





De l'espèce chimique à l'entité chimique

TD

 Capacités exigibles

- Connaître et savoir utiliser les lois fondamentales de l'électricité (loi des nœuds, loi des mailles, loi d'Ohm).
- Comprendre le principe du diviseur de tension.
- Savoir calculer la résistance équivalente de deux résistances en série et en parallèle.
- Savoir calculer la puissance et l'énergie fournies par un générateur ou consommées par un récepteur.
- Savoir calculer l'autonomie d'une batterie à partir de sa capacité et de l'intensité électrique qu'elle délivre.

 Niveaux

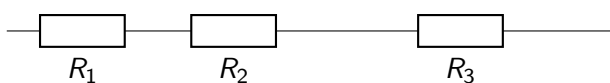
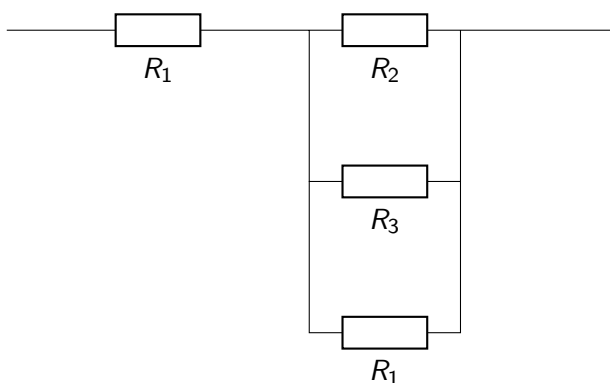
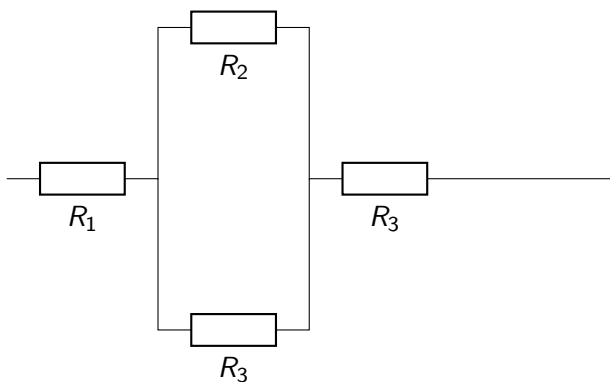
-  À savoir refaire !
-  Niveau de base
-  Niveau intermédiaire
-  Niveau avancé

Exercice 1 Résistance équivalente

★★

Pour tous les exemples suivants, déterminer la valeur de la résistance équivalente (de l'ensemble des résistances présentes dans l'exemple).

On donne $R_1 = 10,0\Omega$; $R_2 = 22,0\Omega$ et $R_3 = 4,7\Omega$.



Exercice 2 Loi de Kirchhoff et Loi d'Ohm



On étudie le système électrique ci-contre. On donne les valeurs suivantes :

$E = 90,5V, I = 2,53A$ et $R_1 = 22,12\Omega$

Q1 Flécher la tension U_1 aux bornes de R_1 , en respectant la convention récepteur.

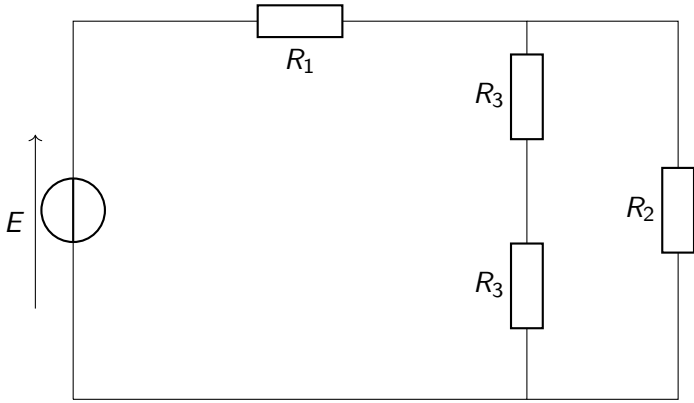
Q2 Déterminer la valeur de la tension U_1 , en volt.

