

Les photocopies distribués en cours et les corrections de travaux dirigés sont autorisés. La rédaction et la présentation des résultats sont des éléments importants d'appréciation des copies. Les résultats devront être justifiés et les calculs suffisamment explicités. Le barème est donné à titre indicatif et susceptible de modifications.

NOM Prénom	LES REPONSES DOIVENT ETRE FOURNIES SUR LE SUJET AUCUN AUTRE DOCUMENT NE SERA RENDU A L'ENSEIGNANT
------------	--

Exercice 1 (4 points)

Réponse correcte = +0.5, absence de réponse = 0, réponse incorrecte = -0.5

Exprimer dans les unités fondamentales du système international le Joule :

<input type="checkbox"/> $\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$	<input type="checkbox"/> $\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-2}$	<input type="checkbox"/> $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$	<input type="checkbox"/> kg.m.s^{-2}
---	---	--	---

Exprimer dans les unités fondamentales du système international le Newton :

<input type="checkbox"/> V.s.A^{-1}	<input type="checkbox"/> $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}.\text{A}^{-1}$	<input type="checkbox"/> $\text{kg}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{s}^4.\text{A}^2$	<input type="checkbox"/> kg.m.s^{-2}
--	--	---	---

Exprimer dans les unités fondamentales du système international le Watt :

<input type="checkbox"/> $\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$	<input type="checkbox"/> $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$	<input type="checkbox"/> $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}$	<input type="checkbox"/> $\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-2}$
---	--	--	---

Exprimer dans les unités fondamentales du système international le Ohm :

<input type="checkbox"/> V.A^{-1}	<input type="checkbox"/> $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}.\text{A}^{-2}$	<input type="checkbox"/> $\text{kg}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{s}^3.\text{A}^2$	<input type="checkbox"/> kg.m.s^{-2}
--	--	---	---

Sachant que $[A] = M^3.L^3.T^{-1}$, quelles sont les unités de α et de β sachant que $A = \alpha.v^{-3}.f^{-1} + \beta.p^{-1}.m.g^3$ où v est une vitesse, f une force, m une masse, p une pression, et g l'accélération de la pesanteur.

<input type="checkbox"/> $[\alpha] = M^4.L^7.T^{-6}$ $[\beta] = M^3.L^{-1}.T^3$	<input type="checkbox"/> $[\alpha] = M^2.L^{-2}.T^4$ $[\beta] = M^3.L^7.T^{-5}$	<input type="checkbox"/> $[\alpha] = M^4.L^8.T^6$ $[\beta] = M^3.L.T^3$	<input type="checkbox"/> $[\alpha] = M^3.L^3.T^{-1}$ $[\beta] = M^3.L^3.T^{-1}$
--	--	--	--

Quelle est l'unité de la sensibilité d'un thermocouple ?

<input type="checkbox"/> A/K	<input type="checkbox"/> $^{\circ}\text{C}/A$	<input type="checkbox"/> $V/^{\circ}\text{C}$	<input type="checkbox"/> $^{\circ}\text{C}/V$
--------------------------------	---	---	---

Lors d'une mesure faite avec un thermocouple de type K, l'erreur faite sur la tension est de $\Delta U = 2 \mu\text{V}$. Quelle est l'erreur de température correspondante ?

<input type="checkbox"/> $1/40 \text{ K}$	<input type="checkbox"/> $80.10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$	<input type="checkbox"/> $4.10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}$	<input type="checkbox"/> $1/20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
---	--	---	--

Lors des séances de TP, trois capteurs ont été utilisés (A. CTP), (B. thermocouple), (C. CTN). Le classement du plus rapide au plus lent est :

<input type="checkbox"/> A B C	<input type="checkbox"/> C B A	<input type="checkbox"/> B C A	<input type="checkbox"/> B A C
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Exercice 2 (4 points)

La troisième loi de Képler donne la relation suivante : $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ entre la masse M du Soleil, la période T de révolution d'une planète autour du Soleil, a la longueur du petit axe de l'orbite et G la constante de gravitation.

En supposant qu'on connaît des mesures de a, T, G à $\Delta a, \Delta T, \Delta G$ près, exprimer l'incertitude absolue sur M .

Réponse :

Exercice 3 (5 points)

Inspiré de « Mécatronique » de Lionel Birglen, Sciences de l'ingénieur, ed. Dunod, 2016.

