

Cálculo Multivariable - Clases y apuntes de clase

David Gabriel Corzo Mcmath

2020-01-06

Índice general

1. Clase - 2020-01-07	5
1.1. 12.1 Sistema tridimensional de coordenadas	6
2. Clase - 2020-01-23	9
2.1. 12.4 Producto Cruz	10
2.2. Producto Cruz	10
3. Clase - 2020-01-28	13
3.1. 12.5 Rectas y planos	14
3.1.1. Ejercicio 3: Encuentre las ecs. simétricas de la recta que pasa por los puntos dados. Encuentre en qué punto la recta interseca al plano xz. pg.41	14
3.2. Rectas paralelas	15
3.2.1. Ejercicio 4: Determine si los siguientes pares de rectas son paralelas, oblicuas o se intersecan.	15
3.3. La ecuación de un plano	16
3.3.1. Derivación de la e. plano	16
3.3.2. Ejercicio 1: pg45 Encuentre la ec. del plano que pasa por los 3 puntos dados.	17
3.4. Rectas paralelas v_1 y v_2 son paralelos	18
4. Clase - 2020-01-30	19
4.1. Resolución de corto	20
4.2. Rectas y planos	20
4.2.1. Ejercicios	20
5. Clase - 2020-02-04	25
5.1. 13.1 Funciones vectoriales y curvas en el espacio	26
5.1.1. Ejercicios	26
5.2. Límites y continuidad	27
5.2.1. Ejercicios	27
5.3. Curvas en el espacio	28
5.3.1. Espirales	28
6. Clase - 2020-02-06	29
6.1. 13.2 Cálculo con funciones vectoriales, pg.55	30
6.1.1. Derivadas	30
6.1.2. Integrales	30
6.2. Ejercicios	30
6.3. Recordatorios & rectas tangentes de funciones vectoriales	31
6.4. Ejercicios	32
7. Clase - 2020-02-11	33
7.1. 13.2 Cálculo de funciones vectoriales	34
7.2. Ejercicios de integración	34
7.3. Movimiento en el espacio	35
7.3.1. Ejercicios	35

7.4. 13.3 LOGN	37
7.5. Ejercicios	37

Capítulo 1

Clase - 2020-01-07

1.1. 12.1 Sistema tridimensional de coordenadas

- Para localizar un punto en un plano, se necesitan dos números.
- Los ejes de coordenadas son perpendiculares entre sí.
- En el sistema tridimensional de coordenadas rectangulares, cada punto en el espacio es una terna ordenada.

Espacio: $\mathbb{R}^3 \{ (x, y, z) \mid \text{Talque } x, y, z \in \mathbb{R}. \}$

&

$$\mathbb{R}^3 = \mathbb{R}^2 \times \mathbb{R}$$

- Sistema 2-D vs. 3-D:

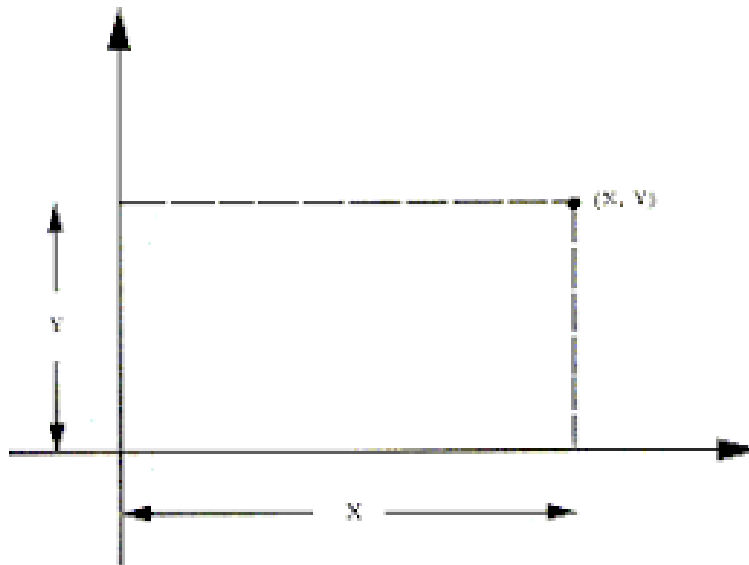


Figura 1.1:

- Las líneas punteadas se usan para simbolizar las partes debajo, izquierda y detrás.

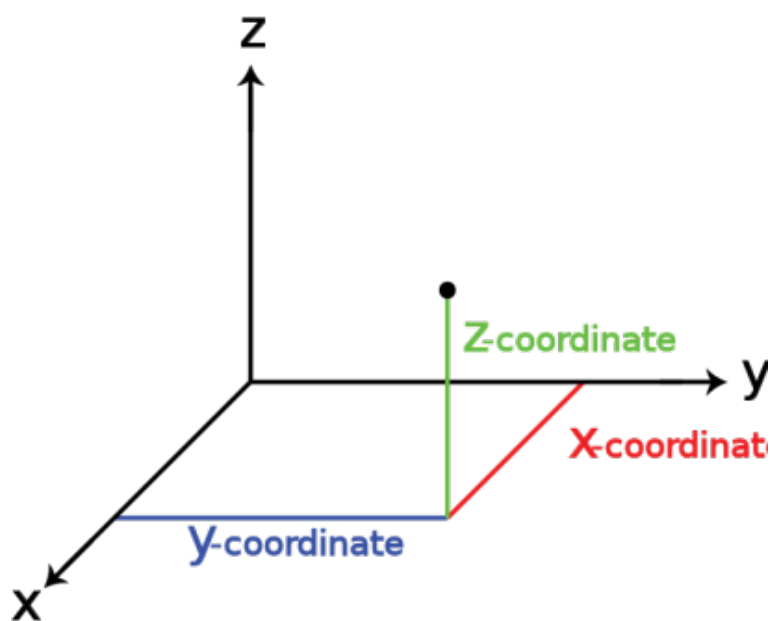


Figura 1.2:

Capítulo 2

Clase - 2020-01-23

2.1. 12.4 Producto Cruz

- **Definición de “Determinantes”:** Matriz (arreglo rectangular de números).
- **Definición de “Cuadrada”:** Mismo número de filas y columnas.

■

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc$$

Determinante de orden 2. Matriz de 2x2

- pie:

$$\begin{vmatrix} 3 & 4 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} = 6 - (-1)(4) = 6 + 4 = 10$$

- Determinante de orden 3: Matriz 3x3 suma de tres determinantes de orden 2:

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 \begin{vmatrix} b_2 & b_3 \\ c_2 & c_3 \end{vmatrix} + a_2 \begin{vmatrix} b_1 & b_3 \\ c_1 & c_3 \end{vmatrix} + a_3 \begin{vmatrix} b_1 & b_2 \\ c_1 & c_2 \end{vmatrix}$$

3 matrices de 2x2.

