la tabla? _____

En el siguiente cuadro escribe una ecuación tomando en cuenta los resultados de la última columna de la tabla anterior.

c) Características del medio de propagación efecto de sitio.

Tipos de ondas sísmicas

Como hemos visto, existen ondas longitudinales, ondas transversales. Los sismos también presentan ondas superficiales como Love o Rayleigh, figura 1.19. En un sismo, las ondas longitudinales son las más rápidas por eso se llaman ondas primarias (ondas P). Las ondas transversales son un poco más lentas, llegan un poco más tarde a la estación (Ondas secundarias u ondas S). Rayleigh predijo la presencia de ondas superficiales diseñando matemáticamente el movimiento de ondas planas en un espacio casi infinito y elástico. La velocidad de las ondas Rayleigh es menor que la velocidad de las ondas S, aproximadamente un 90 % de ellas. Por su parte, Love descubrió la onda superficial, que lleva su nombre estudiando el efecto de vibraciones elásticas a una capa superficial.

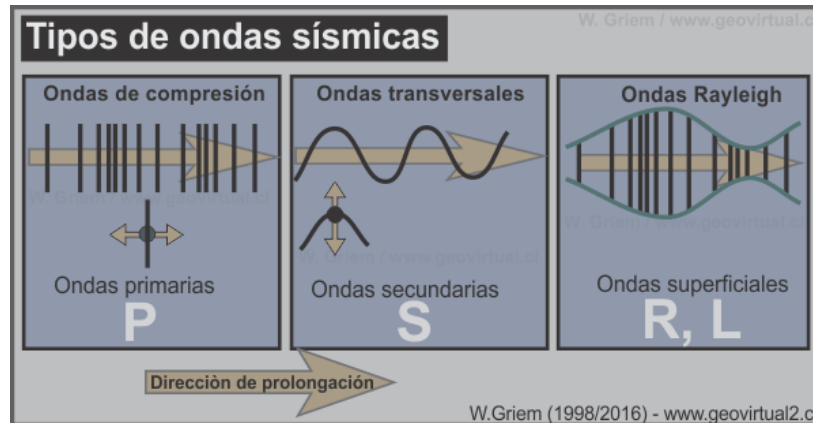


Fig 1.19. Tipos de ondas sísmicas. geovirtual2.cl. (2019)

- Ondas P**
 - Oscilan en la dirección de propagación de la onda. Las ondas P son parecidas a las ondas sonoras ordinarias. Las ondas P son más rápidas que las ondas S.
- Ondas S**
 - Oscilan perpendicularmente a la dirección de propagación.
- Ondas Rayleigh**
 - Causan un movimiento rodante parecido a las ondas del mar y sus partículas se mueven en forma elipsoidal en el plano vertical, que pasa por la dirección de propagación. En la superficie el movimiento de las partículas es retrógrado con respecto al avance de las ondas.
- Ondas Love**
 - Requieren la existencia de una capa superficial de menor velocidad en comparación a las formaciones subyacentes. Son ondas de cizalla, que oscilan solo en el plano horizontal, es decir las ondas de Love son ondas de cizalla horizontalmente polarizadas.

1.2 Estructura Interna de la Tierra

¿Cómo es la Tierra por dentro?



Investiga las concepciones que se tenían sobre el interior de la Tierra de: los Babilonios, Aristóteles, Descartes.

Sabemos que existen limitaciones en los métodos directos que nos permiten conocer cómo es el interior de la Tierra. ¿Qué fenómenos naturales crees que proporcionen información sobre el interior de la Tierra? Explica. _____

Analiza la siguiente hipótesis:

“La Tierra está formada por una delgada corteza y un interior líquido sometido a altas temperaturas”.

Investiga cuáles fueron los argumentos que sustentaron esta hipótesis. Adopta una postura.

Argumentos: _____

Postura: _____



Complementa tu conocimiento. Visita las siguientes referencias

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/Colecciones/index.php?clave=cTiSuperf1&pag=6>

<http://www.geofisica.unam.mx/publicaciones.html>

El interés científico¹ por los terremotos se remonta a tiempos antiguos. Las primeras especulaciones sobre sus causas se atribuyen a Thales de Mileto, Anaxímenes, Aristóteles y a Zhan Heng. Sin embargo, es hasta 1664 cuando Athanasius Kircher propuso que los terremotos fueran causados por el movimiento del fuego dentro de un sistema de canales que existiría dentro de la Tierra. Es hasta el terremoto de Lisboa de 1755, que coincidió con el florecimiento general de la ciencia en Europa, disparando el interés científico por comprender el comportamiento y la causa de los temblores. En esa época se cuenta con los aportes de John Bevis y de John Michell, quien en particular determinó que los terremotos son ondas de movimiento causadas por "masas de roca que se mueven millas por debajo de la superficie" de la Tierra. Ante tales desarrollos, una definición de sismo se puede expresar como perturbaciones súbitas en el interior de la Tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo, en otras palabras, son "movimientos vibratorios que modifican el estado de reposo del suelo"; los sismos suceden cuando se alcanza el límite de resistencia o cuando se sobrepasan las fuerzas de fricción así se inicia un proceso de ruptura en las zonas más débiles o en las zonas de mayor concentración de esfuerzos. Este fracturamiento está acompañado por un rebote elástico. A tal interacción se le conoce como tectónica de placas y es la principal causa de los sismos.

Mucho de lo que sabemos sobre el interior de nuestro planeta procede del estudio de las ondas sísmicas que cruzan la Tierra. Dicho con sencillez, la técnica consiste en la determinación precisa del tiempo que las ondas P y S necesitan para

¹ Consideréscese científico no por el uso del método científico sino a la filosofía de la naturaleza y búsqueda de la verdad.

desplazarse desde un sismo hasta una estación sismográfica. Dado que el tiempo necesario para que las ondas P y S viajen a través de la Tierra depende de las propiedades de los materiales que cruzan, los sismólogos buscan variaciones relacionadas con el tiempo de desplazamiento que no puedan explicarse únicamente por diferencias en las distancias recorridas. Esas variaciones corresponden a cambios en las propiedades de los materiales atravesados.

a) Propagación de ondas sísmicas

Si la Tierra fuera un cuerpo perfectamente homogéneo, las ondas sísmicas se propagarían a través de él en todas las direcciones como se muestra en la Figura 1.20



Figura 1.20. rutageologica.cl. (2019)

Esas ondas sísmicas viajarían en línea recta a una velocidad constante. Sin embargo, esto no es así en el caso de la Tierra. De hecho, ocurre que las ondas sísmicas que llegan a los sismógrafos localizados en los puntos más alejados de un terremoto viajan a velocidades medias mayores que las que se registran en localizaciones más próximas al acontecimiento. Este incremento general de la velocidad con la profundidad es una consecuencia del aumento de presión, que potencia las propiedades elásticas de las rocas profundamente enterradas. Como consecuencia, los caminos seguidos por las ondas sísmicas a través de la Tierra se refractan como se ilustra en la figura 1.21.

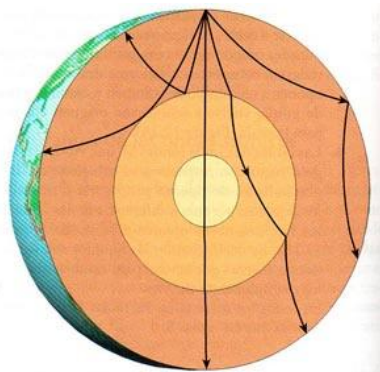


Figura 1.21 rutageologica.cl. (2019)

Hoy en día no se puede asegurar cómo está constituido el interior de la Tierra. Isaac Newton fue el primero en proponer una teoría sobre la estructura de la Tierra; basándose en sus propios estudios sobre la gravitación. Concluyó que el interior tenía que ser mucho más denso que las rocas de la superficie y se ha comprobado que es así. Esto último también excluía la posibilidad de que hubiera un submundo cavernoso.

El conocimiento actual de la estructura interna de la Tierra proviene de datos indirectos proporcionados por la sismología. Con cada terremoto se origina un frente de ondas sísmicas que viaja en todas direcciones; estas ondas se propagan de manera semejante a las que se producen al tirar una piedra en el agua. La observación del desplazamiento de las ondas sísmicas a través de la Tierra ha ayudado a conocer los materiales por los que transitan pues su velocidad de propagación está en función del tipo de material por el que se desplazan. La propagación de la energía resultante se da en forma de ondas elásticas. A través de la Tierra viajan dos tipos de ondas elásticas: las de cuerpo o internas, que pueden ser compresionales (ondas P) y se transmiten tanto en medios sólidos como líquidos; y las de corte o cizalla (ondas S) que son más lentas y sólo se transmiten a través de medios sólidos. Ambas se registran y se miden con sismógrafos.

Con la actual red de estaciones sismográficas de México y el mundo, se han estudiado en detalle las ondas que atraviesan el interior del planeta y se ha podido definir su velocidad, amplitud, reflexiones, refracciones y otras características físicas. Al integrar todos los resultados obtenidos por las estaciones sísmicas se ha deducido una estructura terrestre interna de capas concéntricas discontinuas. Las discontinuidades constituyen los límites de las capas concéntricas, y son zonas donde la velocidad de las ondas aumenta o disminuye abruptamente al pasar de un medio a otro.

Quizás la observación más importante de la estructura de la Tierra fue hecha por el sismólogo croata Andrija Mohorovicic. Notó que las ondas P medidas a más de 200 km del epicentro de un terremoto, llegaban con más velocidad que las medidas dentro de un radio de 200 km. Esto se debía a que las ondas más veloces viajan a través de un medio que les permite acelerarse. Con base en esto, se definió el principal y primer borde del interior de la Tierra, ubicado entre la corteza que forma la superficie y la capa más densa por debajo llamada manto. Las ondas sísmicas viajan más rápido en el manto que en la corteza, porque éste se compone de un material más denso. En consecuencia, las estaciones más lejanas al origen de un sismo reciben ondas que han viajado a través de los estratos más densos del manto y por tanto han adquirido mayor velocidad. Fue hasta 1914 que se descubrió el núcleo terrestre y se definió un borde agudo del núcleo y el manto a 2,900 km de profundidad, donde las ondas P se refractan y disminuyen velocidad. Existen estudios más detallados que muestran otras divisiones como el área de baja velocidad ubicada entre los 60 y 250 km de profundidad, que se interpreta como una zona de alta plasticidad de los materiales del manto. La corteza es la parte más superficial del manto y hasta una profundidad de unos 100 km se denomina litosfera.

A los 2,950 km de profundidad se describe la discontinuidad llamada de Gutenberg que separa el manto inferior del núcleo externo. Al pasar del manto al núcleo externo, aumenta la densidad (de 5.5 a 10 g/cm³) pero disminuye drásticamente la velocidad de las ondas P (de 10.5 a 8.0 km/s), y las ondas S no se

transmiten. Esto indica que el material del núcleo externo es líquido. Tanto la densidad como la velocidad de las ondas P aumentan con la profundidad hasta llegar a los 5,150 km, donde se encuentra la discontinuidad denominada Lehmann entre el núcleo externo y el núcleo interno; este último es sólido y llega hasta el centro de la Tierra situado a 6,371 km de profundidad.

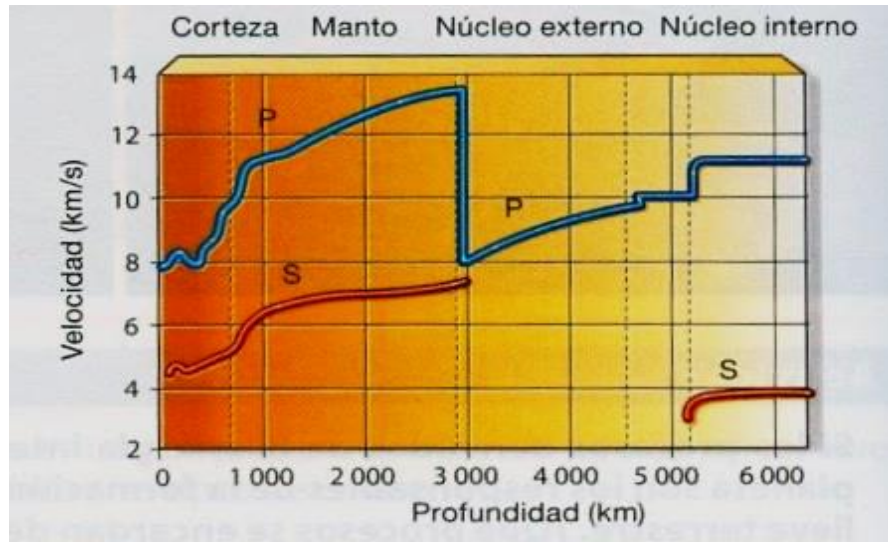


Figura 1.22. vecinadelpicasso.wordpress.com (2015)

Indaga y describe las principales capas que componen La Tierra

Término	Definición y Características
Corteza	
Manto	
Núcleo Externo	
Núcleo Interno	

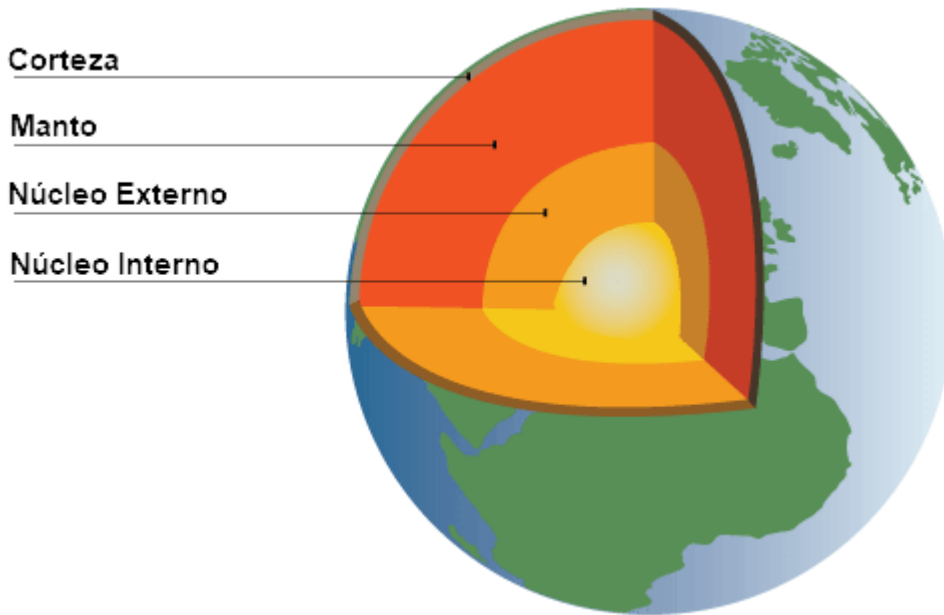


Figura 1.23. globoterraqueo.world. (2019)



Las siguientes graficas representan las variaciones en la velocidad de propagación de las ondas sísmicas P y S en dos planetas imaginarios distintos, considera tal información para develar cuántas capas internas tiene cada planeta, así como las características de su núcleo:

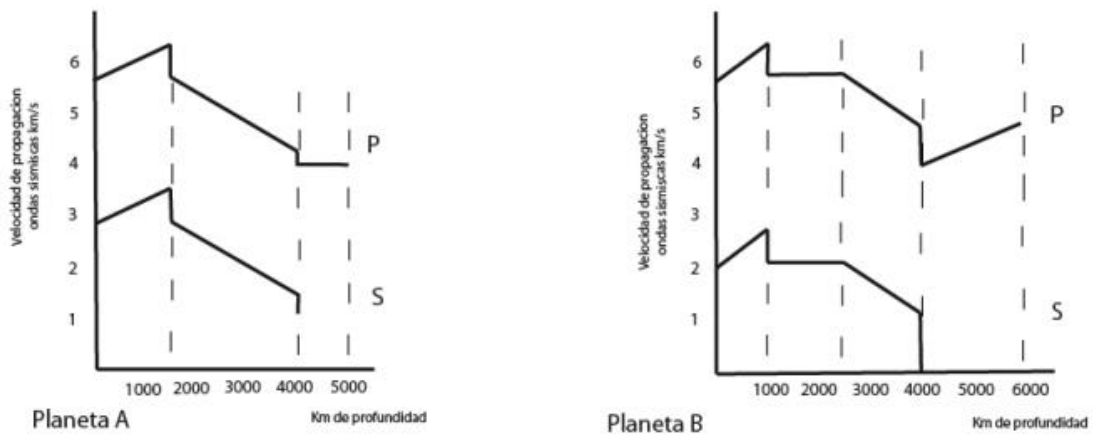


Figura 1.24. composi.info (2019)

Solución

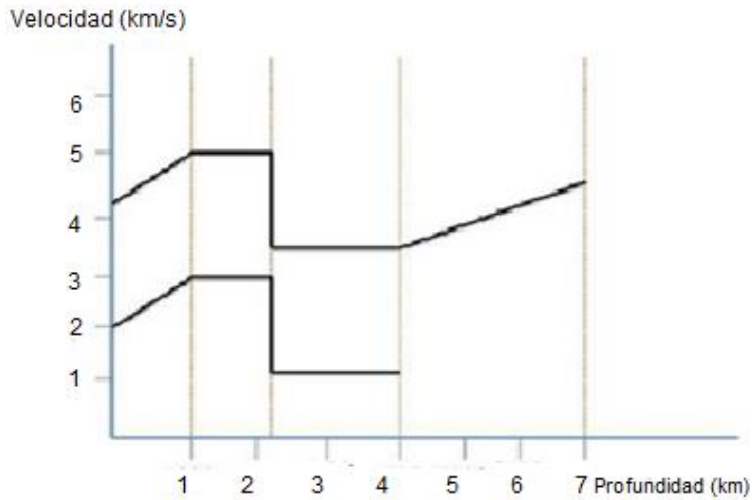
Para el planeta A, podemos inferir que, al existir tres cambios de velocidades, tendremos tres capas distintas internas del planeta. Siendo, corteza, manto y núcleo, las primeras serían sólidas y su núcleo sería líquido ya que las ondas S no se propagan por esa zona.

¿Qué información te muestra la gráfica para el planeta B? _____



Ejercicio.

Analiza la información de la gráfica 1 para indicar cuántas capas internas tiene este planeta C y cuál sería la composición de estas.



Gráfica 1

Calcula la aceleración promedio por capa interna de las ondas primaria y secundaria, para esta gráfica, así como para las de Planeta A y Planeta B del ejemplo.

Planeta A	Planeta B	Planeta C

¿En qué capas de cada planeta hay MRU? _____
 por qué? _____

¿Cuánto tiempo tardaron las ondas primarias en hacer dicho recorrido? _____
 ¿cuál lo hizo en menos tiempo? _____

Efecto de Sitio.

Los recuerdos no son gratos en la memoria del mexicano con los históricos terremotos de septiembre. El sismo registrado el 8 de septiembre de 2017 de magnitud 8.2 dejó daños severos, incluidos 30 víctimas fatales, por otro lado, el sismo del 19 de septiembre de 1985 dejó más de 3000 muertos siendo de menor magnitud, de 8.1; quizás la pregunta inmediata sería ¿por qué sucedió esto? Y se debe a distintos factores a analizar.

- Ubicación: Un sismo que sucumbe en una zona altamente poblada causará mayor daño que otro de las mismas condiciones en una zona de baja población.
- Magnitud: La magnitud de un sismo es logarítmica lo que significa que cada aumento de nivel representa un incremento de la energía de este. Mientras más energía libera un sismo, mayor será su capacidad destructiva.
- Profundidad: Los sismos ocurridos a mayor profundidad causan menos daños porque la mayor parte de su energía se disipa antes de llegar a superficie.

Estos se clasificarán como superficiales; corresponden a los temblores que ocurren en la corteza terrestre, hasta los 70 kilómetros de profundidad. Intermedios; aquellos movimientos que tienen lugar entre los 70 y 450 kilómetros de profundidad. Finalmente, profundos; sismos cuyo hipocentro se encuentra más allá de los 450 kilómetros de profundidad.

- Distancia del epicentro: Sucede lo mismo que con las profundidades, a mayor distancia del epicentro, la mayor parte de su energía se disipa.
- Condiciones geológicas locales: La naturaleza del suelo donde tiene efecto un sismo, tiene una influencia en el daño que ocurre.

El ejemplo de la Ciudad de México es muy obvio, un suelo arenoso y húmedo, favorece las condiciones destructivas del mismo. Varios de estos factores influyeron para que el sismo de 1985 fuese más destructivo que el de septiembre de 2017.

El efecto de sitio nos entrega los parámetros que se utilizan en los estudios de microzonificación sísmica, tales como; el periodo fundamental de vibrar del suelo y el incremento en amplificación que se presenta en este periodo fundamental. La magnitud de esa amplificación está controlada por las propiedades dinámicas del suelo, el espesor de la capa y las propiedades mecánicas del basamento rocoso.

En la figura 1.25 se muestra el concepto de efecto de sitio, por un lado, una señal que muestra que la roca presenta menor amplitud y por lo tanto el efecto de sitio es menor o nulo, la señal del lado izquierdo se observa una mayor amplitud en la señal

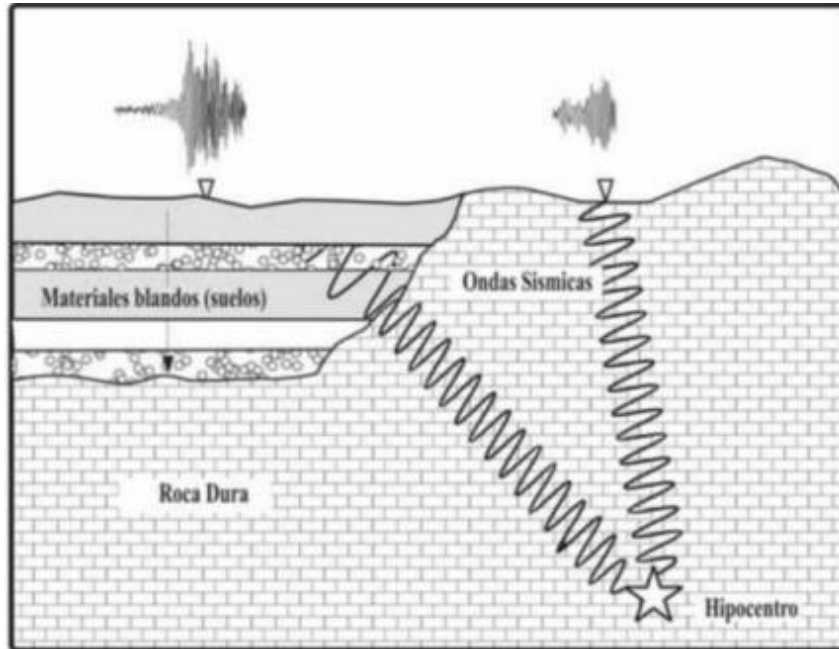


Figura 1.25. cenapred.unam.mx (21019)

El estudio de la amplificación de las ondas sísmicas surgió al observar que los mayores daños en un sismo ocurrían en zonas con suelos que compartían ciertas características. Un ejemplo de lo que pueden causar los efectos de sitio sucedió en el ya mencionado sismo de 1985, el causó severos daños en gran parte de la Ciudad de México, específicamente las zonas centro, sur y occidente.

En la figura 1.26 se pueden evaluar distintos acelerogramas registrados en estaciones localizadas entre el lugar del epicentro y la Ciudad de México. En el registro que se tuvo en Ciudad Universitaria, ubicada en una zona de terreno firme,

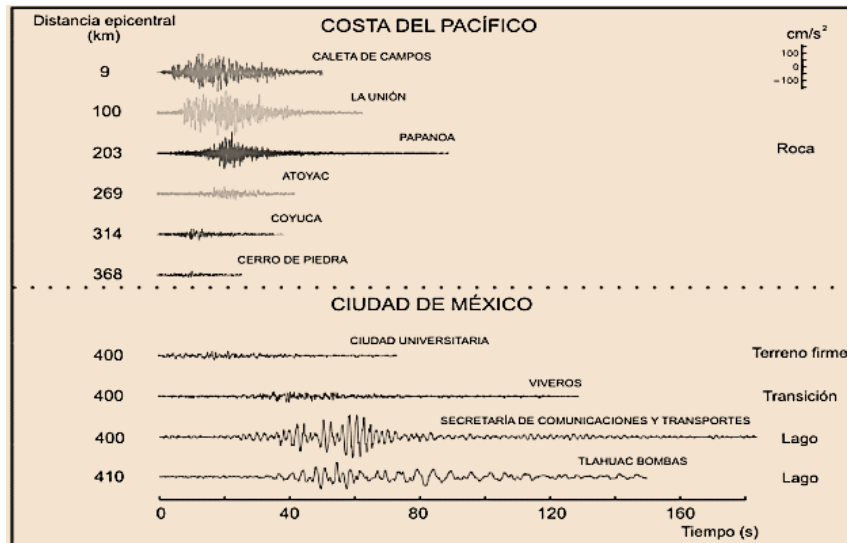


Figura 1.26. ptolomeo.unam.mx (2019)

Se puede observar que hay una atenuación, y fue considerable, si se compara con el registro más cercano al epicentro, debido a la gran distancia (aproximadamente 400 kilómetros), en otras estaciones que se encuentran cercanas a Ciudad Universitaria y cuya lejanía resulta insignificante si se compara con la distancia hasta el epicentro; la respuesta del suelo es totalmente diferente.

En la estación Viveros, un terreno de transición, se observa que existe amplificación del movimiento, pero al momento de compararlos con la estación localizada en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes hay una amplificación en la respuesta muy importante, llegando a un nivel de aceleraciones similares e incluso mayores al lugar donde se produjo el sismo; este fenómeno fue causado por las condiciones locales.

Un efecto de sitio ocurrirá en cualquier lugar sometido a una excitación sísmica y variará con las propiedades del suelo, dicho fenómeno intensificará o atenuará la respuesta. Debido a la conservación de la energía cuando una onda sísmica que pasa de un medio con velocidad de propagación rápida a uno con velocidad más baja provoca un aumento en la amplitud, por consecuencia, cuando la onda sísmica pasa de un medio con velocidad de propagación baja a uno con velocidad más rápida provoca una disminución en la amplitud.

El origen de la amplificación debida a contraste de impedancia, cuyo índice (producto de la densidad por la velocidad de propagación) en el subsuelo es:

$$I_c = \frac{\rho_a v_a}{\rho_b v_b}$$

Donde a es el substrato rocoso donde inició la propagación, b corresponde al medio final de propagación, ρ es la densidad y v es la velocidad de la onda sísmica primaria.

Es común que los materiales más superficiales tengan velocidades de propagación más lentas. Por ello, los efectos de sitio no pueden despreciarse, especialmente en sitios sobre sedimentos blandos tales como valles aluviales. Las densidades de los materiales del subsuelo no cambian mucho cerca de la superficie. En contraste, las velocidades de propagación de ondas de corte pueden fácilmente cambiar por un factor mayor de 5 entre un depósito de suelo blando y substrato. Por tanto, son las variaciones en las velocidades de propagación las principales responsables de la amplificación del movimiento sísmico, que frecuentemente alcanza valores de 10 o más en frecuencias relevantes para estructuras comunes.

Medio de propagación	Velocidad de la onda P, en m/s	Velocidad de la onda S, en m/s	Velocidad de la onda Rayleigh en m/s	Densidad en kg/m ³
Granito	5200	3000	2700	2800
Basalto	6400	3200	2880	3000
Calizas	2400	1350	1215	2700
Areniscas	3500	2150	1935	2600

Tabla I



Calcular el índice de amplificación de onda sísmica en la Colonia Roma de la Ciudad de México, cuyo suelo predominante es arenisca húmeda considerando que el epicentro del sismo del 19 de septiembre de 1985 fue en Caleta de Campos en Michoacán cuyo suelo principal es de roca intrusiva, mayoritariamente Granito.

Solución, de nuestra fórmula de índice

$$I_c = \frac{\rho_a v_a}{\rho_b v_b}$$

Sustituyendo

$$I_c = \frac{(2800 \frac{kg}{m^3})(5200 \frac{m}{s})}{(2600 \frac{kg}{m^3})(3500 \frac{m}{s})} = 1.60$$

En el sismo de septiembre de 1985 fue fatal para la Ciudad de México, sin embargo, hubo zonas que no se vieron afectadas como Ciudad Universitaria, cuyo suelo es basáltico. Calcule el índice de amplificación de la onda sísmica dado que el epicentro fue en Michoacán en una zona cuyo suelo es el Granito.

Distancia al epicentro.



Observa la siguiente animación:

<https://www.geovirtual2.cl/monitos/ondaps1.html>

Las diferencias en las velocidades se usan en la medición de temblores y terremotos. La diferencia entre la llegada de la onda "p" y de la onda "s" ($\Delta t = \Delta t$) corresponde a la distancia del epicentro. (Δt es grande, sí el foco es muy lejano, porque la onda p se propaga más rápido). Podemos localizar un terremoto usando esta información

Si bien las técnicas modernas son más complicadas, describiremos el concepto básico usando el ejemplo de un terremoto cerca de México y las estaciones sísmicas en Norteamérica. Los siguientes dos pasos muestran cómo determinamos la distancia de un sismograma y estimamos el lugar donde ocurrió el terremoto usando 3 estaciones.

El tiempo de llegada entre la onda P y la llegada de la onda S (tiempo S-P) es medido en cada estación. El tiempo S-P indica la distancia del terremoto de manera similar a la diferencia de tiempo entre el reflejo de la luz de un rayo y el sonido de un trueno que indican la distancia de una tormenta. Esto quiere decir que las ondas sísmicas se comportaran como un MRU.



Un sismo con una onda primaria de velocidad igual a 9.00 km/s y una onda secundaria de 5.50 km/s es registrado en las estaciones A con una diferencia de tiempo S-P de 1.5 minutos es la más cercana al terremoto; B con un tiempo entre

ondas de 4 minutos y C con un tiempo de diferencia S-P de 7 minutos que está mucho más lejos que todas.

Estación A:

$$d_{epicentral} = \frac{\Delta t_{P-S} * v_P * v_S}{(v_P - v_S)}$$

Sustituyendo:

$$d_{epicentral} = \frac{90 \text{ s} * 9.00 \frac{\text{km}}{\text{s}} * 5.50 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{(9.00 \frac{\text{km}}{\text{s}} - 5.50 \frac{\text{km}}{\text{s}})} = 1272.86 \text{ km}$$

Estación B:

$$d_{epicentral} = \frac{\Delta t_{P-S} * v_P * v_S}{(v_P - v_S)}$$

Sustituyendo:

$$d_{epicentral} = \frac{240 \text{ s} * 9.00 \frac{\text{km}}{\text{s}} * 5.50 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{(9.00 \frac{\text{km}}{\text{s}} - 5.50 \frac{\text{km}}{\text{s}})} = 3394.29 \text{ km}$$

Estación C:

$$d_{epicentral} = \frac{\Delta t_{P-S} * v_P * v_S}{(v_P - v_S)}$$

Sustituyendo:

$$d_{epicentral} = \frac{420 \text{ s} * 9.00 \frac{\text{km}}{\text{s}} * 5.50 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{(9.00 \frac{\text{km}}{\text{s}} - 5.50 \frac{\text{km}}{\text{s}})} = 5940 \text{ km}$$

Una vez que sabemos la distancia del terremoto a las 3 estaciones, podemos determinar la ubicación del terremoto. Hacemos un círculo alrededor de la estación con un radio igual a la distancia de la estación y el terremoto. **El terremoto ocurrió en el punto donde los 3 círculos se cruzan**, figura 1.27.



Figura 1.27. iris.edu. (2017)



Resuelve

Un sismo con una onda primaria de velocidad igual a 8.30 km/s y una onda secundaria de 5.80 km/s es registrado en las estaciones A con una diferencia de tiempo S-P de 80 segundos es la más cercana al terremoto; B con un tiempo entre ondas de 3.2 minutos y C con un tiempo de diferencia S-P de 5 minutos que está mucho más lejos que todas.



1.3 Principio de conservación de la energía



Los dados de Pepito. (R. Feynman, adaptación por el profesor Mario Cruz Terán)

Pepito tiene 20 dados metálicos indestructibles con los que juega todos los días y finalizar el día, cuando Pepito se va a la cama, su mamá siempre los cuenta antes de guardarlos. En cierta ocasión, la cuenta solo le da 18 dados, se pone a buscar y encuentra los dos que faltan debajo de la cama. Figura 1.28

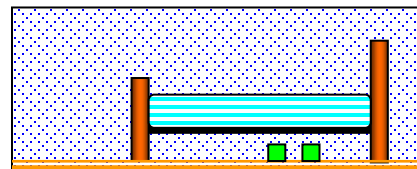
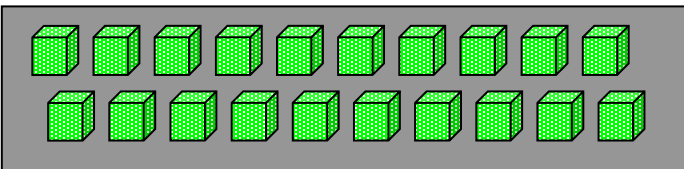


Figura 1.28. Los dados de Pepito

La mamá sabe que la cuenta siempre le tiene que dar 20 y en caso de que no “cheque” tiene que buscar por todos los rincones de la habitación para encontrar los dados faltantes.

Otro día, solo cuenta 17 dados, busca por toda la habitación del niño sin éxito, hasta que se asoma por la ventana y ve que Pepito tiró los 3 dados faltantes al patio de la casa.

Para evitar la tarea de tener que buscar fuera del cuarto, la señora cierra la ventana y la puerta para que el niño no saque dados al exterior de la recámara.

Todo marchó bien durante varios días: 20 dados para Pepito al comenzar el día y los mismos 20 dados guardados al terminar la jornada de juego.

Luego, otra vez, falla la contabilidad. Después de recoger los dados que están a la vista y buscar los faltantes por todos los rincones del cuarto la mamá solo reúne 19, sin embargo, se da cuenta de que en la caja fuerte de juguete el niño pudo esconder el dado perdido; le pide la llave de plástico a Pepito para abrir la caja, el niño hace berrinche ¡No quiero que abras mi caja! y se niega a dársela.

La señora se da por vencida, sin perder la fe en que el dado debe estar en la caja para que la cuenta de dados sea de 20. Como sabe que la escena del berrinche puede repetirse, un día en que los dados recogidos son 20 comprueba que la caja está vacía, sin que su hijo se dé cuenta, y determina la masa con la báscula de la cocina.

