
I. Introducción

¿Qué piensas cuando sabes que vas a llevar física? Seguramente te llegan a la cabeza ideas como: “¡No le voy a entender!”, “¡No puede ser!”, “¡Es muy difícil!”, “¡No le hallo a las matemáticas!”, etc.

¡Pero quién te metió esas ideas! Quien haya sido no sabe que la física es parte de tu entorno y a diario convives con ella; o no digas que cuando manejas un automóvil o cuando caminas no le tanteas a la velocidad de otro carro para cruzar una calle, o ¿cómo le haces para levantar una maleta pesada? Y qué tal cuando te peinas ¿no necesitas un espejo?

Ah! Pues todo esto y mucho más es responsabilidad de la física. Y creemos que entonces deberías de gozarla en vez de sufrirla. Sabemos que piensas: es fácil decirlo, pero ¿cómo le hago?

Pues bien, ¡hoy es tu día de suerte! Porque en este material no sólo encontrarás fórmulas, símbolos y equivalencias sino también tips que te ayudarán a plantear y resolver problemas de una manera más sencilla. En cada tema se presentan consejos útiles sobre los problemas más comunes que se resuelven en física I y II, de tal manera que cuentes con una mejor perspectiva de solución. Además se incluye una sección que te presenta los ocho pasos para encontrar la solución de un problema, por lo que estamos seguros que verás la física como nunca la has visto.

Como tú sabes nuestro modelo educativo está encaminado a construir tu aprendizaje a partir de situaciones cotidianas por lo que dejamos en tus manos la oportunidad de convertir a la física en una experiencia apasionante y divertida.

Academia de Matemáticas Bachillerato



II. Contenido

I. Introducción	1
II. Contenido	2
III. Deja de sufrir (Planteamiento de problemas).....	3
IV. Algunas recomendaciones para el uso de la calculadora científica	4
V. Tipos de cambio (Factores de conversión)	5
VI. Sistemas de unidades.....	8
VII. Sigue la flecha (Vectores).....	9
VIII. Acelera tu bólido (Cinemática).....	10
IX. Fórmulas de movimiento rotacional	12
X. Movimiento a fuerzas (Dinámica)	13
XI. Energía trabajando (Trabajo, energía y potencia)	14
XII. Agarrando vuelo (Impulso y cantidad de movimiento)	15
XIII. ¿Cuánto aguantas? (Esfuerzo y deformación)	16
XIV. ¡Aguas! (Hidrostática)	17
XV. ¡Llamas a mí! (Calor y temperatura)	18
XVI. Desordenando el orden (Termodinámica)	19
XVII. ¿Qué onda con las ondas? (Sonido, ondas y vibraciones).....	20
XVIII. Tablas.....	21



III. Deja de sufrir (Planteamiento de problemas)

Mira, cuando se te pide que resuelvas un problema de física queremos que te pongas a pensar, que relaciones los conceptos teóricos entre sí con las situaciones comunes que vives a diario.

Una de las mejores maneras de aprender es resolviendo problemas, te haces más hábil pues desarrollas poco a poco capacidades como la abstracción, análisis, síntesis, comprensión, cálculo numérico, inventiva, imaginación, etc.; si las desarrollas adecuadamente es seguro que serás una persona de éxito en cualquier profesión que elijas, pues la inteligencia no se mide por la cantidad de conocimientos sino por la capacidad de resolver situaciones problemáticas.

Ve a un problema de física o de cualquier otro tipo como una oportunidad de aprender. ¡Relájate!, el mundo no se va a acabar si no lo resuelves, pero si lo resuelves vas a ser mejor. Un problema es como una madeja de hilo enredada, si la dejas allí no pasa nada, pero si la desenrollas descubrirás y aprenderás muchas cosas; así que búscale la punta a la hebra y échale ganas.

Posiblemente necesitas una guía o camino para comenzar a resolver problemas, por eso te proponemos los siguientes pasos que te facilitarán el trabajo:

Paso 1. Ponte a leer el problema hasta que lo entiendas; si ya lo leíste diez veces y no sabes ni de qué se trata, entonces significa que no te has concentrado. ¡Concéntrate, tú puedes!

Paso 2. Dibuja monos, rayas o gráficas que te den una idea más clara del problema.

Paso 3. Sacar todos los datos que puedas, pero acuérdate que a veces debes agregar datos que son de cajón.

Paso 4. Verifica que concuerden las unidades de los datos para un mismo sistema, sino transfórmalas con los "Tipos de cambio"

Paso 5. Ubica bien las preguntas que te hacen en el problema.

Paso 6. Ve cómo se relacionan los datos que te dan en el problema con los principios y teoremas que conoces y busca las fórmulas que vas a usar. Piensa cómo le vas a hacer para ir poco a poco hallando las respuestas que te pide el problema.

Paso 7. Escribe la fórmula que primero puedes usar y sustituye los datos, si todavía no acabas sigue sustituyendo en las otras fórmulas hasta que tengas todas las respuestas que te piden. ¡Aguas! En algunos problemas necesitarás fórmulas que ya viste en clases anteriores; busca la relación.

Paso 8. Comenta con tus compañeros de equipo los resultados, y si tienen resultados diferentes revisen los planteamientos y encuentren quién se equivocó.

IV. ALGUNAS RECOMENDACIONES EN EL USO DE LA CALCULADORA CIENTÍFICA:

- Para manejar ángulos fíjate que en la pantalla aparezca el indicativo DEG o D que significa grados en sistema sexagesimal, tu maestro te indicará cuando se requiera trabajar en modo de radianes (RAD)
- La tecla EXP equivale a la parte: “x 10” de la notación científica $k \times 10^n$
- En divisiones donde aparezcan operaciones en numerador o denominador utiliza paréntesis para la parte que las contenga.
- Para calcular valores de ángulos, conociendo la función, oprime SHIFT o INV o 2ndf antes de la función.
- Para escribir una cantidad negativa utiliza la tecla (-) o +/- y no el menos de resta.
- Al introducir ángulos en grados, minutos y segundos debes emplear la tecla ° ' ” o en su defecto la tecla DMS.
- Para elevar una cantidad a cualquier potencia usa la tecla x^y o y^x o ^
- Si quieres calcular el recíproco de una cantidad utiliza la tecla x^{-1}
- También es recomendable que lleves siempre contigo el manual de la calculadora.

