

# ESTRUCTURA DE LA FISICA

**Ariel Becerra,**  
PhD en Física Teórica

Universidad de la Amistad de los Pueblos,  
Moscú

Profesor de la Universidad de Pamplona



100 JAHRE

RELATIVITÄT UND QUANTENPHYSIK

[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# INTRODUCCION

---

En estas diapositivas se presenta una reseña histórica de la física, la formación del método científico, la estructuración de la física, las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza, principales alcances de la física y problemas actuales sin resolver. Cabe recalcar que esta es una forma muy resumida de presentar la estructura global de la física, por lo tanto pudieron ser omitidos aspectos importantes. Las clasificaciones de la física que se dan aquí no pretenden ser únicas, pues la física se puede clasificar de muchas maneras de acuerdo al campo de acción, los objetos de estudio, etc.

Estas diapositivas son un material didáctico preparado como introducción a la física a estudiantes de Física de la Universidad de Pamplona. Sin embargo puede servir como material de divulgación científica tanto para estudiantes de pregrado como de posgrado y profesionales que ya estén ejerciendo su profesión y que deseen conocer un poco sobre la estructura global de la física.

Las diapositivas se estarán perfeccionando frecuentemente, corrigiendo sus errores y complementando. Por eso se recomienda visitar con frecuencia la página.

Este material se puede divulgar sin mi permiso previo, **siempre y cuando sus fines no sean comerciales**. Para fines comerciales se requiere mi autorización por escrito.

Cordialmente,

Ariel Becerra,



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# SURGIMIENTO DEL MÉTODO CIENTÍFICO

---



Conocimiento no arbitrario instintivo de los procesos



Conocimiento arbitrario científico  
INVESTIGACIÓN DE LOS FENÓMENOS



# SURGIMIENTO DEL MÉTODO CIENTÍFICO

**Recolección de datos  
mecánicos**

Intervención de varios individuos

Enseñanza a través de  
generaciones

experiencia

descripción a través de  
elementos conocidos

**Método científico**



# CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO CIENTÍFICO

---

## **ESCENCIA DEL MÉTODO CIENTÍFICO:**

Permite obtener aquellos conocimientos sobre los fenómenos que se pueden comprobar, conservar y transmitir a otros individuos

## **BÚSQUEDA DE ELEMENTOS**

Elementos conocidos de los procesos de la naturaleza

## **CONCEPCIÓN DE LOS HECHOS**

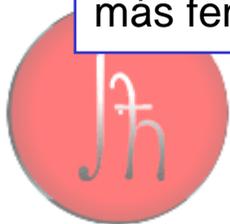
de una manera libre, generalizada y sin contradicciones. Adaptación a nuestras ideas.

## **PROBLEMA DE LA CIENCIA:**

Buscar los elementos de los procesos y su naturaleza de interacción, su dependencia uno del otro, para describir los hechos y hacer no necesaria la adquisición de nuevos datos en el experimento (leyes).

Economizar experiencias.

Economizar trabajo en la misma descripción: buscar métodos con los que se describan más fenómenos en una forma más rápida y más corta.



# DIFICULTADES EN EL DESARROLLO DEL MÉTODO CIENTÍFICO

---

## **MUESTREO DE LOS APARATOS DE MEDICIÓN**

Los datos obtenidos de los aparatos de medición

## **CONSERVACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

libros.

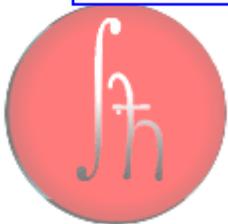
## **ALEJAMIENTO DE LOS APARATOS DE LOS SENTIDOS DIRECTOS DEL HOMBRE**

## **CARENCIA DE ESQUEMA LÓGICO**

Solución: creación de nuevos esquemas y conceptos. Ej. Mecánica Cuántica: La muestra de los aparatos no es una fotografía de los fenómenos.

## **ES COMPLETA Y VERDADERA LA REPRESENTACIÓN DEL MUNDO DADA POR LA FÍSICA?**

Pregunta filosófica. Platón compara los científicos con presos en una cueva.



# LÍMITES DE LA CIENCIA

---

La ciencia no puede ocuparse de:

**EL SENTIDO DE LA VIDA**

**LO BUENO Y LO MALO**

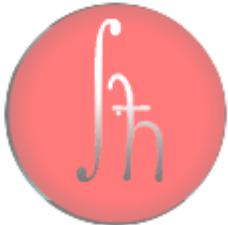
**LA VIDA Y LA MUERTE**

**La ciencia está en capacidad de entender solamente los fenómenos, cuyas propiedades se pueden valorar con números.**

Ejemplo: hipótesis. Contraejemplo: Las acciones de los Yogas no se pueden considerar ciencia, ya que no están sujetas a la demostración en cualquier momento.

**EL MUNDO ES MUCHO MÁS RICO Y COMPLEJO DE LO QUE PUEDE DESCRIBIR LA CIENCIA.**

Ninguna ciencia es capaz de explicar nuestra felicidad al ver sonreír a un niño



# LA CIENCIA Y EL ARTE

---

## **Causa del poder de la ciencia:**

Su carácter social y humanitario, es libre de la particularidad de los individuos. Solamente es el reflejo de su experiencia colectiva independientemente de la edad, religión y del temperamento de los investigadores.

**Para la ciencia la repetición es vida.**

## **Secreto del arte:**

El secreto del arte está en su originalidad, en todo lo que depende de la formación. El verdadero artista muere cada vez en la escena.

**Para el arte la repetición es muerte.**

Al investigador y al artista los une sin embargo la creatividad, el entusiasmo y otros valores indispensables para desarrollar su campo de acción.



# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

---

## MECÁNICA

La más antigua y la más sencilla de las partes de la física

### DESARROLLO DE LOS PRINCIPIOS DE LA ESTÁTICA

1. La palanca
2. El plano inclinado
3. Suma de fuerzas
4. Principio de los posibles desplazamientos

### APARICIÓN DE LA DINÁMICA



# ESTABLECIMIENTO DE LA FISICA

## DESDE LA ÉPOCA GRIEGA HASTA EL SIGLO XVII

### EPOCA GRIEGA-ROMANA

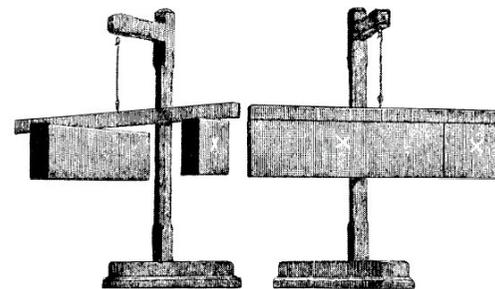
Demócrito de Abdera (~370 a.C)

Epicuro de Samos (341-270 a. C).

Lucrecio (98-55 a. C).

CONSTITUCIÓN ATÓMICA DE  
LOS CUERPOS

• Archid (hacia 400 A.C.): se le atribuye el estudio sobre los bloques. Paloma voladora.



# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

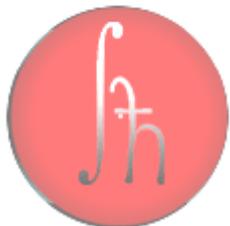
## PRINCIPIO DE LA PALANCA

Grecia: Lugar de nacimiento del método científico

•Aristóteles (384 – 322) Filósofo de la Grecia Antigua:

•Formó su propia escuela, escribió tratados sobre lógica, ética, metafísica, política, y sobre la naturaleza. Sus lecturas fueron reunidas en unos 150 tomos.

•Percibe los problemas y los plantea pero no los sabe desarrollar.



# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

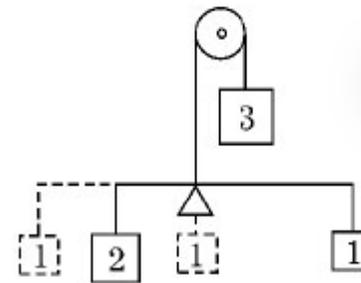
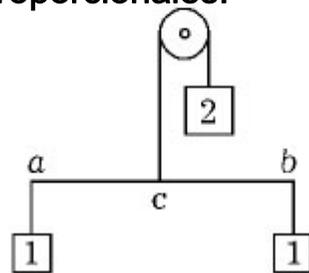
## PRINCIPIO DE LA PALANCA

• Arquímedes de Sicarusa ( 287 – 212 a.c.) : Científico y matemático de la Grecia Antigua. Escritos sobre la palanca y el centro de gravedad.

• Las magnitudes que son igual de pesadas, actuando a una misma distancia, se encuentran en equilibrio.

• Las magnitudes igual de pesadas, actuando a diferentes distancias, no se encuentran en equilibrio, sino que la que actúa a mayor distancia desciende.

“Las magnitudes comparables están en equilibrio, si sus distancias (hasta el punto de apoyo) son inversamente proporcionales.”

