

Descarga entre condensadores (I)

SOLUCIONARIO

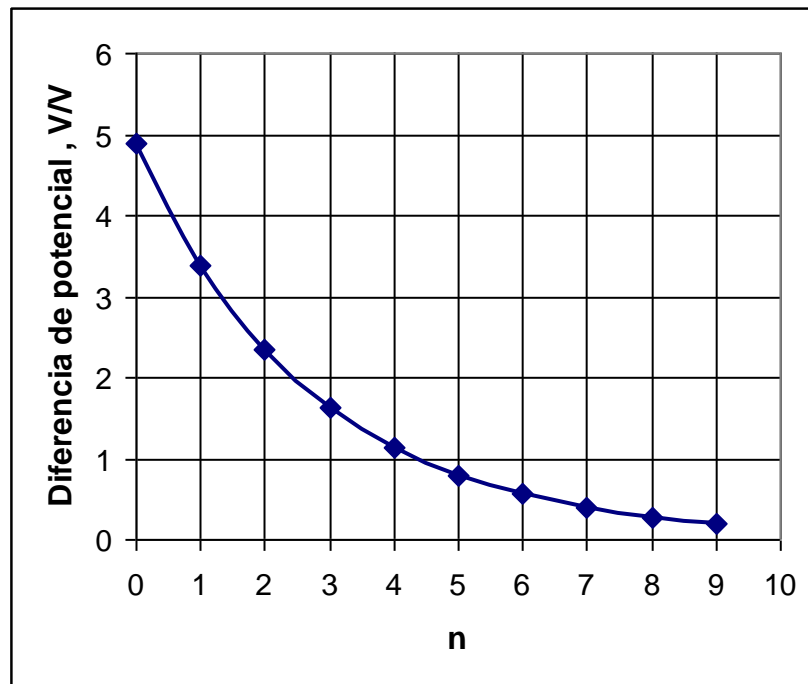
1)

Tabla I.

Voltaje/V en voltios	4,90	3,38	2,35	1,63	1,13	0,79	0,56	0,39	0,27	0,19
Número de descargas n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Nota. El voltaje inicial de esta tabla, difiere del que marca el voltímetro en la fotografía 2 porque las fotos se hicieron con una pila distinta a la empleada para obtener los datos de la tabla I.

Con los datos de la tabla I, construya la gráfica diferencia de potencial V en el eje de ordenadas frente a **n**, en el de abscisas.



2) La curva que ha dibujado obedece a la ecuación:

$$V = V_0 \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2} \right)^n \Rightarrow \ln V = \ln V_0 + n \ln \frac{C_1}{C_1 + C_2} \quad (1)$$

Siendo V_0 el voltaje medido cuando $n = 0$.

Deduzca esta ecuación.

Cundo el condensador C_1 se carga, a esa carga la designamos con Q_0 ; la diferencia de potencial entre sus bornes es V_0 .

$$V_0 = \frac{Q_0}{C_1}$$

Cuando se realiza la descarga $n=1$, el condensador C_1 pierde una carga q_1 que pasa al condensador C_2 . La diferencia de potencial en el condensador 1 es V_1 . Esta diferencia de potencial es la misma en el condensador C_2 .

$$V_1 = \frac{Q_0 - q_1}{C_1} ; V_1 = \frac{q_1}{C_2} \Rightarrow V_1 = \frac{Q_0 - V_1 C_2}{C_1} \Rightarrow V_1 \left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right) = \frac{Q_0}{C_1} = V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{V_0}{1 + \frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow V_1 = \frac{V_0 C_1}{C_1 + C_2}$$

Cuando se realiza la descarga $n=2$, el condensador C_1 pierde una carga q_2 que pasa al condensador C_2 . El condensador C_1 después de esta descarga tiene una carga $Q_0 - q_1 - q_2$. La diferencia de potencial en el condensador 1 es V_2 . Esta diferencia de potencial es la misma en el condensador C_2 .

