
CURSO DE MECANICA SUPERIOR

POR

J. ALEJANDRINO VELASCO

INGENIERO CIVIL Y PROFESOR DE MATEMATICAS SUBLIMES
EN LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

INTRODUCCION

AL ESTUDIO DE LAS CIENCIAS FISICAS; Y, EN PARTICULAR,
AL DE LA MECANICA

(Continuación de la página 1158, N° 95.)

Y como en el mundo sensible todo se halla en movimiento, observación que, por lo dicho (N° 1), ha dado origen á la parte de las matemáticas que es objeto de nuestro estudio; y en este concepto los elementos del problema son los *cuerpos ó la materia* impulsada por *ciertos agentes ó principios*, sin importar que su naturaleza sea más ó menos desconocida; bien se puede afirmar, que

La MECANICA es la ciencia del movimiento y la materia; ó se resume en fuerza y materia.

Esto supuesto, los conocimientos de la Mecánica pueden resultar

I. De los medios de investigación, por lo que puede ser:

1º RACIONAL ó ANALITICA: estudio de las leyes que versan sobre objetos de pura razón, y deducidas por métodos analíticos rigurosos, de cierto y determinado número

de principios obtenidos en virtud de muy precisas observaciones. En tal sentido se llama también MECANICA TEORICA, ya porque, para semejantes deducciones, poco se necesita de la observación y experiencia, supuesta la existencia de los primeros principios; ya porque se limita á adquirir el conocimiento sin aplicarlo á la industria y necesidades de los hombres.

2º PRACTICA, INDUSTRIAL ó APLICADA: contribuye á la comodidad de la vida adelantando las operaciones de los hombres con la aplicación de los principios teóricos á la industria, la invención de métodos que facilitan las construcciones de máquinas para las operaciones fabriles, etc., etc. La Mecánica celeste es una de las partes más importantes de la Mecánica aplicada.

3º INFERIOR y SUPERIOR: conocimiento somero ó más perfecto de las mismas leyes, según el objeto á que se destinan. Para la inferior bastan los principios de las matemáticas elementales; los de las matemáticas sublimes son indispensables en la Mecánica superior.

II. Por los seres ú objetos de que se vale para investigar las leyes que se propone descubrir; y como estos seres son los cuerpos en general, ó bien con relación á sus tres estados de sólido, líquido y aeriforme ó gaseoso, la ciencia de que tratamos puede ser:

1º MECANICA simplemente: leyes de las fuerzas que actúan sobre los cuerpos en general; ó si se quiere, estudio de las causas—las fuerzas—y sus efectos—el movimiento y sus variaciones—prescindiendo de la naturaleza ó estado de los cuerpos; pues que en todos ellos se manifiestan siempre la acción de tales causas y los efectos correspondientes:

Esta parte se divide en

a/ Estática—del griego *στατόζ*, parado, estacionario, estable:—estudio de las fuerzas en relación con el equilibrio que originan.

b/ Cinemática—del griego *κίνημα*, movimiento:—estudio del movimiento y sus formas, considerándolo como puramente matemático, y prescindiendo, por lo mismo, de las causas ó fuerzas que lo producen. Llámase también Foronomía.

c/ Dinámica—del griego δυναμικός, de δυναμιζ, potencia, fuerza:—*estudio de las fuerzas, su medida y movimientos que producen.*

2º GEOMECHANICA—de las voces griegas γῆ, tierra, sinónimo de cuerpos sólidos ó rígidos, por ser la tierra el receptáculo ó depósito común de todos ellos; y μηχανή:—*Mecánica de los cuerpos sólidos ó rígidos.*

Son sus partes, la

a/ Geostática: *estudio acerca del equilibrio de los cuerpos sólidos.*

b/ Geodinámica: *estudio acerca del movimiento de los mismos cuerpos.*

3º HIDROMECHANICA.—de las voces griegas ὑποδ, agua; y μηχανή:—*Mecánica de los líquidos.* Son sus partes, la

a/ Hidrostática: *estudio de las condiciones de equilibrio de los cuerpos líquidos en relación con los vasos ó depósitos que los contienen.*

b/ Hidrodinámica: *estudio de las leyes que rigen el movimiento de los mismos cuerpos.*

c/ Hidráulica—de ὑδωρ y αἰλός, tubo:—*trata de la conducción de las aguas para emplearla de motor, en el abastecimiento de las poblaciones, el riego, etc.*

d/ Hidrotecnia—de ὑδωρ y τέχνη, arte:—*estudio de las construcciones especiales para la distribución y demás aplicaciones de las aguas á la industria, en sus diferentes formas.*

Nota. La Hidráulica é Hidrotecnia se pueden considerar como partes de la Hidrodinámica, ó son la aplicación práctica de las leyes que rigen el movimiento de las aguas.