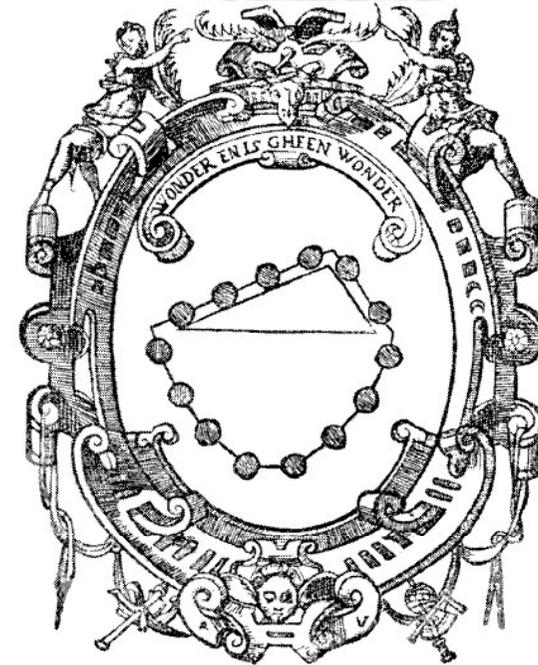
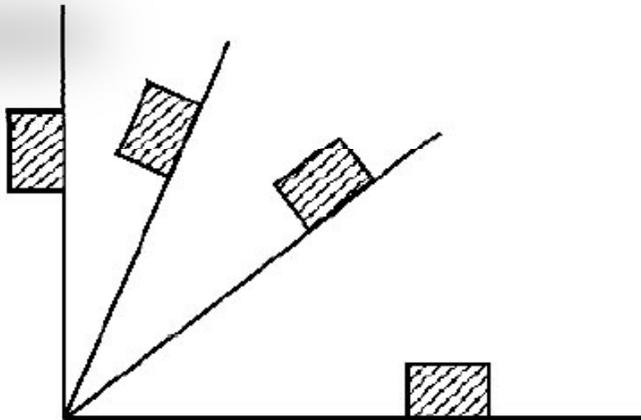


# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

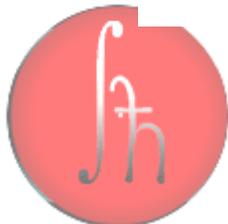
## PRINCIPIO DEL PLANO INCLINADO



Stevin Simón (1548 –1620)  
(Matemático y físico flamenco)–  
primero en estudiar las propiedades  
mecánicas del plano inclinado.



“WONDER EN IS GHEEN WONDER”.  
Tratados “Hypomnemata mathematica”.  
1605.



# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

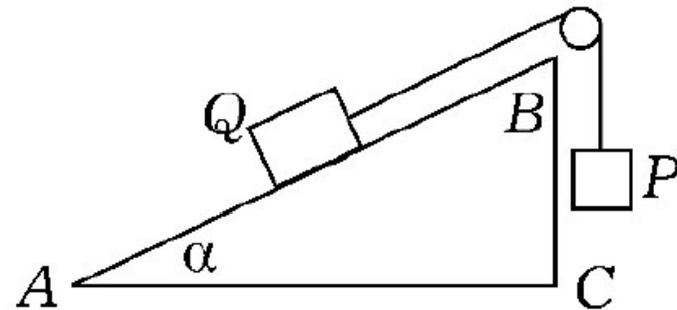
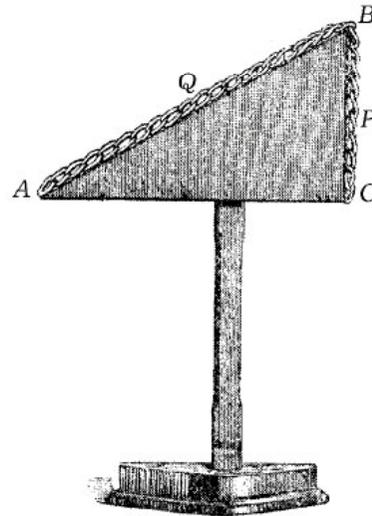
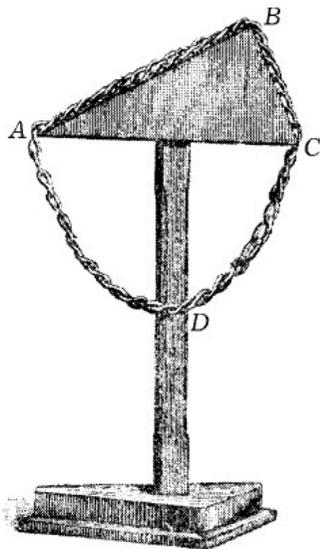
## PRINCIPIO DEL PLANO INCLINADO

Stevin (1548 –1620) – primero en estudiar las propiedades mecánicas del plano inclinado.

En los planos inclinados de igual Altura, la acción de diferentes pesos es inversamente proporcional a las longitudes de estos planos.

$$AB = 2BC$$

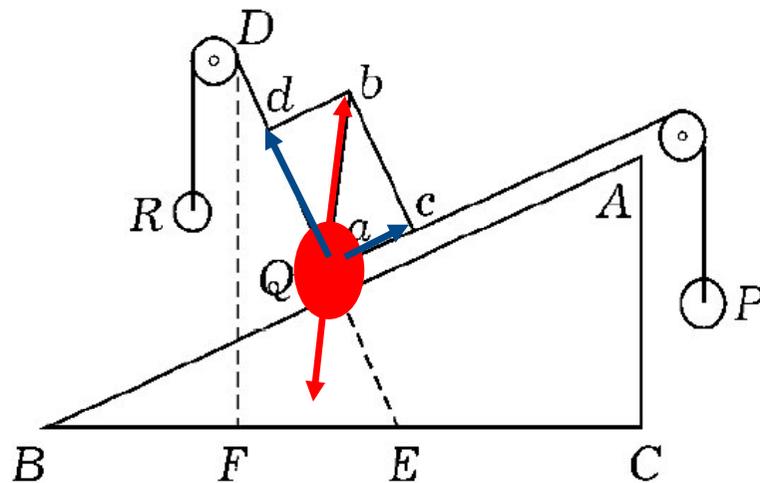
$$AB/BC = Q/P = 2$$



# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## PRINCIPIO DEL PLANO INCLINADO

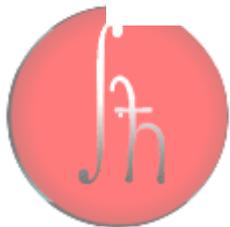
Stevin (1548 –1620) – primero en estudiar las propiedades mecánicas del plano inclinado.



Regla del paralelogramo para fuerzas perpendiculares:

$$P/Q = AC/AB = ac/ab$$

ab = fuerza resultante de la suma de las fuerzas ac y ad.



# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## PRINCIPIO DE LA SUMA DE FUERZAS

P. Varignon: El mismo año que I. Newton (1687) introdujo la regla del paralelogramo.

Si el punto  $m$  está fuera del ángulo de las rectas, entonces:

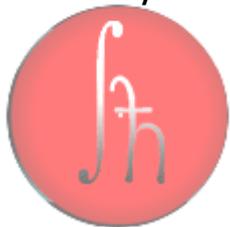
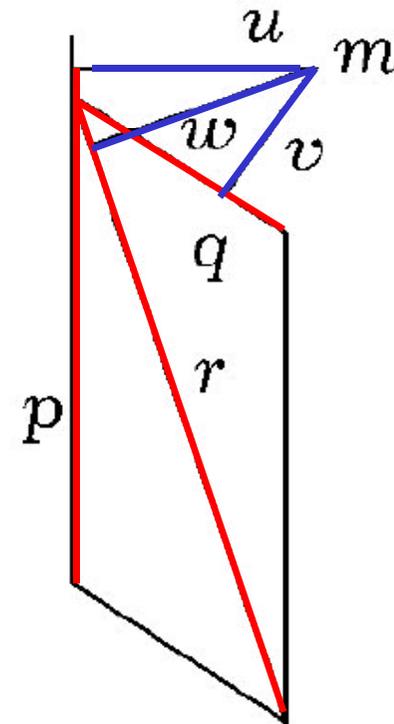
$$pu + qv = rw$$

