



## Sèrie 0

1. (a) Tal com es veu en el dibuix, les abscisses dels punts  $(0, 5)$ ,  $P$ , i  $Q$  són les tres solucions de l'equació  $f(x) = 5$ :

$$-x^3 + 7x^2 - 6x + 5 = 5 \rightarrow x(-x^2 + 7x - 6) = 0$$

$$x = 0, \quad x = \frac{-7 \pm \sqrt{49 - 24}}{-2} = \begin{cases} 1 \\ 6 \end{cases}$$

Per tant, les coordenades dels punts que es demana són  $P = (1,5)$ ,  $Q = (6,5)$ , i  $R = (6,0)$ .

Ara, la recta  $r$  que passa pels punts  $P = (1,5)$  i  $R = (6,0)$  té pendent  $m = \frac{0-5}{6-1} = -1$ , per tant és  $y = -x + n$  i, com que passa pel punt  $R = (6,0)$ , tenim que  $n = 6$ ; es tracta de la recta  $y = -x + 6$ .

- (b) L'àrea del terreny, és la integral definida entre els punts d'abscissa  $x = 1$  i  $x = 6$  de la funció  $f(x)$  menys la recta:

$$A = \int_1^6 (f(x) - r(x)) dx =$$

$$= \int_1^6 ((-x^3 + 7x^2 - 6x + 5) - (-x + 6)) dx =$$

$$= \int_1^6 (-x^3 + 7x^2 - 5x - 1) dx = \left[ -\frac{x^4}{4} + \frac{7}{3}x^3 - \frac{5}{2}x^2 - x \right]_1^6 =$$

$$= \left( -\frac{6^4}{4} + \frac{7}{3}6^3 - \frac{5}{2}6^2 - 6 \right) - \left( -\frac{1}{4} + \frac{7}{3} - \frac{5}{2} - 1 \right) = \frac{1025}{12} = 85.416 \dots u^2.$$

Alternativament, es pot integrar només  $f(x)$  entre 1 i 6, i restar-ne el triangle inferior no inclòs al terreny:

$$A = \int_1^6 f(x) dx - \frac{5 \cdot 5}{2} = \int_1^6 (-x^3 + 7x^2 - 6x + 5) dx - \frac{25}{2} = \left[ -\frac{x^4}{4} + \frac{7}{3}x^3 - 3x^2 + 5x \right]_1^6 - \frac{25}{2} =$$

$$\left( -\frac{6^4}{4} + \frac{7}{3}6^3 - 3 \cdot 6^2 + 5 \cdot 6 \right) - \left( -\frac{1}{4} + \frac{7}{3} - 3 + 5 \right) - \frac{25}{2} =$$

$$\frac{1175}{12} - \frac{25}{2} = 85.416 \dots u^2.$$

**Criteris de correcció:** (a) Compteu 0,25 per plantejar bé l'equació, 0,25 per resoldre-la, 0,25 per donar les coordenades dels tres punts i 0,5 per l'equació de la recta. (b) Compteu 0,5 pel plantejament de la integral i 0,75 pel càlcul.

**Comentaris:** Compteu bé qualsevol de les maneres de fer-ho, si són correctes i estan ben explicades.



2. (a) La matriu de coeficients i la matriu ampliada del sistema són:

$$M = \begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & k \\ 3 & 3 & 0 \end{pmatrix} \quad i \quad \overline{M} = \begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 & 4 \\ 1 & -1 & k & 3 \\ 3 & 3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Si calculem el determinant de coeficients i l'igualem a zero, obtenim

$$\begin{vmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & k \\ 3 & 3 & 0 \end{vmatrix} = -3 + 6k - 3 - 12k = -6k - 6 = 0,$$

és a dir,  $k = -1$ . Per tant, si  $k \neq -1$  tindrem  $\text{rang}(M) = \text{rang}(\overline{M}) = 3$ , que coincideix amb el número d'incògnites, i el sistema és compatible determinat. En canvi, si  $k = -1$ , el sistema queda

$$\left. \begin{array}{l} 4x + 2y - z = 4 \\ x - y - z = 3 \\ 3x + 3y = 1 \end{array} \right\}$$

I, com que la tercera equació és la resta de la primera menys la segona, és un sistema compatible indeterminat.