On utilise un thermocouple pour mesurer la température d'un four industriel. Celui-ci permet de mesurer une température en générant un voltage par effet Seebeck et possède une loi d'entrée-sortie sous la forme du polynôme suivant:

$$T = \sum_{i=0}^n a_i v^i = a_0 + a_1 v + a_2 v^2 + \dots \quad (1)$$

où $T \in [-100, 100]$ est la température de mesure (en degrés Celsius), et v est la tension négative délivrée par le capteur en volts. La tension v est amplifiée par un circuit de conditionnement du signal permettant d'effectuer l'opération suivante :

$$v_{\text{sortie}} = \beta(v + \alpha) \text{ avec } \alpha > 0 \text{ et } \beta < 0 \quad (2)$$

En sortie de cet étage de conditionnement, on lit la tension $v_{\text{sortie}} \geq 0$ grâce à une carte d'acquisition qui possède une plage de mesure de $0 \leftrightarrow 5\text{V}$ (la tension minimale est 0 V, la tension maximale 5 V).

On suppose que $a_0 = -150$; $a_1 = -16$; $a_2 = 64$ et $a_i = 0$ ($\forall i > 2$).

1. Quelles sont les unités (système international) de a_0 ; a_1 ; a_2 ; α et β ?

Réponse :

2. Considérant les valeurs numériques de a_0 ; a_1 et a_2 exprimer à partir de l'équation (1) la tension v en fonction de la température T (on résoudra une équation du second degré et on rappelle que la tension v est négative).

Réponse :

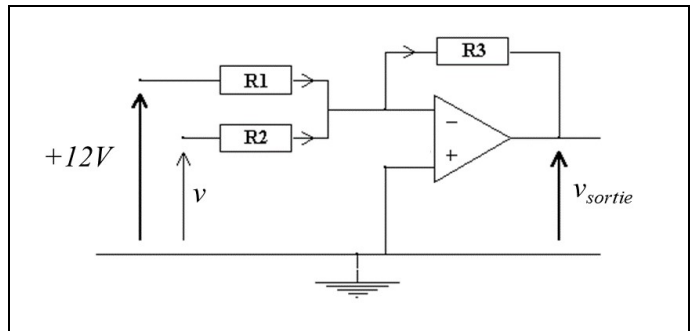
3. Calculez $\alpha > 0$ et $\beta < 0$ afin de profiter au maximum de la plage de mesure de la carte d'acquisition ($0 \leftrightarrow 5\text{V}$).

Réponse :

4. Afin de concevoir le schéma électronique permettant de réaliser l'opération $v_{\text{sortie}} = \beta(v + \alpha)$ on utilise un AOP en sommateur. Cet AOP est alimenté en $\pm 12\text{ V}$. Dans ce schéma :

$$v_{\text{sortie}} = -R_3 \left(\frac{v}{R_2} + \frac{12}{R_1} \right)$$

On choisit $R_2 = 1\text{k}\Omega$. Pour R_1 et R_3 on choisit des résistances dans la gamme E12.



Remarque : La norme CEI 60063, intitulée Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs, définit les valeurs préférentiellement utilisées pour les composants électroniques de type résistance et condensateur. Elle définit plusieurs séries, nommées Enn, où nn est le nombre de valeurs dans une décade (c'est-à-dire entre 10^d inclus et 10^{d+1} exclus, d étant un entier quelconque). Ainsi la série E3 donne; $1 (10^0)$; $2.15 (10^{1/3})$; $4.64 (10^{2/3})$ que l'on peut ensuite multiplier par 10 ou 100 ou 1000.

Compléter le tableau suivant des résistances de la norme E12 (avec un coefficient multiplicateur de x1) :

1	1.212										
---	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Quelles valeurs choisissez-vous pour R_1 et R_3 ?

Réponse :

5. Calculer les nouvelles valeurs réelles de α et β obtenues avec le montage conçu à la question précédente. Quelle est alors la plage de tension v_{sortie} pour $T \in [-100, 100]$. Qu'en pensez-vous ?

Réponse :

Exercice 4 (3 points)

The sensitivity of a probe platinum whose resistance is 100Ω at 0°C is of the order of $3.9 \cdot 10^{-1} \Omega/^\circ\text{C}$ assumed substantially constant with temperature (linear variation of resistance with temperature).

Calculate the accuracy of the temperature measurement if we measure the resistance of the probe with an uncertainty of 0.1% in the vicinity of 100°C .

Answer (in english) :

Exercice 5 (4 points)

L'humidité absolue r de l'air correspond au rapport de la masse de la vapeur par la masse d'air sec, et s'exprime en g/Kg (gramme de vapeur par kilogramme d'air sec). La plupart des instruments utilisés pour la mesure de l'humidité se basent sur la détermination de la pression partielle de la vapeur dans l'air P_v et de la pression totale du mélange P . La relation entre ces deux pressions et l'humidité est donnée par la formule suivante :

$$P_v = \left(\frac{r}{0.622 + r} \right) P$$

1. Calculer la valeur de l'humidité de l'air lorsque $P = 1 \text{ bar}$ et $P_v = 0.1 \text{ bar}$

Réponse :

2. Déterminer l'incertitude réalisée pour cette mesure si les incertitudes sur la pression sont de 2%.

Réponse :