Si está dentro:

$$pu - qv = rw$$

Si está sobre la resultante:

$$pu = qv$$

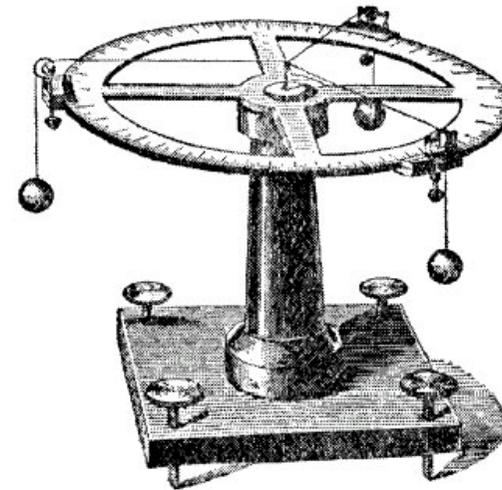
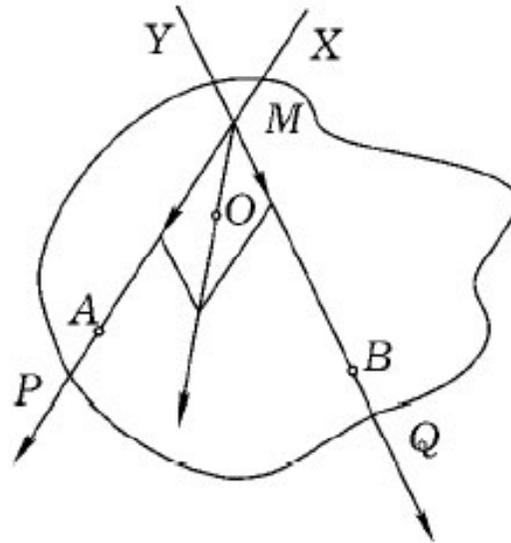
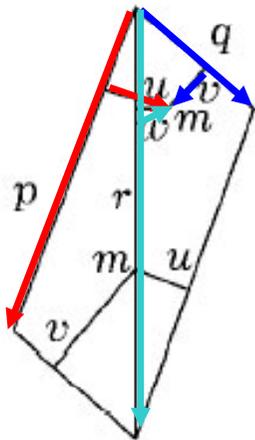


# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## PRINCIPIO DE LA SUMA DE FUERZAS

P. Varignon

Momentos de las fuerzas. Si  $r$  es la resultante de las fuerzas, entonces los productos  $pu$ ,  $qv$ ,  $rw$  son los momentos de esas fuerzas con respecto al punto  $m$ .



# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## PRINCIPIO DE LA SUMA DE FUERZAS

Daniel Bernoulli (1700-1782) (matemático suizo). Explicación geométrica de la regla del paralelogramo para dos fuerzas iguales (1730).

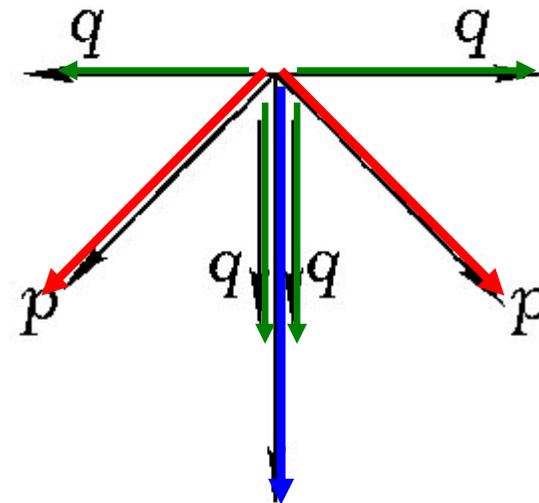
$$p = \mu \cdot q$$

$$r = \mu \cdot p,$$

$$r = \mu^2 q.$$

$$r = 2q,$$

$$\mu = \sqrt{2} \quad r = \sqrt{2} \cdot p.$$



100 JA  
RELAT

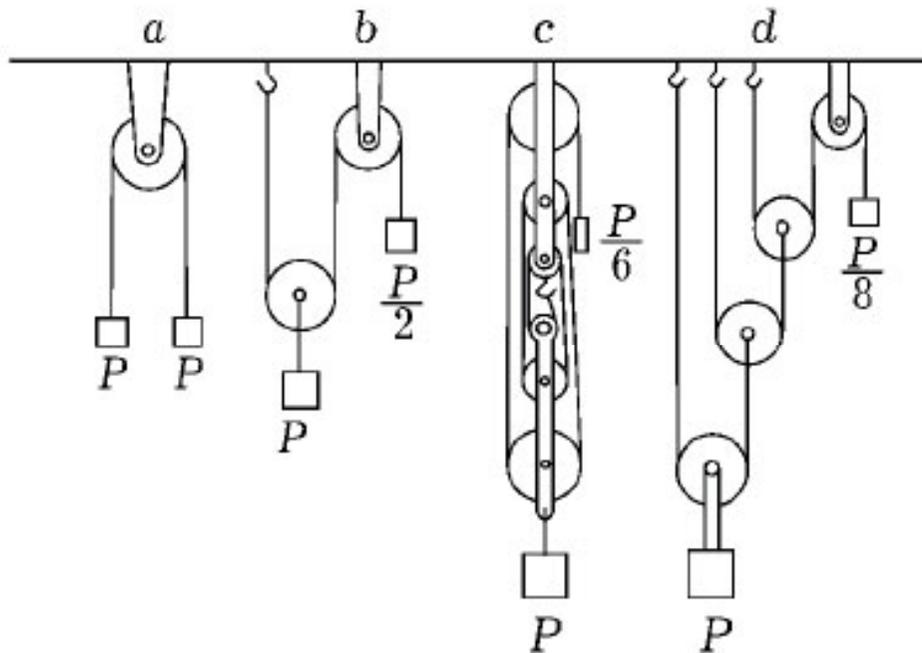


[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## PRINCIPIO DE LOS POSIBLES DESPLAZAMIENTOS

Stevin (1548 –1620) – primero en explicar en forma correcta este principio



Cuando la carga  $P$  desciende en una altura  $h$ , la carga equilibradora asciende:

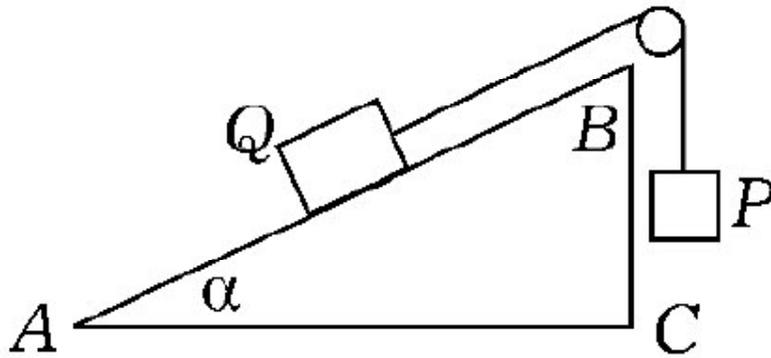
$h$  en a  
 $2h$  en b  
 $6h$  en c  
 $8h$  en d

“En el caso de equilibrio del sistema de bloques, el producto de los pesos por sus magnitudes de desplazamiento correspondiente, de ambos lados son iguales”



# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## PRINCIPIO DE LOS POSIBLES DESPLAZAMIENTOS



Galileo Galilei : El equilibrio del sistema se obtiene no solamente por sus pesos sino por su posible acercamiento al centro de la tierra y al alejamiento del mismo.

Si  $BC = 2AB$ ,

Equilibrio:  $P = Q/2$

Cuando P baja  $h$ , Q sube  $h/2$  de tal forma que  $Q/2 (h) = Q (h/2)$

Torricelli: Hay equilibrio cuando el centro de masas no puede descender

Lagrange: Demostración del principio de los posibles desplazamientos.



# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## APARICIÓN DE LA DINÁMICA

J. Kepler (1571 – 1630)

Astrónomo alemán



- Uno de los creadores de la astronomía moderna
- Con base en observaciones de muchos años de Brahe el descubrió las leyes de movimiento de los planetas (1609, 1602, 1618)
- Creó el telescopio en el que el objetivo y el ocular eran lentes biconvexas.

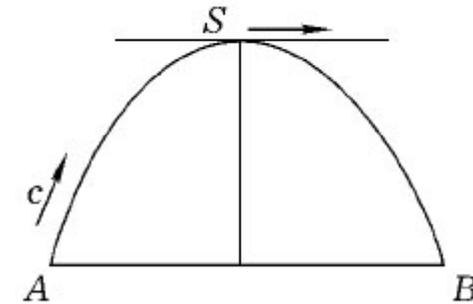
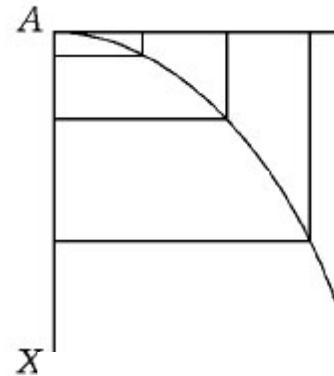


[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## APARICIÓN DE LA DINÁMICA

Galileo Galilei (1564 – 1642)  
(Astrónomo y físico italiano)



$t$	$v$	$s$
1	$1g$	$1 \times 1 \cdot \frac{g}{2}$
2	$2g$	$2 \times 2 \cdot \frac{g}{2}$
3	$3g$	$3 \times 3 \cdot \frac{g}{2}$
·	·	·
·	·	·
·	·	·
$t$	$tg$	$t \times t \cdot \frac{g}{2}$



Estudio del movimiento de caída libre



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## APARICIÓN DE LA DINÁMICA

Galileo Galilei (1564 – 1642)



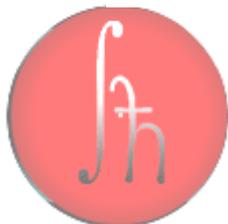
Principio de la relatividad: El movimiento es relativo. No se puede hablar de movimiento si no se dice “con respecto a qué”

Perfeccionó el telescopio

Descubrimiento de los satélites de Júpiter

Diálogo sobre los flujos y reflujos : Sistema de Ptolomeo y sistema de Copérnico.

