

Nombre:

RESOLUCIÓN

Apellidos:

Duración: 3 horas

Las 6 cuestiones teóricas valen 1 pto. cada una. Los 2 problemas valen 2 ptos. cada uno. NO SOBREPASES NUNCA EL ESPACIO DEJADO PARA CADA CUESTIÓN, SEA TEÓRICA O UN PROBLEMA.

TEORÍA

1. Define luminiscencia y, a partir de ella, diferencia entre fluoerescencia y fosforescencia.

LUMINISCENCIA: Toda emisión de luz por un cuerpo que no es provocada por incandescencia (aumento de la temperatura) o por emisión láser 0'5

FLUORESCENCIA: re-emisión de luz por un cuerpo a una $\lambda > \lambda_{\text{INCIDENTE}}$
Es una re-emisión instantánea. 0'25

FOSFORESCENCIA: re-emisión persistente, aún sin la presencia de la fuente radiante, de luz por un cuerpo a una $\lambda > \lambda_{\text{INCIDENTE}}$ 0'25

2. Sea un campo visual circular formado por dos mitades de forma que, a la izquierda se presenta un estímulo monocromático $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$ con $L_e(500) = 50 \text{ mW/sr}\cdot\text{m}^2$, y, a la derecha, otro estímulo monocromático $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$ con $L_e(600) = 50 \text{ mW/sr}\cdot\text{m}^2$. Explica qué es lo que marcaría un radiómetro, un fotómetro y el Ojo en cada semicampo. 0'2

RADIÓMETRO (univariante): $L_e(500) = L_e(600) = 50 \text{ mW/sr}\cdot\text{m}^2 \Rightarrow$ SON IGUALES

FOTÓMETRO (univariante): $V(500) = 0'3230 < V(600) = 0'6310$

$\Rightarrow L(500) = 683 L_e(500) V(500) = 11'03 \text{ cd/m}^2$
 $\Rightarrow L(600) = 683 L_e(600) V(600) = 21'55 \text{ cd/m}^2$ } \Rightarrow SON DIFERENTES 0'3

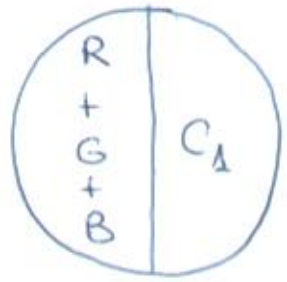
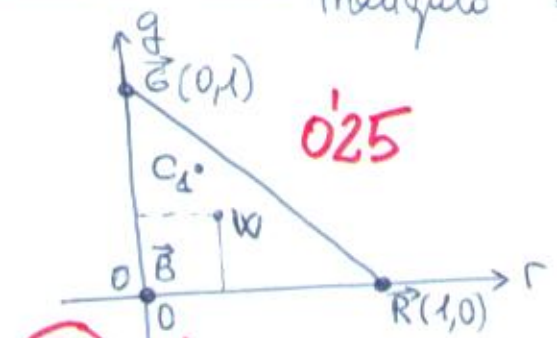
OJO (TRIVARIANTE):

$\lambda_1 \neq \lambda_2 \Rightarrow$ se percibirá diferencia de tono: $1 \equiv \text{verde-azul}$, $2 \equiv \text{naranja}$
 $P_c(\lambda_1) = P_c(\lambda_2)$, por ser colores espectrales \Rightarrow no se percibirá diferencia de pureza

$L(500) < L(600) \Rightarrow$ se percibirá diferencia de luminosidad 0'5
color 2 + claro que color 1

3. ¿Qué significa que dos de las tres coordenadas cromáticas de un estímulo-color sean negativas? Pon un ejemplo utilizando un campo bipartito y el correspondiente diagrama cromático con las posiciones de los tres primarios y el blanco de referencia.