Q3 En déduire la valeur de la tension U_2 aux bornes de R_2 , en respectant la convention récepteur.

On donne $R_2 = 30,51\Omega$.

Q4 En déduire la valeur de l'intensité I_2 traversant R_2 (en écriture scientifique).

Q5 En déduire la valeur de la résistance R_3 (en $k\Omega$ et en écriture scientifique).

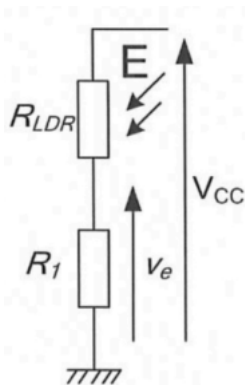
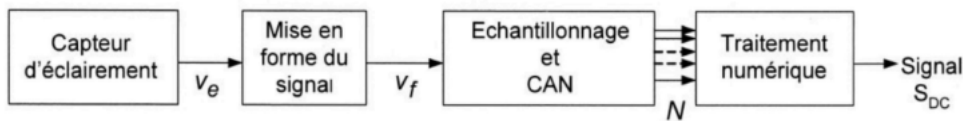


Exercice 3 Carte de contrôle de luminosité



Un « smartphone » est doté d'une carte de contrôle de luminosité (permettant par la suite d'ajuster la luminosité de son écran). Sur la carte « contrôle de luminosité », le technicien doit faire un bilan de la structure pour traiter le signal et éventuellement en proposer une autre.

Cette carte est équipée d'un capteur d'éclairement à photorésistance, de résistance R_{LDR} , d'un circuit de mise en forme, d'un convertisseur analogique numérique (CAN) et d'un microcontrôleur pour le traitement numérique.



Soumis à un éclairement E , le circuit de la figure 1 fournit une tension v_e , qui varie avec l'éclairement. Le capteur, une photorésistance (dont la résistance R_{LDR} varie en fonction de l'éclairement E) est placée en série avec une résistance R_1 .

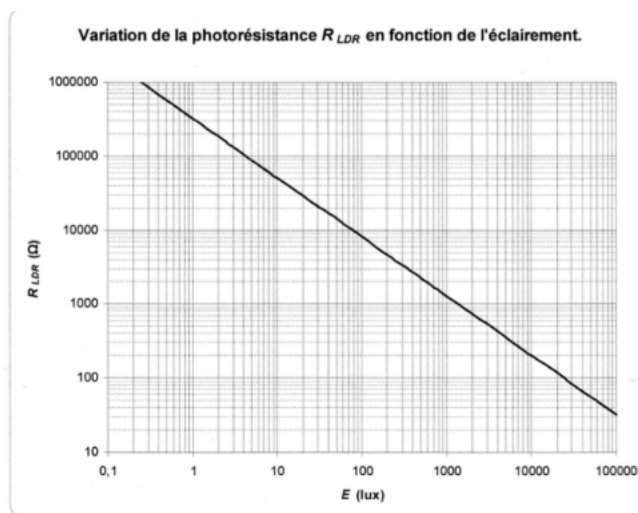
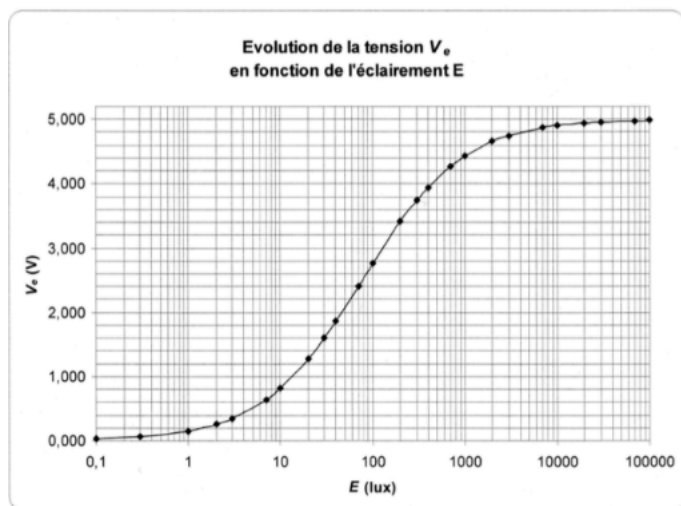
Le technicien souhaite déterminer la valeur de la résistance R_1 dans le cas où celle-ci doit-être changée.