Considerado el padre de la física experimental



# FORMACIÓN DE LA FÍSICA COMO CIENCIA

## INICIOS DEL S. XVII – FINALES DEL S. XVIII

Otros aportes importantes para la formación de la Física:

E. Torricelli

Presión atómica.

R. Boyle, E. Mariotte

Elasticidad de los gases.

W. Snell, R. Descartes

Ley de la refracción de la luz.

W. Gilbert

Estudios profundos sobre los fenómenos electromagnéticos.

100 JAHRE  
RELATIVITÄTSTHEORIE



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# SURGIMIENTO DE LA FÍSICA

## APARICIÓN DE LA DINÁMICA

Christian Huygens (1629 – 1695) (Físico, matemático y astrónomo neerlandés)



Continuación del trabajo de Galileo

Estudio sobre el centro de oscilaciones

Reloj de péndulo

Reglas de la fuerza centrípeta



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# LA FÍSICA CLASICA

## APARICIÓN DE LA DINÁMICA

Isaac Newton (1642 –1727) (Físico, matemático y astrónomo británico)



Extendió el campo de vista de la dinámica con su Ley de Gravitación Universal

Perfeccionó los principios de la mecánica clásica

Hace unas definiciones y con base en ellas se definen sus tres leyes de movimiento.

Sus escritos geniales tienen que ver con la astronomía, la óptica y la matemática.

Se considera que fue el fundador de la física teórica.



# FORMACIÓN DE LA FÍSICA COMO CIENCIA

## INICIOS DEL S. XVII – FINALES DEL S. XVIII

Huygens – G Leibniz

Ley de la conservación de la cantidad de movimiento

R. Hooke

Ley de la elasticidad de los cuerpos.

M. Mersenne

Estudio de las propiedades del sonido. Velocidad del sonido

F. Grimaldi

Ley de la difracción de la luz.

O. K. Roemer

Primera medición de la velocidad de la luz (1672).

Newton - Huygens

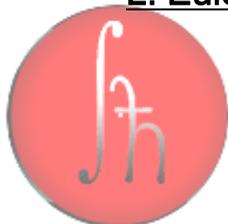
Dos teorías diferentes sobre la naturaleza de la luz (segunda mitad del siglo XVII).

Siglo XVIII

Desarrollo de la Mecánica de Newton.

L. Euler y otros

Desarrollo de la dinámica del cuerpo sólido.



# FORMACIÓN DE LA FÍSICA COMO CIENCIA

## INICIOS DEL S. XVII – FINALES DEL S. XVIII

D. Bernolli, Euler, Lagrange y otros

Fundamentos de la hidrodinámica de los líquidos ideales.

W. R. Hamilton

Principio integral general de la acción mínima de la mecánica clásica.

C. Dufay

Descubrió la existencia de dos tipos de cargas.

B. Franklin

Estableció la ley de la conservación de la carga.

H. Cavendish, C. Coulomb

Descubrimiento de la ley de la electrostática.

P. Bouguer, J Lambert

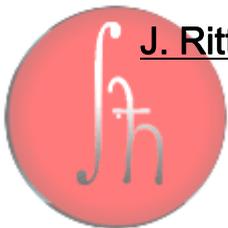
Inicio de la Fotometría.

W. Herschel, W. Wollatson

Descubrimiento de los rayos infrarojos

J. Ritter

Descubrimiento de los rayos ultravioleta



# LA FÍSICA CLÁSICA

## SIGLO XIX

T. Young, J. Fresnel y otros

Explican los fenómenos de interferencia desde la física ondulatoria. Demostración de la transversalidad de las ondas de luz.

L. Galvani, A. Volta

Creación de fuentes de corriente continua – baterías.

H. C. Ersted

Descubrimiento de la relación entre la corriente y el campo magnético (1820)

A. Ampere

Todos los fenómenos magnéticos están condicionados por movimientos de partículas cargadas.

Faraday

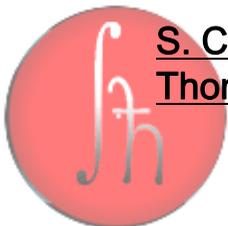
Inducción electromagnética. Idea del campo electromagnético.

R. Meyer, J. Joule, H. Helmholtz

Descubrimiento de la ley de conservación y transformación de la energía. Primera ley de la termodinámica (años 40 del siglo XIX).

S. Carnot, R. Clausius, W. Thomson

Segunda ley de la termodinámica. Irreversibilidad de los procesos.



# LA FÍSICA CLÁSICA

## SIGLO XIX

Clausius, Joule

Primeros pasos en el desarrollo de teoría cinética. Velocidad de las moléculas, número de choques de moléculas, etc.

J. C. Maxwell

Probabilidad en física. Ley de la distribución de las moléculas por sus velocidades. Ecuaciones del campo electromagnético (seg. mitad del s. XIX)

L. Boltzmann

Teoría cinética de los gases. Distribución de la energía cinética media por los grados de libertad.

J. W. Gibbs

Perfeccionamiento de la mecánica estadística. Método de cálculo de las funciones de distribución para cualquier sistema en estado de equilibrio termodinámico.

H. R. Hertz

Descubrimiento experimental de las ondas electromagnéticas.

P. N. Lebedev

Observación experimental y medición de la presión de la luz.

A. Popov, G Marconi

Utilización de la teoría electromagnética para la comunicación a distancia.

G. Kirchof, R. Bunsen,

Fundamentos del análisis espectral.



# CONSECUENTE DESARROLLO DE LA FÍSICA CLASICA

## SIGLO XIX - TEORÍAS FUNDAMENTALES

### MECÁNICA

Ciencia sobre el movimiento mecánico de los cuerpos materiales y sobre sus interacciones debidas a su movimiento

Movimiento mecánico – cambio a través del tiempo de la posición relativa de los cuerpos en el espacio.

### TERMODINÁMICA

Ciencia sobre las propiedades térmicas más generales de los cuerpos macroscópicos.

### FISICA ESTADÍSTICA

Ciencia sobre la composición microscópica de los cuerpos. Tiene como fin relacionar las propiedades de los cuerpos macroscópicos con las propiedades de las partículas que lo componen y su interacción.

### ELECTRODINÁMICA

Ciencia sobre el estudio de las propiedades del campo electromagnético y el movimiento de las cargas eléctricas y (hipót) magnéticas que interactúan por medio de dicho campo.



# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

---

## DESCUBRIMIENTO DE LOS RAYOS X

W. Röntgen (1845–1923) (Físico alemán)

1895 – Descubrió los rayos X

Primer Premio Nobel de Física -1901

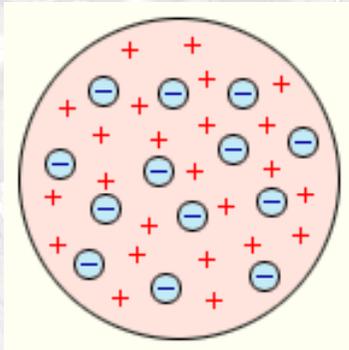


[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## EL ATOMO COMO PARTÍCULA DIVISIBLE

Joseph John Thomson (1856-1940)  
(físico británico)



1903 - Primer intento de formar un modelo de átomo con base en datos experimentales.



