



¿Qué son? Todos los cuerpos ponderables son en general
sólidos o fluidos o entre entemes, líquidos o gaseosos.
Los sólidos son aquellos en que la cohesión o adhesión
entre las moléculas están grande que están no pueden
moverse del sitio que ocupan, es decir de cierto límite
sin que se rompa el equilibrio de la masa que experimen-
ta el esfuerzo. Por consecuencia de esta disposición de sus
partes, los sólidos pueden conservar una forma dada sin
necesidad de auxilios extraños o bien resistiendo a es-
fuerzos o a acciones exteriores. En los líquidos la cohe-
sion es muy pequeña y en los gases es nula; de manera q^{ue}
en estas dos especies de cuerpos, las moléculas son movibles
unas al rededor de otras sin que se rompa nunca el equi-
librio de la masa por efecto de esta movilidad; pero esta
misma circunstancia hace que los cuerpos fluidos no pue-
dan conservar una forma determinada, sino encerrados en
vasos y que obedezcan fácilmente a todo esfuerzo extraño ejer-
cido sobre ellos. Así es que los líquidos tienden a ponerse
a nivel y a obedecer a la pesantez o acción de la tierra sobre
su masa; y por esta misma causa transmiten en toda

direcciones las posiciones que reciben. En cuanto a los que
no habiendo adherencia y siendo nula la cohesion entre
sus moléculas, están sujetos a separarse y no conservar una
forma y un volumen determinado sino por las posiciones es-
teriores que reportan i por la resistencia de los vasos q. los
encierran. La atmosfera se mantiene unida a la tierra
y no se dispersa en el espacio que rodea a esta, a virtud de
su pesantez i gravedad. El origen de esta ~~es~~ diferen-
cia entre los cuerpos sólidos i los fluidos se verá cuan-
do se hable de la atraccion, de la repulsion i de la forma
probable de las moléculas de los cuerpos.

Capítulo 1º

De las propiedades generales de los cuerpos

20 i 21. Que son propiedades generales de los cuerpos, i cua-
les son estas? Las son materiales que nos rodean produ-
cen en nosotros diversas sensaciones que nos hacen cono-
cer i percibir su existencia. Llamamos propiedades de
dichos seres, las cualidades que son origen o causa de
aquellas sensaciones. Si estas cualidades son co-

Comunes a todos los cuerpos las llamamos propiedades generales: si son propias de solo de alguno de ellos y dependientes de su estado finico, las llamamos propiedades particulares.



Las propiedades generales se pueden dividir en tres clases
1.^a Propiedades esenciales a la existencia de la materia: 2.^a a saber la extension y la impenetrabilidad. 3.^a Propiedades fundamentales y necesarias para la produccion de los fenomenos naturales, tales son: la atraccion, la repulsion, la movilidad, y la inercia. Algunas de ellas son tales que no se sabe si sean de la esencia misma del cuerpo, o resultante de la accion de agentes extraños a el. 3.^a Propiedades dependientes de la constitucion de los cuerpos y de la manera en que estan combinados en ellos la atraccion, la repulsion y la movilidad tales son: la divisibilidad, porosidad, elasticidad, dilatibilidad, condensabilidad, compresibilidad. Esta ultima supone ademas la aplicacion de una fuerza extraña al exterior del cuerpo: en cuanto a la extensibilidad se puede decir lo mismo. La expansibilidad es dependiente de la repulsion de las moleculas y se manifiesta cuando

Aman o disminuyen las precisiones exteriores. Todas estas propiedades se explicaran con mayor extension en los lugares adecuados; lo mismo decimos de las particulares q. son propias del estado i forma fisica de los cuerpos.

Paragrafo 1.^o De la extension.

22 i 23. Que es extension? Que hai que considerar en ella? De quantas dimensiones se compone.

Extension es el espacio q. ocupa un cuerpo como quedamos dicho en otro lugar. En fisica lo mismo q. en Geometria se considera la extension en las tres dimensiones de Longitud, latitud y profundidad, segun sea el cuerpo o la clase de fenomeno de que se trate. Advertirase como punto sustancial en cuanto a la extension: que hai una dif.^a muy grande entre el espacio que ocupa un cuerpo, y el que abarcan sus partes: entre estas puede haber una multitud de espacios vacios, que no estando ocupados realmente por aquellas particulas impenetrables que constituyen la materialidad del cuerpo, no pueden considerarse como pertenecientes a su extension. — 24.



24. ¿A que se reduce en último análisis la medida de la estension? Se reduce a encontrar la relación entre la estension que se trata de medir y otra estension conocida q^l se adopta para que sirva de término de comparación. Esta estension conocida debe ser de la misma naturaleza que las que se han de medir o valuar; así es que las líneas se miden con líneas, los ángulos con ángulos y árcos de círculo q^l dan la distancia angular que hai entre las líneas que los forman; por último para medir una area ó superficie es necesario tomar por unidad otra superficie conocida, y p^a valuar una solidez ó estension de tres dimensiones se adopta otra que la tenga también es decir un volumen ó sólido. La unidad debe tener ciertas cualidades q^l despues se hablará.

25. Que es Vernier y para que se usa este instrumento? Hemos que la medida de la estension es objeto de la Geometria y no obstante indispensable dar en física alguna idea de ciertos instrumentos y aparatos relacionados con la primera de estas ciencias por que no defar de tener algunos seros importantes en la segunda. Estos instrumentos son el Vernier y otros de que se hablará mas adelante. Se llama

Veniendo un instrumento ó aparato destinado á medir la longitud de los arcos con la mayor aproximación posible y sin depreciair los quebrados de la unidad de la unidad de longitud en diez aquellos espacios que por demasiado pequeños no alcanza á cubrir dicha unidad. He aquí la descripción del instrumento el cual há conservado el nombre de su autor (Fig. 1.ª) A B representa una regla dividida en nueve partes iguales que representarán 9 sean lineal ó milimétrica. Tomamos otra regla C D perfectamente igual á la primera y supongámosla dividida en diez partes también iguales: desde luego se concibe que si las partes de la regla parál. A B son enteras ó unidades de longitud, las partes de la regla C D que es el Vernier tienen que ser quebradas por necesidad, los cuales guardarán una cierta relación con la unidad de longitud: en consecuencia cada una de las partes dichas tomada en la segunda regla es igual á un decimo de C D, ó á un decimo de A B, ó decir á un decimo de nueve milímetros ó más exactamente á nueve decimos de milímetro, es decir



O decir que su valor se expresa por un quebrado de la
unidad de longitud cuyo numerador es nueve y el n.^o
de parte de la regla principal y el denominador es diez
esto es el n.^o de partes de la segunda regla o Vernier;
de aqui se deduce q.^a la dif.^a de valor entre cada division
de la regla AB y otra tomada en la CD es un quebrado de
la unidad de longitud cuyo numerador es el n.^o uno o
la unidad, y el denominador el n.^o de partes del
Vernier. En efecto siendo cada una de estas igual a
nueve decimas, y entera la de la regla principal, la dif.^a
es un decimo de milimetro. Tambien se deduce otra
consecuencia a saber que si hacemos coincidir los es-
trechos de ambas reglas distancias de las divisiones
no coincidirán de tal manera que del primer trazo
del Vernier al primero de la regla principal mediara la dis-
tancia de un decimo de milimetro, del segundo al se-
gundo dos decimos, del tercero al tercero tres y asi su-
cesivamente. Por lo mismo puede decirse que sea este el
tercer principio que debe tener presente en el uso del
Vernier que entre un n.^o de divisiones de una si otro

Igual de la de la regla para la medida de la longitud que se expresa por un quebrado de la unidad de longitud cuyo denominador es el n.º de divisiones que se componen de cada regla y las divisiones contadas desde el punto de coincidencia que es el extremo en cada una, de otro en el que dicha coincidencia se verifique, y el denominador el n.º de divisiones del Vernier. Con la ayuda de estos principios se puede valorar una longitud con la aproximacion de un decimo de milimetro, lo que aqui como se aplica la regla A B a la longitud propuesta de modo que coincidan por un extremo. Si la longitud abraza un cierto n.º de divisiones; ademas de un espacio pequeño que no cubre perfectamente otra division; se le aplica entonces el Vernier o regla C D en sentido contrario de tal modo q. un extremo de esta coincida con el otro extremo de la longitud que se experimenta. Debe en seguida el traer en que coinciden las dos reglas. Si se cuentan las divisiones que hay hacia uno u otro lado: la de la regla para ser milimetros es decir

13
14

decir enteros o unidades de longitud; la de la regla es
en quebrados cada uno de los cuales vale nueve décimas
de milímetro. Se multiplican nueve décimas de milímetro
por el número de divisiones y el producto dará el número
de partes o fracciones de milímetro que se deberá añadir a los de la re-
gla principal para obtener la longitud total que se ha
medido. Resta solo advertir que mientras mayor es el
número de partes en que una regla se divide, mayor es la aproximación que se obtiene en la operación.
Es que si la regla se divide en diez nueve partes y el
número en 20 la medida se hace entonces con la
aproximación de un veinteavo.

Hay también Vernier de arco que está sometido a
los mismos principios que el que se acaba de describir
y sirve como de índice al principio para medir los
arcos con aproximación.

627 i 28 Instrumento destinado a medir los
ángulos largos. Como se usa la máquina para dividir la
rectitud. Hay que practicar en física y en alguna
circunstancia de la naturaleza, ciertas operaciones de



Sumamente delicadas, tales como la division de un
tubo, la medida de la altura a que ha llegado un liqui-
do en un receptaculo, o en un tubo capilar la del espesor de
un cpo. Va todo lo cual no se podria hacer commodamente
sin el auxilio de un tornillo perfecto cuyos escalones o gra-
dos se encuentren a igual distancia unos de otros, y sobre
todo a una distancia conocida que se llama por unidad.
Este tornillo se llama Micrometrico de las palabras grie-
gas *micro* (pequeno) y *metro* (medida) por que sirve
para varias longitudes comun^{te} *pequenas* y tam^{bi}
el espesor o grueso de los cuerpos como luego veremos. Se
usa aplicandolo a dos aparatos distintos, el uno llamado
maquina de dividir las lineas rectas, y el otro Esferometro
las modificaciones convenientes a fin de que pueda servir
para uno u otro fin. He aqui la descripcion del tornillo lla-
mado Micrometrico en la mayor sencillez (Fig.^a 2^a)
A B representa el tornillo: tiene en la cabera un círculo
dividido en un n.^o de partes mas o menos grandes, segun
la aproximac.ⁿ que se requiera. Si esta aproximacion es de
todo de la unidad de longitud, se divide el círculo en 100.

partes; si de 100 en 100 y así sucesivamente. El C representa
la tuerca en que abanca el tornillo y se supone fija en
Marco i cuadro E F G H de tal modo que entre el talon G H y
la punta del tornillo pueda mediar un espacio destinado a
valuar el largo i el espesor de un cuerpo. El lado F H se pro-
longa paralelamente a la direct^a del tornillo y en una exten-
sion. F L por lo mismo igual a la longitud de esta. Supon-
gamos ahora que se le han dado las vueltas necesarias
hasta que su punto toque en el talon, el círculo se comen-
za entonces a un punto de la regla F L que marcaremos con
un cero; si se da una vuelta entera al tornillo marcaremos
el punto 1, es decir una unidad de longitud, y de este modo
podremos dividir completamente la altura F L por ser siendo
iguales por el supuesto todos los escalones del tornillo, es evi-
dente que cada vuelta corresponde a un milimetro o unidad de
longitud, y lo que digamos de las alturas del círculo,
es exactamente aplicable a las distancias del talon a la pun-
ta del tornillo. Ahora bien si hacemos dar a este, solo me-
dia vuelta la distancia sera de medio milimetro, si en cen-
tesima de vuelta un centesimo de milimetro, y como
por medio del círculo graduado podremos conseguir



de la fracción de vuelta que representa el abarce del tornillo
es consiguiendo poderse valorar la distancia del talon al tor-
nillo con la aproximación que se necesita. No es necesa-
rio sino ver el n.º del círculo que queda frente a la regla
vertical y se tiene el numerador del quebrado cuyo deno-
minador es el n.º de divisiones del círculo. Los enteros que
quedan marcados debajo de este en la regla P. I.

Vamos ahora como se aplica este mecanismo en
~~la Fig. 3.ª~~ a la division de las lineas rectas. (Fig. 3.ª)
A. B. C. D. representa una mesa o plano horizontal. E. F.
G. H. es un cuadro fijo en una esquina del plano. I. J. es
un tornillo micrometrico montado en dos abrazaderas uni-
das a los lados E. F. y H. G. y fijos por debajo = En la tu-
beria que coge el tornillo y esta unida a una regla I. L. mo-
vible por debajo del lado E. F. y a lo largo del marco E.
H. G. H., esta regla tiene ademas en su longitud una
abrazadera a. a para impedir los movimientos trasver-
sales. En la parte media de la regla se fija una pieza
rectangular P. X con una punta dura i. queda en su
extremidad X que sirve de punzon p.º para marcar las di-
visiones. El tornillo tiene en el extremo de la dore.



Seche el círculo L , una manija y un manubrio M .
Para hacerle volutar, las fracciones de vuelta se conocen
por el n.º del círculo que queda en frente del índice L fijo
en uno de los vórtices de la inercia. Para hacer uso de esta
maquina se coloca la longitud o el tubo que se va a me-
dir sobre dos soportes de madera o de otra cosa de tal mo-
do que su direccion sea paralela a la regla movable, que el
punto de esta la alcance á traves. Si se representan los so-
portes: I y K tubo. Este se afianza además por medio
de dos hilos q.º Ueban dos pesos en las puntas libres; se
se puede comenzar sin embargo un movim.º de rotac.
sobre su eje a fin de que el punto lo pueda hallar tras-
versalmente. En esta disposicion se da vuelta al tornillo
hasta que el punto L que uno de los extremos de la pro-
cion que se va a graduar en el tubo; se hace abanar hasta
punto hasta que llegue al otro extremo, teniendo cuidado
de contar las vueltas y fracciones de vuelta que ha sido
previo dar al manubrio. Supongamos que estan con
 $22 \frac{100}{200}$ y que el círculo este dividido en 100. Si que-
remos dividir la longitud propuesta en 100 partes di-

Dividimos 22 vueltas a $\frac{100}{22}$ por 100 y el cociente $\frac{89}{100}$
nos dará las fracciones de vuelta q.^{ue} es preciso dar al círculo
para señalar en el tubo cada una de las porciones en que
queremos dividirlo. Estas operaciones se pueden valuar
cuanto sea necesario sig.^{ue} los curso q.^{ue} cursar.

