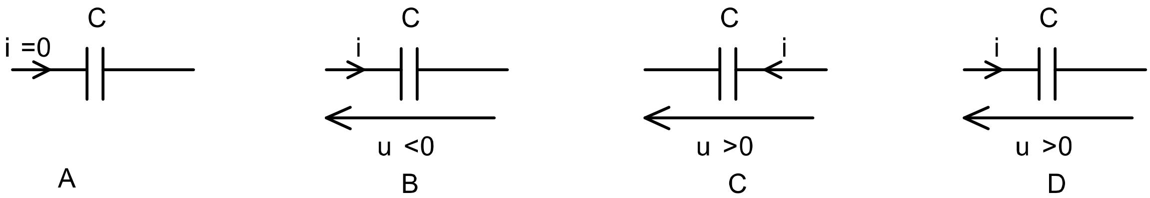
P 1 0 - LES CONDENSATEURS

TRAVAUX DIRIGES TERMINALE S

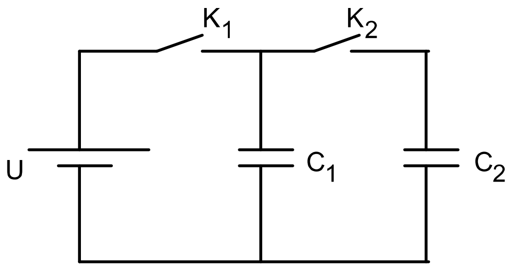
1 On considère les schémas suivants où I est une constante positive.



Dire, pour chacun des quatre cas, avec justification, si le condensateur
- est en train de se décharger ;
- est en train de se charger ;
- garde une charge constante.

2 Un condensateur de capacité C_1 est chargé sous une tension constante U = 40 V (l'interrupteur K_1 est fermé et K_2 est ouvert). On donne : $C_1 = 5\ \mu F$ et $C_2 = 20\ \mu F$

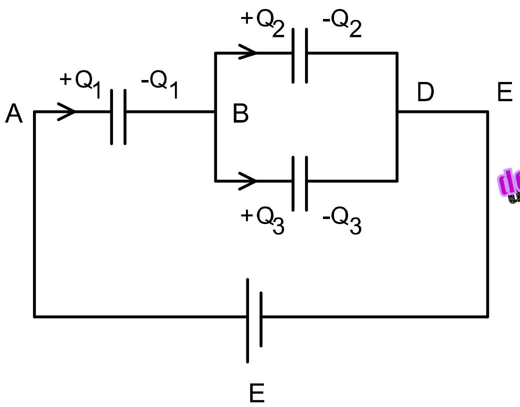
1) Calculer la charge Q_0 acquise par le condensateur de capacité C_1.



2) Dès que la charge du condensateur C_1 est terminée, on ouvre l'interrupteur K_1 et on ferme l'interrupteur K_2. Le condensateur de capacité C_2 est initialement non chargé.2.a- Calculer la charge finale de chaque condensateur.
2.b- Calculer l'énergie électrostatique initiale et finale emmagasinée dans les deux condensateurs. Interpréter.

3 On considère le montage de la figure ci-contre.
On donne : $C_1 = 3\ \mu F$; $C_2 = 2\ \mu F$; $C_3 = 4\ \mu F$; E = 120 V.

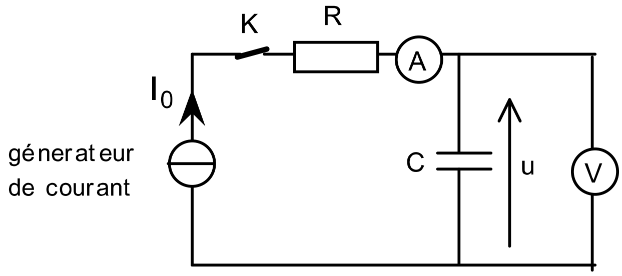
1) Calculer la capacité équivalente C_e du condensateur entre A et D.



