



Prof. Edgar Lopategui Corsino
M.A., Fisiología del Ejercicio

ANATOMÍA Y CINESIOLOGÍA

PRINCIPIOS DE BIOMECÁNICA

I. ANÁLISIS CUANTITATIVO

A. Fundamentos de Matemáticas

1. Orden de las operaciones aritméticas

a. Suma o resta puede ocurrir en cualquier orden:

1) Ejemplo

$$4 + 8 - 7 + 3 = 8$$

$$8 + 3 + 4 - 7 = 8$$

b. La multiplicación o la división debe ser completada antes que la suma o resta.

1) Ejemplo:

$$4 \times 8 - 6 + 2 = 10$$

2) Ejemplo:

$$4 + (2/3)(1/2) = 4\frac{1}{3}$$

c. Cualquier cantidad sobre una línea de división, debajo de una línea de división o signo radical ($\sqrt{\quad}$), o dentro de un paréntesis o llaves debe ser tratado como un número:

1) Ejemplo:

$$\sqrt{36 - 25} = \sqrt{11}$$

2) Ejemplo:

$$2(9 + 3 - 4) = 8$$

3) Ejemplo:

$$\frac{9 + 2}{3} = \frac{11}{3}$$

2. Fracciones, decimales, y porcentajes:

⋮

B. Unidades de Medida

1. Medidas de longitud o distancia:

a. Sistema Métrico:
milímetro (mm) = 1
centímetro (cm) = 10 mm
metro (m) = 100 cm

kilómetro (Km) = 1000 m

b. Sistema Inglés

pulgada

pie = 12 pulgadas

yarda (yd) = 3 pies

milla = 5280 pies = 1760 yardas

c. Equivalencias

- 1 mm = 0.03937 pulgadas
- 1 pulgada = 2.54 cm = 25.4 mm = 0.0254 m
- 1 cm = 0.3937 pulgadas
- 1 pie = 0.305 m = 30.48 cm = 304.8 mm
- 1 m = 3.28 pies = 1.09 yardas = 39.37 pulgadas
- 1 yarda = 0.9144 m
- 1 milla = 1.609 km = 1609.35 m
- 1 Km = 0.621 millas

2. Medidas de área:

- a. Sistema Métrico:
 - metro cuadrado (100 cm²)
- b. Sistema Inglés
 - pie cuadrado (144 pulgadas²)
- c. Equivalencias.
 - 1 pulgada² = 6.45 cm²
 - 1 cm² = 0.155 pulgadas

3. Medidas de Volumen (Gas o Líquido) = Cubetas - Capacidad

- a. Sistema Métrico
 - cm cúbico (cm³)
 - litro^(L) (1000. cm³)
 - metro cúbico

b. Sistema Ingles

$$\begin{aligned} & \text{pulgada cúbica (pulgada}^3) \\ & \text{cuarto} = 57.75 \text{ pulg}^3 \end{aligned}$$

c. Equivalencias

$$1 \text{ cuarto} = 0.946 \text{ litro}$$

$$1 \text{ L} = 1.06 \text{ cuarto}$$

$$1 \text{ pulgada}^3 = 16.39 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 = 0.06 \text{ pulgada}^3$$

4. Medidas de masa
a. Sistema métrico
Kilogramo (Kg)

b. Sistema Inglés

$$\text{Slug (32 lbs)}$$

c. Equivalencias:

$$1 \text{ Kg} = 0.068 \text{ slug}$$

$$1 \text{ Slug} = 14.6 \text{ Kg}$$

5 Medidas de fuerza (peso)

a. Sistema Métrico
newton (N) = 0.102 kg

b. Sistema Inglés
libra (lb)

c. Equivalencias
1 lb = 0.454 kg
1 kg = 2.21 lb
1 N = 0.225 lb

6 Medidas de tiempo

a. Sistema Métrico
segund.

b. Sistema Inglés
segund.

