

ESTRUCTURAS I : CONTEXTUALIZACIÓN / MAGNITUDES FÍSICAS EN EL SI

Guillermo A. Olivares Martínez

Arquitecto PUCV Mg.Estructuras UPC
guillermo.olivares@ead.cl

MAGNITUDES FÍSICAS

Propiedades que pueden medirse y expresar su resultado mediante un valor y una unidad.

Clasificación en el Sistema Internacional (SI)
según:

ORIGEN:

- MAGNITUDES FUNDAMENTALES
- MAGNITUDES DERIVADAS

NATURALEZA:

- ESCALARES
- VECTORIALES
- TENSORIALES

MAGNITUDES FÍSICAS FUNDAMENTALES

Unidades en SI

- **Masa** se usa el *kilogramo* (kg)
- **Longitud** se usa el *metro* (m)
- **Tiempo** se usa el *segundo* (s)
- **Temperatura** se usa el *Kelvin* (K)
- **Intensidad de corriente eléctrica** el *amperio* (A)
- **Cantidad de sustancia** se usa el *mol* (mol)
- **Intensidad luminosa** se usa la *candela* (cd)

MAGNITUDES FÍSICAS DERIVADAS

1. Las unidades derivadas se forman a partir de productos de potencias de unidades básicas. Las unidades básicas y las unidades derivadas coherentes del SI forman un conjunto coherente, denominado conjunto de **unidades SI coherentes**.
2. No es posible establecer una lista completa de magnitudes y unidades derivadas, dado que vasto es la cantidad de fenómenos que pueden determinarse. Sin embargo, la tabla 2 presenta algunos ejemplos de magnitudes derivadas y las unidades derivadas coherentes correspondientes

Magnitud	Nombre	Símbolo
Area, superficie	Metro cuadrado	m ²
Volumen	Metro cúbico	m ³
Velocidad	Metro por segundo	m/s
Aceleración	Metro por segundo cuadrado	m/s ²
Número de ondas	Metro a la potencia menos uno	m ⁻¹
Densidad, masa en volumen	Kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
Densidad superficial	Kilogramo por metro cuadrado	kg/m ²
Volumen específico	Metro cúbico por kilogramo	m ³ /kg
Densidad de corriente	Amperio por metro cuadrado	A/m ²
Concentración de cantidad de sustancia, concentración	Mol por metro cúbico.	mol/m ³
Concentración másica	Kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
Luminancia	Candela por metro cuadrado.	cd/m ²
Índice de refracción	Uno	1
Permeabilidad relativa	Uno	1

Unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales.

Magnitud	Nombre	Símbolo	Expresión en otras unidades SI	Expresión en unidades SI básicas
Angulo plano	Radián	rad		1 m/m= 1
Angulo sólido	Estereorradián	sr		1 m ² /m ² = 1
Frecuencia	Hercio	Hz		s ⁻¹
Fuerza	Newton	N		m·kg·s ⁻²
Presión, tensión	Pascal	Pa	N/m ²	m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
Energía, trabajo, cantidad de calor	Julio	J	N·m	m ² ·kg·s ⁻²
Potencia, flujo energético	Vatio	W	J/s	m ² ·kg·s ⁻³
Carga eléctrica, cantidad de electricidad	Culombio	C	-	s·A
Diferencia de potencial eléctrico, fuerza electromotriz	Voltio	V	W/A	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹
Resistencia eléctrica	Ohmio	W	V/A	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²
Conductancia eléctrica	Siemens	S	A/V	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²
Capacidad eléctrica	Faradio	F	C/V	m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ⁴ ·A ²
Flujo magnético	Weber	Wb	V·s	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻¹
Densidad de flujo magnético	Tesla	T	Wb/m ²	kg·s ⁻² ·A ⁻¹
Inductancia	Henrio	H	Wb/A	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻²
Temperatura celsius	Grado celsius	°C	-	K
Flujo luminoso	Lumen	lm	cd·sr	cd
Iluminancia	Lux	lx	lm/m ²	m ⁻² ·cd
Actividad de un radionucleido	Becquerel	Bq	-	s ⁻¹
Dosis absorbida, energía másica (comunicada), kerma	Gray	Gy	J/kg	m ² ·s ⁻²
Dosis equivalente, dosis equivalente ambiental, dosis equivalente direccional, dosis equivalente individual	Sievert	Sy	J/kg	m ² ·s ⁻²
Actividad catalítica	Katal	kat	-	s ⁻¹ ·mol

MAGNITUDES FÍSICAS ESCALARES

Magnitud física que se define completamente por un solo número (positivo o negativo) y tiene el mismo valor para todos los observadores (invariable al sistema de referencia)

ej: Tiempo, Temperatura, **Volumen, Longitud, Masa, Área**

MAGNITUDES FÍSICAS VECTORIALES

Son aquellas que quedan caracterizadas por una cantidad (intensidad o módulo), una dirección y un sentido. En un espacio euclidiano, de no más de tres dimensiones, un vector se representa mediante un segmento orientado.