La solució per a  $k = 0$  la podem calcular per la regla de Cramer:

$$x = \frac{\begin{vmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 3 & -1 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 3 & 3 & 0 \end{vmatrix}} = \frac{-10}{-6} = \frac{5}{3},$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} 4 & 4 & -1 \\ 1 & 3 & 0 \\ 3 & 1 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 3 & 3 & 0 \end{vmatrix}} = \frac{8}{-6} = -\frac{4}{3},$$

$$z = \frac{\begin{vmatrix} 4 & 2 & 4 \\ 1 & -1 & 3 \\ 3 & 3 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 3 & 3 & 0 \end{vmatrix}} = \frac{-4 + 18 + 12 + 12 - 36 - 2}{-6} = 0.$$

(b) Per al cas  $k = -1$ , i eliminant la tercera equació perquè és redundant, obtenim

$$\left. \begin{array}{l} 4x + 2y - z = 4 \\ x - y - z = 3 \end{array} \right\}$$



Restant, obtenim  $3x + 3y = 1$ . Fent  $x = \lambda$ , tenim  $y = \frac{1}{3} - \lambda$  i llavors  $z = x - y - 3 = \lambda - \frac{1}{3} + \lambda - 3 = 2\lambda - \frac{10}{3}$ . Totes les solucions del sistema són, doncs, de la forma

$$(x, y, z) = \left( \lambda, \frac{1}{3} - \lambda, 2\lambda - \frac{10}{3} \right), \quad \lambda \in \mathbb{R}.$$

(c) Com hem notat, en el cas  $k = -1$ , la tercera equació és redundant perquè és la resta de la primera menys la segona. Si modifiquem el terme independent posant, per exemple,  $3x + 3y = 2$  tindrem la incongruència  $1 = 2$  i el sistema serà incompatible. Dit d'una altra manera, és incompatible perquè la matriu de coeficients no ha canviat, i té rang 2, mentre que ara la matriu ampliada té rang 3 ja que

$$\begin{vmatrix} 2 & -1 & 4 \\ -1 & -1 & 3 \\ 3 & 0 & 2 \end{vmatrix} = -4 - 9 + 12 - 2 = -3 \neq 0.$$

Criteris de correcció: (a) Compteu 0,25 pel determinant, 0,25 per la discussió i 0,5 per la solució del cas  $k = 0$ . (b) Compteu 0,75 per l'expressió paramètrica de totes les solucions. (c) Compteu 0,25 per la nova equació i 0,5 per la justificació que ara és incompatible.

3. (a) Calculem primer la probabilitat que les dues boles tinguin la mateixa lletra. Això només pot passar si són dues A o dues S.

$$P(\text{dues A}) = P(\text{primera A i segona A}) = \frac{2}{9} \cdot \frac{1}{8} = \frac{1}{36} = P(\text{dues S}).$$

Per tant,  $P(\text{dues diferents}) = 1 - P(\text{dues iguals}) = 1 - 2 \cdot \frac{1}{36} = \frac{17}{18} = 0.944 \dots$

Alternativament, ho podem argumentar directament de la manera següent: si la primera bola no és ni A ni S, segur que les dues lletres són diferents; si la primera bola és una A, hi ha 7 boles favorables per a la segona extracció (totes menys l'altra A); i anàlogament, si la primera bola és una S, hi ha també 7 boles favorables per a la segona extracció. Per tant,

$$\begin{aligned} P(\text{dues diferents}) &= P(\text{primera no és ni A ni S}) + P(\text{primera A i segona no A}) \\ &\quad + P(\text{primera S i segona no S}) = \\ &= \frac{5}{9} + \frac{2}{9} \cdot \frac{7}{8} + \frac{2}{9} \cdot \frac{7}{8} = \frac{17}{18}. \end{aligned}$$