- p.e.

$$\begin{vmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 1 & 3 & 0 \\ 1 & -1 & 2 \end{vmatrix} = 2 \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} - 0 \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} + 2 \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 1 & -1 \end{vmatrix}$$

$$2(6 - 0) - 0 + 2(-1 - 3) = 12 - 8 = 4$$

2.2. Producto Cruz

- Dados dos vectores :

$$\vec{a} = a_1 \hat{i} + a_2 \hat{j} + a_3 \hat{k}$$

$$\vec{b} = b_1 \hat{i} + b_2 \hat{j} + b_3 \hat{k}$$

- **Nos preguntamos:** ¿Cómo se encuentra un vector \vec{c} que es perpendicular a \vec{a} y a \vec{b} ?

$$\vec{c} \cdot \vec{a} = 0$$

$$\vec{c} \cdot \vec{b} = 0$$

- Resuelva para c_1, c_2, c_3 :

$$c_1 a_1 + c_2 a_2 + c_3 a_3 = 0$$

$$c_1 b_1 + c_2 b_2 + c_3 b_3 = 0$$

- El producto cruz $\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b} = 0$ es un vector perpendicular a ambos vectores \vec{a} & \vec{b} .

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix} = \hat{i}(a_2 b_3 - a_3 b_2) - \hat{j}(a_1 b_3 - a_3 b_1) + \hat{k}(a_1 b_2 - a_2 b_1)$$

■ Observaciones:

- El producto cruz es un vector, mientras que el producto es un número o escalar.
- El producto cruz **no** es conmutativo $\vec{a} \times \vec{b} \neq \vec{b} \times \vec{a}$.

$$\vec{b} \times \vec{a} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 \end{vmatrix} = \hat{i}(b_2a_3 - a_2b_3) + \hat{j}(a_1b_3 - a_3b_1) + \hat{k}(a_2b_1 - a_1b_2)$$

■ Por ejemplo:

$$\begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & 0 \\ 1 & 0 & 5 \end{vmatrix} = \hat{i} \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 5 \end{vmatrix} - \hat{j} \begin{vmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 5 \end{vmatrix} + \hat{k} \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$\therefore \vec{a} \times \vec{b} = 15\hat{i} - 10\hat{j} - 3\hat{k}$$

■ Verifique $\vec{a} \times \vec{b}$ es ortogonal a \vec{a} & a \vec{b} .

$$(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{a} = \langle 15, -10, -3 \rangle \cdot \langle 2, 3, 0 \rangle = 30 - 30 + 0 = 0 \therefore \text{son ortogonales}$$

$$(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{b} = \langle 15, -10, -3 \rangle \cdot \langle 1, 0, 5 \rangle = 15 + 0 - 15 = 0 \therefore \text{son ortogonales}$$

$$\vec{a} \times \vec{b} \perp a_1b$$

■ Aclaración: en dos dimensiones $\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} \\ a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix}$ No es posible evaluarlo.

■ Existen en tres dimensiones pero si se intenta evaluar en cuatro dimensiones la siguiente matriz no es posible:

En 3-D: \exists En 4-D: \nexists

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} & \hat{l} \\ 1 & 0 & 2 & 3 \\ 4 & 1 & 5 & -2 \end{vmatrix}$$

No es posible evaluarlo.

■ Ejemplo:

$$\begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 0 & 5 \\ 2 & 3 & 0 \end{vmatrix} = \hat{i} \begin{vmatrix} 0 & 5 \\ 3 & 0 \end{vmatrix} - \hat{j} \begin{vmatrix} 1 & 5 \\ 2 & 0 \end{vmatrix} + \hat{k} \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}$$

$$= 15\hat{i} + 10\hat{j} + 3\hat{k}$$

Entonces... en general:

$$\vec{a} \times \vec{b} = -(\vec{b} \times \vec{a})$$

Capítulo 3

Clase - 2020-01-28

3.1. 12.5 Rectas y planos

- Ecuación de una recta
- Vector posición $\vec{r}_0 = \langle x_0, y, z_0 \rangle$
- Vector dirección $\vec{v}_0 = \langle a, b, c \rangle$
- Ecuación vectorial: $\vec{r} = \vec{r}_0 + t\vec{v}$ donde t es el parámetro.
- Ecuaciones paramétricas:

$$x = x_0 + at$$

$$y = y_0 + bt$$

$$z = z_0 + ct$$

- Resuelva para t en las tres ecuaciones:

$$t = \frac{x - x_0}{a} = \frac{y - y_0}{b} = \frac{z - z_0}{c}$$

Estas son las ecuaciones simétricas de la recta donde $a, b, c \neq 0$.

- Vector dirección $\vec{v} = \langle a, 0, c \rangle$ las ecuaciones en la recta cambian:

$$\underbrace{\vec{r} = \vec{r}_0 + t\vec{v}}_{\text{Vectorial}}$$

$$x = x_0 + at$$

$$y = y_0$$

$$z = z_0 + ct$$

Entonces queda así:

$$\frac{x - x_0}{a} = \frac{z - z_0}{c}$$

$$\underbrace{y = y_0}_{\text{Simétrica}}$$

3.1.1. Ejercicio 3: Encuentre las ecs. simétricas de la recta que pasa por los puntos dados. Encuentre en qué punto la recta interseca al plano xz. pg.41

- P(2,8,-2) & Q(2,6,4)

$$\text{Vector posición} = \overrightarrow{OP} = R_0 = \langle 2, 6, 7 \rangle$$

$$\text{Vector dirección } \overrightarrow{PQ} = \vec{v} = \langle 0, -2, 6 \rangle$$

$$\text{Ec. vectorial} = \vec{r} = \langle 2, 8, -2 \rangle + t\langle 0, -2, 6 \rangle$$

$$\text{Ecs. simétricas} = x = 2, \frac{y - 8}{-2} = \frac{z + 2}{6}$$

- Nos preguntamos: ¿Cual es la intersección con el plano xz?

$$\text{Use, } y=0 \Rightarrow \frac{-8}{-2} = \frac{z + 2}{6}$$

$$= 6 \cdot 4 = z + 2 \Rightarrow z = 22$$

- La intersección con el plano xz es el punto $(1, 0, 22)$:

$$\vec{r}_0 = \langle 4, 6, 10 \rangle$$

$$\vec{v} = \overrightarrow{PQ} = \langle 2, 0, 0 \rangle$$

$$\text{Vectorial: } \vec{r} = \langle 4, 6, 10 \rangle + t\langle 2, 0, 0 \rangle$$

$$\text{Paramétricas: } x = 4 + 2t, y = 6, z = 10$$

$$\text{Simétricas: } t = \frac{x-4}{2}, y = 6, z = 10$$

- **Nos preguntamos:** ¿Cual es el punto de intersección con el plano xz?

