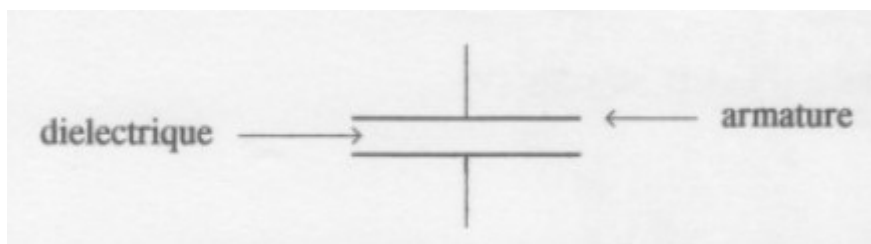


# CONDENSATEURS en Courant Continu

## 1°) Condensateurs – Constitution



Un condensateur est constitué par deux conducteurs métalliques, les **armatures**, en vis à vis, séparés par un **diélectrique** (une couche isolante).

Il existe différents types de condensateurs :

Les condensateurs **non polarisés**, de faible valeur sont essentiellement de technologie « mylar » ou « céramique » ;

Les condensateurs **polarisés**, dits « électrolytiques ou chimiques » Une erreur de branchement amène à sa **destruction**.

Les condensateurs à air (le diélectrique est de l'air), qui peut être variable.

Remarque : lors de l'achat d'un condensateur, il faut connaître sa tension maximale d'utilisation pour éviter sa destruction

Schémas de condensateurs :



non polarisé



électrolytique



variable.

## 2°) Charge et décharge d'un condensateur

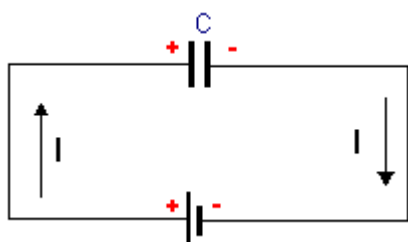


figure A

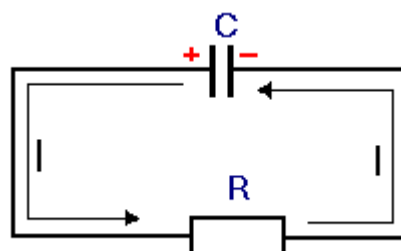


figure B

Figure A :

Branchons un condensateur aux bornes d'un générateur de tension continue.

Un courant s'établit et charge positivement l'armature située du côté + et négativement l'armature située du côté -.

Rapidement le courant cesse, enlevons le condensateur du circuit, la tension à ses bornes est égale à la tension du générateur

**Le condensateur est chargé**

Figure B :

Branchons ce condensateur aux bornes d'une résistance, un courant I se déplace de la borne + du condensateur vers la borne -, l'intensité I du courant diminue (ainsi que la tension à ses bornes), puis le courant cesse.

**Le condensateur est déchargé**

### 3°) Charge électrique portée par un condensateur

La charge électrique portée par un condensateur et la tension à ses bornes sont liées par la relation suivante :

$$Q = CU \text{ avec}$$

Q en coulombs

C, la capacité du condensateur en farads (F)

U en volts

autres formules :  $C = Q/U$  et  $U = Q/C$

autres unités :

le millicoulomb( mC)  $1\text{mC} = 10^{-3} \text{ C}$

le microcoulomb(  $\mu\text{C}$ )  $1\mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$

le nanocoulomb( nC)  $1\text{nC} = 10^{-9} \text{ C}$

le picocoulomb( pC)  $1\mu\text{C} = 10^{-12} \text{ C}$

### 4°) Capacité

Le farad est une très grosse unité, on utilise plutôt ses sous multiples

le microfarad :  $\mu\text{F}$                        $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$

le nanofarad : nF                             $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$

le picofarad : pF                             $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

Exemples :

$$220\ 000\ \text{pF} = 220\ \text{nF} = 0,22\ \mu\text{F}$$

$$4\ 700\ \text{pF} = 4,7\ \text{nF}$$

$$0,12\ \mu\text{F} = 120\ \text{nF} = 120\ 000\ \text{pF}$$

Compléter

$$2\ \text{nF} = \quad \text{pF}$$

$$15\ 000\ \text{pF} =$$

$$0,3\ \mu\text{F} = \quad \text{nF} = \quad \text{pF}$$
$$\text{nF} = \quad \mu\text{F}$$

