

SÈRIE 3

- Avalueu cada pregunta en punts i mitjos punts, però no en altres decimals. Ara bé, dins de cada pregunta podeu utilitzar qualsevol decimal i després arrodonir la suma total. Podeu matisar la nota de cada pregunta amb signes + i –, de manera que es compensin els matisos entre totes les preguntes.
- Aquestes pautes no preveuen tots els casos que en la pràctica es poden presentar. Tampoc no pretenen donar totes les possibles solucions a un problema ni tan sols la millor.
- Hi haurà molts casos concrets en què serà difícil aplicar els criteris que s'exposen a continuació. Apliqueu-los en els casos clars. En els casos dubtosos, feu prevaler el vostre criteri i sentit comú.
- Valoreu totes les parts de cada subapartat que siguin correctes, encara que el resultat final no ho sigui.
- Penalitzeu els errors simples de càlcul amb 0, 0,25 o 0,5 punts segons la importància de l'error i el vostre criteri. Els errors de càlcul que portin a resultats incoherents o absurds, penalitzeu-los amb 0,75 o 1 punt. Si l'error és molt escandalós, podeu puntuar tot l'apartat amb 0 punts.
- Copieu la nota de la pregunta i en la casella i , a fi de poder fer estadístiques sobre cada qüestió.

QÜESTIONS

1.- Trobeu les equacions dels plans paral·lels a $\pi : 2x - y + 2z = 3$ situats a distància 6 d'ell.

Els plans demanats tenen equacions de la forma $2x - y + 2z + D = 0$ i han de passar a distància 6 de qualsevol punt del pla π , per exemple el $(0, -3, 0)$. Per tant, s'ha de verificar

$$6 = \left| \frac{3 + D}{\sqrt{4 + 1 + 4}} \right| = \left| \frac{3 + D}{3} \right| \rightarrow 3 + D = \pm 18 \rightarrow D = 15 \quad \text{i} \quad D = -21.$$

Substituint els valors de D s'obtenen les equacions demanades.

$$2x - y + 2z + 15 = 0, \quad 2x - y + 2z - 21 = 0.$$

PUNTUACIÓ:

1 punt pel plantejament i arribar a escriure alguna expressió matemàtica equivalent a "pla paral·lel situat a distància 6 de π ".

0.5 punts per cada solució.

2.- Donada la matriu següent depenent d'un paràmetre m ,

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 2 & m & 2m \\ m & 2 & 2+m \end{pmatrix}$$

a) Estudieu el seu rang segons els valors de m .

b) Digueu quina és la posició relativa dels plans $\pi_1: x + y + 2z = 2$,
 $\pi_2: 2x + my + 2mz = 2 + m$ i $\pi_3: mx + 2y + (2 + m)z = 0$, segons els valors de m .

a) Esglaonant,

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 2 & m & 2m \\ m & 2 & 2+m \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 0 & m-2 & 2m-4 \\ 0 & 2-m & 2-m \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 0 & m-2 & 2m-4 \\ 0 & 0 & m-2 \end{pmatrix}$$

Llavors, el rang de la matriu es 3 si $m \neq 2$ i 1 si $m = 2$.

L'obtenció del valor de m que discrimina també es pot fer igualant a zero el determinant de la matriu.

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 2 & m & 2m \\ m & 2 & 2+m \end{vmatrix} = m^2 - 4m + 4 = (m-2)^2 = 0 \rightarrow m = 2.$$

A partir d'aquí cal esbrinar quin rang té la matriu quan $m = 2$

b) Val la pena observar que la matriu de l'apartat anterior és la matriu de coeficients dels plans donats. Així, si $m \neq 2$, el sistema és compatible determinat; per tant, els plans es tallen en un punt. Si $m = 2$, les equacions són $\pi_1: x + y + 2z = 2$, $\pi_2: 2x + 2y + 4z = 4$ i $\pi_3: 2x + 2y + 4z = 0$, els dos primers plans són coincidents i el tercer és paral·lel a ells.

PUNTUACIÓ:

1 punt per cada apartat.