Use: $y=0$

Explicación: por la recta $y = 6$ siempre será 6, nunca podrá ser 0, no puede intersecar con el plano xz, **No hay.**

3.2. Rectas paralelas

Dos rectas $\vec{r}_1 = \vec{r}_{01} + t\vec{v}$ & $\vec{r}_2 = \vec{r}_{02} + t\vec{v}_2$ son paralelas si y solo si sus vectores de dirección \vec{v}_1 y \vec{v}_2 son paralelas.

Figura 3.1:

Entonces en el espacio tenemos 3 tipos de rectas:

1. Rectas paralelas
2. Rectas intersecan en un punto
3. Rectas Ublicuas (no paralelas & no intersecan)

3.2.1. Ejercicio 4: Determine si los siguientes pares de rectas son paralelas, oblicuas o se intersecan.

■

$$\frac{x-2}{8} = \frac{y-3}{24} = \frac{z-2}{16}, \frac{x-10}{-2} = \frac{y+15}{-6} = \frac{z+24}{-4}$$

$$\vec{v}_1 = \langle 8, 24, 16 \rangle, \vec{v}_2 = \langle -2, -6, -4 \rangle$$

$$\text{Entonces...} , \left\langle \frac{8}{-2}, \frac{24}{-6}, \frac{16}{-4} \right\rangle$$

$$\langle -4, -4, -4 \rangle, \therefore \text{ Son paralelas}$$

El vector dirección está en el denominador.

■

$$L_1 : x = 3 - 4t, y = 6 - 2t, z = 2 + 0t, t \in \mathbb{R}$$

$$L_2 : x = 3 + 8s, y = -2s, z = 8 + 2s, s \in \mathbb{R}$$

Utilice una variable parámetro para cada recta

$$v_1 = \langle -4, -2, 0 \rangle, v_2 = \langle 8, -2, 2 \rangle \text{ No son paralelas}$$

Analice si las rectas se intersecan

$$x = x \rightarrow 5 - 4t = 3 + 8s$$

$$y = y \rightarrow 6 - 2t = -2s$$

$$z = z \rightarrow 2 = 8 + 2s \rightarrow s = -3$$

$$5 - 4 = -22 \rightarrow 4t = -27 \rightarrow -4t = -27 \rightarrow \frac{27}{4}$$

$$6 - 2t = 6 \rightarrow 2t = 0 \rightarrow t = 0$$

\therefore Como no hay una t única (no es posible $0 \neq \frac{27}{4}$), las dos rectas no se intersecan.

L_1 & L_2 Son oblicuas

Eliminación Gaussiana

$$\begin{array}{l} 4t + 8s = 2 \\ 2t + 25 = 6 \\ 0t + 2s = -6 \end{array} = \left| \begin{array}{ccc} 4 & 8 & 2 \\ 2 & 2 & 6 \\ 0 & 2 & -6 \end{array} \right| \begin{array}{l} 0, 0, \text{ número} \\ 0, 0, \text{ número} \\ 0, 0, \text{ número} \end{array} \implies \text{No hay solución}$$

3.3. La ecuación de un plano

Previamente en 12.1 $ax + by + cz = 0$. Para encontrar la ec. de un plano se necesita:

Figura 3.2:

1. Un punto sobre el plano P : $\vec{r}_0 = \overrightarrow{OP}$
2. Un vector normal u ortogonal al plano: $\hat{n}_0 \langle a, b, c \rangle$

3.3.1. Derivación de la e. plano

$P(x_0, y_0, z_0), Q(x_1, y_1, z_1)$ Son dos puntos sobre el plano

$$\vec{r}_0 = \overrightarrow{OP} = \langle x_0, y_0, z_0 \rangle$$

$$\vec{r} = \overrightarrow{OQ} = \langle x, y, z \rangle$$

El vector $\vec{RP} = \vec{r} - \vec{r}_0$ está sobre el plano, por lo que tiene que ser ortogonal a \hat{n} .

$$\hat{n} \perp \vec{r} - \vec{r}_0 \rightarrow \underbrace{\hat{n} \cdot (\vec{r} - \vec{r}_0)}_{\text{Ec. vectorial de un plano}}$$

Se puede reescribir como:

$$\underbrace{\langle a, b, c \rangle \cdot \langle x + x_0, y - y_0, z - z_0 \rangle + c(z - z_0) = 0}_{\text{Ecuación escalar de un plano}}$$

$$ax + by + cz = \underbrace{ax_0 + by_0 + cz_0}_0$$

Para encontrar la ec. de un plano se necesita 3 puntos P,Q,R: **hay infinitas respuestas equivalentes**
 $\hat{n} = \vec{r} \times \vec{r}$

$$\vec{r}_0 = \vec{OP}, \vec{OQ}, \vec{OR}$$

$$\hat{n} = \vec{PQ} \times \vec{PR}$$

Tienen que empezar en el mismo punto

Hat infinitas respuestas:

$$\hat{n} = \vec{PR} \times \vec{PQ}$$

3.3.2. Ejercicio 1: pg45 Encuentre la ec. del plano que pasa por los 3 puntos dados.

1. $P(3, -1, 3), Q(8, 2, 4), R(1, 2, 5)$

$$\text{Ecuación del plano : } \hat{n} \cdot (\vec{r} - \vec{r}_0) = 0$$

$$\text{Ecuación de la recta : } \vec{r} = \vec{r}_0 + t\vec{v}$$

$$\vec{r}_0 = \langle 8, 2, 4 \rangle$$

Encuentre dos vectores que están sobre el plano y que comiencen en el mismo punto.

$$\vec{u} = \vec{PQ} = \langle 5, 3, 1 \rangle, \vec{v} = \vec{PR} = \langle -2, 3, 2 \rangle$$

ii \hat{n} es ortogonal a ambos vectores !!

$$\hat{n} = \vec{PQ} \times \vec{PR} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 5 & 3 & 1 \\ -2 & 3 & 2 \end{vmatrix} = 3\hat{i} - 12\hat{j} + 21\hat{k}$$

$$\text{Ec. Plano } \hat{n} \cdot (\vec{r} - \vec{r}_0) = 0$$

$$\text{Ec. Vectorial } \langle 3, -12, 21 \rangle \cdot \langle x - 8, y - 2, z - 4 \rangle = 0$$

$$\text{Escalar } 3(x - 8) -$$

2. $P(0,0,0), Q(1,0,2), \text{ y } R(0,2,3)$

$$\text{Vector posición: } \vec{r}_0 = \langle 0, 0, 0 \rangle$$

$$\text{dos vectores sobre el plano: } \vec{PQ} = \langle 1, 0, 2 \rangle$$

$$\vec{PR} = \langle 0, 2, 3 \rangle$$

$$\text{Vector normal: } \hat{n} = \vec{PQ} \times \vec{PR}$$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 3 \end{vmatrix}$$

3. Ecuación del plano:

$$-4x - 3y + 2z = 0$$

3.4. Rectas paralelas v_1 y v_2 son paralelos

Dos planos $\hat{n}_1 \cdot (\vec{r} - \vec{r}_1) = 0$ y $\hat{n}_2 \cdot (\vec{r} - \vec{r}_2) = 0$ son paralelos sí y sólo si \hat{n}_1 y \hat{n}_2 son paralelos. En caso que no sean paralelos, se puede encontrar el ángulos de intersección entre dos planos.