FÍSICA I

V. Tipos de cambio (Factores de conversión)

Longitud

de \ a	in	Ft	Mi	cm	m	Km
Pulgadas (in)	1	12^{-1}	63360^{-1}	2.54	0.0254	0.0000254
Pies (ft)	12	1	5280^{-1}	30.48	0.3048	0.0003048
Millas (mi)	63360	5280	1	160934.4	1609.344	1.609344
Centímetros (cm)	2.54^{-1}	30.48^{-1}	160934.4^{-1}	1	0.01	0.00001
Metros (m)	0.0254^{-1}	0.3048^{-1}	1609.344^{-1}	100	1	0.001
Kilómetros (Km)	0.0000254^{-1}	0.0003048^{-1}	1.609344^{-1}	100000	1000	1

1 milla náutica = 6076 pies

$1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-10}$ metros

1 yarda = 3 pies

Masa

$g = 9.80665$ $f = 0.3048$ $m = 0.45359243$

de \ a	Gramos	Kilogramos	U.T.M	Slug	Libras
Gramos	1	0.001	$(1000g)^{-1}$	$\frac{f}{1000gm}$	$\frac{1}{1000m}$
Kilogramos	1000	1	g^{-1}	$\frac{f}{gm}$	$\frac{1}{m}$
U.T.M	1000g	g	1	$\frac{f}{m}$	$\frac{g}{m}$
Slug	$\frac{1000gm}{f}$	$\frac{gm}{f}$	$\frac{m}{f}$	1	$\frac{g}{f}$
Libras	1000m	m	$\frac{m}{g}$	$\frac{f}{g}$	1

1 libra = 16 onzas

1 tonelada corta = 2000 libras

1 tonelada larga = 2240 libras

1 tonelada métrica = 1000 kilogramos

Tiempo

de \ a	Segundos	Minutos	Horas	Días
Segundos	1	60^{-1}	3600^{-1}	86400^{-1}
Minutos	60	1	60^{-1}	1440^{-1}
Horas	3600	60	1	24^{-1}
Días	86400	1440	24	1

Un año solar dura 365 días, 5 horas, 48 minutos y 46 segundos.

Un año consta de 31556926 segundos.

Área

de \ a	(cm^2)	(m^2)	(in^2)	(ft^2)
Centímetro Cuadrado (cm^2)	1	1×10^{-4}	$(6.4516)^{-1}$	$(929.0304)^{-1}$
Metro Cuadrado (m^2)	1×10^4	1	$(0.0254)^{-2}$	$(0.3048)^{-2}$
Pulgada Cuadrada (in^2)	6.4516	$(0.0254)^2$	1	$(144)^{-1}$
Pie Cuadrado (ft^2)	929.0304	$(0.3048)^2$	144	1

1 Milla cuadrada = 640 Acres

1 Acre = 43560 Pies cuadrados

1 Hectárea = 10000 Metros cuadrados

Volumen

de \ a	(cm^3)	(m^3)	(in^3)	(ft^3)
Centímetro Cúbico (cm^3)	1	1×10^{-6}	$(16.387064)^{-1}$	$(30.48)^{-3}$
Metro Cúbico (m^3)	1×10^6	1	$(0.0254)^{-3}$	$(0.3048)^{-3}$
Pulgada Cúbica (in^3)	16.387064	$(0.0254)^3$	1	$(1728)^{-1}$
Pie Cúbico (ft^3)	$(30.48)^3$	$(0.3048)^3$	1728	1

1 Metro cúbico = 1000 Litros

1 Galón = 4 Cuartos

1 Cuarto = 2 Pintas

1 Galón = 231 Pulgadas cúbicas

1 Galón = 3.785412 Litros

Rapidez

$k = 1609.344$ $h = 3600$ $p = 5280$

de \ a	(m/s)	(cm/s)	(km/h)	(km/s)	(ft/s)	(mi/h)
(m/s)	1	100	3.6	0.001	$(0.3048)^{-1}$	$(0.44704)^{-1}$
(cm/s)	0.01	1	0.036	0.00001	$(30.48)^{-1}$	$(44.704)^{-1}$
(km/h)	$(3.6)^{-1}$	$(0.036)^{-1}$	1	h^{-1}	$(1.09728)^{-1}$	$\frac{1000}{k}$
(km/s)	1000	100000	h	1	0.0003048^{-1}	$\frac{1000h}{k}$
(ft/s)	0.3048	30.48	1.09728	0.0003048	1	$\frac{h}{p}$
(mi/h)	0.44704	44.704	1.609344	$\frac{k}{1000h}$	$\frac{p}{h}$	1

1 nudo = 0.5148 m/s

Fuerza

$g = 9.80665$ $m = 0.45359243$ $f = 0.3048$

de \ a	N	Kg	DINA	lb.	Poundal
Newton (N)	1	g^{-1}	100000	$(gm)^{-1}$	$\frac{1}{fm}$
Kilogramo (Kg)	g	1	100000g	m^{-1}	$\frac{g}{fm}$
DINA	0.00001	$(100000g)^{-1}$	1	$(100000gm)^{-1}$	$(100000fm)^{-1}$
Libra (lb)	gm	m	100000gm	1	$\frac{g}{f}$
Poundal	fm	$\frac{fm}{g}$	100000fm	$\frac{f}{g}$	1

VI. Sistemas de unidades

Magnitud	M.K.S. S.I	c.g.s.	Técnico gravitacional	Inglés absoluto	Inglés técnico gravitacional
Longitud	m	cm	m	ft	ft
Masa	Kg	g	$U.T.M.$	Lb_m	Slug
Tiempo	s	s	s	s	s
Velocidad	m/s	cm/s	m/s	ft/s	ft/s
Aceleración	m/s^2	cm/s^2	m/s^2	ft/s^2	ft/s^2
Fuerza	N	Dina	Kg	Poundal	Lb_f
Energía	J	Ergio	$Kg - m$	Pie-poundal	Pie-libra

Magnitud	Símbolo
metro	m
kilogramo	Kg
segundo	s
$\frac{metro}{segundo}$	m/s
$\frac{metro}{segundo^2}$	m/s^2
Newton	N
Joule	J
Unidad Técnica de Masa	$U.T.M.$
Pie	ft
Libra fuerza	Lbf

Magnitud	Símbolo
Libra masa	Lb_m
$\frac{pie}{segundo}$	ft/s
$\frac{pie}{segundo^2}$	ft/s^2
Gramo	g
centímetro	cm
$\frac{centímetro}{segundo}$	cm/s
$\frac{centímetro}{segundo^2}$	cm/s^2

VII. Sigue la flecha (Vectores)

La medición de la dirección y sentido de un vector es a través de un ángulo medido desde la parte positiva de eje “x” (horizontal derecha en el plano cartesiano) hasta la línea del vector en sentido contrario al giro de las manecillas del reloj, teniendo el vector su inicio en el origen del plano cartesiano.