#### 4°) Capacité et calculatrice

a ) Calculer la capacité en coulombs d'un condensateur de 1 000  $\mu\text{F}$  sous une tension de 12V

J'emploie la relation  $Q = CU$

Avec la calculatrice : 1 000  $\times 10^x$  - 6 x 12 **EXE** = 0,012C

b) Calculer la capacité en coulombs d'un condensateur de 220 nF sous une tension de 1 000 V

J'emploie la relation  $Q = CU$

Avec la calculatrice : 220  $\times 10^x$  - 9 x 1000 **EXE** =  $2,2 \times 10^{-4}\ \text{C}$

Que signifie cette écriture ?

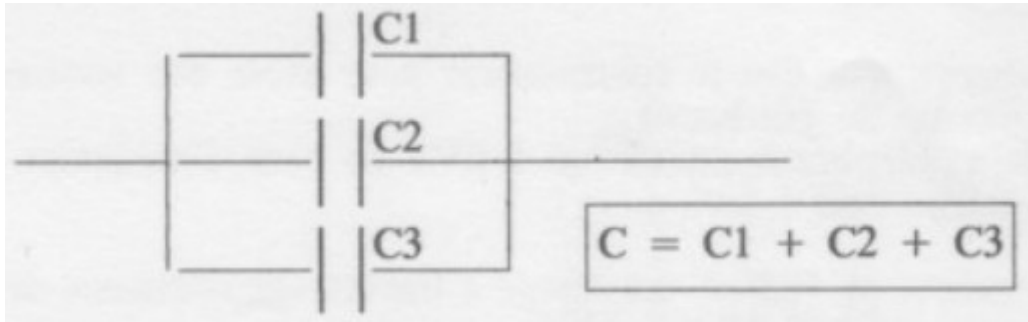
Il faut décaler la virgule de 2,2 de 4 rangs vers la gauche on trouve : 0,00022 C ou 0,22 mC

c) compléter le tableau suivant

Charge du condensateur (Q)	Tension à ses bornes	Capacité
	1 000 V	47 $\mu\text{F}$
	12V	22 000 $\mu\text{F}$
1C	100V	
	500V	1 00 nF

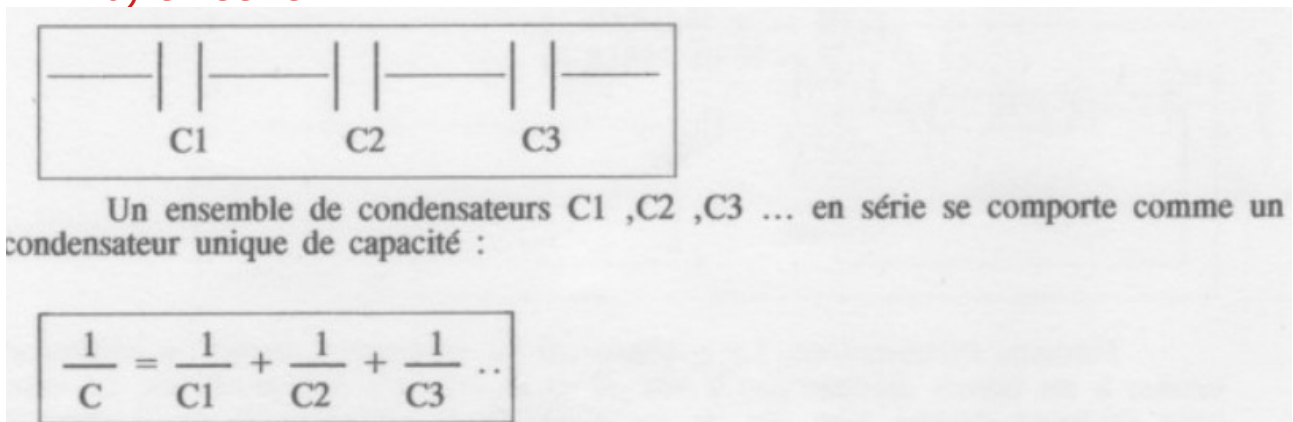
#### 5°) Association de condensateurs

a) en parallèle (dérivation)