2) Calculer la charge finale Q du condensateur équivalent.

3) Calculer les valeurs des tensions U_{AB} et U_{BD} et en déduire les valeurs des charges Q_1, Q_2 et Q_3.

4 On dispose d'un condensateur de capacité C inconnue.
Pour déterminer C, on se propose de charger le condensateur à l'aide d'un "générateur de courant" qui débite un courant constant
I = 0,50 mA.



On mesure la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps. On obtient les résultats suivants :

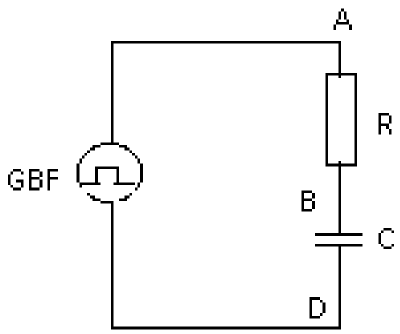
t(s)	0	11	23	34	46	57	68	80
u(V)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0

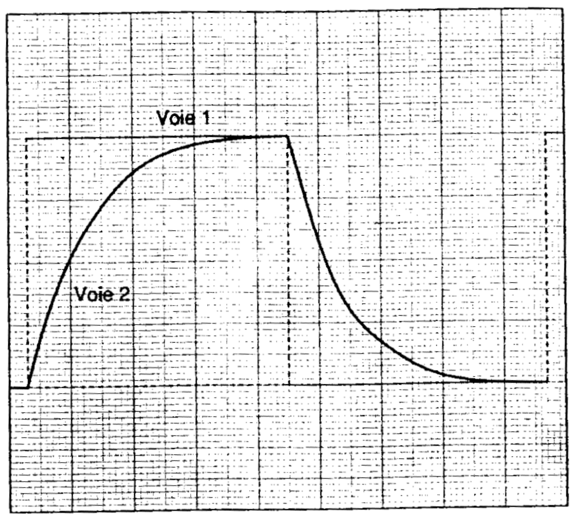
1) Tracer la courbe de la fonction u = f(t).

Echelles : **abscisses** : 1 cm pour 5 s ; **ordonnées** : 1 cm pour 1,0 V.

2) Déduire de la courbe tracée la valeur de la capacité C du condensateur.

6 A l'aide du montage représenté ci-dessous, on obtient l'oscillogramme.





Réglages de l'oscilloscope :
- base de temps : 2 ms/div
- sensibilité verticale sur les deux voies : 1,0 V/div

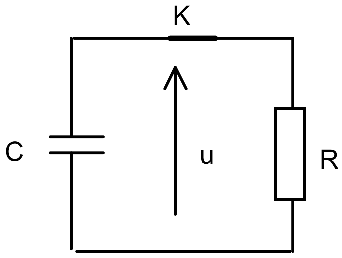
1) Comment doit-on relier les points A, B et D du circuit aux trois bornes entrée ®Y_1 , entrée ®Y_2 et masse —é de l'oscilloscope ?
2) A partir de l'oscillogramme, déterminer :
- la période T de la tension en créneaux délivrée par le G.B.F. ;
- la tension maximale U_0 délivrée par le G.B.F..

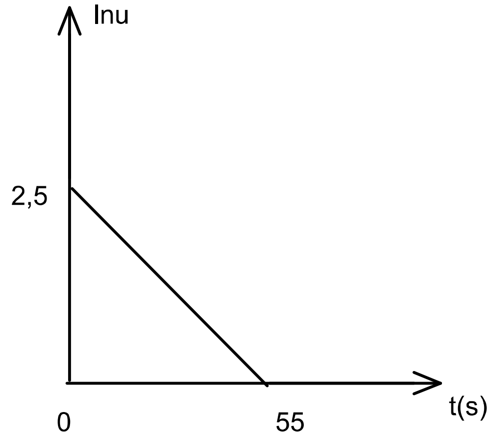
3) La tension u_C aux bornes du condensateur pendant la charge et la décharge est donnée par :

$$\begin{cases} u_C = E(1-e^{-t/RC}) \text{ pendant la charge} \\ u_C = Ee^{-t/RC} \text{ pendant la décharge} \end{cases}$$