Las componentes vectoriales (V_x y V_y) se calculan conociendo la magnitud “V” del vector y su ángulo “ α ”:

$V_x = V \cos \alpha$	$V_y = V \sin \alpha$
-----------------------	-----------------------

La magnitud de la resultante se obtiene de las componentes vectoriales o de la sumatoria de ellas:

$$R = \sqrt{(\sum V_x)^2 + (\sum V_y)^2}$$

El ángulo de inclinación de la resultante con respecto de la región más próxima del eje “x”, se obtiene con la fórmula:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{V_y}{V_x}\right)$$

Te recomendamos estudiar las funciones trigonométricas.

En todo triángulo rectángulo, con respecto a uno de sus ángulos agudos:

$\text{sen} \alpha = \frac{c.o}{h}$	$\alpha = \arcsen\left(\frac{c.o}{h}\right)$
$\text{cos} \alpha = \frac{c.a}{h}$	$\alpha = \arccos\left(\frac{c.a}{h}\right)$
$\text{tan} \alpha = \frac{c.o}{c.a}$	$\alpha = \arctan\left(\frac{c.o}{c.a}\right)$

Las Leyes de Senos y Cosenos.

Para todo triángulo, sabiendo que las longitudes de sus lados son “a”, “b” y “c”, con ángulos opuestos respectivamente “ α ”, “ β ” y “ γ ”, se cumplen las expresiones:

$\frac{a}{\text{sen} \alpha} = \frac{b}{\text{sen} \beta}$	$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha}$	$\alpha = \arccos \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$
$\frac{a}{\text{sen} \alpha} = \frac{c}{\text{sen} \gamma}$	$b = \sqrt{a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta}$	$\beta = \arccos \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$
$\frac{b}{\text{sen} \beta} = \frac{c}{\text{sen} \gamma}$	$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma}$	$\gamma = \arccos \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$

VIII. Acelera tu bólide (Cinemática)

Estas fórmulas te van a servir para calcular variables como la velocidad, aceleración, desplazamiento y tiempo, con algunos datos y las condiciones en que se lleva a cabo el movimiento. Recuerda que debes contar con un mínimo de información para comenzar a usar las fórmulas.

Fórmulas de cinemática

$a = \frac{v_f - v_o}{t}$	$a = \frac{v_f^2 - v_o^2}{2d}$
$t = \frac{v_f - v_o}{a}$	$d = \frac{v_f^2 - v_o^2}{2a}$
$v_f = at + v_o$	$t = \frac{-v_o + \sqrt{v_o^2 + 2ad}}{a}$
$v_o = v_f - at$	$d = \frac{at^2}{2} + v_o t$
$v_f = \sqrt{2ad + v_o^2}$	$v_o = \frac{d}{t} - \frac{at}{2}$
$v_o = \sqrt{v_f^2 - 2ad}$	$a = \frac{2(d - v_o t)}{t^2}$

Símbolo	Significado
a	Aceleración
t	Tiempo
d	Desplazamiento
v_f	Velocidad final
v_o	Velocidad inicial
Sistema	Valor de la gravedad
S.I.	9.80665 m/s^2
c.g.s.	980.665 cm/s^2
Técnico gravitacional	9.80665 m/s^2
Inglés absoluto	32.1740486 ft/s^2
Inglés gravitacional	32.1740486 ft/s^2

TIPS:

- Las fórmulas anteriores son sólo para movimiento con aceleración constante.
- La distancia se cambia por altura en las fórmulas.
- Si en el problema hay movimientos rectilíneos uniformes, recuerda que la velocidad es constante, la aceleración cero y la distancia recorrida es igual a velocidad por tiempo y el tiempo es igual a velocidad sobre distancia recorrida.
- En tiro vertical la velocidad final es cero.
- En caída libre la velocidad inicial es cero, a menos que diga el problema que se lanza el cuerpo con cierta velocidad.



- El tiempo que tarda en subir un cuerpo es el mismo que tarda en bajar.
- La velocidad inicial en tiro vertical es igual a la velocidad final en el mismo punto cuando viene ya en caída libre.
- Un problema que tenga más de un cuerpo en movimiento o varias etapas como aceleración constante, velocidad constante, caída libre, tiro vertical; se puede separar en sus distintas etapas y resolverlas una a una.
- Para resultados más precisos te recomendamos usar todos los decimales de tu calculadora, sólo redondea al final.



IX. Fórmulas de movimiento rotacional

No le saques la vuelta a los problemas de este tipo, resuélvelos con estas fórmulas que son para movimientos como el de una rueda de la fortuna e incluso hasta de satélites.

Para movimiento rotacional con aceleración angular constante			Equivalencia de grados a radianes y viceversa
$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_o}{t}$	$\theta = \frac{\omega_f^2 - \omega_o^2}{2\alpha}$	$\omega_f = \sqrt{2\alpha\theta + \omega_o^2}$	
$t = \frac{\omega_f - \omega_o}{\alpha}$	$\alpha = \frac{\omega_f^2 - \omega_o^2}{2\theta}$	$\omega_o = \sqrt{\omega_f^2 - 2\alpha\theta}$	Grados = (radianes) $\frac{180}{\pi}$
$\omega_f = \alpha t + \omega_o$	$\theta = \frac{\alpha t^2}{2} + \omega_o t$	$\omega_o = \frac{\theta}{t} - \frac{\alpha t}{2}$	Radianes = (grados) $\frac{\pi}{180}$
$\omega_o = \omega_f - \alpha t$	$t = \frac{-\omega_o + \sqrt{\omega_o^2 + 2\alpha\theta}}{\alpha}$	$\alpha = \frac{2(\theta - \omega_o t)}{t^2}$	

Fórmulas para rapidez angular constante	
$f = \frac{\text{N}^\circ \text{ de revoluciones}}{\text{tiempo en segundos}}$	$T = \frac{1}{f}$
$V_t = 2\pi r f$	$a_t = r\alpha$
$\omega = 2\pi f$	$v_t = r\omega$
$a_c = \frac{v_t^2}{r}$	$\omega = \frac{\theta}{t}$