La capacité C équivalente est la somme des capacités de chacun des condensateurs

b) en série



Remarque : c'est le contraire pour les résistances

C1	C2	C équivalent à C1 et C2 en série	C équivalent à C1 et C2 en dérivation
10 nF	22nF		
100μF	100μF		
220pF	1nF		
470μF	1 000μF		

## 6°) Énergie emmagasinée dans un condensateur

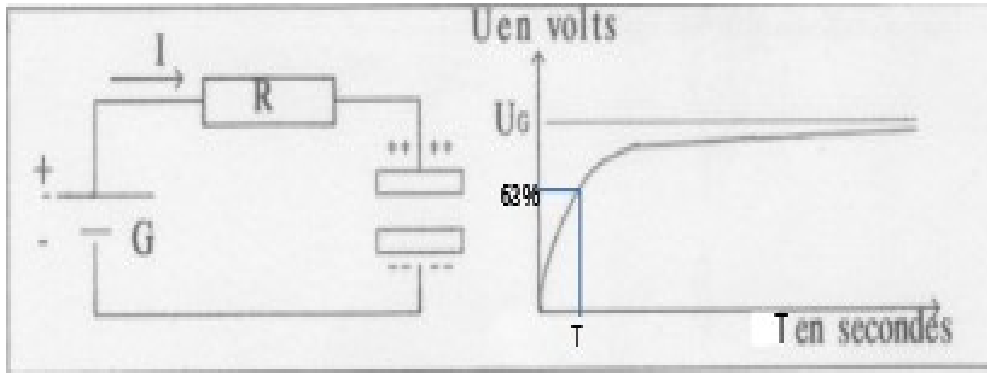
L'énergie W en joules (J) emmagasinée par un condensateur se calcule de la façon suivante :

$$W = \frac{1}{2} QU \quad \text{ou} \quad W = \frac{1}{2} CU^2$$

avec W en joules  
 Q en coulombs  
 U en volts

Capacité	U en volts	Q en coulombs	W (énergie) en joules
100 nF	10V		
1 000 $\mu$ F	24V		
120 $\mu$ F	300V		
220 $\mu$ F	12V		

## 7°) Charge d'un condensateur



Réalisons le montage ci-dessus et mesurons la tension aux bornes du condensateur.

Celle-ci évolue, partant de 0V et tend à atteindre la tension du générateur.

La durée est d'autant plus longue que

- la valeur de la résistance est forte
- la capacité du condensateur est grande.

On définit alors pour ce montage **une constante de temps T (lire tau)**

$$\tau = RC$$

avec  $\tau$  (tau) en secondes (s)  
R en ohms ( $\Omega$ ) et C en farads (F)

$\tau$  correspond à la durée nécessaire au condensateur pour se charger à 63 % de la tension du générateur

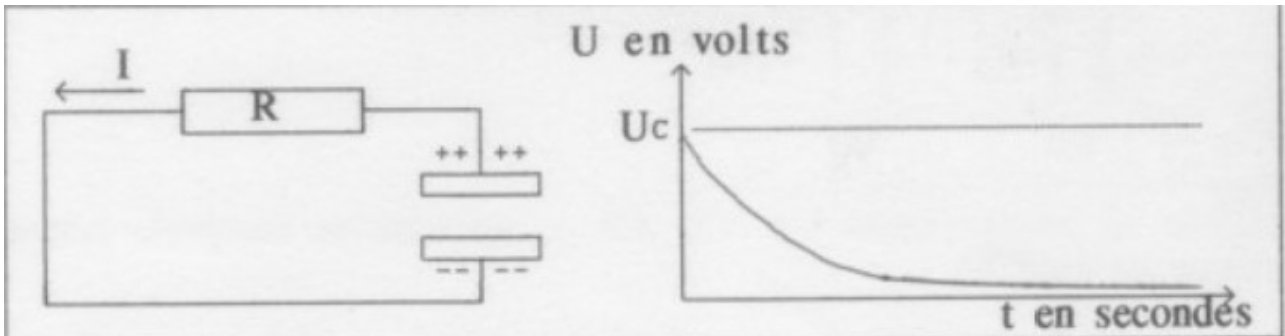
On considère qu'un condensateur se décharge à plus de 99% au bout de 5RC