4º AEROMECHANICA—de ἀήρ, aire; μηχανή:—*Mecánica de los gases ó flúidos.* Son sus partes, la

a/ Aerostática, llamada también Neumática: *leyes del equilibrio de los gases en relación con los depósitos que los contienen.*

b/ Aerodinámica: *leyes que rigen el movimiento de los mismos cuerpos.*

Observación. Aun cuando la generalidad de los autores denominan flúidos los líquidos y los gases, tal denominación corresponde con más propiedad á éstos; pues *flúido*

*perfecto es aquél que no resiste á ningún cambio de forma, por tener sus moléculas una movilidad absoluta; condiciones que se cumplen más en los cuerpos aeriformes que en los líquidos. Pero aceptando las ideas del común de los autores, llamaremos los líquidos *fluidos incompresibles*; y *fluidos elásticos*, los gases.*

I

MOVIMIENTO UNIFORME (1)

18. Naturaleza del movimiento.—La naturaleza del movimiento se ha de inferir de la generación de la velocidad; pues que, mientras mayor sea el espacio corrido por un móvil en un tiempo dado, es mas rápido el movimiento, ó, mejor dicho, mayor la velocidad, que es la medida del movimiento; pudiendo considerarla, por lo mismo, como un elemento ó espacio elemental respecto de la trayectoria entera. Y como que, en el movimiento uniforme, *á tiempos iguales corresponden espacios iguales* (nº 8), ó á unidades de tiempo, *pasos ó trayectorias iguales*; resulta que, en este movimiento, *la velocidad es una magnitud constante*; pero *variable*, ó que cambia en cada instante, en el *movimiento variado*. En éste los espacios elementales difieren más y más con el trascurso de los tiempos, aunque se supogan pequeños tales tiempos; y así que, á diferencia de la definición que para la velocidad se ha dado (nº 7), y que se refiere al movimiento uniforme, se diga ahora que, en el variado, *la velocidad es el espacio realmente recorrido por el móvil en un momento dado*; ó el que recorrería si, en ese instante, el movimiento se convirtiera en uniforme.

19. Ecuaciones fundamentales.—Sea de t segundos la duración del movimiento, y considérese cada segundo com-

(1) Este curso de Mecánica se ha formado con vista de la magnífica obra del Doctor Julio Weisbach, intitulada *Lehrbuch Der Theoretischen Mechanick*.

puesto de un número n muy grande de instantes, para determinar mejor en cada uno de éstos la manera de engendrarse la velocidad v , ó conocer su medida por los espacios que, durante ellos, corre el móvil: si en el supuesto es μ el espacio corrido en el curso de $\frac{1}{n}$ de segundo, la magnitud de la trayectoria descrita en n instantes, ó un segundo, se expresará por

$$\mu + \mu + \mu + \dots + n \text{ veces} = \mu n;$$

en otro segundo será, por lo mismo, μn ; y así en los demás. Por lo que, siendo tal espacio ó trayectoria idéntica ó constante en el curso de cada uno de los segundos indicados, ella será el valor de la velocidad; esto es,

$$v = \mu n;$$

y resulta el *movimiento uniforme*.

Como la velocidad es un espacio, si se quiere un espacio elemental, la suma de los espacios correspondientes á los t segundos de la duración del movimiento, á saber,

$$e = \mu n + \mu n + \mu n + \dots + t \text{ veces} = \mu n t = v t,$$

será el espacio total corrido con movimiento uniforme en el tiempo t supuesto; por lo que, en este movimiento, el espacio es el producto de la velocidad del móvil por el tiempo de duración.

Si son conocidas las otras cantidades, por la última fórmula el tiempo será

$$t = \frac{e}{v}.$$

En resumen: las ecuaciones relativas al movimiento uniforme son

$$v = \mu n = \frac{e}{t}, \quad e = v t, \quad t = \frac{e}{v}. \quad (1)$$

20. Relaciones.—Si dos móviles están animados de movimientos uniformes diferentes, verificándose,

$$\begin{array}{l} \text{respecto del uno, } e = v t, \\ \text{y " " " otro, } e' = v' t'; \end{array}$$

se obtiene la relación

$$\left. \begin{array}{l} e : e' = v t : v' t'; \\ \text{y de ésta,} \\ \text{si es } v = v', e : e' = t : t', \\ \text{" " } t = t', e : e' = v : v', \\ \text{" " } e = e', v : v' = t' : t; \end{array} \right\}$$

que expresan:

la 1^a: en dos movimientos uniformes diferentes, los espacios se hallan en razón compuesta de las velocidades y los tiempos respectivos;

la 2^a: en dichos movimientos, si las velocidades son iguales, los espacios están en la razón de los tiempos;

la 3^a: si son iguales los tiempos, los espacios están en la razón de las velocidades; y

la 4^a: si se hacen iguales los espacios, las velocidades son inversamente proporcionales á los tiempos respectivos.