LEY DEL CENTRO GRAVEDAD → los colores reproducibles por tres primarios están dentro del "triángulo" ⇒ $r, g, b > 0$, $r + g + b = 1$

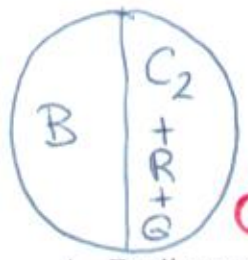


$F(C_1)\vec{C}_1 \equiv F_{C_1}(R)\vec{R} + F_{C_1}(G)\vec{G} + F_{C_1}(B)\vec{B}$
 $F(C_1) = F_{C_1}(R) + F_{C_1}(G) + F_{C_1}(B)$

C_2 0'25

si, p.e., $r, g < 0$ manteniendo $r + g + b = 1$ ⇒ se verifica que:

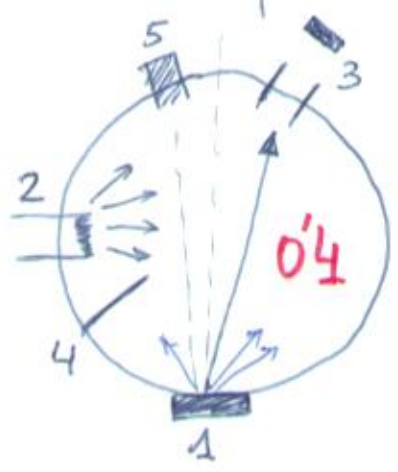
$F(C_2)\vec{C}_2 \equiv -F_{C_2}(R)\vec{R} - F_{C_2}(G)\vec{G} + F_{C_2}(B)\vec{B}$ 0'25



$F_{C_2}(B) = F(C_2) + F_{C_2}(R) + F_{C_2}(G) \Rightarrow C_2$ NO SERÁ REPRODUCIBLE COMO ADICIÓN DE PRIMARIOS

4. Explica para qué sirve y cómo se utiliza una esfera integradora.

Recinto esférico, acoplado a un espectrofotómetro, recubierto de blanco mate con varias aperturas que se indican a continuación: 0'1 0'1



- 1: apertura donde se coloca la muestra para medir su color a partir de su reflectancia espectral $\rho(\lambda)$ 0'1
- 2: apertura donde se coloca la lámpara 0'1
- 3: apertura por donde sale la luz reflejada difusamente por la muestra y recolectada por la esfera hacia el detector 0'1
- 4: pantalla para evitar la incidencia especular directa 0'1
- 5: trampa de brillo, accesorio opcional, para admitir o no la componente especular (brillo) de la reflectancia del objeto 0'1

configuración
d/0
d/8

→ sin brillo : SPEX
 → con brillo : SPINC

5. Explica de forma aproximada las desviaciones de las muestras Munsell siguientes:

H V/C	ΔL	ΔC	ΔH
5BG 6/6 (= std)			
2.5 BG 6/6	0	0	< 0
5 BG 4/2	< 0	< 0	0

H ↓
V/C →
tono ↓
densidad ↓

0'33 ⇒

2.5 BG 6/6 vs. 5B 6/6 (≡ std):

V iguales, C iguales ⇒ $\Delta L = 0 = \Delta C$

2.5 < 5 ⇒ $\Delta H < 0$, hacia el verde 0'33

5 BG 4/2 vs. 5BG 6/6 (≡ std):

V = 4 < 6 ⇒ $\Delta L < 0$, + oscuro 0'33

C = 2 < 6 ⇒ $\Delta C < 0$, + débil, pálido

H iguales
 $\Delta H = 0$

6. ¿Cómo se calibran los colorantes/tintes en la industria textil?

Hay que tinter con concentraciones diferentes del mismo tinte un grupo de colores → SERIE GRADUAL DEL TINTE/COLORANTE