La caja vacía tiene una masa de 400 gramos. Luego determina la masa de uno de los dados que resulta ser de 150 gramos.

Y como a la señora le encantan la física y las matemáticas, escribe la ecuación

$$N_c = \frac{M - 400}{150}$$

en la que M = masa de la caja con dados y N = número de dados en el interior.

Si $M = 400$, entonces $N = 0$. Si $M = 1300$ gramos, entonces $M - 400 = 900$ gramos y $900/150 = 6$. Si la masa de la caja es de 1300 gramos en su interior debe haber 6 dados, $N_c = 6$.

Con la ecuación y sin ver los dados, la señora puede calcular el número de ellos que están ocultos en la caja.

En otra ocasión, el resultado de la suma del número de dados a la vista más el calculado con la ecuación para la caja fue de 14.

Como buena observadora, a la mamá le llama la atención el recipiente cilíndrico de acrílico transparente donde el niño enjuaga los pinceles que utiliza para pintar en cartulina acuarelas abstractas.

El agua del recipiente está parda y opaca y puede ser que en ella se encuentren sumergidos los dados que no encuentra, pero “le da cosa” meter las manos en el agua turbia y mejor decide encontrar una manera indirecta para determinar si en el recipiente hay dados sumergidos.

Un día que la cuentas “checan” con el número 20, sumando los dados que están a la vista con los calculados con la ecuación de la caja, pone una marca en la pared exterior del recipiente que señala el nivel del agua cuando no hay dados sumergidos y luego sumerge un dado para saber cuánto se eleva el nivel del agua encima de la marca. Determina que el nivel “normal” del agua es de 80 cm y que un dado lo eleva 3 cm, figura 1.29

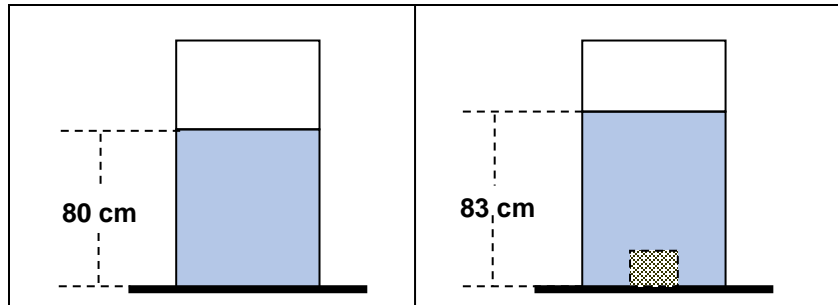


Figura 1.29 Aumento del nivel del agua al agregar un objeto

Poniendo en juego sus dotes matemáticas la dama deduce otra ecuación para determinar el número N_s de dados sumergidos en el agua turbia.

$$N_s = \frac{H - 80}{3}$$

En donde H es la altura en cm del nivel del agua cuando hay dados sumergidos.

Si $H = 80$ cm, el número de dados sumergidos es $N_s = 0$. Si $H = 95$ cm, entonces $95 - 80 = 15$, entonces $15/3 = 5$ y se determina que el número de dados sumergidos es $N_s = 5$.

Con la ecuación y sin ver los dados ocultos por el agua turbia, la señora puede calcular el número de ellos que están sumergidos en el recipiente.

Sin embargo, cuando más se sorprendió fue la vez en que la cuenta de los dados, con todo y ecuaciones, dio 25 como resultado. ¿Cómo podía ser? La cuenta tenía que ser siempre igual a 20.

El enigma se aclaró cuando recordó que Juanito había sido invitado a jugar con Pepito y que los 5 dados de exceso eran seguramente de aquél. Esto la hizo tomar la siguiente decisión: ¡queda prohibido que Juanito traiga sus dados!

Tengo que asegurarme que no entren ni salgan dados del cuarto para que se conserve el número 20.

El número 20 se estaba convirtiendo en un “número sagrado” para la señora. Por último, para no alargar el cuento, había en la recámara del niño, colgado del techo mediante un resorte, un piyamero ovalado. Resulta que también en él Pepito podía esconder dados. Y como a la señora ya le gustó la aplicación de métodos matemáticos indirectos para descubrir dados, mide la longitud “normal” del resorte cuando el piyamero está vacío, la cual resulta ser de 100 cm, luego introduce un dado y determina que el estiramiento producido es de 2 cm, figura 1.30

Inmediatamente escribe

$$N_p = \frac{L - 100}{2}$$

donde N_P es el número de dados en el piyamero y L la longitud en cm del resorte.

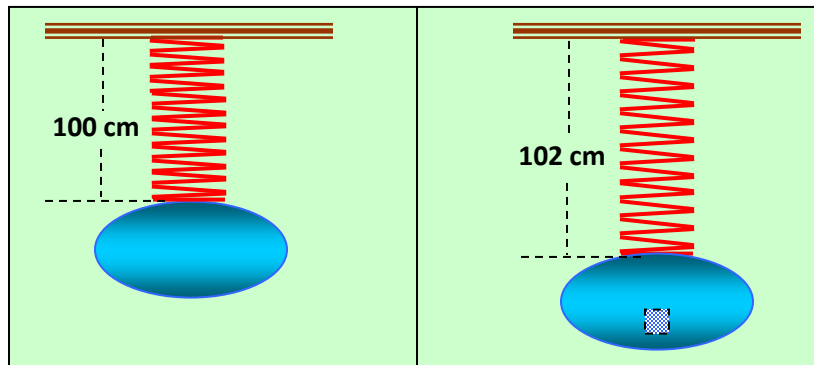


Figura 1.30 Elongación del resorte debido al aumento del peso en su interior

Si $L = 100$ cm, el número de dados ocultos en el piyamero es $N_P = 0$. Si $L = 108$ cm, entonces, $108 - 100 = 8$ y $8/2 = 4$, de manera que $N_P = 4$. Tiene que haber 4 dados en el piyamero.

Con la ecuación y sin ver los dados ocultos, la señora puede calcular el número de ellos que están escondidos en el piyamero.

La conservación de la veintinieidad.

Como el papá es ajeno al juegoito “mamá-Pepito” de los dados, a la señora se le ocurre involucrarlo para que se sorprenda con sus ecuaciones. Esconde todos los dados, unos en la cajita fuerte, otros en el agua turbia y otros en el piyamero. Deja entrar al marido en la recámara y le pide que aplique las ecuaciones, “pesando” la caja fuerte, midiendo el nivel del agua en el recipiente cilíndrico y la longitud el resorte del piyamero para calcular los números N_C , N_S y N_P .

El señor mide: $M = 1900$ gramos, $H = 98$ cm y $L = 108$ cm, de donde obtiene los siguientes resultados: $N_C = 10$, $N_S = 6$ y $N_P = 4$. “Ahora súmalos”, le pide la esposa. “El resultado es 20, anuncia el marido,

Al otro día, el señor, que ama a su esposa y le sigue la corriente en todo, registra: $H = 101$ cm, $M = 700$ gramos y $L = 122$ cm; aplica las ecuaciones y obtiene $N_S = 7$, $N_C = 2$ y $N_P = 11$. Otra vez la suma de los números es igual a 20.

El juego continúa durante una semana. Las mediciones del último día hechas por el esposo fueron $M = 400$ gramos, $H = 140$ cm y $L = 100$ cm con las que obtuvo $N_C = 0$, $N_S = 20$ y $N_P = 0$.

“Me doy”, le dice a la esposa, “¿qué estoy calculando con las ecuaciones? Es curioso que la suma de los números siempre dé 20, pero ¿20 de qué cosa? ¿0 (cero) de qué cosa?”

“Lo único que te puedo decir, contesta la señora, es que la recamara de Pepito tiene la propiedad, dada exclusivamente por las ecuaciones, de conservar la *veintinieidad*”.

$$N_c + N_s + N_p = \frac{M - 400}{150} + \frac{H - 80}{3} + \frac{L - 100}{2} = 20$$

"Te diste cuenta que los valores de M, H y L variaron de un día para otro, sin embargo, al sustituirlos en la ecuación de la suma de términos, el resultado siempre fue 20". Y, es más, continua la señora, "esta conservación de la *veintinieidad* te sirve para hacer predicciones. Salte tantito del cuarto y yo te aviso cuándo entrar".

La dama después de ocultar 6 dados en la cajita fuerte, 4 en el agua turbia y 10 en la piyamera le permite a su esposo regresar al cuarto, y le dice: "ahora mide solamente el "peso" M de la caja fuerte y la longitud L del resorte y si tienes fe en la conservación de la *veintinieidad* te pregunto ¿cuál debe ser el valor de la altura H del nivel del agua en el recipiente cilíndrico?"

El señor encuentra que M = 1300 gramos y que L = 130 cm, y sustituye estos datos empíricos en la ecuación

$$\frac{1300 - 400}{150} + \frac{H - 80}{3} + \frac{130 - 100}{2} = 20$$

Y realiza los cálculos aritméticos indicados, hasta obtener

$$6 + \frac{H - 80}{3} + 10 = 20$$

"Perfecto" lo anima su esposa, "escribir que la suma debe ser forzosamente igual a 20 es lo yo llamo tener fe en la conservación de la *veintinieidad*". Y sigue alentándolo, "seguro que recuerdas las reglas del álgebra y debes ser capaz de despejar la H para saber su valor".

Con la guía de su esposa, el señor encuentra que

$$H = 3[20 - (10 + 6)] + 80 = 3[20 - 16] + 80 = 3[4] + 80 = 12 + 80 = 92 \text{ cm}$$

"Ahora mide el nivel del agua en el recipiente cilíndrico", le pide la señora. "Efectivamente son 92 cm" declara el esposo con asombro.

"Te das cuenta de que, con datos experimentales y basado en una ecuación matemática, hiciste una predicción sobre la altura del nivel del agua en el recipiente cilíndrico y que el hecho de comprobar que, efectivamente, el valor predicho es verdadero refuerza la fe en la conservación de la *veintinieidad*"

¿Qué es la energía?

En el cuento de Pepito, cuando la mamá incluye al esposo en el juego, está actuando como la Madre Naturaleza. La Madre Naturaleza nos hizo bastante listos para descubrir un hecho, o podemos decir una ley, que gobierna todos los fenómenos naturales. Hasta ahora no se conoce ninguna excepción a esta ley. Es la ley que llamamos **conservación de la energía**.

La ley establece que existe cierta cantidad, que bautizamos con el nombre de *energía*, que no cambia, aunque la naturaleza sufra una multitud de cambios.

Se trata de una idea de las más abstractas porque es un principio matemático.

Se trata de un hecho extraño que nos permite calcular el valor de cierto número y después que terminamos de observar a la naturaleza haciendo toda clase de malabares y trucos complicados y calculamos el número de nuevo, el resultado es el mismo.

¿Cuál es la analogía del cuento de los dados de Pepito con la conservación de la energía? Es claro que en lo que se debe poner énfasis es que en los cálculos del papá de Pepito NO HAY DADOS.

El señor solamente hace cálculos con una ecuación matemática que es una suma de términos cuyo resultado siempre es 20 sin importar los cambios en las variables involucradas en la ecuación.

Los tres términos de la ecuación que se suman ejemplifican las diferentes expresiones matemáticas que tenemos para calcular lo que llamamos energía.

A continuación, se enuncian algunas energías con su ecuación correspondiente:

Energía cinética	$E_c = mv^2/2$	Energía potencial cerca de la superficie terrestre	$E_P = mgh$
Energía cinética de rotación de una partícula	$(1/2)m\omega^2R^2$	Energía potencial gravitacional en general	$U = -GMm/R$
Energía calorífica al calentar un objeto	$Q = mc\Delta T$	Energía potencial elástica de un resorte	$E_{PE} = (1/2)kx^2$
Energía potencial de una carga + q en el campo eléctrico de una carga	$U_E = -kQq/R$	Energía en reposo	$E = mc^2$



Ingresa al simulador y contesta las preguntas

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>

Tienes la opción de elegir la fuente de energía y van apareciendo las formas de energía en que se transforma. Utiliza este simulador para contestar las preguntas siguientes:

Si eliges la fuente solar, ¿en qué tipo de energías se convierte? _____

Escribe en qué tipo de energías se convierte la energía calorífica _____

Anota en qué tipo de energías se convierte la energía del joven que maneja la bicicleta _____

Con base en tus respuestas anteriores formula una conclusión sobre las energías involucradas.

Cambia al simulador

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_es.html

En un recuadro aparecen las energías involucradas en el movimiento de un patinador. También se puede simular la caída libre de una persona. Con base en esto contesta las siguientes preguntas

¿Cómo es la energía potencial del patinador cuando cae? _____

¿Cómo es la energía cinética del patinador cuando cae? _____

¿Cómo es la energía total del patinador cuando en cualquier momento de su caída?

¿En qué tipo de energía se ha convertido la energía mecánica (potencial y cinética) del patinador cuando ha terminado de caer? _____

Con base en tus respuestas anteriores formula una conclusión sobre las energías involucradas.

Si quieres una explicación numérica sobre las energías involucradas en la caída de objetos, observa el video de la siguiente página:

<https://www.youtube.com/watch?v=Pu5url3HLdk>

Tomando en cuenta tus respuestas anteriores, escribe el principio de conservación de la energía. _____

Para reforzar tu conclusión anterior escucha la canción que se encuentra en la siguiente dirección:

<https://www.youtube.com/watch?v=egagThR6TTI>

Energía mecánica

En la parte de la física que llamamos “mecánica” se define la energía cinética y la energía potencial. Este último tipo de energía presenta variantes que dependen del tipo de fuerza. Hay una forma de energía potencial gravitacional para objetos cercanos al suelo y otra forma más complicada que también se llama energía

potencial gravitacional para objetos que pueden moverse desde el suelo hasta cualquier distancia, sin importar lo grande que sea, del centro de la Tierra.

Otro tipo de energía potencial que se define en mecánica es la energía potencial elástica que es la que se “almacena” en un resorte estirado o comprimido.

El concepto de energía está vinculado fundamentalmente con el concepto de trabajo, cuya definición más sencilla es cuando la fuerza aplicada está en la misma dirección que el desplazamiento “trabajo = fuerza × distancia”,

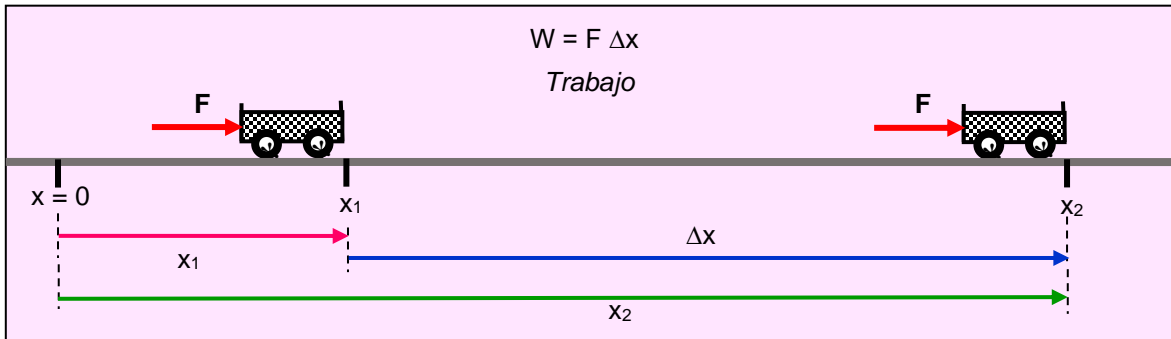


Figura 1.31

En la figura 1.31 se muestra un carro empujado por una fuerza horizontal constante de magnitud F . La posición del carro se determina en un sistema de referencia formado por la superficie por donde viaja (el suelo o la tabla de una mesa) a la que se le ha asociado un sistema de coordenadas de una dimensión. El carro pasa de la posición x_1 a la posición x_2 mientras es empujado con la fuerza F . Es evidente que la distancia recorrida es $\Delta x = x_2 - x_1$, por lo tanto, por definición el trabajo W realizado por la fuerza aplicada es $W = F \Delta x$. En realidad, el trabajo fue realizado por el agente físico que empujó al carro, la fuerza no “salen del aire” algo o alguien tuvo que ser la causa de la fuerza F ,

La sola definición de “trabajo” es completamente estéril a menos que se vincule con otras cantidades físicas medibles. En la figura 1.32, por medio de un cronómetro, se registró el instante t_1 en el que frente del acarro pasó por la posición x_1 y el instante t_2 por el que pasó por la posición x_2 .

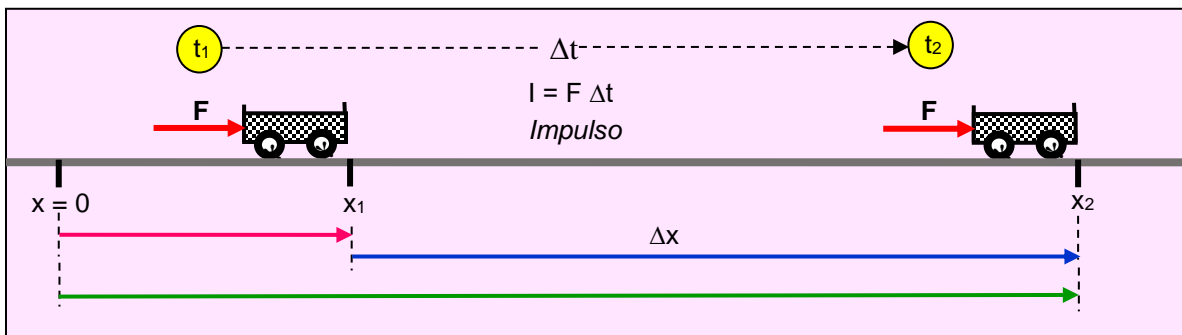


Figura 1.32

Ahora se puede decir que, mientras el carro recorría la distancia Δx , la fuerza se aplicó durante un intervalo de tiempo $\Delta t = t_2 - t_1$. Con este dato, la física introduce el concepto de “impulso”, el carro recibió un impulso I

igual al producto de la magnitud F de la fuerza por el intervalo de tiempo Δt durante el cual se aplicó.

$$I = F\Delta t$$

Un efecto evidente de la aplicación de la fuerza sobre el carro es el aumento de velocidad, al empujarlo se logra que pase de una velocidad de magnitud v_1 a otra velocidad de mayor magnitud v_2 .

También es fácil aceptar que mientras mayor sea la magnitud de la fuerza, mientras “más fuerte” se empuje, mayor será el aumento de la velocidad, sin embargo, experimentalmente se descubre que el cambio en la velocidad no solo depende de la magnitud de la fuerza sino también de la masa m del carro- Con el mismo “empujón”, se le aumenta más la velocidad a un carro “ligero” que a uno “pesado”. Esta experiencia hace que la física introduzca el concepto de “ímpetu” como el producto de la masa por la velocidad. Se acostumbra utilizar la letra “ p , minúscula” para el ímpetu, entonces, por definición

$$p = mv$$

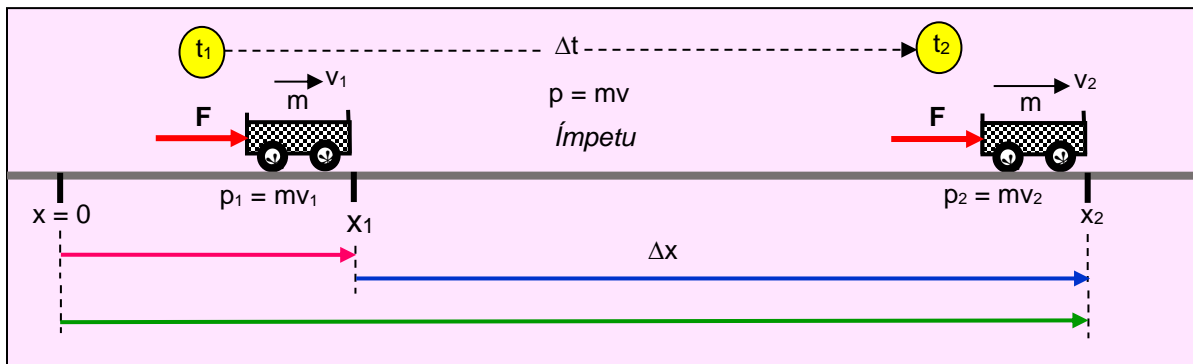


Figura 1.33

En la figura 1.33, se muestra que por el impulso $F\Delta t$ aplicado al carro su ímpetu pasa de un valor inicial $p_1 = mv_1$ en el instante t_1 a un valor final $p_2 = mv_2$ en el instante t_2 . Por otro lado, el significado cualitativo directo de la 2ª ley de Newton es que “para cambiar el ímpetu de un objeto es necesario aplicarle un impulso”, siempre y cuando el sistema de referencia escogido para determinar el valor de la magnitud de la velocidad sea un sistema en el que se cumpla la 1ª ley, es decir, **un sistema de referencia inercial** de manera que el cambio en el ímpetu sea provocado por una fuerza real de interacción. La 2ª ley de Newton se reduce a una forma muy sencilla para el movimiento rectilíneo de un objeto de masa m , bajo la acción de una fuerza constante de magnitud F : “El cambio en el ímpetu es igual al impulso”, esto es

$$\Delta p = F\Delta t$$

desarrollando

$$p_f - p_i = mv_f - mv_i = F\Delta t$$

Este cambio solo pudo lograrse si al objeto se le aplicó un impulso $F\Delta t$, es decir, si se le aplicó una fuerza F durante un intervalo de tiempo Δt , Otra forma de escribir la 2ª ley es

$$mv_f - mv_i = F\Delta t$$

$$m(v_f - v_i) = F\Delta t$$

$$m\Delta v = F\Delta t$$

Dividiendo entre Δt

$$\frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{F\Delta t}{\Delta t}$$

sabiendo que la aceleración que sufre un cuerpo es $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ se obtiene

$$F = ma$$

En el Sistema Internacional (SI), la masa se mide en kg y aceleración se mide en m/s^2 , de manera que $kg\ m/s^2$ es la unidad de fuerza a la que se llama "newton".

En la forma $I = \Delta p$, la unidad del impulso debe ser la misma que el ímpetu.



Realiza el análisis dimensional para demostrar esta igualdad en las unidades

$$[F\Delta t] =$$

$$[p] = [mv] =$$

Energía cinética.

Regresando al carro empujado por una fuerza constante de magnitud F (figuras 1.21, 22 y 23), la aceleración que se le produce es constante y tiene un valor:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

De la gráfica velocidad – tiempo del carro en el intervalo de tiempo Δt comprendido entre t_1 y t_2 , se puede mostrar que la pendiente de la recta inclinada es igual a la aceleración y que el área bajo la recta inclinada es igual a la distancia recorrida.

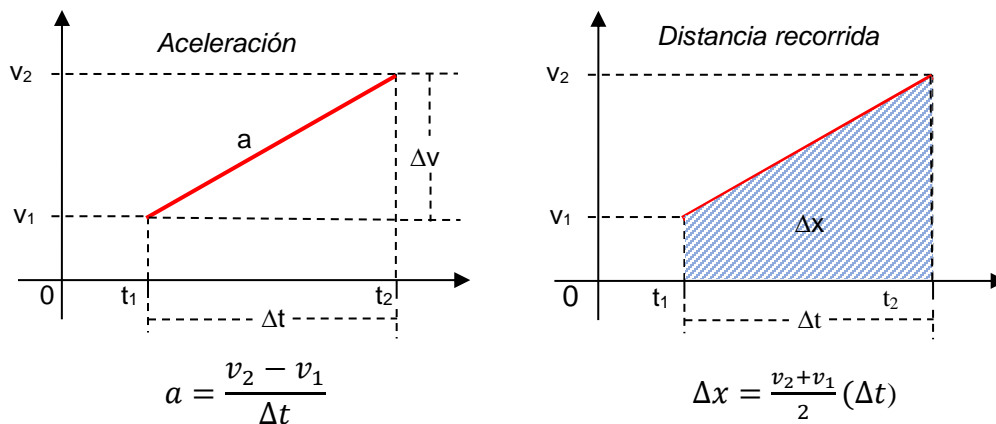


Figura 1.34

A la izquierda, en la figura 1.34, se muestra que la velocidad del carro aumento una cantidad ΔV desde el valor inicial V_1 hasta el valor final V_2 en el intervalo de tiempo de duración Δt comprendido entre el instante inicial t_1 y el instante final t_2 . Entonces, por definición, la aceleración constante del carro es

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

Si multiplicamos esta aceleración por la masa m del carro, obtenemos el valor de la magnitud F de la fuerza constante que actuó sobre el carro durante el intervalo de tiempo Δt

$$F = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

En la figura 1.24 a la derecha, se muestra que debajo de la recta inclinada se forma un trapecio con base mayor igual a v_2 , base menor igual a v_1 y altura igual a Δt . Las bases son verticales y la altura es horizontal. El proceso para demostrar que el área del trapecio proporciona el valor de la distancia Δx recorrida por el carro, no es difícil, pero si muy laborioso, por lo que tomaremos como cierto que el valor de la distancia recorrida es

$$\Delta x = \frac{v_2 + v_1}{2} (\Delta t)$$

Ahora multiplicamos la expresión para la fuerza por la expresión para la distancia y así obtener una expresión que involucre al trabajo $W = F \Delta x$.

$$\begin{cases} F = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} \\ \Delta x = \frac{v_2 + v_1}{2} (\Delta t) \end{cases} \Rightarrow F \Delta x = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} \left(\frac{v_2 + v_1}{2} (\Delta t) \right) \Rightarrow F \Delta x = \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

El resultado de la multiplicación se expresa de la siguiente manera

$$F \Delta x = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

Del lado izquierdo se tiene al trabajo W y en el lado derecho la resta de dos términos de la misma forma. Este es un resultado matemático, y aparece por primera vez una expresión a la que calificamos como “energía”: al término $\frac{1}{2} m v^2$ lo llamamos “**energía cinética**”.

El resultado obtenido se llama “**el teorema del trabajo y la energía**” y se interpreta diciendo que el trabajo es igual al cambio en la energía cinética.

Ahora tenemos el panorama completo de la dinámica del carro. En el instante t_1 el carro lleva una velocidad v_1 , su ímpetu inicial es $p_1 = m v_1$ y su energía cinética inicial es $E_{c1} = \frac{1}{2} m v_1^2$, la fuerza aplicada de magnitud constante F acelera al carro de manera que después de transcurrido un intervalo de tiempo Δt alcanza una velocidad v_2 en el instante t_2 , en consecuencia el carro adquiere un ímpetu $p_2 = m v_2$

y una energía cinética $E_{c2} = \frac{1}{2}mv_2^2$ al final del intervalo de tiempo; la distancia recorrida por el carro es Δx en el tiempo Δt .

Entonces, sabemos que el carro recibió un impulso $I = F\Delta t$ y la fuerza realizó un trabajo $W = F\Delta x$. La 2ª ley de Newton nos asegura que el cambio en el ímpetu se debió al impulso y el teorema del trabajo indica que el cambio en la energía cinética se debió al trabajo, de manera que

$$I = \Delta p \quad \text{y} \quad W = \Delta E_c$$

El impulso I aplicado es igual al cambio Δp en el ímpetu y el trabajo W realizado es igual al cambio en la energía cinética del carro ΔE_c .

Energía potencial en un resorte.

Vamos a considerar una situación un poco más complicada que involucra el concepto de trabajo en el estiramiento de un resorte. La figura 1.35 muestra un resorte en posición horizontal en su longitud normal sin estirar ni comprimir. El extremo izquierdo está anclado a una pared vertical y en el extremo derecho consideramos un punto P al que podemos jalar para estirar al resorte. En el momento en que se empieza a jalar al punto P hacia la derecha con una fuerza F_A .

El resorte ejerce una fuerza hacia la izquierda que “atrae” al punto P hacia la posición de equilibrio $x=0$. Vamos a suponer que esta fuerza hacia la izquierda sigue la ley de Hooke, $F_R = -kx$ (fuerza del resorte), de manera que su magnitud es directamente proporcional al estiramiento x .

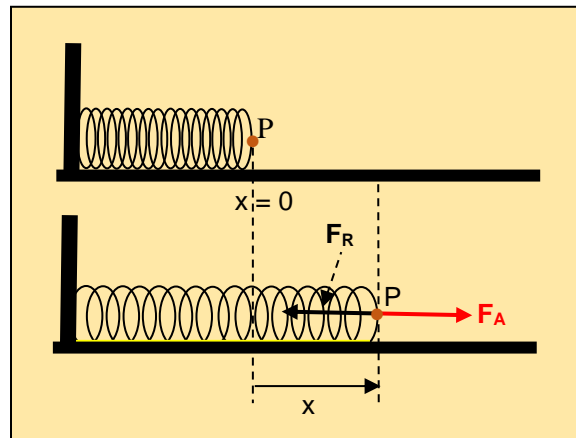


Figura 1.35

El signo negativo es necesario para indicar que es una fuerza hacia la izquierda y que la fuerza aplicada F_A para estirar al resorte es hacia la derecha (positiva).

Como no se desea que la fuerza F_A produzca un cambio en la energía cinética del punto P, ideamos un proceso muy lento en el que, en todo momento la magnitud de F_A es igual a la magnitud de F_R , es decir, $F_A = kx$.

Al ir estirando lentamente al resorte, la fuerza F_A realiza trabajo en contra de la fuerza del resorte, si imaginamos que el resorte es invisible, la fuerza F_R tendría algo de misteriosa y para explicar su existencia inventaríamos la existencia

de un campo de fuerza que es el que impide que el punto P se aleje de la posición $x = 0$, y diríamos que para alejar al punto P de la posición de equilibrio la fuerza F_A debe realizar trabajo “en contra de la fuerza del campo”. La grafica de la fuerza aplicada $F_A = kx$ es un segmento recto inclinado siendo k la pendiente del segmento, figura 1.36

El valor de k informa sobre el valor de la fuerza que hay que aplicar al resorte para estirarlo un metro. Si el proceso del estiramiento lento se detiene cuando el resorte está estirado una distancia x con respecto a la posición de equilibrio $x= 0$, se dice que el trabajo W realizado se quedó almacenado en el resorte como “energía potencial”.

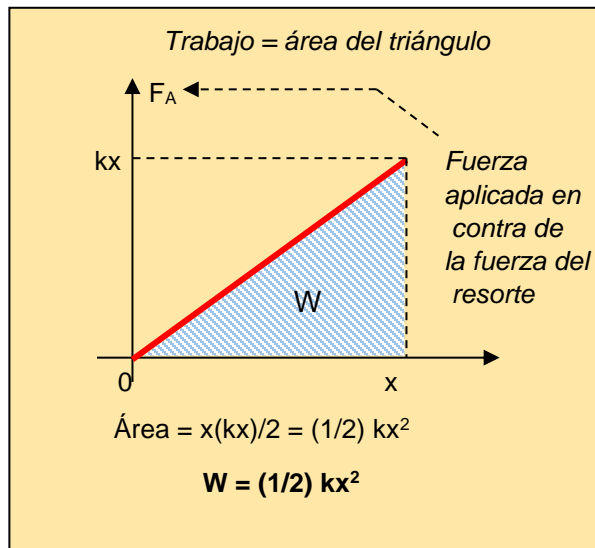


Figura 1.36

El área del triángulo que se forma debajo del segmento inclinado proporciona el valor del trabajo. Se ve fácilmente que la altura es el valor de la fuerza para un estiramiento x , o sea kx , y que la base es el valor del estiramiento x . Aplicando la fórmula del área de un triángulo: “base por altura sobre 2”, se obtiene que el área es $(1/2 kx^2)$, por lo tanto, el trabajo realizado para un estiramiento x del resorte es:

$$w = \frac{1}{2} kx^2$$

Y, por definición, la energía potencial almacenada en el resorte es:

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

Si se desea calcular un trabajo intermedio para estirar al resorte desde un estiramiento inicial $x_1 \neq 0$ hasta un estiramiento final $x_2 > x_1$, el trabajo se calcula mediante el área del trapecio que se forma debajo del segmento recto inclinado como se muestra en la figura 1.37.

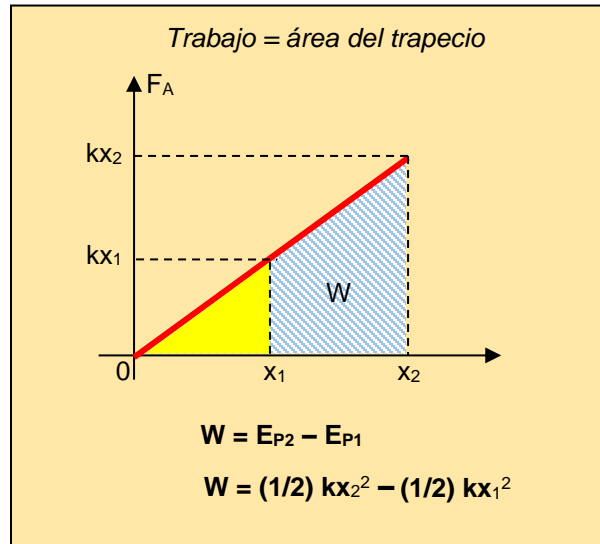


Figura 1.37

La base mayor del trapecio es kx_2 , la base menor es kx_1 y la altura es $x_2 - x_1$, por lo tanto, el área es

$$\text{Área} = \left(\frac{kx_2 + kx_1}{2} \right) (x_2 - x_1) = \frac{k(x_2 + x_1)(x_2 - x_1)}{2} = \frac{k(x_2^2 - x_1^2)}{2} = \frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}$$

El área del trapecio es igual al área del triángulo cuya base va de 0 a x_2 menos el área del triángulo cuya base va de 0 a x_1 .

La idea importante que encierra este procedimiento es que el trabajo de x_1 a x_2 resulta ser igual a la diferencia de las energías potenciales U_2 , calculada en x_2 , menos la energía potencial U_1 , calculada en x_1 .

Debe quedar claro que se está inventando un campo con base en la fuerza característica de un resorte que sigue la ley de Hooke. El rango de aplicación de la fuerza de un resorte está limitado por la propia longitud finita del resorte. Si la longitud "normal" del resorte es L , sin estar estirado ni comprimido, es evidente que no se puede "apachurrar" al resorte una distancia mayor a L y si para fabricar el resorte se utilizó un tramo recto de alambre de longitud M para hacer las espiras y formar el resorte, es evidente que mucho antes de alcanzar un estiramiento de longitud, el resorte ya perdió su elasticidad y ya no sigue la ley de Hooke.