$$V_2 = \frac{Q_0 - q_1 - q_2}{C_1} ; V_2 = \frac{q_2}{C_2} \Rightarrow V_2 = V_0 - \frac{V_1 C_2}{C_1} - V_2 \frac{C_2}{C_1} = V_0 - \frac{V_0 C_2}{C_1 + C_2} - V_2 \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 \left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right) = V_0 \left(1 - \frac{C_2}{C_1 + C_2}\right) \Rightarrow V_2 = V_0 \frac{\left(1 - \frac{C_2}{C_1 + C_2}\right)}{1 + \frac{C_2}{C_1}} = V_0 \frac{\frac{C_1}{C_1 + C_2}}{\frac{C_1 + C_2}{C_1}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = V_0 \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2}\right)^2$$

En general:

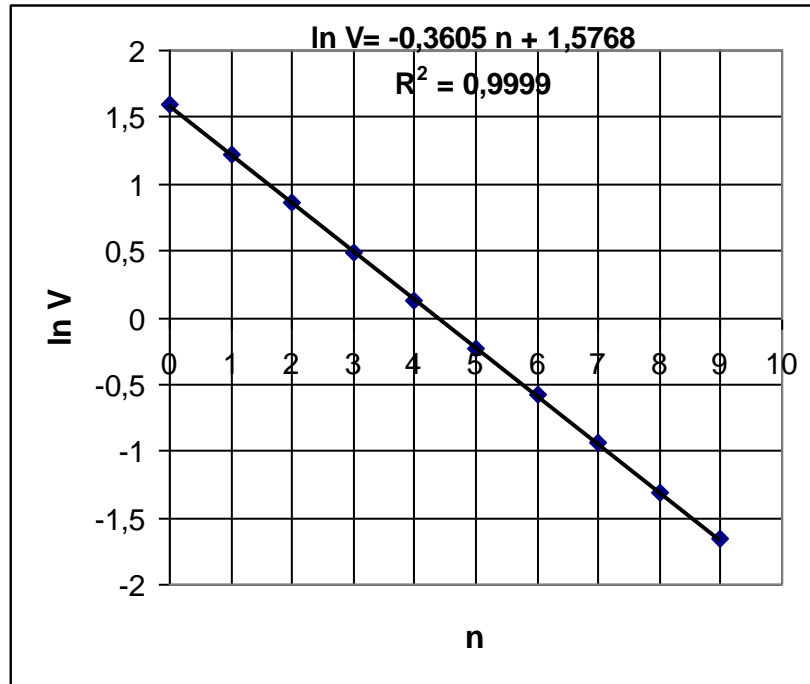
$$V_n = V_0 \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2}\right)^n \Rightarrow \ln V_n = \ln V_0 + n \ln \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

3) A partir de los datos de la Tabla I construya la Tabla II.

Tabla II

Voltaje/V en voltios	4,90	3,38	2,35	1,63	1,13	0,79	0,56	0,39	0,27	0,19
Número de descargas n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\ln V$	1,59	1,22	0,85	0,49	0,12	-0,24	-0,58	-0,94	-1,31	-1,66

Represente el número de descargas n en el eje de abscisas y el logaritmo neperiano del voltaje en ordenadas. A partir de la gráfica obtenida, determine el valor de la capacidad C_1 .