Capítulo 4

Clase - 2020-01-30

4.1. Resolución de corto

- Determine el área del triángulo entre los puntos P(), Q(), R():

$$\vec{a} = \overrightarrow{PQ} = \langle 4, 3, -2 \rangle$$

$$\vec{b} = \overrightarrow{PR} = \langle 5, 5, 1 \rangle$$

$$\text{Área} = \frac{1}{2} |\vec{a} \times \vec{b}|$$

$$\begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & 3 & -2 \\ 5 & 5 & 1 \end{vmatrix} = 13\hat{i} - 14\hat{j} + 5\hat{k}$$

$$\text{Área} = \frac{1}{2}\sqrt{}$$

4.2. Rectas y planos

- Ecs. Rectas: $\vec{r} = \vec{r}_0 + t\vec{v}$

$$\text{si } a \neq b \neq c \neq 0 \quad \frac{x - x_0}{a} = \frac{y - y_0}{b} = \frac{z - z_0}{c}$$

- Paramétricas:

$$x = x_0 + at$$

$$y = y_0 + bt$$

$$z = z_0 + ct$$

- Ecuación de plano:

$$\hat{n} = \vec{r} - \vec{r}_0$$

$$a(x - x_0) + b(y - y_0) + c(z - z_0) = 0$$

$$\hat{n} = \vec{a} \times \vec{b}$$

4.2.1. Ejercicios

1. Considere los planos $x + y = 0$ & $x + 2y + z = 1$.

- a) Determine si los planos son paralelos o no lo son encuentre el ángulo entre ellos:

$$\hat{n}_1 = \langle 1, 1, 0 \rangle$$

$$\hat{n}_2 = \langle 1, 2, 1 \rangle$$

∴ Los dos planos no son paralelos

- El \hat{n}_1 & \hat{n}_2 no son necesariamente ortogonales.

$$\cos \theta = \frac{\hat{n}_1 \cdot \hat{n}_2}{|\hat{n}_1| |\hat{n}_2|} = \frac{3}{\sqrt{2}}$$

$$\cos \theta = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \theta = \frac{\pi}{2}$$

2. Encuentre la ec. de la recta que interseca a ambos planos $x + y = 0$ & $x + 2y + z = 1$:

$$r = \vec{r}_0 + t\vec{v}$$

Dos puntos sobre la recta

Como la recta esta en ambos planos, se debe resolver el sig. sistema de ecuaciones

$$x + y = 0 \implies x = -y$$

$$x + 2y + z = 1 \implies y = z - 1$$

z tiene cualquier valor, ahora encontrar escogiendo cualquier punto sobre la recta, en este caso 0

$$\text{Primer punto} \quad z = 0$$

$$y = 1$$

$$x = -1$$

$$\therefore \langle -1, 1, 0 \rangle$$

$$\text{Segundo punto} \quad z = 1$$

$$y = 0$$

$$x = 0$$

$$\therefore \langle 0, 0, 1 \rangle$$

3. Encuentre la ecuación de la recta que pasa por $P(-1, 1, 0)$ y $Q(0, 0, 1)$:

$$\vec{r}_0 = \langle 0, 0, 1 \rangle \langle -1, 1, 0 \rangle$$

$$\vec{v} = \overrightarrow{QP} \langle -1, 1, -1 \rangle$$

Ecuaciones paramétricas de la recta:

$$x = 0 - t \quad y = 0 + t \quad z = 1 - t$$

4. Solución alterna:

$$x = -y \quad y = 1 - z \quad \text{Más incógnitas que ecuaciones.}$$

$$x, y \text{ ó } z \text{ pueden tener cualquier valor} \quad z = t$$

$$x = -1 + t$$

$$y = 1 - t \quad \therefore v_2 = \langle 1, -1, 1 \rangle \quad \vec{r}_0 = \langle -1, 1, 0 \rangle$$

$$t = t$$

5. Solución geométrica:

- Encuentre un punto en ambos planos (0,0,1).
- La recta está en el plano I, entonces la recta es perpendicular al vector normal del plano I.
- Está en el plano z, entonces también es perpendicular al segundo vector normal.

- \therefore la recta es perpendicular a ambos \hat{n}_1 & \hat{n}_2

$$\vec{v} = \hat{n}_1 \times \hat{n}_2 = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix} = \hat{i} - \hat{j} + \hat{k}$$

$$\text{Ecuación de la recta: } r = \langle 0, 0, 1 \rangle + t \langle 1, -1, 0 \rangle$$

6. Ejercicio 3: Encuentre el punto en el que la línea recta $x = 1 + 2t$, $y = 4t$, $z = 5t$ interseca al plano. $x - y + 2z = 17$.

$$x = 1 + 2t$$

$$y = 4t$$

$$z = 5t$$

Plano

$$x - y + 2z = 17 \quad 1 + 2t - 4t + 10t = 17$$

$$8t = 16 \implies \therefore t = 2$$

El punto de intersección es (5,8,10).

7. Ejercicio 4: Encuentre una ec. del plano que contiene la recta $x = 1 + t$, $y = 2 - t$, $z = 4 - 3t$ y es paralela a plano $5x + 2y + z = 1$.

- Cualquier punto sobre la recta que también esté sobre el plano, $t = 0$.

$$\text{Evaluemos en } t=0 \quad x = 1, y = 2, z = 4$$

$$\vec{r}_0 = \langle 1, 2, 4 \rangle$$

- **Nos preguntamos:** ¿Cómo se encuentra \hat{n} ?
- El vector de dirección de la recta $v = \langle 1, -1, -2 \rangle$ es paralelo al plano.
- Como es paralelo al segundo plano, entonces tiene que ser perpendicular $\hat{n}_2 = \langle 5, 2, 1 \rangle$
- Lo que ocurre entonces es:

$$\vec{r}_0 = \langle 1, 2, 4 \rangle \quad \hat{n} = \langle 5, 2, 1 \rangle$$

$$\text{Ec. Plano: } \implies 5(x - 1) + 2(y - 2) + 1(z - 4) = 0$$

8. Ejercicio 5: Encuentre los números directores para la recta de intersección entre los planos $x + y + z = 1$ & $x + 2y + 3z = 1$.