Fórmulas para Tiro Parabólico	
Tiempo de vuelo	$t = \frac{2(v \text{sen} \beta)}{g}$
Altura máxima	$d_y = \frac{(v \text{sen} \beta)^2}{2g}$
Alcance	$d_x = \frac{2(v \cos \beta)(v \text{sen} \beta)}{g}$

Símbolo	Significado
α	Aceleración angular
t	Tiempo
θ	Desplazamiento angular
ω_f	Rapidez angular final
ω_o	Rapidez angular inicial
f	Frecuencia
T	Periodo
v_t	Rapidez tangencial
r	Radio de giro
a_t	Aceleración tangencial
a_c	Aceleración centrípeta
ω	Rapidez angular
d_y	Altura máxima
d_x	Alcance
β	Angulo de inclinación
v	Velocidad de lanzamiento

TIPS:

- El tiempo de vuelo de un objeto es el doble del tiempo que tarda en subir.
- La velocidad de salida y la velocidad de llegada son iguales en magnitud. Si te dan una de las dos entonces no digas: ¡me falta un dato!
- La componente de la velocidad en "x" es constante si se desprecia la fricción con el aire, y esta te servirá para calcular el alcance de un proyectil en tiro parabólico.
- La rapidez angular tiene unidades de radianes sobre segundo y la rapidez tangencial metros sobre segundo.

X. Movimiento a fuerzas (Dinámica)

Acabas de ver las leyes de Newton. ¿Ya te fijaste que aquí si nos importa la causa que produce el movimiento? Viste también que la masa se considera para los problemas. Pues ahí te van las fórmulas que se utilizan en dinámica:

Fórmulas de Dinámica
$F = ma$
$W = mg$
$m = \frac{W}{g}$
$f_k = mg \cos \alpha \mu_k$
$f_s = mg \cos \alpha \mu_s$
$F_N = mg \cos \alpha$
$F_N = W \cos \alpha$
$^1 F_{\min} = mg(\cos \alpha \mu_s - \text{sen} \alpha)$
$a_a = \frac{F \cos \beta}{m} - g \text{sen} \alpha - g \cos \alpha \mu_k$
$a_d = \frac{F \cos \beta}{m} + g \text{sen} \alpha - g \cos \alpha \mu_k$
$^2 \mu_k = \frac{F_a \cos \beta}{W \cos \alpha} - \frac{a}{g \cos \alpha} - \tan \alpha$
$^3 \mu_k = \frac{F_d \cos \beta}{W \cos \alpha} - \frac{a}{g \cos \alpha} + \tan \alpha$
$F_a = W \left(\frac{a}{g} + \text{sen} \alpha + \cos \alpha \mu_k \right)$
$F_d = W \left(\frac{a}{g} - \text{sen} \alpha + \cos \alpha \mu_k \right)$

Variable	Significado
ΣF	Fuerzas actuando sobre el cuerpo
F_{\min}	Fuerza mínima para mover un cuerpo
m	Masa del cuerpo
a	Aceleración total del cuerpo
W	Peso del cuerpo
g	Aceleración de la gravedad
f_k	Fuerza provocada por la fricción dinámica
f_s	Fuerza provocada por la fricción estática
μ_k	Coficiente de fricción dinámica
α	Angulo de inclinación de la superficie de desplazamiento
μ_s	Coficiente de fricción estática
F_N	Fuerza normal
a_a	Aceleración del cuerpo en un movimiento ascendente
a_d	Aceleración del cuerpo en un movimiento descendente
β	Angulo de inclinación de la fuerza respecto del la dirección del movimiento
F_a	Fuerza que causa un movimiento ascendente
F_d	Fuerza que causa un movimiento descendente

TIPS

- Cuando se calcula el peso de un cuerpo en movimiento vertical se suman algebraicamente la aceleración del movimiento y la aceleración de la gravedad.
- ¡Ponte buzo! Porque en problemas de la segunda ley de Newton a veces necesitas fórmulas de movimiento rectilíneo o de cinemática.
- En problemas donde el movimiento no es horizontal realiza siempre el diagrama de cuerpo libre.
- Si no se dan ángulos en el problema asígnale un valor de cero en la fórmula.
- Cuando $F = f$ el movimiento es a velocidad constante.

¹ Si el cuerpo debe subir por un plano inclinado el $\text{sen} \alpha$ es positivo

² Para movimiento ascendente

³ Para movimiento descendente

XI. Energía trabajando (Trabajo, energía y potencia)

Con estas fórmulas vas a poder calcular sin ningún trabajo la energía, la potencia y también el trabajo en cuerpos sometidos a fuerzas. ¡Energízate!

Fórmulas de trabajo, energía y potencia	
$W = Fd$	
$P = \frac{W}{t}$	
$E_c = \frac{mv^2}{2}$	
$E_p = mgh$	
$m = \frac{E_p}{gh}$	$m = \frac{2E_c}{v^2}$
$E_{mt} = E_c + E_p$	
$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$	
$h = \frac{E_p}{mg}$	
$v = \sqrt{2\left(\frac{E_{mt}}{m} - gh\right)}$	
$h = \frac{E_{mt}}{mg} - \frac{v^2}{2g}$	

Variable	Significado
W	Trabajo
F	Fuerza aplicada sobre un cuerpo
d	Desplazamiento del cuerpo
P	Potencia
t	Tiempo
E_c	Energía cinética
m	Masa del cuerpo
v	Rapidez del cuerpo
E_p	Energía potencial
g	Aceleración de la gravedad
h	Altura
E_{mt}	Energía mecánica total

TIPS:

- El trabajo sólo se efectúa cuando una fuerza aplicada sobre un cuerpo logra que se desplace.
- Ten cuidado de que los valores de las variables que te da en problema estén en un mismo sistema de unidades, si no utiliza los “tipos de cambio”.
- El trabajo efectuado sobre un cuerpo que se eleva del nivel del suelo se almacena como energía potencial.
- Es común que los cálculos del trabajo coincidan en su valor con los de energía.
- La energía potencial inicial en caída libre se transforma íntegramente en energía cinética justo antes de que el cuerpo choque con el suelo.
- Puedes necesitar de nuevo de las fórmulas de cinemática.
- La masa es indispensable para los cálculos, si te dan el dato de peso del cuerpo calcúlala dividiendo el valor entre el de la gravedad.
- Si el movimiento es parabólico considera las componentes y resultantes de la velocidad.