El esferómetro es como dijimos otra aplicación del
tornillo micrométrico del cual dispieren en pocas cosas
(Fig.^a 1.^a) El tornillo está encajado en una tuerca que
en vez de bayana fija en un cuadro como en la fi-
gura 2.^a está montado en una tripode. Este se coloca
libremente i sin altorencia sobre un plano q.^{ue} le sirve de
suelo; por lo demás la cabeza del tornillo i la regla que
señala las alturas de este, tiene la misma disposición
que en la fig.^a 2.^a Se marca el cero en dicha regla
haciendo llegar la punta Phasta que toque el plano;
las demás divisiones se señalan por medio de vuel-
tas sucesivas. Cuando se quiera averiguar el grueso
de un ojo se coloca entre el plano y la punta del tor-
nillo cubriendo i bajando esta hasta el contacto,
en cuya posición la tripode debe tocar apenas



dicho plano por cuatro puntos. Se ve entonces la altura del círculo en la regla, y se tendrán los enteros del género; se abre el arc^o de dicho círculo que está enfrente a la regla, y poniéndose el denominador se tendrá el quociente de la unidad de especie que se agregarán a los enteros p^{a} obtener el género total del cuerpo que se ha sometido a la operación. El esferómetro se aplica también a la construcción de lentes perfectas por un procedimiento análogo al que se acaba de explicar.

29. ¿Cuál es el instrumento llamado comparador? El nombre de este instrumento indica bastante el objeto a que está destinado. Sirve p^{a} comparar dos longitudes por ejemplo dos reglas aparentemente iguales o cuya dif^{a} no se percibe a la simple vista por ser mas pequeña que la ultima dimension hasta donde el cansar nuestros sentidos sin aliviarlos del arte (fig. 5.ª).

Se compone esencialmente de una palanca encoorada A P S de brazos desiguales A P y P S montado sobre una mesa o plano horizontal M N o movible al rededor de un eje vertical situado en el punto P.

Bravos de dicha platana tienen entre si una relacion
de donde q. cuando se quiere describir un arco de un grado ^{igual} q. el
descrito por el punto A ^{un milimetro} describe tambien
un arco de un grado que sera igual a diez milimetros, y
al contrario si este ultimo es de un milimetro
o de un decimo de milimetro el espacio recorrido q. el
extremo A sera de un decimo o de un centesimo de
milimetro. En esta disposicion esta fundado el uso q.
se hace del aparato como vamos a ver. Entre el extremo
y el talon se coloca una de las reglas q. se quiera
comparar. Dicho talon se puede retirar o acercar segun
que las longitudes de estas sean mas o menos grandes. O.
El extremo o de la regla se aplica hacia la ^{izq.} al punto
del brazo P. S. que lo tenga a la vez en contacto ha-
cia la derecha por un punto fijo. S. Se observa en
el arco q. X. que esta dividido en milimetros. y
se anota de un termino q. apreciar los que
baste. Se observa despues el punto marca-
do por el extremo A del brazo mayor de la pla-
tana. En seguida se retira la regla y, si de co-
necion la que se quiere comparar con ella, si esta

esta es mas larga el punto. A saber: Si mas corta su-
 cede lo contrario. En ambos casos se valia por
 medio del arco y sus versos, la distancia entre dos
 posiciones del punto que se supusieron igual
 a $\frac{6}{10}$ de milimetro, mas como esta dif.^a es diez
 veces mayor que la verdadera tomada en el arco
 12 la dividimos por 10 i al cociente 1.2 modera-
 da dif.^a entre las dos reglas o longitudes compa-
 30. Cual es la medida adoptada en Francia para
 la medida de la estension? Hemos dicho en otro
 lugar que la unidad debe tener ciertas cualida-
 des, i indicamos alli como principal la de
 ser de la misma naturaleza, i i homogenea con
 la cantidad que se ha de medir. No basta es-
 to: es necesario ademas que su uso sea general
 cuando sea posible i sobre todo que no este su-
 jeta a ser quitada, menoscabada o variada
 por el abuso y el uso continuado; mas si es
 por la mala fe de los q.^l debieran usarla.

franceses han encontrado una medida exacta
de este inconveniente tomando por unidad
los diez millonésima parte del cuadrante del
meridiano terrestre que se ha medido entre el
Ecuador y el Polo vernal después de una serie de
operaciones matemáticas practicadas con tal fin.
Encontrada dicha unidad invariable que se
llama metro el Gobierno Francés ha corre-
gido a ella todo el sistema de pesos y me-
didas. Véase la nota en Letrone.

31. Cual es la medida unidad empleada en
la Nueva Granada? El gobierno francés ha
mandado observar el sistema de pesos y me-
didas expresados en la lei 12 P. 3^a trata-
do 1.^o P. 2.^o el cual se encuentra en una relacⁿ
concorda con el sistema métrico francés; por
los particulares han continuado usando el
de medidas españolas q.^l estaban en uso.

De la impenetrabili-
dad

Paragrafo 2º

De la impenetrabilidad.



32. ¿Que es impenetrabilidad? ¿Que hai q. considerar en ella? Impenetrabilidad es la propiedad que poseen los seres materiales de no ceder el espacio que tienen sin ocupar otro igual; i mas claro, es la propiedad que tienen los Cps de no ser privados o reducidos de la extension i espacio que ocupan. La impenetrabilidad se considera, i con razon como una propiedad esencial f. a la exist. de la materia: por que si dos Cps pudiesen ocupar al mismo tyo en mismo espacio uno de los dos dejaria de existir necesariamente. es por lo q. cada uno de ellos opone una resistencia invencible a ser privado de su espacio; i esta resistencia constituye la idea de la impenetrabilidad, i es por deus lo asi, la materia misma sigue la feta expresion de un Principio moderno.

33 i 34. Depende la impenetrabilidad de los Cps de la extension. ¿Seria preciso recurrir a otras pruebas? Las ilusiones de los sentidos agitados por causas que no se sacan de su estado normal no hacen suponer i aun concebir perfectamente la exist. de algunas cosas q.

Con raras Nammaso fantásticos. No hai duda que
talen seres tienen extension i sin embargo los mira-
mos como penetrables. El espacio de una pieza de
avitacion mecánica entre el piso, las paredes i el techo
es ineludablemente una extension que puede pene-
trarse por todos los Epos imaginables, i por lo mismo
nada tiene de material. Es evidente pues que la ex-
tension basta por si solo p.^a dar una idea de la exist.^a de la
impenetrabilidad. Por el contrario si un ser opone re-
sistencia al movim.^{to} de otro i no deja ser puesto sin tras-
ladarse a una poscion distinta; si debajo de las mayores
presiones mecánicas se manifiesta opre. con su mis-
mo peso; si sometido a la influencia de un agente fisico
como el calor aumenta su volumen, sin poder por ello
ninguna de las partes materiales que lo forman; en fin,
si después de haberse combinado con otros epos reapre-
rece por la descomposicion sin haber sufrido la menor
diminucion de partes; entonces podremos decir que aque-
llo es impenetrable, mas claro que es un epos. Por for-
tuna no se necesitan todas estas operaciones juntas p.^a
probar la materialidad de un ser; sino que se debe-
rá y cuenta lo que las circunstancias cejan.

35. Que argumentos se pueden presentar en contra de
la impenetrabilidad? Se dice por ejemplo que un

Un clavo entra facilmente en la madera: que en caso tal como una piedra arrojada a una cuba de agua lo penetra, puesto que va hasta el fondo; i sobre todo que la mezcla de dos sustancias puede presentar volumen menor que la suma de dos volúmenes de los cuerpos mezclados, como sucede con el agua i el alcohol &c. pero estos casos de apaste penetracion se explican facilmente. Recordemos en primer lugar que en la extension de un cuerpo no se incluyen los espacios vacios que existen entre las partes sino solamente las que estas ocupan en realidad. Tengamos presente en seguida que las partes de la madera que se retiran p.^a de la entrada al clavo i no dejan de existir, ni van a privar a las vecinas del espacio que ocupan: lo mas que sucede es q.^e se les acerca un poco disminuyendo hacia los poros i espacios no ocupados que alli existen, que el ejemplo de la piedra, i el agua al nivel de esta sube i aun en el caso que no suba como cuando las sustancias arrojadas en la cuba es soluble, el peso total es igual a la suma de los pesos del agua i del cuerpo, lo cual es tambien aplicable al 3.^{er} caso. Estos argumentos pues, lejos de atacar la existencia de la impenetrabilidad no hacen sino confirmarla.

Seccion 2.^a Propiedades esenciales



Para la explicacion de los fenomenos.

§ 10. Fuerzas permanentes q. obran sobre los cuerpos.

99. De cuantas clases son las frs permanentes? En el estado actual de los conocimientos adquiridos en la ciencia de los cuerpos, es imposible explicar los fenomenos dependientes de la Constitucion interior de estos sin admitir entre sus moleculas la existencia de dos frs opuestas; una que tiende a acercarlas i otra que les imprime una direccion opuesta. La primera se llama atraccion, i la segunda repulsion. Si solo existiera aquella, las moleculas de todos los cuerpos imaginables estarian reunidas hasta el contacto, formando una sola masa que tendria la mayor densidad que se pueda concebir. Al contrario, si solo hubiere repulsion, todos los cuerpos que existen cerca de nosotros i aun los que pueblan el espacio infinito se dispersarian completamente i no habria en la naturaleza sino un gas infinitamente enrarecido. Pero la existencia simultanea en ambas fuerzas i su combinacion mantienen el Universo tal como existe, i las modificaciones de su estado de equilibrio en los cuerpos producen en ellos todos los fenomenos naturales.

Esta z

Estas fuerzas de mirar como propiedades de los cuerpos & aunque haya razones p^a considerarlas mas bien como el resultado de la accion de agentes extranos a' ellos. Esta misma suposicion se aplica con mas fundamento a' la repulsion que mas generalmente al calor, que a' la atraccion, cuya causa permanece aun descubierta.



100. ¿Que es atraccion? Es la fuerza que produce en los cuerpos o en las moléculas de los cuerpos una tendencia a unirse. La atraccion es una causa permanente de movimientos i recibe diversos nombres segun los cuerpos sometidos a' ella i la manera de obrar en las partes de un mismo cuerpo. Mas adelante hablaremos de las diversas especies de atracciones.

101. ¿Que es repulsion? Existe en el interior de los cuerpos, como se ha dicho, una fuerza que tiende constantemente a separar las moléculas i aumentar el espacio q^l media entre ellas: esta f^{za} es la repulsion i su existencia en la naturaleza se atribuye al calor, pues se ve que los cuerpos aumentan de volumen cuando se calientan i disminuyen cuando se enfrian. Hemos dicho que hai mas fundamento para mirar la repulsion como resultado de una causa extrana que como una propiedad inherente a' los cuerpos; no obstante, nada absoluto podemos asegurar.

Supuesto que el estado calorigico de estos, puede tam-
bien provenir de los movimientos o modificaciones in-
teriores de sus partes.

§ 2.º De la movilidad

12. ¿Que es movilidad? Consideraciones sobre ella. Los
cuerpos no ocupan en el espacio absoluto un sitio inva-
riante; al contrario se pueden trasladar de un punto
a otro: esta propiedad se llama movilidad. Todos
los fenómenos de la naturaleza no son otra cosa que
cambiamientos de estado en los cuerpos, que no podrian
verificarse si estos o sus particulas no se movieran. La
movilidad es pues, lo mismo que atraccion y la repul-
sion, una propiedad indispensable para la produccion
de los fenomenos naturales.

13. ¿Que es movimiento? Cuales son sus especies?

Movimiento es la traslacion de un cuerpo de un lugar a
otro, de suerte que puede mirarse como la movilidad
puesta en accion por la aplicacion de una fuerza al
cuerpo que se mueve. Hai diversas especies de movi-
mientos segun la naturaleza de las causas que los pro-
ducen: asi tambien son variada el nombre del movim^{to}.

14 i 15. ¿Que son movim^{tos} absolutos i relativos?

Movimiento absoluto es la traslacion real de un
cuerpo.

Cuerpo de un lugar á otro, sin comparacion á otros
con los demás Cpos que están en reposo. Movim^{to} rela-
tivo, al contrario, es el Cambio de lugar de un Cpo con
relacⁿ á otro u otros q^e se suponen en reposo, pero que
pueden estar tambien en movimiento.



46 i 47: Hai alg^o medio de determinar los movimen-
tos reales i relativos de los cuerpos? En primer lu-
gar, debemos tener presente q^e el reposo q^e observamos en
algunos de los Cpos q^e están bajo el dominio de nuestras
investigaciones no es mas que aparente. La tierra que
venimos inmóvil se mueve de Occidente á Oriente dando
una vuelta sobre su eje durante un dia i otra alrede-
dor del sol durante un año. Hai algunas razones para
creer que este último astro no está completamente in-
móvil en el centro del sistema planetario sino q^e cambia
de lugar. La consecuencia es, que no habiendo un solo
objeto u la materialera que podemos mirar como fija, no
tenemos un punto de comparacion p^a conocer los movi-
mientos reales ó absolutos de los cuerpos. No sucede lo
mismo respecto de los movim^{tos} relativos: en efecto, con-
siderando el sol como inmóvil los otros cuerpos son cal-
culados perfectos. Los Cambiam^{tos} de lugar de los plane-
tas con respecto á él; en la superficie de la tierra se
han podido determinar igualmente los Altos de Cari-

De los mas rapidos, a saber: q^o
los artificios pueden ser q^o la velocidad
Todos los movimientos, ^{no} y considerados segun la Velocidad q^o la
Explosion de la polvora en las armas de fuego comunica
a una bala *V. V. A.*

48. Quando se dice que un Cuerpo está inmóvil?

De lo dicho anteriormente se deduce q^o la inmovilidad no es
nada absoluta sino relativa. Por tanto se puede decir que
un C^o está inmóvil quando lo consideramos como fijo, si
no en realidad al menos por relac^o a los otros C^os q^o lo rodean i q^o
cambian de posic^o con respecto a él. Así es q^o el sol está in-
móvil comparado con los planetas; la tierra lo está p^o relac^o
a los objetos que sobre ella se mueven constantemente; un puerto
se mira como fijo comparado con el buque q^o se aleja de él.