- **Definición de “números directores”:** a, b, c del vector de dirección $\langle a, b, c \rangle$
- La recta es ortogonal a ambos vectores normales:

$$\hat{n}_1 = \langle 1, 1, 1 \rangle \quad \text{y} \quad \hat{n}_2 = \langle 1, 2, 3 \rangle \quad \text{de ambos planos}$$

$$\vec{v} = \hat{n}_1 \times \hat{n}_2 = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 \end{vmatrix} = \hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$$

$$\text{Los números directores: } a = 1, b = 2, c = 1$$

9. Ejercicio 6: Encuentre las ecs. aparamétricas de la recta que pasa por el punto $(0,1,2)$, que es paralelo al plano $x + y + z = 2$ y es perpendicular a la recta $r = \langle -2t, 0, 3t \rangle$.

$$L_1 r = \vec{r}_0 + t\vec{v} \quad r_0 = \langle 0, 1, 2 \rangle$$

- Aclaraciones: L_1 es la incógnita que tenemos que encontrar.
- **Nos preguntamos:** ¿Cómo se encuentra r ?
- Plano I: $\hat{n} = \langle 1, 1, 1 \rangle$ es perpendicular al plano, es paralelo a L_1 .
- Recta II: $\hat{v}_2 = \langle -2, 0, 3 \rangle$ es perpendicular a L_1
- La recta es perpendicular a \hat{n} y a \vec{v}_2

$$v = \hat{n} \times \vec{v}_2 = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 1 & 1 \\ -2 & 0 & 3 \end{vmatrix} = 3\hat{i} - 5\hat{j} + 2\hat{k}$$

$$r_0 = \langle 0, 1, 2 \rangle$$

$v = \hat{v}_2 \times \hat{n}$ Ecuaciones paramétricas:

$$x = 0 - 3t$$

$$y = 1 - 5t$$

$$z = 2 + 2t$$

Capítulo 5

Clase - 2020-02-04

5.1. 13.1 Funciones vectoriales y curvas en el espacio

- Una función vectorial $\vec{r}: R \Rightarrow V_3$:

$$\vec{r}(t) = \langle f(t), g(t), z(t) \rangle$$

La variable t es un parámetro.

- Dominio: Números reales, Rango: vector 3D:

$$\begin{aligned} \vec{r}: \mathbb{R} &\Rightarrow V_3 \quad \vec{r}(t) = \langle f(t), g(t), h(t) \rangle \\ t \text{ es un parámetro} \quad \vec{r} &= f(t)\hat{i} + g(t)\hat{j} + h(t)\hat{k} \end{aligned}$$

- Ejemplo de una función vectorial:

$$\begin{aligned} \vec{r} &= \langle a, b, c \rangle + t \langle d, e, f \rangle \\ \vec{r} &= \langle a + td, b + et, c + tf \rangle \\ x &= f(t), \quad y = g(t), \quad z = h(t) \end{aligned}$$

- Ecs. Paramétricas de una función vectorial:

- Dominio de una función vectorial: encuentre el dominio de cada función componente. El dominio de \vec{r} es la intersección de los dominios de cada función componente.

5.1.1. Ejercicios

1. Encuentre el dominio:

$$\begin{aligned} r(t) &= \left\langle \sqrt{t^2 - 9}, e^{5 \ln(t)}, \ln(t + 5) \right\rangle \\ &\text{Evadir raíces negativas, y } \ln(0) \\ \sqrt{t^2 - 9} &\implies \text{Definida } t^2 \geq 9 \\ e^{\sin(t)} &\text{siempre definida} \\ \ln(t + 5) &\text{Definida cuando } t + 5 > 0 \quad (-5, \infty) \\ \therefore \text{El dominio es de } &(-5, \infty) \cup (-5, -3) \cup (-3, 3) \cup [3, \infty) \end{aligned}$$

Recordar: $[a, b]$ el número si es parte del dominio a, b son partes del dominio. (a, b) los puntos a, b no son parte del dominio.

- 2.

$$\begin{aligned} \vec{s}(t) &= \left\langle \sin^3(t^2), \cosh\left(\frac{t}{t^2 + 1}\right), \frac{1}{e^t + 4} \right\rangle \\ \sin^3(t^2), ID_{f(t)} &= IR \\ \cosh\left(\frac{t}{t^2 + 1}\right), ID_{g(t)} &= IR \\ \frac{1}{e^t + 4}, ID_{h(t)} &= IR \\ \therefore \text{Dominio de } \vec{s}(t) &= (-\infty, \infty) \\ e^t + 4 \neq 0 &\implies e^t = -4 \implies t = \underbrace{\ln(-4)}_{\text{indefinido}} \end{aligned}$$

5.2. Límites y continuidad

■

$$\lim_{t \rightarrow a} \vec{r}(t) = \left\langle \lim_{t \rightarrow a} f(t), \lim_{t \rightarrow a} g(t), \lim_{t \rightarrow a} h(t) \right\rangle$$

- Evalúe el límite de cada función componente.
- Si no existe por lo menos un límite de una función componente, entonces $\lim_{t \rightarrow a} \vec{r}(t)$ no existe.
- $f(t)$ está definida en $t=a$

$$\lim_{t \rightarrow a} f(t) = f(a)$$

- Si se indefine y tiene forma de $\frac{0}{0}$, $\frac{\infty}{\infty}$ usar L'Hôpital.

$$\lim_{t \rightarrow a} \frac{f(t)}{g(t)} \underbrace{=}_{\frac{0}{0}} \lim_{t \rightarrow a} \frac{f'(t)}{g'(t)} \quad \text{L'Hopital}$$

- Continúa en $t = a$ si $\lim_{t \rightarrow a} \vec{r}(t) = \vec{r}(a)$
- Evite asíntotas verticales, saltos y agujeros. Ejemplo:

$$\lim_{t \rightarrow a} \frac{\sin(x)}{x} \underbrace{=}_{\text{LH}} \lim_{t \rightarrow a} \frac{\cos(x)}{1} = 1$$

5.2.1. Ejercicios

- Sea $\vec{r}(t) = \left\langle \frac{\tan(\pi t)}{t}, e^{t-2}, \frac{\ln(t-1)}{t^2-1} \right\rangle$.
- Analice si la función $\vec{r}(t)$ es continua en $t = 2$.