Par exemple, la constante de temps  $\tau$  d'un condensateur de 1000 $\mu$ F chargé au travers une résistance de 10 k $\Omega$  sera de :

$$\tau = RC = 10 \times 10^3 \times 1000 \times 10^{-6} = 10 \text{ s}$$

Au bout de 10 secondes, le condensateur sera chargé à 63 % de la tension du générateur, au bout de 50s, on peut considérer que la tension aux bornes du condensateur sera égale à la tension aux bornes du générateur

## 7°) Décharge d'un condensateur



Réalisons le montage ci-dessus en prenant le condensateur chargé au préalable et mesurons la tension aux bornes du condensateur.

Celle-ci évolue, passant de la tension du générateur et tend à atteindre la 0V.

La durée est d'autant plus longue que :

- la valeur de la résistance est forte
- la capacité du condensateur est grande.

On définit alors pour ce montage une constante de temps T

$$\tau = RC$$

avec T en secondes (s)  
R en ohms ( $\Omega$ ) et C en farads (F)

T correspond à la durée nécessaire au condensateur pour se décharger à 37% de la tension du générateur

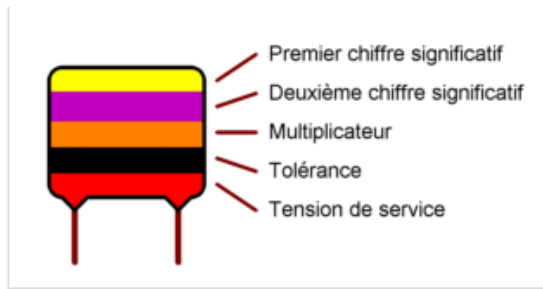
On considère qu'un condensateur est déchargé à plus de 99% au bout de 5RC

Par exemple, la constante de temps  $\tau$  d'un condensateur de 220 $\mu$ F déchargé au travers une résistance de 1 k $\Omega$  sera de :

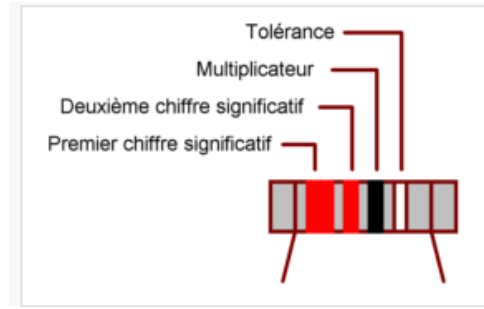
$$\tau = RC = 1 \times 10^3 \times 220 \times 10^{-6} = 0,22\text{s}$$

Au bout de 0,22s le condensateur sera déchargé à 37 % de sa tension initiale

## 8°) Couleur des condensateurs



Jaune violet orange  
 4 7 000 pF  
 soit 47 nF



Pour les autres formes de condensateur, la zone de couleur du 1<sup>er</sup> chiffre significatif est plus épaisse  
 22 pF

## 9°) Les réponses

2 nF = 2 000 pF                      0,3 μF = 300 nF = 300 000 pF  
 15 000 pF = 15 nF = 0,015 μF