Montrer que la constante de temps τ du circuit correspond au temps au bout duquel la charge et la décharge du condensateur sont réalisées à 63 %.
Utiliser ce résultat pour évaluer la constante de temps t du circuit. Sachant que R = 2,0 kΩ, en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

7 On a réalisé le montage ci-dessous afin de déterminer la capacité C d'un condensateur initialement chargé sous une tension constante U_0. A l'aide d'un voltmètre, on mesure à différentes dates t la tension u aux bornes du condensateur au cours de sa décharge. On obtient la courbe suivante donnant les variations de lnu en fonction du temps soit lnu = f(t). On donne : $U_0 = 12$ V ;   R = 10 kΩ



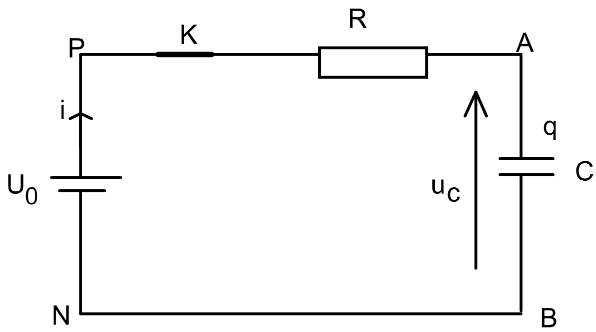


1) Etablir l'équation différentielle à laquelle obéît la tension u au cours de la décharge du condensateur.
2) Vérifier que la solution de cette équation différentielle est de la forme $u_C = A.e^{-t/\tau}$. On explicitera A et τ.
3) déterminer la constante de temps t circuit (R,C). En déduire la capacité C du condensateur.

8 Un condensateur de capacité C est chargé à travers une résistance R, à l'aide d'un générateur délivrant une tension constante U_0. (voir figure)

Le condensateur est entièrement déchargé avant la fermeture de l'interrupteur.

A la date t = 0, on ferme l'interrupteur.
A toute date t, l'intensité du courant est désignée par i, la charge du condensateur par q, la tension entre ses armatures par u_C la tension aux bornes de la résistance par u_R.



1) Expliquer brièvement le comportement des électrons libres du circuit à la fermeture de l'interrupteur.
2) Expliquer comment varient u_C, u_R, i et q durant la charge du condensateur en précisant les valeurs initiales et les valeurs finales.

3) Rappeler les relations qui lient i et q d'une part et i, C et u_C d'autre part.

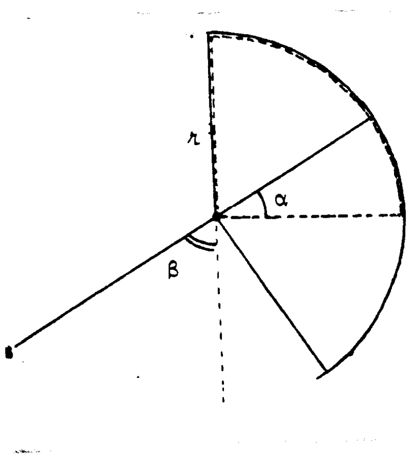
4) Établir à la date t, la relation qui existe entre u_C, u_R et U_0. En déduire l'équation différentielle du circuit relativement à la tension u_C.

5) Résoudre l'équation différentielle du circuit. Autrement dit trouver u_C en fonction du temps t.

6) On peut considérer que la charge est terminée quand $\frac{U_0-u_C}{U_0} = 1$ %.