$$\vec{r}(t) = \left\langle \frac{\tan 2\pi}{2}, e^0, \frac{\ln(1)}{3} \right\rangle$$

$$\lim_{t \rightarrow 2} \underbrace{\frac{\tan \pi t}{t}}_{\frac{0}{2}} = 0$$

$$\lim_{t \rightarrow 2} e^{t-2} = 1$$

$$\lim_{t \rightarrow 2} \frac{\ln(t-1)}{t^2-1} = 0$$

$$\therefore \vec{r} \text{ si es continua en } t=2 \quad \lim_{t \rightarrow 1} \vec{r}(t) = \vec{r}(2)$$

- Encuentre $\lim_{t \rightarrow 1} \vec{r}(t)$ analice el límite de cada función componente por separado.

$$f : \lim_{t \rightarrow 1} \frac{\tan 2\pi}{2} = \frac{0}{1}$$

$$g : \lim_{t \rightarrow 1} e^{t-2} = e^{-1}$$

$$h : \lim_{t \rightarrow 1} \frac{\ln(t-1)}{t^2-1} = \text{No existe, por } \ln(0) \text{ estar indefinido.}$$

- Analice si $\vec{r}(t)$ es continua e $t=1$.

$$\lim_{t \rightarrow 1} \vec{r}(t) = \vec{r}(1)$$

No es continua en $t=1$, $r(1)$ está indefinida.

- Agujero $\vec{s}(t) = \left\langle \frac{\tan \pi t}{t-1}, e^{t-2}, \frac{\ln(2t-1)}{t^2-1} \right\rangle$
No es continua en $t=1$, pero su límite existe.

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow 1} \frac{\tan \pi t}{t-1} &= \lim_{t \rightarrow 1} \frac{\pi \sec^2 \pi t}{1} = \frac{\pi}{(\cos \pi)^2} = \pi \\ \lim_{t \rightarrow 1} e^{t-2} &= e^{-1} = \frac{1}{e} \\ \lim_{t \rightarrow 1} \frac{\ln(2t-1)}{t^2-1} &= \lim_{t \rightarrow 1} \frac{\frac{2}{2t-1}}{2t} = \lim_{t \rightarrow 1} \frac{2}{2t(2t-1)} = \frac{1}{1(2-1)} = 1 \\ \therefore \lim_{t \rightarrow 1} \left\langle \pi, \frac{1}{e}, 1 \right\rangle &\text{ es un agujero } \vec{s}(1) \text{ está indefinido} \end{aligned}$$

5.3. Curvas en el espacio

$$\begin{aligned} x &= f(t) \\ y &= g(t) \\ z &= h(t) \end{aligned}$$

Figura 5.1: Curvas paramétricas en el espacio

5.3.1. Espirales

- Grafique la curva $\vec{r}(t)$:

$$\vec{r}(t) = \underbrace{2\hat{i} \sin(t)}_x + \underbrace{2\hat{j} \cos(t)}_y + \underbrace{\hat{k} \frac{t}{\pi}}_z$$

t	x	y	z
0	0	2	0,5
$\frac{\pi}{2}$	2	0	0,5
π	0	-2	1
$\frac{3\pi}{2}$	2	0	1,5
2π	0	2	2

Figura 5.2: Curva paramétrica

- Grafique:

$$\vec{r}(t) = \langle \sin \pi t, t, \cos \pi t \rangle$$

Graficar la circunferencia $x^2 + z^2 = 1, y = 0$

$\vec{r}(0) = \langle 0, 0, 1 \rangle$ El vector que nos servirá para delimitar la gráfica del espiral

Por ejemplo: $\vec{s}(t) = \langle \sin t, t^2, \cos t \rangle$

Capítulo 6

Clase - 2020-02-06

6.1. 13.2 Cálculo con funciones vectoriales, pg.55

- Derivadas:

$$\vec{r}'(t) \quad \text{Respecto a } t$$

- Integrales:

$$\int \vec{r}'(t) dt \quad \text{Respecto a } t$$

6.1.1. Derivadas

-

$$\vec{r}'(t) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{r(t+h) - r(t)}{h}$$

- Como la función $\vec{r}(t)$ está definida por tres funciones componentes se puede hacer:

$$\vec{r}'(t) = \lim_{h \rightarrow 0} \left\langle \underbrace{\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(t+h) - f(t)}{h}}_{f'(t)}, \underbrace{\lim_{h \rightarrow 0} \frac{g(t+h) - g(t)}{h}}_{g'(t)}, \underbrace{\lim_{h \rightarrow 0} \frac{h(t+h) - h(t)}{h}}_{h'(t)} \right\rangle$$

- Derivada entonces es :

$$\vec{r}'(t) = \langle f'(t), g'(t), h'(t) \rangle$$

6.1.2. Integrales

- Integral:

$$\int \vec{r}(t) dt = \int (f\hat{i} + g\hat{j} + h\hat{k}) dt$$

$$\hat{i} \int f dt + \hat{j} \int g dt + \hat{k} \int h dt$$

Integrar la función componente.

6.2. Ejercicios

- Encuentre la 1era y segunda derivada de las siguientes funciones:

$$\vec{r}(t) = \langle \sin(4t), t^2, \ln(\sin(t)) \rangle$$

$$\vec{r}'(t) = \left\langle 4 \cos(4t), 2t, \frac{\cos(t)}{\sin(t)} \right\rangle$$

$$\vec{r}'(t) = \langle 4 \cos(4t), 2t, \cot(t) \rangle$$

$$\vec{r}''(t) = \langle f''(t), g''(t), h''(t) \rangle$$

$$\therefore \vec{r}''(t) = \langle -16 \sin(4t), 2, -\csc^2(t) \rangle$$

2. Derive: $\vec{s}(t) = \hat{i} \tan(4t) + \hat{j} \ln(4t + 1) + \hat{k}(5 - 2t)^{\frac{1}{2}}$

$$\vec{s}'(t) = 4\hat{i}(\sec(4t))^2 + \hat{j}4(4t + 1)^{-1} - \hat{k}(5 - 2t)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\vec{s}''(t) = 8\hat{i} \times \sec(4t) \times \sec(4t) \times \tan(4t) \times 4 - 16\hat{j}(4t - 1)^{-2} - \frac{\hat{k}}{2}(5 - 2t)^{-\frac{3}{2}} \times (-2)$$

$$\vec{s}''(t) = 32\hat{i} \times \sec^2(4t) \times \tan(4t) - 16\hat{j}(4t - 1)^{-2} - \frac{\hat{k}}{2}(5 - 2t)^{-\frac{3}{2}} \times (-2)$$

6.3. Recordatorios & rectas tangentes de funciones vectoriales

■ **Recordar lo siguiente:** $f'(a)$ es igual a la pendiente de la recta tangente a $f(x)$ en $x = a$.

