CAPACIMÉTRIE
(Version avec microcontrôleur Arduino)

Session 2022

CORRECTION © https://www.vecteurbac.fr/

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **quatre** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examinateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.
L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.

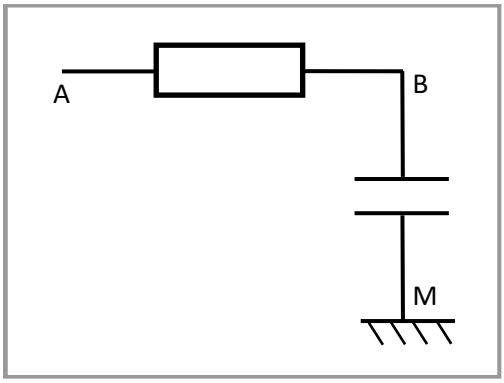
CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Certains multimètres sont équipés d'une fonction capacimètre permettant de mesurer la valeur de la capacité de condensateurs sur une gamme allant de 2 nF jusqu'à 20 µF.
Mais il est également possible de déterminer la valeur de la capacité d'un condensateur par d'autres méthodes.

Le but de cette épreuve est d'utiliser un microcontrôleur pour déterminer la capacité d'un condensateur.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Montage et branchements permettant d'étudier la charge ou la décharge d'un condensateur dans un circuit RC à l'aide d'un microcontrôleur

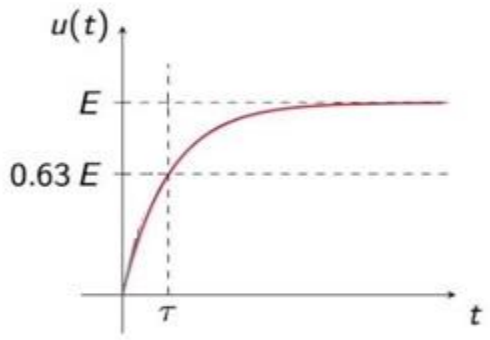


Branchements à la carte microcontrôleur

- La sortie numérique 7 de la carte microcontrôleur doit être reliée au point A du circuit.
- Une des bornes GND du microcontrôleur doit être reliée au point M du circuit.
- Le point B du circuit doit être relié à une l'entrée Analogique A0 du microcontrôleur.

CAPACIMÉTRIE
(Version avec microcontrôleur Arduino)
CORRECTION © https://www.vecteurbac.fr/

Charge d'un condensateur et temps caractéristique τ



La tension électrique aux bornes d'un condensateur lors de sa charge s'exprime selon la relation :

$$u(t) = E\cdot(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

Méthode pour déterminer τ :

quand $t = \tau$, $u(t) = 0{,}63\times E$

On considère que la charge (ou la décharge) du condensateur est totale au bout d'une durée égale à $5\times\tau$.

Le temps caractéristique τ dépend de la valeur de la résistance du conducteur ohmique et de celle de la capacité du condensateur selon la relation : $\tau = R\cdot C$

- R la résistance en Ohm (Ω)
- C la capacité en Farad (F)
- τ le temps caractéristique en s

Le microcontrôleur Arduino®

Le microcontrôleur Arduino® code sur 10 bits, ce qui signifie qu'il dispose de 1024 possibilités de codage de la tension u. Ainsi, pour une tension de 5 V, le code est de 1023. Une tension de x volts est codée par la valeur arrondie de $(\frac{x}{5}\times 1023)$.

Programme pour un microcontrôleur Arduino®

programme_depart

```
// définition des différentes grandeurs
unsigned long duree;
unsigned long origine_temps;
int tension;

void setup() {
  pinMode(7, OUTPUT); // alimentation branchée sur l'entrée 7
  Serial.begin(9600);
  // dans un prémier temps, on s'assure que le condensateur est complètement déchargé
  Serial.println("Préparation du condensateur");
  digitalWrite(7,LOW);// alimentation à 0V
  delay(5000); // delai au cours duquel l'alimentation est maintenue à 0V, on prend ici 5000 ms

  // dans un deuxième temps, charge du condensateur
  Serial.println("Charge de condensateur");
  digitalWrite(7,HIGH); // alimantation à 5V (1023 bits)
  origine_temps = millis(); // définition de l'origine des temps à l'aide de la fonction
                            // millis() qui renvoie la date en ms de l'horlorge interne d'Arduino
                            // prise à partir de sa mise sous tension
  while(analogRead(A0)< 1023){
  }
  //affichage de la durée mesurée
  duree = millis() - origine_temps;
  Serial.print("durée mesurée : ");
  Serial.print(duree);
  Serial.println(" ms");
}

void loop() {
}
```