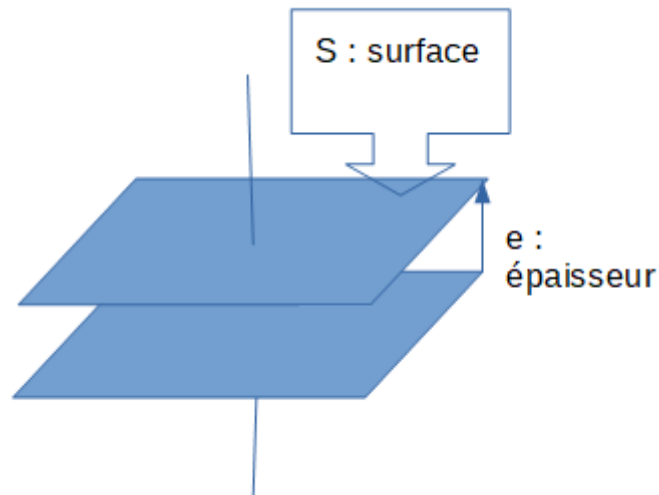
Charge du condensateur (C)	Tension à ses bornes	Capacité
0,047 C = 47 mC	1 000 V	47 μF
0,264 C = 264 mC	12V	22 000 μF
1C	100V	0,01 F = 10 mF
0,000 05C = 0,05mC = 50μC	500V	100 nF

C1	C2	C équivalent à C1 et C2 en série	C équivalent à C1 et C2 en dérivation
10 nF	22nF	6,9nF	32 nF
100μF	100μF	50μF	200 μF
220pF	1nF	180pF	1220 pF
470μF	1 000μF	320μF	1 470μF

Capacité	U en volts	Q en coulombs	W (énergie) en joules
100 nF	10V	0,000 001C = 1μC	5 μJ
1 000 μF	24V	0,024C = 24mC	0,288J = 288mJ
120 μF	300V	0,036C = 36mC	5,4J
220 μF	12V	0,00264C = 2,64mC	0,016J = 16mJ

## Condensateurs en courant continu Compléments

### 1°) Capacité d'un condensateur plan.



La formule de calcul est la suivante :

$$C = \frac{\varepsilon S}{e} \quad \text{avec } C \text{ en farads (F), } S \text{ en m}^2 \text{ et } e \text{ en mètre}$$

$\varepsilon$  (lire « epsilon ») est un nombre qui dépend de la nature du diélectrique en Farad/mètre : F/m

Par exemple, pour l'air,  $\varepsilon$  vaut  $8,9 \times 10^{-12}$  F/m, pour le mica, environ 8 fois plus.

#### a) exemple 1

Capacité d'un condensateur plan, diélectrique : air si  $S = 0,01 \text{ m}^2$   
et  $e = 1 \text{ cm}$

$$C = (8,9 \times 10^{-12} \times 0,01) / 0,01 \quad [ e \text{ doit être en mètre } ]$$
$$C = 8,9 \times 10^{-12} \text{ F} = 8,9 \text{ pF}$$

#### b) exemple 2 : doublons la surface (sans changer l'épaisseur)

$$C = (8,9 \times 10^{-12} \times 0,02) / 0,01 \quad [ e \text{ doit être en mètre } ]$$
$$C = 1,78 \times 10^{-11} \text{ F} = 17,8 \text{ pF}$$

La capacité double

c) exemple 3 : à partir de l'exemple 1, divisons par 10 l'épaisseur (sans changer la surface)



$$C = (8,9 \times 10^{-12} \times 0,01) / 0,001 = 8,9 \times 10^{-11} \text{ F} = 89 \text{ pF}$$

la capacité est multipliée par 10

Que faut-il retenir ?

La capacité d'un condensateur dépend :

- du diélectrique
- de la surface des armatures , plus celle-ci est grande, plus la capacité sera grande.
- de l'épaisseur : plus l'épaisseur sera petite, plus la capacité sera grande.

## 2°) Courant de fuite – tension de claquage

Aucun isolant n'étant parfait, un courant peu traverser le diélectrique comme si celui-ci était une résistance. Ce courant de fuite dépend de la nature du diélectrique, de l'épaisseur de celui-ci. La conséquence est une auto-décharge du condensateur.

Parmi les caractéristiques d'un condensateur, on trouve sa tension de claquage, tension à partir de laquelle le diélectrique devient conducteur. Le condensateur est alors détruit.