49 i 50. Que se entiende p^o Reposo i que p^o equilibrio? El re-
poso supone quietud en un C^o q^o sin aplicac^o de f^oza alg^o que obre
sobre él; el equilibrio al contrario es tambien un estado de quietud,
p^o está resultante en el C^o de la aplicacion de dos i mas f^ozas cuyos ef-
ectos se destruyen mutuamente. Advertase q^o completam^{te} de lo
dho que, como todo C^o se haya en la naturaleza sometido a la accion
de varias f^ozas, es evidente q^o no hai reposo propiamente dho, i q^o la queie-
tud q^o alguna vez se observa no es sino un verdadero equilibrio.

51. Circunstancias del movim^{to}. tomadas en abstracto. Que es ve-
locidad? En todo movim^{to} hai q^o considerar tres cosas a saber:
El espacio recorrido p^o el móvil, el t^opo empleado en recorrerlo, i la re-
lacion entre aquel i este. Esta relacion se llama Velocidad i
está de tal modo ligada al t^opo i al espacio q^o sirbep^o si sola p^o
caracterizar el movim^{to}. Op^ore q^o se hace abstraccion de mas del
móvil. Las variaciones de la velocidad hacen nacer diversos
Movim^{tos} como vamos a ver en los n^{os} siguientes.

52-53-55 i 56. Que es movim^{to} uniforme, Variado
acelerado i retardado. El movim^{to} es uniforme cuando la
Velocidad del movil o el espacio que este recorre en la
unidad de tpo es siempre el mismo, de suerte que la relacion
entre el espacio total i el tpo empleado en recorrerlo no sufra
alteracion alg^a, al contrario, el movim^{to} es variado cuando va-
ria la velocidad, o cuando el movil recorre espacios que no
son proporcionales a los tiempos. El movim^{to} Variado es de dos
especies, araber: movim^{to} acelerado, es el que es aquel en q^d la
Velocidad aumenta Constantem^{te} i movim^{to} retardado que es
aquel en q^d disminuye.

54. Que es movim^{to} uniformem^{te} Variado? Cuando los an-
mentos o disminuciones de Velocidad correspondientes a cada
unidad de tpo son iguales; el movim^{to} es uniformem^{te} Va-
riado, i sera acelerado cuando la velocidad aumenta, i re-
tardado en el caso contrario.

57. Existen en la naturaleza movim^{tos} constantem^{te} uniformes?
Pocos movim^{tos} hai que tengan este caracter, i acaso no podria
darse otro q^d el de rotacion de las planetas. Todos los demas, in-
cluyendo los de revolucion de estos al redor del sol son mas
o menos variados, acelerados o retardados segun las cir-
cunstancias. Asi es q^d las planetas aumentan de veloci-
dad



del asilo aia el peripetio i disminuyen cuando van de
este a aquel

§ 30 De la inercia

58. ¿Que es inercia? Se da este nombre a la propiedad q^{ue} tienen
los cuerpos de permanecer por si mismos en el estado de movim^{to}
o de reposo que una vez adquieren, a no ser q^{ue} una causa externa
los saque de dicho estado. La inercia es pura activa i de mo-
vim^{to} i pasiva i de reposo. En virtud de la primera el cuerpo q^{ue} ha
sido puesto en movim^{to} por una causa cualq^{ue} se moverá en
línea recta i con la misma velocidad, sino hai otras cau-
sas que lo hagan variar esta i cambiar de direccion. En virtud
de la inercia de reposo, los cuerpos permanecen en este estado si
no obra sobre ellos; i en virtud de la misma *Proposición* cuando
se trata de movilidad.

59. El cambio de estado de un cuerpo sea de reposo i de movim^{to} des-
pone alguna causa. Este principio se deduce directam^{te} de lo q^{ue}
se acaba de decir; q^{ue} no se puede facilm^{te} en algunas aclaraciones.
Vemos por ej. que un cuerpo llamado con violencia *Orizontalm^{te}* en
el espacio se mueve al principio en línea recta, i con mucha ve-
locidad, despues disminuyete este i cambia aquella inclinándose
hacia la tierra, i termina en fin por caer a la superficie de esta
despues de lo cual queda en reposo. No se puede sacar de
aquí la consecuencia de que un cuerpo que se mueve tiene
tendencia a volver al estado de reposo, por q^{ue} es necesario

Hay en cuenta en primer lugar, que el aire opone una re-
sist. capaz de aniquilar, cuando es continuada, los mayo-
res movimientos; en segundo lugar, q. la tierra ejerce una
accion constante sobre todos los ceps. Manda los hacia su
centro, i que este sea e igualmente capaz de anular los otros
movim^{tos}, cuando es opuesta a ellas. Por el contrario vemos q.
cuando quiera que se aleje el influjo de estas circunstancias
el movim^{to} que se comunica a un cep, dura un tipo del que
duraria sometido igualmente a causas distintas de su propia
inerencia i de la fra que lo ha hecho mover. Concluimos pues
que sin viento, ni la resist. del aire, ni la atraccion de la
tierra: el cep llamado o moveria eternamente en una misma dire-
cion: con la misma velocidad.



Vamos ahora si los ceps podrian salir espontaneam. del
estado de reposo. La mayor parte de los ef. que nos presenta la
Naturaleza nos prueba clarame^{te} lo contrario; pero si examinamos los
animales, los cuales tienen en sí interior una potencia locomo-
tiva que nada prueba en contra de la inercia de reposo. Los demás
ejemplos de movim^{tos} aparentem^{te} espontaneos, ofrecen una ex-
plicacion facil. Los planetas se mueven en el espacio por que
estan sometidos a la accion de los cuerpos: una piedra rueda
por una falda a causa de la atraccion de la tierra: la
nube: algunos cuerpos flotan sobre a las regiones

llevada de la atmosfera, por q. esta, especificamente mas
pesada que el sol, le comunica un empuje vertical ascendente;
en una palabra, todos los fenomenos de la naturaleza, q. no son
otra cosa que verdaderos movim.^{tos} producidos de la accion q. ejer-
ce sobre la materia las causas productoras de los movim.^{tos} ge-
n.ales. Veamos pues si es fundada la proposicion sig.^{te}
60. Si la inercia es una propiedad de los cuerpos, en que consiste
que estos sean en sus movim.^{tos} sin la aplicac.^{on} de fuerzas es-
tranjeras. En lo dicho anteriormente se evidencia q. esto es falso es.
una suposicion gratuita, pues que todo movim.^{to} comunicado a
un cuerpo sea unicamente por los obstáculos que se encuentran en su
paso, o por la accion de fuerzas que le son contrarias.

Appendice à cette section

§ 1.^o Notiones fondamentales sobre las fuerzas
61 i 62. ¿Que son fuerzas i como se dividen? Hemos di-
cho en los nr.^{os} anteriores q. todo cambio de estado en un cuerpo
supone una causa; convege^{tes} a este principio decimos ahora:
que se llaman fuerzas las causas que producen, destruyen o
varian los movim.^{tos} existentes en los cuerpos, bien sea en la
intensidad o en la direccion. Se ve pues que las fuerzas son q.^{da}
novos de la naturaleza abstracta i q. no podemos como
todo lo q. creacion de cambio de estado en un cuerpo es

Conocerlas sino por los efectos que producen. En la explosion de la pólvora tenemos el ejemplo de una fuerza capaz de engendrar movimientos, en el desmenu de un cuerpo i los aumentos de velocidad que durante el movim^{to} recibe el cuerpo, percibimos clarame^{te} la existencia de una fuerza ejercida por la tierra sobre él, i que ademas de producir el movim^{to} es capaz de variar su intensidad; en fin la accion de la tierra es tambien una fuerza que varia la direccion del movim^{to} horizontal de un cuerpo, i le hace describir una linea curva.



Se conocen dos especies de fuerzas, a saber: instantaneas i permanentes o variativas. Las primeras no obran sobre el móvil sino al principio del movim^{to} i mediante una impulsión o serie de impulsiones que gastan un tiempo muy corto e inapreciable, para comunicarle a toda la masa, i que en virtud de la inercia de esta se perpetuan en el cuerpo despues de originella comunicad^{as}; las fuerzas variativas, al contrario, obran desde el origen del movim^{to} hasta que este sea por alguna causa, i comunican al móvil una serie de impulsiones infinitas. Algunas que se suceden de una manera continua. Se deduce que es propio de las fuerzas instantaneas el

Tiempos iguales o con aumentos proporcionales a los tiempos.
 63. ¿Qué es punto de aplicación de una fuerza? Te rem
 Toda fuerza que obra sobre un epistemo necesariamente un
 punto de aplicación en él, es decir un punto tomado
 dentro i fuera del ego q recibe inmediata o directam. la ac-
 ción de la fca, la cual se transmite de él a todos los demás
 puntos que le están ligados en el ego. En cuestiones es-
 peculativas se suelen considerar las fcas aplicadas algu-
 nas veces a puntos situados fuera de los egos; p. en la na-
 turaleza los puntos de aplicación se consideran en el inte-
 rior de los masas.

65. ~~Ello es~~ ^{una fra?} ~~intencionalidad~~ de Para formar una idea de lo que se entiende por intencionalidad de una fra

Debemos atender solamente al efecto que es capaz de producir.
 Una fuerza que puede hacer mover un peso con cierta velocidad es menor intensa que otra que comunica mayor velocidad al mismo peso, o la misma velocidad a otra masa mayor q.^a la movida p.^a la primera fuerza.

69. Decimos que una f.^a es igual a otra en intensidad, si obrando ambas sobre un peso en la misma direccion i en opo-
 sito sentido se equilibran mutuamente. Si, por el contra-
 rio, p.^a equilibrar una f.^a se necesita oponerle el doble
 o triple de otra, se dice q.^a la primera es doble o triple
 respecto de la segunda.



66 i 67. Cual es la medida de las f.^{as} i que unidad de
 una p.^a medirlas? Quando se expone o esta obrando la
 fuerza sobre un peso, su valor total se mide o se expresa por
 el producto q.^a resulta de multiplicar la masa del mo-
 vil por la velocidad que la f.^a le imprime. Este producto se
 llama cantidad de movim.^{to} tiene la propiedad de ser opo-
 s al mismo p.^a una misma f.^a, cualq.^a que sea la masa del
 movil sobre el cual ella obra. En efecto: la experiencia
 ha manifestado que si una f.^a obrando sobre una ma-
 sa igual, por ej.^a a dos le comunica una velocidad es-
 mo diez, obrando sobre otra masa igual a la se impresi-
 me

Solo 5 de velocidad; si la masa es 8 la velocidad será $2\frac{1}{2}$ g.a. Se ve pues que cuando la masa aumenta en progresion geometrica creciente, las velocidades van en progresion decreciente; i si se multiplica la masa en cada caso por la velocidad correspondiente vale el producto lo que es la Cantidad de movim^{to} que la f^oa. es capaz del dar; p^o consiguiente visto p^o valor la intensidad de la f^oa, i en los casos que ocurran en que sea preciso comparar varias f^oas se podrian tomar en vez de ellas sus respectivas cantidades de movim^{to} como veremos mas adelante.

Hasta ahora hemos considerado las f^oas de grande sobre masas mas o menos grandes. Si suponemos estas iguales podremos hacer abstraccion de ellas i tener en cuenta solamente las velocidades que las f^oas producen en una misma masa. En esto supondremos q^{ue} la f^oa se mide por la velocidad q^{ue} imprimen a la unidad de masa, o mas claro, p^o el espacio que le hacen recorrer en la unidad de tiempo. Veamos si este medio i el anterior son igualmente aplicables a la valor^o o medio^o de toda especie de f^oas 68 i 74. Pueden compararse las f^oas constantes con las no constantes? Será aplicable el procedim^{to} de la multiplicacion de las masas por sus velocidades en todas

27

Todas las fuerzas? Entre las fuerzas instantaneas y las va-
riaticas hai como se ha dicho la notable dif.^a de que en
las primeras la velocidad se conserva s^{er} la misma desde
el principio hasta el fin del movim^{to} y en las otras, dicha
velocidad aumenta o disminuye progresivam^{te} en todos los
instantes de la duracion de aquel; en las instant^{neas} ^{menor} el mo-
vil tiene s^{er} una misma Cantidad de movim^{to} enalg^{da} ^{to}
sia la época de este; pero en los movim^{tos} variados, dicha
cantidad cambia en uno de los factores q^e es la Velocidad. En
consecuencia no se puede hacer una comparac^{on} rigurosa en-
tre las fuerzas instantaneas y las variaticas. Empero, como
estas comunican al móvil una misma Velocidad en cada
uno de los instantes del movimiento, se tiene esta veloci-
dad por unidad de la fuerza, multiplicandola por la masa de
sabe la cantidad de movim^{to} que aquella produce en la
unidad de t^{po}: del mismo modo se puede saber la que ad-
quiere el móvil en un cierto n.^o de unidades de t^{po}. Se tie-
ne en ambos casos la cantidad de movim^{to} que el tendría
en los instantes sig^{tes} suponiendo que la fuerza cesara de obrar,
o que sus efectos anteriores se perpetuaron en el t^{po} a virtud
de la inercia de este, lo que en efecto sucede —

71 y 72. Que raron tienen las fuerzas con la velocidad de

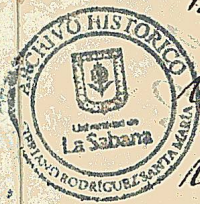


Que imprimen á los cuerpos con las masas de estos. Como
 toda gra que se supone obrando sobre un ego se expresa
 por la cantidad de movim^{to} se puede decir en general q^d
 las gras son entre si como las Cantidades de movim^{to} ^{ab: g}
 estan en ^{ab: g} razon compuesta directa que se obtienen mul-
 tiplicando la masa por la velocidad. De manera que si
 P y f son las masas, M y m las masas, V y v las velo-
 cidades respectivas tendremos: $P: f :: M V y f = m v$, de
 donde sale $P: f :: M V: m v$. — Ahora, si M y m son
 iguales tendremos: $P: f :: V: v$ y si V y v son iguales
 sera $P: f :: M: m$, es decir que las gras guardan la razon
 de las velocidades cuando las masas son iguales, y son
 entre si como las masas si son iguales las veloci-
 dades. Tod segunda. En el principio. Dicho de q^d
 las gras se expresan exactam^{te} por el producto de la ma-
 sa por la velocidad: en q^d si los productos tienen
 un factor comun son entre si como los factores de iguales.
 Las gras obran del mismo modo en todos los cuerpos?
 73. Considerados los egos como simples masas vivientes,
 i haciendo abstraccion de su constitucion interior, las gras
 obran del mismo modo en todos ellos produciendo egre una
 misma cantidad de movim^{to} en alg^{un} q^d sea su masa, su
 volumen i su forma; q^d como los egos se presentan en
 varios estados. Remitto de aqui que esta misma

Mover aplicada en la practica á un cpo liquido se comu-
nica en todos sentidos haciendo nacer diversas presen-
cias en el interior de la masa, mientras q^a aplicada á un
solido se comunica en impulso, & darr. En el sentido de la
la direccion de la gra, con algunas modificaciones. Por
estos efectos particulares no destruyen el principio gen^l de la
comunicacion del movimiento á su cantidad.