Soient t la constante de temps du circuit et t_r (temps de relaxation) le temps mis par le condensateur pour se charger quasi totalement (à 99%). Montrer que $\tau_r = 4{,}6$ t.

9 (extrait BAC D Oct. 86) : Un condensateur à air est formé de deux armatures métalliques de masses négligeables ayant la forme de deux quarts de cercle de rayon
r = 10 centimètres et séparée, l'un de l'autre, par une distance e = 1 millimètre.



L'une des armatures est fixe, l'autre mobile est solidaire d'une tige de masse négligeable portant à son extrémité inférieure une masse m que l'on peut considérer comme ponctuelle.

1) Déterminer la capacité C_0 de condensateur lorsque $\alpha = \frac{\pi}{2}$ (donc b=0) c'est à dire lorsque la valeur S des surfaces en regard est maximum.

On donne : $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi.10^9}$ (u.S.I.)

2) Donner l'expression de la capacité C de ce condensateur en fonction de C_0 et de α.

On précise que : $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$.

3) On soumet, maintenant, les deux armatures à une tension U_0 = 1000 volts lorsque $\alpha = \frac{\pi}{2}$; calculer la charge Q_0 prise par le condensateur.

10 (Extrait BAC CE 94) : Les armatures d'un condensateur de capacité C, préalablement chargé, sont reliées à un voltmètre électronique assimilable à un résistor de résistance élevée R. Les valeurs de la tension u au cours du temps sont consignées dans le tableau ci-dessous.

t(s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
u(V)	10	7,8	6,1	4,7	3,6	2,8	2,2	1,7	1,3	1,1	0,8

1) Faire le schéma du circuit de décharge en indiquant les conventions utilisées pour le courant et la tension.

2) Établir l'équation différentielle à laquelle obéît la tension u aux bornes du condensateur.

3) Vérifier que la solution générale de cette équation est de la forme $u = A.e^{-t/\tau}$. A et τ sont deux constantes que l'on explicitera.

4) Après avoir choisi <u>judicieusement votre échelle</u>, tracer la courbe représentative de la tension u en fonction du temps t .

5) Déterminer <u>graphiquement</u> la constante de temps t en justifiant la méthode utilisée.
Sachant que $R = 2.10^6\ \Omega$, en déduire la capacité C du condensateur.

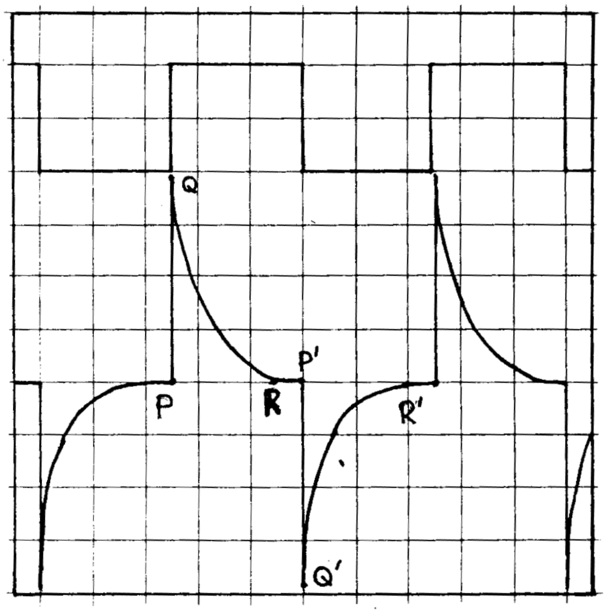
11 Afin d'étudier la charge et la décharge d'un condensateur, on réalise un circuit comportant en série (voir figure) :
- un GBF qui délivre une tension rectangulaire ;
- un conducteur ohmique de résistance réglable R ;
- un condensateur de capacité C = 100 nF.