Ej: **Velocidad, Aceleración, Fuerza**, Campo Eléctrico, Intensidad Luminosa

MASA

Medida de la cantidad de materia que posee un cuerpo. En SI la unidad es:

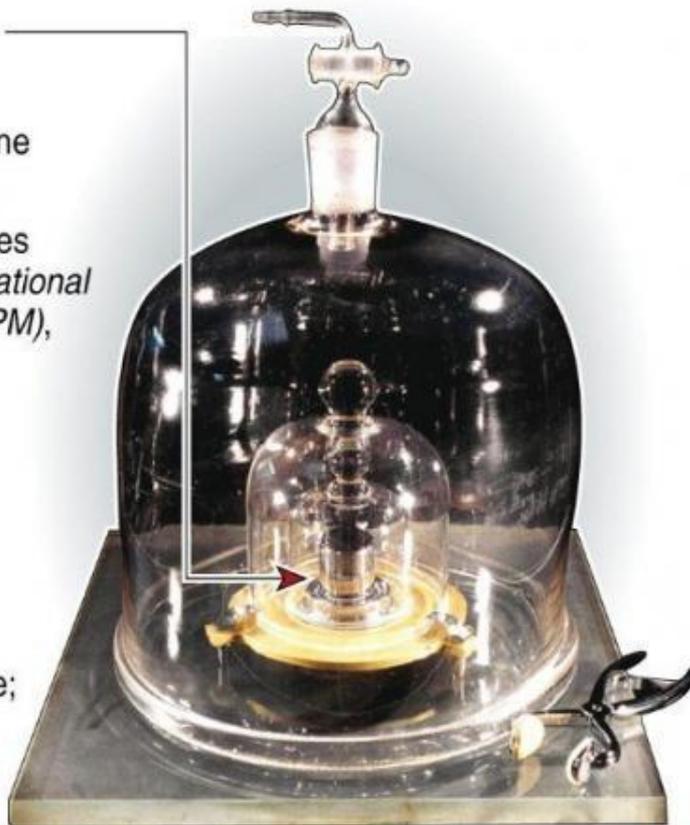
kg

Combien pèse un kilogramme ?

Les scientifiques cherchent toujours la réponse dans l'espoir de progresser vers une valeur constante, indépendante de tout objet physique

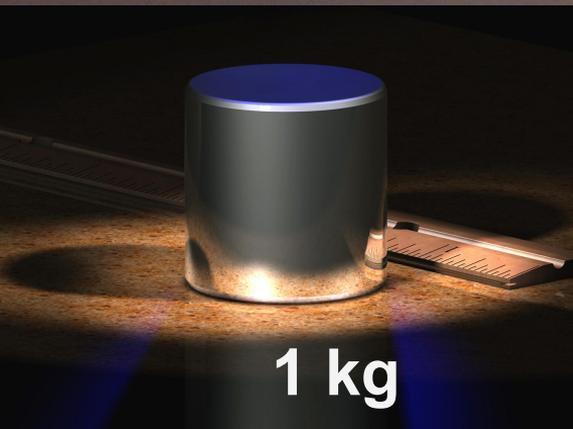
Le prototype international

- ▶ Fabriqué en 1889
- ▶ Composé de 90% de platine et 10% d'iridium
- ▶ Conservé sous trois cloches de verre au *Bureau International des Poids et mesures (BIPM)*, à Sèvres, près de Paris
- ▶ En 122 ans le kilogramme-étalon a maigri d'environ 50 microgrammes
- ▶ L'unité de masse du SI (Système international d'unités) est le kilogramme; il est égal à la masse du prototype international