(b) El nombre de boles A extretes segueix una llei binomial amb  $n = 5$  i  $p = \frac{2}{9}$ . Passant al complementari, tenim

$$\begin{aligned} P(\text{almenys } 2 A) &= 1 - P(\text{una } A) - P(\text{cap } A) = 1 - \binom{5}{1} \left(\frac{2}{9}\right) \left(\frac{7}{9}\right)^4 - \left(\frac{7}{9}\right)^5 = \\ &= 0.308 \dots \end{aligned}$$

(c) Si derivem la funció i la iguaem a zero,

$$f'(x) = 2 \frac{\frac{1}{x}x - \ln x}{x^2} = 2 \frac{1 - \ln x}{x^2} = 0,$$

ens queda l'equació  $\ln x = 1$ ; per tant,  $f$  té només un punt crític,  $x = e$ . Resulta que és un màxim ja que la derivada segona és negativa:

$$f''(x) = 2 \frac{-\frac{1}{x^2}x^2 - (1 - \ln x) \cdot 2x}{x^4}, \quad f''(e) = 2 \frac{-e}{e^4} = -2e^{-3} < 0.$$

Com que només té un màxim, la funció és creixent en l'interval  $(0, e)$  i decreixent en  $(e, +\infty)$ , cosa que també podem veure directament mirant el signe de la derivada.

**Criteris de correcció:** (a) Compteu 0,5 pel plantejament i 0,25 pel càlcul. (b) Compteu 0,5 pel plantejament i 0,25 pel càlcul. (c) Compteu 0,5 pel càlcul de la derivada, 0,25 per determinar el màxim i 0,25 per les zones de creixement i decreixement.

**Comentaris:** És un mètode més llarg però a l'apartat (b) es pot respondre també calculant amb la binomial  $P(2A) + P(3A) + P(4A) + P(5A)$ ; doneu també aquestes respostes com a correctes si estan ben argumentades.

**4A.** (a) El pla buscat ha de ser perpendicular al vector  $\overrightarrow{AB} = (-3, -2, 3) - (1, 2, 3) = (-4, -4, 0) \sim (1, 1, 0)$ , per tant, té equació de la forma  $x + y + 0z + D = 0$ . A més, ha de passar pel punt mig  $\frac{1}{2}(A + B) = (-1, 0, 3)$ ; per tant,  $-1 + D = 0$  i es tracta del pla d'equació  $x + y + 1 = 0$ .

Geomètricament és clar que aquest pla  $\pi$  està format, precisament pels punts a igual distància de  $A$  que de  $B$ . Efectivament, per un punt arbitrari  $P = (x, y, z)$ , l'equació  $d(P, A) = d(P, B)$  és equivalent a

$$\sqrt{(x-1)^2 + (y-2)^2 + (z-3)^2} = \sqrt{(x+3)^2 + (y+2)^2 + (z-3)^2},$$

$$\begin{aligned} x^2 - 2x + 1 + y^2 - 4y + 4 + z^2 - 6z + 9 \\ = x^2 + 6x + 9 + y^2 + 4y + 4 + z^2 - 6z + 9, \end{aligned}$$



$$-2x + 1 - 4y = 6x + 9 + 4y,$$

$$-8x - 8y - 8 = 0$$

que simplificant-la és, precisament, l'equació del pla  $\pi$ ,  $x + y + 1 = 0$ .

(b) Usant la fórmula de la distància punt-pla, tenim

$$d(A, \pi) = \frac{|1+2+1|}{\sqrt{1^2+1^2+0^2}} = \frac{4}{\sqrt{2}}, \quad d(B, \pi) = \frac{|-3-2+1|}{\sqrt{1^2+1^2+0^2}} = \frac{4}{\sqrt{2}}$$

No és casualitat que doni el mateix resultat: les projeccions ortogonals de  $A$  i de  $B$  al pla  $\pi$  són, precisament el punt mig  $\frac{1}{2}(A + B) = (-1, 0, 3)$  per on hem fet passar el pla  $\pi$ , perpendicular al vector  $\overrightarrow{AB}$ .