- Aportes para el descubrimiento del electrón
- Primer modelo del átomo

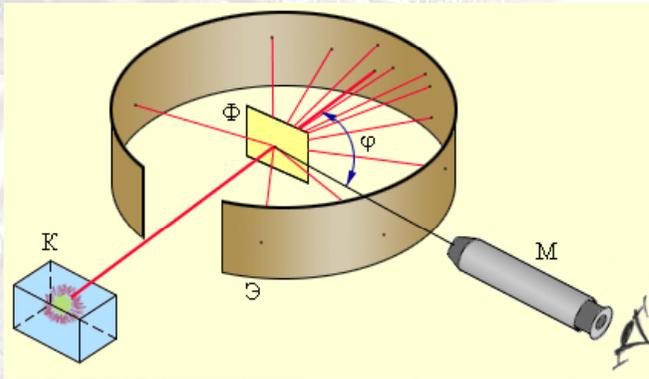


[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

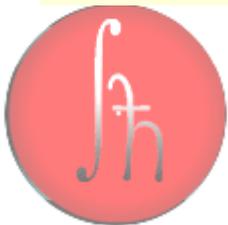
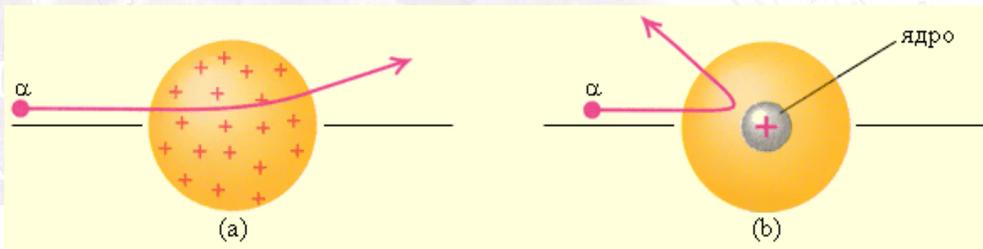
# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## EL ATOMO COMO PARTÍCULA DIVISIBLE

E. Rutherford (1871–1937) (Físico británico)



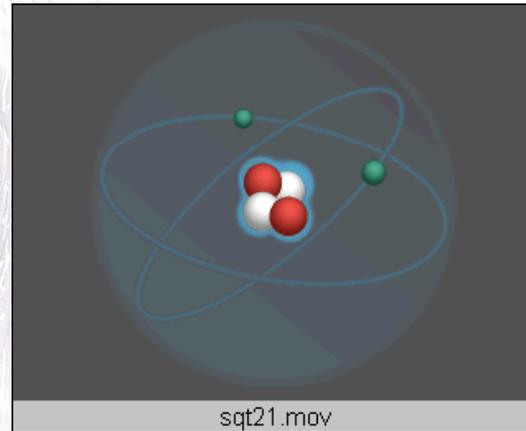
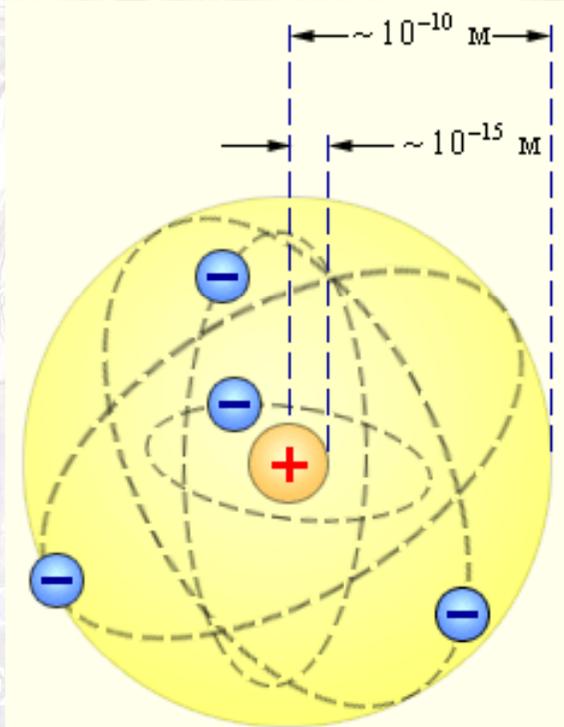
- Ley de las transformaciones radiactivas
- Período de semidesintegración
- Estudio de la dispersión de las partículas alfa en los átomos
- 1909-1911 Modelo planetario del átomo



# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## EL ATOMO COMO PARTÍCULA DIVISIBLE

E. Rutherford (1871–1937)



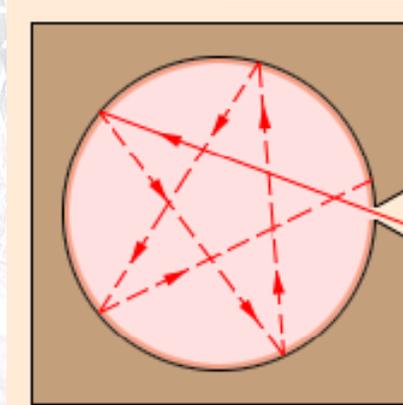
- Densidad del núcleo:  $\rho \approx 10^{15}$  g/cm<sup>3</sup>
- El núcleo contiene no menos del 99,95% de la masa del átomo.
- El núcleo ocupa la  $10^{-12}$  parte del volumen del átomo.



# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## LA FÍSICA CUÁNTICA

Max Planck (1858–1947) (Físico alemán)



**Radiación térmica del cuerpo negro.** Radiación de un cuerpo negro en su estado de equilibrio termodinámico con los demás cuerpos.

El equilibrio termodinámico se obtiene cuando cada cuerpo del sistema irradia la misma cantidad de energía que absorbe.

Modelo de Cuerpo negro.

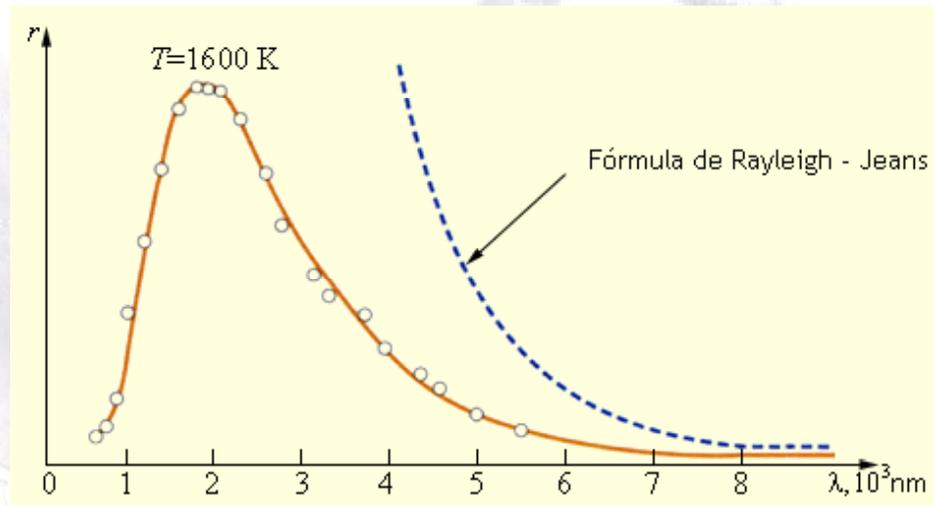


[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## LA FÍSICA CUÁNTICA

Max Planck (1858–1947) (Físico alemán)



### La cuantización de la energía

El fenómeno del cuerpo negro es explicado matemáticamente solamente partiendo del hecho de que el cuerpo negro absorbe energía en porciones o “cuantos”:

$$E = h\nu,$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$



# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

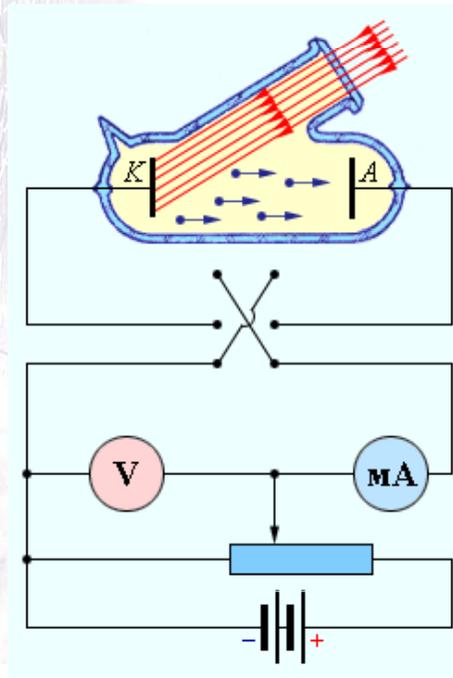
## LA FÍSICA CUÁNTICA

Albert Einstein (1879–1955)  
(Físico alemán)



$$\left(\frac{mv^2}{2}\right)_{\max} = eU_s = h\nu - A.$$

Efecto fotoeléctrico.



Propiedades corpusculares de las ondas.

El efecto fotoeléctrico también fue imposible de explicar con ayuda de la física clásica.

1905 - Albert Einstein logró explicar este fenómeno con base en el postulado de Plank sobre la cuantización de la energía. La luz se absorbe e irradia en pequeñas porciones o cuantos que luego fueron llamados fotones. Esta concepción fue comprobada más tarde experimentalmente por Artur Compton.



# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## LA FÍSICA CUÁNTICA

### Louis de Broglie (Físico francés)

1923 – Hipótesis sobre la universalidad de la propiedad onda-partícula de los microobjetos

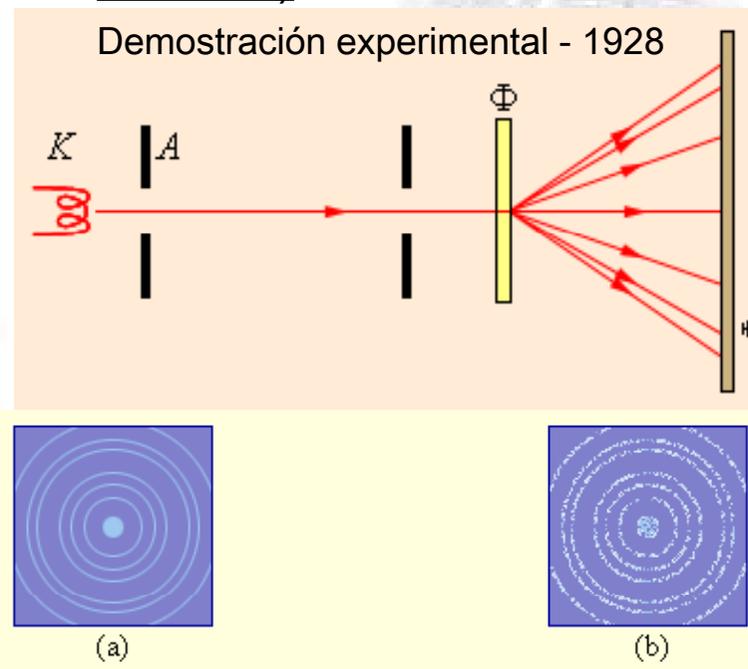
A cualquier partícula que tenga impulso, se le atribuye un proceso ondulatorio con longitud de onda

$\lambda = h / p$ . Inclusive para las partículas que tienen masa.

- a) Exposición prolongada.
- b) Exposición a corto tiempo.

### George Thomson (Físico británico)

Demostración experimental - 1928



# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## LA FÍSICA CUÁNTICA



W. Heisenberg  
(1901–1976)  
(Físico alemán)



E. Schrödinger  
(1887–1961)  
(Físico austriaco)

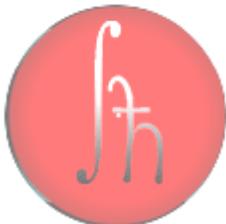


P. Dirac  
(1902–1984)  
(Físico británico)



N. Bohr (1885–1962) (Físico danés)

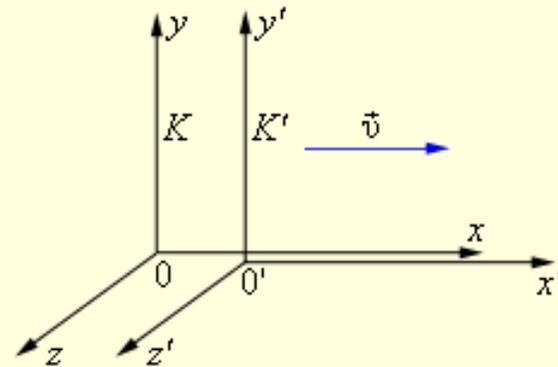
Muchos más



# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## LA FÍSICA RELATIVISTA

**La relatividad de Galileo:** Las leyes de la dinámica son invariantes en todos los sistemas inerciales.



$$x = x' + vt, \quad y = y', \quad z = z', \quad t = t'.$$

$$a_x = a'_x, \quad a_y = a'_y, \quad a_z = a'_z \quad \text{или} \quad \vec{a} = \vec{a}'.$$

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



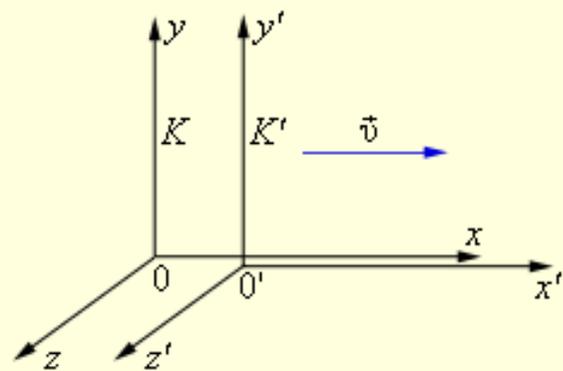
# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## LA FÍSICA RELATIVISTA

Albert Einstein (1879–1955)  
(Físico alemán)



La relatividad de Galileo: Las leyes de la dinámica son invariantes en todos los sistemas inerciales.



Pero de acuerdo a la teoría clásica de Maxwell, la velocidad de las ondas electromagnéticas en cualquier sistema inercial es la misma. Esto contradice el principio de Galileo, pues si la luz viaja en K' en sentido positivo de  $x'$ , entonces su velocidad en K es

$$v = v + c.$$



# APARICIÓN DE LA FÍSICA MODERNA

## LA FÍSICA RELATIVISTA

Albert Einstein (1879–1955)



La solución a éste y otros problemas de la física clásica fue propuesta por Einstein por medio del rechazo de los conceptos clásicos de espacio y tiempo.

1905 - Einstein propuso una nueva teoría que generaliza el principio de Galileo con base en dos postulados:

**Principio de la Relatividad de Einstein:** Todas las leyes de la naturaleza son invariantes con relación al paso de un sistema inercial de referencia a otro. La teoría relativista de Einstein fue preparada históricamente por Lorentz y Poincaré.

**Principio de la constancia de la velocidad de la luz:** La velocidad de la luz en el vacío no depende de la velocidad de la fuente o del observador y es la misma en todos los sistemas inerciales de referencia:

$$c = \text{const} = \underline{\underline{299.792.458 \text{ m/s}}}$$



# LA FÍSICA MODERNA

## DESARROLLO DE LA FÍSICA MODERNA

Principales aportes al desarrollo de la física moderna luego de su fundación:

J. J. Uhlenbeck, S. A. Gaudsmit

Descubrimiento experimental del espín (1925)

W. Pauli

Ecuación de movimiento del electrón no relativista en un campo magnético externo. Principio de Pauli: *en un estado cuántico no puede estar más de un electrón* (1925).

H. Becquerel, P. Curi, M. Curi

Descubrimiento de la radiactividad.

F. Soddy

Descubrimiento de los isótopos.

J. Chadwick

Descubrimiento del neutrón (1932).

Heisenberg, Ivanenko

Teoría del modelo nuclear protón-neutrón



# LA FÍSICA MODERNA

## DESARROLLO DE LA FÍSICA MODERNA

Creación de los aceleradores de partículas

Investigación de los rayos cósmicos

Descubrimiento de muchas partículas elementales.  
Muones, pi-mesones, K-mesones, hiperones, etc

Estructura interna de las partículas

Teoría cuántica del campo: Teoría de las partículas elementales y sus interacciones (fuertes, electromagnéticas y débiles)



# LA FÍSICA MODERNA

## PARTES DE LA FISICA

FISICA TEORICA



FISICA EXPERIMENTAL



FISICA – phýsis (griego) - naturaleza



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# LA FÍSICA MODERNA

## TEORÍAS FÍSICAS FUNDAMENTALES

Mecánica Clásica de Newton

Mecánica de los medios continuos

Termodinámica

Física estadística

Electrodinámica

Teoría especial de la relatividad

Teoría General de la Relatividad

Mecánica cuántica

Estadística cuántica

Teoría cuántica del campo

Principios de simetría y leyes de conservación



# ESTRUCTURA GLOBAL DE LA FISICA

## ESTRUCTURA GLOBAL DE LA FISICA

Física cuántica relativista  
P. Dirac  
 $\hbar, c$

$\hbar = 0$

Física clásica relativista  
(Física relativista)  
A. Einstein  
 $c$

$c = \infty$

$c = \infty$

Física cuántica no relativista  
(Física cuántica)  
Schrodinger  
 $\hbar$

$\hbar = 0$

Física clásica no relativista  
(Física clásica)  
Newton, Hamilton



# FUERZAS FUNDAMENTALES

## LAS CUATRO FUERZAS FUNDAMENTALES DE LA NATURALEZA ENTRE PARTICULAS ELEMENTALES (LAS CUATRO INTERACCIONES)

De largo alcance

De corto alcance

• **Magnitud de la fuerza.**  
Tiempo que dura un  
proceso de 1GeV  
(menos tiempo, más  
fuerte):

Fuerzas gravitacionales  
 $R = \infty$

•

$t \sim 10^{-5}$  s.

Fuerzas de interacción débil  
 $R \sim 2 \times 10^{-16}$  cm.

•

$t \sim 10^{-10}$  s.

Fuerzas electromagnéticas  
 $R = \infty$

•

$t \sim 10^{-21}$  s.

Fuerzas de interacción fuerte  
 $R \sim 2 \times 10^{-13}$  cm.

•

$t \sim 10^{-24}$  s.