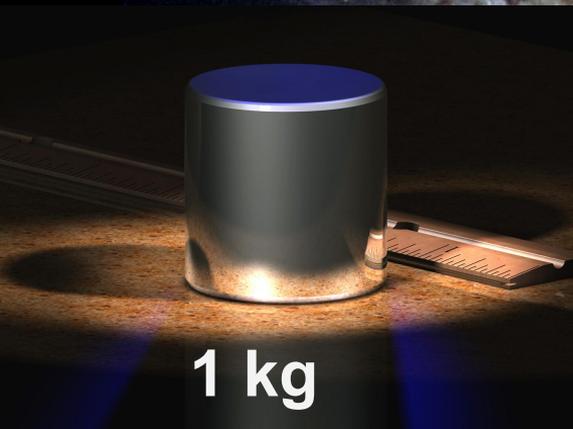


1 kg





1 kg





1 kg

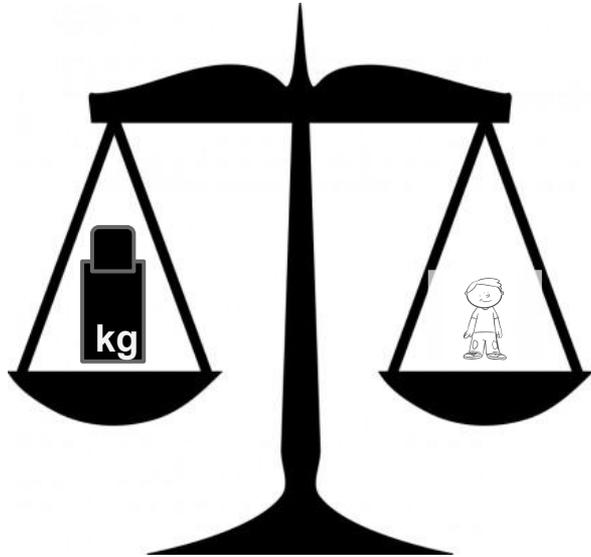
FUERZA, magnitud física derivada SI (**Unidad N**)

Magnitud física de carácter **vectorial** capaz de deformar los cuerpos (efecto estático), modificar su velocidad o vencer su inercia y ponerlos en movimiento si estaban inmóviles (efecto dinámico)

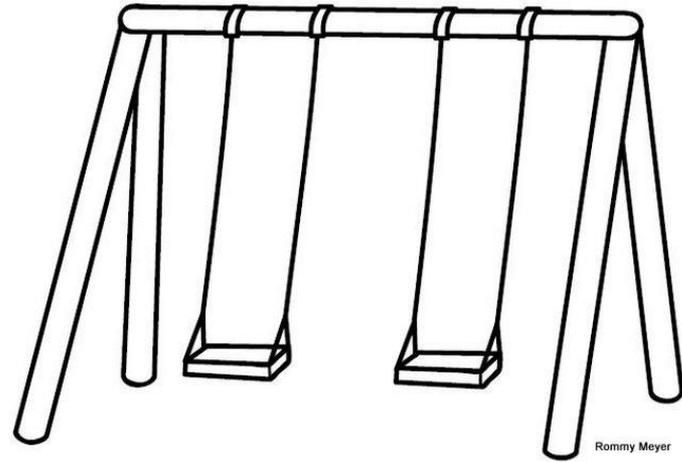




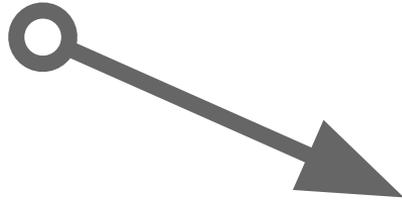
MASA



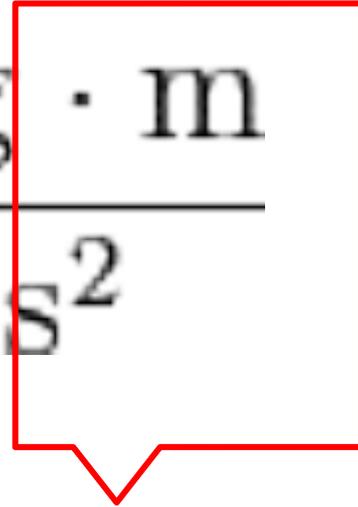
ACELERACIÓN



MASA



$$N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$



Unidad de Fuerza
NEWTON= Fuerza necesaria para
proporcionar una aceleración de 1m/s^2 a un
objeto de 1kg de masa

ACELERACIÓN

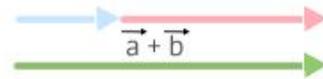
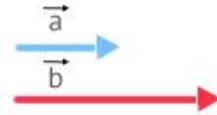
2º Ley de Newton o Ley fundamental de la dinámica

*El cambio de movimiento es directamente proporcional a la fuerza motriz **neta** impresa y ocurre según la **línea recta a lo largo** de la cual aquella fuerza se imprime.*

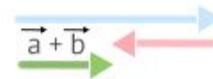
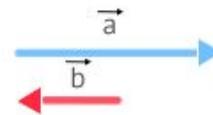
, y Si la masa del cuerpo es constante se puede establecer la siguiente relación, que constituye la ecuación fundamental de la dinámica.