Conservación de la energía mecánica

Siempre que un campo admite que se defina para él una energía potencial U de manera que el trabajo para desplazar un objeto sobre el que actúa la fuerza del campo sea igual a una diferencia de energías potenciales se dice que el campo es "conservativo". Esto significa que la energía mecánica total formada por la suma de la energía cinética más la energía potencial "se conserva".

Un carro está atado a un resorte horizontal cuyo extremo izquierdo está fijo a una pared vertical, figura 1.38. El segmento recto vertical MN marca la posición

del extremo derecho del resorte en su longitud normal, sin estar estirado no comprimido; este mismo segmento coincide con el extremo izquierdo del carro

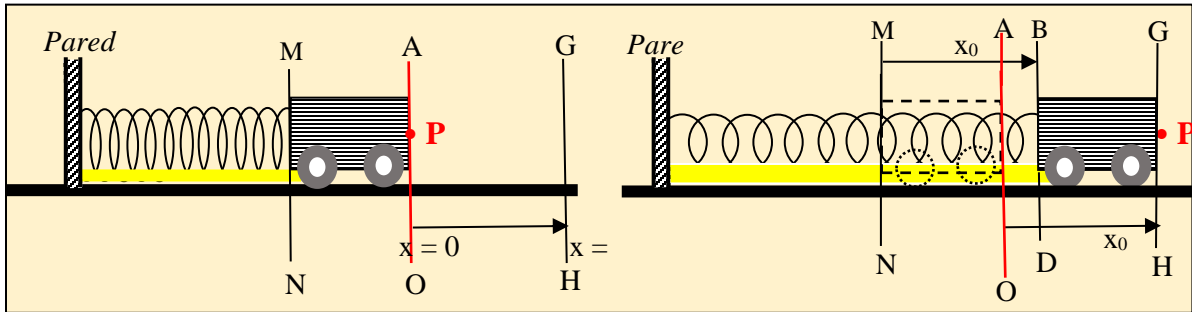


Figura 1.38

En el dibujo de la izquierda el segmento recto vertical AO señala la posición del extremo derecho del carro, este segmento se toma como el origen de las posiciones $x = 0$. Jalando con la mano al carro el extremo derecho se va a llevar hasta una posición señalada por el segmento recto vertical GH, hasta una posición $x = x_0$.

En el dibujo de la derecha el extremo derecho del carro ya se encuentra en la posición señalada por el segmento GH y se mantiene en reposo sosteniéndolo con la mano. Puede verse que el carro se desplazó una distancia x_0 desde AO hasta GH y que el resorte se estiró esa misma distancia; su extremo derecho pasó de la posición señalada por el segmento MN hasta la señalada por el segmento BD.

En ambos dibujos se ha tomado un punto P en el extremo derecho del carro cuyo movimiento servirá de referencia para el movimiento del carro como un todo.

Por definición, el trabajo realizado por la mano, en contra de la fuerza del resorte para estirarlo la distancia x_0 se "almacenó" como energía potencial $U_0 = (1/2) kx_0^2$ en el resorte. Con el resorte invisible y el concepto de campo de fuerza, el trabajo realizado por una fuerza aplicada (por la mano) en contra la fuerza del campo define a la energía potencial a la distancia x_0 del origen ($x = 0$), como

$$U_0 = (1/2) kx_0^2.$$

En la figura 1.39, con las posiciones a diferente escala que en la figura anterior, se muestra el movimiento del carro una vez que lo suelta la mano que lo mantenía en reposo.

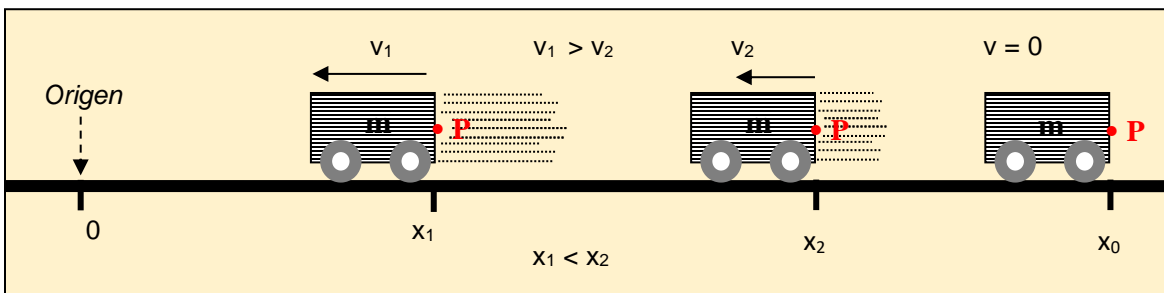


Figura 1.39

En el instante en que el carro se suelta, el punto P está en una posición en el que la energía potencial es $U = (1/2) kx_0^2$. En ese preciso instante la velocidad del punto P es $v = 0$.

En el alejamiento del punto P de la posición x_1 a la posición x_2 , la fuerza externa realizó un trabajo $W = U_2 - U_1$ en contra de la fuerza del campo, donde U_1 es la energía potencial en x_1 y U_2 es la energía potencial en x_2 , es

decir: $W = \frac{1}{2} kx_2^2 - \frac{1}{2} kx_1^2$.

Este trabajo W lo “regresa el campo” cuando el punto P pasa de regreso de x_2 a x_1 y, de acuerdo con el teorema del trabajo y la energía, es causante de que aumente la energía cinética del punto P (o sea, la energía cinética del carro) del valor $(1/2) mv_2^2$ al valor mayor $(1/2) mv_1^2$; la fuerza del campo jala para la izquierda y acelera al punto P aumentando su rapidez de v_2 a v_1 .

Escribiendo estas condiciones obtenemos

$$W = \frac{1}{2} kx_2^2 - \frac{1}{2} kx_1^2 \text{ y } W = \frac{1}{2} mv_1^2 - \frac{1}{2} mv_2^2$$

De donde:

$$\frac{1}{2} kv_1^2 - \frac{1}{2} kv_2^2 = \frac{1}{2} kx_2^2 - \frac{1}{2} kx_1^2$$

agrupando

$$\frac{1}{2} kv_1^2 + \frac{1}{2} kx_1^2 = \frac{1}{2} kv_2^2 + \frac{1}{2} kx_2^2$$

El resultado obtenido indica que el valor de la suma de la energía cinética más la energía potencial calculada en la posición x_1 del punto P es igual al valor de la suma de la energía cinética más la energía potencial en la posición x_2 del punto P. Y como las posiciones x_1 y x_2 pueden ser cualesquiera, se concluye que la suma $\frac{1}{2} kv^2 + \frac{1}{2} kx^2$ debe conservar el mismo valor en todos los puntos de la trayectoria del punto P.

Nos estamos refiriendo al punto del carro P, y no al carro. para ubicar precisamente la posición x en el eje coordenado. A la suma de la energía cinética más la energía potencial se le llama la energía mecánica total, o solamente “la energía total E_T ”,

$$E_T = \frac{1}{2} kv^2 + \frac{1}{2} kx^2$$



Consulta las siguientes páginas y resuelve los problemas propuestos

<https://es.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-conservation-of-energy>

http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/energia_ec_pb/resuelto.pdf

Energía en un sismo

Un sismo es sinónimo de energía, gran parte de esta es acumulada en la corteza terrestre es liberada en forma de calor y otra parte es irradiada en forma de ondas sísmicas. En el siglo pasado, Charles Richter definió, tomando como base las características de California, el concepto de "magnitud" pensando en un parámetro que describiera, de alguna manera, la energía sísmica liberada por un terremoto. En la actualidad las escalas de magnitud Richter es poco probable que se usen, sobre todo para sismos muy grandes o lejanos, que se trate de alguna otra medida de magnitud. Una buena manera de imaginarse la energía liberada por un terremoto es compararla con la cantidad de energía que se desprende durante una explosión nuclear cuya potencia es aproximada de 20 kilotones, a su vez 1 kilotón = 4.184×10^{12} J. El Servicio Sismológico nacional hace una analogía presentada en la siguiente tabla.

Magnitud	Bombas Nucleares
5	1
6	32
7	1000
8	32000
9	1000000

Ejemplo, El sismo del 7 de septiembre de 2017 tuvo una magnitud de 8.2

¿Cuánta energía aproximada en J liberó este sismo?

Solución

Como podrás haberte dado cuenta, es una escala logarítmica. Para lo cual, por un ajuste, se tiene la siguiente fórmula.

$$Eq\ BA = (3.1773 \times 10^{-8}) * (e^{3.4538(M)})$$

Donde M será la magnitud del sismo.

Sustituyendo.

$$Eq\ BA = (3.1773 \times 10^{-8}) * (e^{3.4538(8.1)}) = 44852.34 \approx 44853 \text{ Bombas Atómicas}$$

$$44853 \text{ Bombas Atómicas} \left(\frac{20 \text{ Kilotones}}{1 \text{ Bomba Atómica}} \right) \left(\frac{4.184 \times 10^{12} \text{ J}}{1 \text{ kilotón}} \right) \approx 3.75 \times 10^{18} \text{ J}$$



Resuelve los siguientes ejercicios.

El sismo de 2010 que destrozó Haití tuvo una magnitud de 7.2 ¿Cuánta energía aproximada en J liberó este sismo?

El sismo de 2011 en Japón que provocó el colapso de la central nuclear de Fukushima tuvo una magnitud de 9.1 ¿Cuánta energía aproximada en J liberó este sismo?

En Valdivia, Chile se tiene el registro del sismo de mayor magnitud en la Tierra con 9.5. ¿Cuánta energía aproximada en J liberó este sismo?

1.4 Elasticidad



Ingresa al siguiente simulador:

https://phet.colorado.edu/sims/html/hookes-law/latest/hookes-law_es.html.

elige una constante elástica de 100 N/m, ve cambiando la fuerza aplicada y observa el valor del desplazamiento. Con base en esto completa la siguiente tabla:

Fuerza aplicada en N (F)	Desplazamiento en m (x)	F/x
	0.050	
10	0.100	
15		
	0.200	
25	0.250	
30		

Busca una ecuación matemática que explique cómo obtener los valores de la última columna y escríbela en el siguiente cuadro:

Ahora elige una constante elástica de 200N/m y busca el valor de la fuerza aplicada para que obtengas los valores del desplazamiento de la tabla anterior. También completa la tercer columna. Los datos del primer renglón es sólo un ejemplo.

Fuerza aplicada en N (F)	Desplazamiento en m (x)	F/x
10	0.050	
	0.100	
	0.150	
	0.200	
	0.250	
	0.300	

¿Cómo son los valores de la fuerza comparados con los de la tabla anterior? _____

¿Qué significado tiene el valor de la constante elástica? _____

Las primeras explicaciones no míticas de filósofos como Aristóteles y Séneca (300 A.C.) proponían el aire como el origen o fuente de los sismos. Estudios sobre cuerpos sometidos a esfuerzos realizados por Galileo (1600) fueron un gran aporte para el entendimiento del problema. Pero fue hasta 1660 cuando Hooke planteo una relación entre tensión y deformación (Ley de Hooke).

El desarrollo de las formulaciones de la generación y propagación de ondas de la sismología clásica se basa en la ley de Hooke de la elasticidad lineal. Haciendo consideraciones de conservación de energía se llega a relacionar las tensiones con las deformaciones a través de sólo dos parámetros elásticos que, a su vez, son constantes en el medio. Según la elasticidad de Hooke, si un cuerpo es sometido a tensión se deforma proporcionalmente a ella y si se la quita, entonces vuelve a su estado inicial. Esto es válido si las tensiones tienen valores muy por debajo de las que puede soportar un material sin romperse para deformaciones infinitesimales o

a temperaturas lo suficientemente bajas como para que el material no comience a fundirse y fluya. En casos más reales, los parámetros elásticos no serán constantes y su relación con los esfuerzos no será lineal. Y, además, al quitar la tensión, los materiales tratarán de recuperarse, pero conservarán cierta deformación residual. Se habrá pasado de la elasticidad a la inelasticidad. Deberá tenerse en cuenta también que la energía ya no se conservará como energía elástica. La fricción en la ruptura frágil o los requerimientos de los cambios de estado, por ejemplo, harán que parte de la energía elástica se transforme en calor.

A partir de las observaciones realizadas de los efectos del terremoto de San Francisco de 1906, el geofísico norteamericano Harry Fielding Reid, propuso en 1911 la teoría del rebote elástico, para explicar cómo se libera la energía durante los terremotos.

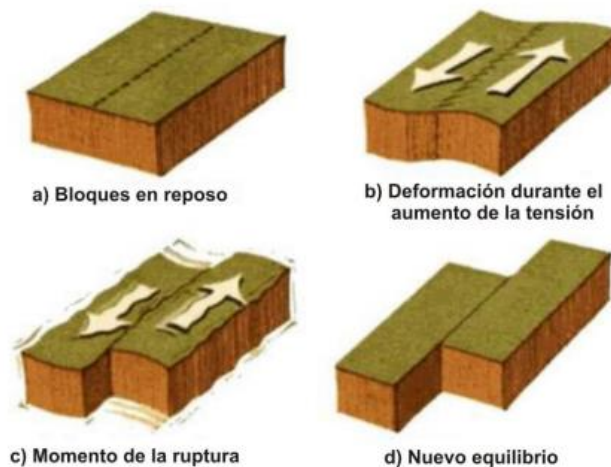


Figura 1.40. Teoría del rebote elástico. contenidos.inpres.gov.ar. (2019)

El mecanismo de Reid, figura 1.40, se muestra primero un bloque de roca en reposo, posteriormente las fuerzas tectónicas van deformando las rocas de la corteza, hasta que se produce la fractura de las rocas y la liberación brusca de la energía acumulada. Finalmente se muestra el sistema en su nuevo equilibrio. Las vibraciones percibidas como un sismo, se producen cuando las rocas deformadas vuelven elásticamente a su forma original, fenómeno conocido con el nombre de rebote elástico. La mayor parte de los terremotos se produce por esta rápida liberación de energía en los bordes de las placas.



En la siguiente dirección explican cómo obtienen el módulo de Young de una barra de silicón.

<https://www.youtube.com/watch?v=45tWcRGLMfU>

Con base en los datos que presentan en la tabla realiza la división del esfuerzo entre la deformación de la longitud para cada renglón.

¿Cómo se le llama a la división del esfuerzo longitudinal entre la deformación longitudinal? _____

Calcula el promedio de todos los datos de esta columna. Anota tus cálculos en el siguiente cuadro:

¿Cuál es el valor promedio del módulo de Young de la barra de silicón que presentan en este experimento? _____

1.5 Esfuerzos

El módulo de elasticidad K de un material, es la respuesta del material cuando sobre él actúa una fuerza que cambia su volumen (aumentando su longitud). En cambio, la deformación por cizallamiento en el que no hay cambio de volumen, pero sí de forma. El módulo de cizalla G es característico de cada material. Módulo de Rigidez Se utiliza para describir el corte, considerando el corte simple “ η ” como producto de un esfuerzo cortante, Para los líquidos “ G ” es cero, pero no cuando los fluidos son viscosos y bajo ciertas condiciones de temperatura.

Las velocidades de propagación de las ondas de cuerpo están reguladas por los módulos elásticos “ K ” y “ G ” que representan las medidas cuantitativas de la capacidad de los materiales geológicos para resistir el cambio de volumen y forma cuando se someten a cambios de esfuerzo. Las velocidades de las ondas son:

$$v_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}G}{\rho}}$$

$$v_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

En la exploración geofísica; la velocidad primaria solo depende de K y de G , mientras que la velocidad secundaria únicamente de G ; pero ambas están intrínsecamente relacionadas con la densidad del medio, ρ .



El módulo de cizalladura de un medio es 1.60×10^{10} Pa siendo las velocidades de las ondas P y S iguales a 5.5 km/s y 3 km/s, respectivamente.

- Determinar la densidad del medio.
- Determinar su módulo de elasticidad.
- Si el medio fuera agua, determinar el módulo de elasticidad sabiendo que la velocidad de propagación de la onda P es de 1.5 km/s.

Solución.

- Para determinar la densidad del medio utilizaremos.

$$v_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

Despejando:

$$\rho = \frac{G}{(v_s)^2}$$
$$\rho = \frac{1.60 \times 10^{10} Pa}{(3000 \frac{m}{s})^2} = 1777.78 \frac{kg}{m^3}$$

- Para determinar el módulo de elasticidad utilizaremos

$$v_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}G}{\rho}}$$

Despejando:

$$K = v_p^2 \rho - \frac{4}{3}G = [(5500 \frac{m}{s})^2 (1777.78 \frac{kg}{m^3})] - [(\frac{4}{3})(1.60 \times 10^{10} Pa)] = 3.24 \times 10^{10} Pa$$

- Para determinar el medio de elasticidad en el agua, tenemos que tener en cuenta que $G = 0$, y $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$. Utilizaremos la fórmula.

$$v_p = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

Despejando:

$$K = v_p^2 \rho$$
$$K = (1500 \frac{m}{s})^2 * (1000 \frac{kg}{m^3}) = 2.25 \times 10^9 Pa$$



Ejercicios

El módulo de cizalladura de un medio es 2.60×10^{10} Pa siendo las velocidades de las ondas P y S iguales a 7.5 km/s y 4.2 km/s, respectivamente. Determinar **a)** la densidad del medio, **b)** el módulo de elasticidad. Si el medio fuera agua, determinar **c)** el módulo de elasticidad sabiendo que la velocidad de propagación de la onda P es de 3 km/s.

El módulo de cizalladura de un medio es 3×10^{10} Pa siendo las velocidades de las ondas P y S iguales a 8.5 km/s y 5 km/s, respectivamente. Determinar **a)** la densidad del medio **b)** su módulo de elasticidad. Si el medio fuera agua, determinar **c)** el módulo de elasticidad sabiendo que la velocidad de propagación de la onda P es de 3.3 km/s.

Calcula las velocidades de la onda primaria y secundaria, sabiendo que la densidad del medio es 2000 kg/m^3 , el módulo de cizalladura es 2.2×10^{10} Pa y el módulo de elasticidad es 4×10^{10} Pa.

1.6 Sismógrafos

a) Oscilaciones mecánicas

Oscilador Armónico

El movimiento armónico simple es un tipo de movimiento que se repite alrededor de un punto de equilibrio y a intervalos regulares de tiempo. Se produce debido a la aparición de fuerzas recuperadoras o restauradoras, que hacen que el sistema oscile, es decir que se mueva de un lado al otro pasando por el punto de equilibrio.

El ejemplo más usual de este movimiento es el oscilador armónico, el cual es un dispositivo formado por un resorte y una masa. En equilibrio, no actúan fuerzas elásticas y el sistema no se mueve.

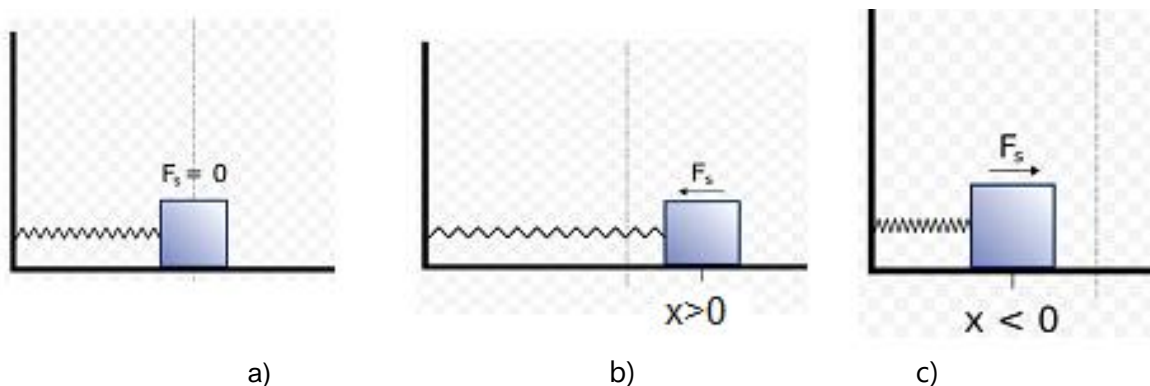


Figura 1.41. freepng.es (2019)

Al retirar el sistema de la posición de equilibrio, figura 1.41 a), ya sea estirando, figura 1.41 b) o comprimiendo, figura 1.41 c), el resorte una distancia Δx desde la posición de equilibrio, aparece una fuerza elástica

$$F = -k \Delta x$$

cuyo valor es directamente proporcional al desplazamiento y de sentido opuesto a este, es decir que intenta llevar el sistema a la posición inicial.

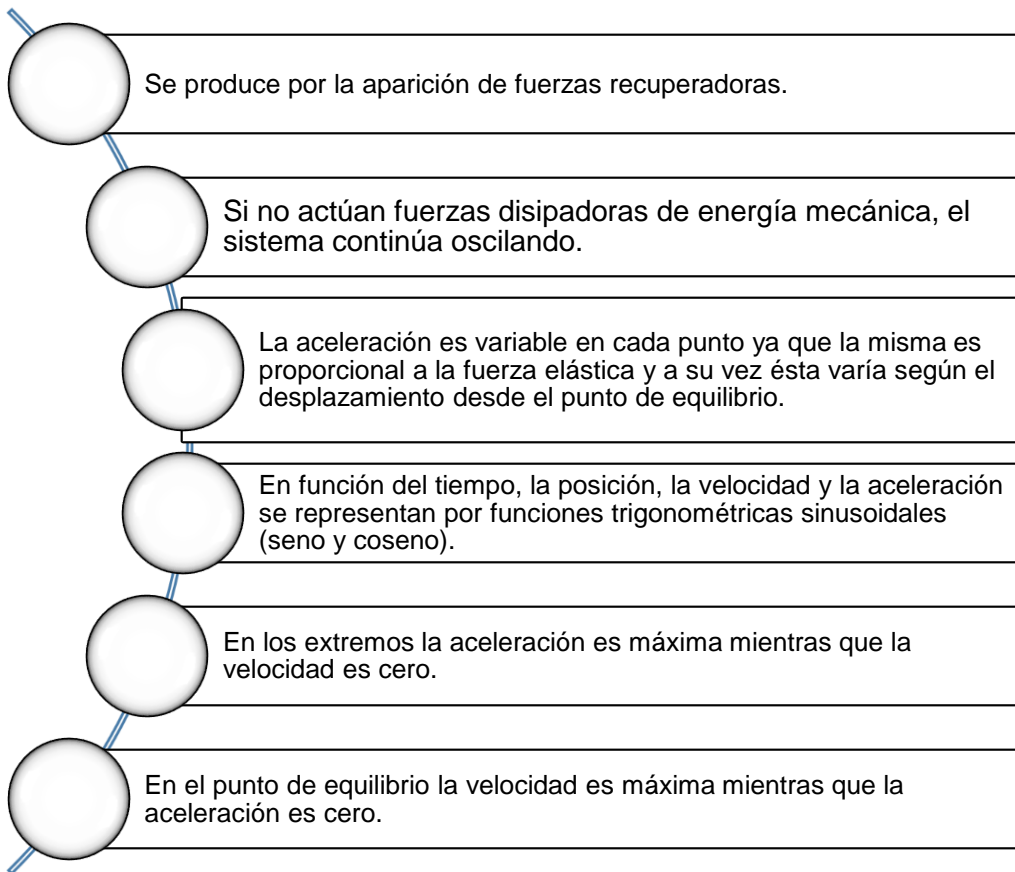
El estiramiento le aporta energía mecánica al sistema, en forma de energía potencial elástica. Si en este punto se deja en libertad al sistema, la fuerza elástica hará que la masa comience a acelerar y a moverse hacia el punto de equilibrio. La aceleración comenzará a disminuir inmediatamente después de soltarlo debido a que a medida que se acerca al punto de equilibrio el desplazamiento es menor, entonces la fuerza elástica también es menor y por la segunda ley de Newton la aceleración es proporcional a la fuerza. Sin embargo, la velocidad continuará aumentando mientras la aceleración sea mayor que cero.


Al llegar al otro extremo de su desplazamiento, nuevamente la fuerza elástica y la aceleración son máximas mientras que la velocidad es cero. A partir de este punto el cuerpo se detendrá y comenzará a moverse en sentido contrario,

acelerando hasta llegar al punto de equilibrio y a partir del punto de equilibrio disminuyendo la velocidad hasta alcanzar el otro extremo.

La fuerza elástica es una fuerza conservativa y no disipa energía mecánica. Por lo tanto, mientras no existan otras fuerzas que disipen energía mecánica el sistema continuará moviéndose de un extremo al otro.

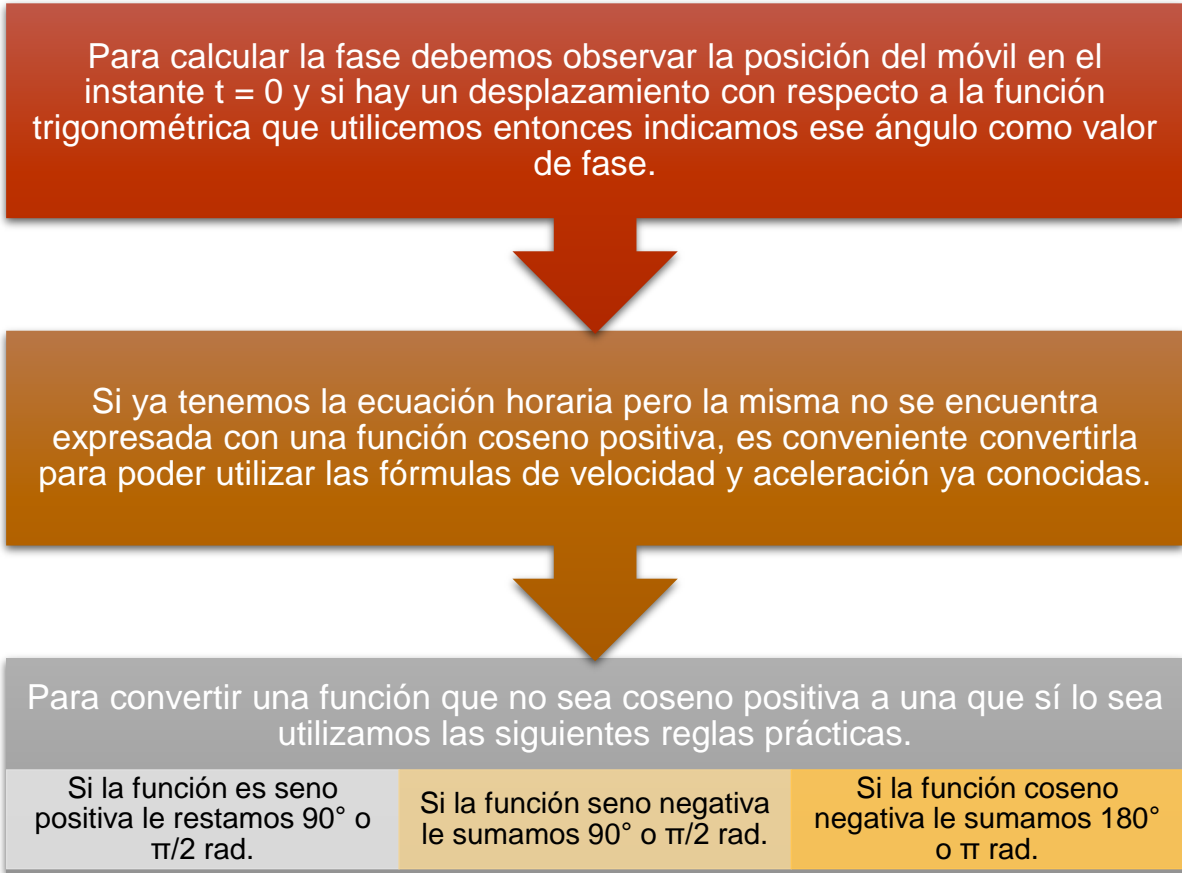
Características del M.A.S.



 Completa la siguiente tabla.

Variable	Definición	Unidades y ecuaciones (En caso de)
Amplitud (A)		
Posición (x)		
Periodo (T)		
Frecuencia (f)		
Velocidad Angular (ω)		
Fase (φ)		

Como ya te has dado cuenta en la definición que investigaste, la fase es un ángulo que nos indica la posición inicial del móvil con respecto a la función trigonométrica que utilizemos para representar esa posición, normalmente utilizamos la función coseno.



Posición en función del tiempo

$$X_{(t)} = A \cos(\omega t + \varphi)$$

Velocidad en función del tiempo es la siguiente:

$$v_{(t)} = -\omega A \operatorname{sen}(\omega t + \varphi)$$

Aceleración en función del tiempo puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$a_{(t)} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$$

La velocidad en función de la posición se calcula:

$$v_{(x)} = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$

La aceleración en función de la posición utilizamos la siguiente expresión:

$$a_{(x)} = -\omega^2 x$$

La velocidad angular en el movimiento armónico simple también se puede calcular conociendo la constante elástica del resorte (k) y la masa:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Recordemos que la velocidad angular es $2\pi f$, por lo tanto, conociendo la constante elástica y la masa podemos calcular la velocidad angular y por lo tanto también podemos calcular la frecuencia y el período.

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{y} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

La fuerza elástica es una fuerza conservativa, por lo tanto, si no actúan otras fuerzas, la energía mecánica se conserva en todo momento. La energía mecánica del oscilador está compuesta por la suma de la energía cinética y de la energía potencial elástica en un momento dado.

$$E_m = E_c + E_{pe}$$

Por lo tanto:

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

Debido a que en los extremos la velocidad es cero ($v=0$) y el desplazamiento es igual a la amplitud ($x=A$), también podemos calcular la energía mecánica en base a la amplitud y a la constante elástica.

$$E_m = \frac{1}{2}kA^2$$

Cuando el cuerpo está en los extremos (es decir cuando el desplazamiento es igual a la amplitud) toda la energía mecánica es energía potencial elástica, mientras que cuando el cuerpo pasa por el punto de equilibrio toda la energía es energía cinética.



. Un objeto describe un movimiento armónico simple cuya amplitud es de 0.4 m y su frecuencia de oscilación es de 4 Hz. En el instante inicial se encuentra en $X = 1$ m. Calcula la posición, la velocidad y la aceleración para $t = 0.30$ s.

Solución:

Necesitamos calcular la velocidad angular.

$$\omega = 2\pi f$$

Sustituyendo:

$$\omega = 2\pi(4\text{Hz}) = 8\pi \approx 25.13 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Para determinar el ángulo de fase, sabemos que en el instante $t = 0$ el móvil se encuentra en el desplazamiento máximo positivo, podemos ver que no hay desplazamiento con respecto a una función coseno, es decir que la fase es de 0 radianes.

$$\varphi = 0$$

Planteamos las ecuaciones de posición, velocidad y aceleración. No hace falta indicar la fase dentro del argumento de la función ya que la misma es 0.

Posición en función del tiempo

$$X_{(t)} = A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$X_{(t)} = 0.4 \cos\left(8\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}(0.30 \text{ s}) + 0\right) \approx 0.12\text{m}$$

Velocidad en función del tiempo es la siguiente:

$$v_{(t)} = -\omega * A * \text{sen}(\omega * t + \varphi)$$

$$v_{(t)} = -8\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}(0.4 \text{ sen})\left(8\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}(0.30 \text{ s}) + 0\right) \approx -9.56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aceleración en función del tiempo puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$a_{(t)} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$a_{(t)} = -(8\pi)^2 0.4 \cos\left(8\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}(0.30 \text{ s}) + 0\right) \approx -9.76 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Un Oscilador armónico describe un movimiento según la siguiente función:

$$x_t = 0.6 \cos\left(6\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{m}$$

Indicar la fase, velocidad angular, la frecuencia de oscilación, el periodo de oscilación, la velocidad máxima y la aceleración máxima.

Fase y velocidad angular:

$$\varphi = \frac{\pi}{4} \text{ rad}, \quad \omega = 6\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Frecuencia y periodo de oscilación:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{6\pi}{2\pi} = 3\text{Hz}, \quad T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3 \text{ Hz}} \approx 0.33 \text{ s}$$

La velocidad máxima y la aceleración máxima se calculan con sus respectivas ecuaciones. Recordemos que estas ecuaciones son similares a las de

velocidad y aceleración en función del tiempo, reemplazando por “1” a la función coseno (ya que ese es el máximo valor que esa función puede alcanzar) y expresando el resultado en forma positiva.

$$v_{m\acute{a}x} = \omega A, \quad a_{m\acute{a}x} = \omega^2 A$$

Sustituyendo:

$$v_{m\acute{a}x} = 6\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} 0.6\text{m} \approx 11.31 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_{m\acute{a}x} = \omega^2 A = \left(6\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 (0.6\text{m}) \approx 213.18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Un oscilador armónico describe un movimiento según la siguiente expresión:

$$x_t = 0.5 \text{sen} \left(3\pi t + \frac{\pi}{4} \right) \text{m}$$

Expresar la posición mediante una función coseno positiva y escribir las ecuaciones de velocidad y aceleración en función del tiempo igual a 1 s.

Solución.

Para convertir una función seno positiva en una función coseno positiva debemos restarle a la fase 45° (es decir $\pi/4$), ya que la función coseno se encuentra adelantada 45° con respecto a la función seno.

Debido a que la fase dada es $\pi/4$, la fase para la función coseno es 0.

$$x_t = 0.5 * \text{cos} (3\pi t) \text{m}$$

De la ecuación, se sabe que la amplitud, la velocidad angular y la fase valen

$$A = 0.5 \text{ m}, \quad \omega = 3\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \quad \varphi = 0$$

Por lo que:

$$v_{(t)} = -\omega A \text{sen}(\omega t + \varphi)$$

$$v_{(t)} = -3\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} 0.5\text{m} \text{sen} \left(3\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} 1\text{s} \right) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_{(t)} = -\omega^2 A \text{cos}(\omega t + \varphi)$$

$$a_{(t)} = -(3\pi)^2 0.5\text{m} \text{cos} \left(3\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} 1\text{s} \right) \approx 44.41 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Ejercicios:

Un objeto describe un movimiento armónico simple cuya amplitud es de 0.5 m y su frecuencia de oscilación es de 5 Hz. En el instante inicial se encuentra en $x = 1$ m. Para $t = 0.5$ s. Calcula la posición, la velocidad y la aceleración

Un Oscilador armónico describe un movimiento según la siguiente función:

$$x_t = 0.6 \cos \left(6\pi t - \frac{\pi}{4} \right) m$$

Llena la siguiente tabla con la información que se pide Indicar la fase velocidad angular

Fase	
Velocidad angular	
Frecuencia de oscilación	
Periodo de oscilación	
Velocidad máxima	
Aceleración máxima	

Un oscilador armónico describe un movimiento según la siguiente expresión:

$$x_t = 0.8 \text{sen} (2\pi t + \pi) m$$

Expresar la posición mediante una función coseno positiva.