XII. Agarrando vuelo (Impulso y cantidad de movimiento)

Aquí vamos a utilizar estas fórmulas para calcular los efectos que producen las fuerzas actuando durante un tiempo sobre un cuerpo y lo que pasa cuando dos de ellos chocan. ¡Cuidado! el golpe avisa.

Impulso = $F\Delta t$
Cantidad de movimiento = mv
$\overline{F}\Delta t = mv_f - mv_o$

Ley de la conservación de la cantidad de movimiento

$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$	
$v_1 = v'_1 + \frac{m_2(v'_2 - v_2)}{m_1}$	$v_2 = v'_2 + \frac{m_1(v'_1 - v_1)}{m_2}$
$v'_1 = v_1 - \frac{m_2(v_2 - v'_2)}{m_1}$	$v'_2 = v_2 - \frac{m_1(v_1 - v'_1)}{m_2}$
$m_1 = \frac{m_2(v'_2 - v_2)}{v_1 - v'_1}$	$m_2 = \frac{m_1(v_1 - v'_1)}{v'_2 - v_2}$

Variable	Significado
F	Fuerza promedio actuando en la dirección del movimiento de un cuerpo
Δt	Intervalo de tiempo en que actúa la fuerza
m	Masa del cuerpo
v	Velocidad del cuerpo
v_o	Velocidad inicial del cuerpo
v_f	Velocidad final del cuerpo
v'	Velocidad del cuerpo después del choque

TIPS:

- Para que no te hagas bolas recuerda que el impulso no es lo mismo que la cantidad de movimiento, en el primero tomas en cuenta la fuerza que mueve a un cuerpo en un tiempo determinado, y en el segundo necesitas la velocidad y la masa del cuerpo.
- Acuérdate que en los choques totalmente inelásticos las dos masas se mueven juntas después del impacto y en los choques elásticos las masas viajan por separado.
- Entre dos cuerpos, si uno impulsa al otro entonces este último también impulsará al primero pero en sentido contrario como ocurre, por ejemplo, con la bala y la pistola.

XIII. ¿Cuánto aguantas? (Esfuerzo y deformación)

¿Sabes cómo se calcula la altura a la que quedarás del piso cuando te tiras del bungee?, eso depende de la longitud de la liga, su módulo de Young, tu peso y una buena suerte para no estrellarte. ¡Aguanta! y no te revientes, mejor aplica las siguientes fórmulas.

Fórmulas de esfuerzo y deformación				
$\sigma = \frac{F}{A}$	$\Delta L = L_f - L_o$	$\varepsilon = \frac{F}{AY}$	$Y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$	$F = \frac{A\Delta LY}{L_o}$
$\sigma = \frac{\Delta LY}{L_o}$	$\Delta L = \frac{FL_o}{AY}$	$\varepsilon = \frac{4F}{\pi D^2 Y}$	$Y = \frac{4FL_o}{\pi D^2 \Delta L}$	$F = \frac{\pi D^2 \Delta LY}{4L_o}$
$\sigma = \varepsilon Y$	$\Delta L = \frac{4FL_o}{\pi D^2 Y}$	$\varepsilon = \frac{\sigma}{Y}$	$Y = \frac{FL_o}{A\Delta L}$	$L_o = \frac{A\Delta LY}{F}$
$D = \sqrt{\frac{4FL_o}{\pi \Delta LY}}$	$A = \frac{FL_o}{Y\Delta L}$	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$	$L_f = \Delta L + L_o$	$L_o = \frac{\pi D^2 \Delta LY}{4F}$

Variable	Significado	Variable	Significado
σ	Esfuerzo	ΔL	Elongación
F	Fuerza aplicada	ε	Deformación
A	Área de sección transversal	Y	Módulo de Young
L_o	Longitud inicial	L_f	Longitud final
D	Diámetro de la sección transversal		

TIPS:

- Cuando un cilindro se estira, su área de sección transversal disminuye al incrementarse la longitud permaneciendo su volumen constante. Consulta entonces las fórmulas de volúmenes y áreas.
- Para un mismo material, al disminuir su área de sección transversal el esfuerzo aumenta al mantener constante la fuerza aplicada.
- ¡Cuidado!, el área de un círculo se puede calcular conociendo ya sea el radio o el diámetro.
- No te olvides de consultar la tabla del módulo de Young de diferentes materiales que viene al final del formulario.
- La tecla EXP de tu calculadora maneja la notación científica. Por ejemplo para escribir 7×10^5 se tecldea de la siguiente manera: 7 EXP 5

XIV. ¡Aguas! (Hidrostática)

Fórmulas del Principio de Arquímedes y de presión hidrostática					
$\gamma = \delta g$	$W_a = W_c - V_{Fd}\gamma_F$	$F_E = \gamma_F V_{Fd}$	$\delta = \frac{\gamma}{g}$	$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi \gamma_F H}}$	$F = \frac{\delta_F g H \pi D^2}{4}$
$P_F = \gamma_F H$	$W_a = W_c - F_E$	$F_E = \delta_F V_{Fd} g$			

Un submarino sumergido aguanta mucha presión, ¿quieres calcularla?, o quizás quieras conocer la fuerza que eleva a un globo. Pues todo esto y más lo calcularemos con estas fórmulas. ¡Vamos a sumergirnos en ellas

Fórmulas para el Principio de Pascal				Fórmulas para cuerpos que flotan y Principio de Bernoulli	
$F_1 = \frac{F_2 A_1}{A_2}$	$F_1 = \frac{F_2 D_1^2}{D_2^2}$	$D_1 = \sqrt{\frac{F_1 D_2^2}{F_2}}$	$F_2 = \frac{F_1 A_2}{A_1}$	$A_{\min} = \frac{m_b + m_t}{h_g \delta_F}$	$V_{sc} = \frac{W_c}{\gamma_F}$
$A_1 = \frac{F_1 A_2}{F_2}$	$A_2 = \frac{F_2 A_1}{F_1}$	$D_2 = \sqrt{\frac{F_2 D_1^2}{F_1}}$	$F_2 = \frac{F_1 D_2^2}{D_1^2}$	$A_{\min} = \frac{m_t}{h_g (\delta_F - \delta_b)}$	$h_2 = h_1 - \left(\frac{P_2 - P_1}{\gamma_F} \right)$