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

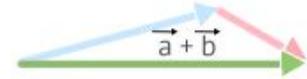
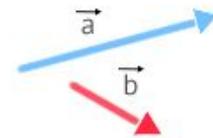
$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$$



suma de vectores
con la misma dirección y
sentido



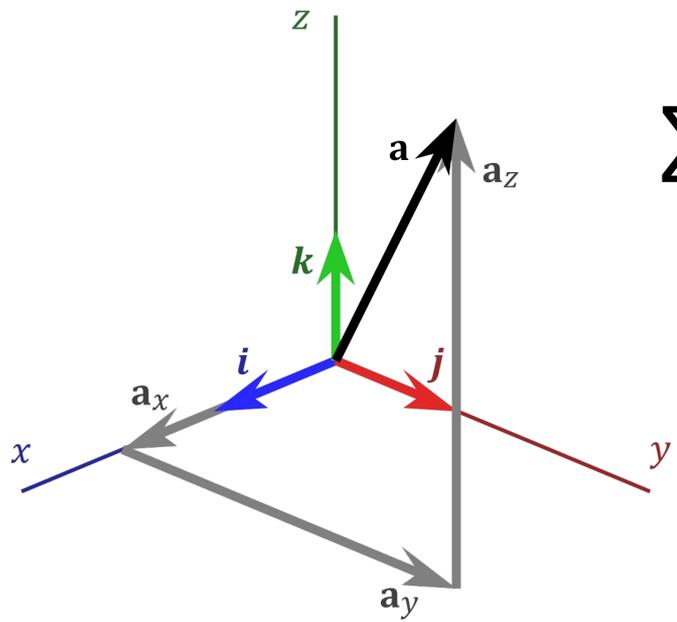
suma de vectores
con la misma dirección y
sentidos opuestos



suma de vectores
con distinta dirección

Fuerza neta

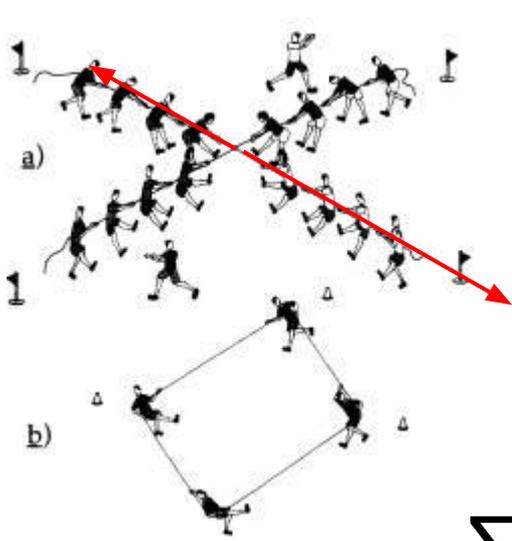
$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$$