Avec R = 10 Ω, on obtient l'osillogramme ci-dessus. Les réglages de l'oscilloscope sont :

- Sensibilités verticales : - voie Y_1 : 1,0 $V.div^{-1}$; - voie Y_2 : 0,5 $V.div^{-1}$
- durée de balayage : 2 $ms.div^{-1}$

1) Reproduire le schéma en indiquant les branchements les fils de masse et des entrées Y_1 et Y_2 de l'oscilloscope nécessaires pour visualiser respectivement la tension fournie par le GBF et une tension permettant de connaître l'intensité du courant qui traverse le circuit.
On utilisera les symboles $\rightarrow Y_1$; $\rightarrow Y_2$; —[

2) Identifier les courbes et interpréter le phénomène observé principalement dans les zones PQR et P'Q'R'.



3) Déterminer grâce à l'oscillogramme :

- la fréquence de la tension délivrée par le GBF ;
- la tension maximale U_0 aux bornes du condensateur ;
- la valeur maximale I_0 du courant qui traverse le circuit.

4) On étudie l'influence de la valeur de la résistance sur l'allure de la courbe (2). L'équation de la partie PQ s'écrit : $u(t) = U_0.e^{-t/RC}$.
L'origine des dates t = 0 est prise au point O. Dans les conditions de l'expérience, on admet que la tension s'annule dès que $u(t) = \frac{U_0}{40}$.

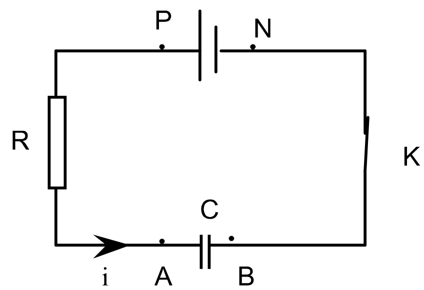
4.a- Calculer le temps t_1 nécessaire pour annuler u(t). Comparer cette valeur à celle donnée par la courbe.

4.b- On garde constante la valeur de la tension U_0 et on modifie la valeur de la résistance. Pour R = 3,3 kΩ, calculer le temps t_2 nécessaire pour annuler u(t). Quelle conclusion peut-on en tirer ?

11 On considère le circuit électrique schématisé ci-contre comportant en série :

- un générateur de force électromotrice E = 6 V et de résistance interne négligeable ;
- un condensateur de capacité C ;
- une résistance R.

A la date t = 0, le condensateur étant chargé, on ferme K.
L'intensité instantanée i du courant est comptée positivement dans le sens qui pointe vers l'armature A. (voir figure).



1) Établir l'équation différentielle liant la charge q de l'armature A, sa dérivée première par rapport au temps q et les constantes R, E et C.

2) Vérifier que $q = CE(1-e^{-t/RC})$ est solution de cette équation différentielle. Donner l'expression de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps

3) On mesure la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps. On obtient les valeurs suivantes :

t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
u_C (V)	0	1,60	2,75	3,80	4,20	4,70	5,00	5,30	5,50	5,60	5,75

3.a- Tracer alors le graphe $u_C = f(t)$ avec les échelles suivantes :
-abscisses : 1 cm pour 10 s ; -ordonnées : 2 cm pour 1,00 V.

3.b- Quelle est l'ordonnée de l'asymptote horizontale ? justifier la réponse.

3.c- Tracer la tangente à l'origine à cette courbe et montrer que celle-ci coupe l'axe des temps au point d'abscisse t = t. Déterminer la valeur de t.

4) Soit t_1 le temps au bout duquel u_C atteint 10% de sa valeur maximale et soit t_2 le temps au bout duquel u_C atteint 90% de sa valeur maximale. Exprimer, en fonction de t, le temps de montée t_d défini par $t_d = t_2 - t_1$. Déterminer la valeur de t. La comparer à la valeur obtenue à la question 3.c.

5) Sachant que R = 2 kΩ, calculer la capacité C du condensateur.