Se toma una muestra de 300 personas, que se clasifican primero según el tipo de sangre (0, A, B, AB) y segundo por el Rh (positivo o negativo), obteniéndose la siguiente tabla de contingencia:

	O	A	B	AB
Rh positivo	82	89	54	19
Rh negativo	13	27	7	9

a) Al nivel $\alpha = 0.05$, contrastar si los dos tipos de clasificaciones de sangre son independientes entre sí.

b) Al nivel $\alpha = 0.05$, contrastar si la distribución del tipo de sangre (0, A, B, AB) es uniforme.

c) Explicar qué hace el siguiente código R y completar los resultados borrados (sustituidos por `!!`)

```
Tabla0 = matrix(c(82, 89, 54, 19, 13, 27, 7, 9),nrow=2,byrow=TRUE)
chisq.test(Tabla0)

        Pearson's Chi-squared test

data:  Tabla0
X-squared = !!, df = !!, p-value = 0.03505
```

Solución: Completamos la tabla de contingencia con las frecuencias absolutas por niveles de cada una de las variables (tipo = Y y Rh = X):

O_{ij}	O	A	B	AB	$O_{i\cdot}$
Rh positivo	82	89	54	19	244
Rh negativo	13	27	7	9	56
$O_{\cdot j}$	95	116	61	28	$n = 300$

a) Queremos contrastar la hipótesis nula $H_0 : X$ e Y son independientes. Calculamos las frecuencias absolutas esperadas $\hat{e}_{ij} = O_{i\cdot} O_{\cdot j}/n$ bajo la hipótesis nula de independencia:

$\hat{e}_{ij}$	O	A	B	AB
Rh positivo	77.26667	94.34667	49.61333	22.773333
Rh negativo	17.73333	21.65333	11.38667	5.226667

La región de rechazo es $R = \{\chi^2 > \chi^2_{3,\alpha}\}$, donde

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{4} \frac{(O_{ij} - \hat{e}_{ij})^2}{\hat{e}_{ij}} = 8.6037$$

es el estadístico del contraste. Como $\chi^2_{3,0.05} = 7.81$, rechazamos H_0 a nivel 0.05.

b) Queremos contrastar la hipótesis nula $H_0 : Y \sim$ Uniforme. Bajo H_0 la probabilidades son

$$p_1 = \mathbb{P}(\mathrm{O}) = \frac{1}{4} \qquad p_2 = \mathbb{P}(\mathrm{A}) = \frac{1}{4} \qquad p_3 = \mathbb{P}(\mathrm{B}) = \frac{1}{4} \qquad p_1 = \mathbb{P}(\mathrm{AB}) = \frac{1}{4}.$$

y las correspondientes frecuencias esperadas $e_j = n\, p_j$

	O	A	B	AB
e_j	75	75	75	75

Las frecuencias observadas $O_j = O_{1j} + O_{2j}$ son

	O	A	B	AB
O_j	95	116	61	28

La región de rechazo es $R = \{\chi^2 > \chi^2_{4-1,\alpha}\}$, donde

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{4} \frac{O_j^2}{e_j} - n = 59.81333$$

es el estadístico del contraste. Como $\chi^2_{3,0.05} = 7.81$, rechazamos la hipótesis nula al nivel 0.05.

c) Cargamos la tabla de contingencia del enunciado en forma de matriz 2×4:

```
TablaO = matrix(c(82, 89, 54, 19, 13, 27, 7, 9),nrow=2,byrow=TRUE)
```

Hacemos el contraste de independencia del apartado (a) (formalmente es idéntico al de homogeneidad):

```
chisq.test(TablaO)

        Pearson's Chi-squared test

data:  TablaO
X-squared = !!, df = !!, p-value = 0.03505
```

`X-squared` = 8.6037 es el estadístico del contraste de independencia calculado en (a). `df` son los grados de libertad $(2-1)(4-1) = 3$. El p-valor del contraste de (a) es 0.03505, luego rechazamos la hipótesis nula de independencia a cualquier nivel α mayor que este p-valor.