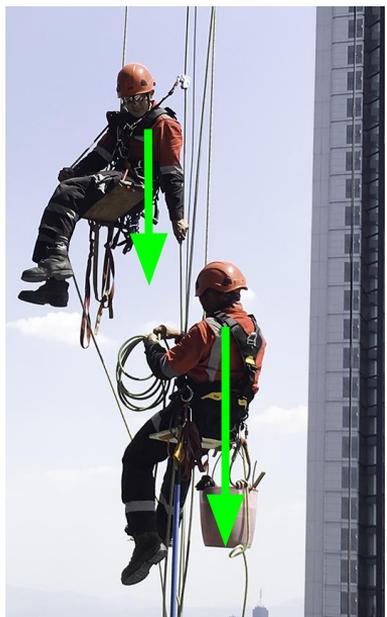
$$\Sigma F_x$$



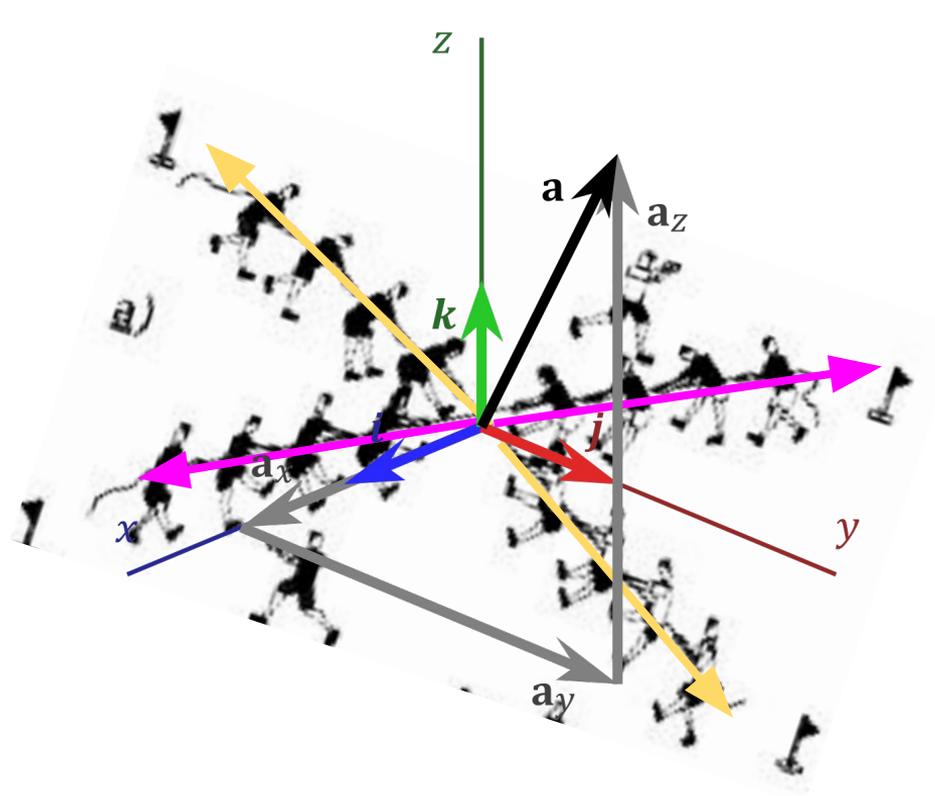
$$\Sigma F_y$$

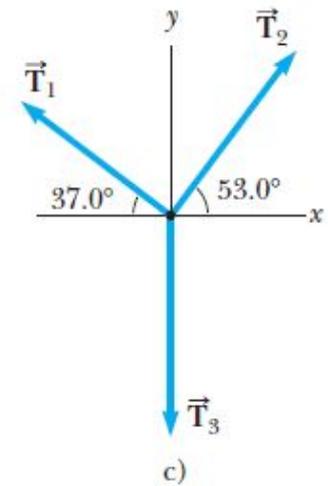
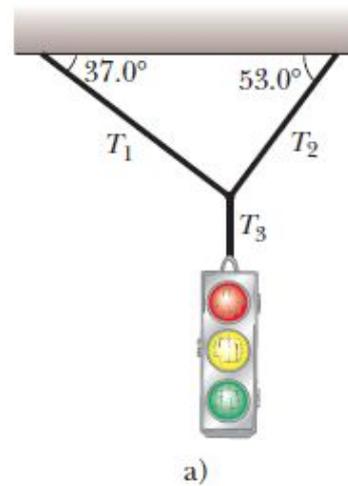
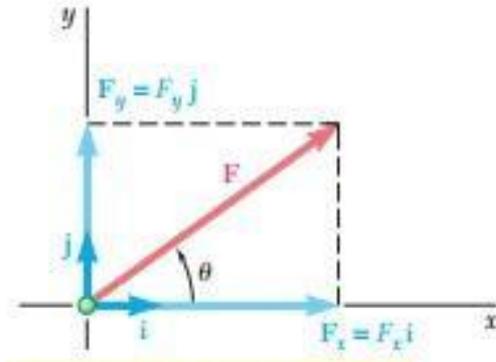


$$\Sigma F_z$$



¿..y si las fuerzas tienen
dirección oblicua a los ejes
coordenadas?
¿Cómo calcular las fuerzas netas
en sistema cartesiano?





Un vector puede descomponerse en una suma de dos vectores que forman entre si un ángulo de 90° .

Esta operación se denomina **descomposición rectangular del vector**, para determinar las **componentes del vector** se utilizan el método gráfico y el analítico por identidades trigonométricas.