70. Pueden expresarse las gras por m^o y lineas? Una que
toda fuerza aplicada á un cpo lo hace mover (cuando no
esta equilibrada) describiendo una linea, es evidente q^a
se puede representar la gra por la linea misma, teniendo
cuidado de tomar en la extension de esta una porcion
igual á la intensidad de la gra comparada con otra
que se tomar por unidad. Esta porcion se puede igual-
mente expresar por m^o y q^a coniq^a tambien la forma.

75. Cuales son los efectos producidos por muchas gras so-
bre un solo punto material, ó sobre muchos unidos en-
tre si de una manera invariable? Cualq^a q^a sea el
n^o de gras q^a se pongamos aplicadas á un punto ma-
terial, ellas no podrán comunicarle muchos mo-
vim^{tos} á la vez en distintas direcciones ni con diversa
velocidades; sino en movim^{to} unico en una sola
Direccion i con una sola velocidad. Efectivamente no se



Move, como un ego podría andar el mismo ego por
muchos caminos $\&$ diversos, ni como podría tener
muchas velocidades distintas: separadas. Lo q.
sucede p.^a en el caso supuesto es q. todas las frs. se
combinan p.^a producir un efecto común. Este principio
es fundamental en el estudio de la cuestión de Mecánica.

76 i 77. Que son frs. componentes i q. resultantes? La
Unión i Combinación de frs. de q.^a hemos hablado
al fin del n.^o ant.^o i q.^a se exponen obrando al mismo tiempo
sobre un punto material al cual solicitan en un
mismo i en diversos sentidos i sobre un ego en el
mismo término; esto q.^a se llama un sistema de frs.
componentes. Se llama este nombre por relación al efecto
total i único que de ellas resulta. — Se da el de fuerza
resultante a la que reemplazaria en dho. efecto a las com-
ponentes, es decir, a una fr. única q.^a solicite al mis-
mo en la misma dirección, en el mismo sentido i con la
misma velocidad q.^a el sistema de frs. componentes.

La Mecánica se ocupa de dos especies de cuestiones es
a saber: dada un sistema de frs. componentes hayar
la resultante, i la fr. que seria capaz de reemplazarlas;
i dada esta resultante encontrar las componentes de q.^a
ella proviene. En física son indispensable y algu-

Algunas nociones generales sobre ambos puntos 78 y 79. Como se haya la resultante de dos ó mas fuerzas que obran á la vez sobre un mismo punto material? El caso de dos fuerzas obrando sobre un punto es el mas sencillo de cuantos puede presentarse, y el principio que sirve ^{de} resolventes es por fortuna tan general que entra en la resolución de todos los demás casos. Llamos en primer lugar el caso en q. las f^{tas} no forman ángulo.

La resultante de dos f^{tas} que obran sobre un punto y en la misma direccion se haya demandada por componentes, si impulsan al punto en el mismo sentido; y restando la menor de la mayor si obran en sentido diferente. En este ultimo caso, la resultante es igual á la difa. i su sentido el de la f^{ta} mayor; en el primero es igual á la suma i impulse al móvil en el mismo sentido que las componentes. Ninguno de estos dos casos ofrece dificultad, pues en efecto, cuando las f^{tas} concurren á producir un efecto comun, sus efectos se acumulan ^{este} ~~mutuamente~~; i en el caso contrario se destruyen en todo ó en parte. Cuando dos f^{tas} obran formando ángulo sobre un punto material, la resultante se encuentra de



Determinada, No en direccion como en Valor, por
la diagonal del paralelogramo formado por las direc-
ciones de las fuerzas. Este principio es conocido con
el nombre de paralelogramo de fuerzas es fundamental
en el estudio de estas, i de muy facil demostracion.

En la figura a.b.c.d. Representa un rectan-
gulo compuesto de puntos materiales ligados entre
si de manera q. constituyan un cpo solido. Si supo-
nemos q. este rectangulo impetido por una f^{ta} P en la
direccion P. a. se mueve paralelamente a si mismo, como es
facil concebir, es evidente q. todos sus puntos materiales se
moveran simultaneamente ^{de} guardando sus mismas distan-
cias a lo largo de la linea a. q. Si al fin de un 2.^o o unidad
de tpo. la linea a.b. se encuentra en cd, esta se haya-
ra en ef, i el rectangulo i paralelogramo solido habra
recorrido un espacio inf.^{to} a su Direccion. Ahora
bien; como este movim^{to} ^{es} q. tal no impide que los
puntos materiales del conjunto se muevan particu-
larm^{te} los unos con respecto a los otros, del mismo
modo q. el movim^{to} de un buque q. se aleja de una
costa, no se opone a que los objetos q. estan a bordo
cambien de posicion relativa No q. en efecto se-

Secede con demasiada premura; podemos también
suponer, en el caso que nos ocupa que el punto a , es
empujado adentro en la dirección $q. a.$ por una fuer-
za 2 , i que obedeciendo a ella llegará todo el pun-
to b en un 2^o i mitad de tpo.



Tomemos pues los espacios $a. c.$ y $a. b$ por las fuer-
zas P y Q una vez representen sus direcciones, sentido,
i velocidades, i marcos el verdadero camino $q.$ segui-
rá el punto a $q.$ obedecer á $a. b$ — Al fin de un $\frac{1}{2}$
de segundo el rectángulo habrá recorrido la cuar-
ta parte de la distancia $a. c.$, i se encontrará en la
posición $2.3... 2' 3'$ —; i el punto a deberá estar en 3 ,
pero como obedeciendo á la $q. a.$ debe recorrer al mien-
mo tpo la cuarta parte de la distancia $a. b$ en el mismo
un cuarto de segundo, es evidente $q.$ se encontrará en el pun-
to c , á una distancia del n.º 3 igual al cuarto de $a. b$ — Si
quisiéramos al mismo, razonando se conoce que al fin de
 $\frac{1}{2}$, el paralelogramo ocupa la posición $4.5 - 4' 5'$ i $q.$ el
punto a se encuentra en $0'$ es decir que ha recorrido la
mitad de $a. c.$ hacia la $d. r.$, i la mitad de $a. b$ hacia
arriba: cumplidos $\frac{3}{4}$ de segundo de manera en $0'$ ha-
biendo avanzado $\frac{3}{4}$ de $a. c.$ i $\frac{3}{4}$ de $a. b$; i por tanto

Al completar el Segundo i unidad de tipo se encon-
trará en el punto de Ental citado, la mas simple
observación nos demuestra q. los puntos a. o. o. o. y de
se encuentran en linea recta i q. su continuidad con
la de otros muchos intermedios q. se pueden
encontrar por el mismo procedimiento constituir la
diagonal del paralelogramo formado por las direc-
ciones de las gras P. L. Se deduce pues q. esta dia-
gonal que representa a la vez el camino q. el punto
sigue impelido por las dos gras, el sentido en que lo
hacen andar, i el espacio q. le hacen recorrer en la
unidad de tipo; es la verdadera resultante de dicha
fuerza. Queda demostrado el principio buscado arri-
ba. Para aplicarlo a un caso dado, se trazarán líneas
que representen las direcciones i el sentido de las gras
i se tomarán en estas líneas partiendo del punto comu-
n a porciones q. representen las respectivas intensidades,
se construirá sobre estas porciones el paralelogramo,
i en la diagonal de este se tendrá la dirección, el
sentido i la intensidad de la resultante. — Se
sigue de aqui que si el ángulo formado por las

Las componentes en mui obtuso la resultante será pequeña i mui considerable si es bastante agudo. Veanse las figuras 7.^a i 8.^a en las cuales a b, i a c representan las componentes en los dos casos, i a. d. la resultante correspondiente. Si aquellas forman angulo recto como en las figuras 9.^a la resultante será la diagonal de un rectángulo i de un cuadrado segun los casos.



Si son mas de dos fueras las q.^{as} se componen observando sobre un mismo punto material; se haya primero la resultante de dos de ellas por el medio explicado: se haya despues la q.^a correspondiente a otra resultante i otra de las componentes i asi sucesivamente hta encontrar la ultima q.^a será el resultante de todo el sistema de fueras. Figura 11. a. b. a. c. a. d. q. a. e. que es a f; despues la de esta i a d, que es a. g; en seguida la de a g, i a e, que es a h, resultante de todo el sistema de fueras componentes.

83. Como se haya la resultante de dos fueras contrarias. Se llaman frás contrarias las que tienen un mismo punto de aplicacion, una misma direccion i sentido opuesto. Si simul en el m.^o anterior se veia que la resultante se obtiene restandole la

La menor de las mayores, i tambien q^l dicha resultante
tendrá la misma direccion q^l cualq^a de las compo-
nentes i obrará en el sentido de la mayor de estas.
86. 87 i 88. Resultante de dos frs aplicadas a dos
puntos diferentes de un cpo solido;— resultando de va-
rias frs aplicadas en diferentes direcciones sobre un
cpo solido;— i resultante de un nr. cualq^a de frs apli-
cadas en diferentes puntos—. Para todos estos casos se
pongan el eje las frs obrando en un mismo plano
y a reducir las cuestiones á la sencilla que se menciona
en varias secciones de Kinica— Partiendo de esta supo-
sicion susceptible del primer caso. Cuando dos fuerzas
obran sobre puntos diferentes de un cuerpo (fig^a 12) se
prolongan las líneas en direcciones hasta que se
encuentran. A P. y C Q representan las fuerzas, en
los puntos de aplicacion son P y Q. Se prolongan p^{to}
las líneas hasta el punto de encuentro E; despues de
tomar partiendo de este punto dos posiciones ex i ez
iguales á AP y QC; se forma con ellas el paralelogramo
ex. ez. y en diagonal ex mas clara la resultante de
las fuerzas ex y ez q^l lo será tambien de las fuer-
zas primitivas, supuesto q^l por la construⁿ de

Se hizo estas no varian. Ni en cantidad ni en direcc^{on}.

Para reducir el caso de la proposicion 87 (fig^a 13) supongamos tres grad^{os} A. P. Q. C. i. d. A.: se prolongan las dos primeras hasta que se encuentren en C, se trasladan a este punto como en el caso anterior las grad^{os} A. P. Q. C. representando estas por las lineas ex y eq: se completa la fig^a ex eq. i la diagonal es sera la resultante. Se forma otro sistema con ella i la 3^a grad^{os} A. P. Q. C. Se hace la misma construccion i la diagonal sera la resultante de todo el sistema de grad^{os} J. Se concibe q^{ue} si hubiera otros no habria inconveniente en continuar la operacion hasta obtener la resultante final.



El caso enunciado en la proposicion 88 es el mismo en el fondo q^{ue} el anterior, con la dif^{erencia} de que las grad^{os} no se suponen aplicadas a los puntos de un esp^{acio}, sino arbitrariamente en el espacio; pero se resuelve del mismo mod^o. que se ha explicado.

81, 82, 83 y 86. La resultante de dos fuerzas paralelas que obran en el mismo sentido; se haya determinada por los principios siguientes: 1^o es paralela a las componen^{tes}. 2^o se impide al movimiento en el mismo sentido q^{ue} ellas; 2^o

Es igual á la suma de dicha componente, y 3.^a De
punto de aplicación guarda en los puntos de aplicac.ⁿ re
las componentes, y distancia perpendicular á las
direcciones de estas, en razón inversa de las intensi-
dades de las mismas (Fig.^a III). En los extremos xy y z .
de la línea $x. o.$ están obrando dos fuerzas P y Q represen-
das por las líneas paralelas ax y Sc y enju-
gando la línea $x. o.$ hacia la parte inferior de la fig.^a Si
disponemos ademas, aplicada á los mismos extremos
dos fuerzas iguales y opuestas xt y Sx se equilibrarán recí-
procamente y el sistema no se habrá cambiado absoluta-
mente es decir q.^d la línea $x. o.$ se moverá en la misma
dirección, con la misma velocidad y en el mismo senti-
do, q.^d si tales fuerzas adicionales no existieran. Tene-
mos pues los sistemas de fuerzas $x. a$ y xt por una
parte Sc y Sx por otra que darán la misma resul-
tante final q.^d el sistema primitivo compuesto de $x. a$ y
 Sc . Pero como $x. a$ y xt tienen por res.^a xt y
 xm , y Sc y Sx á on , se deduce igualmente que el
sistema formado de xm y on tendrá la misma re-
sultante que $x. a$ y Sc . Prolonguemos ahora las

Las líneas am y on hasta q^{ue} se encuentren en el punto e , i
supuesto que el efecto de las fuerzas es siempre el mismo
en tal q^{ue} no se cambie su direccion ni su intensidad, tras-
lademos las líneas q^{ue} las representan al punto e i tomemos
dos porciones de ellas iguales a am y on ; las cuales prolon-
guen sobre las líneas am i on el mismo efecto q^{ue} estas últimas. Des-
componiendo ahora las resultantes ed y eb en sus respectivas
componentes eo ed la primera, i ey eb la segunda, tendre-
mos que eo y ey se destruyan por ser frs iguales i opo-
sitas i en consecuencia solo quedan solicitando la línea ro .
Desde el punto e las frs ed eb , las cuales se deben sumar pro-
por tener una misma direccion i un mismo sentido; Por sola ap-
reccion de la fig^a manifiesta tambien q^{ue} la resultante es para-
lela a las dos frs componentes i q^{ue} el sentido en que obra es el
mismo que el de ellas i como ed y eb son iguales respecti-
vamente a ra y re se sigue que estan demostradas las
primeras proposiciones.