## 3°) Champ électrique entre les armatures d'un condensateur

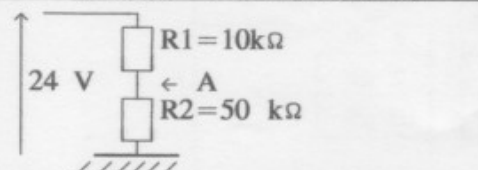
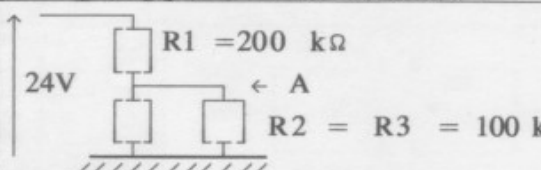
Entre les armatures d'un condensateur plan à air par exemple apparaît un champ électrique, noté E (en volt/mètre : V/m)

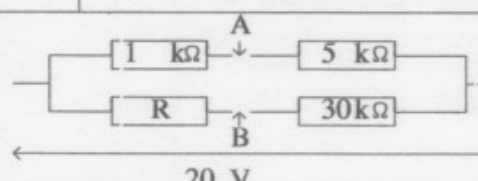
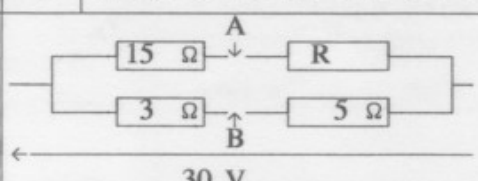
Une particule chargée traversant l'espace entre les armatures sera soumise à une force f (en newton : N) proportionnelle à sa charge q et au champ électrique E

$$f = qE$$

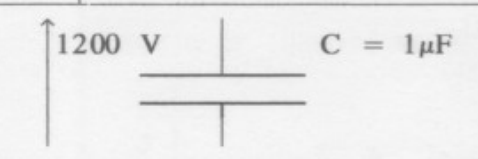
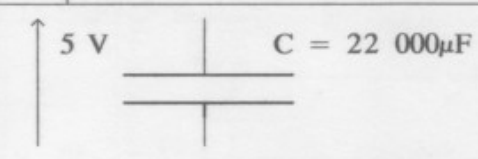
L'existence des champs électriques peut perturber des dispositifs électroniques. Sous une ligne à haute tension par exemple existe des champs électriques très intenses. Pour s'en protéger, il faut entourer le dispositif d'une boîte métallique (blindage). C'est le principe de la cage de Faraday.

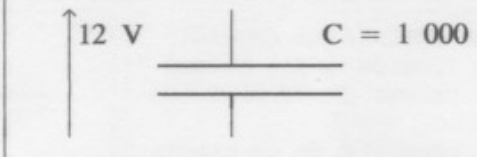
## Les QCM

<p>1. Potentiel de A rapport à la masse ?</p>  <p>A. 24 V                      C. 4 V B. 12 V                      D. 20 V</p>	<p>2. Potentiel de A par rapport à la masse ?</p>  <p>A. 20 V                      C. 24 V B. 4,8 V                    D. 3,5 V</p>
---	---

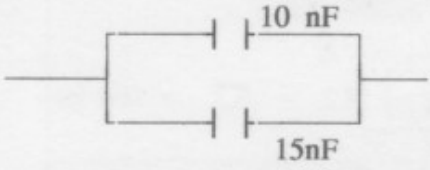
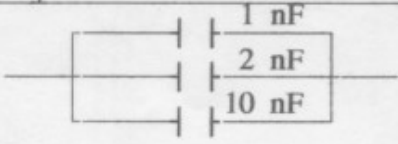
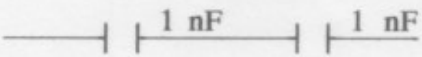
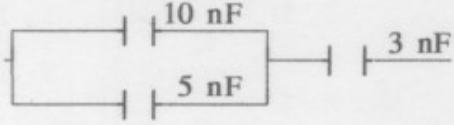
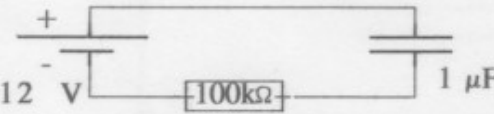
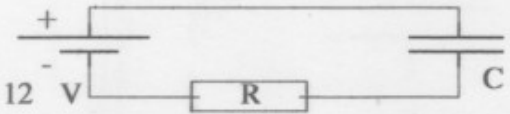
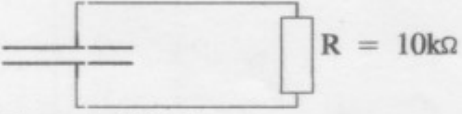
<p>3. Valeur de R si <math>U_{AB} = 0V</math> ?</p>  <p>A. 10 kΩ                      C. 100 Ω B. 6 kΩ                      D. 150 kΩ</p>	<p>4. Valeur de R si <math>U_{AB} = 0V</math> ?</p>  <p>A. 25 Ω                      C. 15 Ω B. 8 Ω                      D. 10 Ω</p>
--	--