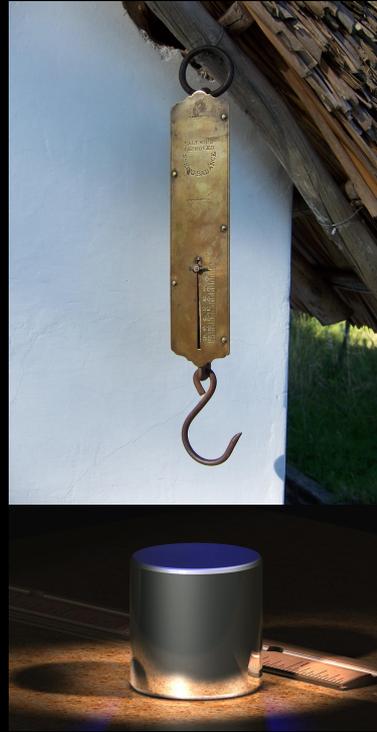


Acceso Caixa Forum Barcelona, Arata Isozaki

$$\sum F_{x=0}$$

$$\sum F_{y=0}$$

$$\sum F_{z=0}$$

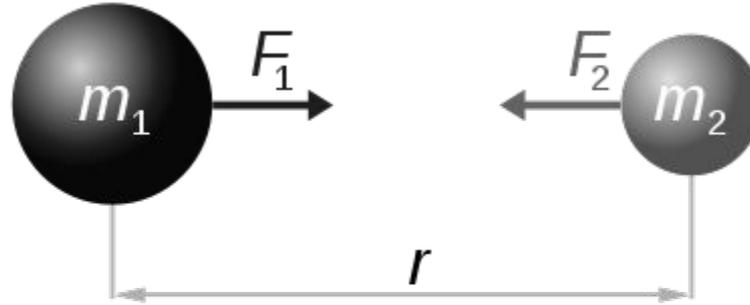


PESO

1 kgf



Fuerza Gravitatoria



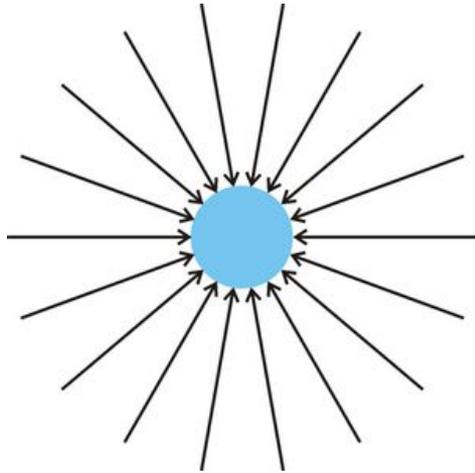
$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Ley de gravitación universal, Isaac Newton. 1687

la fuerza con que se atraen dos cuerpos de diferente masa únicamente depende del valor de sus masas y del cuadrado de la distancia que los separa. $G=6,674 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ (Constante Gravitacional)

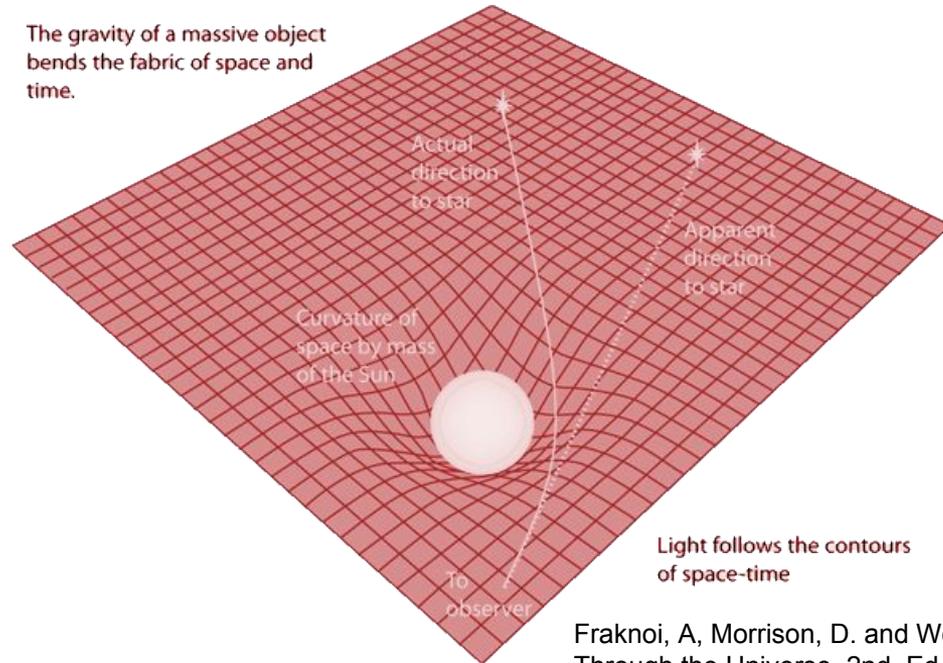
Campo Gravitatorio

Perturbación que un cuerpo produce en el espacio que lo rodea por el hecho de tener materia.



Líneas de campo gravitatorio de una masa

The gravity of a massive object bends the fabric of space and time.



Fraknoi, A, Morrison, D. and Wolff, S., Voyages Through the Universe, 2nd. Ed, Saunders College Pub., 2000.

Intensidad del campo gravitatorio

Magnitud vectorial que determina la fuerza gravitatoria específica que actúa sobre un cuerpo en el campo gravitatorio de otro; esto es, como la **fuerza gravitatoria por unidad de masa del cuerpo que la experimenta**. La unidad de intensidad del campo gravitatorio en el Sistema Internacional (S.I.) es el newton por kilogramo (N/kg).