Q1 Déterminer l'expression littérale du signal v_e en fonction de V_{cc} , R_{LDR} et R_1 .

Q2 En déduire l'expression littérale de R_1 en fonction de v_e , V_{cc} et R_{LDR} .

Q3 A l'aide de la documentation SP4 (ci-après), déterminer graphiquement la valeur de la tension v_e et une valeur approchée de la résistance R_{LDR} pour un éclairement $E = 30Lux$.

Q4 Déterminer la valeur de R_1 pour une tension d'alimentation $V_{cc} = 5.0V$ et pour un éclairement $E = 30Lux$.



Exercice 4 Le smartphone



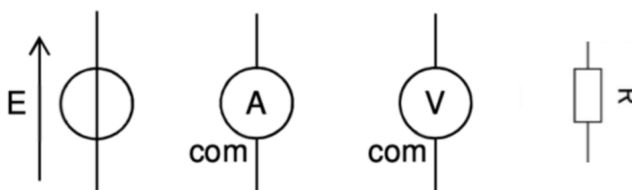
Un smartphone communique à distance en utilisant les rayonnements électromagnétiques (dans la gamme de fréquence « Bluetooth », « Wi-Fi », « 4G/5G »). Dans un premier temps, on suppose que le smartphone est constitué (entre autres) de multiples interfaces réseaux sans fil, responsables de 100% de la consommation d'énergie du système. Toutes ces interfaces réseaux sont considérées ici en mode actif, sans aucun transfert de données, tout en étant connectées à un autre système.

Interface réseau	Puissance électrique consommée
Bluetooth	70,0 mW
Wi-Fi	400 mW
4G	900 mW

L'ensemble des interfaces réseaux est modélisé par une unique résistance, notée R . Ces interfaces réseaux sont alimentées par une batterie (supposée idéale) dont la capacité électrique est $Q = 4352 \text{ mAh}$, délivrant une tension d'alimentation $U = 4,35 \text{ V}$. On suppose que l'intensité, notée I , délivrée par la batterie est constante durant tout son temps de fonctionnement.

Q1 Déterminer (en notation scientifique) le nombre d'électrons, noté N , que cette batterie est capable de délivrer, sachant que la charge électrique d'un électron est $q_e = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Q2 Proposer un schéma électrique du montage permettant de mesurer l'intensité I traversant l'ensemble des interfaces réseaux, de mesurer la tension U aux bornes de cet ensemble, en utilisant la convention récepteur pour l'ensemble. Utilisez les symboles suivants :