<p>5. Formules exactes ?</p> <p>1. <math>Q = CU</math>                      2. <math>U = \frac{Q}{C}</math> 3. <math>U = QC</math>                      4. <math>C = \frac{Q}{U}</math></p> <p>A. 1;2;3 et 4                      C. 1;3;4 B. 2;3;4                          D. 1;2;4</p>	<p>6. 1 nF est égal à :</p> <p>1. 1000 pF ? 2. 0,1 μF ? 3. 0,001 μF ?</p> <p>A. 1;3                          C. 2;3 B. 1;2;3                      D. 1</p>
---	--

<p>7. Charge électrique ?</p>  <p>A. 12 C                      C. 1,2 C B. 0,012 C                      D. 0,0012 C</p>	<p>8. Charge électrique ?</p>  <p>A. 11 C                      C. 0,11 C B. 5,5 C                      D. 0,55 C</p>
--	--

<p>9. Formules exactes ?</p> <p>1. <math>W = \frac{1}{2} QU</math>                      2. <math>W = \frac{1}{2} CU^2</math> 3. <math>U = \frac{Q}{C}</math>                          4. <math>W = \frac{1}{2} x \frac{Q}{U}</math></p> <p>A. 1;2;3                      C. 1;3;4 B. 1;2                          D. 1</p>	<p>10. Energie emmagasinée ?</p>  <p>A. 0,072 J                      C. 7,2 J B. 12 000 J                      D. 12 J</p>
--	--

### Questionnaire n°8

1.	Capacité équivalente ?	2.	Capacité équivalente ?
			
A. 6 nF                      C. 150 nF B. 1,5 nF                    D. 25 nF		A. 21 nF                    C. 3 nF B. 13 nF                    D. 20 nF	
3.	Capacité équivalente ?	4.	Capacité équivalente ?
		10 condensateurs de $1000\mu\text{F}$ en parallèle .	
A. 2 nF                      C. 0,5 nF B. 6 nF                      D. 1 nF		A. 100 $\mu\text{F}$ C. 10 000 $\mu\text{F}$ B. 1000 $\mu\text{F}$ D. 100 000 $\mu\text{F}$	
5.	Capacité équivalente ?	6.	Capacité équivalente ?
10 condensateurs de $1\ 000\ \mu\text{F}$ en série .			
A. 1 000 $\mu\text{F}$ C. 10 000 $\mu\text{F}$ B. 100 $\mu\text{F}$ D. 100 000 $\mu\text{F}$		A. 18 nF                    C. 2,5 nF B. 8 nF                     D. 45 $\mu\text{F}$	
7.	Constante de temps ?	8.	Constante de temps ?
		C = $4\ 700\mu\text{F}$ R = $100\text{k}\Omega$ 	
A. 10 s                      C. 100 s B. 0,1 s                    D. 12 s		A. 470 s                    C. 4700 s B. 12 s                     D. 4,7 s	
9.	La durée de décharge d'un condensateur...	10.	Décharge complète en ?
dans une résistance dépend: 1. de la tension à ses bornes ? 2. de la valeur de la résistance ? 3. de la capacité de ce condensateur ?			
A. 1 ; 2 ; 3                C. 1 ; 2 B. 1 ; 3                    D. 2 ; 3		C = $1\ 000\mu\text{F}$ A. 10 s                    C. 50 s B. 5 s                     D. 500 s	

Questionnaire n°9