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}_g}{m'}$$

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}_g}{m'} = \frac{-G \cdot \frac{m \cdot m'}{r^2} \cdot \vec{u}_r}{m'} = -G \cdot \frac{m}{r^2} \cdot \vec{u}_r$$

Es el módulo del vector \vec{r} que une la masa con el punto en el cual queremos determinar \vec{g} . Su unidad de medida en el Sistema Internacional (S.I.) es el metro

$$G = 6,674 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

PESO

su equivalencia al Sistema Métrico Decimal **1 kgf=9.80665 N**

El valor estándar de la aceleración de la gravedad (g) terrestre es de 9,80665 m/s². Entonces (y de acuerdo con la segunda ley de Newton: fuerza = masa × aceleración), tendremos:

$$\text{KILOPONDIO o KILOGRAMO FUERZA} = 1 \text{ kp} = 1 \text{ kg}_f = 1 \text{ kg} * 9,80665 \text{ m/s}^2 = 9,80665 \text{ N}$$

de modo que 1 kilogramo-fuerza o kilopondio equivale a 9,80665 N

Fuerza
Gravitatoria

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

2º Ley de Newton
Aceleración de la
Gravedad (superficial)

$$F = F \xrightarrow{\text{substituyendo}} G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2} = m \cdot g$$

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (6 \cdot 10^{24})}{(6378 \cdot 10^3)^2} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Masa de la Tierra **6x10²⁴ kg**

Radio es de **6.378 km** (en el ecuador)

Densidad

Magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia. Su unidad en el Sistema Internacional es *kilogramo por metro cúbico* (kg/m^3)

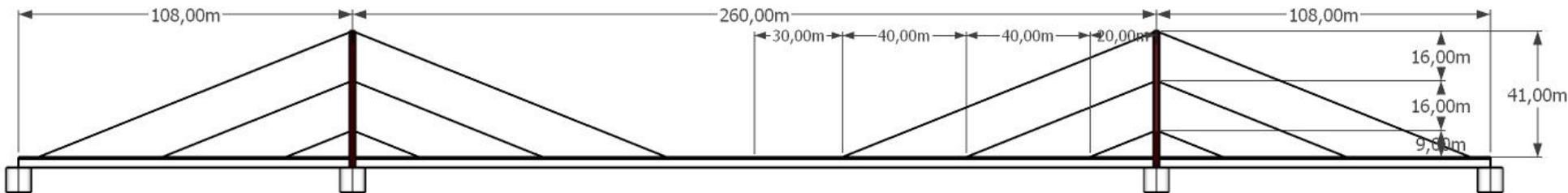
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Material	Peso Específico (kg/m^3)
Arena	1500
Arena de pómez	700
Cal en polvo	1000
Cal en terrón	1000
Cascote o polvo de ladrillo	1300
Cemento en sacos	1600
Cemento en polvo	1200
Cenizas de coque	700
Clinker de cemento	1500
Escorias de Altos Hornos (granulada)	1100
Escorias de Altos Hornos (troceada)	1500
Grava	1700
Yeso y escayola	1250



Theodor Heuss Bridge, Fotografía: Nicolas Janberg, 2011.

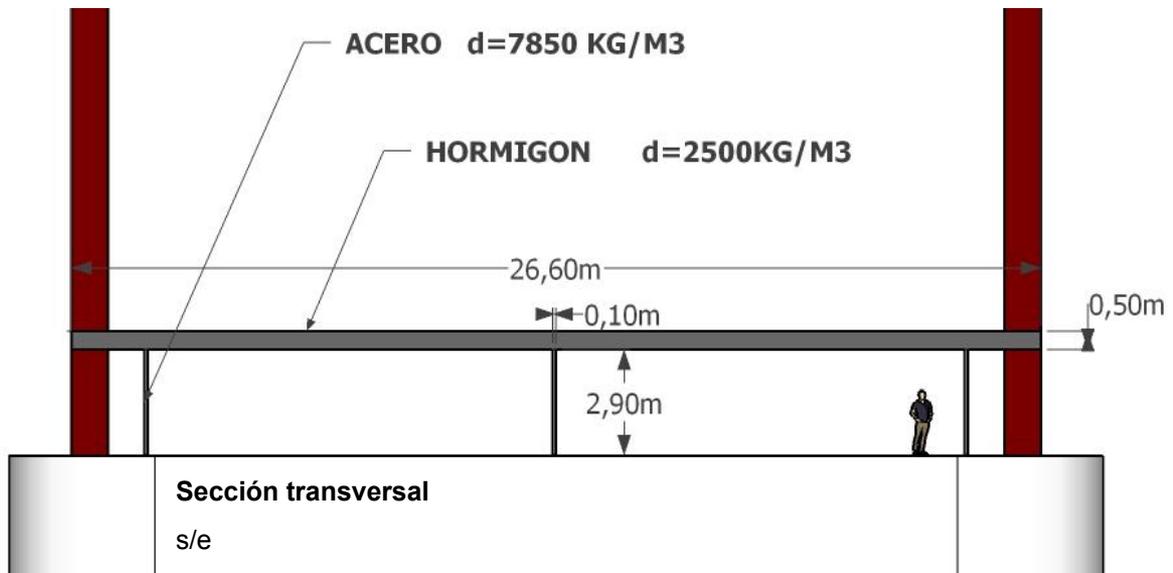
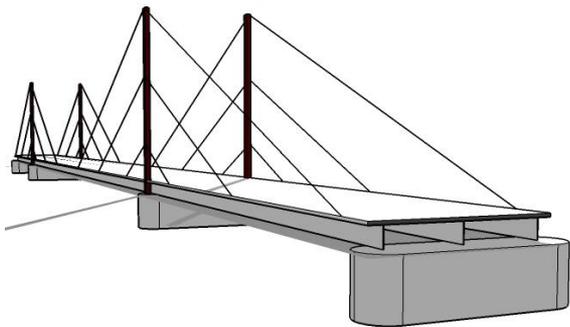
Theodor Heuss Bridge. Düsseldorf