Para demostrar la tercera comparame de un lado
los triángulos semejante ra m y ef r i por otro los
 se m i ef r que son igualmente semejantes i se

Andrán las siguientes proporciones $ra: ma:: ef: rf$
 i en: $se:: ef: ef$. Multiplicando ordenadam^{te} los
 terminos de la una por los de la otra resulta: $ra \times en:$
 $ma \times se:: ef \times rf: rf \times ef$. Suprimiendo de la primera
 varon los factores en y ma que son iguales i de la
 seg^a el factor comun ef Andrin^{do} por ult^o rac fu-
 erza $PQ: se (frag):: rf (distancia de esta al punto$
 de aplicac^o de la resultante): $rf (distancia de la$
 primera); donde se ve claram^{te} la varon inversa in-
 dicada en el tercer principio mencionad arriba. Para
 hallar la resultante de muchas fuer^{as} paralelas obrando
 en el mismo sentido se procede del mismo mod. Hayan-
 do primero la de dos de ellas, despues la de esta resul-
 tante i otra de las componentes i asi sucesivam^{te}. Esta
 muestra la resultante final de todo el sistema —

La resultante de dos i mas fuer^{as} paralelas q^{ue}
 obrando en sentido diferente se haya por principio
 analogos a los que determinar la de las que obran en el
 mismo sentido. (Fig^a 15) Si dos fuer^{as} p^{aralelas} q^{ue} do-
 citan los dos extremos A y B de la linea AB la

La primera en el sentido a. r, la segunda en el sentido b. s.
 La resultante será m. n. igual a la dif. entre las dos com-
 ponentes; y paralela a ellas; obrará en el sentido de la
 mayor; y finalmente las distancias m. b. y m. a de su punto de
 aplicación m, a los puntos de aplicación a i b de las fuerzas,
 estarán en razón inversa de dichas fuerzas; de manera que
 tendremos la siguiente proporción: a. r: b. s.: m. b.: m. a. — Si
 fueren mas de dos fuerzas componentes de una prime-
 ra de la resultante de las q. obran en el mismo sentido; la
 operación dará dos resultantes o una resultante i una com-
 ponente paralela; o obrando en sentido diferente: no resta
 pues mas que buscar la resultante de estas ultimas con
 arreglo a lo que se acaba de exponer.

¿Dix' en copia?

El. Los Mecánicos llaman par de fuerzas o fuerza signi-
 ficada (couple en Francés) a un sistema compuesto de
 dos fuerzas iguales y paralelas obrando en sentido diferen-
 te pero que actúan en un mismo punto de aplicación como
 se ve en la figura 16, a. b. i de representan las frs. a. b. i
 y c. d. paralelas. La una sollicitando al punto a en el
 sentido a. b, la otra al punto d en el sentido d. c. Es



Evidente que no poniendo las frías en mismo punto de aplicación no pueden detenerse; y por consiguiente la línea a. d. no estará en equilibrio, sino con un movimiento giratorio. Al rededor de un punto tomado en su parte media, y no dejará de moverse hasta que las fuerzas c. d i a b. sean verdaderamente opuestas, que será cuando se encuentren en una misma línea recta con la a. d; pero entonces Má no habrá sistema de fuerzas separadas sino de fuerzas opuestas. Merem. Mas adelant. las aplicaciones que se pueden hacer de estos Principios.

86. De los centros de fuerzas paralelas. Cuando dos ó mas frías de esta especie están obrando sobre dos ó mas puntos ligados entre sí de una manera invariable, tienen una propiedad muy importante saber: que enalg. que sea la dirección de dichas frías, constat q. concierben en paralelismo i el mismo punto de aplicac.^{on} Las resultantes pasan necesariamente por un mismo punto q.^{ue} se llama centro de fuerzas paralelas. Para demostrarlo pongamos dos fuerzas a. o y b. n. fig.^a 179 o.



Obteniendo sobre dos puntos a i b la igualdad de ac . La
resultante será C . $Figura$ a ab , i ser punto de apli-
cacion será C , situado de tal manera sobre la linea $a.b$
que tengamos esta proporcion: $a.c :: b.c :: ac$. Si supo-
nemos ahora que las fuerzas paralelas, sin varias en
puntos de aplicacⁿ a i b , i guardando su paralelismo to-
man las posiciones oblicuas $a.m$ b.o, podremos trasladar
el punto a al punto x donde cae la perpendicular ha-
cida desde el punto b : por esta contraccion en nada se
cambian los puntos de aplicacion de las fuerzas, aunque
supongamos trasladada la $a.m$ desde x hasta b , por lo
prolongada vuelve a pasar por a . Si queremos saber
en este estado por que punto de la $b.x$ para la resultante
marcaremos el punto z de tal manera que tengamos
 $x.b :: b.z :: x.z$, i trazando por este punto la linea $z.r$
paralela a $b.o$ tendremos la direcⁿ i el sentido de la
resultante. Veamos ahora prolongandola en q^l punto
corta a la $b.a$. Como las dos proposiciones anteriores tie-
nen una relacⁿ comun, sacamos del razonamiento
una proposicion i tendremos $x.z :: z.b :: a.c :: b.c$. Que

No una recta trazada desde L hasta C será paralela
a la ab ; pero como por el punto L se puede pasar
otra recta que la L o q sea paralela a ab se sigue que
la resultante prolongada de las frs a m i b o vienen
en la extensión de la línea ab el mismo punto de apli-
cación C que las frs a i b . El mismo resultado ten-
dríamos dando otra dirección a las fuerzas paralelas:
todas pasarían por el punto C que se considera p.^o esto
como el centro de ella.

Este principio recibe numerosas aplicaciones
en el estudio de los cuerpos considerados en sus tres
estados de solidez, liquidez i gaseosidad i sirve p.^o
determinar en muchos casos de una manera científica
el centro de gravedad, i punto de aplicación de la resul-
tante de las fuerzas que solicitan un cuerpo hacia el
centro de la tierra.

Notas adicionales p.^o ampliar
la explicación del cor.^o 52 hasta 56
Principios acerca del movimiento uniforme. Si
Móviles vel espacio andad por el móvil en

La unidad de tpo, se sigue que al fin de dos unidades de el espacio será $2 \times v$, y al fin de un tpo t será igual a $v \times t$, y llamando e a dicho espacio tendremos esta fórmula $e = vt$ esto es, que en todo movimiento uniforme, el espacio al fin de un tpo dado es igual al mismo tpo multiplicado por la velocidad.



Despejando en la fórmula anterior a t y a v sucesivamente tendremos. En el primer caso $t = \frac{e}{v}$, es decir que el tiempo es igual al espacio total dividido por la velocidad; y en el segundo $v = \frac{e}{t}$, esto es que en todo movimiento uniforme, la velocidad en cualquier época es igual a la relación entre el espacio total y el tiempo total.

LLamando E y F la velocidad espacio y tiempo correspondientes al movimiento de otro cpo tendremos también $E = VF$, $F = \frac{E}{v}$, $v = \frac{E}{F}$ y comparando la primera de estas ecuaciones en la primera de las de arriba resultará $E :: VF$: esto es, decir que en dos movimientos uniformes, los espacios son entre sí como los productos de las velocidades por los tiempos. En consecuencia: si las velocidades son iguales los espacios varían en razón directa de los tpos.

Y si estas son iguales, los espacios serán entre si directamente como las velocidades. Si E y e son iguales, sera $VT = ut$, de donde sale $V: v:: A: I$ y $I: H:: u: V$. La primera proporción manifiesta q^{da} igualdad de espacios las velocidades estarán en razón inversa de los Apos, y la segunda que estos están en razón inversa de las velocidades.

Principios sobre el movimiento variado. Consideremos solamente aquel cuya variación es uniforme, i en primer lugar el movimiento uniforme. Quedará. Recordemos ante todas cosas que este movimiento q^{da} el retardado o acelerado por la acción de una fuerza variativa que comunica al móvil una serie de impulsiones infinitas. Las pequeñas en instantes infinitamente pequeños, desde el principio del movimiento hasta que termina por una causa cualquiera. Este supuesto: si tomamos por unidad de velocidad la suma de las impulsiones recibidas por el móvil durante la unidad de tiempo y llamamos g esta unidad, ter-

tendremos que al fin de dos unidades de tipo y dos se-
 gundos la velocidad será $2g$; para otros tres segundos $3g$
 y en general al fin de t unidades de tipo, será gt la ve-
 locidad adquirida por el Cuerpo. Si llamamos V esta ve-
 locidad tendremos la ecuación ($V = gt$) la cual traducida
 nos dice, que en cualq.^a época del movimiento ^{to} uniformem^{te} acce-
 lerado la velocidad final es igual a la velocidad que la fuerza
 aceleratriz comunica en una unidad de tipo, multiplicada
 por el n.^o de unidades de tipo que han transcurrido desde el
 origen del movimiento. Si queremos ahora saber el es-
 pacio que durante esto ha recorrido el móvil, considere-
 mos en primer lugar que aunque la velocidad final
 es gt , no se debe multiplicar por el tipo como se haria si el
 movimiento fuera uniforme, pero que esta velocidad, siendo o al
 principio ha ido aumentando sucesivam^{te} hasta llegar a
 ser gt . Tomaremos el término medio entre 0 y gt que
 es $\frac{gt}{2}$ y esta será la velocidad media correspond^{to} al movim^{to};
 multiplicada por el tipo nos da $e = \frac{gt^2}{2}$, es decir, q.^{ue} en el movimiento
 uniformem^{te} acelerado el espacio es igual a la mitad del pro-
 ducto que resulta de multiplicar la velocidad adquirida es-



La unidad de t , por el cuadrado de unidades de t que
han transcurrido, por consiguiente que los espacios son entre si
como los cuadrados de los tiempos.

De la ultima ecuacion resulta $2e = gt^2$ y $g = \frac{2e}{t^2}$
es decir que la velocidad adquirida en cada unidad de t
es igual al doble del espacio total dividido por el cuadrado
del t total. Por ultimo comparando las ecuaciones $V =$
 gt y $2e = gt^2$, se puede despejar gt . En efecto multi-
plicandolas en cruz y poniendo en lugar de V su va-
lor gt , sera $2get = g^2 t^3$; dividiendo por t , tendremos
 $2ge = g^2 t^2$ y extrayendo la raiz cuadrada $Vge = gt$;
finalmente; poniendo en lugar de gt su igual V , sera
 $V = Vge$ que traducida quiere decir que en cualquiera
epoca del movim^{to} uniform^{te} acelerado la velocidad
final es igual a la raiz cuadrada del producto que
resulta de multiplicar el doble del espacio total por
la velocidad que la fca comunica al movil en la
unidad de tiempo. Mas adelante veremos algunas
importantes aplicaciones de este principio.

Recapitulando las anteriores

Veremos que la velocidad en el origen del movimiento es 0, al fin de un segundo de tpo igual g ; al fin de 2 segundos iguales $2g$, es decir que la velocidad es proporcional al tiempo; que el espacio es igual a $\frac{gt^2}{2}$, es decir proporcional al cuadrado del tpo, y se deduce también de estas formulas primeras que la velocidad de la unidad de tpo que como es visto sirve p. valor la fca es $v = \frac{2g}{2.2}$, y segund a que v velocidad final = v_{avg} . Con el auxilio de estos principios se pueden resolver varias cuestiones, tales como esta: Si el móvil recorre 16 pies en el primer segundo, cuanto habrá recorrido y que velocidad tiene al fin del primer segundo y al fin del quinto.



¿Cuál es la velocidad que la fuerza aceleratriz comunica al móvil en todos sus casos, - durante una unidad de tiempo?

Al este lugar corresponde la materia de la proposición II del programa - Cuando un punto Meba cierta velocidad comunicada por una fca instantánea y es asistido por una fca variativa en la misma

Dirreccion C y debe añadirse en el mismo sentido; los
dos cuerpos producen en el móvil una velocidad común
en cualq. época del movim.^{to} y le hacen recorrer un es-
pacio que es igual á la suma de los q. se haria recorrer
cada uno de ellos separadamente. Si llamamos
á la velocidad inicial, producida por la fuerza ins-
tantanea y la de la variatrix y t el tiempo común;
tendremos que el espacio de la primera será $iq. at$,
y el de la segunda $\frac{1}{2}gt^2$; luego el espacio correspon-
diente á ambas será $at + \frac{1}{2}gt^2$. La velocidad al fin
de un tipo dado es igual á la velocidad inicial más
la que en dicho tipo ha comunicado al móvil la fu-
erza variatrix.

Hasta aqui hemos hablado del movimiento
acelerado. Ahora exponeré los del uni-
formemente retardado. Para conseguirlo es nece-
sario suponer ante todas cosas que sobre el mó-
vil está obrando una f^{ta} de la naturaleza de la
instantanea en sentido opuesto á la acción de
otra

Otra fuerza variable. — Es seguro que esta disminuirá constantemente el efecto de la primera hasta reducirla a cero al cabo de un cierto tiempo. — En efecto llamemos a la fuerza inicial al principio del movimiento y dando por supuesto que la otra sea comunicada al móvil al fin de cada segundo una impulsion opuesta igual a q tendremos que pasado el primero, la velocidad será $a - q$, al fin de dos segundos $a - 2q$ ^{en el fin de t seg.^{os} $a - qt$} Por consiguiente cuando $qt = a$ sea igual a a y será igual a cero, lo cual ocurrirá cuando haya transcurrido un tiempo $t = \frac{a}{q}$

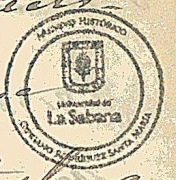


Para saber ahora cual es el espacio, multiplicamos, como en el movimiento acelerado el termino medio entre la velocidad primitiva y la final, por el tiempo, y tendremos $E = 2a - \frac{qt^2}{2} \times t = 2at - \frac{qt^3}{2} = \frac{1}{2} E = at - \frac{qt^2}{2}$

89. Que son fuerzas centrales. 90. Que es fuerza centrífuga. 91. Que es fuerza centrípeta. 92. Cuando un punto lleva cierta velocidad en una direccion y obra sobre él una fuerza contraria, que curso seguirá? Hasta ahora hemos tratado del movimiento rectilíneo; en el caso de

El poner la ^{tos} de ciertos movimientos que
haya ocasion de considerar en el estudio del cuerpo.
Quando un punto lleva una velocidad rectilinea proce-
dente de una fuerza instantanea, y en unalg^a época viene
á obrar sobre el otra fca. formando angulo con la primera
es segun q^d el punto desvia el camino que seguia q^d
describir la diagonal del paralelogramo formado
por ambas fuerzas; y al fin de otro tipo llegamos
añadida la accion de otra fca. en las mismas circunstan-
cias, el punto desviará aun otra vez su camino y así su-
ccesivamente; de manera que describirá una linea que-
brada. a. b. c. d. e. Fig.^a 18) que se acercará tanto mas á
una curva, cuanto mas pequeños sean los tipos en que
sobrevienen las fcas. b. r. c. s. d. z. Esta especie de movi-
miento se llama curvilinea y el sistema de fuerzas q^d
la producen en ciertas circunstancias se llama de fuer-
zas centrales. Vemos de q^d manera se convier-
ten estas para formas producir un efecto canonico.
Fig.^a 19) El punto m representa un móvil sollicitado
por una fca. instantanea en la direccion i sentido