3.- Considereu la matriu $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ p & q \end{pmatrix}$. Trobeu els valors de p i q que fan que es verifiqui $A^2 = A$. En aquest cas, raoneu sense calcular què val A^{10} .

$$A^2 = A \cdot A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ p & q \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ p & q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p & q \\ pq & p+q^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ p & q \end{pmatrix}$$

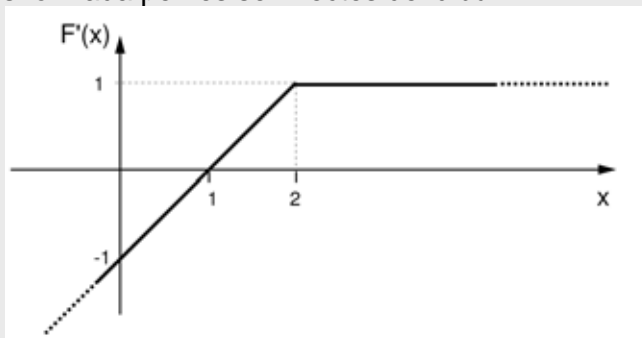
i la igualtat es compleix quan $p=0$ i $q=1$.

Si la matriu verifica $A^2 = A$, llavors, $A^3 = A \cdot A^2 = A \cdot A = A$. Procedint de manera successiva, es pot veure que qualsevol altra potència de la matriu A també val A .

1 punt per trobar els valors de p i q .

1 punt per justificar que $A^{10} = A$. No es demana fer una demostració per inducció o similar. Simplement que justifiquin aquest resultat sense fer càlculs.

4.- La funció derivada $F'(x)$ d'una funció contínua $F: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ que passa per l'origen és una funció a trossos formada per les semirectes del dibuix



Escriviu l'expressió de la funció $F(x)$ com una funció a trossos.

La derivada de la funció $F(x)$ es pot expressar com

$$F'(x) = \begin{cases} x-1 & \text{si } x < 2 \\ 1 & \text{si } 2 \leq x \end{cases}$$

ja que la primera branca és una recta de pendent 1 que passa per $(1,0)$ i la segona és una funció constant. El punt $x=2$ s'ha d'incorporar a una i només una de les dues branques. Ara bé, per continuïtat es pot escollir la que es vulgui.

Llavors, integrant,

$$F(x) = \begin{cases} \frac{x^2}{2} - x + C & \text{si } x < 2 \\ x + K & \text{si } 2 \leq x \end{cases}$$

Com que la funció passa per l'origen, la primera constant indeterminada val $C = 0$. Llavors, donat que la funció ha de ser contínua a $x = 2$, $\frac{4}{2} - 2 = 2 + K \rightarrow K = -2$ i la funció és

$$F(x) = \begin{cases} \frac{x^2}{2} - x & \text{si } x < 2 \\ x - 2 & \text{si } 2 \leq x \end{cases}$$

PUNTUACIÓ:

0.5 punts per l'expressió de $F'(x)$.

0.5 punts per la integració.

0.5 punts per l'obtenció de C .

0.5 punts per l'obtenció de K .

PROBLEMES

5.- Una recta r és paral·lela a la recta $s: x-1 = y-1 = z-1$, talla en un punt A a la recta $t: \frac{x-1}{3} = \frac{y}{2} = z+1$ i en un punt B a la recta $l: \frac{x-2}{2} = \frac{y-1}{2} = \frac{z}{3}$.

- Trobeu l'equació del pla determinat per les rectes r i t .
- Calculant el punt d'intersecció del pla anterior amb la recta l , trobeu el punt B .
- Trobeu l'equació de la recta r .
- Trobeu el punt A .

a) El pla demanat és paral·lel als vectors directors de les rectes s i t , $(1,1,1)$ i $(3,2,1)$ respectivament. Llavors, el vector de coeficients (a,b,c) del pla demanat és qualsevol que sigui perpendicular als dos vectors. Per exemple, es pot plantejar el sistema

$$\begin{cases} (a,b,c) \cdot (1,1,1) = 0 \\ (a,b,c) \cdot (3,2,1) = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a + b + c = 0 \\ 3a + 2b + c = 0 \end{cases} \rightarrow b = -2a, c = a.$$

Per tant, qualsevol vector de la forma $(a, -2a, a)$, per exemple $(1, -2, 1)$, serveix com a vector de coeficients o perpendicular al pla. Per construir l'equació només resta trobar un punt del pla. Qualsevol de la recta t serveix, per exemple el $(1, 0, -1)$.

Equació del pla: $(x-1) - 2y + (z+1) = 0 \rightarrow x - 2y + z = 0$.