Indicar

Fase	
Velocidad angular	
Amplitud	

Determinar la velocidad y aceleración en función del tiempo igual a 0.7 s.

Péndulo Simple

Cuando está sucediendo un sismo, generalmente tienes la duda si en verdad está temblando o si acaso es un pequeño mareo que te ha dado. Es evidente que no tienes un sismógrafo a la mano, sin embargo, tienes en tu entorno algunos objetos que te pueden ayudar a discernir de mejor manera si eres tú o es la Tierra.

Si estás en tu casa, probablemente el foco de una habitación o una maceta colgante en el jardín estén colgando y el sismo lo ponga en movimiento con pequeñas oscilaciones. Algo similar observó Galileo Galilei en la catedral de Pisa en Italia, al observar el movimiento de los candelabros que colgaban del techo cuando una corriente de aire perturbaba el lugar. Tanto la maceta colgante como los candelabros son péndulos simples, figura 1.42, pero ¿Qué es un péndulo simple?

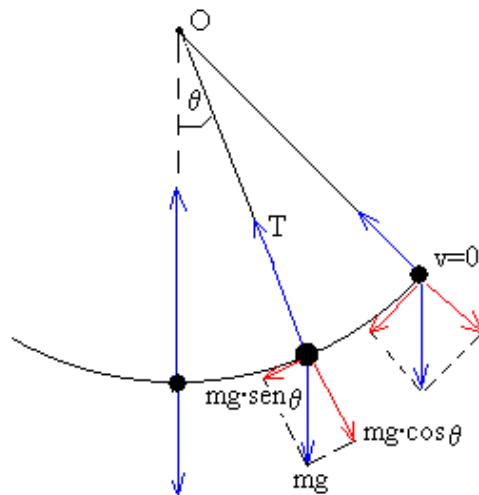


Figura 1.42. sc.ehu.es (2017)

Si un rastro de polvo cayera de la masa en movimiento en un papel, este producirá una onda senoidal como lo representa la figura 1.43.

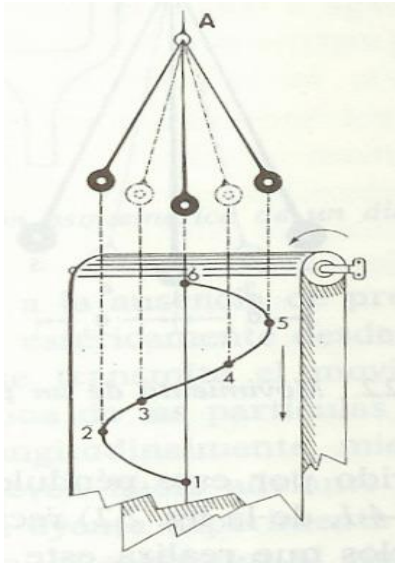


Fig 1.43. paginaspersonales.deusto.es (2017)

En consecuencia, el movimiento del péndulo simple es muy similar al de la masa de un resorte, ambos son ejemplos de _____

Para ángulos pequeños la ecuación para el periodo de un péndulo simple es:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\text{longitud del péndulo}}{\text{aceleración gravitatoria}}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$



Una masa de 2kg cuelga de una cuerda de 4.5m de longitud. ¿Cuál será el periodo de oscilación si se deja que la masa se balancee de un extremo a otro de la cuerda?

Solución:

La longitud del péndulo es $L = 4.5\text{m}$ y la aceleración gravitatoria; $g = 9.80 \text{ m/s}^2$, sustituyendo en la ecuación dada, tendremos.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{4.5m}{9.80 \text{ m/s}^2}} = 4.26 \text{ s}$$



Resuelve los siguientes ejercicios.

En el ejemplo resuelto, si la longitud se reduce a la mitad, ¿El periodo aumenta, disminuye o no cambia? ¿Qué relación existe entre la longitud y el periodo?

Para una masa de 0.350 kg cuelga de una cuerda de 2m de longitud, calcula el periodo de oscilación si se deja que la masa se balancee de un extremo a otro.

Si la masa aumenta ¿El periodo aumenta, disminuye o no cambia? ¿Qué relación existe entre la masa y el periodo?

Un reloj de péndulo fue diseñado para tardar 1 segundo en desplazarse en cada dirección, por lo que tendrá un periodo de 2 segundos. ¿Cuál debe ser su longitud?

Se desea construir un péndulo de período 10s. ¿Cuál es la longitud que debe tener para este período?

El periodo simple no dependerá de la amplitud. Recuerda cuando estabas en la primaria y en el receso ibas a los columpios con tu amigo y sabrás que la longitud de las cadenas del columpio es la misma, por lo tanto, están en igualdad de condiciones, no obstante, alguien de ustedes podría estar más alejado del suelo que la otra persona. La diferencia entre el movimiento de los dos péndulos corresponde en Física al concepto de amplitud. Se entiende por amplitud: La máxima separación del cuerpo oscilante con respecto a su posición de reposo.

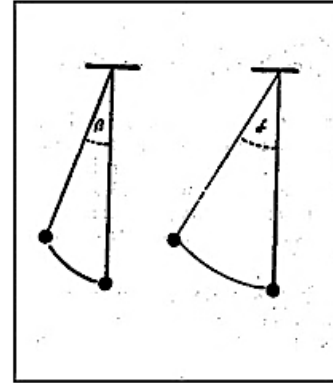


Figura 1.44.
soloformulas.com (2019)

Se debe considerar que el movimiento de balanceo es semejante a un M.A.S. es necesario que el ángulo θ sea pequeño, inferior a unos 15 grados. Y la forma de calcularlo es:

$$A = \frac{\theta\pi L}{180}$$

Como podemos asemejar el movimiento del péndulo a un M.A.S. la energía mecánica de dicho movimiento es:

$$E_m = \frac{1}{2}kA^2$$

Donde

$$k = m\omega^2 = m \frac{4\pi^2}{T^2}$$

Por tanto,

$$E_m = \frac{2\pi^2 mA^2}{T^2}$$



Una niña de 20 kg se balancea en un ángulo de 10° en un columpio, cuyas cuerdas miden 2 m. Calcular: **a)** La amplitud, **b)** El periodo de oscilación, **c)** La energía cinética de la niña y **d)** su velocidad máxima.

Solución:

$$A = \frac{\theta\pi L}{180} = \frac{10\pi 2m}{180} = 0.35m$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{9.80\text{ m/s}^2}} = 2.84s$$

$$E_m = \frac{2\pi^2 mA^2}{T^2} = \frac{2\pi^2(20\text{ kg})(0.35m)^2}{(2.84s)^2} = 6.00\text{ J}$$

Sabiendo que la $E_m = E_c$ máxima y que la E_c es igual a $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

$$v_{m\acute{a}x} = \sqrt{\frac{2 E c_{m\acute{a}x}}{m}}$$

Sustituyendo:

$$v_{m\acute{a}x} = \sqrt{\frac{2 E c_{m\acute{a}x}}{m}} = \sqrt{\frac{2 (6.00J)}{20 kg}} = 0.77 \frac{m}{s}$$



Resuelve los siguientes ejercicios.

Para una masa de 50 kg cuelga de una cuerda de 10m de longitud con un ángulo de 5°, calcula la amplitud, el periodo de oscilación, la energía mecánica y su velocidad máxima, si se deja que la masa se balancee de un extremo a otro.

Para una masa de 0.350 kg cuelga de una cuerda de 2m de longitud con un ángulo de 15°, calcula la amplitud, el periodo de oscilación, la energía mecánica y su velocidad máxima, si se deja que la masa se balancee de un extremo a otro.

Para una masa de 10 kg cuelga de una cuerda de 4.38m de longitud con un ángulo de 12°, calcula la amplitud, el periodo de oscilación, la energía mecánica y su velocidad máxima, si se deja que la masa se balancee de un extremo a otro.

Oscilador amortiguado

En términos reales en un sistema aparecen fuerzas no conservativas que disipan la energía mecánica de tal manera que las oscilaciones disminuyen su amplitud en el tiempo. Esta disminución en la amplitud se denomina amortiguamiento y el tipo de movimiento se denomina movimiento oscilatorio amortiguado, figura 1.45.

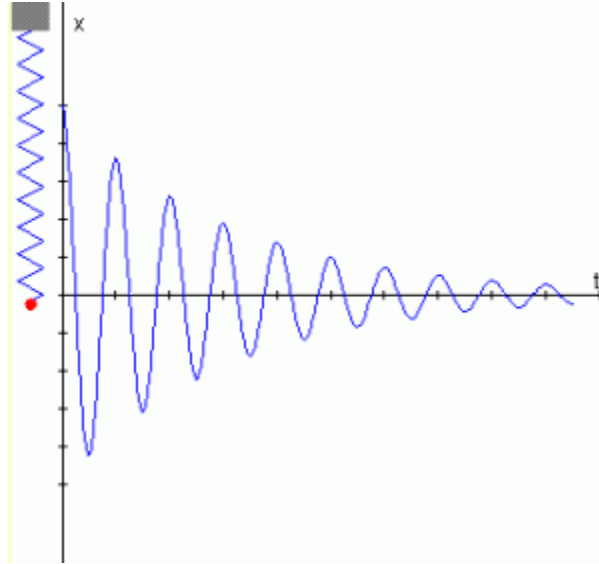


Figura 1.45. lealabelardo.wordpress.com (2019)

La situación más simple de amortiguamiento se da cuando aparece una fuerza directamente proporcional a la velocidad del cuerpo, pero de sentido contrario a la misma. Al ser una fuerza cuyo módulo depende de la velocidad decimos que es una fuerza debido a la viscosidad b

$$F = -bv$$



¿Cuál será la unidad de b ? Justifica tu respuesta. _____



. Si para una velocidad de 3 m/s la fuerza de amortiguamiento es de 2 N, entonces el coeficiente de amortiguamiento debido a la viscosidad se calcula de la siguiente forma.

Dado que:

$$F = -bv \therefore b = \frac{F}{v} = \frac{2N}{3 \frac{m}{s}} \approx 0.66 \frac{kg}{s}$$

Existen distintos tipos de oscilaciones amortiguadas, completa la siguiente tabla, averiguando en qué consiste cada tipo.

Tipo de oscilación	Definición
Amortiguada	
Sobreamortiguadas	
Críticamente amortiguadas	
Subamortiguadas	

Podemos determinar el tipo de amortiguamiento conociendo el valor de la masa, la constante elástica k , medida en N/m y el coeficiente de amortiguamiento debido a la viscosidad.

Si $b^2 > 4*k*m$ → El sistema es sobreamortiguado.

Si $b^2 = 4*k*m$ → El sistema es tiene amortiguamiento crítico.

Si $b^2 < 4*k*m$ → El sistema es subamortiguado.

En un movimiento oscilatorio amortiguado la velocidad angular (ω') puede calcularse mediante la expresión que se indica a continuación. Esta velocidad es diferente y menor a la velocidad natural del oscilador sin amortiguamiento (ω).

Donde:

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{b}{2m}\right)^2}$$

Al cociente entre el coeficiente b y el doble de la masa es la constante de amortiguamiento y se la representa por la letra γ que es un indicador del funcionamiento del oscilador la cual se mide en 1/s

$$\gamma = \frac{b}{2m}$$

De esta manera se puede saber el valor de la constante de tiempo como la inversa de la constante de amortiguamiento y por lo tanto se mide en segundos. Se representa por la letra τ .

$$\tau = \frac{1}{\gamma}$$

La amplitud del oscilador amortiguado decrece exponencialmente con el tiempo. Podemos calcularla utilizando la siguiente expresión.

$$A_t = A_0 e^{-\left(\frac{b}{2m}\right)t}$$

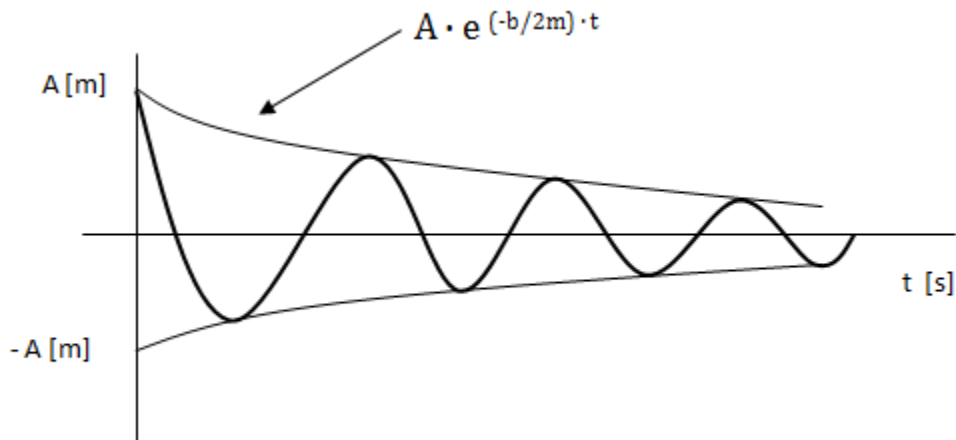


Figura 1.46. fisicapractica.com (2019)

Al mismo tiempo sabemos que la energía mecánica de un oscilador armónico depende del cuadrado de la amplitud.

$$E_m = \frac{1}{2}kA^2$$

Por lo tanto, la energía mecánica de un oscilador amortiguado en un determinado instante la podemos calcular como la energía mecánica de un oscilador armónico utilizando como amplitud la correspondiente a ese instante.

$$E_t = \frac{1}{2}kA_0^2 e^{-\left(\frac{b}{2m}\right)t}$$



. En un oscilador amortiguado, la fuerza de amortiguamiento es de 4 N cuando la velocidad es de 10 m/s. Calcular la constante de amortiguamiento debido a la viscosidad.

Solución: La constante de amortiguamiento debido a la viscosidad se define como la fuerza de amortiguamiento por unidad de velocidad. Planteamos ese cociente y realizamos la división.

$$b = \frac{F}{v} = \frac{4 \text{ N}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0.4 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$



Un oscilador amortiguado está formado por una masa de 50 g y un resorte de constante elástica $k=25$ N/m. La constante de amortiguamiento debido a la viscosidad es de 0,05 kg/s y la amplitud del movimiento es de 0,4 m. En el instante inicial el cuerpo se encuentra en la posición 0,3 m. Calcular **a)** la velocidad angular, **b)** la frecuencia y el periodo de oscilación.

Solución. Calculamos la velocidad angular utilizando la fórmula de velocidad angular para oscilaciones amortiguadas.

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{b}{2m}\right)^2}$$

$$\omega' = \sqrt{\frac{25 \frac{N}{m}}{0.05 Kg} - \left(\frac{0.05 \frac{kg}{s}}{2 * 0.05 kg}\right)^2} \approx 22.36 \frac{rad}{s}$$

Despejando para obtener la frecuencia

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{22.36 \frac{rad}{s}}{2\pi} = 3.56 \text{ Hz}$$

Para el periodo

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3.56 \text{ Hz}} = 0.28 \text{ s}$$



Una masa de 500 g se encuentra unida a un resorte de constante elástica $k = 40$ N/m y oscila de manera amortiguada. La constante de amortiguamiento debido a la viscosidad es de 0.3 kg/s. Calcular: **a)** velocidad angular, **b)** frecuencia y periodo de oscilación y **c)** el tiempo para que la amplitud decaiga a la mitad.

Solución:

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{b}{2 * m}\right)^2} = \sqrt{\frac{40 \frac{N}{m}}{0.5 Kg} - \left(\frac{0.3 \frac{kg}{s}}{2 * 0.5 kg}\right)^2} \approx 8.94 \frac{rad}{s}$$

para obtener la frecuencia

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{8.94 \frac{rad}{s}}{2\pi} = 1.42 \text{ Hz}, \quad T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1.42 \text{ Hz}} = 0.70 \text{ s}$$

Para el cálculo del tiempo en el que la amplitud decrece a la mitad planteamos la fórmula de amplitud en función del tiempo y despejamos el tiempo.

$$A_t = A_0 e^{-\left(\frac{b}{2m}\right)t}$$

La condición para la amplitud es $A_t = 0.5A_0$, entonces

$$0.5A_0 = A_0 e^{-\left(\frac{0.3 \frac{kg}{s}}{2(0.5kg)}\right)t}$$

$$0.5 = e^{-\left(\frac{0.3 \frac{kg}{s}}{2(0.5kg)}\right)t}$$

$$\ln(0.5) = \ln e^{-\left(\frac{0.3 \frac{kg}{s}}{2(0.5kg)}\right)t}$$

$$\ln(0.5) = \left(\frac{-0.3 \frac{kg}{s}}{2(0.5kg)}\right)t$$

$$t = \frac{\ln(0.5) 2(0.5kg)}{-0.3 \frac{kg}{s}} = 5.36 \text{ s}$$



Resuelve los siguientes ejercicios.

Un oscilador amortiguado está formado por una masa de 150 g y un resorte de constante elástica $k=50 \text{ N/m}$. La constante de amortiguamiento debido a la viscosidad es de $0,5 \text{ kg/s}$ y la amplitud del movimiento es de 0.8m . En el instante inicial el cuerpo se encuentra en la posición 0.25 m . Calcular **a)** velocidad angular **b)** la frecuencia y el periodo de oscilación

Una masa de 200 g se encuentra unida a un resorte de constante elástica $k = 20 \text{ N/m}$ y oscila de manera amortiguada. La constante de amortiguamiento debido a la viscosidad es de 0.5 kg/s . Calcular: **a)** velocidad angular **b)** frecuencia y período de las oscilaciones y **c)** el tiempo para que la amplitud decrezca a la mitad.

Análisis de sismogramas

El cálculo de la magnitud del Dr. Charles F. Richter demostró que, a mayor energía intrínseca de un terremoto, mayor era la "amplitud" relacionada al movimiento del suelo, a una distancia dada, ocasionado por el paso de una onda sísmica. Si bien, inicialmente su trabajo fue calculado únicamente para ciertos sismómetros específicos, y sólo para terremotos en el sur de California, los sismólogos han desarrollado factores de escala para ampliar la escala de magnitud Richter a muchos otros tipos de medición en todo tipo de sismómetros, y alrededor del mundo.

A partir de un sismograma. Se inicia con la medición de la mayor Amplitud A , de la onda sísmica del terremoto; y de la diferencia de tiempo Δt_{S-P} , entre el arribo de la onda P y la onda S. Ambos valores están relacionados por la ecuación dada por Richter:

$$ML = \log_{10} A(mm) + 3 \log_{10}(8\Delta t_{S-P}(s)) - 2.92$$



. A continuación, se muestra el sismograma perteneciente al terremoto de Pisco, Perú (Figura x5) con 600 víctimas. Determina la magnitud del sismo.

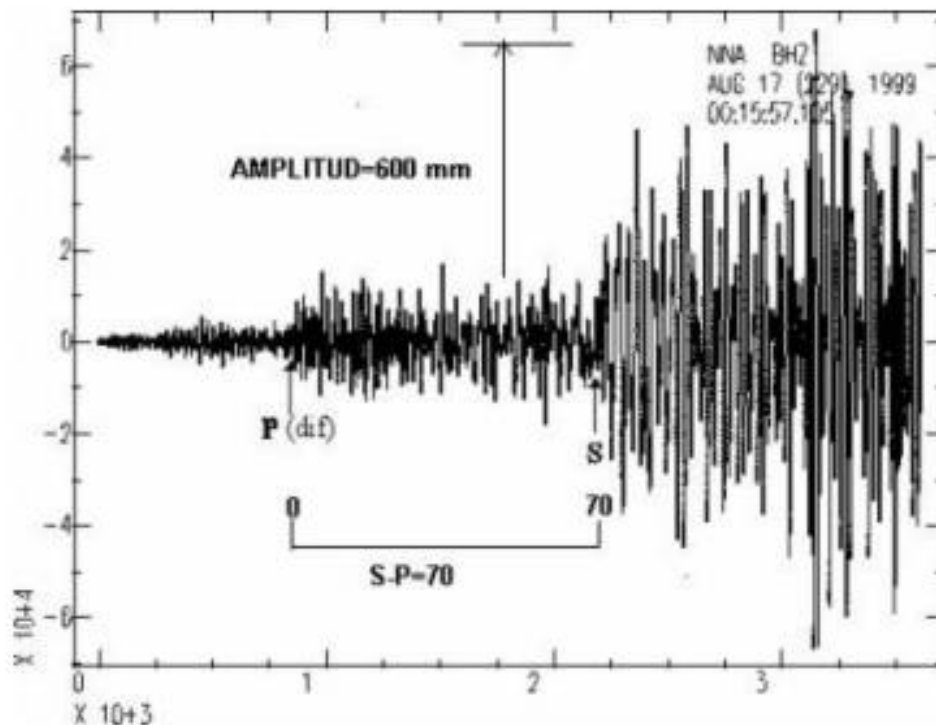


Figura 1.47. iesmanilva.es (2019)

Solución:

$$ML = \log_{10} A(mm) + 3 \log_{10}(8\Delta t_{S-P}(s)) - 2.92$$

$$ML = \log_{10} 600\text{mm} + 3 \log_{10}(8 * 70\text{s}) - 2.92$$

$$ML = 8.1$$



Resuelve el siguiente ejercicio El sismo de Nagashaki, Japón con ninguna víctima, que sólo hubo daños materiales tiene el siguiente sismograma, figura 1.48. Determina la magnitud según la Escala Richter.

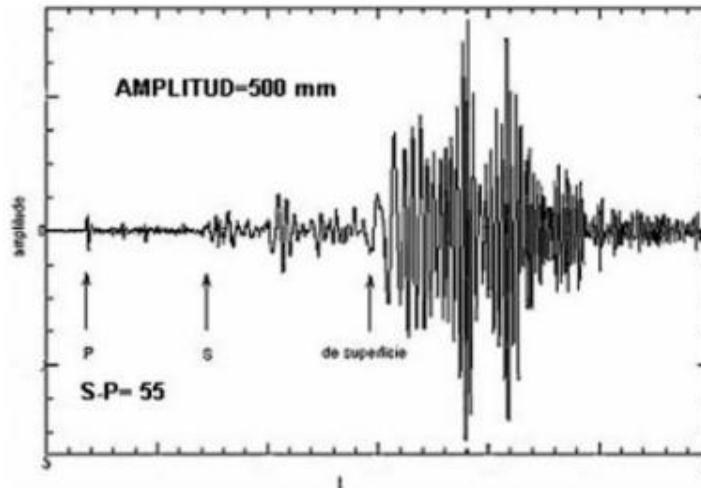


Figura 1.48. iesmanilva.es (2019)

1.7 Leyes de Newton: Estática

Leyes de Newton



Con base en los experimentos que muestran en el video que se encuentra en la siguiente página, escribe el enunciado de la **primera ley de Newton**.

<https://www.youtube.com/watch?v=6ErFlqgwiBY>



Ingresa al simulador “Fuerzas y movimiento: Fundamentos”

https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_es.html

Nos muestran un hombre que empuja un objeto. Hazle clic en aceleración. Se puede elegir el objeto cuya masa aparece anotada. Al elegir la fuerza aplicada aparece el valor de la aceleración.

Escoge un objeto cuya masa sea de 50 Kg y haz funcionar el simulador. Cambia el valor de la fuerza y con base en esto completa la siguiente tabla:

Fuerza en newtons (N)	Aceleración en (m/s ²)	F/a
2	0.04	
4		
	0.12	
8		
	0.20	
12	0.24	

Con base en los datos de la tabla anterior encuentra una ecuación que relacione la fuerza (F) y la aceleración (a). Anótala en el siguiente cuadro:

¿Los datos de la tercer columna se parecerán a algún dato que aparece en el simulador? Explica _____

Con base en el trabajo que realizaste en este simulador escribe el enunciado de la segunda ley de Newton. _____



En la siguiente dirección aparece un simulador que muestran los datos de la aceleración y masa de una persona que ha empujado una caja con ruedas. La persona se mueve en un sentido y la caja en sentido contrario.

<http://www.objetos.unam.mx/fisica/terceraLeyNewton/index.html>

Completa la siguiente tabla con base en los valores que aparecen en este experimento simulado. Utiliza la formula $F = ma$ para calcular la fuerza.

Los datos del primer renglón indican que debes realizar el experimento escogiendo una masa de 50 kg para la persona y una de 50 kg para la caja. Un segundo experimento lo realizarás escogiendo los datos del segundo renglón: 50 kg para la persona y 25 kg para la caja y así sucesivamente.

PERSONA			CAJA		
Masa en (kg)	Aceleración en (m/s ²)	Fuerza (F)	Masa de la (kg)	Aceleración (m/s ²)	Fuerza (F)
50			50		
50			25		
100			50		
100			25		

¿Cómo son los datos de la fuerza sobre la persona comparados con los de la fuerza sobre la caja? . _____

Escribe el enunciado de la tercera ley de Newton tomando como base la respuesta anterior. _____

Compara tu respuesta anterior con lo que aparece en la sección de conclusiones de este simulador. _____



El siguiente simulador se llama “Ley de equilibrio: se pueden colocar, en distintas posiciones, tres objetos sobre el brazo de una balanza: dos extinguidores de 5 kg y un bote de 10 kg <https://phet.colorado.edu/es/simulation/balancing-act>

Completa la siguiente tabla. Los números indican las posiciones donde deben estar colocados los objetos de tal manera que la balanza se encuentre en equilibrio.

Extintor 1	Extintor 2	Bote
2.0	Sin colocarlo	1.0
0.5	1.5	1.0
		1.5
0.5	1.0	

Con base en los números de la tabla anterior, escribe una ecuación que permita predecir dónde deben colocarse los objetos para que la balanza quede en equilibrio. Usa el siguiente cuadro para realizar este ejercicio. El concepto de fuerza, en su aspecto macroscópico, lo asociamos con el esfuerzo muscular que ejercemos cuando jalamos o empujamos objetos para moverlos, el de masa lo asociamos con el peso de los objetos y a veces nos confundimos creyendo que son iguales y el concepto de aceleración lo asociamos con el movimiento de “ir cada vez más rápido”.

Observando el paso de un microbús, o de un auto en movimiento, se manifiesta el concepto de velocidad. Si viajas de pie en el pasillo del micro tienes que sostenerte del tubo fijo al techo del vehículo y sientes cuando el chofer acelera o frena por la forma en que cambia la fuerza con la que te sostienes para mantener el equilibrio. (*Segunda ley de Newton*).

Sin embargo, hay momentos (intervalos de tiempo) en que tú sabes que puedes dejar de sostenerte del tubo sin que corras el peligro de caerte: 1) cuando el chofer detuvo el vehículo (velocidad cero) para que las personas bajen o suban y, 2) cuando el vehículo viaja con velocidad constante (cuando no hay variación de velocidad). Pero también sabes que en el arranque y en la frenada tienes que tomarte del tubo con bastante fuerza para no caerte.

Los intervalos de tiempo en los que hay movimiento en línea recta con velocidad constante son mucho más largos cuando viajas en el Metro y en ellos puedes comprobar que yendo de pie puedes viajar con manos libres sostenido por el piso solamente como cuando estás en reposo (*Primera ley de Newton*).

Si hay suficiente espacio en el pasillo central del micro sabes que, en las aceleradas y frenadas, abriendo el compás de tus piernas te es más fácil mantener el equilibrio y que, suponiendo que el micro viaja hacia tu derecha, cuando arranca, es tu pie izquierdo el que ejerce más fuerza sobre el piso y cuando frena es tu pie derecho el que la ejerce. (*Segunda ley de Newton*)

Si no vas de pie porque tuviste la suerte de ganar asiento, o vas en un auto, sabes que en el arranque “te irías de espalda” si el respaldo del asiento no te detuviera, es más, el respaldo no tan solo te detiene, sino que te empuja hacia delante para acelerarte igual que como lo hace el vehículo (*Segunda ley de Newton*), y no puedes negar que tú también estás empujando al respaldo en sentido contrario; si estuviera flojo, tu empuje lo podría desprender hacia atrás y te caerías de espalda. Si tú empujas al respaldo, el respaldo te empuja a ti (*Tercera ley de Newton*).

En cambio, cuando el micro frena “te vas de boca” (el efecto es mayor mientras más brusco es el frenazo) y tienes que “meter las manos” en el respaldo del asiento de enfrente para “detenerte”, o sea para frenarte como el micro (*Segunda ley de Newton*). Otra vez, el respaldo de enfrente te detiene porque a la fuerza de tus manos sobre el respaldo, hacia delante, corresponde una “reacción” empujando tus manos y tu cuerpo) hacia atrás. Esta fuerza en sentido contrario, del respaldo sobre tus manos, es la que te detiene.

Primera Ley de Newton

- 1) Un sistema inercial de referencia es aquel en el que un objeto libre de fuerzas externas o está en reposo o se mueve uniformemente en línea recta.
- 2) Si S_1 es un sistema inercial, cualesquiera otros sistemas que se muevan con velocidad constante con respecto a S_1 , también son inerciales.
- 3) Todos los sistemas inerciales son equivalentes con respecto a las leyes de la física.

El inciso 1) define al sistema de referencia inercial como aquél en el que se cumple la 1ª ley tal como la expresó Newton, el microbús es un sistema acelerado. Estos sistemas acelerados son conocidos como sistemas *no inerciales*. La primera ley advierte que solo el MRU es un movimiento sin fuerza neta, por lo tanto, cualquier objeto, en un sistema inercial, que tenga un movimiento con velocidad variable debe estar sujeto a una fuerza neta, una fuerza externa real, no equilibrada, actuando sobre él.

Todo objeto libre de fuerzas externas permanece en reposo o con movimiento uniforme en línea recta hasta que una fuerza no equilibrada modifique dichos estados de movimiento.

Segunda ley de Newton.

Las siguientes cantidades que define Newton en sus "*Principia*" son "la cantidad de materia" y "la cantidad de movimiento".

I: "*La cantidad de materia es la medida de la misma originada de su densidad y volumen conjuntamente*".

II: "*La cantidad de movimiento es la medida del mismo obtenida de la velocidad y de la cantidad de materia conjuntamente*".

En ambos casos "conjuntamente" significa multiplicación



El significado cualitativo directo de la 2ª ley de Newton es que "*para cambiar el ímpetu de un objeto es necesario aplicarle un impulso*".

Desde el punto de vista operativo, esta es la ley más importante de la dinámica newtoniana, porque su correcta aplicación permite describir el movimiento de cualquier objeto bajo la condición de saber, principalmente, el tipo de fuerza que actúa sobre él.

Para determinar el valor de la magnitud de la velocidad, es necesario, para que la 2ª ley resulte cierta, que el sistema de referencia escogido, sea un sistema en el que se cumpla la 1ª ley, es decir, **un sistema de referencia inercial** de manera que el cambio en el ímpetu sea provocado por una fuerza real de interacción.

Tercera ley de Newton.

Un sismo se produce por una interacción entre las placas tectónicas de la Tierra y provoca un movimiento de masa terrestre a través de oscilaciones en tres dimensiones; los efectos de estos movimientos en las estructuras como los edificios pueden ser importante ya que dichas oscilaciones provocan que los edificios se muevan muy rápidamente.

Imagina que un edificio que se mueve por causa de un sismo, la base del edificio se desplaza de igual forma que el terreno, pero el resto del edificio y su contenido sobre la base, experimentarán fuerzas inerciales y mientras la estructura se mueve para un lado, los muebles, libreros etc., lo harán en dirección opuesta y es cuando los elementos no estructurales pueden dañarse.

Un error común es pensar que los objetos “pesados” son más estables que los objetos “ligeros”, estas fuerzas inerciales de las que hablamos pueden causar deslizamiento o volcamiento de los objetos sin sujeción independientemente de su peso.

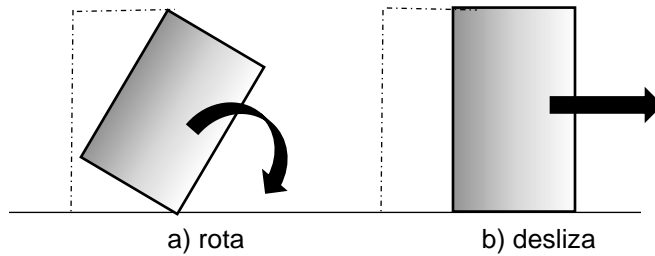


Figura 1.49

Recordemos la segunda ley de Newton $\Sigma F=ma$: la masa del edificio multiplicada por la aceleración, producida por el sismo, generan fuerzas muy grandes. Las casas y otras estructuras comunes son diseñadas para soportar sus propios pesos, normalmente pueden resistir las fuerzas verticales adicionales causadas por los movimientos verticales de los sismos. Sin embargo, las fuerzas horizontales son frecuentemente subestimadas u olvidadas durante la fase de diseño, y por eso los edificios pueden colapsarse cuando se ven sometidos a un sismo de magnitud considerable.

Equilibrio



En los siguientes enlaces puedes consultar lecturas y videos relacionados con equilibrio de fuerzas y equilibrio de torque

<http://www2.udec.cl/~jinzunza/fisica/cap6.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=qDlupqrk14U>

https://www.youtube.com/watch?v=d3G_Y6tFQQ

https://www.youtube.com/watch?v=muzR7IOM_iY

UNIDAD 2 MÁQUINAS Y MOTORES. EFICIENCIA E IMPACTO AMBIENTAL.