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Étude du programme (10 minutes conseillées)

Le temps indiqué à la ligne 12 du programme a été choisi pour le montage. Pourquoi devrait-il être modifié si la capacité du condensateur était modifiée ?

Le temps indiqué ligne 12 est le temps de décharge du condensateur. Or le temps de décharge correspond à $5\tau = 5RC$. Or si la capacité du condensateur était modifiée, le temps de décharge le serait également. Ains, on doit modifié le temps indiqué à la ligne 12 si la capacité du condensateur était modifiée.

En utilisant les informations fournies, proposer une modification de la ligne 20 du programme de départ afin que la valeur de la durée affichée à la fin du programme soit celle du temps caractéristique τ.

La valeur correspondant à une charge totale (5V) correspond à 1023 bits (ligne 16). Le temps caractéristique τ est atteint pour 63% de la tension de la charge totale (5V) soit pour $\frac{63}{100} \times 1023 = 644$ bits. On modifie la ligne 20 en changeant 1023 par 644.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter vos réponses ou en cas de difficulté	

2. Mesure de la capacité d'un condensateur (40 minutes conseillées)

2.1. Méthode 1

À l'aide du multimètre utilisé en ohmmètre, mesurer la valeur de la résistance R_1 : R_1 =…Valeur expérimentale

Mettre en œuvre le montage et les branchements proposés en utilisant le condensateur de capacité C_1 et le conducteur ohmique de résistance R_1.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter votre montage expérimental ou en cas de difficulté	

Procéder à la modification de la ligne 20 proposée précédemment.
A faire expérimentalement.
Téléverser le programme et ouvrir le moniteur série.
A faire expérimentalement.
Noter la valeur obtenue pour le temps caractéristique τ_1 : τ_1 = …… Valeur expérimentale ….

En déduire la valeur $C_{1,1}$ de la capacité du condensateur : $C_{1,1}$ =… $\frac{\tau}{R} = \frac{\text{Valeur expérimentale}}{\text{Valeur expérimentale}}$ ……

2.2. Méthode 2

Reprendre le montage précédent et remplacer le conducteur ohmique de résistance R_1 par le conducteur ohmique R_2 et suivre le même protocole pour mesurer le temps caractéristique τ_2.

Procéder de la même manière pour les conducteurs ohmiques R_3, R_4 et R_5 et reporter les résultats dans le tableau ci-dessous :

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
Résistance (en Ω)	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale
Temps τ (en s)	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale

À l'aide du tableur-grapheur, tracer la courbe τ = f(R).

Utiliser cette courbe pour déterminer la valeur $C_{1,2}$ de la capacité du condensateur. Noter la valeur obtenue :
$C_{1,2}$ = ……Valeur expérimentale celle du coefficient directeur de la courbe…….

Expliquer la démarche suivie : $\tau = RC$. La courbe τ = f(R) est une droite passant par l'origine de coefficient directeur C.

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

3. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées)

Enlever le condensateur du montage et mesurer sa capacité C_1 à l'aide du multimètre en fonction capacimètre.

C_1 = …… Valeur expérimentale

Quelle valeur expérimentale ($C_{1,1}$ ou $C_{1,2}$) semble la plus précise ? Justifier.

$C_{1,2}$ semble plus précise car elle provient d'une série de mesure et elle est plus proche de la valeur indiquée par le capacimètre.

On souhaite procéder de la même manière avec le condensateur dont la capacité C_2 est de l'ordre de 10 µF. Comment doit-on choisir la résistance si on souhaite utiliser le même programme ?

On fait le rapport entre la capacité de notre expérience et C_2 qui est de l'ordre de 10 µF. On utilisera une résistance avec un rapport inverse pour que le temps caractéristique τ soit identique.

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.