■ **Recordar lo siguiente:** La recta tangente.

$$L_1 : y = f(a) + f'(a)(x - a) \quad \text{Ec. Recta Tangente}$$

■ Con una función vectorial:

$$\vec{r} = \langle f, g, h \rangle, \quad x = f(t), y = g(t), z = h(t)$$

Hay ecuaciones paramétricas para cada variable:

$$\vec{r}'(a) = \langle f'(a), g'(a), h'(a) \rangle$$

Vector de pendientes de rectas tangentes a la curva $\vec{r}(t)$.

■ La derivada de una función vectorial se le da el nombre de “**vector tangente**” $\vec{r}'(t) : \vec{r}'(a)$.

■ Recta tangente: es ahora una función vectorial.

$$\vec{r}(t) = \vec{r}(a) + \vec{r}'(a)t$$

■ Ecs. Paramétricas:

$$\begin{aligned} x &= f(a) + f'(a)t \\ y &= g(a) + g'(a)t \\ z &= h(a) + h'(a)t \end{aligned}$$

■ Vector tangente: $\vec{r}'(a)$ en $t = a$

■ Vector tangente unitario: $\frac{\vec{r}'(a)}{|\vec{r}'(a)|} = \vec{T}(a)$

6.4. Ejercicios

- Encuentre las ecs. paramétricas de la recta tangente a la curva : $s(t) = \langle 2 \cos(t), 2 \sin(t), 4 \cos(2t) \rangle$ en el punto $(\sqrt{3}, 1, 2)$:

$$\text{Recta tangente: } \vec{r}_T(t) = \vec{r}(a) + t\vec{r}'(a)$$

$$\vec{r}_T(a) = \langle \sqrt{3}, 1, 2 \rangle$$

$$\text{Derivada: } \vec{r}'(t) = \langle -2 \sin(t), 2 \cos(t), -8 \sin(2t) \rangle$$

$$\text{Nos preguntamos: ¿Cómo encuentro "a" ? igualamos } r(t) = \langle \sqrt{3}, 1, 2 \rangle$$

$$2 \cos(t) = \sqrt{3} \implies \cos(t) = \frac{\sqrt{3}}{2} \implies t = \frac{\pi}{6}$$

$$2 \sin(t) = 1 \implies 2 \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = 2 \times \frac{1}{2} = 1$$

$$4 \cos(2t) = 2 \implies 4 \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = 4 \times \frac{1}{2} = 2$$

$$\text{Vector tangente: } \vec{r}'\left(\frac{\pi}{6}\right) = \left\langle -2 \sin\left(\frac{\pi}{6}\right), 2 \cos\left(\frac{\pi}{6}\right), -8 \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) \right\rangle$$

$$\vec{r}_T(t) = \langle \sqrt{3}, 1, 2 \rangle + t \langle -1, \sqrt{3}, -4\sqrt{3} \rangle$$

∴

$$x = \sqrt{3} - t$$

$$y = 1 + \sqrt{3}t$$

$$z = 2 - 4\sqrt{3}t$$

Capítulo 7

Clase - 2020-02-11

7.1. 13.2 Cálculo de funciones vectoriales

- Derivadas:

$$\vec{r}'(t) = \langle f'(t), g'(t), h'(t) \rangle$$

- Vector Tangente:

$$\vec{r}'(t)$$

- Tangente unitario:

$$\vec{T}(t) = \frac{\vec{r}'(t)}{|\vec{r}'(t)|}$$

- Integrales indefinidas:

$$\int \langle f, g, h \rangle dt = \langle F + C_1, G + C_2, H + C_3 \rangle$$

$$\int \vec{r}(t) dt = \vec{R}(t) + \vec{C}$$

\vec{R} vector de Antiderivadas

\vec{C} Vector de constantes

- Integrales definidas:

$$\int_a^b \vec{r}(t) dt = \hat{i} \int_a^b f(t) dt + \hat{j} \int_a^b g(t) dt + \hat{k} \int_a^b h(t) dt$$

7.2. Ejercicios de integración

1. $\int_0^1 \left[\frac{4}{1+t^2} \hat{i} + \sec^2\left(\frac{\pi t}{4}\right) \right] dt:$

$$4\hat{i} \times \tan^{-1}(t) \Big|_0^1 + \hat{k} \times \tan\left(\frac{\pi t}{4}\right) \Big|_0^1$$

$$I_i = 4\hat{i} \frac{\pi}{4} + \hat{k} \frac{4}{\pi} = \pi \hat{i} + \hat{k} \frac{4}{\pi} = \left\langle \pi, 0, \frac{4}{\pi} \right\rangle$$

2. $\int \left\langle te^{t^2}, te^t, \frac{q}{\sqrt{1-t^2}} \right\rangle dt :$

$$x: \int e^{t^2} t dt = \frac{1}{2} \int e^u du = \frac{1}{2} e^{t^2} + C_1$$

$$u = t^2$$

$$du = 2t dt$$

$$y: \int te^t dt = te^t - \int te^t - e^t + C_2$$

$$\begin{matrix} u = t & dv = e^t dt \\ du = dt & v = e^t \end{matrix} : \int \frac{1}{1-t^2} dt = \frac{\cos(\theta)}{\sin(\theta)} d\theta = \int d\theta = \underbrace{\theta + C_3}_{\sin^{-1}(t) + C_3} = \sin^{-1}(t) + C_3$$

$$\therefore \int \left\langle te^{t^2}, te^t, \frac{1}{\sqrt{1-t^2}} \right\rangle dt = \frac{1}{2} e^{t^2} + C_1, te^t - e^t + C_2, \sin^{-1}(t) + C_3$$

7.3. Movimiento en el espacio

Dado el vector posición $\vec{r}(t)$ de un objeto:

- Vector velocidad:

$$\vec{v}(t) = \vec{r}'(t)$$

- Vector aceleración:

$$\vec{a}(t) = \vec{v}'(t) = \vec{r}''(t)$$

- Rapidez:

$$|\vec{v}(t)|$$

- Distancia:

$$|\vec{r}(t)|$$

Dado el vector de aceleración $\vec{a}(t)$:

- Velocidad:

$$\vec{v}(t) = \int \vec{a}(t) dt + \vec{C}_1$$

- Desplazamiento o posición:

$$\vec{r}(t) = \int \vec{v}(t) dt + \vec{C}_2$$

7.3.1. Ejercicios

1. Encuentre la velocidad, aceleración y rapidez dada la posición del objeto:

$$\vec{r}(t) = \hat{i}t + 2\hat{j} \cosh(4t) + 3\hat{k} \sinh(3t)$$

Encontramos velocidad: $\vec{r}'(t) = \vec{v}(t) = \hat{i} + 8\hat{j} \sinh(4t) + 9\hat{k} \cosh(3t)$

Encontramos la aceleración: $\vec{r}''(t) = \vec{a}(t) = 32\hat{j} \cosh(4t) + 27\hat{k} \sinh(3t)$

Encontramos la rapidez: $|\vec{v}(t)| = \sqrt{1 + 64 \sinh^2(4t) + 81 \cosh^2(3t)}$

Encontramos la distancia: $|\vec{r}(t)| = \sqrt{t^2 + 4 \cosh^2(4t) + 9 \sinh^2(3t)}$

Tarea # 6: Integrales func. vectoriales 14.1 Funciones en varias variables.