També es pot obtenir el vector (a,b,c) per mitjà del producte vectorial

$$\begin{vmatrix} e_1 & e_2 & e_3 \\ 1 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \end{vmatrix} = (-1, 2, -1)$$

i a partir d'aquí es completa la construcció de l'equació.

b) Punt d'intersecció de la recta $l: \frac{x-2}{2} = \frac{y-1}{2} = \frac{z}{3}$ i el pla $x - 2y + z = 0$:

La primera igualtat de l'equació de la recta permet escriure $x = y + 1$. Si es substitueix dins l'equació del pla i s'aïlla z s'obté $z = y - 1$. Finalment, substituint z dins la segona igualtat de l'equació de la recta, $\frac{y-1}{2} = \frac{y-1}{3} \rightarrow y = 1$ i el punt buscat és $B=(2,1,0)$.

c) La recta r és la paral·lela a s que passa per B ,

$$x - 2 = y - 1 = z.$$

d) Finalment, el punt A és el d'intersecció de r i t ,

$$\begin{cases} x - 2 = y - 1 = z \\ \frac{x-1}{3} = \frac{y}{2} = z + 1 \end{cases}$$

De les dues igualtats de l'equació de r es pot escriure $x = z + 2$ i $y = z + 1$. Quan es substitueixen dins l'equació de t ,

$$\frac{z+1}{3} = \frac{z+1}{2} = z+1,$$

on les dues igualtats es verifiquen quan $z = -1$. Per tant, el punt A és $(1,0,-1)$.

PUNTUACIÓ:

Apartat a) 0.5 punts pel vector de coeficients i 0.5 per l'equació del pla.

Apartats b), c) i d) 1 punt cada un.

6.- Donades les funcions $f(x) = x^2 - ax - 4$ i $g(x) = \frac{x^2}{2} + b$,

- Calculeu a i b de manera que les gràfiques de $f(x)$ i de $g(x)$ siguin tangents en el punt d'abscissa $x = 3$, és a dir, que tinguin la mateixa recta tangent en aquest punt.
- Trobeu l'equació de la recta tangent esmentada a l'apartat anterior.
- Pel valor de a obtingut al primer apartat, calculeu el valor de l'àrea de la regió limitada per l'eix d'abscisses OX i la funció $f(x)$.

a) Les gràfiques d'ambdues funcions seran tangents en el punt d'abscissa $x = 3$ quan en aquest punt coincideixin les funcions i les derivades, és a dir,

$$f(3) = g(3), \quad f'(3) = g'(3).$$

Llavors,

$$\begin{cases} 9 - 3a - 4 = \frac{9}{2} + b \\ 6 - a = 3 \end{cases} \rightarrow a = 3, \quad b = -\frac{17}{2}.$$

b) L'equació de la recta tangent demandada es pot construir a partir de qualsevol de les dues funcions, per exemple a partir de $f(x)$.

Com que $f(3) = -4$, $f'(3) = 3$, l'equació és $y + 4 = 3(x - 3)$.

c) Per calcular l'àrea demandada, primer cal trobar els punts de tall amb l'eix i esbrinar si la funció queda per sobre o per sota del mateix.

$$f(x) = 0 \rightarrow x^2 - 3x - 4 = 0 \rightarrow x = -1, x = 4.$$

En un punt intermedi, per exemple quan $x = 0$, la funció és negativa i, per tant, en l'interval d'integració queda per sota de l'eix. També s'admet una representació gràfica o, també, com que la corba $y = f(x)$ és una paràbola amb les branques orientades amunt, necessàriament ha de tancar la regió per sota de l'eix.

$$\text{Àrea} = -\int_{-1}^4 (x^2 - 3x - 4) dx = \left[-\frac{x^3}{3} + \frac{3x^2}{2} + 4x \right]_{-1}^4 = \frac{125}{6} \text{ u}^2$$

PUNTUACIÓ:

Apartat a)

0.5 punts per plantejar la igualtat de la funció i de la derivada quan $x = 3$.0.5 pel càlcul de a i 0.5 pel càlcul de b .

Apartat b) 1 punt.

Apartat c)

0.5 punts pel planteig de la integral (punts de tall, orientació i expressió de la integral que s'ha de calcular).

0.5 punts pel càlcul correcte de la primitiva.

0.5 punts per l'aplicació correcta de la regla de Barrow.