Variable	Significado	Variable	Significado	Variable	Significado
δ	Densidad	W_c	Peso del cuerpo	h_2	Altura mayor
V_{Fd}	Volumen del fluido desalojado	D	Diámetro de área sumergida	P_1	Presión a la altura menor
g	Aceleración de la gravedad	V_{sc}	Volumen sumergido del cuerpo	P_2	Presión a la altura mayor
F_E	Fuerza de empuje	F	Fuerza aplicada	F_1	Fuerza al émbolo
γ	Peso específico	m_b	Masa de la base	F_2	Fuerza obtenida
δ_F	Densidad del fluido	h_g	Grosor de la base	A_1	Área menor
γ_F	Peso específico del fluido	m_t	Masa soportada por la base	A_2	Área mayor
P_F	Presión del fluido	δ_b	Densidad de la base	D_1	Diámetro menor
H	Profundidad	A_{\min}	Área mínima	D_2	Diámetro mayor
W_a	Peso aparente	h_1	Altura menor		

TIPS:

- Para calcular el peso específico o gravedad específica se multiplica la densidad por la aceleración de la gravedad.
- Consulta las fórmulas de áreas y volúmenes, puedes necesitarlas en problemas relacionados con el Principio de Arquímedes o de Pascal.
- El peso aparente de un cuerpo se calcula restando la fuerza de flotación o empuje del peso del cuerpo.

XV. ¡Llamas a mí! (Calor y temperatura)

Aquí, en caliente vamos a calcular distintas temperaturas en sus diferentes escalas así como todo lo referente al calor de un cuerpo (dilatación, cantidad de calor, cambio de temperatura y equivalente mecánico del calor)

Fórmulas para conversión de escalas de temperatura	
$T_{\circ F} = \frac{9}{5}T_{\circ C} + 32^{\circ}$	$T_{\circ C} = \frac{5}{9}(T_{\circ F} - 32^{\circ})$
$T_{\circ K} = T_{\circ C} + 273.15^{\circ}$	$T_{\circ K} = \frac{5}{9}(T_{\circ F} - 32^{\circ}) + 273.15^{\circ}$

Fórmulas para cálculos de cantidad de calor			
$\Delta Q = C_p m \Delta T$	$C_p = \frac{\Delta Q}{m \Delta T}$	$m = \frac{\Delta Q}{C_p \Delta T}$	$\Delta T = \frac{\Delta Q}{C_p m}$
$\Delta T = T_f - T_o$	$T_f = \frac{\Delta Q}{C_p m} + T_o$	$T_o = T_f - \frac{\Delta Q}{C_p m}$	$\Delta Q = m \Delta H^{\circ}$

Fórmulas para dilatación					
$\Delta L = \alpha L_o \Delta T$	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_o \Delta T}$	$T_f = \frac{\Delta L}{\alpha L_o} + T_o$	$T_o = T_f - \frac{\Delta L}{\alpha L_o}$	$L_o = \frac{\Delta L}{\alpha \Delta T}$	$\Delta T = \frac{\Delta L}{\alpha L_o}$

Conversión de unidades	$1 \text{ cal} = 4.1868 \text{ J}$	$252 \text{ cal} = 1 \text{ BTU}$
------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
$T_{\circ F}$	Temperatura en grados Fahrenheit	C_p	Calor específico a presión constante	T_o	Temperatura inicial
$T_{\circ C}$	Temperatura en grados Celsius	m	Masa del sistema	ΔH°	Calor latente
$T_{\circ K}$	Temperatura en grados Kelvin	ΔT	Cambio en la temperatura	ΔL	Cambio en la longitud
ΔQ	Cambio de calor en el sistema	T_f	Temperatura final	α	Coefficiente de dilatación lineal

TIPS:

- Consulta las tablas de los coeficientes de dilatación y calor específico de los distintos materiales.
- Convierte la temperatura a grados Celsius (centígrados), si es necesario, para cálculos de cantidad de calor.

XVI. Desordenando el orden (Termodinámica)

Estas fórmulas te van a servir para problemas de intercambio de calor como por ejemplo en sistemas como refrigeradores y calderas. ¡Calienta motores y a resolver problemas!

Primera Ley de la Termodinámica	$\Delta Q = \Delta U + W$	Procesos isotérmicos	$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$	$\Delta Q = \Delta S \cdot T$	$T = \frac{\Delta Q}{\Delta S}$
--	---------------------------	-----------------------------	---------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

Proceso Termodinámico	Proceso isotérmico	Proceso isobárico	Proceso isométrico	Proceso adiabático
Expresión que lo representa	$\Delta Q = W$	$\Delta Q = \Delta U + p\Delta V$	$\Delta Q = \Delta U$	$\Delta U = -W$

Fórmulas para máquinas térmicas			
$E = \frac{T_a - T_b}{T_a}$	$C.r. = \frac{Q_b}{Q_a - Q_b}$	$C.r. = \frac{Q_b}{W_{entra}}$	$Q_a = \frac{Q_b}{C.r.} + Q_b$

Variable	Significado	Variable	Significado	Variable	Significado
ΔQ	Calor agregado al sistema	p	Presión del sistema	$C.r.$	Coefficiente de rendimiento
ΔU	Cambio en la energía interna del sistema	ΔV	Cambio en el volumen del sistema	Q_a	Calor que fluye del recipiente a alta temperatura
W	Trabajo realizado por el sistema	E	Eficiencia	ΔS	Cambio de entropía
Q_b	Calor que fluye al recipiente a baja temperatura	T_a	Temperatura del recipiente a alta temperatura	T_b	Temperatura del recipiente a baja temperatura
T	Temperatura termodinámica	W_{entra}	Trabajo agregado		

TIPS:

- La entalpía no es más que el calor ganado o perdido por un sistema.
- ¡Echale ojo al tipo de proceso que te menciona el problema!, acuérdate que puede ser: isobárico, isotérmico, isométrico o adiabático.
- El calor es positivo si se agrega al sistema y negativo si se emite a los alrededores.
- El trabajo es positivo si se efectúa sobre los alrededores y negativo si se aplica sobre el sistema.

XVII. ¿Qué onda con las ondas? (Sonido, ondas y vibraciones)

Para todo lo que es sonido nada como estas fórmulas que las puedes aplicar en problemas con objetos que emitan ondas sonoras ya sea en reposo o en movimiento.