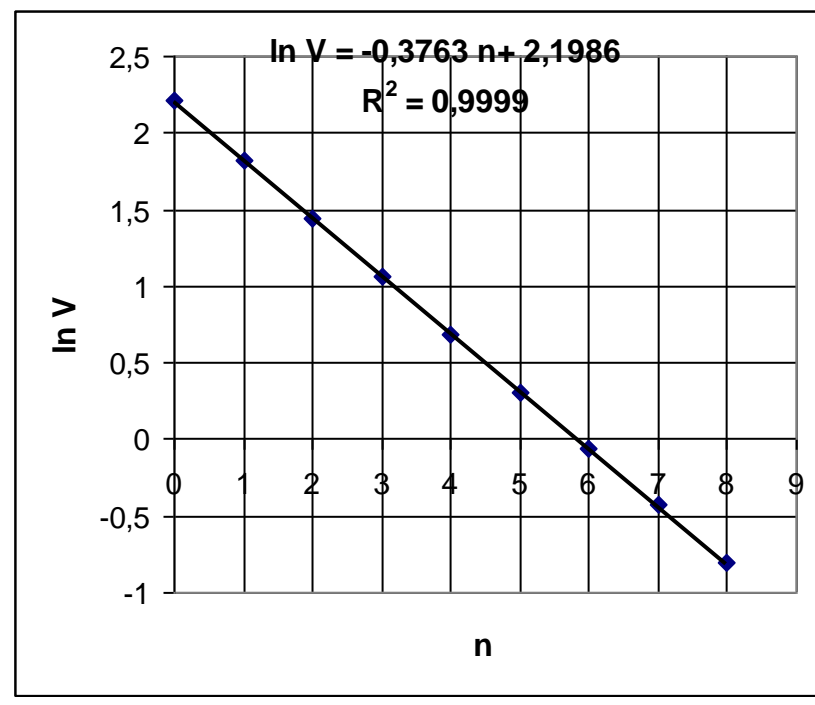
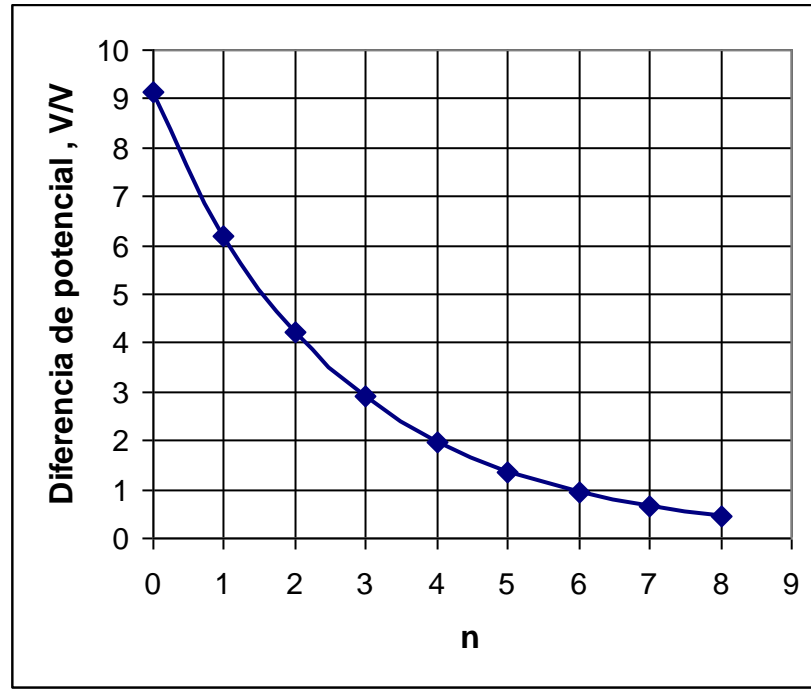
$$\ln \frac{C_1}{C_1 + C_2} = -0,3605 \Rightarrow \frac{C_1}{C_1 + C_2} = 0,697 \Rightarrow 1 + \frac{C_2}{C_1} = 1,434 \Rightarrow C_2 = 0,434 \cdot C_1 \Rightarrow$$

$$C_2 = 434 \mu\text{F}$$

2) Repita el proceso partiendo con dos pilas de petaca en serie.

Voltaje/V en voltios	9,15	6,20	4,23	2,89	1,98	1,36	0,94	0,65	0,45	0,32
-------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Número de descargas n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



$$\ln \frac{C_1}{C_1 + C_2} = -0,3763 \Rightarrow \frac{C_1}{C_1 + C_2} = 0,686 \Rightarrow 1 + \frac{C_2}{C_1} = 1,457 \Rightarrow C_2 = 0,457 \cdot C_1 \Rightarrow$$

$$C_2 = 457 \mu\text{F}$$

Los condensadores C_1 y C_2 son condensadores comerciales, el primero de $1000 \mu\text{F}$ y el segundo de $470 \mu\text{F}$ nominales. Normalmente suelen tener una incertidumbre entre un diez y un veinte por ciento.