# FUERZAS FUNDAMENTALES

## PARTICULAS PORTADORAS DE LAS INTERACCIONES

De largo alcance

De corto alcance

Masa MeV/c <sup>2</sup>	Carga el.	Spin	Vida Media
0	0	2	infinita

Fuerzas gravitacionales  
GRAVITON

Fuerzas de interacción débil  
BOSONES INTERMEDIOS  
W+  
W-  
Z<sub>0</sub>

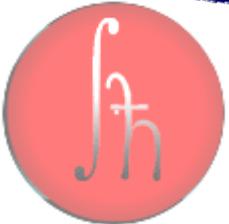
81000	1		
81000	-1	1	10 <sup>-25</sup> s.
93000	0		

Fuerzas electromagnéticas  
FOTÓN

0	0	1	infinita
---	---	---	----------

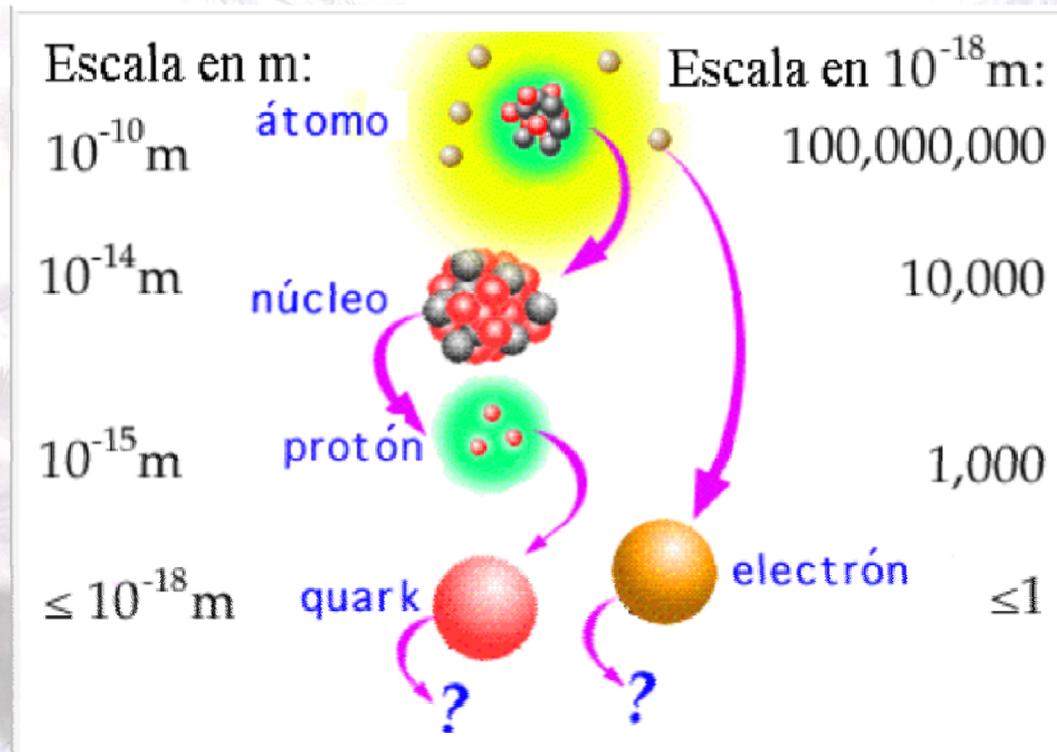
Fuerzas de interacción fuerte  
GLUONES (8 tipos)

0	0	1	infinita
---	---	---	----------



# FUERZAS FUNDAMENTALES

## ESTRUCTURA ACTUAL DE LA MATERIA SEGÚN LA FÍSICA



100 JAHRE  
RELATIVITÄT



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# LA FÍSICA MODERNA

## PROBLEMAS ACTUALMENTE NO RESUELTOS

Física de las partículas elementales

- **Investigación de la materia en su nivel más profundo.** Qué es la materia?
- **Problema sobre la discreción del espacio.** Tiene el espacio una longitud mínima fundamental?
- **Gran unificación:** Unificación de las leyes para las fuerzas electro-débiles y fuertes?.
- **Supersimetría:** Unificación de todas las leyes de la naturaleza? Supergravitación.

Física nuclear

- **No hay una teoría completa sobre el núcleo del átomo,** que permita calcular la energía de enlace de los nucleones (actualmente se calcula por defecto de masas).
- **Creación de una reacción controlable de fusión termonuclear.** Desde los años 90 se llevan a cabo estudios intensivos (TOKAMAK). Ver vídeo "FUSION"



# LA FÍSICA MODERNA

## PROBLEMAS NO RESUELTOS

### Electrónica cuántica

- Se tiene la perspectiva de aplicación de los láseres para calentar las sustancias a temperaturas en las que puedan realizarse reacciones termonucleares.
- Fueron creados los láseres de rayos X y se espera crear los láseres gamma.

### Física del cuerpo sólido

- Grandes éxitos en el control de la conductividad de los semiconductores.
- Investigación de la materia en condiciones extremas. Altas y bajas temperaturas, alto vacío.
- En 1986 fue descubierta la superconductividad a altas temperaturas ( $\sim 100 \text{ K} = -173^\circ \text{ C}$ ). Todavía no se ha construido una teoría sobre este fenómeno. Hay esperanza de obtener la superconductividad a temperatura ambiente.
- Estudio de la estructura y propiedades de los polímeros, en particular de los biopolímeros. Problemas de la Biofísica



# CONCLUSION

## RELACIÓN DE LA FÍSICA CON OTRAS CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍAS

FISICA

Filosofía

Matemática

Química

Biología

Medicina

Astronomía

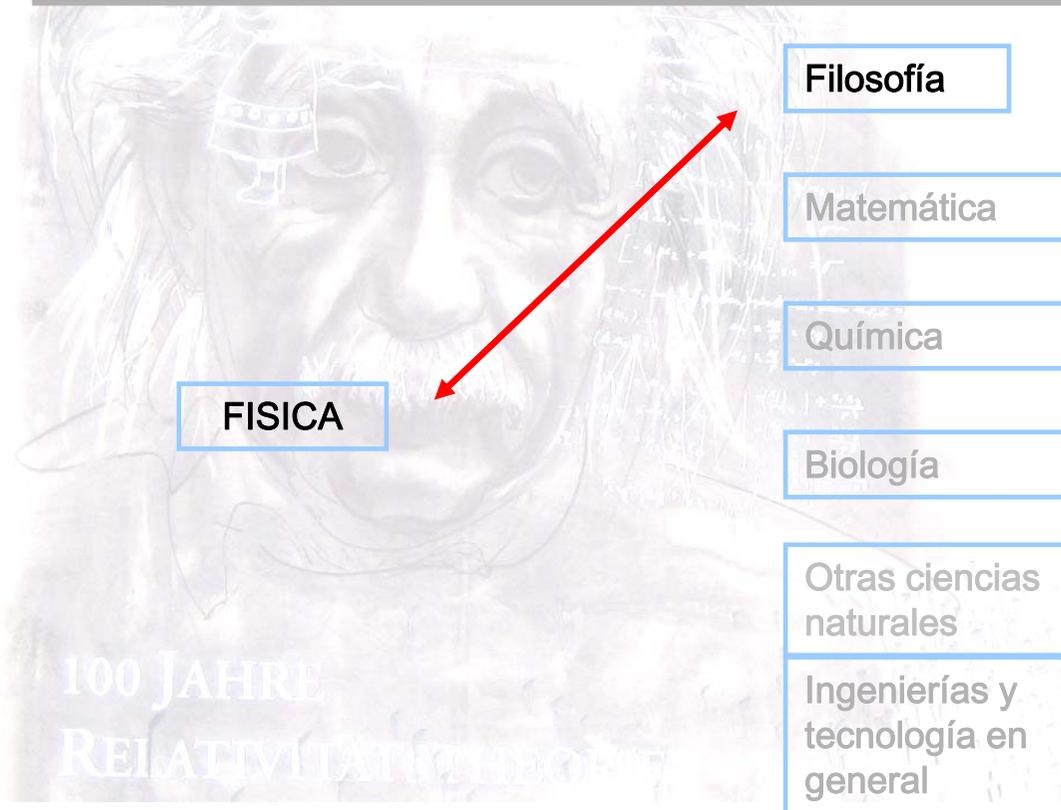
Ingenierías y  
tecnología en  
general



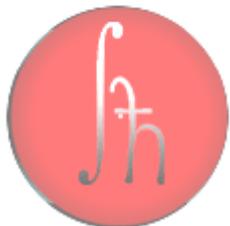
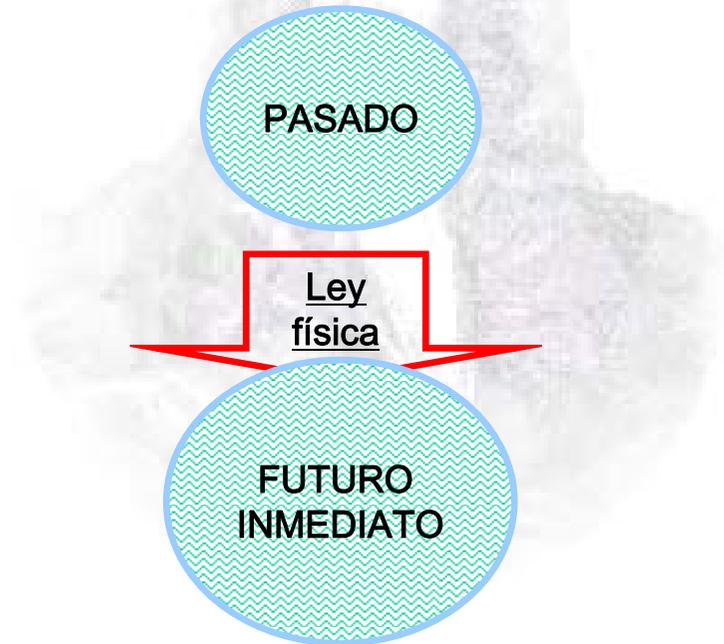
[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# CONCLUSION