Fórmulas de la velocidad del sonido	$v = \sqrt{\frac{Y}{\delta}}$	$v = \sqrt{\frac{B}{\delta}}$	$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	$v = \lambda f$	$v = 331 + 0.61T_{\circ C}$
--	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------	-----------------------------

Frecuencias naturales o características	Tubos abiertos	Tubos cerrados	En cuerdas
	$f_n = \frac{nv}{2l}$ para $n = 1, 2, 3, 4, \dots$	$f_n = \frac{nv}{4l}$ para $n = 1, 3, 5, 7, \dots$	$f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

Fórmulas para el Efecto Doppler			
Fuente en movimiento y observador inmóvil		Observador en movimiento y fuente inmóvil	
La fuente se acerca	La fuente se aleja	Observador se acerca	Observador se aleja
$f' = \left(\frac{v}{v - v_s} \right) f_s$	$f' = \left(\frac{v}{v + v_s} \right) f_s$	$f' = \left(\frac{v + v_o}{v} \right) f_s$	$f' = \left(\frac{v - v_o}{v} \right) f_s$

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
v	Velocidad del sonido	$T_{\circ C}$	Temperatura en grados centígrados
Y	Módulo de Young	f_n	Frecuencia natural
B	Módulo de volumen	n	Número de longitudes de onda
δ	Densidad	l	Longitud del tubo
F	Fuerza de tensión	f'	Frecuencia aparente
μ	Densidad lineal	v_s	Velocidad de la fuente
f	Frecuencia	f_s	Frecuencia de la fuente
λ	Longitud de onda	v_o	Velocidad del observador

TIPS:

- La rapidez del sonido en el aire aumenta con la temperatura.
- Generalmente la temperatura ambiente se considera de 20° C.
- Fíjate antes de resolver el problema en que medio se mueve el sonido (agua, aire, etc.) para que consultes su rapidez en la tabla correspondiente.

XVIII. Tablas

Prefijos en el sistema métrico		
Prefijo	Símbolo	Valor
yota	Y	10^{24}
zeta	Z	10^{21}
exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hecto	h	10^2
deka	da	10
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}
zepto	z	10^{-21}
yocto	y	10^{-24}

Fórmulas de áreas y volúmenes de algunas figuras comunes	
Círculo	$A = \pi r^2$
Circunferencia	$C = 2\pi r$
Triángulo	$A = \frac{bh}{2}$
Triángulo equilátero	$A = \frac{\sqrt{3} l^2}{4}$
Área de la esfera	$A = 4\pi r^2$
Volumen de la esfera	$V = \frac{4\pi r^3}{3}$
Superficie de un cilindro	$S = 2\pi r^2 + 2\pi rh$
Volumen del cilindro	$V = \pi r^2 h$

Límite elástico y de resistencia tensil				
Material	Limite elástico		Resistencia tensil	
	$\frac{N}{m^2}$	$\frac{lb}{in^2}$	$\frac{N}{m^2}$	$\frac{lb}{in^2}$
Aluminio	1.3×10^8	1.9×10^4	1.4×10^8	2.1×10^4
Latón	3.8×10^8	5.5×10^4	4.6×10^8	6.6×10^4
Cobre	1.6×10^8	2.3×10^4	3.4×10^8	4.9×10^4
Hierro	1.7×10^8	2.4×10^4	3.2×10^8	4.7×10^4
Acero templado	2.5×10^8	3.6×10^4	4.9×10^8	7.1×10^4
Acero para resortes	4.1×10^8	6.0×10^4	6.9×10^8	10×10^4

Módulos de elasticidad		
Material	Módulo de Young Y $\frac{N}{m^2}$	Módulo de Volumen B $\frac{N}{m^2}$
Acero	20×10^{10}	15×10^{10}
Aluminio	7×10^{10}	7×10^{10}
Cobre	11×10^{10}	12×10^{10}
Hierro	15×10^{10}	12×10^{10}
Hueso de extremidad	1.5×10^{10}	
Latón	9×10^{10}	7.5×10^{10}
Vidrio	5.7×10^{10}	4×10^{10}
Agua		2.2×10^9
Alcohol etílico		1×10^9
Glicerina		4.5×10^9
Mercurio		26×10^9

Calores latentes de fusión y vaporización ΔH°				
Material	Calor latente de fusión		Calor latente de vaporización	
	$\frac{cal}{g}$	$\frac{BTU}{lb}$	$\frac{cal}{g}$	$\frac{BTU}{lb}$
Alcohol etílico	24.9	45	204	367
Alcohol metílico	22	40	263	473
Amoniaco	1.08	195	327	465
Helio	1.25	2.25	5	9
Plomo	6.3	10.6	222	315
Mercurio	2.7	5	71	128
Nitrógeno	6.2	11	47.8	85
Oxígeno	3.3	5.9	51	92
Plata	2.1	38	558	1004
Agua	80	144	540	970
Zinc	24	43	475	855

Puntos de fusión y ebullición a presión atmosférica		
Sustancia	Punto de ebullición °C	Punto de ebullición °C
Alcohol etílico	-117	78
Alcohol metílico	-98	65
Amoniaco	-75	-34
Helio	-272	-269
Plomo	327	1744
Mercurio	-39	357
Nitrógeno	-210	-196
Oxígeno	-219	-183
Plata	960	2212
Agua	0	100
Zinc	419	907

Calores de combustión (valores representativos)		
Sustancia	$\frac{cal}{g}$	$\frac{BTU}{lb}$
Alcohol	6400	11500
Antracita (carbón duro)	8000	14400
Azúcar	4000	7200
Carbón bituminoso	7500	13500
Carne magra	1200	2150
Diesel	10500	18900
Gas natural	10000	18000
Gasolina	11400	20500
Helado de crema	2100	3880
Huevos hervidos	1600	2800
Leche	700	1250
Madera de pino	4500	8000
Mantequilla	8000	14400
Pan blanco	2000	3600

Resistividad y coeficientes de resistencia respecto a la temperatura (20 °C)		
Material	Resistividad	α
	$\Omega \cdot m$	$^{\circ}C^{-1}$
Aluminio	2.8×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Carbono	3.6×10^{-8}	-0.5×10^{-3}
Cobre	1.7×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Oro	2.4×10^{-8}	3.4×10^{-3}
Hierro	10×10^{-8}	5.0×10^{-3}
Manganina	44×10^{-8}	0.01×10^{-3}
Mercurio	96×10^{-8}	0.89×10^{-3}
Nichrome	100×10^{-8}	0.44×10^{-3}
Níquel	7.8×10^{-8}	6.0×10^{-3}
Platino	10×10^{-8}	3.0×10^{-3}
Plata	1.6×10^{-8}	3.8×10^{-3}
Tungsteno	5.6×10^{-8}	4.5×10^{-3}