Elevación Longitudinal

s/e

- 1.-Calcular Peso Propio por metro lineal del tablero
- 2.-Calcular Peso total del tablero si fuese sólo de acero



Theodor Heuss Bridge. Düsseldorf

1.-Calcular Peso Propio por metro lineal del tablero

Capa de compresión

Área (sección) de la capa de compresión:

$$26,6\text{m} \times 0,50\text{m} = 13,3\text{m}^2$$

Longitud considerada = 1m

Volumen tablero por metro lineal

$$13,3\text{m}^2 \times 1\text{m} = 13,3\text{m}^3/\text{ml}$$

Densidad Hormigón 2500 kg/m³

$$\text{Masa} = 13,3\text{m}^3 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 33250 \text{ kg}$$

Peso

$$= 33250 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

N=325850

$$1 \text{ kgf} = 9,80665 \text{ N} = 9,80665 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Peso=33250 Kgf

Peso Propio por metro lineal

$$= 33250 \text{ Kgf} + 6829,5 \text{ Kgf}$$

$$= 40079,5 \text{ Kgf}$$

Vigas de acero

Área (sección) de la viga:

$$0,1\text{m} \times 2,9\text{m} = 0,29\text{m}^2$$

Longitud considerada = 1m

Volumen vigas de acero por metro lineal

$$0,29\text{m}^2 \times 1\text{m} = 0,29\text{m}^3 \times 3 \text{ (vigas)} = 0,87\text{m}^3/\text{ml}$$

Densidad Acero 7850 kg/m³

$$\text{Masa} = 0,87\text{m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 6829,5 \text{ kg}$$

Peso

$$= 6829,5\text{kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

N=66929,1

$$1 \text{ kgf} = 9,80665 \text{ N} = 9,80665 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Peso=6829,5 Kgf

Theodor Heuss Bridge. Düsseldorf

2.-Calcular Peso total del tablero si fuese sólo de acero

Capa de compresión

Área (sección) de la capa de compresión:

$$26,6\text{m} \times 0,50\text{m} = 13,3\text{m}^2$$

Longitud considerada = 1m

Volumen tablero por metro lineal

$$13,3\text{m}^2 \times 1\text{m} = 13,3\text{m}^3/\text{ml}$$

Densidad Acero 7850 kg/m³

$$\text{Masa} = 13,3\text{m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 104405 \text{ kg}$$

Peso

$$= 104405 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

N=1023169

$$1 \text{ kgf} = 9,80665 \text{ N} = 9,80665 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Peso=104405 Kgf

Peso Propio por metro lineal

$$= 104405 \text{ Kgf} + 6829,5 \text{ Kgf}$$

$$= 111234,5 \text{ Kgf}$$

Vigas de acero

Área (sección) de la viga:

$$0,1\text{m} \times 2,9\text{m} = 0,29\text{m}^2$$

Longitud considerada = 1m

Volumen vigas de acero por metro lineal

$$0,29\text{m}^2 \times 1\text{m} = 0,29\text{m}^3 \times 3 \text{ (vigas)} = 0,87\text{m}^3/\text{ml}$$

Densidad Acero 7850 kg/m³

$$\text{Masa} = 0,87\text{m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 6829,5 \text{ kg}$$

Peso

$$= 6829,5\text{kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

N=66929,1

$$1 \text{ kgf} = 9,80665 \text{ N} = 9,80665 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Peso=6829,5 Kgf

Bibliografía

1.- **Física Volumen i Giancoli**, Translated by Víctor Campos Olguín.

Pearson Educación, 2006 ISBN 9702607760, 9789702607762

2.- **Estática y Resistencia de materiales, John H. Jackson Harold G. Wirtz**

Editorial: MCGRAW-HILL ISBN: 9780070321212

3.-<https://structurae.net/structures/theodor-heuss-bridge>

4.-<https://www.geogebra.org/home>

5.-Voyages to the stars and galaxies, Andrew Fraknoi, David Morrison, Sidney Wolff

Brooks/Cole-Thomson Learning, 2006 ISBN 0495017906