∀ color c_i , $i = 1, \dots, N$ concentraciones

ESPECTRO
FOTÓMETRO

$\rho_i(\lambda)$
 m_i

REFLECTANCIA ESPECTRAL CON c_i

CORRECCIÓN
INTERFASE
MUESTRA-AIRE

$\rho_i(\lambda)$

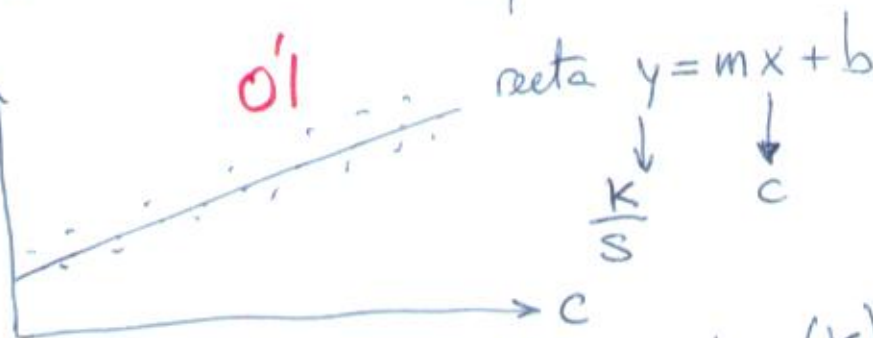
REFLECTANCIA ESPECTRAL INTERNA CON c_i

FUNCIÓN
K-M

$$\forall \lambda: \frac{K}{S} = \frac{(1-p)^2}{2p}$$

0'2
para cada concentración

$\forall \lambda$
 $\frac{K}{S}$



0'2 pendiente $m \equiv \left(\frac{K}{S}\right)_\lambda$ propio del tinte, $b \equiv \left(\frac{K}{S}\right)_\lambda$ SUSTRATO 0'2

PROBLEMAS

1. La codificación cromática en la TV digital se basa en un espacio RGB, denominado realmente sRGB (RGB fundamental), característico de un monitor ideal cuyo perfil colorimétrico es:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.2406 & -1.5372 & -0.4986 \\ -0.9689 & 1.8758 & 0.0415 \\ 0.0557 & -0.2040 & 1.0570 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

$$ND_k = 255 \left(1.055 k^{\frac{1}{2.4}} - 0.055 \right) \text{ nivel digital}, \quad k = R, G, B$$

- a) Representa en un diagrama cromático UCS-1976 (u', v') las posiciones de los primarios sRGB y la del blanco de referencia W. Recuerda que

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z}, \quad v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z}$$

- b) ¿Cuál es la codificación digital (ND_R, ND_G, ND_B) de un estímulo-color cuya terna triestímulo XYZ es (20,13,40)? ¿Es reproducible en la pantalla?

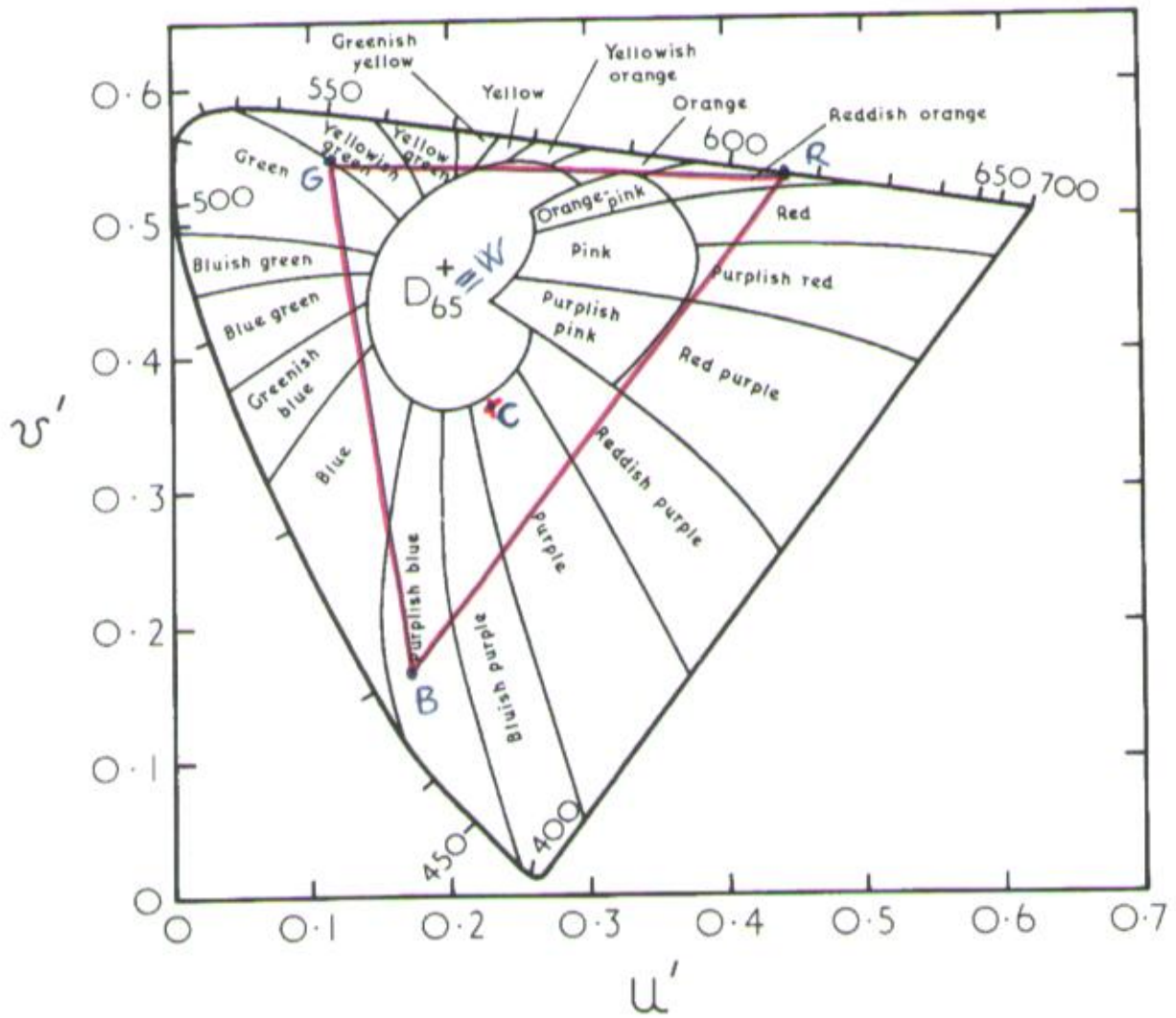
$$\vec{R} \equiv (1, 0, 0) \Rightarrow \begin{bmatrix} X(R) \\ Y(R) \\ Z(R) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 \\ 0.2126 \\ 0.0193 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} u'(R) = 0.4508 \\ v'(R) = 0.5229 \end{matrix} \quad 0.2$$