Constantes físicas		
Nombre	Símbolo	Valor
Aceleración debida a la gravedad	g	$9.80665 \frac{m}{s^2}$
Carga eléctrica del electrón	e	$-1.6 \times 10^{-19} C$
Constante de la ley de Coulomb	k	$9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$
Constante de Planck	h	$6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$
Constante universal gravitacional	G	$6.67259 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{Kg^2}$
Equivalente mecánico del calor	-	$4.1868 \frac{J}{cal}$
Masa del electrón	m_e	$9.11 \times 10^{-31} Kg$
Masa del neutrón	m_n	$1.675 \times 10^{-27} Kg$
Masa del protón	m_p	$1.673 \times 10^{-27} Kg$
Presión atmosférica a nivel del mar	p_{atm}	$1.013 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$
Radio promedio de la tierra	r_e	$6378137 m$
Permeabilidad del espacio libre	μ_o	$1.256637061 \times 10^{-6}$
Rapidez de la luz en el vacío	c	$299792458 \frac{m}{s}$

Longitud de onda promedio de la luz visible	
Color	λ (m)
Rojo	6.6×10^{-7}
Naranja	6.1×10^{-7}
Amarillo	5.9×10^{-7}
Verde	5.4×10^{-7}
Azul	4.7×10^{-7}
Violeta	4.2×10^{-7}

Velocidad del sonido en diferentes sustancias	
Sustancia	m/s
Agua	1435
Aire a 0 °C	331
Alcohol	1213
Hidrógeno	1269
Hierro	5130
Vidrio	5000

Densidades de algunos materiales	
Material	Densidad $\frac{g}{cm^3}$
Aceite de olivo	0.918
Acero	7.8
Agua	1.0
Agua de mar	1.03
Aire	0.00129
Alcohol	0.79
Aluminio	2.7
Benceno	0.88
Bióxido de carbono	0.00198
Bronce	8.5
Cobre	8.9
Cuarzo	2.65
Estaño	7.3
Gasolina	0.68
Helio	0.000178
Hidrógeno	0.00009
Hielo	0.92
Hierro	7.9
Latón	8.7
Madera de Arce	0.62-0.75
Madera de Balsa	0.11-0.13
Madera de Cedro	0.49-0.57
Madera de Corcho	0.22-0.26
Madera de Roble	0.60-0.90
Mercurio	13.6
Nitrógeno	0.00125
Oro	19.3
Oxígeno	0.00143
Plata	10.5
Plomo	11.4
Sangre	1.04
Vidrio	2.6
Zinc	7.1

Calores específicos de algunas sustancias	
Sustancia	$\frac{cal}{g \text{ } ^\circ C}$
Agua	1.0
Aire	0.17
Alcohol etílico	0.60
Aluminio	0.220
Asbesto	0.20
Benceno	0.41
Bronce	0.092
Cobre	0.093
Gasolina	0.50
Glicerina	0.60
Hielo	0.50
Hierro	0.105
Latón	0.094
Madera	0.40
Mercurio	0.033
Oro	0.031
Plata	0.056
Plomo	0.031
Tierra	0.25
Vapor	0.48
Vidrio	0.16
Zinc	0.092

Alfabeto griego					
Mayúscula	Minúscula	Nombre	Mayúscula	Minúscula	Nombre
A	Α	Alpha	Ν	ν	Un
B	Β	Beta	Ξ	ξ	Xi
Γ	Γ	Gamma	Ο	ο	Omicron
Δ	δ	Delta	Π	π	Pi
E	ε	Epsilon	Ρ	ρ	Rho
Z	ζ	Zeta	Σ	σ	Sigma
H	η	Eta	Τ	τ	Tau
Θ	θ	Theta	Υ	υ	Upsilon
I	ι	Iota	Φ	φ	Phi
K	κ	Kappa	Χ	χ	Chi
Λ	λ	Lambda	Ψ	ψ	Psi
M	μ	Mu	Ω	ω	Omega

P. atmosférica y p. de ebullición del agua a diferentes altitudes					
Altitud <i>ft</i>	P. ebullición °C	P. atmosférica $\frac{lb}{in^2}$	Altitud <i>ft</i>	P. ebullición °C	P. atmosférica $\frac{lb}{in^2}$
100000	9.8	0.16	4000	96.0	12.7
50000	48.9	1.7	2000	98.0	13.7
40000	58.8	2.7	0	100	14.7
30000	69.2	4.4	-20	113.7	23.4
20000	79.6	6.7	-40	123.3	32.0
15000	84.4	8.2	-60	131.2	40.7
10000	89.8	10.1	-80	138.0	49.4
8000	92.1	11.0	-100	144.0	58.0
6000	94.0	11.8	-120	149.0	66.7

Conductividades térmicas	
Material	$\frac{cal}{cm \cdot s \cdot ^\circ C}$
Acero	0.11
Agua	0.0014
Aire	0.000055
Algodón	0.00018
Aluminio	0.50
Asbesto	0.0014
Azulejo	0.0020
Bronce	0.26
Cartón de corcho	0.0001
Cobre	0.92
Concreto	0.004
Cuero	0.0004
Hielo	0.0053
Hierro	0.16
Ladrillo	0.0017
Lana	0.00025
Latón	0.25
Loza de piso	0.0016
Madera	0.0005
Mercurio	0.02
Papel	0.0003
Plata	0.97
Plomo	0.08
Tabla de fibra	0.00014
Vacío	0
Vidrio	0.0025

Coeficiente volumétrico de dilatación de los líquidos	
Líquido	$\beta \text{ } ^\circ C^{-1}$
Agua 20°C	0.21×10^{-3}
Alcohol etílico	1.12×10^{-3}
Alcohol metílico	1.22×10^{-3}
Benceno	1.24×10^{-3}
Gasolina	1.08×10^{-3}
Glicerina	0.53×10^{-3}
Mercurio	0.18×10^{-3}
Trementina	1.05×10^{-3}

Coeficientes lineales de dilatación térmica	
Material	$\alpha \text{ } ^\circ C^{-1}$
Acero	18×10^{-6}
Aluminio	25×10^{-6}
Bronce	17×10^{-6}
Cobre	17×10^{-6}
Concreto	9×10^{-6}
Cuarzo	3×10^{-6}
Hielo	51×10^{-6}
Hierro	14×10^{-6}
Latón	19×10^{-6}
Oro	11×10^{-6}
Pino (veta a lo largo)	9×10^{-6}
Pino (veta cruzada)	11×10^{-6}
Platino	0.4×10^{-6}
Plomo	29×10^{-6}
Vidrio común	5×10^{-6}