2.1 Motores de combustión interna

El paradigma más importante del siglo XXI tiene que ver con la conservación de la vida en el planeta como la conocemos. Siendo más específicos todo aquello que tenga una relación directa con el cambio climático, figura 2.1. ¿Has escuchado hablar de él? SI ___ NO ____. ¿A qué se deberá que el hombre se preocupe tanto por el clima, estará tan acostumbrado a temperaturas templadas que le incomoda mucho que se eleve o disminuyan unos cuantos Celsius? _____

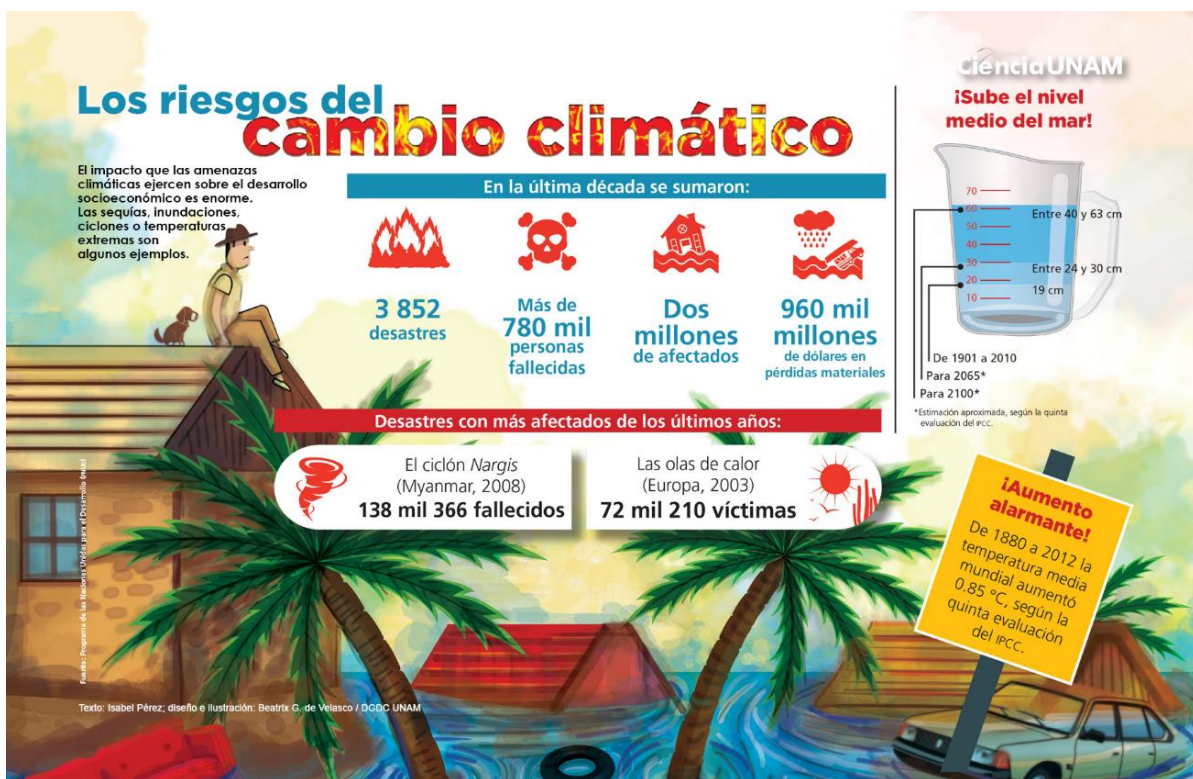


Figura 2.1. ciencia.unam.mx (2019)

Aunque te parezca curioso, el concepto de cambio climático llega a ser muy confundido, iniciando por creer que es sinónimo de Calentamiento Global o del Efecto Invernadero y hasta con Desarrollo Sustentable.



Escribe el significado que conozcas de los siguientes conceptos y contrástalo con su definición formal. Sugerencia, visita sitios de la ONU.

Término	Significado que utilizas	Definición
Cambio Climático		
Calentamiento Global		
Efecto Invernadero		
Desarrollo Sustentable		



Para comprender de mejor manera la diferencia entre términos y las consecuencias de tal situación mundial te sugerimos visualizar detenidamente, el siguiente vídeo:

https://www.youtube.com/watch?time_continue=78&v=3X-Z0kMfh4M

Constantemente se habla de los terremotos y de las erupciones volcánicas como fenómenos de absoluta desgracia; son los desastres naturales que más muertes han causado. A nivel mundial, se estima que desde 1900 a la fecha, suman más de cuatro millones de muertos. Sin embargo, estas actividades son esenciales para que haya vida sobre la Tierra, regulando la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera, un gas con efecto invernadero necesario para que un planeta sea habitable. ¿Entonces, el efecto invernadero es bueno? Sí, en la medida exacta de gases que tengan esta propiedad y se encuentren en el ambiente.

A pesar de los amplios estudios realizados con mucha seriedad científica, no se puede asegurar que el ser humano es responsable de la alteración climática de estos tiempos, se considera que la probabilidad de que dicho fenómeno sea su culpa es de 90%. Ante esto, surgen fenómenos negacionistas de alto impacto como el del presidente de EE.UU., Donald Trump quien rotundamente dice que el cambio climático es inexistente provocando una incertidumbre en un sector considerable de la población mundial. A pesar de todas las dudas que pueden existir. El análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero, que derivan en tener un problema climático, reportan ciertos detalles que es pertinente revisar, figura 2.2.

Emisiones GEI del sector energía

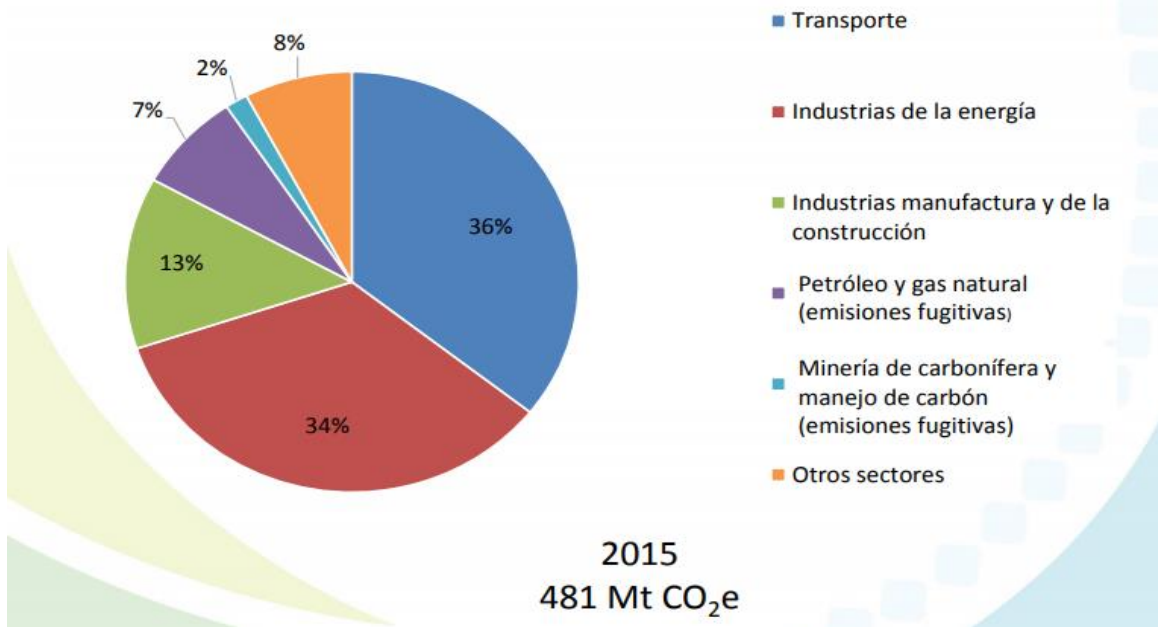


Figura 2.2. emisiones de GEI. Gob.mx/inecc (2018)

Al evolucionar tecnológicamente y por el desarrollo del uso de combustibles nos hemos enfrentado a tener mayores emisiones de gases de efecto invernadero que son señalados como culpables de este problema global. En la historia de la humanidad se han utilizado combustibles como fuente de energía. En la prehistoria se inició la quema de madera para obtener calor. Mucho tiempo después el carbón fue la mayor fuente energética para ser sustituido por el petróleo y sus derivados. Todo motor térmico utiliza la energía química almacenada en los combustibles y la transforman en energía mecánica. Según donde y como se realice la combustión, estas máquinas se clasifican en máquinas de combustión externa y máquinas de combustión interna.



Define y enumera las diferencias entre un motor de combustión externa y un motor de combustión interna. _____

Hablar específicamente de motores de combustión interna, nos dejará ante un término que no es tan fácil de definir ya que no es algo tangible, la energía, eso

que miras salir en ataques en batallas como Dragon Ball Super o Naruto pero que en el mundo real no puedes ver la transferencia de la misma. Sin embargo, la humanidad no podría entender su vida actual sin la misma.

a) Procesos termodinámicos. Isotérmico, adiabático, isométrico e isobárico

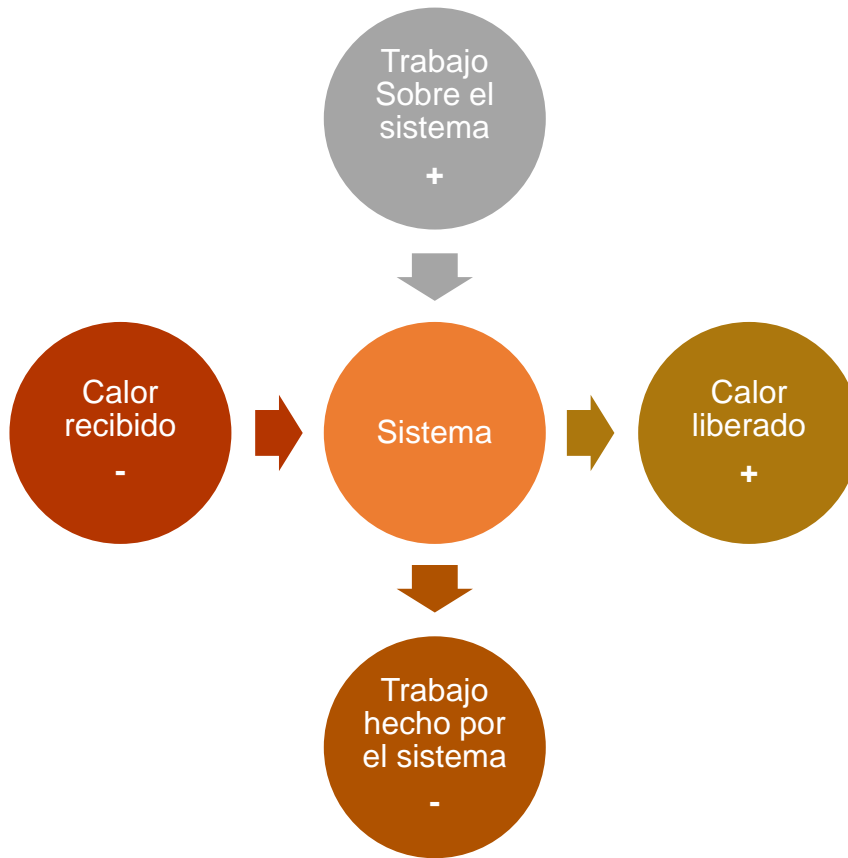
b) Leyes de la Termodinámica



Para poder continuar con este y los siguientes temas es necesario conocer y definir los siguientes conceptos:

CONCEPTO	DEFINICIÓN
Sistema	
Entorno	
Temperatura	
Presión	
Volumen	
Calor	
Trabajo	
Energía Interna	

Para diferenciar energía que entra o sale al sistema, es vital establecer un convenio de signos. A lo largo de este cuaderno se seguirá dicho acuerdo.



Trabajo positivo: Trabajo hecho por el sistema, comunica energía al entorno.

Trabajo negativo: Trabajo hecho sobre el sistema, toma energía del entorno.

Calor positivo: Calor recibido por el sistema, toma energía del entorno.

Calor negativo: Calor liberado por el sistema, se aporta energía al entorno

La termodinámica basa todo su desarrollo en las leyes que la describen. Todo proceso termodinámico cumple sus preceptos. En este tema, haremos referencia a

dos de sus leyes que constituyen la base en que se desarrollan los motores de combustión.

Primera Ley de la Termodinámica.

Los efectos locales del cambio climático en la Ciudad de México se ven reflejados en un verano muy cálido.

Después de sueños intranquilos en los que se veía convertido en cucaracha, Gregorio despierta con la piel pegajosa por el sudor, decide alistar sus cosas para después tomar un baño e ir a la escuela, apenas ha salido de su casa y una idea le da la sensación de ser un genio. Decide regresar a su casa yéndose por la sombrita para no acalorarse. Entra a su habitación, enciende un ventilador en su máximo nivel, cierra muy bien las ventanas, no se le vaya escapar el aire fresco.

Al contarle su osadía a los compañeros de la escuela estos le dicen “la temperatura será la misma”, “Ahora no podrás dormir porque estará congelado tu cuarto”. ¿Qué crees que pasará?

- a) La habitación tendrá la misma temperatura
- b) Se enfriará la habitación que deberá usar suéter, aunque sea verano.
- c) La habitación tendrá una temperatura mayor

Al llegar a la habitación, Gregorio percibe que la misma es similar a un horno. ¿Qué fue lo que pasó si su idea era genial? Hay que partir de supuestos para saber qué ocurrió. Primero, el aire se comporta como un gas ideal, y segundo, Gregorio aisló térmicamente la habitación evitando el flujo de calor entre el sistema y el entorno. Por cierto, la respuesta correcta, como te has dado cuenta, no estaba en las opciones presentadas. Siendo lo correcto: _____

La primera ley de la termodinámica nos dice: La energía no puede ser creada ni destruida, sólo transformada. Entonces, la energía que entra, menos la energía que sale es igual a la energía del sistema. Esta misma la podemos presentar de tres formas distintas, como Calor (Q), Trabajo (W) y Energía Interna (U). Esto se relaciona así

$$Q - W = \Delta U$$

Donde Calor menos trabajo es igual a la variación de la energía interna.

Para el caso de Gregorio y su habitación será lo siguiente. Ojo, es sólo para este caso. Al estar cerrada la habitación, el calor es nulo debido a que no existe transferencia de calor entre el sistema y el entorno.

$$-W = \Delta U$$

Luego entonces y por convención, el ventilador ejerce trabajo sobre el sistema, y por leyes de los signos, este sería positivo.

$$W = \Delta U$$

Por otra parte, debido a las propiedades de los gases ideales. La variación de la energía interna es igual a la masa por el calor específico por el cambio en la temperatura.

$$\Delta U = m C_e \Delta T$$

La masa y el calor específico también son positivos, por lo que la variación de temperatura también lo será.

$$\Delta T = \textit{Positiva}$$

Por lo que la temperatura final será mayor que la inicial.



Si te gusta la serie norteamericana Los Simpson recordaras el capítulo Onda de Calor, aquí un fragmento: https://www.youtube.com/watch?v=BIA_CN0APOA



Figura 2.3. pinterest.com.mx (2018)

Cabe resaltar que, por efectos del mismo calentamiento global, se sentirán mayores temperaturas, lo que implicaría un mayor consumo de corriente eléctrica para la utilización de reguladores de clima en escuelas, hogares y oficinas. Si esto sucede en un país como México cuya generación de corriente es mayormente por uso de combustibles fósiles, se estará tratando de solucionar el problema momentáneamente perjudicando más al ambiente.

La energía interna del sistema depende únicamente del estado del sistema. Mientras que la transferencia de calor o el trabajo mecánico dependen del tipo de transformación o camino seguido para ir del estado inicial al final.

Ahora recordemos un poco tus clases de etimologías grecolatinas de quinto año para poder comprender un tema de física, y este es, procesos termodinámicos isotrópicos. Iniciemos con algo muy simple, ¿recuerdas a qué se refiere el prefijo iso? _____

Cuando hablamos de procesos isotrópicos, referimos a que habrá una variable termodinámica que permanecerá constante. Ya sea el volumen, la temperatura, la presión o calor.



. Con dicha información completa la tabla.

Proceso	Variable Constante
Isotérmico	
Isobárico	
Isométrico	
Adiabático	

Proceso Isométrico o isocórico

No hay variación de volumen y no se realiza ningún trabajo, luego $W=0$ y el $Q = U$

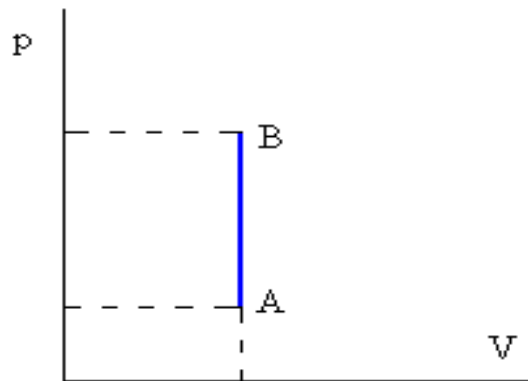


Figura 2.4. fisicalab.com (2017)

Proceso Isobárico

Aquel que la presión se mantiene constante. Si el sistema se comprime a presión constante, la variación en el volumen es negativa y el trabajo es negativo, se realiza trabajo sobre el sistema.

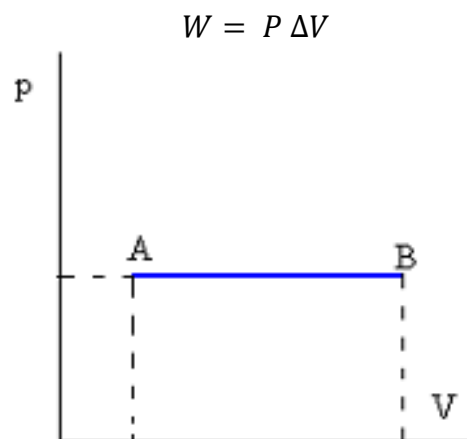


Figura 2.5 fisicalab.com (2017)

Proceso Isotérmico.

Proceso idealizado que se lleva a temperatura constante en el que el calor será igual al trabajo, por lo tanto, la energía interna será cero.

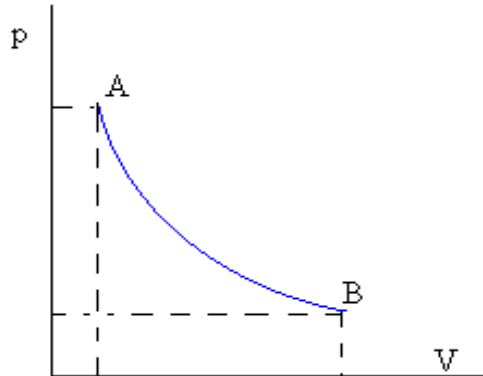


Figura 2.6. fisicalab.com (2017)

Proceso Adiabático.

Es aquel en el que no se permite el flujo de calor hacia el sistema, por lo que el cambio en la energía interna será igual al trabajo negativo.

$$\Delta U = -W$$

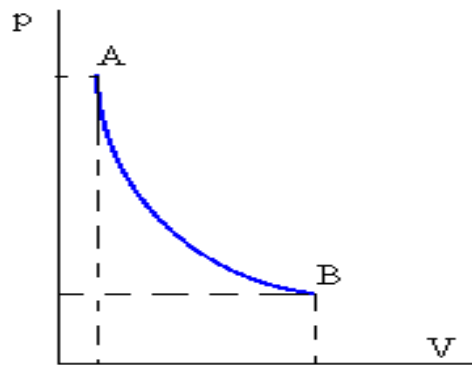


Figura 2.7. fisicalab.com (2017)



Energía Interna

Un gas a presión constante de 3 bar recibe un calor de 450 cal aumentando su volumen en 5 L. ¿Qué variación de energía interna experimenta el sistema? ¿Y cuándo disminuye su volumen en 2 L?

Solución.

Primero hay que cambiar a unidades del S.I. Recordando que 1 bar = 100 mil Pa. Y 1l = 1dm³ = 0.001 m³ y convertir las calorías a Joules.

Recordando que para un proceso isobárico $W = P \Delta V = 300,000 \text{ Pa} (0.005 \text{ m}^3)$

Convertimos calorías a Joules y usamos la primera ley de la termodinámica

$$\Delta U = Q - W = 1882.8 \text{ J} - 1500 \text{ J} = 382.8 \text{ J}$$

Segunda ley de la termodinámica

Esta surge de estudiar las máquinas térmicas, y aunque tiene distintas maneras de analizarla lo haremos solamente como la transformación íntegra en un proceso termodinámico de calor en trabajo o viceversa, es imposible. En cualquier transformación energética, siempre existen pérdidas debidas a diversos factores, rozamientos entre componentes móviles de los mecanismos, rozamientos con el aire, pérdidas debidas a la energía absorbida por los elementos resistentes a deformarse. Nos queda para analizar el concepto de rendimiento o la eficiencia.

c) Eficiencia.

Durante muchos años, el balompié ha tenido una de las batallas deportivas más interesantes y es definir quién es el mejor futbolista de la actualidad. ¿Messi o CR7? Figura 2.8.



Para responder esta pregunta, te dejamos este vídeo con la selección de sus mejores jugadas para que te sea más fácil dar tu punto de vista. <https://www.youtube.com/watch?v=ka5hxJZFaTg>

¿Quién de ellos es más eficiente? _____

Quizás eso no fue suficiente para tener un buen criterio, vayámonos al análisis de números para poder definir de mejor manera quién es el mejor futbolista de la actualidad. Las estadísticas de la Liga Española de Fútbol arrojaron que Messi hizo 26 goles en 315 intentos y Cristiano Ronaldo anotó en 32 ocasiones, pero en 413 intentos.

¿Mantienes tu respuesta? _____ Justifica. _____

La eficiencia de una máquina térmica es la tasa entre el trabajo realizado con respecto al calor absorbido. Ésta debe ser numéricamente menor que uno, recordando que el trabajo es una fracción del calor absorbido:

$$\eta = \frac{W}{Q_{abs}}$$

Sin embargo, es un criterio que podemos ocupar en algo tan simple como el fútbol.

$$\eta = \frac{\text{Goles}}{\text{Tiros a gol}}$$

Para Messi, obtenemos una eficiencia de 8.25% y para CR7 de 7.74%, bajo este criterio podemos definir que el futbolista argentino es superior al portugués.



Figura 2.8. publimetro.cl (2018)

La eficiencia energética global del motor (η_B), llamada en inglés “brake efficiency,” se define como el cociente entre el trabajo útil desarrollado por el motor y la energía del combustible, es decir, $\eta_B = W_u / (QF c)$, donde W_u es el trabajo útil por unidad de distancia, c es el combustible que se consume a lo largo de cierta distancia y QF es la energía del combustible. Hacer el mismo trabajo y consumir menos energía.

Otra manera de observar la importancia del rendimiento de los automóviles será analizando su rendimiento km/l y analizando de igual manera, la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero que se tiene en cada modelo, en otras palabras, cuál es su huella de carbono.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y la Comisión Nacional del Uso eficiente de la energía, diseñaron la siguiente tabla para conocer el rendimiento y las emisiones de cada auto que se ha vendido y se vende en México.



Complete la siguiente tabla para los 10 autos más vendidos en México, reportados en el primer trimestre del 2019

<https://www.inecc.gob.mx/ecovehiculos/ecovehiculos/index.html>

Modelo	Rendimiento combinado en km/l	Rendimiento ajustado en km/l	Emisiones de CO2 en g/km
Nissan Versa			
Nissan NP300			
Nissan March			
Chevrolet Aveo			
VW Vento			
VW Jetta			
Chevrolet Beat			
Honda CR-V			
Ford Figo			
Toyota Yaris			

Como se ha mencionado, el problema del aumento de gases de efecto invernadero se asocia con el uso de combustibles fósiles, teniendo como un factor relevante del consumo por el uso de automóviles, y definiendo al automóvil como una máquina térmica.

2.2 Máquinas térmicas

a) Ciclos de Otto, Carnot y Diésel.

A lo largo de este cuaderno, hemos hecho un recorrido por los principales *principios teóricos de la termodinámica* que nos van a servir para entender cómo funciona cualquier tipo motor, primero térmico y más adelante eléctrico de corriente continua. El objetivo es hacer un recorrido por los principales tipos de motores térmicos, analizando sus características y funcionamiento. Sin embargo y antes de pasar más adelante es imprescindible que tengas claro a que nos referimos cuando estamos hablando de una máquina de este tipo, que sepas que se entiende por motor térmico.

Un motor térmico es cualquier máquina cuya operación se basa en la repetición de un ciclo termodinámico y que tiene por objetivo transformar energía térmica en energía mecánica que se pueda utilizar para generar trabajo.

El caso más común es que el motor térmico utilice como fuente de energía térmica un combustible, en ese caso se denomina a la máquina, motor de combustión, pudiéndose establecer distintas clasificaciones dependiendo del criterio que se siga. Atendiendo al lugar en que se produce la combustión,

podremos distinguir motores de combustión interna o externa, como ya hemos visto en el tema anterior.

De acuerdo al ciclo que sigue el motor podemos distinguir:

- Motores de cuatro tiempos, así llamados debido a que un ciclo termodinámico completo de funcionamiento se puede dividir en cuatro etapas. El nombre de estas etapas es admisión, compresión, expansión y escape. Es el motor más utilizado en los automóviles.



En el siguiente vídeo, puedes ver una explicación concisa de lo mencionado, <https://www.youtube.com/watch?v=segzLXBXOFA>

- Motores de dos tiempos, en ellos el ciclo se completa en dos etapas: Admisión-compresión y expansión-escape, los ciclomotores se mueven por este tipo de motor.



De igual forma, los siguientes vídeos te serán muy útiles.

https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=e9-kRh1s18Y

https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=ZtkfqLbtkpU

El motor de gasolina es un motor alternativo, de combustión interna, con encendido por chispa, de cuatro tiempos, que convierte la energía química que contiene el combustible en energía cinética.

El proceso se inicia con la mezcla homogénea de gasolina y aire fuera de la cámara de combustión en un elemento llamado carburador (que después de los 80 se sustituyó por sistemas de inyección de combustible electrónicos, fuel injection). La mezcla obtenida se hace llegar a dicha cámara, donde es comprimida. La combustión se inicia por un sistema de encendido externo al motor (bujía) de control temporizado. En el interior del cilindro se inflama y quema la mezcla de aire y gasolina. El calor generado por la combustión provoca un incremento en la presión de los gases, previamente comprimidos originando un trabajo mecánico a través del pistón, la biela y el cigüeñal. Los gases quemados son expulsados por el tubo de escape y son sustituidos por una nueva porción de mezcla tras cada carrera de combustión, todo ello se produce según el principio de los cuatro tiempos.

Ciclo de Otto: Un ciclo Otto es una aproximación teórica al comportamiento de un motor de encendido por bujía o de explosión. Se representa en un diagrama p-V como en la figura 2.9. Siendo sus fases las siguientes:

- Admisión.
- Compresión.
- Combustión.
- Expansión.
- Escape.

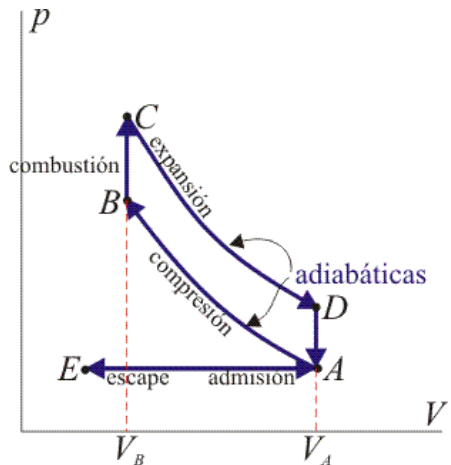


Figura 2.9. laplace.us.es (2017)

Para que se produzca un ciclo ha debido haber dos subidas y dos bajadas del pistón, por lo que recibe el nombre de motor de cuatro tiempos y el cigüeñal ha necesitado dar dos vueltas para completar un ciclo



Describe cada fase del ciclo Otto.

Fase	Relación entre presión y volumen
Admisión	
Compresión	
Expansión	
Escape	

Una vez definido, cada uno de los cuatro dibujos siguientes se corresponde con un tiempo del ciclo del motor de gasolina. Identifícalos y explica detalladamente que ocurre en cada uno de ellos

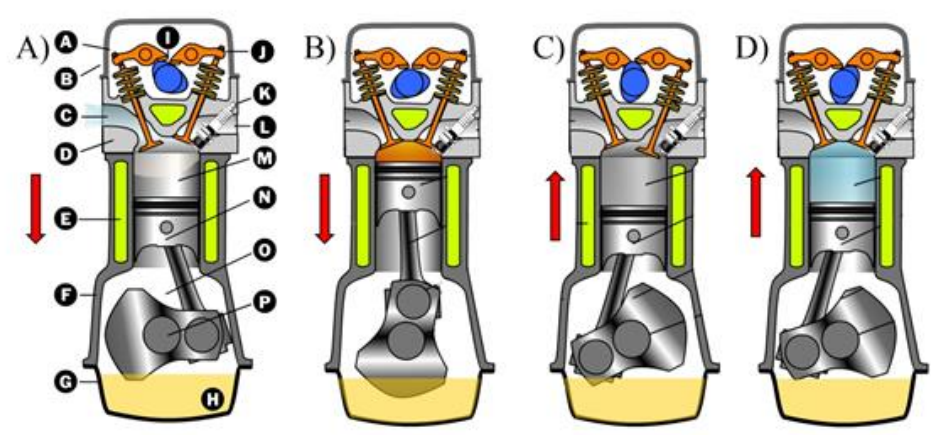


Figura 2.1. howstuffworks.com (2019)

El rendimiento en un motor de ciclo Otto, depende además del diseño mecánico del motor, de:

- La compresión, cuanto mayor sea la compresión mayor será el rendimiento térmico del motor y tanto más se aprovechará su combustible; aunque la compresión está limitada por el límite de detonación, que implica una combustión irregular de la mezcla inflamada, incluso una autocombustión, sin necesidad de chispa lo que provoca sobrecargas y posibles daños en el motor.
- Desarrollo y calidad de la combustión, depende de que el combustible y el aire se mezclen íntimamente, al objeto de que durante el tiempo que dure la combustión, el combustible se queme del modo más completo posible, para lo que también es importante que el frente de la llama avance uniformemente, tanto en el espacio como en el tiempo, hasta que se haya quemado todo el combustible.
- Mezcla de aire y combustible, El consumo de combustible depende de la proporción de la mezcla, produciéndose el consumo mínimo para una proporción denominada estequiométrica de 14,7:1, lo que quiere decir que por cada kg de combustible debemos utilizar 14,7 kg de aire, es decir por cada litro de combustible se necesitan unos 10000 litros de aire.

Ya que los automóviles funcionan la mayor parte del tiempo en un régimen de carga parcial, se diseñan para que el consumo sea mínimo en ese régimen.

Ciclo Diesel

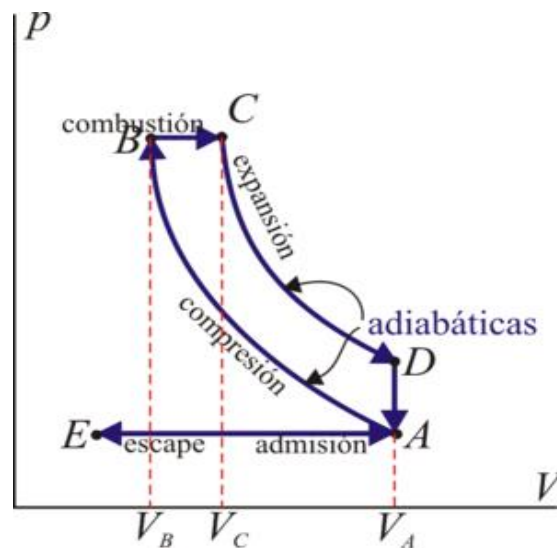
Una de las principales características de este tipo de motores es carecer de sistema de encendido. Es decir, no tienen bujías, ya que el combustible se inflama espontáneamente al ser inyectado a presión en el cilindro lleno de aire a muy alta temperatura tras haber sido comprimido. Como solo se comprime aire, la relación de compresión puede ser muy superior a la de los motores de gasolina. Un ciclo Diesel es una aproximación teórica al comportamiento de un motor de encendido por compresión. Se representa en un diagrama p-V como en la figura 2.11

Siendo sus fases las siguientes:

- Admisión E-A. El pistón desciende mientras la válvula de admisión permanece abierta, absorbiendo aire a presión constante de la atmósfera. Se representa como una línea horizontal.
- Compresión A-B. Ascende el pistón estando cerradas las válvulas de admisión y de escape, se produce la compresión del aire sin intercambio de calor, es decir es una transformación adiabática.
- Combustión B-C. Un instante antes de que el pistón alcance el PMS y hasta un poco después de que comience la carrera descendente, el inyector introduce gasoil en el cilindro produciéndose la combustión a presión constante durante

un instante de tiempo mayor que en el motor de encendido por chispa (es la diferencia más notable con el ciclo de Otto, estudiado anteriormente). Ambas válvulas se mantienen cerradas.

- Expansión C-D. La reacción química exotérmica producida en la combustión genera energía que impulsa el pistón hacia abajo, aportando trabajo al ciclo, correspondiendo esta transformación a una curva adiabática, las válvulas de admisión y de escape permanecen cerradas.
- Escape D-A y A-E. La válvula de escape se abre, el pistón prosigue su movimiento ascendente y va barriando y expulsando los gases de la combustión, cerrándose el ciclo al producirse una nueva admisión de aire cuando se cierra la válvula de escape, a continuación, se abre la de admisión



y el pistón continúa su carrera descendente.

Figura 2.11. laplace.us.wiki (2019)

Comparación entre los motores Otto y Diesel

Debido a que los motores Diesel alcanzan altos valores de presión tan elevados, son más pesados, más robustos y de mayores dimensiones que los de gasolina. Ello hace que su vida media sea significativamente más larga, aunque también son más caros.

Los motores Diesel requieren una mayor cantidad de aire en la combustión debido a que alcanzan elevados valores de presión y al método de introducción de combustible en el cilindro, los motores Diesel son más ruidosos que los motores de gasolina, produciendo un sonido muy característico.

Los motores Diesel presentan un rendimiento térmico mucho más elevado que los de gasolina. El rendimiento térmico del motor indica la eficacia del motor, se expresa como la relación entre el trabajo mecánico que obtenemos del motor y la cantidad de calor producida en la combustión. Los motores Diesel alcanzan

un rendimiento que en ningún caso supera el 45% en condiciones de trabajo óptimas, mientras que los de gasolina tienen un rendimiento aún más pobre, no alcanzando valores del 35%. Esto es la relación entre la energía útil (o energía obtenida) y la energía consumida (o energía suministrada). También se puede definir como la relación entre el trabajo útil obtenido con el funcionamiento de la máquina y el trabajo consumido por la máquina.

Para que nos entendamos mejor, un coche será tanto más eficiente, cuanto menos energía consuma para realizar el mismo trabajo, en este caso, moverse una distancia de 100 km. Así que lo mejor para ver si tal o cual coche es más eficiente, es ver cuál es su consumo real de energía. Para que la comparativa sea lo más correcta posible, deberíamos de tomar el mismo coche con diferentes motores, con el mismo diseño y aerodinámica, la misma masa, los mismos neumáticos, y realizar una prueba de conducción real en el mismo trayecto o circuito, con las mismas condiciones de tráfico y meteorología.