$$\vec{G} \equiv (0, 1, 0) \Rightarrow \begin{bmatrix} X(G) \\ Y(G) \\ Z(G) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3576 \\ 0.7152 \\ 0.1192 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} u'(G) = 0.1250 \\ v'(G) = 0.5625 \end{matrix} \quad 0.2$$

$$\vec{B} \equiv (0, 0, 1) \Rightarrow \begin{bmatrix} X(B) \\ Y(B) \\ Z(B) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1805 \\ 0.0722 \\ 0.9505 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} u'(B) = 0.1755 \\ v'(B) = 0.1579 \end{matrix} \quad 0.2$$

$$\vec{W} \equiv (1, 1, 1) \Rightarrow \begin{bmatrix} X(W) \\ Y(W) \\ Z(W) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9505 \\ 1 \\ 1.0890 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} u'(W) = 0.1978 \\ v'(W) = 0.4683 \end{matrix} \quad 0.2$$

TRIANGULO \equiv O'2



b)
$$\begin{bmatrix} X(C) \\ Y(C) \\ Z(C) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ 13 \\ 40 \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} 0'20 \\ 0'13 \\ 0'40 \end{bmatrix} \text{ en escala relativa } 0 \rightarrow 1 \quad 0'1$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} R(C) \\ G(C) \\ B(C) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3'2406 & -1'5372 & -0'4986 \\ -0'9689 & 1'8758 & 0'0415 \\ 0'0557 & -0'2040 & 1'0570 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0'20 \\ 0'13 \\ 0'40 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0'2488 \\ 0'0667 \\ 0'4074 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0'2 \\ \text{valores} \\ \text{triángulo} \\ \text{RGB} \end{matrix}$$

\Rightarrow como son positivos \Rightarrow el color C es reproducible en TV
 C estará dentro del triángulo de reproducción: $0'25$
 $u'(C) = 0'2388 \quad v'(C) = 0'3493$