(c) El punt  $C = (-7, 6, 3)$  compleix  $-7 + 6 + 1 = 0$  i per tant pertany al pla  $\pi$  de l'apartat anterior. Això vol dir que  $d(C, A) = d(C, B)$  i, per tant, el triangle  $ABC$  té almenys dos costats iguals; per tant, és isòsceles.

Per calcular la seva àrea només necessitem la longitud de la base  $d(A, B) = 2 \frac{4}{\sqrt{2}} = 4\sqrt{2}$ , i la seva alçada, que és la distància de  $C$  al punt mig entre  $A$  i  $B$ :

$$h = d((-7, 6, 3), (-1, 0, 3)) = \sqrt{6^2 + 6^2 + 0^2} = \sqrt{72} = 6\sqrt{2}.$$

Per tant el triangle  $ABC$  té àrea

$$\text{Àrea} = \frac{4\sqrt{2} \cdot 6\sqrt{2}}{2} = 24 \text{ u}^2.$$

**Críteris de correcció:** (a) Compteu 0,5 per calcular l'equació del pla  $\pi$ , i 0,5 per justificar que es tracta dels punts equidistants de  $A$  i de  $B$ . (b) Compteu 0,25 per calcular una distància, 0,25 per l'altra, i 0,25 per justificar que no és casualitat que donin el mateix resultat. (c) Compteu 0,25 per raonar que el triangle és isòsceles, 0,25 per calcular la base i 0,25 per calcular l'alçada.

**4B.** (a) Com s'indica a l'enunciat, denotem per  $x$  la fondària del cobert, i denotem per  $h$  l'alçada; l'amplada serà  $3x$ . El volum del cobert ha de ser de  $6 \text{ m}^3$ , és a dir,  $3x \cdot x \cdot h = 6$  i per tant  $h = \frac{2}{x^2}$ . El cost de construcció ve donat per

$$C(x) = 30 \cdot (3xh + xh + xh) + 50 \cdot 3x^2 + 35 = 150xh + 150x^2 + 35 =$$



$$= 150x \cdot \frac{2}{x^2} + 150x^2 + 35 = \frac{300}{x} + 150x^2 + 35.$$

(b) Per minimitzar la funció  $C(x)$ , calculem la seva derivada:

$$C'(x) = \frac{-300}{x^2} + 300x$$

Si resollem l'equació  $C'(x) = 0$  obtenim  $\frac{300}{x^2} = 300x$  o, equivalentment,  $x^3 = 1$ , que té com a única solució real  $x = 1$ . Com que  $C''(x) = \frac{600}{x^3} + 300$  i  $C''(1) > 0$ , comprovem fàcilment que es tracta d'un mínim de la funció. Així doncs, les dimensions del cobert han de ser  $x = 1$  metre de fondària,  $3x = 3$  metres d'amplada, i  $h = \frac{2}{1^2} = 2$  metres d'alçada. Per aquestes dimensions el cost de construcció és de  $C(1) = \frac{300}{1} + 150 \cdot 1^2 + 35 = 485$  euros.

**Criteris de correcció:** (a) Compteu 0,25 pel planteig correcte de les variables (amplada, fondària i alçada), 0,5 per expressar la lligadura que representa el volum fixat, i 0,5 per l'expressió final del cost. (b) Compteu 0,25 per la derivada, 0,25 per aïllar correctament, 0,25 per justificar que es tracta d'un mínim, 0,25 per les tres dimensions demanades, i 0,25 pel càlcul del cost total.

**Comentaris:** Poden plantejar que l'amplada és  $x$  i la fondària  $\frac{x}{3}$ ; els càlculs seran diferents però doneu els punts corresponents de cada part sempre que estigui ben feta i ben argumentada. La justificació que es tracta d'un mínim pot fer-se també sense la derivada segona, analitzant el signe de la derivada primera; compteu-ho bé si ho fan així, sempre que estigui ben argumentat.