Para este ejemplo que resolveremos, utilizaremos el Renault Fluence



Figura 2.11 Renault Fluence, motor de combustión interna

Analicemos algunas características importantes

- Un litro de gasolina tiene una energía de entre 32.18 MJ y 34.78 MJ.
- Un litro de gasóleo (diésel) tiene una energía de entre 35.86 MJ y 38.65 MJ.

No se puede dar una cifra exacta porque no todas las gasolinas ni gasóleos son iguales, la densidad de la gasolina y la densidad del gasóleo no son idénticas en todas partes, y varían ligeramente, variando por tanto la cantidad de energía que acumula ese litro de carburante.

Veamos lo que consume cada versión

Como se puntualizó antes, para intentar que las condiciones sean lo más parecidas posibles, vamos a comparar los consumos de un mismo modelo de coche. Este experimento se realizó en Lisboa, Portugal para comparar y comprobar

el consumo real de un Renault Fluence de gasolina y con un Fluence diésel. Se consideraron consumos lo más reales posibles, y no los teóricos.

- Renault Fluence gasolina 1.6 16 v 110 CV, consume: 7,6 l/100 km.
- Renault Fluence diésel 1.5 dCi 110 CV, consume: 5,7 l/100 km

Calcula en MJ el consume energético de los motores para recorrer 100 km.

Comparemos la energía consumida por cada uno

- Renault Fluence gasolina: 7,6 l/100 km equivalen a _____
- Renault Fluence diésel: 5,7 l/100 km equivalen a _____

¿Cuál es el coche más eficiente de acuerdo con su tipo de motor?

Al tomar en cuenta que es termodinámicamente imposible obtener eficiencias de 100%, y basados en datos experimentales que demuestran la baja eficiencia de las máquinas térmicas, se considera la posibilidad de que la magnitud de calor residual generado hacia la atmósfera puede superar la magnitud de calor que la atmósfera libera hacia las fronteras del planeta; causando un efecto gradiente de calor.



Francisco quiere saber cuánta energía gastó su automóvil durante un año, y a su vez, quiere saber cuál fue su huella de carbono por el uso de este, para lo cual registró que, al 1 de enero de 2017, su auto, un Chevrolet Aveo tenía un kilometraje inicial de 17,500 y el 31 de diciembre del mismo año, presentó un valor de 42,100 km. Dado que usó carretera y anduvo en ciudad, considere un rendimiento combinado para calcular lo siguiente

- i) Cuántos litros requirió para que su auto realizará ese recorrido.
- ii) Cuánta energía en forma de calor se le suministró al automóvil.
- iii) Considere que la eficiencia global del motor, es decir, la cantidad de calor que se ocupó para que hiciera tal recorrido fue del 10.5 % ¿Cuánto trabajo se ejerció en las llantas?
- iv) Por dicho recorrido, cuál fue su aportación de CO₂ a la atmósfera.
- v) ¿Utilizar un auto de mejor rendimiento hubiera tenido una menor huella de carbono? Justifique su respuesta ejemplificando.

Teoría Cinética Molecular

La vis viva² fue una teoría científica obsoleta que sirvió como una primitiva y limitada formulación del principio de conservación de la energía. Fue la primera descripción de lo que ahora se llama energía cinética o de la energía relacionada con los movimientos sensibles. Propuesta por Leibniz en el período 1676-1689, la teoría fue polémica, ya que parecía oponerse a la mecánica clásica de Isaac Newton con la conservación del momento. Las dos teorías ahora se entienden que son complementarias.

² Vis viva que en latín significa, fuerza viva.

El análisis de la materia en términos de átomos en continuo movimiento aleatorio se llama **teoría cinética**. Luego entonces, las propiedades de un gas desde el punto de vista de la teoría cinética se basan en las leyes de Newton. Sin embargo, aplicar las leyes de Newton a cada una del gran número de moléculas en un gas a PTE³ está más allá de la capacidad de cualquier computadora actual. En lugar de ello se emplea un enfoque estadístico y se determinan los promedios de ciertas cantidades, y se considera que tales promedios corresponden a variables macroscópicas.

Se hacen las siguientes suposiciones en torno a las moléculas de un gas. Aunque todas suposiciones reflejan una visión simple de un gas.

- Existen un gran número de moléculas, N . cada una con masa m . que se mueven en direcciones aleatorias con diferente rapidez. Esta suposición está en concordancia con la observación de que un gas llena su contenedor y, en el caso del aire de la Tierra, sólo la fuerza de gravedad evita que escape.
- Las moléculas están, en promedio, bastante separadas unas de otras. Esto es, su separación promedio, es mucho mayor que el diámetro de cada molécula.
- Se supone que las moléculas obedecen las leyes de la mecánica clásica y se supone que interactúan una con otra sólo cuando chocan. Aunque las moléculas ejercen mutuamente fuerzas atractivas débiles entre colisiones, la energía potencial asociada con esas fuerzas es pequeña en comparación con la energía cinética, y por el momento se le ignora.
- Las colisiones con otra molécula o la pared del contenedor se suponen perfectamente elásticas, como las colisiones de las bolas de billar perfectamente elásticas. Se supone que las colisiones son de muy corta duración comparadas con el tiempo entre colisiones. Entonces es posible ignorar la energía potencial asociada con las colisiones en comparación con la energía cinética entre colisiones.

Determinando que la energía cinética en una molécula de gas ideal se representa como:

$$\overline{KE} = \frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{3}{2} kT$$

Y esto nos da una deducción de la temperatura relacionada con la energía cinética, y esta es que **la energía cinética de traslación promedio de las moléculas en movimiento aleatorio en un gas ideal es directamente proporcional a la temperatura absoluta del gas.**

³ PTE se refiere a las condiciones estándar donde la temperatura es 273K y la presión de 101.3kPa

Cuanto más elevada sea la temperatura, de acuerdo con la teoría cinética, más rápido se mueven las moléculas en promedio. Esta relación es uno de los triunfos de la energía cinética.

La energía interna como la energía asociada con el movimiento aleatorio y desordenado de las moléculas. Está en una escala separada de la energía macroscópica ordenada, que se asocia con los objetos en movimiento. Se refiere a la energía microscópica invisible de la escala atómica y molecular.

$$\Delta U = U_f - U_i$$

La energía interna de un gas ideal se calculará de n moles de un gas monoatómico (un átomo por molécula) ideal. La energía interna, representada con U , es la suma de las energías de traslación de todos los átomos. Y se representa:

$$U = \frac{3}{2} N k T$$

O

$$U = \frac{3}{2} n R T$$

El número 3 en la ecuación se debe al grado de libertad para moverse en los tres ejes. Para un gas diatómico el grado de libertad será 5, por lo que la representación de la energía interna de un gas diatómico será:

$$U = \frac{5}{2} N k T$$

O

$$U = \frac{5}{2} n R T$$

Para un gas poliatómico el grado de libertad será 7, por lo que la representación de la energía interna de un gas diatómico será:

$$U = \frac{7}{2} N k T$$

O

$$U = \frac{7}{2} n R T$$



Completa la siguiente tabla de acuerdo con su clasificación como monoatómicos, diatómicos o poliatómicos indicando sus grados de libertad

Gas	Grados de libertad
Helio	
Oxígeno	
Dióxido de Carbono	
Nitrógeno	
Vapor de Agua	
Metano	
Óxido Nitroso	
Ozono	
Hexafloruro de Azufre	

La energía interna de un gas depende del número de mol y de la temperatura.



En un motor, 0,19 moles de un gas monoatómico ideal en el cilindro se expanden rápida y adiabáticamente contra el pistón. En el proceso, la temperatura del gas desciende de 1150 K a 400 K. ¿Cuál es el cambio de la energía interna? Planteamiento.

Se determinará $\Delta U = U_f - U_i$ para el gas monoatómico ideal:

$$\Delta U = U_f - U_i = \frac{3}{2} n R (T_f - T_i)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (0.19 \text{ mol}) \left(8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right) (400 \text{ K} - 1150 \text{ K})$$

$$\Delta U = - 2300 \text{ J}$$



Un globo de Helio tiene una masa de 2.5 gramos a una temperatura ambiente de 19°C, ¿cuál será la energía interna en el globo de Helio? Considera el Helio como un gas ideal

Planteamiento:

Primero se va determinar el número de mol con $n(\text{mol}) = \frac{\text{masa (gramos)}}{\text{masa molecular } (\frac{\text{g}}{\text{mol}})}$ y con base en una tabla periódica de elementos, sabemos que masa molecular del Helio es de 4 g/mol. Por lo tanto.

$$n(\text{mol}) = \frac{2.5 (\text{gramos})}{4 (\frac{\text{g}}{\text{mol}})} = 0.625 \text{ mol}$$

Ahora tenemos los valores necesarios para determinar la energía interna recordando que la temperatura debe ser absoluta y que 19°C son 292.15 K.

$$U = \frac{3}{2} n R T = \frac{3}{2} (0.625 \text{ mol}) \left(8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right) (292.15 \text{ K}) = 2277.12 \text{ J}$$

2.3 Motores eléctricos



Revisa cuidadosamente el video “Misión a Marte del Robot Curiosity a la superficie marciana” que puedes encontrar en

https://www.youtube.com/watch?v=L_bJp2fWnp0

¿Cómo se puede mover el brazo de la cámara del curiosity? _____

¿Cómo se puede desplazar el Curiosity en Marte? _____

¿De dónde obtiene la energía el robot Curiosity para desplazarse girar taladrar etc.? _____



En la página <http://www.motoresdc.es/el-motor-dc-en-el-robot-curiosity/>, se puede encontrar una descripción del Discovery. Un resumen de ésta es el siguiente:

El robot Curiosity aterrizó en Marte el 6 de agosto de 2012, este robot de unos tres metros de largo, dos metros de altura, es capaz de alcanzar una velocidad de 200 metros por hora. El robot puede funcionar sin energía solar ya que la energía que utiliza la obtiene de una batería nuclear que tiene alrededor de diez años de autonomía.

Uno de los objetivos del Curiosity es explorar el cráter marciano Gale buscando signos de vida, para lo cual cuenta con diversos equipos, entre los que se encuentran: un cromatógrafo de gases que le ayudará a descubrir compuestos orgánicos, un espectrógrafo que analizará la composición de las rocas recogidas mediante un largo brazo robótico de dos metros, y una fuente de neutrones que buscará oxígeno en la superficie. Pero ¿cómo es posible que el Curiosity pueda funcionar en la superficie marciana?

Pues bien, cada una de sus seis ruedas cuenta con un motor de corriente continua independiente, así también las dos ruedas frontales y traseras tienen motores de corriente continua direccionales individuales, lo que le permite al robot realizar giros de 360 grados y superar obstáculos de 75 centímetros de altura. El *Curiosity* lleva motores de corriente directa y motores brushless (motores sin escobillas), Una imagen se muestra en la figura 2.12.

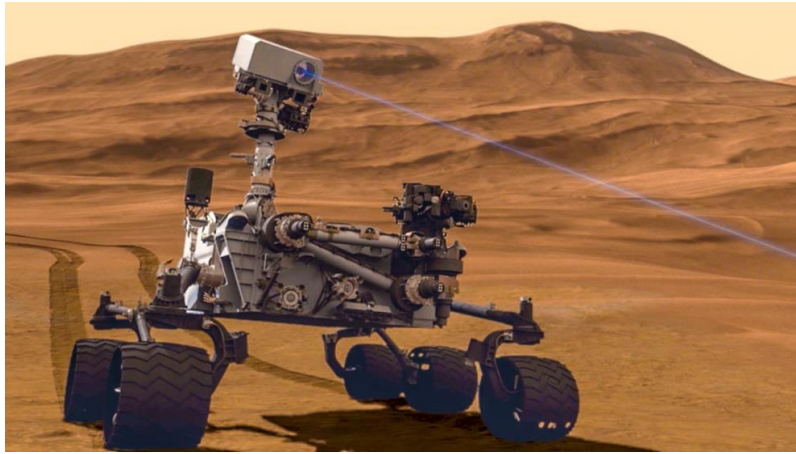


Figura 2.12. sciencemag.org (2013)

Los motores sin escobillas contribuyen al éxito de distintas misiones espaciales, por ejemplo, para mover paneles solares que siempre deben apuntar hacia el Sol. Los motores de corriente directa también están presentes en satélites de exploración cerca de la Tierra, en el que los motores de corriente continua se utilizan en caso de emergencia para controlar y asegurar las válvulas de combustible.

En general los motores eléctricos son de suma importancia en la actualidad, se utilizan para llevar a cabo investigaciones espaciales, en la cocina a la hora de preparar un licuado y así tener energía para llevar a cabo las actividades escolares, también se construyen dispositivos para transporte, los cuales tienen algunas ventajas: 1) Reducir hasta llegar a cero, la importación de gasolinas, en un país petrolero como es México. 2) Empezar a construir seriamente y con un objetivo concreto plantas termosolares y fotovoltaicas en México, lo que se traducirá en colaborar para mitigar el cambio climático global que, aunque algunas personas no lo crean sí existe. 3) Reducir a cero la contaminación de las grandes ciudades mexicanas (hay que señalar que los transportes de gas sí contaminan, aunque sea 60 por ciento menos que los de gasolina). 4) Emplear poco a poco con mayor inteligencia nuestras reservas de petróleo y gas. 5) Empezar a utilizar transportes más eficientes.

Un motor eléctrico es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, por medio de la interacción de los campos magnéticos generados en bobinas.

Campo magnético

Experimentalmente se demuestra que una partícula cargada inmóvil no interactúa con un campo magnético estático. Sin embargo, cuando se mueve a través de un campo magnético, una partícula experimenta una fuerza magnética. Al igual como se define el campo eléctrico en un punto determinado del espacio, como la fuerza eléctrica por unidad de carga que actúa sobre una carga de prueba colocada en ese

punto, se pueden describir las propiedades del campo magnético, en un punto determinado, en términos de la fuerza magnética que se ejerce sobre una carga de prueba en ese punto.

Consideremos una carga q que se desplaza con una velocidad \vec{v} en un punto del espacio, en el cual existe un campo magnético \vec{B} , el ángulo entre la velocidad y el campo magnético es θ , como se muestra en la figura 2.13

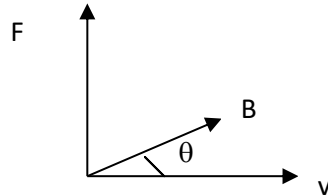


Figura 2.13 Una carga eléctrica en movimiento interactúa con un campo magnético.

Se encuentra que la intensidad de la fuerza magnética \vec{F} sobre la partícula es proporcional a la magnitud de la carga, a la magnitud de la velocidad, a la intensidad del campo magnético y al $\text{sen}\theta$. Esto lo podemos escribir como

$$F = qvB\text{sen}\theta$$

Los experimentos muestran que la dirección de la fuerza magnética es siempre perpendicular a v y también a B . Para determinar la dirección de la fuerza se emplea la regla de la mano derecha, que se puede describir como sigue:

Se mantiene la mano derecha abierta y se coloca el dedo pulgar en la dirección de la velocidad, los demás dedos en la dirección del campo magnético. La dirección de la fuerza, que se ejerce sobre una carga positiva apunta hacia afuera de la mano, como se ilustra en la figura 2.14.

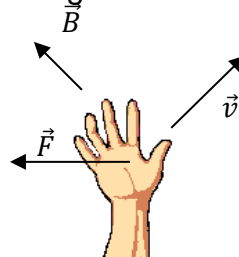


Figura 2.14. La fuerza magnética es perpendicular tanto a la velocidad como al campo magnético.

La expresión para la fuerza permite definir la magnitud del campo magnético como

$$B = \frac{F}{qv\text{sen}\theta},$$

y de aquí se puede definir también la unidad para el campo magnético. En el sistema internacional, F se mide en newtons, q en coulombs y v en metros por segundo, de modo que $[B] = \frac{N}{C\frac{m}{s}}$. A esta unidad se le llama tesla (T).

Otra unidad que se utiliza, para medir el campo eléctrico es el gauss (G), y la relación entre ambas es $1 T = 10^4 G$.

Los motores emplean el momento de torsión que un circuito con corriente experimenta cuando está colocado en un campo magnético. Para mostrar cómo se origina este momento de torsión considérese la espira por la que circula una corriente que se encuentra dentro de un campo magnético, como se muestra en la figura 4.

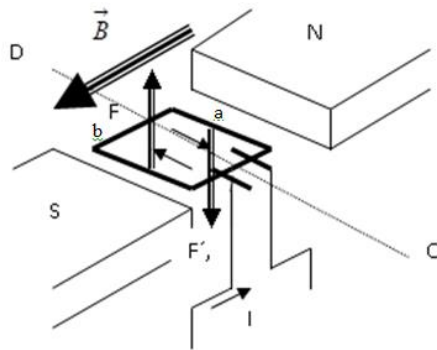


Figura 2.15. La espira rota con cierta rapidez cuando se hace circular una corriente por ella.

Cuando circula una corriente I por la espira, aparece una fuerza F sobre cada lado, conocida como fuerza de Lorentz. La dirección de esta fuerza se encuentra con la regla de la mano derecha. Como se puede observar en la figura sólo dos fuerzas producen un momento de torsión en torno al eje de rotación, cuando el plano de la bobina no es perpendicular al campo del imán. Obteniéndose un momento de torsión máximo cuando las líneas del campo magnético B están sobre el plano de la espira, ya que en este caso el brazo de palanca será máximo.

Para obtener una expresión para el momento de torsión τ sobre la espira, se observa que las longitudes de los lados de la espira, por las que circula una corriente I , son a y b y la fuerza F sobre cada uno de los lados de longitud a son iguales y opuestas de magnitud

$$F = BIa \sin \theta,$$

donde θ es el ángulo que forman los lados de longitud a con el campo magnético.

Cada una de las dos fuerzas F genera un momento de torsión τ que tiende a hacer girar la espira en el sentido de las manecillas del reloj. El momento de torsión producido por cada una de estas fuerzas es $BIa \frac{b}{2} \sin \theta$ y el momento de torsión sobre la espira corresponde a

$$\tau = BIab \sin \theta.$$

Al arreglo formado por N espiras bien agrupadas se le conoce como bobina. Cuando se coloca esta bobina en un campo magnético se tiene un motor eléctrico, como el que se muestra en la figura 2.16.

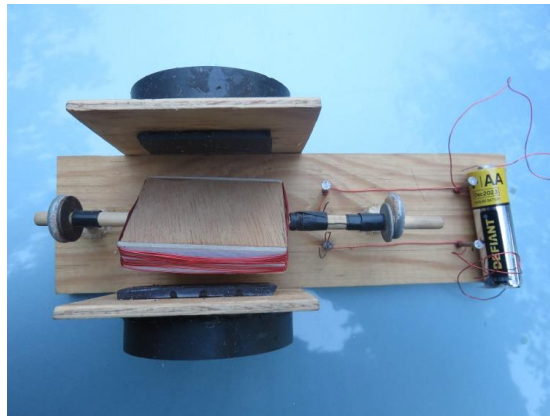


Figura 2.16. Cuando se hace circular una corriente por la bobina, ésta tiende a girar.

El momento de torsión sobre la bobina será entonces

$$\tau = (ab)(NI)(B\text{sen}\theta).$$

Como se puede observar $A = ab$ es el área de la bobina por lo que la ecuación anterior se puede escribir también como

$$\tau = A(NI)(B\text{sen}\theta)$$

Esta expresión vale para todas las bobinas planas. Puesto que NI es la corriente que circula por la bobina y a la cantidad AI se le define como el momento magnético μ , de modo que

$$\mu = AI.$$



Contesta las siguientes preguntas

Explica en qué consiste la regla de la mano derecha _____

Explica cómo se calcula la fuerza sobre un conductor cuando se coloca dentro de un campo magnético por el que circula una corriente, haz un dibujo. _____

Diez espiras rectangulares de 5.5 cm por 4.5 cm está colocada de modo que su plano sea paralelo a un campo magnético de $10^{-2}T$. ¿Cuál es el momento de torsión resultante si la bobina conduce una corriente de 1 A?



Puedes consultar la página

<https://sites.google.com/site/fisicacbtis162/services/3-2-4-fuerza-y-momento-de-torsion-de-un-campo-magnetico>

Voltaje corriente resistencia Circuitos

Cuando se hace una conexión eléctrica en las casas, la compañía de luz usualmente, coloca por lo menos dos alambres en cada casa para proporcionar una diferencia de potencial de 120 V. Estos cables o alambres deben transportar una corriente alta sin calentarse ¿cuáles son las características de estos alambres? Estos alambres deben ser gruesos (diámetro grande) ya que la resistencia es proporcional a la sección transversal del alambre.

Los alambres en las casas pueden transportar una corriente de alrededor de 20 A sin que se calienten demasiado. A pesar de esto es necesario colocar un fusible en serie con el alambre para protegerse de corrientes altas ¿por qué razón el fusible protege de corrientes altas?

Un circuito de casa consta de dos alambres paralelos colocados por las diferentes habitaciones y conectados a la fuente de 120 V, proporcionados por la compañía de luz.

Por otra parte, es importante destacar que una casa que tenga muchos aparatos eléctricos debe tener más de un circuito. De hecho, todas tienen varios circuitos separados con fusibles, como los que dibujaste en la página 110. Cada uno de estos circuitos inicia en los alambres de entrada a la casa y se distribuyen por los diferentes lugares de ésta.

Diferencia de potencial tensión o voltaje

La diferencia de potencial, tensión o voltaje entre dos puntos A y B se define como el trabajo requerido para llevar una carga de prueba positiva unitaria de A a B , es decir, el trabajo por unidad de carga.

La unidad para la diferencia de potencial es, de acuerdo a la definición unidades de trabajo entre unidades de carga, en el sistema internacional $\frac{J}{C}$, unidad conocida como volt (V).

Corriente eléctrica

La intensidad de corriente (i) se define como la cantidad de (q) que pasa por la sección transversal de un conductor en la unidad de tiempo (t), esto es

$$i = \frac{q}{t}$$

La unidad de corriente en el Sistema internacional es un coulomb sobre segundo, unidad conocida como ampere (A)



Contesta las siguientes preguntas

¿Cuándo se conectan varias resistencias en serie cambia la corriente total en el circuito? _____ ¿Por qué? _____

Dibuja un circuito en paralelo y calcula la resistencia equivalente

¿Por qué razón no es recomendable conectar muchos dispositivos a un contacto?

Haz un dibujo de un circuito en una casa, donde los focos serán las resistencias.

Cuando se tienen muchas fuentes es necesario utilizar las leyes de Kirchhoff para determinar las corrientes en cada elemento del circuito.



Revisa el video “Leyes de Kirchhoff. Curso de Electricidad-Clase 14”, en:

https://www.youtube.com/watch?v=Ni37_i656RI

b) Magnetismo y ley de Inducción de Faraday



Revisa el video: <https://www.youtube.com/watch?v=2bH36yGL58s>

El documental completo se encuentra en la página

<https://www.youtube.com/watch?v=68cCdp-ZITQ&feature=youtu.be>

Menciona los conceptos más importantes a que hace referencia el video. _____

De acuerdo al video ¿qué es lo que hace habitable a la ciudad de Las Vegas? ____

¿Cuáles son las fuentes de energía para la ciudad de Las Vegas? _____

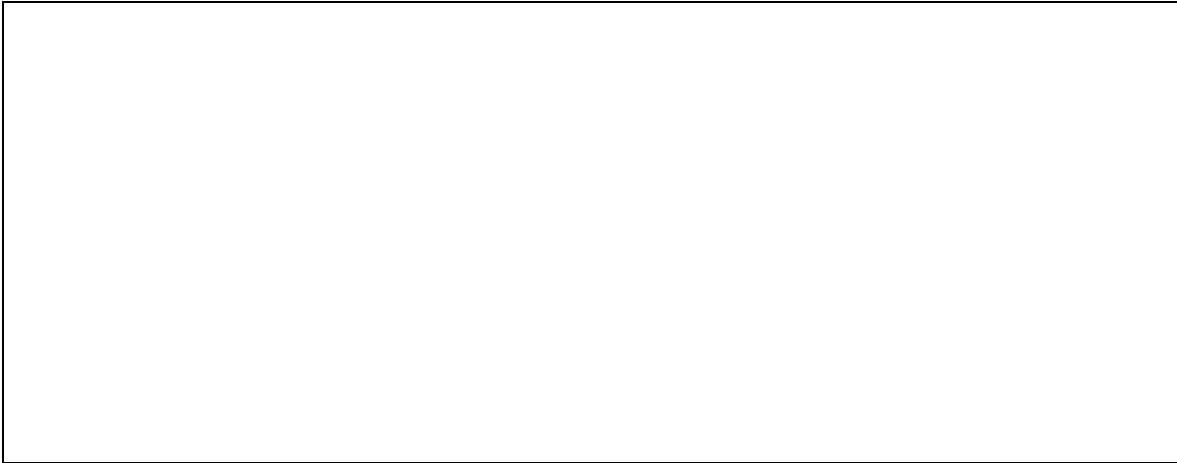
¿Cuál es la función de las centrales eléctricas de Las Vegas? _____

¿De dónde obtiene la mayor cantidad de energía eléctrica la ciudad de Las Vegas?

Describe la forma en que se obtiene la energía a través de la combustión del carbón

¿Cuál es el medio para transportar electricidad en Las Vegas? _____

Haz un dibujo y explica la forma en que obtiene energía, desde que se genera hasta que se enciende el foco.



¿Cuál es el voltaje normal en una vivienda? _____

¿Cuál es la mejor forma de transportar la electricidad? _____

¿Cómo se reduce el voltaje para poder ser utilizado en los hogares? _____

En 1820 Oersted descubrió que un campo magnético interactuaba con una carga en movimiento y para 1830 Faraday encontró la forma de producir energía eléctrica, posteriormente otros genios como Edison y Tesla contribuyeron al gran avance tecnológico en esta rama de la ciencia y la tecnología, de manera que la iluminación, la creación de motores eléctricos los tenemos gracias al uso de la electricidad.

La electricidad se usa para iluminar la casa, en el funcionamiento de los aparatos electrodomésticos, en el transporte público. Esta energía se produce en represas donde la energía potencial del agua se convierte en energía eléctrica o en otros tipos de centrales eléctricas. La energía eléctrica está relacionada con la cantidad de electrones que circulan por los circuitos instalados en edificios y aparatos eléctricos.

La corriente generada en las centrales eléctricas debe llevarse a los centros consumidores, por medio de cables o alambres que, normalmente, tienen una extensión de muchos kilómetros. Cuando la corriente eléctrica recorre esos cables, una parte considerable de la energía se disipa, por el efecto Joule, transformándose en energía térmica. De manera que como esa energía no se aprovecha, los centros consumidores reciben sólo una parte de la corriente eléctrica generada en las estaciones. Por lo tanto, es importante reducir esas pérdidas, por lo cual la corriente debe ser la menor posible y un voltaje alto, de manera que no haya disminución de potencia en la estación

Por esta razón, el voltaje en una estación eléctrica, antes de la transmisión, tiene que ser elevado a varios miles de volts (300 000 volts) y antes de distribuirse a los consumidores, ese alto voltaje debe por seguridad, tener un valor bajo, 13000

volts para la subestación receptora y 120 volts para una casa en México. Esos cambios de voltaje pueden hacerse con relativa facilidad, usando transformadores, ya que en las centrales eléctricas siempre se generan corrientes alternas. Si los generadores fueran de corrientes continuas, esas transformaciones de voltaje, no podrían hacerse y la transmisión de energía eléctrica a grandes distancias no sería viable, debido a las enormes pérdidas que ocurrirían, en los cables por el efecto Joule.



En la tabla se muestran diferentes elementos dispositivos para llevar la corriente eléctrica desde las centrales generadoras hasta los hogares, completa la tabla describiendo su uso. (Se recomienda realizar una indagación documental)

Dispositivo	Uso
Turbina	
Transformador de la planta generadora	
Transformador de la subestación, en la ciudad.	
Transformador en la casa.	

¿Por qué razón la corriente eléctrica se transporta por cables de alto voltaje? Explica

Una central eléctrica produce corriente eléctrica con una potencia de 500000 kw. Si se quiere transmitir a un voltaje de 100 000 V, entonces ¿cuál es la corriente en los cables? _____

Transformadores

Un transformador es un dispositivo que incrementa o disminuye el voltaje, lo cual se logra mediante inducción magnética. Faraday descubrió que cuando un conductor corta las líneas de flujo magnético, se genera una fuerza electromotriz (fem), dada por la expresión

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

donde \mathcal{E} es la fuerza electromotriz inducida (fem) colocadas en un núcleo de hierro, $\Delta\phi$ es el cambio de flujo magnético durante un intervalo de tiempo Δt .

Por lo tanto, para producir una fuerza electromotriz, se debe tener un cambio en el flujo, es decir, un cambio en el número de líneas de campo magnético que pasan por una espira, y como el flujo magnético se define como

$$\phi = BA,$$

donde ϕ es el flujo magnético, y B es el campo magnético perpendicular al área A . Se puede tener un campo magnético variable que pase por una espira de área constante o bien se puede tener un campo magnético constante que pase por una espira de área variable. De manera que la ley de inducción de Faraday se puede escribir como

$$\mathcal{E} = -N \left[\left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right) A + B \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right) \right]$$



Ingresa a la página <https://phet.colorado.edu/es/simulation/faradays-law> en donde encontrarás un medidor de voltaje, una bobina y un imán, como se muestra en la figura 2.18, Realiza los experimentos necesarios y contesta las preguntas

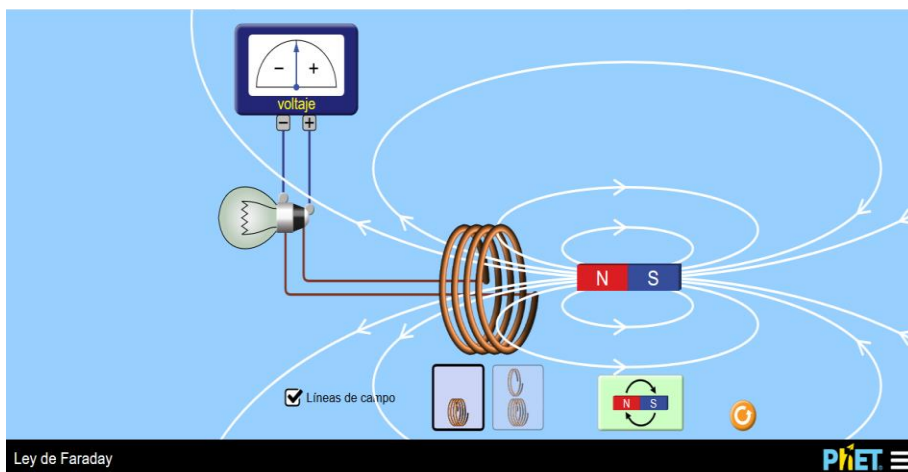


Figura 2.18. https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_es.html

¿Es suficiente que las líneas del campo magnético atraviesen una espira para que se genere una corriente eléctrica? SI _____ NO _____

Explica. _____

¿Si el imán y la bobina se mantienen en reposo se genera una corriente?

SI _____ NO _____ Explica. _____

¿Si la bobina está en reposo y el imán se mueve con respecto a ésta se genera una corriente en ella? Explica. _____

¿Si el imán se mantiene fijo y la bobina se mueve con respecto a éste, se genera una corriente en la bobina? SI _____ NO _____

Explica. _____

¿Cuáles son las condiciones para que se genere una corriente en la bobina? _____

Un transformador consta de dos bobinas, una que se llama primaria y la otra secundaria, como se muestra en la figura 2.19.

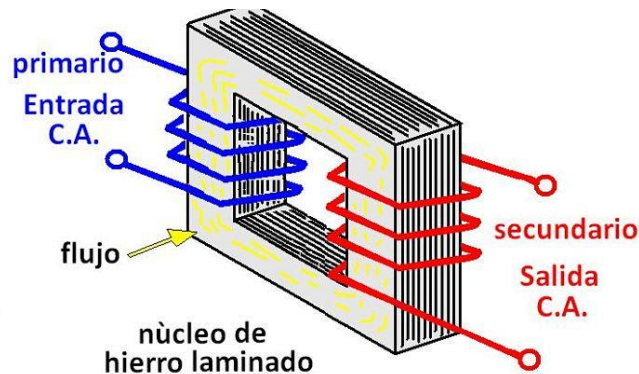


Figura 2.19. https://paraquesirve.tv/wp-content/uploads/2018/01/Para-qu%C3%A9-sirve-un-transformador_opt-1.jpg

Cuando se conecta una fuente de corriente alterna a la bobina primaria, se produce un flujo magnético dentro del núcleo y esto produce una fem en la bobina primaria y en la secundaria y usando la ley de Faraday se encuentra que la relación entre la fem \mathcal{E} y el número de vueltas N es

$$\frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_p} = \frac{N_s}{N_p},$$

donde ε_s fem en la bobina secundaria, ε_p en la bobina primaria, N_s número de espiras en la bobina secundaria, N_p número de vueltas en la bobina primaria.



Contesta las siguientes preguntas.

Explica por qué funciona un transformador, a pesar de que el área de las bobinas se mantiene constante. _____

Un transformador que se emplea en un radio cambia el voltaje de la línea de 120 V a 12.0 V.

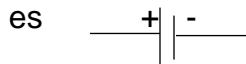
- a)Cuál es la relación de vueltas $\frac{N_p}{N_s}$ para este transformador? _____
- b) Por error, el transformador es conectado al revés en el circuito. ¿Cuál es el voltaje aproximado que proporcionará antes de que se quemé?

La resistencia de un alambre de cobre del número 10 es de $5.2 \times 10^{-5} \frac{\Omega}{m}$. Sin sobrecalentarse sólo puede portar una corriente de 25 A. Empleando alambres de este tipo, se desea proporcionar 30 Gw a una ciudad que se halla a 50 km de la estación donde se genera la potencia. ¿Qué fracción de la potencia, enviada desde la estación, se pierde a lo largo de las líneas de transmisión si el voltaje de transmisión es de a) 300 V y b) 150 000 V? Supóngase que no se excede la restricción de 30 A.

c) Baterías

Como ya se ha mencionado en párrafos anteriores el Robot Curiosity, que explora Marte, puede funcionar sin energía solar ya que la energía que utiliza la obtiene de una batería nuclear que tiene alrededor de diez años de autonomía.