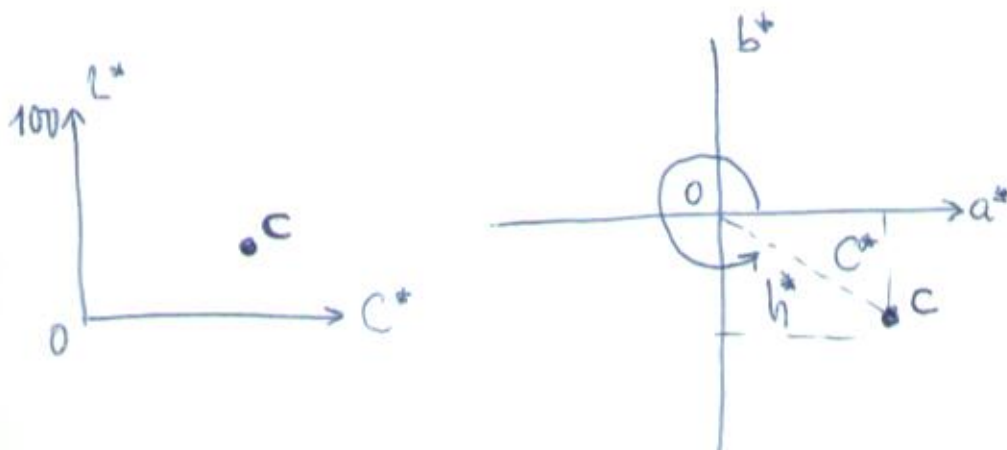
Niveles digitales del color C:

$$ND_R = 255 \left[1'055 (0'2488)^{1/2'4} - 0'055 \right] = 137 \quad (\text{en valor entero})$$

$$ND_G = 255 \left[1'055 (0'0667)^{1/2'4} - 0'055 \right] = 73 \quad 0'3$$

$$ND_B = 255 \left[1'055 (0'4074)^{1/2'4} - 0'055 \right] = 171$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} ND_R(C) \\ ND_G(C) \\ ND_B(C) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 137 \\ 73 \\ 171 \end{bmatrix} \text{ es un púrpura oscuro de saturación media. } \quad 0'15$$



$$\begin{aligned} L^* &= 42'76 \\ a^* &= 44'10 \\ b^* &= -41'92 \\ C^* &= 60'84 \\ h^* &= 316'45 \text{ deg} \end{aligned}$$

2. Una empresa textil se dedica a tintar principalmente fibras de algodón. Está preocupada porqué no sabe cómo establecer la tolerancia de color $T_{\Delta E}$ para predecir mejor la decisión visual de uno de sus clientes. Con la base de datos de la igualación de la tonalidad "navy blue" (azul marino), obtén su tolerancia de color correspondiente teniendo en cuenta que debes utilizar la fórmula mejorada de diferencia de color ΔE_{94} .

Estándar: X = 3.21, Y = 3.02, Z = 5.31 ; Iluminante D65 : X _w = 95.05, Y _w = 100, Z _w = 108.89									
Muestra	ΔL^*	ΔC^*	ΔH^*	Decisión	Muestra	ΔL^*	ΔC^*	ΔH^*	Decisión
1	-0.08	0.10	0.73	PASA	6	0.24	-0.94	-0.86	NO PASA
2	-0.48	1.01	1.04	PASA	7	-0.73	0.67	0.31	PASA
3	-0.28	1.14	0.55	NO PASA	8	-0.73	1.43	2.44	NO PASA
4	-0.65	0.51	0.59	PASA	9	-0.53	0.14	0.58	PASA
5	0.20	1.90	0.95	NO PASA	10	1.08	-2.88	-2.80	NO PASA

datos colorimétricos del estándar:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.21 \\ 3.02 \\ 5.31 \end{bmatrix} \xrightarrow{D65} \begin{bmatrix} L^* \\ a^* \\ b^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20.12 \\ 5.91 \\ -10.79 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} C_{std}^* \\ h^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12.30 \\ 298.72 \text{ deg} \end{bmatrix}$$

Tenemos que tabular para cada muestra su ΔE_{94} aplicada como

$$\Delta E_{94} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{k_H S_H}\right)^2}, \text{ con } k_L = k_C = k_H = 1$$

$$S_L = 1$$

$$S_C = 1 + 0.045 C_{std}^*$$

$$S_H = 1 + 0.015 C_{std}^*$$

$$S_C = 1 + 0.045 \cdot 12.30 = 1.55$$

$$S_H = 1 + 0.015 \cdot 12.30 = 1.18$$

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΔE_{94}	0.63	1.20	0.91	0.88	1.48	0.98	0.89	2.38	0.73	3.20
DECISIÓN	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	NO

0.5

Ahora, separamos en dos grupos (PASA y NO-PASA) y los ordenamos de menor a mayor ΔE_{q4} :