M. a. B. de tal manera que en la unidad de tipo avance
desde M hasta C. Si representamos ademas que dicho punto
esta unido a un hilo inextensible que fijo por uno de
sus extremos al punto C, es evidente que sobre el movil
obra una fca que se corta en angulo recto con la primera i
dirigida en el sentido m. n. e; i por consiguiente que ambas
frcas combinadas hacen describir al punto M en la
unidad de tipo un arco m. d que es por lo visto una ver-
dadera resultante de las frcas centrifugas. La que viene por
presentada en la produccion m. n, que impide al movil ha-
cia el centro de la curva centrifuga i es de naturaleza va-
riada por que obra constantemente a disminuir la direcc. recta
lineal del movil. Al contrario la otra componente que
obra en el sentido de la tangente m. a. B. ~~se llama~~ centrifuga
~~por que~~ tende a alejar al movil del centro del movimiento.
i produce en el hilo que lo ata a otro centro una
tendencia que constituye la verdadera fca centrifuga.
Por lo que hace a esta, su valor es opuesto igual al
de la centrifuga que le es opuesta, por manera que p. a



Encontrar aquel, basta determinar esta ultima
 (fig^a 19). Sabido que el punto M, sometido uni-
 camente a la influencia de la fuerza centrípeta recorre
 el espacio mn en la unidad de tiempo, tenemos en
 medio de que para conocer el valor de esta fuerza, y por
 consiguiente variativa bastará duplicar el espacio mn y
 dividirlo por el cuadrado del tiempo. Seremos, llama-
 mos f la fuerza centrípeta y también la centri-
 fuga; $f = \frac{2mn}{t^2}$. Para encontrar ahora el valor de
 mn supongamos q^{ue} siendo el tiempo infinitamente
 pequeño, lo es también el arco ms que es la sum-
 tante o mas bien el espacio q^{ue} representa la ve-
 locidad del móvil en el círculo; por tanto este
 arco se confunde con su cuerda y como el cuadra-
 do de una cuerda es igual al diámetro multi-
 plicado por el seno verso del arco tendremos
 $ms^2 = 2r \times mn$; y mn igual a ms^2 dividido
 por $2r$. Sustituyendo este valor en la
 ecuacion de arriba será: $f = \frac{2ms^2}{t^2} = \frac{ms^2}{r \cdot t^2}$
 Como hemos supuesto que t es igual a 1 la

Unidad tendremos finalmente $f = \frac{v^2}{r}$. Ahora: como v es el espacio que el móvil recorre en el circulo durante la unidad de tiempo, resulta q. v es el espacio es la velocidad y por lo mismo $f = \frac{v^2}{r}$. Tales por ultimo el valor de la fca centrípeta y tam. el de la centrifuga que se es igual en valor absoluto.



De la ultima formula se deducen 2 consecuencias importantes a saber: 1ª que conservandose como mismo el radio, la fca centrifuga crece en proporcion del cuadrado de la velocidad; y 2ª: que cuando la velocidad no varia la fca esta en razon inversa de la longitud del radio. Veamos otra expresion del valor de la fca.

Si llamamos T el tipo de una revolucion completa del punto m al rededor del centro C tendremos que $m \cdot T$ o la velocidad es igual a la circunferencia que es el espacio total dividido por T q. es el tipo total. Llamando pues $2r$ el diametro. La relacion entre este y la circunf. tendremos q. si multiplicamos esta relacion por $2r$ nos da la circunf. y la velocidad sera entonces $v = \frac{2gr}{T}$. Sustituyendo este valor en la

Formula $f = \frac{v^2}{r}$ tendremos $f = \frac{42^2 r}{r} = \frac{42^2 r}{r^2}$
Si aqui tomamos como expres. de la $\frac{r^2}{r}$ fca centrifuga
que nos conduce a varias consecuencias importantes.

En efecto. como la Cantidad I^2 es invariable en to-
dos casos tendremos q. si se conserva un mismo
tipo de una revolucion, la fca centrifuga esta en
razon directa del radio; y que no variando este, es
tambien en razon inversa del cuadrado del tiempo.

A que es ig. la velocidad de la fca centrifuga en un circulo?
98. Se deduce de la formula $v = \frac{2\pi r}{t}$, que la veloci-
dad del movil en el circulo: Es ig. al duplo de la
velocidad entre la circunferencia y el diametro multi-
plicado por el radio i dividido por el tiempo.

97. La accion de la fca centrifuga se puede
hacer sensible por medio del aparato representado
en la (Fig. 20) Se compone de un hilo hori-
zontal AB que por medio de dos tornillos
 A, B se mantiene tirante sirviendo en cierta ma-
nera de cuerda al arco formado por el mismo ho-
rizonta CD y los verticales AC, BD . El
aparato se sostiene sobre un eje vertical EF que
gira librem. en el quicio MN con el auxilio
del

del hilo HH que se embudo y pasa en C circuito cerrado por la punta de la rueda P , movible por medio de un manubrio y cuya curvatura se ha en relacion con la del eje vertical.



Para hacer una experiencia de esta especie se colocan las volas b y b' en el hilo AB y se colocan a diversas distancias del punto P . En esta disposicion se observa que por poco que se mueva la rueda P , las volas se precipitan hacia los extremos A y B , lo cual manifiesta claramente la existencia de la fuerza centrífuga. Se observa tambien que la vola mas lejana se precipita con mayor fuerza y que si una de ellas se coloca perfectamente en medio, de tal modo que su centro coincida con el punto P , permanecerá allí enalgua que sea la velocidad del aparato; lo cual prueba que la fuerza es proporcional al radio del circuito descrito por el móvil. La tendencia de las volas a moverse hacia los extremos A y B es tambien mayor cuanto mayor es la velocidad de la rotacion del aparato, o en otros terminos cuanto menores es el tipo

que se cumple en una revolución — y lo cual prueba qd
la f^{ta} crece con la velocidad y disminuye con el t^{po}.

Se puede comprobar la exactitud de estas ob-
servaciones por medio de pesos suspendidos de un hilo
atado a la vela — Es evidente que cuanto mayor sea
la f^{ta} centrífuga adquirida por esta, mayor será el
peso que es capaz de levantar en una i^{ra} dada
del movim^{to}. La comparación de los pesos con los
radios ó distancias, con las velocidades ó con los t^{ps}.
tiempos (que se conocen fácilmente por el N.^o de vueltas
de la rueda) nos dará la verificac.ⁿ completa de la
f^{ta} centrífuga, y su proporcionalidad con
los cuadrados de las velocidades y de los tiempos y
con los radios de los círculos. Se puede demostrar
finalm^{te} q^e la f^{ta} es proporcional a la masa del móvil.

El aparato figura 21, es el mismo que se
acaba de describir, p.^o con la sig^{ta} modificac.ⁿ — En
vez de la cuerda A B tiene dos tubos cerrados M N
y M' N' inclinados hacia los extremos y que con-

contienen líquidos de diferentes densidades y no susceptibles de mezclarse, como también algunos cuerpos mas ligeros o mas pesados que ellos. Durante la rotacion se ve que cuando la fuerza centrífuga adquirida por cada uno de estos cuerpos es bastante grande para vencer la gravedad, se arreglan en el interior ^{de los tubos} de tal manera que los mas ligeros quedan debajo y los mas pesados encima, al revés de lo que sucede en el estado natural. Esta observación corrobora el principio de que la fuerza centrífuga es proporcional a la masa.



14. El Movim^{to} circular de un punto o de un cuerpo al rededor de un centro al cual está ligado por medio de un hilo inextensible, es necesariamente uniforme y por que es por el resultado de la fuerza tangencial que permanece invariable y de la resistencia del hilo que no aumenta ni disminuye y no produce otro efecto que el de mantener al móvil a una misma distancia del centro. Pero cuando la fuerza centrífuga es por sí sola capaz de acercar al cuerpo al centro del movimiento y de hacerlo

Al llegar bto el, entonces, el movim^{to} varia a cada instante, aumentando o disminuyendo la velocidad segun la relac^{on} q^e exista entre la f^{uerza} tangencial y la central y no sera circular, sino que el movim^{to} describira una elipse u otra curva como vamos a ver. (Fig.^a 22)

El punto al llegar de la izquierda a la posicion q^e ocupa con una f^{uerza} instantanea representada en velocidad y en direccion por la linea a. o. En este momento comienza a obrar desde C una f^{uerza} en la direccion A C y en el sentido de esta. Ya hemos visto que si esta f^{uerza} es ejercida por un hilo inextensible, el punto describira en la unidad de tiempo el arco a. s del circulo a o r x; pero como la f^{uerza} es atractiva y tiende a acercar al punto hacia el centro; u seg^{un} que este no describira el arco de circulo sino la porcion a s' de otra curva, la cual se desviara hacia dentro o hacia fuera del circulo, seg^{un} que la f^{uerza} tangencial prevalezca sobre la centrípeta o esta sobre aquella. Supongamos esto ultimo: el punto llegara a la posicion s' en una velocidad creciente como lo manifiesta la

La fig.^a se ve que a s' es mayor que a b... Ahora,
 si se corta un ángulo agudo con la ra central $\angle b + s. C$
 como esta velocidad es la ra tangencial s' b, se de-
 duce que la resultante de ambas p.^a el momento sig^{te}
 es aun mucho mayor. El mismo razonam^{to} se puede
 hacer, hasta suponer al punto material colocado en
 la posición a; p.^a entonces, aunque esta mas cerca
 del centro, su velocidad tangencial se ha aumentado
 hasta el punto de prevalecer sobre la ra central; por con-
 sig^{te} los fenómenos se suceden en orden inverso hasta
 que el punto vuelva a su prim.^a posición a.

Se ve pues que en esta combinac^{on} de fuerzas el mo-
 vim^{to} circulatorio es acelerado en el primer caso y retar-
 dado en el segundo. Tal es el de los planetas al re-
 ducir del sol.

95. Se ve tambien en la misma fig.^a 22 que en las
 dos posiciones a y a' la fuerza centrífuga es perpen-
 dicular a la velocidad tangencial del movil; i que
 cuando la 1.^a prevalece sobre la 2.^a el cuerpo toma
 un movim^{to} acelerado y retardado en el caso contrario

Describiendo en el primer periodo una semirrevolucion,
en cierta manera descendente y en el segundo la otra mi-
tad de revolucion en linea ascendente.

96- Si un cuerpo que se mueve en linea curva deja
de ser solicitado por la fuerza centrípeta o ^{que linea seguiria con q. movimiento?} centrífuga es
evidente que continuará moviéndose en la direccion
de la tangencial, o mas bien, por la tangente de la
curva en el punto en que la fuerza central deja de obrar.
El movim.^{to} de esta época para adelante será uniforme,
como producido por una fuerza instantanea y será tam-
bien rectilíneo por la misma razon.

Ninguna de estas proposiciones ofrece dificultad.
En cuanto a la primera, como el cuerpo es retenido
en la curva a causa del equilibrio existente entre la
fuerza Centrípeta y Centrífuga se deduce que si deja
de existir la Centrípeta el móvil es agitado solo por
la fuerza tangencial que habia dado lugar al desarro-
rollo de ambas. El movim.^{to} debe ser asimis-

Mismo uniforme y rectilíneo por que no existen ya
las causas capaces de alterar su velocidad ó su
Dirección.



§ 20 Diversas especies de atracⁿ

102. ¿Que es gravitacion? Se da este nombre en g^{ral}
a la atraccion cuando se supone obrando entre las mo-
leculas ó mas exactamente entre los corp^s colocados á distan-
cias sencillas, ó dif^a de la atraccion molecular que se
desempeña solo al contacto de las partículas ó de los
átomos. Pero en una deyeusibilidad se denomina gra-
vitacion la atraccion que tiene lugar entre los cuerpos cele-
stes, reservando el de gravitⁿ para la accion que ejerce la
tierra sobre los corp^s q^e se encuentran en ella.

¿cuales son las leyes de Kepler?

103. Las leyes que los planetas siguen en su movimiento al
rededor del sol, los cuales fueron descubiertos por Kepler por
muchas de numerosas observaciones son las sig^{tes}: 1^a Los
planetas se mueven en curvas planas, i son radios vecto-
res describen espacios proporcionales á los t^{ps}. 2^a El
radio vector de un planeta la linea recta

Comprendida entre su centro i el del sol: 2.^a Los pla-
netas describen elipses en sus revoluciones, de las cuales
uno de los dos focos está ocupado por el sol: se llama elipse
una curva plana cerrada tal como la que presenta la fi-
gura 23.; sus diámetros grande i pequeño ab y cd son
los ejes; sus dos focos son los puntos F y F' situados so-
bre el grande eje, los cuales tienen la notable propiedad
de que la suma de sus distancias MF y MF' es un punto
cualquiera de la curva es igual al grande eje ab. 3.^a Los ma-
dros de los tipos de las revoluciones de dos planetas son
entre sí como los cubos de sus grandes ejes.

En que varon obra la atraccion de los cuerpos celestes?
104. Veritas descubrió la causa de estas bellas demostrand
que ~~sea~~ la atraccion ^{era} ejercida por el sol sobre los planetas, i
demostró tambien por medio del calculo que esta atraccion
obra en varon directa de la masa i inversa del cuadrado
de la distancia. Para la demostracion experimental de este
principio ha servido con buen éxito el aparato de que
vamos a hablar en la siguiente proposicion.

108. La atraccion que la tierra ejerce sobre los cuerpos q. están
sobre su superficie destruye completam.^{te} el efecto de la

que ellos ejercen recíprocamente los unos sobre los otros; por esta causa no podemos saber a priori si esta atracción existe realmente, ni menos si obra en razón de la masa i si es inversa del cuadrado de la distancia, como respecto de los planetas lo demostró Newton por el mas riguroso cálculo fundado en la observacion de los fenómenos celestes. Lo que me ha parecido oportuno anunciar la influencia de la Tierra sobre los cuerpos cuya atracción recíproca se quiere descubrir i valer.



Con este objeto, Michel imaginó un aparato que la muerte no le dejó experimentar, lo dejó a Volta. Con Francis, el cual lo donó asimismo a Cavendish cuyo nombre lleva por haverlo perfeccionado i hecho con él las mas felices experiencias que tanto han echo por gran la Física i aun la Astronomía.

He aqui su descripción (figura 2da) Se compone esencialmente de una barra de madera b. b. con dos esferitas de cobre x. x. en sus extremos, la cual se haya suspendida por medio de un hilo de plata. Detrás de... Este i por consiguiente la barra i las esferitas, están sus...