De hecho, una de las formas más sencillas para generar una diferencia de potencial entre dos puntos, es utilizando una batería. Existen muchos tipos de éstas: la batería de celda de plomo, la batería de los automóviles, que generan energía a partir de una reacción química, o bien las celdas solares que se emplean para suministrar energía eléctrica a los dispositivos espaciales. La propiedad básica de todas las baterías es que tienen dos terminales. El símbolo usado para representarla es



La línea vertical larga es la terminal positiva (comúnmente pintada de rojo), y la línea vertical corta es la terminal negativa.

d) Transformaciones de energía



Revisa el video y contesta las siguientes preguntas.

<https://www.youtube.com/watch?v=p9TzRVsUNqk>

¿Cuál es la función de un generador? _____

¿Cómo se le hace para mover un generador? _____

¿Cómo funcionan las siguientes centrales?

Hidroeléctrica	
Termoeléctrica	
Geotérmica	
Nuclear	

¿Cuál es la diferencia entre todas estas formas de generar energía corriente eléctrica? _____

De acuerdo al periódico La Jornada del día 6 de enero del 2018, que se puede consultar en: <https://www.jornada.com.mx/2018/01/06/economia/017n1eco#>, en los próximos 14 años, 7.1 millones de nuevos vehículos circularán por las calles y autopistas del país, de los cuales, la mitad (3.6 millones) corresponderán a carros de motor eléctrico, según proyecciones de la Secretaría de Energía (Sener).

¿De dónde obtiene la energía un carro eléctrico que se encuentra circulando? Explica. _____

¿De dónde se obtiene la mayor parte de la energía eléctrica que nos llega a las casas? _____

¿Los carros eléctricos podrán mejorar la calidad del aire en las grandes ciudades? Explica. _____

¿Los carros con motor eléctrico serán la solución para mitigar el cambio climático? Explica. _____

Los motores de tracción de los coches eléctricos trabajan alrededor de 600 volts y las baterías de estos coches lo hacen a 200 volts. Si la corriente que proporciona la batería ya pasó por el inversor y es corriente alterna, entonces para aumentar el voltaje se utiliza un transformador elevador. ¿Cuál debe ser la relación entre el número de espiras ente el primario y el secundario? _____

Como se mencionó, los motores eléctricos son máquinas que convierten la energía eléctrica en energía mecánica y algunos de éstos pueden convertir energía mecánica en energía eléctrica, en cuyo caso se les conoce como generadores, como el que se muestra en la figura 2.19.

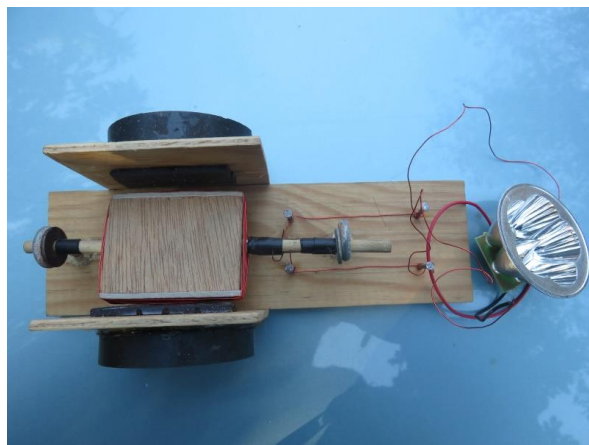


Figura 2.19. Un motor eléctrico también funciona como generador

Ahora el problema consiste en hacer girar la bobina dentro del campo magnético para generar energía eléctrica. En la producción comercial de electricidad se usa calor para rotar la bobina que proviene de la combustión de combustibles fósiles o de las reacciones nucleares y este a su vez se emplea para generar vapor, el cual acciona una turbina. La turbina suministra energía al generador.

La fem \mathcal{E} generada por una bobina de N espiras con un área A que gira con velocidad angular ω está dada por la expresión

$$\mathcal{E} = NBA\omega \sin\theta.$$

Donde θ es el ángulo que forman las líneas del campo magnético B y la frecuencia angular ω del alambre con respecto al campo.



Ingresa a la página <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday> en donde encontrarás el simulador “Generador”, que se muestra en la figura 2.20, realiza los experimentos necesarios y contesta las siguientes preguntas

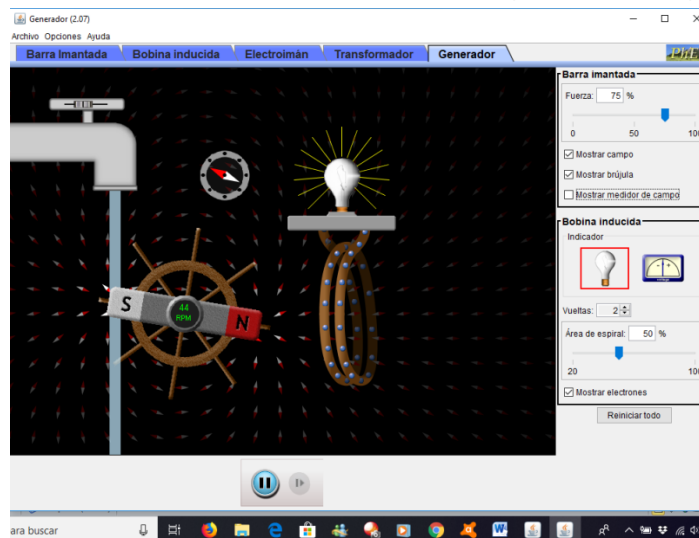


Figura 2.20. La caída de agua puede encender un foco.

¿Por qué es necesario abrir el grifo para encender el foco? Explica. _____

¿Por qué razón si se abre el grifo completamente, el foco brilla más? _____

¿Cuál es la función de la turbina en este sistema? _____

¿La corriente generada es alterna o continua? Explica. _____



Los lados de la bobina del generador que se muestra en la figura 2.20 miden 5.5 cm y 4.5 cm y consta de 10 espiras. La bobina gira con una frecuencia de $50 \frac{rev}{s}$, en un campo magnético constante de $10^{-3}T$. ¿cuál es la máxima fem generada?

Solución

Para calcular la velocidad angular ω se utiliza la ecuación $\omega = \frac{2\pi}{T}$, donde T es el periodo. El periodo se relaciona con la frecuencia con la ecuación $fT = 1$, de donde se tiene que $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \frac{rev}{s}} = \frac{1}{50} s$ y por lo tanto el periodo es $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \frac{rev}{s}} = \frac{1}{50} s$.

La velocidad angular es $\omega = 100\pi \frac{rad}{s} = 314.16 \frac{rad}{s}$

Por otra parte la fem máxima ocurre cuando $\theta = 90^\circ$, entonces se tiene que

$$\mathcal{E}_{max} = NBA\omega,$$

así que

$$\mathcal{E}_{max} = 10(10^{-2}T)(2.5 \times 10^{-3}m^2) \left(314.16 \frac{rad}{s} \right) = 7.8 \times 10^{-3} V$$

Por lo tanto el voltaje máximo es de $\mathcal{E}_{max} = 7.8 \times 10^{-3} V$.

Escribe la ecuación $\mathcal{E} = NBA\omega \sin\theta$ en función del tiempo.

Para $\theta = 90^\circ$ se tiene la máxima fem, de modo que $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} \sin\theta$ y como $\omega = \frac{\theta}{t}$, entonces $\theta = \omega t$, o bien como $\omega = 2\pi f$, donde f es la frecuencia entonces

$$\theta = 2\pi ft \text{ y}$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} \sin 2\pi ft$$



Puedes consultar más sobre el tema en

<http://e->

[ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1159/html/12_generadores_elctricos_fuerza_electromotriz.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1159/html/12_generadores_elctricos_fuerza_electromotriz.html)



El recibo de la luz se tiene que pagar cada bimestre. Considera el recibo que se muestra en la figura 2.21.

De acuerdo a este recibo contesta las siguientes preguntas

¿Cuál es el precio real, incluyendo la ayuda gubernamental, de 1 kwh?

¿Cuánta energía se consumió en el bimestre?

¿Cuánta potencia eléctrica proporcionó la compañía de luz a esa casa?

¿Cuál es la corriente que circuló por esta casa en el bimestre?

¿Cuánta carga eléctrica pasó por la casa durante el bimestre que se pagó?

¿Cuántos electrones se movieron en esta casa de acuerdo al recibo de pago?



Figura 2.21. La compañía de luz proporciona energía eléctrica que se tiene que pagar.

2.4 Efecto invernadero y contaminación.

a) Radiación del cuerpo negro

Problema a resolver ¿Por qué y cómo se produce el calentamiento de la superficie Terrestre cuando aumentan los gases de efecto invernadero en la atmósfera?



Responde las siguientes preguntas

¿Qué características físicas de un alambre de cobre cambian en si lo calientas en la estufa? _____

¿Sucede lo mismo si el alambre es de aluminio? _____

¿por qué cambian de color cuando aumenta su temperatura? _____

¿Todos los objetos cambian de color de igual forma cuando su temperatura aumenta en la misma proporción? _____. Explica _____

En la antigüedad, los alfareros contaban con una guía que determinaba las diferentes tonalidades que emitían los materiales, sin importar su naturaleza, tamaño o forma, al calentarlos. en función de la temperatura del horno, figura 2.22. Actualmente, sabemos que todos los objetos físicos, debido a su temperatura, irradian energía electromagnética y podrán o no absorber o recibir energía de radiación proveniente del exterior.

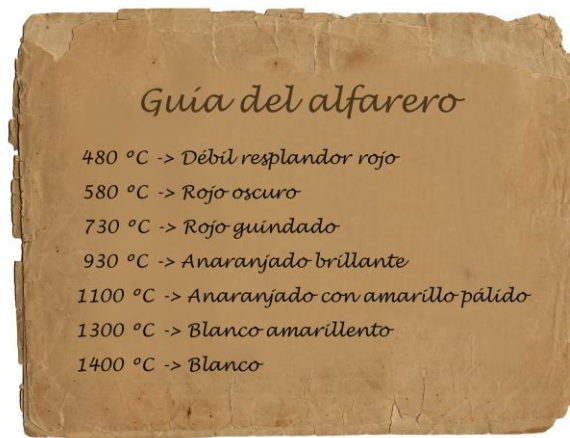


Figura 2.22 Guía del alfarero. Losmundosdebrana.files.wordpress.com (2014)

La cantidad de radiación emitida por un cuerpo, depende pues de su temperatura; si la temperatura es suficientemente alta parte de esa energía es calor y parte es luz visible, figura 2. 23.

Un ejemplo de emisión de radiación es cuando vemos el color intenso rojo en un carbón de fogata y sentimos el calentamiento infrarrojo (invisible para el ojo humano), un ejemplo de absorción es en el horno de microondas, el agua de la comida absorbe la radiación que emite el aparato y convierte esa energía en energía rotacional de sus moléculas y la comida se calienta.

A mediados del siglo XIX la deducción de las ecuaciones de J.C Maxwell que rigen el Electromagnetismo y con los trabajos de H. Hertz y H. Lorentz, se llega a la conclusión que eran las cargas en movimiento acelerado las responsables de la emisión de la luz. A su vez, siendo la luz un campo electromagnético, se concluyó que este último podía ceder su energía a las cargas mismas.

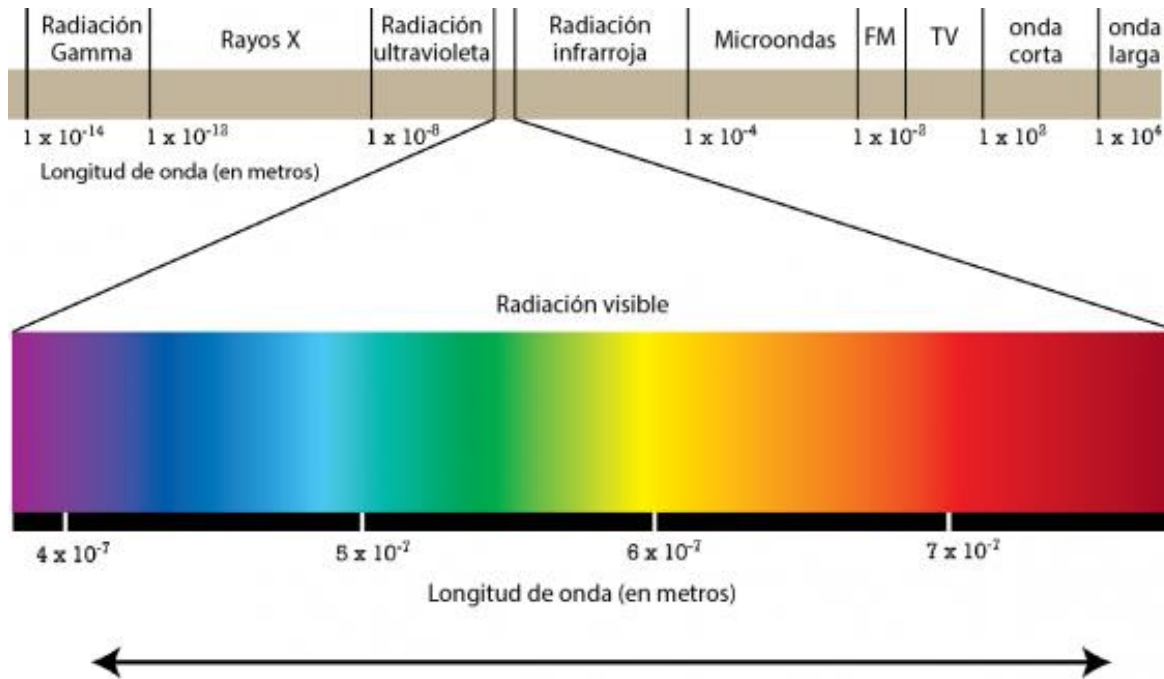


Fig. 2.23 Espectroelectromagnético. pion.cz (2015)

Paralelamente, en 1859 Gustav Kirchhoff, analizó la forma en que se comportan los cuerpos en equilibrio térmico, al intercambiar energía radiante utilizando la formulación de la Termodinámica, que centra su estudio en las transformaciones de la energía, en los cuerpos macroscópicos, en forma de calor y trabajo. Señaló que un cuerpo perfectamente absorbente se verá negro y que su función de distribución será igual a la de una cámara aislada a la misma temperatura, ya que la energía que sale de un pequeño agujero en la cámara será idéntica a la radiación proveniente de un cuerpo negro a la misma temperatura.

Se obtuvieron importantes resultados, uno de ellos: es posible establecer un equilibrio termodinámico entre la materia y la radiación electromagnética a través de procesos de emisión y absorción de radiación por los cuerpos materiales. El estudio de este equilibrio se asocia con el estudio del problema de la Radiación de Cuerpo Negro, que es una idealización de un sistema macroscópico, el cuerpo negro, capaz de absorber totalmente la radiación que le llega.

No es hasta principios del siglo XX cuando Max Planck quien finalmente, basándose en resultados experimentales y en trabajos teóricos de J. Stefan, W. Wein y L. Boltzmann entre otros, resolvió el problema dando un paso a un nuevo mundo, el mundo cuántico que representaba un cambio radical en la forma de entender el comportamiento de la naturaleza y confrontó fuertemente al mundo clásico hasta entonces aceptado. La formulación exige un cambio en la forma clásica de concebir la materia y la radiación como un continuo, en el sentido de que pueda adoptar cualquier valor, es decir, la formulación requiere de manera forzosa

la discretización de la materia (sólo puede tener ciertos valores), en forma de átomos y moléculas, y de la radiación en forma de fotones. Más tarde, en 1905, A. Einstein en 1905 demostró que tanto la materia como la radiación son a la vez onda y partícula.



La explicación última de por qué los cuerpos físicos emiten o absorben radiación radica en que la materia está compuesta por átomos y encuentra su explicación en el hecho de que los átomos y moléculas son los que absorben o emiten radiación mediante procesos propios de la mecánica cuántica.

A continuación, se presentan las ecuaciones para las soluciones propuestas usaremos en la modelación de la emisión de radiación de un cuerpo negro. La formulación de éstas requiere de cálculo diferencial e integral y no es tópico de esta guía.

Ley de Stefan Boltzman

Establece que la energía radiada por un cuerpo negro por unidad de tiempo y por unidad de área es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta T .

$$E = \sigma T^4$$

En donde σ es la constante de proporcionalidad, conocida como la constante de Stefan – Boltzmann y tiene un valor $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$



¿Qué unidades tiene σ ? _____

Ley de desplazamiento Wien

Establece que la relación entre la longitud de onda máxima y la temperatura absoluta correspondiente al pico de emisión del cuerpo negro, es una proporción inversa.

$$\lambda_{max} = \frac{A}{T}$$

En donde $A = 0.0028976$



¿Qué unidades tiene A ? _____



Existe otro resultado conocido como la Ley de Rayleigh – Jeans. Esta ley conduce a un resultado desastroso.



Para saber más te recomendamos consultar:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica /cuantica/experiencias/radiacion/radiacion.htm>

La solución formal al problema de la radiación de cuerpo negro sigue la **ley de Planck** formula y establece que la intensidad de radiación (radiancia espectral)

emitida por un cuerpo negro a una cierta temperatura T y a una cierta frecuencia ν por unidad de tiempo y unidad de área está dada por

$$I(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

en donde:

Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Intensidad de radiación	I	Base del logaritmo natural	e
Constante de Planck	h	Constante de Boltzmann	k
Velocidad de la luz	c	Temperatura absoluta del cuerpo	T
Frecuencia	ν		



Completa la siguiente tabla (V es variable y C es constante)

Nombre	Símbolo	Unidades	V	C	valor
Intensidad de radiación	I		X		-
Constante de Planck	h			X	6.626×10^{-34}
Velocidad de la luz	c	m/s			
Frecuencia	ν				-
Base del logaritmo natural	e				
Constante de Boltzmann	k				
Temperatura absoluta del cuerpo	T				



La primera lámpara incandescente se inventó en 1870 y consistía en un filamento de carbón dentro de un recipiente de vidrio al cuál se le había hecho un vacío. Esta lámpara duraba muy poco y con el tiempo, fue sustituida por lámparas de filamento metálico.

La lámpara incandescente funciona cuando un filamento metálico se calienta a altas temperaturas. Recordemos que, un sólido a una temperatura de $577^\circ\text{C} = 850 \text{ K}$, entonces lo vemos de color rojo vivo, decimos que está incandescente y podemos ver el objeto por la radiación visible que emite, figura 2.24, pero recordemos que los electrones de los átomos emiten energía en todas las longitudes de onda.

El wolframio es el metal con la temperatura más alta de fusión 3680 K y con el menor grado de evaporación. El carbono soporta temperaturas más elevadas antes de fundirse, pero se evapora rápidamente.

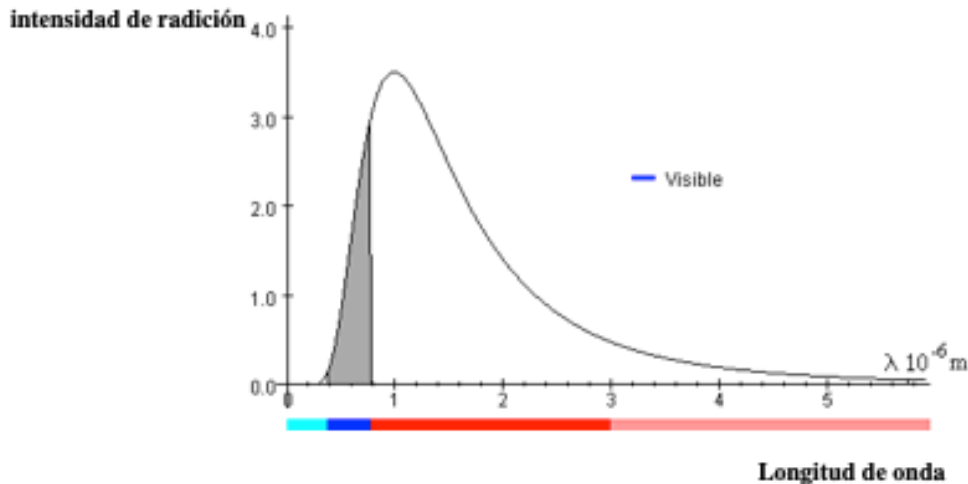


Figura 2.2. sc.ehu.es. (2019)

En la práctica, la temperatura más alta que soporta una lámpara incandescente ordinaria fabricada con filamento de wolframio es de 2900 K. A estas temperaturas solamente, una pequeña fracción de la energía emitida está en la región visible, son poco eficientes en la emisión de luz visible, la mayor parte de la emisión se encuentra en la región _____

Supusimos que el filamento se comporta como un cuerpo negro, ignorando la emisividad ϵ que depende la temperatura y de la longitud de onda y el coeficiente de transmisión del vidrio de la lámpara. Por ejemplo, la emisividad del wolframio a la longitud de onda de $0.65 \cdot 10^{-6}$ m que corresponde al color _____ y a una temperatura de 2900K es de $\epsilon=0.420$.

La siguiente tabla muestra el porcentaje de radiación en diferentes frecuencias dependiendo de su temperatura

Temperatura (K)	infrarrojo	visible	ultravioleta
1000	99.999	$7.367 \cdot 10^{-4}$	$3.258 \cdot 10^{-11}$
2000	98.593	1.406	$7.400 \cdot 10^{-4}$
3000	88.393	11.476	0.131
4000	71.776	26.817	1.407
5000	55.705	39.166	5.129
6000	42.661	45.732	11.607
7000	32.852	47.506	19.641
8000	25.565	46.210	28.224
9000	20.154	43.247	36.599
10000	16.091	39.567	44.342



Formula una oración significativa que involucre las variables que hemos estudiado. (Máximo de emisión, temperatura absoluta, longitud de onda máxima, etc.)

1. _____

2. _____

3. _____

¿Qué tiene que ver la radiación de cuerpo negro con el efecto invernadero y el cambio climático? _____

Como se puede observar en la figura 2.25, la radiación emitida por el Sol se ve aproxima bastante bien a la radiación emitida por un cuerpo negro a una temperatura de 6000K (aproximada a la temperatura del Sol 5500 K).

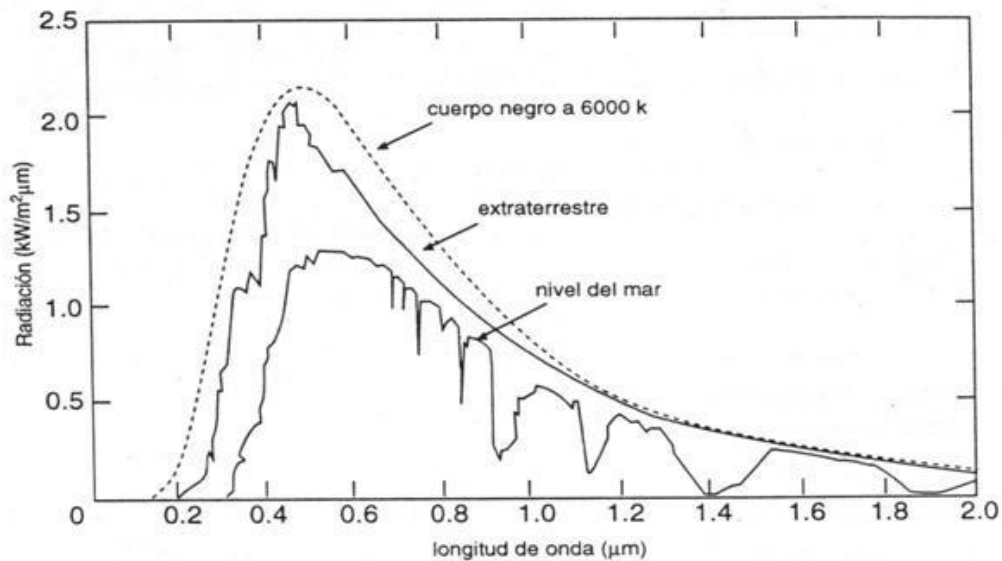


Fig. 2.25. researchgate.net (2012)

Al calcular el área bajo la curva punteada, dada por la ley de Planck, lo que obtenemos es la constante solar que representa la potencia de radiación solar por unidad de superficie que llega a lo alto de la atmósfera, a saber, 1361W/m^2 .

En la figura 2.26, se muestra el espectro de emisión de diferentes cuerpos negros dependiendo de su temperatura.

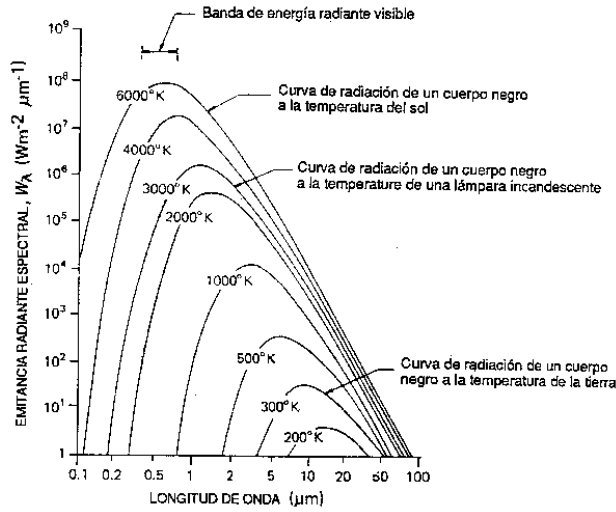


Figura 2.26. fao.org. (2018)



La máxima emisión de radiación solar se encuentra en una longitud de onda de _____ y la máxima de emisión de radiación del cuerpo negro a la temperatura de la Tierra en una longitud de onda de _____



Se denomina radiación de onda corta a la proveniente del Sol y radiación de onda larga (infrarroja) a la emitida por la Tierra.



¿Qué es el efecto invernadero? _____

¿Cuáles son los gases de invernadero? _____

¿Cuál es la explicación física de este efecto? _____

¿Cómo afecta a la Tierra? _____



Revisa el siguiente video poniendo atención a las ideas principales. Te recomendamos tomar nota y elaborar esquemas para contestar las preguntas <https://www.youtube.com/watch?v=vyv532tGmjQ>

Describe la analogía entre un invernadero con la atmósfera de la Tierra _____

¿Qué es el albedo de un planeta? _____

¿Cuáles son los gases que contribuyen en mayor medida al efecto invernadero?

¿Cuál es la explicación física del efecto invernadero? _____

¿Cómo afecta a la Tierra el efecto invernadero? _____

Ejercicios

Relaciona las columnas, de manera que el concepto de la izquierda esté relacionado con la frase más cercana a su descripción.

- | | |
|----------------------------|---|
| 1) Cuerpo negro | () Número de oscilaciones en un segundo |
| 2) Radiación | () Emisión de energía en forma de ondas electromagnéticas |
| 3) Longitud de onda | () Absorbe toda la energía radiante que le llega |
| 4) Frecuencia | () Distancia que existe entre dos crestas sucesivas de una onda |
| 5) Temperatura | () Cantidad fundamental asociada al equilibrio térmico |

Fidel tiene un promedio de temperatura en su piel igual a 33°C , y una superficie total expuesta de 1.4 m^2 . Si la emisividad total de Fidel es 97%

- Calcula la potencia neta irradiada por unidad de área, o irradiancia, a temperatura ambiente.
- ¿Cuánta energía irradia Fidel por segundo?

Si un objeto de color negro es un buen emisor de radiación ¿Por qué entonces no usarías una camisa de este tipo en un día caluroso? Argumenta tu respuesta.

b) Ventajas y desventajas

Investiga el funcionamiento de los autos que funcionan con motores híbridos. Elabora una tabla en donde, mediante argumentos menciones y expliques las ventajas y desventajas del uso del tipo de motor.

Tipo de motor	Principios físicos involucrados	Ventajas	Desventajas
Combustión interna			

Tipo de motor	Principios físicos involucrados	Ventajas	Desventajas
Eléctrico			
Híbrido			

Ejercicios propuestos

I. Juventino Meléndez y Enrique Flores son contratados para pintar las paredes de un edificio viejo de 43 m de altura. Para trabajar en la parte alta, sostienen los extremos de un andamio de 12 m de longitud y 35 kg, mediante dos cuerdas que se atan a dos pilares localizados en la azotea, de tal forma que queden paralelas y de la misma longitud (ver figura). En un instante dado Juventino de 75 kg se encuentra a 2.8 metros del extremo derecho del andamio, dos botes de pintura de 25 kg cada uno a 4 m y 7.5 m del mismo extremo respectivamente y Enrique de 90 kg a 3.4 m del extremo izquierdo.



<https://www.youtube.com/watch?v=C-cQ5UYMChw>

Como los trabajadores son muy precavidos y miedosos (más Enrique), quieren hacer el cálculo de la tensión de las cuerdas para estar seguros de que no se romperán.

1. Ayúdales a hacer el cálculo.
2. Si se caen los botes de pintura, ¿cuál será el nuevo valor de la tensión de cada cuerda?
3. Durante la caída de los botes, calcula la suma de las energías potencial y cinética en tres momentos diferentes. Compara el valor de estas tres sumas.

Si las cuerdas se colocaran a 1 m hacia el centro de cada uno de los extremos del andamio, sin cambiar la posición de los pintores ni de los botes de pintura,

4. ¿cambiarán las tensiones de las cuerdas?
5. Si es el caso ¿en qué porcentaje cambian?
- 6) Si Juventino se coloca en el extremo derecho del andamio, ¿dónde se debe colocar Enrique para que se siga manteniendo el andamio en forma horizontal, es decir, para seguir manteniendo el equilibrio?
- 7) Si ahora Enrique se coloca en el extremo izquierdo, manteniendo los botes de pintura en su lugar, ¿dónde se debe colocar Juventino para mantener el equilibrio?
- 8) Si cada pintor se coloca en un extremo, manteniendo los botes en su lugar, ¿se encontrará en equilibrio el andamio?
- 9) Si se colocan nuevamente las cuerdas del andamio, las personas y los botes como estaban al principio y los pintores piden ayuda para terminar lo más pronto

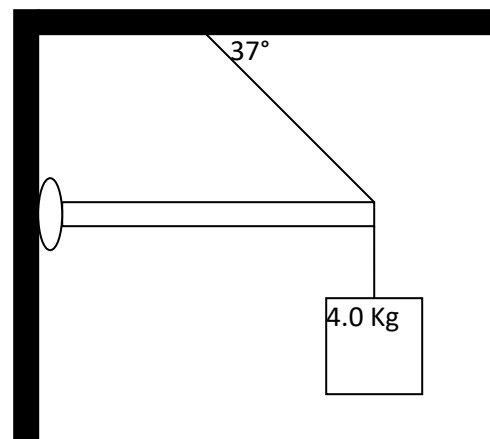
posible, ¿cuántas personas más de 75 kg, distribuidas a lo largo del andamio y separadas a distancias iguales, podrán soportar las cuerdas, tomando en cuenta que cada una puede aguantar una tensión máxima de 10000 N?

- 10) En el momento en que los trabajadores estaban emocionados porque ya casi terminaban su tarea, escucharon la alarma sísmica. La estación de radio que escuchaban suspendió la programación y dio algunos datos del sismo. El locutor dijo que la frecuencia de las ondas sísmicas que llegarían sería de 0.5 Hz. Como algunos de los pintores sabían algo de física hicieron algunos cálculos y encontraron que su andamio no entraría en resonancia con las ondas sísmicas, por lo que hicieron labor para tranquilizar a sus compañeros.
- 11) Suponiendo que el edificio es como un péndulo invertido, calcula su periodo de vibración. Con este dato calcula su frecuencia de vibración natural y utiliza la información para explicar si el edificio y las ondas sísmicas estarán en resonancia
- 12) Calcula el periodo de vibración del andamio. Usa este dato y del inciso anterior para explicar si el edificio y el andamio entran en resonancia
- 13) Calcula la frecuencia de vibración del andamio
- 14) Considerando tus respuestas explica porque el andamio no entra en resonancia con el edificio y por tanto con las ondas sísmicas

-
- 15) Una máquina funciona con un ciclo de Carnot, siendo la sustancia de trabajo agua. ¿Cuál es el rendimiento teórico máximo que se espera, si entra vapor a 300°C y sale condensado a 40°C? R= 0.45

- 16) En el diagrama que se muestra, el cable de soporte a 37° tiene una fuerza de rompimiento máxima de 100 N. ¿Cuál es la máxima masa de la barra horizontal que puede colocarse antes de que se rompa el cable?

Respuesta 4.2 kg



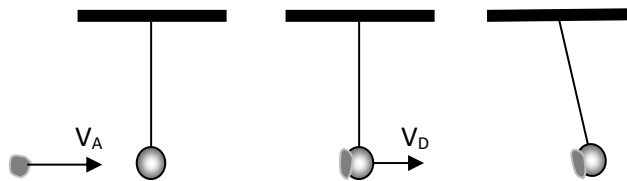
- 17) Un carro cuya masa es de 960 Kg tiene una velocidad de 5.2 m/s en dirección norte. El carro acelera y 3.6 s después, su velocidad es 20.7 m/s en dirección norte. Determine la fuerza neta externa que actúa sobre el carro. R= 3500N norte
- 18) Es posible que un gas absorba calor y no produzca ningún trabajo sobre el exterior. ¿Cómo es posible esto? R= se trata de un proceso isométrico

- 19) Un cilindro cerrado por un pistón contiene 10 g de vapor a 100 °C. El sistema se calienta y su temperatura aumenta 10 °C, y al mismo tiempo el vapor se expande $30 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ a la presión constante de .400 Mpa. Calcule el trabajo efectuado por el vapor y el cambio de su energía interna. (calor específico del vapor 2.02 Kj /Kg. K.

Respuesta: $W= 12\text{J}$, $\Delta U=175\text{J}$

- 20) Un transformador cuya potencia es de 60 kW tiene 1500 vueltas en el primario y 20,000 en el secundario. El primario recibe una fem de 110 V. Determinar: a) la intensidad de la corriente en el primario. b) la fem inducida en el secundario. c) la intensidad de la corriente en el secundario. Resp: $0.55 \times 10^3 \text{ A}$, 1467 V, $0.4 \times 10^3 \text{ A}$

- 21) Una esfera de 0.5 kg está en reposo colgada de un hilo. Se lanza sobre ella un trozo de plastilina de 0.3 kg con una velocidad horizontal de magnitud $V_A = 4 \text{ m/s}$. Por el choque la plastilina queda pegada a la esfera y ambas se mueven juntas adquiriendo cierta rapidez V_D inmediatamente después del choque. ¿Cuánta energía cinética se pierde en el choque?