EJEMPLOS

1^o Una locomotora que se mueve con la velocidad de 9 metros, ¿qué distancia recorrerá en 2 horas = 7 200 segundos?

Respuesta. Será la distancia

$$\begin{array}{l} e = v t = 9 \times 7\ 200 = 64\ 800 \text{ metros,} \\ \text{ó } 13 \text{ leguas próximamente.} \end{array}$$

2^o ¿Con qué velocidad ascenderá un cubo ó balde con que se extrae agua de un pozo que tiene la profundidad de 360 metros, si demora en el ascenso 4½ minutos = 270 segundos?

R. Supuesto que suba con movimiento uniforme, la velocidad será

$$v = \frac{e}{t} = \frac{360}{270} = 1 \text{ m. } 333.$$

3º Si un caballo corre con la velocidad de 2 mtrs., ¿qué tiempo empleará en la distancia de 7 920 metros?

R. Demorará

$$t = \frac{e}{v} = \frac{7\ 920}{2} = 3\ 960 \text{ segundos} = 1 \text{ hor.}, 6 \text{ min.}$$

4º Un posta, que se propone dar alcance á otro, sale de Quito 8 horas después: el primero recorre en 5 horas, 7 leguas; y el segundo, en 3 horas, 5 leguas: ¿á qué distancia y después de cuanto tiempo alcanzará éste á aquél?

R. Las velocidades por hora son respectivamente,

$$t:t' = v:v',$$

$$\text{ú } \frac{8+t}{t} = \frac{8}{t'} + 1 = \frac{5/3}{7/5} = \frac{25}{21},$$

$$\text{ú } \frac{8}{t} = \frac{25}{21} - 1 = \frac{4}{21},$$

y así

$$t' = \frac{8 \times 21}{4} = 42 \text{ horas el } 2^\circ,$$

$$\text{y } t = 8 + 42 = 50 \text{ ,, ,, } 1^\circ$$

El espacio andado será

$$e = v t = \frac{7}{5} \times 50 = 70 \text{ leguas,}$$

$$\text{ó } e' = \frac{5}{3} \times 42 = 5 \times 14 = \text{ ,, }$$

5º Y si el alcance debiera darlo el segundo posta después de $2\frac{1}{3}$ días, caminando 15 horas diarias, ó sea después de 35 horas: ¿cuál sería la velocidad de éste y el espacio recorrido por los dos?

R. Resulta, como antes,

$$\frac{v'}{v} = \frac{t}{t'}$$

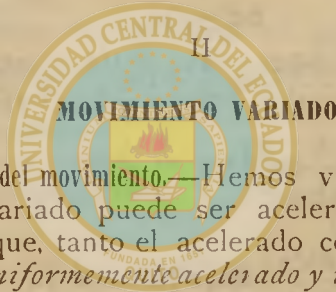
$$\text{ó} \quad \frac{v'}{7\frac{7}{5}} = \frac{8+35}{35} = \frac{43}{35},$$

$$\text{ó} \quad v' = \frac{43}{35} \times \frac{7}{5} = \frac{43}{25} = 1.72 \text{ leguas por hora.}$$

El espacio que han caminado los postas será

$$e' = v' t' = 1.72 \times 35 = 60 \text{ lgs. } 20,$$

$$\text{ó} \quad e = v t = \frac{7}{5} \times 43 = \text{ " " .}$$



21 Clases del movimiento.—Hemos visto (nº 8) que el movimiento variado puede ser acelerado, retardado y periódico; y que, tanto el acelerado como el retardado pueden ser *uniformemente acelerado* y *uniformemente retardado*: estas dos clases constituyen el *movimiento uniformemente variado*, que consiste en un aumento ó decremento constante de la velocidad en el curso de tiempos iguales, ó porciones constantes de tiempos tan pequeños como se quiera. Supuestas las definiciones dadas en el lugar citado, se infiere que en el movimiento uniformemente acelerado hay un aumento gradual de velocidad; y en el uniformemente retardado, una disminución semejante; y se ha dicho que en el descenso ó ascenso libre de los cuerpos, si no ejerciera el aire ningún influjo, se presentaría el caso de uno ú otro movimiento.

(Continuará)