7 Medidas de potencia:

a. Sistema Métrico
Watt

b. Sistema Inglés
kpm/min
hp

c. Equivalencias $\nearrow 6.118 \text{ kpm/min}$

$$1 \text{ wstt} = 6.12 \text{ kpm/min}$$

$$1 \text{ kpm/min} = 0.00022 \text{ HP}$$

$$1 \text{ kpm/min} = 0.1675 \text{ wstt}$$

$$1 \text{ HP} = 4.564 \text{ kpm/min}$$

8. Medidas de Velocidad:

a. Sistema Metrico

$$\text{Kilometro por hora (km/h)} = 0.28 \text{ m/seg}$$

$$\text{metro por segundo (m/seg)} =$$

$$\text{metro por minuto (m/min)}$$

b. Sistema Ingles

$$\text{millas por hora (millas/h : mph)} = 1.47 \text{ pies/seg}$$

$$\text{pies por minuto (pies/min)}$$

$$\text{pies por segundo (pies/seg)} = 0.68 \text{ millas/h}$$

$$= \cancel{0.4 \text{ pies/min}}$$

c. Equivalencias

$$1 \text{ km/h} = 0.62 \text{ millas/h}$$

$$1 \text{ millas/seg} = 0.45 \text{ m/seg}$$

$$1 \text{ millas/seg} = 26.8 \text{ m/min}$$

$$1 \text{ milla/h} = 0.45 \text{ m/s}$$

C Cantidades Escalares y Vectoriales

1. Cantidad escalar:

a. Concepto:

Expresa solo magnitud

b. Ejemplos:

1) Longitud o distancia

2) Masa

3) Área

4) Volumen

5) Tiempo

2. Cantidad vectorial

a. Concepto:

Una cantidad que posee dirección y magnitud

b. Ejemplos:

1) Fuerza

2) Desplazamiento

3) Velocidad

4) Trabajo

5) Potencia

6) Momentum

7) Aceleración

8) Fricción

II ANALISIS DE VECTORES

A. Concepto

1. Definición

Un Vector es una medida de cantidad que posee dirección y magnitud

2. Representación simbólica:

Una flecha

3. Descripción:

a. Longitud del segmento rectilíneo:

Representa la magnitud del vector

b. El ángulo que el segmento forma con la horizontal

Representa la dirección del vector

c. La flecha en el extremo final del segmento:

El sentido del vector

~~ANÁLISIS DE VECTORES~~

~~A. Concepto~~

~~Un vector es una medida de cantidad que posee dirección y magnitud.~~

B. Valor del Análisis de Vectores

1. Mejora el entendimiento del movimiento y las fuerzas que causan dicho movimiento:

- a. El efecto que tiene el ángulo de tracción de un músculo sobre la fuerza que dispone dicho músculo para mover una extremidad se comprende mejor ~~en~~ cuando esta sujeto a un análisis vectorial
- b. El efecto de varios músculos ejerciendo sus fuerzas combinadas sobre un solo hueso también se clarifica cuando se trata cuantitativamente como la combinación de cantidades vectoriales para obtener una resultante
- c. El estudio de la dirección y fuerza de los proyectiles mejora la concepción respecto al efecto de la gravedad, ángulo de liberación, y fuerza de la liberación en el vuelo del proyectil.

C. Combinación de Vectores

1. Concepto

Proceso mediante el cual se combinan dos o más vectores con el fin de hallar una resultante

2. Suma de vectores:

a. Se une el extremo (flecha) de un vector con el origen del otro

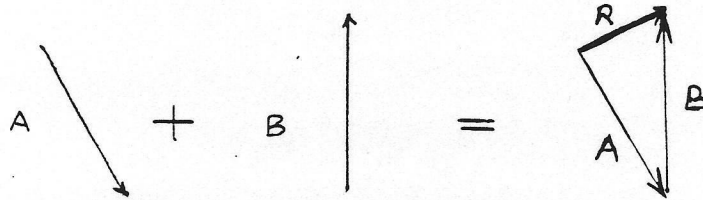
b. Resultado:

1) Un nuevo vector:

La resultante

2) El vector resultante es representado por la distancia entre la flecha en el extremo final de un vector y el origen del otro

c. Ejemplo

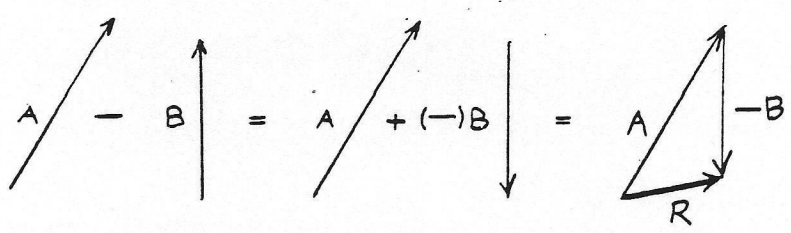


3. Sustracción de vectores

a. Se multiplica por -1 el signo negativo del vector para convertirlo en positivo

b. Ahora los vectores se suman como antes explicado

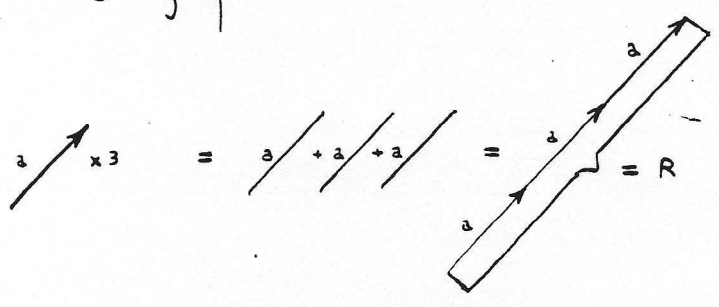
c. Ejemplo:



4 Multiplicación de Vectores

a) Cambia la magnitud del vector pero no su dirección

b) Ejemplo:



5. Método gráfico para la combinación de vectores

a) Regla del paralelograma

1) Indicación para su uso

Cuando dos o más fuerzas se aplican en el mismo punto simultáneamente

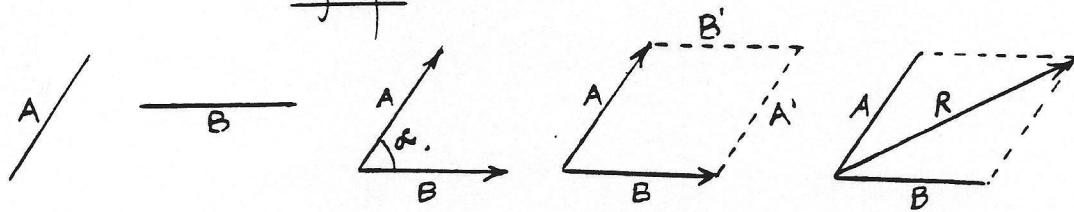
2) Procedimiento

a) Se hacen coincidir los orígenes de dos vectores en un punto de origen (P)

b) Se trazan dos líneas entre cortadas, cada una paralela al segmento de cada vector, las cuales se unen en el otro extremo opuesto

c) Se toma como resultante (R) la diagonal que parte desde el punto de origen P hasta el otro extremo opuesto al origen.

3) Ejemplo

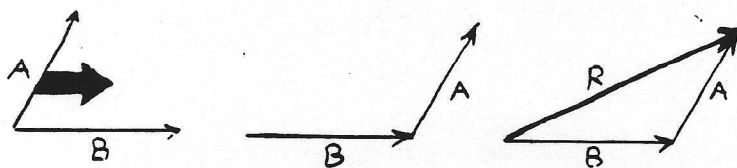


b. Ley triangular

1) Procedimiento:

- Se une el origen de un vector (A) con la flecha del otro vector (B)
- La posición nueva del vector A debe tener la misma longitud y dirección que en su posición original
- Se traza un vector resultante (R) desde el extremo origen del vector B hasta la flecha del vector A

2) Ejemplo



6. Método trigonométrico para la combinación de vectores:

• Ejemplo: Lanzamiento de una bola de beisbol

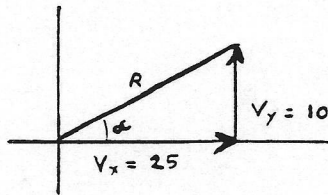
Dado:

$$\text{Velocidad Vertical } (V_y) = 10 \text{ pies/seg}$$

$$\text{Velocidad Horizontal } (V_x) = 25 \text{ pies/seg}$$

Busque:

- (1) La Resultante (R) = Velocidad del lanzamiento
- (2) El Angulo de Liberación (α)



Solución

$$(1) R^2 = V_y^2 + V_x^2$$

$$R^2 = 10^2 + 25^2$$

$$R^2 = 100 + 625$$

$$R^2 = 725$$

$$R = \sqrt{725}$$

$$\therefore R = 26.94 \text{ pies/seg}$$

Según el Teorema de Pitágoras, el cual postula que en todo triángulo rectángulo el cuadrado de la longitud de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de las longitudes de los catetos.

$$(2) \tan \alpha = \frac{\text{Opuesto}}{\text{Adyacente}}$$

$$\tan \alpha = \frac{V_y}{V_x} = \frac{10}{25}$$

$$\alpha = \arctan .4$$

$$\alpha = 22^\circ$$

D. Descomposición o Resolución de Vectores

1. Concepto:

a. Proceso por el cual se reemplaza (o descompone) un vector por dos o más vectores que actúan en ángulos rectos uno al otro

2. Nomenclatura ~~del~~ del vector descompuesto o resuelto:

a. Componente Horizontal (eje o coordenada - x)

b. Componente Vertical (eje o coordenada - y)

3. Método gráfico para la descomposición o resolución de vectores:

~~a. Ejemplo:~~

~~ii) Resolución de la fuerza del cable de soporte durante la elevación sobre un eje de rotación~~



~~2) Procedimiento~~

~~a) Determinar los componentes rectangulares (horizontal y vertical)~~

~~Traza dos líneas perpendiculares desde el extremo del vector (A) sobre los ejes para~~

a. Concepto

Método que consiste en determinar los componentes rectangulares (horizontal y vertical) mediante la utilización de una unidad de medida de longitud (cm, pulgadas, etc) que represente la unidad real (lbs, pies/seg, etc).

b. Ejemplo: Salto a lo Largo

Dado:

$$\text{Velocidad del Salto} = 31.6 \text{ pies/seg}$$

$$\text{Angulo del Despegue } (\alpha) = 13^\circ$$

Busque:

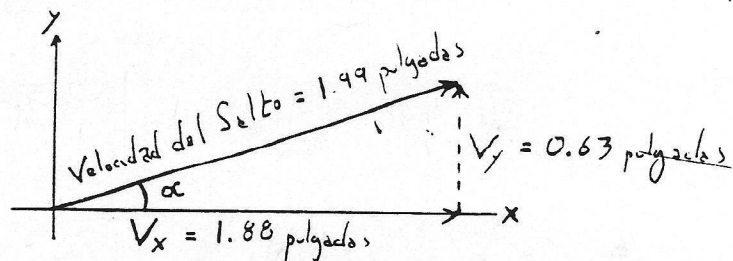
(1) Velocidad Horizontal (V_x)

(2) Velocidad Vertical (V_y)

Solución

$$\text{Escala: } 0.25 \text{ pulgadas} = 4 \text{ pies/seg}$$

Se midió con una regla ~~los componentes rectangulares~~ en pulgadas los componentes rectangulares y se determinó lo siguiente:



Convirtiéndonos las pulgadas en pies/seg (según la escala), tenemos:

$$(1) \sqrt{x} = 1.88 \text{ pulgadas} - 0.25 \text{ pulgadas} = 7.52$$

$$\sqrt{x} = 7.52 \times 4 \text{ pies/seg}$$

$$\therefore \boxed{\sqrt{x} = 30 \text{ pies/seg}}$$

$$(2) \sqrt{y} = 0.63 \text{ pulgadas} \div 0.25 \text{ pulgadas} = 2.52$$

$$\sqrt{y} = 2.52 \times 4 \text{ pies/seg}$$

$$\therefore \boxed{\sqrt{y} = 10 \text{ pies/seg}}$$

4. Método Trigonométrico para la descomposición o resolución de
vectores