II. Un objeto se suelta desde el reposo, de lo alto de un edificio de 210 m de altura y descende en caída libre, sin embargo este objeto es muy valioso y es necesario detenerlo antes de que choque contra el suelo. Cinco segundos después del inicio de la caída y desde el mismo punto donde se lanzó el cuerpo, se envía un robot que se mueve con velocidad constante para rescatarlo.

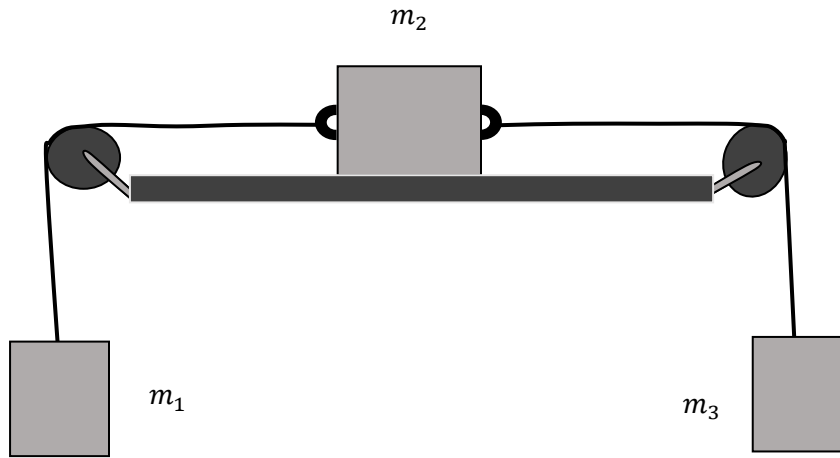
- 22) ¿Qué distancia recorrió el objeto en el intervalo de tiempo entre 2 y 3 segundos después del lanzamiento?
- 23) ¿Determina el trabajo que se realiza para llevar al objeto entre la posición a los 3 segundos y la posición a los cuatro segundos después del lanzamiento?
- 24) ¿Cuál es el mínimo valor de la velocidad que el robot debe desarrollar para salvar al objeto antes de que choque contra el suelo?

III. En los próximos 14 años, 7.1 millones de nuevos vehículos circularán por las calles y autopistas del país, de los cuales, la mitad (3.6 millones) corresponderán a carros de motor eléctrico, según proyecciones de la Secretaría de Energía (Sener).

- 25) ¿De dónde obtiene la energía un carro eléctrico que se encuentra circulando? Explica.
- 26) ¿De dónde se obtiene la mayor parte de la energía eléctrica que nos llega a las casas?

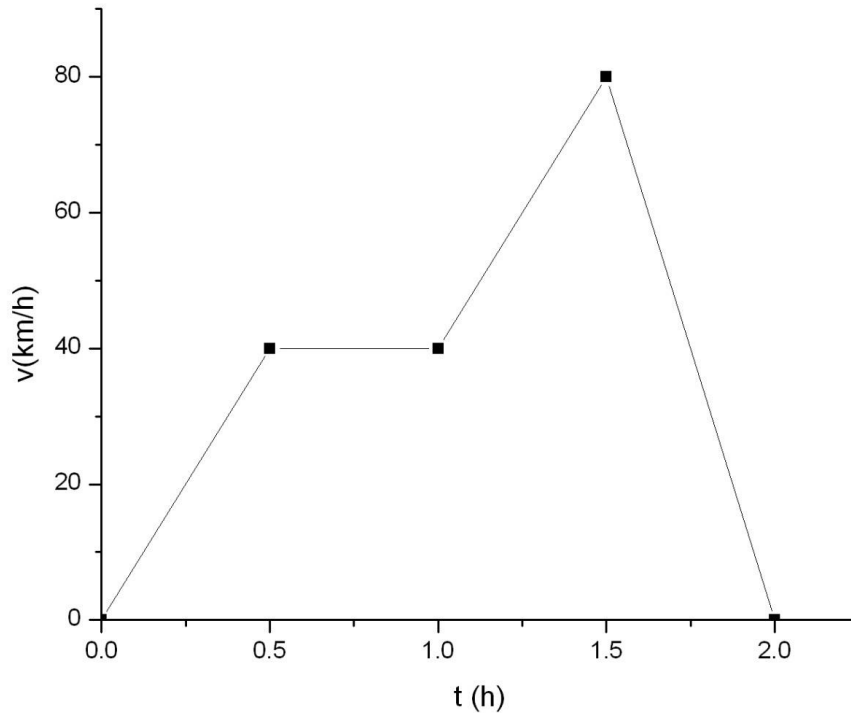
- 27)** ¿Los carros eléctricos podrán mejorar la calidad del aire en las grandes ciudades? Explica
- 28)** ¿Los carros con motor eléctrico serán la solución para mitigar el cambio climático? Explica.
- 29)** Los motores de tracción de los coches eléctricos trabajan alrededor de 600 volts y las baterías de estos coches lo hacen a 200 volts. Si la corriente que proporciona la batería ya pasó por el inversor y es corriente alterna, entonces para aumentar el voltaje se utiliza un transformador elevador. ¿Cuál debe ser la relación entre el número de espiras ente el primario y el secundario?
- IV.** Un proyectil, de 2 kg de masa, es lanzado con una velocidad que forma un ángulo β con respecto a la horizontal. Si el proyectil pasa por el punto más alto de su trayectoria con una energía cinética de 225 J .
- 30)** ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad inicial?
- 31)**Cuál es el valor de β si la componente vertical de la velocidad es $v_y = 26 \frac{\text{m}}{\text{s}}$?
-

32) Tres masas, $m_1 = 12 \text{ kg}$, $m_2 = 10 \text{ kg}$ y $m_3 = 8 \text{ kg}$, están unidas como se muestra en la figura



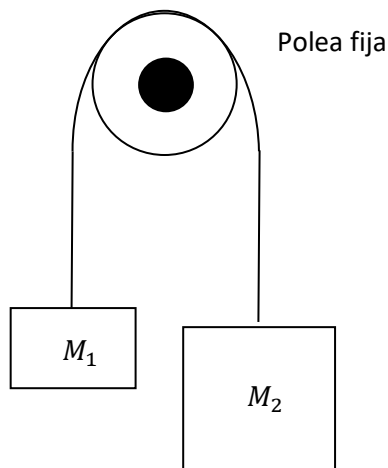
- i) Considerando que no existe fricción, determina la aceleración del sistema
- ii) Considerando que no existe fricción determina las tensiones en las cuerdas de la derecha y de la izquierda.

34). La velocidad v de un automóvil en una carretera, varía con el tiempo de acuerdo con la gráfica que se muestra.



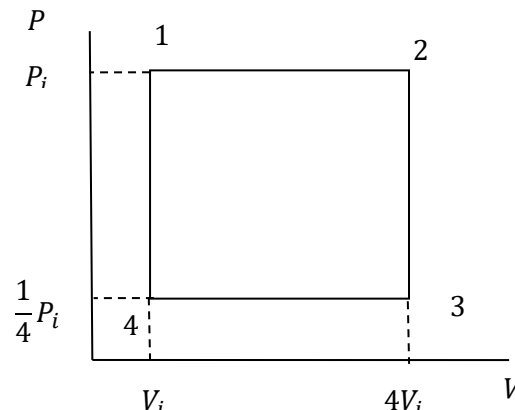
Variación de la velocidad de un automóvil en función del tiempo.

- i) Describe el movimiento del carro
 - ii) ¿Qué distancia recorrió el carro en los siguientes intervalos de tiempo? $[0, 0.5]$, $[0.5, 1.0]$, $[1.0, 2.0]$.
 - iii) Traza la gráfica de la aceleración en función del tiempo.
- 35)** Desde una altura de 1.5 metros sobre la superficie del agua de un lago, se deja caer una roca. Esta toca el agua con una rapidez v y se hunde en la alberca con esa misma rapidez constante, llegando al fondo en un tiempo de 3 segundos. ¿Cuál es la profundidad del lago?
- 36)** Cuando un automóvil de 2000 kg de masa se mueve con una rapidez de $100 \frac{km}{h}$ se le aplican los frenos haciendo que se detenga completamente. Si la distancia que recorre desde que inició el frenado hasta que se detuvo es de 40 metros, entonces ¿cuánto vale la fuerza que ejercen los frenos?
- 37)** Dos masas cuyos valores son $M_1 = 2 \text{ kg}$ y $M_2 = 3 \text{ kg}$ están atadas a una cuerda y sostenidas por medio de una polea como se muestra en la figura.



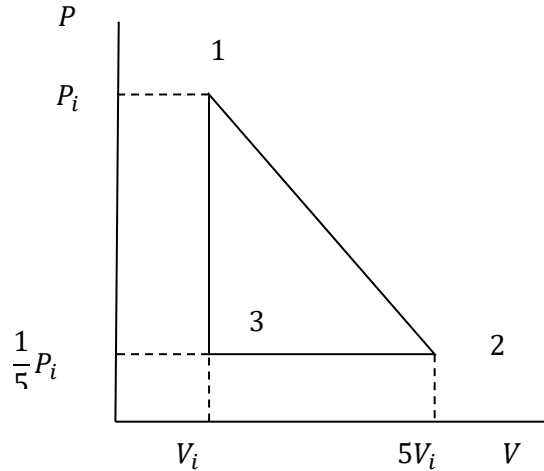
- i) Si no existe fricción entonces ¿cuál es la aceleración con la que se mueve el sistema?
 - ii) ¿Cuánto vale la tensión en la cuerda?
- 38)** En un motor de combustión interna una mezcla de aire y combustible experimentan una transformación que se puede considerar adiabática. Suponiendo que dicha mezcla se puede aproximar por un gas ideal que se expande adiabáticamente desde un volumen V_1 hasta un volumen V_2 y considerando que en una transformación de este tipo se satisface la ecuación $PV^\gamma = PV_1^\gamma = PV_2^\gamma = K$, donde γ es la relación entre el calor específico a presión constante y a volumen constante $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$. Determina el trabajo realizado por un motor de combustión interna en una expansión.

- 39) Si un refrigerador ideal funciona entre las temperaturas de 550 K y 450 K y en cada ciclo absorbe 900 J de una fuente fría, entonces ¿cuál es el calor que se cede al medio ambiente?
- 40) En un cilindro cuya sección transversal es de 0.05 m^2 , provisto de un émbolo que se puede mover libremente sin fricción, cuya masa es de 5000 g, se ponen .05 moles de un gas ideal a 350 K. Si el cilindro se coloca verticalmente, entonces el gas se desplaza hasta una altura h a la que el émbolo estará en equilibrio.
- Si se sabe que el número de Avogadro es $N_A = 6.024 \times 10^{23} \frac{\text{átomos}}{\text{mol}}$, entonces cuántos átomos hay en el cilindro?
 - ¿Cuál es el peso del émbolo?
 - ¿Cuánto vale la presión en el interior del cilindro?
 - ¿Cuál es el volumen ocupado por el gas?
 - ¿A qué altura h se equilibra el émbolo del cilindro?
- 41) Un cilindro de paredes aislantes provisto de un émbolo que se mueve libremente, sin fricción, contiene un gas cuyo volumen es de 0.3 m^3 , a una presión de 1 atm. Si el gas se comprime adiabáticamente hasta ocupar un volumen de 0.2 m^3 , entonces si se considera que $\gamma = 1.67$, cuál es el valor de la presión?
- 42) Una máquina de vapor toma energía térmica de la caldera que se encuentra a 260 °C y lo expulsa al aire a una temperatura de 115 °C entonces ¿cuál es la máxima eficiencia posible de esta máquina?
- 43) Un gas ideal está contenido en un cilindro provisto de un émbolo que se mueve libremente sin fricción. El gas sufre transformaciones de acuerdo al ciclo que se muestra.
- Calcula el trabajo que se realiza cuando el gas cambia entre los estados 1 y 2.
 - Calcula el trabajo que se realiza cuando el gas cambia entre los estados 2 y 3.
 - Determina el trabajo que se realiza cuando el gas cambia entre los estados 3 y 4.
 - Encuentra el trabajo que se realiza cuando el gas cambia entre los estados 4 y 1.
 - Calcula el trabajo realizado al recorrer el ciclo completo.
- 44) Una máquina de Carnot trabaja con 40 % de eficiencia con una fuente de alta temperatura a 480 K. Si se quiere aumentar su eficiencia a 50 % utilizando una

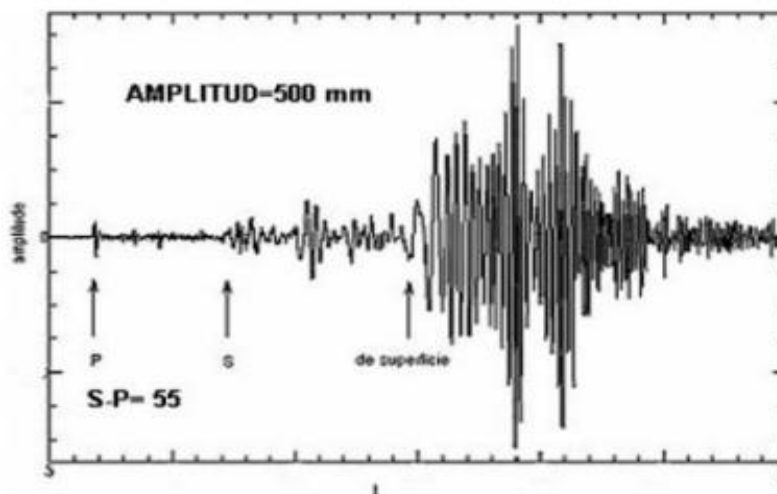


nueva fuente de alta temperatura, entonces ¿cuál debe ser la temperatura de esta nueva fuente?

- 45) Un motor de combustión interna real es de 45 % de su eficiencia ideal. El motor opera entre una fuente que se encuentra a 180°C y 25°C. Si en cada ciclo absorbe 1650 J de energía térmica entonces ¿cuál es el trabajo que realiza en cada ciclo?
- 46) Un gas ideal que se encuentra dentro de un cilindro provisto de un émbolo que se mueve libremente sin fricción, describe el ciclo que se muestra, ¿cuál es el trabajo realizado por el gas?



IV. El martes 20 de marzo de 2012 se presentó un sismo con epicentro en Guerrero que estremeció el centro de México, no hubo víctimas afortunadamente, sólo daños materiales. El sismograma del terremoto, según el Servicio Sismológico Nacional se muestra en la figura.



- 47) Cuál es fenómeno físico que explica los cambios de amplitud del sismograma.
- 48) Cómo se explican los cambios de amplitud en el sismograma
- 49) Las ondas sísmicas registradas en el sismograma ¿se moverán a la misma velocidad? Explica.

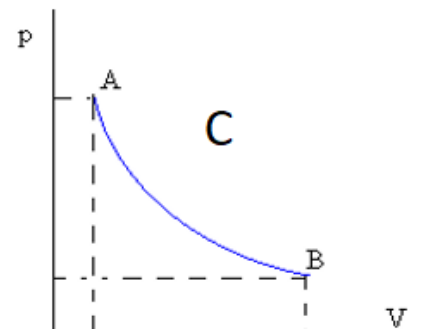
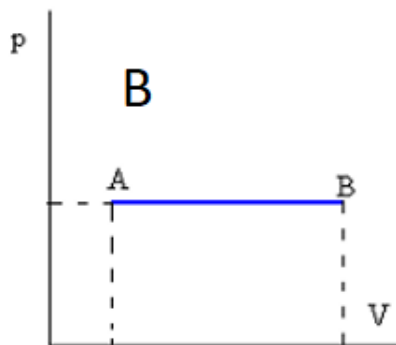
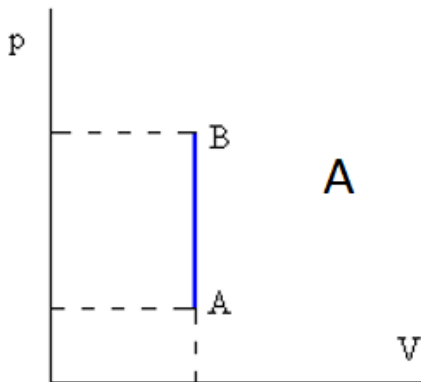
- 50) Determina la amplitud máxima de las ondas sísmicas del terremoto.
- 51) Determina la diferencia de tiempos de llegada de la onda secundaria respecto a la primaria.
- 52) Calcula la magnitud local de este sismo (Escala Richter).
- 53) Conociendo la información que proporciona la tabla y que la energía liberada por la explosión de una bomba nuclear es de 20 kilotones (1 kiloton = $4,184 \times 10^{12}$ J) Cuánta energía liberó este sismo.

Magnitud	Bombas Nucleares
5	1
6	32
7	1000
8	32000
9	1000000

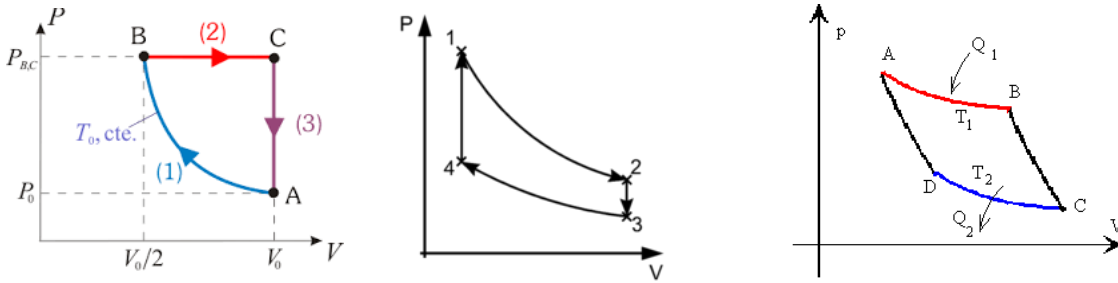
- 54) A qué distancia está el epicentro de la estación considerando que la velocidad de las ondas primarias es de $9 \frac{km}{s}$ y la de las ondas secundarias de $6 \frac{km}{s}$ en un MRU

- 55) Identifica, qué tipo de proceso son las siguientes gráficas

- a. _____
- b. _____
- c. _____



Describe los siguientes procesos termodinámicos.



V. Para satisfacer las necesidades energéticas de Coahuila, el gobierno federal planea la construcción de una planta termoeléctrica con un potencial de 200 MW, Para dicho proyecto se plantean dos opciones; que la materia prima sea el carbón o gas natural. Para tomar la mejor decisión, el criterio es de eficiencia energética.

El 24 de noviembre de 2016, en el Diario Oficial de la Federación, y por trabajo de La comisión nacional del uso eficiente de la energía se publican los siguientes datos:

Tipo de Combustible	Poder Calorífico	Unidad de medida
Carbón Térmico	19, 432	MJ/ ton
Gas Natural	41,232	kJ/m ³

Para generar esa potencia, se requerirían, 110 toneladas de carbón cada hora y 45 mil metros cúbicos de gas natural. Recuerda que $1 \text{ MW} = 3600000 \text{ kJ/h}$

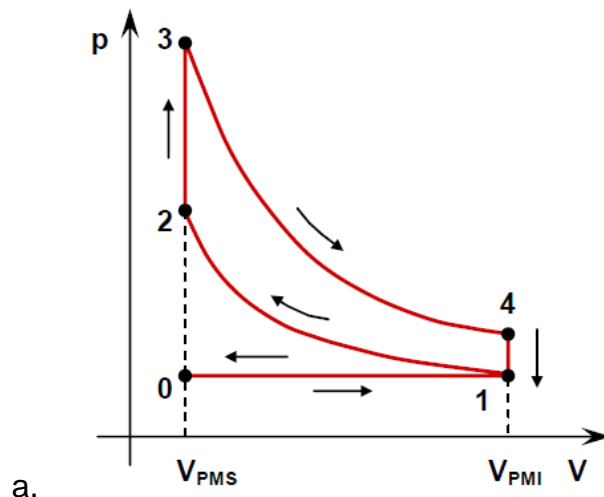
- 56) Cuál es la energía térmica que brinda cada combustible en una hora
- 57) Cuál es la energía eléctrica necesaria en una hora para tener la potencia de 200 MW
- 58) ¿Qué proceso sería el más eficiente?
- 59) Qué proceso tiene mayor pérdida de energía para la generación de esos 200 MW de potencia.
- 60) Según SEMARNAT cada tonelada de carbón emite 1.9 Toneladas de CO₂ y cada metro cúbico de Gas Natural emite 3.5×10^{-3} toneladas de CO₂ Qué combustible contaminaría más al año para tener dicha potencia.

VI. Alberto y Arturo han decidido comparar sus autos, un Nissan Versa y un Toyota Yaris, queriendo saber cuál es el que usa menos gasolina y tiene menor huella de carbono. Razón por la cual han realizado un recorrido de 7500 km. El Nissan Versa, versión Manual, tiene un rendimiento de 15 km/l y emisiones de dióxido de carbono de 167 g/km. En contraparte, El Toyota Yaris, presenta un rendimiento de 16.80 km/l y emisiones de 154g/km.

61. ¿Cuál tiene menor uso de gasolina por el mismo recorrido?
62. ¿Cuál tendrá menor huella de carbono?
63. Qué tipo de ciclo usan los autos con base en gasolina.

VII. Francisco quiere saber cuánta energía gastó su automóvil durante un año, y a su vez, quiere saber cuál fue su huella de carbono por el uso del mismo, para lo cual registró que, al 1 de enero de 2017, su auto, un Chevrolet Aveo 2016 automático tenía un kilometraje inicial de 17,500 y el 31 de diciembre del mismo año, presentó un valor de 42,100 km. Dado que usó carretera y anduvo en ciudad, considere un rendimiento combinado para calcular lo siguiente

- 64) Cuántos litros requirió para que su auto realizará ese recorrido.
- 65) Cuánta energía en forma de calor se le suministró al automóvil.
- 66) Considere que la eficiencia global del motor, es decir, la cantidad de calor que se ocupó para que hiciera tal recorrido fue del 10.5 % ¿Cuánto trabajo se ejerció en las llantas?
- 67) Por dicho recorrido, cuál fue su aportación de CO₂ a la atmósfera.
- 68) ¿Utilizar un auto de mejor rendimiento hubiera tenido una menor huella de carbono? Justifique su respuesta ejemplificando.
- 69) Determine el orden del ciclo basado en la gráfica de P vs V del auto de Martín es la siguiente.



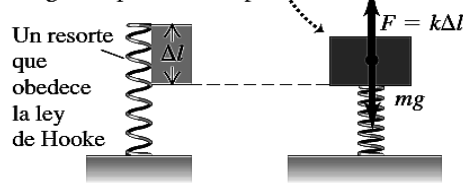
Para obtener la información utilizar

<https://www.inecc.gob.mx/ecovehiculos/ecovehiculos/index.html>

VIII. Los amortiguadores del automóvil 1200 kg están gastados. Cuando Martín de 735 N se sube lentamente al auto en su centro de gravedad, el auto baja 3 cm. Cuando el auto, con la persona a bordo, cae en un bache, comienza a oscilar verticalmente en movimiento armónico simple (MAS). Modela el auto y la persona como un solo cuerpo en un solo resorte, y calcula



Se coloca un cuerpo en la parte superior del resorte, y está en equilibrio cuando la fuerza hacia arriba ejercida por el resorte comprimido es igual al peso del cuerpo.



70) Determina el valor de k

- A) 4000 kg/ s^2
- B) 6450 kg/ s^2
- C) 24500 kg/ s^2
- D) 39200 kg/ s^2

71) ¿Cuál es el periodo?

- A) 0.66 s
- B) 1.43 s
- C) 2.39 s
- D) 3.27 s

72) ¿Cuál será la fuerza máxima que se ejerce en la suspensión?

- A) 18963 N
- B) 7203 N
- C) 735 N
- D) 12495 N

Como consecuencia de su viaje, Martín se acaloró, razón por la cual bajó las ventanillas del auto para disminuir la sensación, no obstante, no le pareció suficiente por lo que encendió el aire acondicionado.

73) ¿Qué es lo que sucederá?

- A) Conseguirán disminuir la sensación térmica por las bajas temperaturas del refrigerador
- B) A pesar de su idea, la temperatura del lugar es la misma
- C) Su idea se revirtió y el descenso de la temperatura será significativo
- D) Aumentará la temperatura del lugar debido al calor que libera el refrigerador.

74) ¿A qué ley de la Termodinámica se hace referencia con este ejemplo?

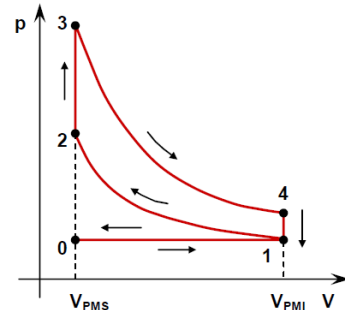
- A) Ley Cero de la Termodinámica
- B) Primera Ley de la Termodinámica
- C) Segunda Ley de la Termodinámica
- D) Tercera Ley de la Termodinámica

75) Al ser el auto de Martín, un vehículo que usa gasolina, ¿de qué tipo de ciclo hablamos?

- A) Otto
- B) Rankine
- C) Diesel
- D) Carnot

76) Determine el orden del ciclo basado en la gráfica de P vs V del auto de Martín es la siguiente

- A) Admisión, Compresión, Escape y Expansión
- B) Admisión, Expansión, Escape y Compresión
- C) Admisión, Compresión, Expansión y Escape
- D) Admisión, Expansión, Compresión y Escape



Martín tiene que resanar las paredes de un edificio dañado de 30 m de altura. Para resanar la parte alta, sujeta los extremos de un andamio de 8 m de longitud y 20 kg, mediante cuerdas que se atan a dos pilares localizados en la azotea, de tal forma que queden paralelas. Si en un instante dado, Martín de 65 kg se encuentra a 2 metros del extremo derecho del andamio, el bote de mezcla de 30 kg se ubica a 3 m del mismo extremo y un bote con agua de 20 kg se encuentra a 3 m del extremo izquierdo

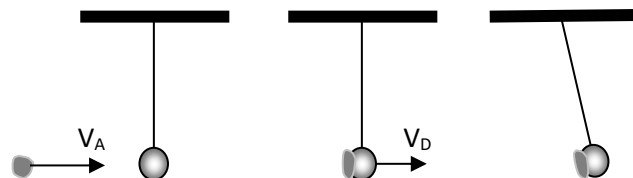
77) Podemos afirmar que para que las cuerdas soporten el peso total, deben resistir una tensión mínima de:

- A) 490 N en la cuerda del extremo derecho y 833 N el extremo del lado izquierdo
- B) 923 N en la cuerda del extremo derecho y 650 N el extremo del lado izquierdo
- C) 833 N en la cuerda del extremo derecho y 490 N el extremo del lado izquierdo
- D) 770 N en la cuerda del extremo derecho y 853 N el extremo del lado izquierdo

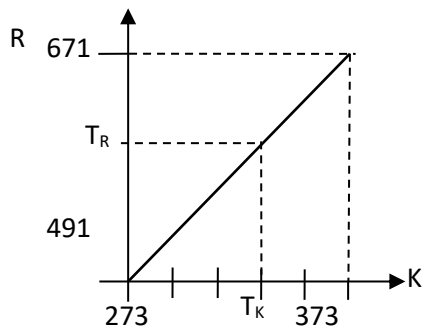
78) Una esfera de 0.5 kg está en reposo colgada de un hilo. Se lanza sobre ella un trozo de plastilina de 0.3 kg con una velocidad horizontal de magnitud $V_A = 4$ m/s. Por el choque la plastilina queda pegada a la esfera y ambas se mueven juntas adquiriendo cierta rapidez V_D inmediatamente después del choque.

¿Cuánta energía cinética se pierde en el choque?

- A) 1.5 J
- B) 0.0 J
- C) 0.96 J
- D) 0.33 J



79) Tanto la escala absoluta Rankin (R) como la Kelvin (K) son lineales. Al nivel del mar el agua se congela a 273 K que equivalen a 491 R y hierve a 373 K que equivalen a 671 R. Con estos datos se traza el segmento recto inclinado mostrado



en la gráfica. El valor de la temperatura T_k es 333 K ¿Cuál es el valor de la temperatura T_R ?

- A) 599 R
- B) 551 R
- C) 611 R
- D) 543 R

80) Un cilindro provisto de un émbolo contiene un gas ideal a una temperatura de 30°C , ocupando un volumen de 0.4m^3 , a una presión de $1.2 \times 10^5\text{ Pa}$. Si se comprime reversiblemente hasta un volumen de 0.1 m^3 a temperatura constante ¿cuánto calor cede a los alrededores?

- A) $0.66 \times 10^5\text{ J}$
- B) 0.0 J
- C) $2.4 \times 10^5\text{ J}$
- D) $6.0 \times 10^5\text{ J}$

81) Una máquina térmica funcionando siguiendo el ciclo de Carnot absorbe, en cada ciclo, 20000 J de calor de un recipiente térmico a una temperatura de 1600 K y cede 10000 J de calor un recipiente térmico a temperatura T_1 ¿Cuál es el valor de T_1 ?

- A) 800 K
- B) 400 K
- C) 3200 K
- D) 500 K

82) Un puesto informal callejero de carnitas es alumbrado por 2 focos de 100 watts desde las 19 h hasta las 22 h. Si la CFE, con impuestos incluidos, cobrara un peso por kilowatt-hora ¿cuánto dinero al día se “ahorra” el dueño por estar “colgado” de los cables del alumbrado público?

- A) 0.60 pesos
- B) 0.06 pesos
- C) 6.00 pesos
- D) 60 pesos

83) ¿Cuál es la esencia de la ley de inducción de Faraday?

I) En un alambre conductor dentro de un campo magnético variable se induce una diferencia de potencial capaz de producir una corriente eléctrica.

II) En un solenoide por el que circula una corriente eléctrica siempre se inducen un polo norte y un polo sur magnéticos.

III) Si una partícula con carga eléctrica y velocidad V . penetra en un campo magnético B se induce una fuerza F sobre la partícula solo si V y B no son paralelos.

IV) Un campo eléctrico variable induce un campo magnético variable y éste, a su vez, induce un campo eléctrico variable y así sucesivamente . *(Esto explica el "mecanismo" de propagación de ondas electromagnéticas).*

a) I

b) II

c) III

d) IV

Bibliografía

Alonso, M y Rojo, O. (1986). Física Mecánica y termodinámica (I), Campos y Ondas. USA, Editorial Addison Wesley.

Resnick, R., Halliday, D. Kraner, K. (2008). *Física*. México: Grupo Editorial Patria.

Sears, Zemansky, M. (2009) *Física Universitaria*. México: Pearson Educación editores.

Wilson, J. Buffa, A, Lou, B. (2007) *Física*. México: Pearson Educación

Giancolli, D. (2015) *Física: Principios con Aplicaciones*. México: Pearson

Giambatista, R., Richardson B., Richrdson. R. (2009) *Física*. México: Mc Graw Hill

Nava, A. (2002). *Terremotos*. La ciencia para todos. México. Fondo de cultura económica

UNAM. Servicio sismológico Nacional.

<http://www.ssn.unam.mx/>

Wikispaces. (2016). Tipos de sismógrafos

<https://sismicidad.wikispaces.com/Tipos+de+sismografos>

Applet Movimiento Armónico Simple. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/oscilaciones/mas/mas.htm>

Applet Oscilaciones no amortiguadas. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/oscilaciones/libres/libres.htm>

Applet Oscilaciones amortiguadas. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/oscilaciones/amortiguadas/amortiguadas.htm>

Resonancias en una cuerda. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

<https://ngsir.netfirms.com/englishhtm/StatWave.htm>

NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO.

Consultado 1 de mayo del 2017, de la página Web:

<http://cgsservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/739.htm>

Applet Ciclo de Carnot. Consultado 3 de mayo de página Web:

Generador de corriente eléctrica: Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

http://www.walter-fendt.de/ph14s/generator_s.htm

Máquinas Térmicas. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

[http://laplace.us.es/wiki/index.php/Máquinas_térmicas_\(GIE\)](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Máquinas_térmicas_(GIE))

Ciclo Otto. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_Otto

Ciclo Diesel. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_Diesel

Video, como hacer un coche eléctrico casero. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

<https://youtu.be/RXzr7g-N0-A>

El auto eléctrico, una solución apremiante. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

http://www.dgdc.unam.mx/assets/cienciaboletto/cb_auto_electrico.pdf

Monografía: Vehículos híbridos y eléctricos. Consultado 3 de mayo del 2017, de página Web:

<http://www.asepa.es/pdf/ETSII.pdf>

El coche eléctrico, el futuro del transporte, la energía y el medio ambiente.

Consultado el 3 de mayo del 2017, de página Web:

<https://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/cocheelectrico.pdf>



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM

Dr. Enrique Graue Wiechers
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario General

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa
Secretario de Desarrollo Institucional

Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria
Secretario Administrativo

Dra. Mónica González Contró
Abogada General



DGENP

Biól. María Dolores Valle Martínez
Directora General

Lic. Jaime Cortés Vite
Secretario General

M. en C. María Josefina Segura Gortares
Secretaria Académica

Lic. José Luis Sánchez Varela
Secretario Administrativo

M. en C. Ana Laura Gallegos y Téllez Rojo
Secretaria de Planeación

Q.F.B. Roberta Ma. del Refugio Orozco Hernández
Secretaria de Difusión Cultural

M. en D. Sandra Gómez Aiza
Jefa del Departamento de Física

Directores de Planteles

Lic. Enrique Espinosa Terán
Plantel 1 "Gabino Barreda"

Lic. Isabel Jiménez Téllez
Plantel 2 "Erasmus Castellanos Quinto"

Lic. Samuel David Zepeda Landa
Plantel 3 "Justo Sierra"

Mtro. Eduardo Adolfo Delgadillo Cárdenas
Plantel 4 "Vidal Castañeda y Nájera"

Mtra. Velia Carrillo García
Plantel 5 "José Vasconcelos"

Mtro. Isauro Figueroa Rodríguez
Plantel 6 "Antonio Caso"

Plantel 7 "Ezequiel A. Chávez"

Arq. Ángel Huitrón Bernal
Plantel 8 "Miguel E. Schulz"

Q.F.B. Gabriela Martínez Miranda
Plantel 9 "Pedro de Alba"