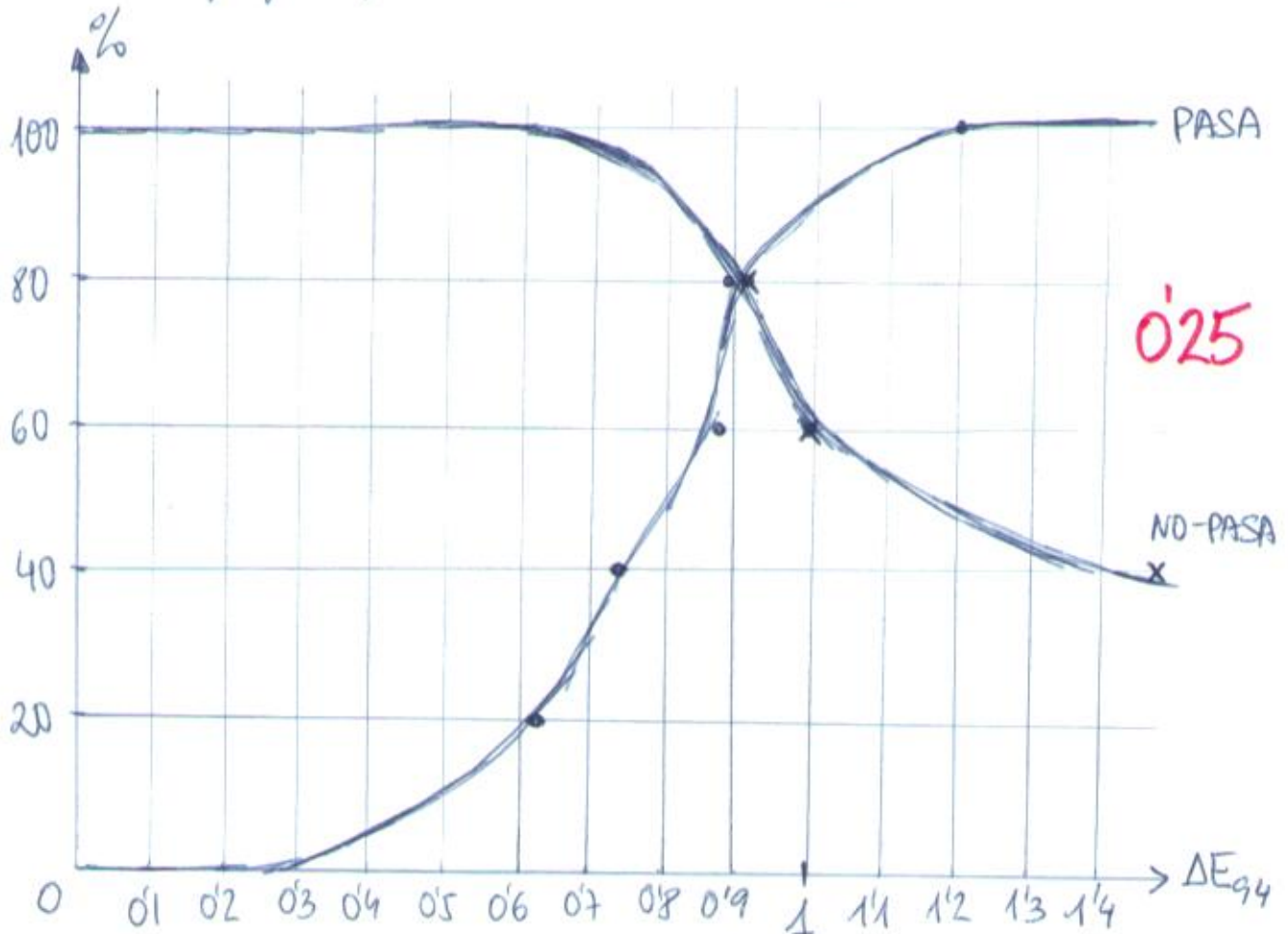
PASA			NO-PASA		
		$\% \equiv i/5^{100}$			$\% \equiv 100(1 - \frac{i}{5})$
1	0'63	20	1	0'91	80
2	0'73	40	2	0'98	60
3	0'88	60	3	1'48	40
4	0'89	80	4	2'38	20
5	1'20	100	5	3'20	0

0'25

0'25

y, les aplicamos un porcentaje de acumulación

Representación gráfica y obtención de $T_{\Delta E_{q4}}$ (cruce de curvas):



0'25

$T_{\Delta E_{q4}} = 0'9$ 0'25