Suspensión dentro del cuadro metálico ABB AEF
J'E al cual se une por medio de una tenacilla L que se
haya en la parte superior. Esta tenacilla se une con
el anillo de un árbol o de para hacer que el hilo esté
completamente distendido á fin de que la barra, la inferior
toda se hallen perfectamente dentro del cuadro.

Por encima de la suspensión J'E de este cuadro está
una vola Plana con una abertura circular por don-
de, la cual recibe un eje P'X movible al rededor de si-
mismo. Este eje soporta en su parte inferior una barra
x'z, en cuyos dos extremos cuelgan por medio de los hi-
los x'P' dos globos W W' que alcanzan poco mas o me-
nos á la misma altura de las espiras X i X' i las cua-
les se pueden acercar ó alejar por medio de la
uerda m.m que encaja en la parte de la polea M. M' que
está unida al eje P'X. Todo este aparato está encerrado
en una caja G G H H para preservarlo de la influen-
cia de las corrientes externas: se ilumina por medio de
dos linternas L L' se observa desde la parte anterior con
los anteojitos J. J'.

Para determinar ahora la acción atractiva

de las esferas $W W'$ sobre las volutas $X. X'$ se acercan las
primera a las últimas hasta una distancia conocida por
medio de la regla i sus cordones. Es evidente que en esta posi-
cion, si la atraccion existe en efecto, las volutas deben aban-
donar su puesto i dirigirse hacia las esferas, pero no
siendo este movimiento contrario a la direccion de la pre-
sente, la tierra no destruirá en este caso la atraccion
reciproca de las esferas i las volutas i asi sucede exac-
tamente. La varra de madera sale del cuadro i co-
mienza a oscilar entre este i las Esferas grandes por
un tpo mas o menos considerable, hta que queda en
una nueva posicion de reposo, o mas bien de equili-
brio. Segun esto se puede calcular el efecto atractivo
por medio de oscilaciones o por el de la torsion. Por
ahora nos ocuparemos solo de este ulto dejando el 1º a
del péndulo.



En la posicion de equilibrio supuesta las esferas $X. X'$
estan sollicitadas por dos fias iguales o opuestas a sa-
ber. La atraccion de las grandes esferas que las impele
hacia los centros de estas i la fta de torsion del hilo, es

decir de queno que este hace $\frac{1}{2}$ de torcion, el cual enpuja
la barra i por consiguiente la experiencia hacia la posicion nor-
mal. Llamad los fueras la de atraccion i la de torcion con
por semejanza iguales en el supuesto equilibrio, i como lo
Mecanico han demostrado que esta ultima es $\frac{1}{2}$ proporcio-
nal al angulo de torcion, formado por la barra en su pos-
icion de la normal i la de equilibrio se puede tomar el
angulo por valor de la $\frac{1}{2}$ de torcion o por la atractiva su
igual. Hecho esto se hace una 2.^a observacion variando la
distancia primitiva de los globos $W. W'$ a la desferita XX' : se
toma el angulo de torcion por la $\frac{1}{2}$ atractiva de la primera
sobre la segunda, i se vera entonces que los angulos, i ma-
yores de atracciones son entre si como los cuadrados
de las distancias.

Si en la segunda experiencia, en vez de variar la distan-
cia, se duplica o triplica la masa de los esferas o globos $W. W'$
se vera tambien duplicar o triplicar los angulos de torcion
correspondientes; de donde se deduce que la atraccion de dha
esferas o globos sobre la barra es en razon directa de la
masa. Tales son los resultados que se han demostrado ante

analíticamente por Newton i obtenidos después por las
 experiencias hechas con el aparato de Cavendish. Se ma-
 nifiestan efectos de la atracción Universal pero que son comunes
 a todos los cuerpos, cualq^a que sea su masa, i la distancia á q^e
 se hayan colocados los unos con respecto á los otros.
 105 i 106. Son esperantes? Dijimos antes que cuando la
 atracción se considera ejercida por nuestro globo sobre los
 cuerpos que están en su superficie comunicándose un impulso
 o empuje hacia el centro del mismo globo se llama peso
 ó gravedad. Lo dicho arriba se comprende en la
 diferencial que tiene respecto de la gravitación.
 Todos los cuerpos son atraídos hacia la superficie de la tierra?
 107. También se ha explicado (n.º 80) que la tendencia de los
 cuerpos á caer hacia el centro de la tierra es una lei gen^l; i que
 las excepciones que ^{sólo} se presentan son solo aparentes
 i no hacen mal que confirmen el principio. Fénase por re-
 petido aquí para ser comprobación, lo que con demasiada at-
 tención se dijo en aquel lugar. Por otra parte: las expe-
 riencias hechas con el aparato que se acaba de describir, no
 dejan duda alguna acerca de la atracción que la tierra ejerce
 sobre los demás cuerpos.

113. Una masa esférica en que varía atrae á un punto exterior? En que varón aumenta la gravedad de los esp.
 el media que se acercan á la superficie de la tierra? Por lo
 que hace á esta última pregunta pareo enunciar repetir que
 puesto que la atracción está generalmente en varón inverso de la
 distancia en el caso supuesto la gravedad de los esp. debe au-
 mentar en la misma varón. No obstante: cuando la dife-
 rencia de distancia sea muy pequeña, como la de la q. con fre-
 cuencia tenemos ocasión de observar, se puede desprender el
 aumento ó disminución en la intensidad de la gravedad. En
 efecto: si suponemos que la moliente de esp. 25) se encon-
 tra á una distancia del centro igual al radio, y después se
 retira de esta posición hasta E en una posición d. e que sea
 pochísimo extremam. pequeña por relación al radio c. d.
 Nomand d. i. e. las atracciones correspondientes á estas
 dos posiciones podremos contar la proporción digte: $d:e::$
 $cd:Hte?$: $cd?$ de donde sale: $e = \frac{cd^2}{cd + de?}$; pero como la
 posición d. e. es extremam. pequeña, se puede considerar
 igual á los términos del cuadrado que multiplica
 a d y por tanto: $e = d$; lo cual no podrá tener lugar

Siempre que d. e. deja de ser insignificante comparada con el radio.

Viniendo ahora a la proposición 113, que aunque parece tener la misma intención que la que acababa de explicar, puede dársele otro giro p. evitar repeticiones inútiles, podríamos decir (el principio siguiente: una masa esférica a. b. d. f. (fig.^a 25) atrae a un punto e. situado fuera de su superficie con la misma intensidad que si todos los puntos materiales de que se compone se concentrasen en el centro c. de toda la masa; i la resultante de sus diversas acciones pasa en ambos casos por dicho centro. Los mecánicos han demostrado este principio por medio del cálculo; nosotros podremos explicarlo del modo siguiente: si suponemos que la molécula d. es llevada al centro e, es evidente que su acción atractiva sobre la molécula e, pierde de su intensidad una cantidad proporcional al cuadrado de la distancia d. e.; pero como la molécula a transportada a e. gana precisamente una cantidad igual de fuerza, i. d. atraen a e en la situación que tienen constante fuerza.



Como si fueran concentradas - El mismo razonam^{to} se puede
hacer comparando todos los puntos materiales del Emis-
ferio superior b.e.f.d. con los del inferior b.e.f.a. - Decla-
rese pues que en toda esfera i en grad entoda es^{ta} estructamente
existe un centro de atraccion que es el punto de donde par-
te la accion total de la masa sobre el cuerpo atraido +

109. ¿Que es Vertical? La perpendicular como toda linea impri-
me a los esp^{es} una cierta direccion; ya hemos visto q^{ue} esta
direccion es hacia el centro de la tierra. Ahora en un diámetro q^{ue}
elha linea es la q^{ue} se llama la vertical. Para conocer esta
direccion tendremos varios medios todos como estos: Si sus-
pendamos un esp^{es} al extremo libre de un hilo atado p^{or}
el otro extremo a un punto fijo, el hilo tomará la di-
reccion vertical a virtud de su propio peso y el del en-
esp^{es}. Si imaginásemos una linea perpendicular a la su-
perficie de un estanque en completo reposo tendríamos
igualmente en elha, perpendicular a la linea vertical. Pero,
tanto en un caso como en otro es necesario q^{ue} el esp^{es} suspen-
dido i el agua del estanque no estén obediendo a otra
fuerza que a la accion central de la tierra; por que

que si estubiere seria una montaña de gran mole, por
ejemplo, entonces la direccion del hilo o la de la per-
pendicular no darian la vertical sino la resultante de
las acciones combinadas de la tierra y de la Monta-
ña. Esta resultante se acercaríase un poco por el pie
hacia la base de la montaña.



110. ¿Dónde es el centro de gravedad? Es el punto de aplica-
cion de la resultante de todas las fuerzas paralelas que
atrahen los puntos de un cuerpo hacia el centro de la tierra.
Es por lo visto un verdadero centro de gravedad, p.
Como tales pueden mirarse las atracciones de la tierra so-
bre cada molécula del cuerpo, una vez que sus direcciones
son verticales; i que las verticales muy sencillas for-
man ángulos infinitamente pequeños. Se sigue de lo
dicho que el centro de gravedad es invariable en el lugar que
sea la posición del cuerpo.

111 y 112. Determinacion del centro de gravedad en los
cuerpos homogéneos i en los heterogéneos. En unos i
otros es fácil la resolucion del problema teniendo pre-
sente lo que se acaba de decir. En efecto: basta

Suspender el peso por medio de un hilo y prolongar la
dirección de este en el interior de aquel. Se suspende
nuevamente el peso por otro punto distante del primero y se
hace la misma prolongación que en el caso anterior; y
como en ambos el hilo prolongado debe pasar por el cen-
tro de gravedad según lo expuesto, y lo que se expli-
cará en el n.º 124, se sigue que las prolongacio-
nes se deben encontrar en un punto que es precisa-
mente el centro de gravedad.

Si recordamos lo dicho acerca de las líneas paralelas
trazadas que en el caso propuesto ahora, bien sea el
peso homogéneo o heterogéneo regular o irregular, el
centro de gravedad se encontrará necesariamente hacia
el lado en que predomina la masa. Si es que en
una esfera mitad de plomo y mitad de corcho esta-
rá el centro en el hemisferio de plomo; pero situada
en de plomo o de corcho se encontrará en el centro geométrico.

De otro último se deduce otra manera de deter-
minar el centro de gravedad de los cuerpos homogéneos y

i cuerpos regulares. El primer punto es precisamente fi-
 jar este ^{te} centro ~~absolutamente~~ matemático y consiste en ha-
 cer el centro geométrico el cual coincide exactamente
 con el de gravedad. Por tanto: el centro de gravedad
 de una esfera homogénea está como acabamos
 de decir en el centro geométrico de la misma; el de
 un sólido regular cualquiera se halla del mismo modo; el
 de un cilindro en el punto que señala la mitad del
 eje; y lo mismo el de una pirámide regular. En
 fin: la geometría señala los medios para encon-
 trar el centro matemático de varios cuerpos de for-
 mas diversas, y este centro una vez hallado está tam-
 bien el centro físico de los mismos cuerpos. Lo resolu-
 ción: está del modo de resolver el problema físico
 i geométrico pueden darse ambas según los ca-
 sos que ocurran.

114. 116. 117. Una misma es en el fondo la materia
 objeto de las proposiciones marcadas en el



programa con estos números. Por lo que hace a la
primera es necesario ante todos cosas, tener pre-
sente que es una verdad física de toda especie que la
tierra no es perfectamente esférica sino achatada ha-
cia el Ecuador i aplastada hacia los Polos; hence
necesariamente que dos cuerpos de igual masa dis-
puestos al nivel del mar, como en el polo, i a otro
debajo de la línea Equinoccial no estén a la misma
distancia del centro común de la acción que es el
centro de la tierra; y por lo mismo según las leyes
generales de la atracción el peso del polo debe ser
mayor que el del Ecuador, y así es la verdad.

Pero esta dif. en la intensidad de la gravedad
no cambia en nada su naturaleza ni por consig. la
ley que la rige.

De lo dicho se infiere que la fca de atracción no
es igual en todos los puntos de la tierra: ella va-
ría aumentando del Ecuador al Polo, y va en dismi-
nución en el caso contrario. Por lo demás se ve

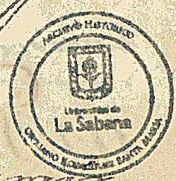
diferencia de la distancia al centro de la tierra no
 con la única causa de las diferencias en la intensi-
 dad de la pesantez como veremos a ver.



Viniendo ahora al objeto de la proposición
 117 diremos: q^{ue} la dif.^a en la intensidad de la pe-
 santez q^{ue} se encuentra del Ecuador al polo en la
 manera q^{ue} se acaba de exponer, proviene de dos causas
 saber: 1.^a de la distancia al centro de la tierra q^{ue} en el
 Ecuador mayor q^{ue} en el Polo en Cantidad de 3 líneas
 i medio i más: i 2.^a de la intensidad de la fuerza
 centrífuga q^{ue} en todos los puntos de la superficie de la
 glova excepto en los polos, es opuesta a la i menor
 a la direc.^{on} de la pesantez i restringe el efecto de esta.
 Efectivamente la causa del movim.^{to} de la tierra al rededor
 de su eje en el tipo de El hemisferio, afecta a los puntos de la
 superficie i en qual todos los puntos materiales
 de la tierra, tienen que describir en denosmo tipo circular
 tanto mas grandes cuanto mas se acercan a los polos. Tanto por
 tanto al Ecuador i mas lejano al Polo. Tanto por

La intensidad de los círculos de rotación, como por q.
La Dirección de la f^{ta} Centrífuga es en el Ecuador
perpendicular a la de la pesantez, i más o menos obli-
qua a medida q.^e los puntos q.^e se consideran se
alejan de este círculo i se acercan al Polo, re-
sulta q.^e la pesantez absoluta de un cpo. debe
perder mucho de su valor debajo de la línea
equinoctial i nada en los polos, aun supo-
niendo q.^e estos se encontrasen a la misma
distancia del Centro Común de atracción q.^e
los puntos Equatoriales, lo cual no es cierto
según hemos explicado antes. En resolución:
la diferencia en el valor de la pesantez des-
de el polo hasta el Ecuador proviene de la dis-
tancia al Centro de la tierra i de la energía
de la f^{ta} Centrífuga. Hablaremos de los
medios de conocer i valorar esta diferencia.
18. Como se mide la pesantez en un pun-
to cualquiera de la superficie de la tierra?
Hemos visto en otro lugar q.^e las f^{tas}
variab^{les} producen un efecto tanto más
grande cto mayor es el tpo q.^e duran

obrando sobre el móvil, al cual comunican una serie de impulsiones infinitamente pequeñas. La presión se haya en este caso por ser de naturaleza variatoria. Como tal la valoraremos por el efecto que produce o por la velocidad que imprime a un esp. durante un tiempo determinado.