Tarea opcional consolidado: 12,13,14.1

2. Encuentre la velocidad y posición del objeto dada $\vec{a}(t)$ y las condiciones iniciales:

$$\vec{a}(t) = 6t\hat{i} + \hat{j} \cos(t) - \hat{k} \sin(2t), \quad \vec{v}(0) = \frac{\hat{i} + \hat{k}}{2\hat{j} - \hat{k}}$$

$$\text{Velocidad: } \int \vec{a}(t) dt$$

$$\vec{v}(t) = \left\langle 3t^2 + C_1, \sin(t) + C_2, \frac{1}{2} \cos(2t) + C_3 \right\rangle$$

$$\text{Encuentro } \vec{v}(0) = \left\langle C_1, C_2, \frac{1}{2} + C_3 \right\rangle = \langle 1, 0, 1 \rangle$$

$$\begin{aligned} \text{Resolver para las constantes:} \quad & C_1 = 1, \\ & C_2 = 0, \\ & \frac{1}{2} + C_3 = 1 \implies C_3 = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$$\text{Posición: } \int \vec{v}(t) dt$$

$$\vec{r}(t) = \left\langle t^3 + t + d_1, -\cos(t) + d_2, \frac{1}{4} \sin(2t) + \frac{t}{2} + d_3 \right\rangle$$

$$\begin{aligned} \vec{r}(0) = \left\langle \underbrace{d_1, -1 + d_2, d_3}_{d_1 = 0} \right\rangle \\ -1 + d_2 = 2 \implies d_2 = 3 \\ d_3 = -1 \end{aligned}$$

$$\text{Posición: } \vec{r}(t) = \left\langle t^3 + t, 3 - \cos(t), \frac{1}{4} \sin(2t) + \frac{t}{2} - 1 \right\rangle$$

$$3. \vec{a}(t) = 8t\hat{i} + \sinh(t)\hat{j} - \hat{k}e^{\frac{t}{2}} :$$

$$\underbrace{\vec{v}(0) = \vec{0}}_{\text{Está en reposo}} \quad \vec{s}(0) = 2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}$$

$$\text{Velocidad: } \vec{v}(t) = \left\langle 4t^2 + C_1, \cosh(t) + C_2, -2e^{\frac{t}{2}} + C_3 \right\rangle$$

$$\begin{aligned} \vec{v}(0) = \left\langle \underbrace{C_1, 1 + C_2, -2 + C_3}_{\substack{C_1 = 0, \\ C_2 = -1 \\ C_3 = 2}} \right\rangle = \langle 0, 0, 0 \rangle \end{aligned}$$

$$\vec{v}(t) = \left\langle 4t^2, \cosh(t) - 1, -2e^{\frac{t}{2}+2} \right\rangle$$

$$\text{Posición: } \vec{r}(t) = \left\langle \frac{4}{3}t^3 + C_1, \sinh(t) - t + C_2, -4e^{\frac{t}{2}} + 2t + C_3 \right\rangle$$

$$\begin{aligned} \vec{r}(0) = \langle C_1, C_2, -4 + C_3 \rangle = \underbrace{\langle 2, 1, -3 \rangle}_{\substack{C_2 = 1 \\ C_3 = -3 + 4 = 1}} \end{aligned}$$

$$\vec{r}(t) = \left\langle \frac{4}{3}t^3 + 2, \sinh(t) - t + 1, -4e^{\frac{t}{2}} + 2t + 1 \right\rangle$$

Se evalúa el vector en 0 por que se quiere saber el valor de las constantes cuando están en reposo.

Por defecto siempre evaluar en 0 para encontrar C_1, C_2 & C_3 .

7.4. 13.3 IOGN

10.4 Ecs. Paramétricas de una curva en el plano de dos dimensiones era:

$$\begin{aligned}x &= f(t) \\ y &= g(t)\end{aligned}$$

■ La longitud de arco:

$$L = \int_a^b \sqrt{(x')^2 + (y')^2 + (z')^2} dt$$

■ Función vectorial:

$$\vec{r} = \langle f, g, h \rangle = \langle x, y, z \rangle$$

■ Derivada de función vectorial:

$$\vec{r}' = \langle x', y', z' \rangle$$

■ Magnitud:

$$|\vec{r}'| = \sqrt{(x')^2 + (y')^2 + (z')^2}$$

■ En general:

$$L = \int_a^b |\vec{r}'(t)| dt$$

7.5. Ejercicios

Encuentre la longitud de las siguientes curvas:

1. $\vec{r}(t) = \langle \cos(t), \sin(t), \ln(\cos) \rangle$ en $0 \leq t \leq \frac{\pi}{4}$

$$\begin{aligned}L &= \int_0^{\frac{\pi}{4}} |\vec{r}'(t)| dt \\ \vec{r}'(t) &= \langle -\sin(t), \cos(t), \tan^2(t) \rangle \\ |\vec{r}'(t)| &= \sqrt{\sin^2(t) + \cos^2(t) + \tan^2(t)} = \sqrt{1 + \tan^2(t)} = \sec^2(t) = \sec^2(t) \\ L &= \int_0^{\frac{\pi}{4}} \sec(t) dt = \ln |\sec(t) + \tan(t)| \Big|_0^{\frac{\pi}{4}} = \ln \left| \sec\left(\frac{\pi}{4}\right) + \tan\left(\frac{\pi}{4}\right) \right| - \ln |\sec(0) + \tan(0)| \\ L &= \ln \left| \frac{2}{\sqrt{2}} + 1 \right| - \ln |1| = \ln |\sqrt{2} + 1|\end{aligned}$$

2. $\vec{r}(t) = \langle 12t, 8t^{\frac{3}{2}}, 3t^2 \rangle$ en $0 \leq t \leq 1$:

$$\begin{aligned}\vec{r}'(t) &= \langle 12, 12t^{\frac{1}{2}}, 6t \rangle = 6 \langle 2, 2t^{\frac{1}{2}}, t \rangle \\ |\vec{r}'(t)| &= 6\sqrt{4 + 4t + t^2} = 6\sqrt{(t+2)^2} = 6(t+2) \\ L &= \int_0^1 (6t + 12) dt = 3t^2 + 12t \Big|_0^1 = 3 + 12 = 15\end{aligned}$$