## RELACIÓN DE LA FÍSICA CON OTRAS CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍAS

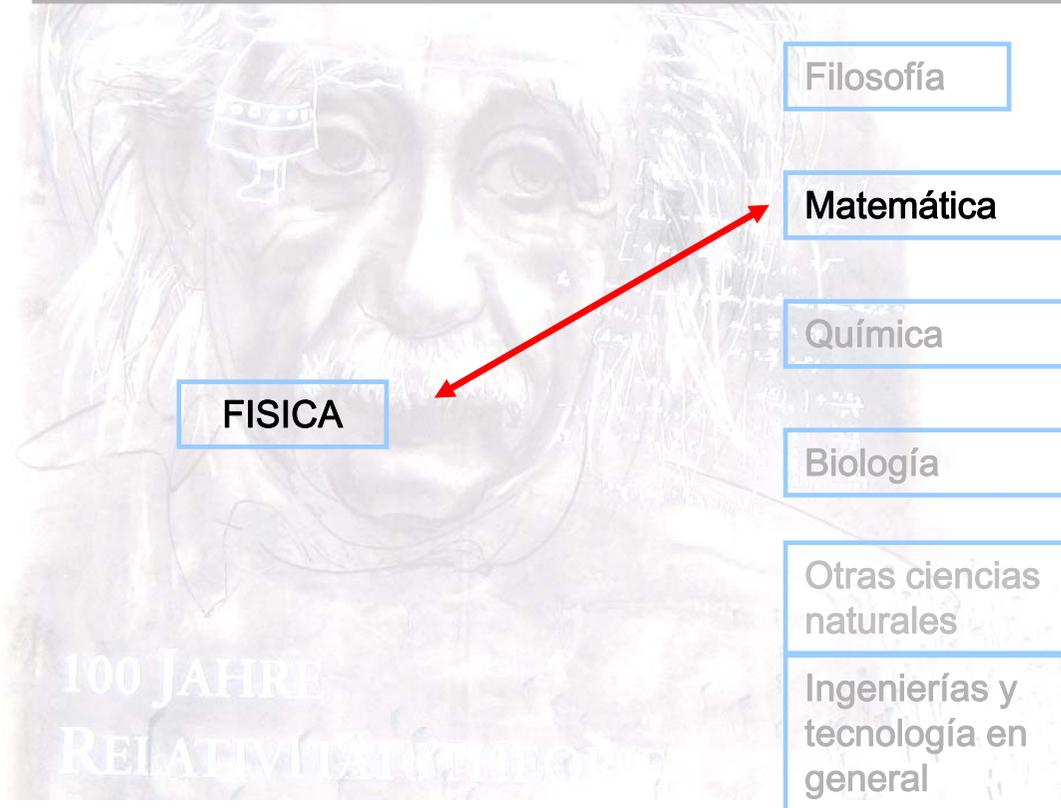


La física - base filosófica de la concepción del mundo.



# CONCLUSION

## RELACIÓN DE LA FÍSICA CON OTRAS CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍAS



La física - Ciencia cuantitativa.

Aparato matemático

Nuevas teorías físicas



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# CONCLUSION

## RELACIÓN DE LA FÍSICA CON OTRAS CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍAS

Filosofía

Matemática

Química

Biología

Otras ciencias naturales

Ingenierías y tecnología en general

FISICA

**Leyes de la mecánica Cuántica** - base de la teoría de los enlaces químicos.

**Métodos físicos** - ayudan a realizar reacciones químicas que no suceden en condiciones normales.

**Átomos marcados** - permiten seguir la cinética de las reacciones químicas.

**Partículas elementales** - Medición de la velocidad de las reacciones químicas rápidas.

**FISICOQUÍMICA**



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# CONCLUSION

## RELACIÓN DE LA FÍSICA CON OTRAS CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍAS

Filosofía

Matemática

Química

FISICA

Biología

Otras ciencias naturales

Ingenierías y tecnología en general

Microscopio túnel y microscopio electrónico - resolución atómica y molecular.

Análisis estructural de rayos X - Se estudia la estructura de moléculas y tejidos biológicos.

Átomos marcados .

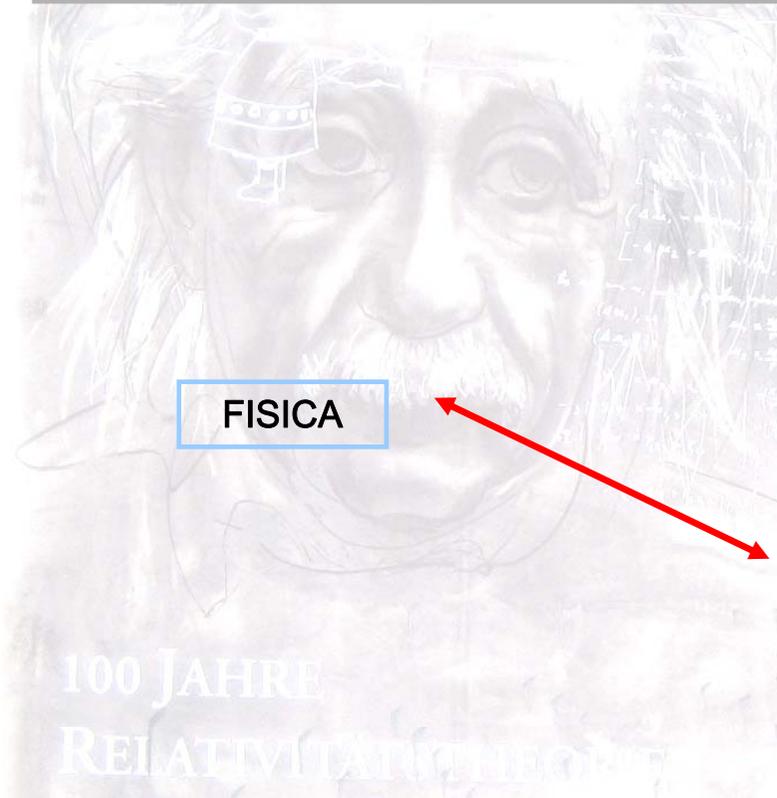
BIOFISICA



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# CONCLUSION

## RELACIÓN DE LA FÍSICA CON OTRAS CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍAS



FISICA

Filosofía

Matemática

Química

Biología

Otras ciencias naturales

Ingenierías y tecnología en general

Astronomía, Geología, Historia del Universo, Medicina, etc.



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

# CONCLUSION

## RELACIÓN DE LA FÍSICA CON OTRAS CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍAS



Filosofía

Matemática

Química

Biología

Otras ciencias naturales

Ingenierías y tecnología en general

Instrumentación eléctrica, industrial, de construcción, bélica, electrónica – Revolución del mundo.

Centrales Atómicas de energía - Revolucionó el mundo de la energética.

Aceleradores de partículas. Por otro lado el desarrollo de las ingenierías influye mucho en el desarrollo de la física



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)

## BIBLIOGRAFÍA

- F. Arago. Biografías de ilustres astrónomos, físicos, geómetras. Tomo I. 2000 (Ruso).
- Ernest Max. Mecánica. Estudio histórico – crítico de su desarrollo (Ruso).
- L. I. Ponomarev. Bajo el símbolo de quantum (Ruso).
- Historia de la Humanidad. Ed. UNESCO.
- Enciclopedia de Física (Ruso)
- Albert Einstein. Derriere L'image. Ze'ev Rosenkranz (Francés)
- Biofísica. M. V. Volkenstein.
- Física. Curso Interactivo. Fizikon (Ruso)
- Mecánica Clásica. Aizerman M. A. (Ruso)
- Solución de ejercicios de Física. N. E. Savchenko (Ruso).
- FISICA, Volumen II, Campos y Ondas. Marcelo Alonso, Edward Finn.
- Practical Quantum Mechanics I. Siegfried Flugge.
- Practical Quantum Mechanics II. Siegfried Flugge.
- Lecciones de Física Teórica. Mecánica. I Ts. Gutsunaev.
- Einstein's Theory of Relativity. Max Born.
- Formulario de ecuaciones lineales de la física matemática. A. D. Polyaniin.
- Prontuario de Física
- Prontuario de Matemáticas.
- Enciclopedia de Matemáticas.

100 JAHRE

RELATIVITÄTSTHEORIE

Las recomendaciones o correcciones favor enviarlas a [arik@fisica.ru](mailto:arik@fisica.ru)



[www.fisica.ru](http://www.fisica.ru)