Si quisiéramos conocer la masa de un esp. sin recurrir al peso que él tiene bajo un volumen dado podríamos deducir los pesos de las masas y de los pesos de la intensidad de la presión. Pero sucede todo lo contrario: tenemos que buscar los medios de conocer tales esp. de un esp. en diversos puntos de la tierra antes de saber nada fija acerca de su masa. Por esta causa he sido forzado recurrir a otros medios para valorar la presión.

El peso de un esp. no es otra cosa que el resultado de su tendencia a caer hacia el centro de la tierra: es por tanto así el resultante de las fuerzas parciales que la tierra ejerce sobre todas las moléculas del esp. De aquí se sigue que el peso debe estar en proporción con la masa. Defiendo

para aparte de mayor ó menor suma de entendimiento
valores de que variación de q. tratamos por la velocidad
que los cuerpos adquieren en su caída libre en el vacío, ó en
del al extremo libre de un hilo inextensible fijo por el
otro extremo i. p. en el q. otro medio en que se pueda
conocer exacta. la velocidad adquirida por el móvil.

117. ^{que unidad se usa p. medida de la velocidad?}
Esto supuesto diremos que la unidad q. de una
p. media la perantés, es la velocidad q. ella comunica á
la unidad de masa en la unidad de tipo de la caída: es
la unidad de tipo en el 2.º Para conocer esta velocidad de
una manera algo aproximada se deja caer en el
de una altura conocida; se observa con un Cronometro el
tipo q. gasta; se duplica la altura i se divide este duplo
por el Cuadrado del tipo empleado, el cociente nos dará
la velocidad adquirida por el móvil en el primer 2.º de
tipo. Recordemos q. comprendiendo que la caída de
un cuerpo haciendo abstracción de la influencia del aire,
es un movimiento uniformemente acelerado i que en los de esta
clase, y vale de la p. que los produce $s = \frac{1}{2}gt^2$
el duplo del espacio que en el caso supuesto es la

Asistencia del punto de apoyo en un caso ó del hilo de
suspension en el otro sean respectivamente iguales al peso
del cpo. 3º que la linea vertical tirada por el centro
de gravedad pase prolongada por el hilo de suspension
en un caso, ó por el punto de apoyo, ó por lo menos caiga
dentro de la porcion del plano q^e contiene el cuerpo.

Estos principios se conciben claramente con la sola
inspeccion de las figuras 26 y 27. Desde luego es eviden-
te q^e teniendo un cpo. en una tnda. á caer verticalmente
hacia la tierra se necesita una fza. ig^l i opuesta que
destruya esta tnda. y q^e el cpo. permanezca en equili-
brio. Neamos en la fig. 26 la q^e sucede en el caso de
un cpo. suspendido al extremo de un hilo fijo por
el otro extremo. m. representa una masa cuyo centro
de gravedad es C y de tnda. á caer esta representada
por la linea vertical e q^e. Esta masa está empujada p^{or}
el punto o al hilo o. P. fig. en P y mantenido ti-
rante por el peso de la masa. Supongamos p^{or} m.
por decirlo así que los puntos C. o. P. están en linea
recta; entonces podríamos suponer la masa después
concentrada en C i obediendo á dos fzas. q^e obran
angularmente sobre ella en las direcciones i sen-

55

Sentido es. esq. estas se obtienen una resultante re-
presentada en la línea C.D. si no desearán de tenerla si
el ojo no se suspende colocada en la posición m^a: aquí
como se ve en la fig.^a 26^a que representa el peso del ojo
es opuesta a la C.D. que representa la resultante del hilo;
si además son iguales no puede menos de resultar
el equilibrio seg.^{do} lo explicado en otro lugar; pero
si el peso del ojo es mayor, el hilo se romperá necesi-
ariamente. En lo dicho se demuestra la veracidad de las
condiciones exigidas q^{da} que un ojo cuando permanece
en equilibrio en el caso de suspensión.

Quando a los otros consideremos a la figura 27^a que se haya representado en la fig.^a 27^a m. un
ojo apoyado sobre el punto a extremo de la línea
C.D. si pero a virtud de la posición oblicua del ojo, el
centro de gravedad G se encuentra desviado hacia la
izquierda de la línea a.p. de tal manera q^{da} la verti-
cal eg que representa la línea de la gravedad sobre el
ojo no encuentra al punto de apoyo C, aunque
se prolongue. Si trazamos ahora una línea
Verde C.H. a tendremos un verdadero par de fuer-
zas



any. Sistema no puede estar en equilibrio aunque
los ps eq , i ap sean iguales, seg.^{ta} le ha' demost.
Arad en otro lugar. Pero este equilibrio exis-
tirá sin duda cuando la posición del epo de fude ser
oblicua en respecto a la línea $a.p$, es decir cuando
la eq prolongada parezca la punta a . Adviértase
sin embargo q.^{ta} la existencia del equilibrio se re-
sulta igualmente que la resistencia de este sistema sea
equivalente al peso del epo , pues en este caso tiene-
mos dos ps iguales i verdaderamente opuestas.

Vengamos a tener caso que es el de un epo apo-
yado sobre un plano resistente $I.S$: m' representa
el epo suponiendo en equilibrio; la vertical $c'y'$ que
parte del centro del gravedad expresa el valor de la
resistencia; i $a.p$ el espacio que el epo abraza sobre
el plano. Si se prolonga la vertical hasta tocar a este, lo
encontrará en un punto C que queda en la posición
q.^{ta} sirve de apoyo al cuerpo. Si por otra parte la
resist.^{ta} del plano en estos puntos es eq al peso del
 epo no podremos ya dudar que debe existir el
equilibrio, pues no tenemos el caso de dos ps
iguales i opuestas. Otra cosa sucedería si la

La línea es prolongada en la parte superior de la posición ocupada por la parte del ego que está en contacto con el plano, como se ve en la tercera posición de la fig. 27; verificada la prolongación el encuentro tiene lugar en E hacia la izquierda, como en la primera posición. Podríamos hacer la misma construcción que allí hicimos B , es decir que trazaríamos una línea desde el centro de gravedad hasta el punto a que es el último hacia la izquierda de los que toca el ego en el plano; tendríamos también en verdadero punto fijo que debemos suponer iguales, obrando sobre los dos extremos de una línea inextensible $C. A$; por consiguiente esta línea o mejor dicho, el ego no puede estar en equilibrio y debe caer hacia la izquierda.

Lo dicho se puede aplicar a una multitud de casos que se presentan en la práctica y aun a los cuerpos flotando sobre los líquidos, en los cuales la resultante está representada por la línea O o más bien por la resultante vertical ascendente de las presiones de todo género q. el líquido ejerce.



Exteriormente sobre el sólido -; pero esto corres-
ponde al tratado de los cuerpos líquidos, si solo es
dable citarlo p.^a comprobacion de los principios
que nos hemos propuesto demostrar -
Q^{do}. Que influencia tiene el aire en la determinadⁿ
de los poros?

Para complet^o de lo dicho en los d^{os} anteriores,
añadimos que el aire (por las presiones que ejerce) tie-
ne influencia en el poro q^{ue} se encuentra en un cuerpo cual-
quiera; pues como veremos mas adelante, cuando un
cuerpo está sumergido dentro de una masa líquida ó
gaseosa pierde en ella tanto de su propio peso como
de el peso del líquido ó gas desplazado. Este prin-
cipio es el asunto de q^{ue}. Ahora haremos ver una
relacion muy grande con lo dicho arriba. Lo efecto: el
fluido obra produciendo sobre el cuerpo en cuestion una
fuerza ó empuje vertical ascendente es opuesto á la
pesantez y debe en consecuencia modificar el efecto de esta.

El aire obra ademas de otra manera en la de-
terminacion de los poros, pues se introduce mas ó me-
nos en los poros de los cuerpos; aumenta el peso de
estos: es pues necesario purgarlos de aire ó ha-

57
hacer en los resultados las correcciones que la
densidad de dicho fluido exige -



131 La que hemos escogido por comodidad p.^a medir la gra-
diente la velocidad que imprime a la unidad de masa
en la unidad de tiempo, como preguntamos si esta velocidad
en la caída de los cuerpos es proporcional al peso de estos? La
primera vista parece q.^d siendo la atracción proporcio-
nal a la masa, los cuerpos mas densos debieran caer con
mas velocidad que los mas ligeros y los grandes mas
mas aprisa que los pequeños. Pero aunque esto hecho
tenga lugar cdo la caída se verifica dentro del aire,
no es así cuando los cuerpos caen en el vacío entonces todos
ellos se precipitan con ig.^a velocidad hacia la tierra sean
grandes o pequeños, densos o ligeros, como lo mani-
fiesta esta experiencia. Se toma un tubo largo de
vidrio cerrado por un extremo y que se pueda cerrar o
abrir por el otro por medio de una llave i aplicarse
al disco de una máquina neumática p.^a extraerlo el
aire. Se introducen p.^a presión en este tubo varios cuerpos
pequeños & diversos, como 0^o balas como una bala de
de plomo i una mota de algodón. Si antes de extraer

el aire se cambian de arriba a bajo. Los extremos del tubo se verá q. la bolita de plomo llega al instante al extremo inferior y el algodón tarda en tanto q. se puede apreciar, es decir que la caída se verifica dentro del tubo del mismo modo que al aire libre. Si se entrué el aire, se verá que tanto la bolita como el algodón llegan a un mismo tyo al extremo de abajo. Se puede variar la experiencia dejando entrar un poco de aire, y entonces se vevierte en el algodón en ligero retardo, el cual aumenta a medida q. se deja entrar mas aire, hasta q. al fin dejando abierto el tubo el fenómeno se vuelve a producir de la misma manera q. ^{tubo.} afuera del.

De las anteriores experiencias se pueden concluir q. la bolita y el algodón en qualquiera tyo, así los densos como los mas ligeros, los de grande masa como los pequeños; tienen una tendencia igual a precipitarse hacia el centro de la tierra, o. decir una tendencia a precipitarse con igual velocidad; i q. la dif. i las anomalías de este principio que observamos en los casos ordinarios, proviene de la resist. del aire.

Efectivamente si bien se examina el punto en cuestion no hay en el fondo una razón sólida q. nos per-

132. En los siglos que caen, que recorren quarenta los
 velocidades en los siglos? En las proposiciones ante-
 riores a la que se acaba de explicar hemos supuesto
 que la acción de la gravedad se hallaba contrapuesta
 por otra fuerza; en esta i las sig^{tes} al contrario, se trata
 de averiguar las distas. de la caída de los cuerpos cuando
 no? (Equilibrio no existe. Con este antecedente si-
 mulo: que siendo la gravedad una fuerza aceleradora
 constante & produciéndose un movimiento como tal, deben verificarse
 en la caída de los cuerpos en el espacio todas las leyes del
 movimiento uniformemente acelerado. Ahora si supiéramos
 que la fuerza comienza al móvil en el primer segundo i
 unidad de tiempo una velocidad de 32 pies, en el 2^o la
 velocidad será 64, en el 3^o 96 &c de manera que las
 velocidades sean entre si como los siglos, i en otros
 términos como los números 1, 2, 3, 4 &c. Así se deduce
 de la fórmula $V = gt$, y se explica en otras lenguas.
 133. Del mismo principio resulta también q^{ue} en un
 cuerpo que cae, los espacios correspondientes a los siglos,
 contados ambos desde el origen del movimiento, son entre
 si como los cuadrados de los siglos: de tal modo que
 si en el primer segundo, el móvil recorre 16 pies en los 2
 segundos recorrerá 64, en tres 144, en cuatro
 256 &c. Todo resulta de la fórmula $E = \frac{gt^2}{2}$, tam-

Tambien demostrada donde se ve que los espacios crecen en proporcion al cuadrado de t que es el t^o , i en el caso de conos siguientes lo son 1.2.3.4. segundor.

Por ultimo: si de 256, espacio correspondiente a cuatro segundos restamos 144 q^o corresponde a los tres primeros quedamos 112, que es el espacio que el movil recorre en el cuarto segundo tomada separadamente de los otros. Restando ahora de 144 espacio de tres segundos, los 64 q^o corresponden a los dos primeros nos dara 80 que es el espacio recorrido en el tercer segundo. Por ultimo restando los 16 p^{os} del primero de los 64 de los dos segundos tenemos de sig^a 48 que es el espacio que el movil recorre en el segundo instante separado de los demas. Estos espacios son pues: 16 p^o al primer instante; 48 para el segundo; 80 para el tercero, 112 para el cuarto: donde se ve que los espacios correspondientes a cada uno de los instantes; siguientes crecen de los otros son entre si como los numeros impares 1.3.5.7. &c.



Dirimos finalmente para completarlo de los datos de la caída de los cuerpos, que si se duplican los numeros 16. 64. 144 y 144 y se dividen sucesivamente por los cuadrados de 1.2.3.4; saldrá uniformemente cociente 32. Esto es confor

Me con los principios del movim^{to} Uniforme acelerado;
pues segun ellos, la fca. acelerativa que se mide por la
velocidad comunicada en la unidad de tpo. es igual al du-
plo del espacio total dividido por el tpo. total $V = \frac{2E}{T}$. Di-
cho n.^o 32 expresa pues la velocidad q.^a la pesant^a comu-
nica en la unidad de tpo., i por consiguiente el valor o'intensi-
dad de esta fuerza

113. Se da el nombre de fca. inicial a una fca. de natura-
vera instantanea que se supone obrando en concurrencia o
en oposicion a la pesant^a, i debe entenderse en la misma
direccion que esta. Si hemos indicado en los n.^{os} 91 y 92 lo
que sucede en tal sistema de fcas. abstractam^{te} tomadas:
no haremos sino repetirlo ahora q. se trata de la pesant^a.

115 y 116. Casando una fca. inicial obra en el mismo sen-
tido que la pesant^a, los efectos de la primera se añaden
a los de la seg.^a para obtener el efecto total; i como
aquella es instantanea de concurrencia no altera nada
de lo antes explicado. Suponiendo que su veloci-
dad fuese de 8 pies por segundo tendríamos ocho de ve-
locidad en el origen del movim^{to}, $32 + 8 = 40$ al fin del
primer instante, $64 + 8 = 72$ al fin del seg.^o Ya los
espacios serán $16 + 8 = 24$ al fin del primer segundo
 $64 + 16 = 80$ para los dos, $144 + 24 = 168$ para los tres &c.