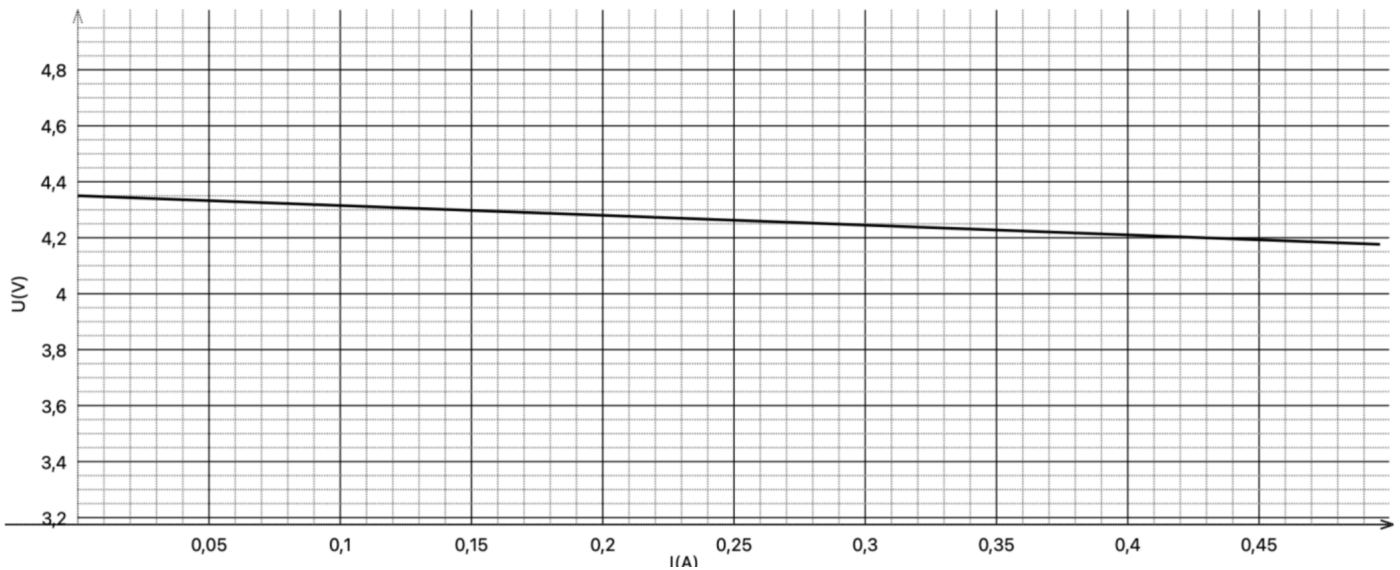
Q3 Déterminer la valeur de l'intensité électrique, notée I (en mA et en notation scientifique), que délivre cette batterie.

Q4 Déterminer la valeur de la résistance électrique R (en Ω et en notation scientifique).

Q5 En déduire la valeur de l'autonomie de cette batterie, en heures et minutes, lorsqu'elle alimente les interfaces réseaux (sans aucun transfert de données, et en étant connectées).

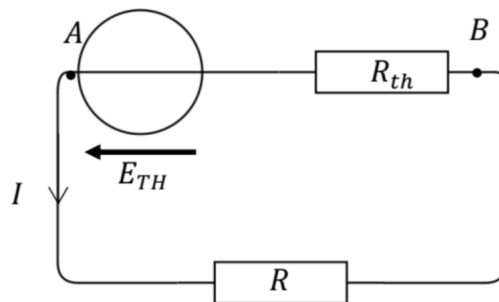
En réalité, seulement 57% de la puissance électrique consommée est dédiée aux interfaces réseaux du smartphone.

Q6 En déduire la valeur « réelle » de l'autonomie de cette batterie, en heures et minutes, lorsqu'elle alimente l'ensemble des composants (dont la tension d'alimentation est toujours $U = 4,35 \text{ V}$). La batterie n'est en réalité pas idéale : un étudiant trace sa caractéristique $U = f(I)$.



Q7 À l'aide d'une étude graphique, déterminer la valeur de la résistance interne R_i de cette batterie, ainsi que la valeur de la tension à vide, notée U_i .

Q8 En déduire l'expression numérique de l'équation de cette droite, $U = f(I)$. On donne ci-dessous un schéma électrique du montage illustrant la connexion de la batterie réelle (entre les points A et B) aux interfaces réseaux, modélisées par la résistance R .



Q9 Sur le schéma électrique, flécher la tension électrique, notée U , afin que la résistance R soit en convention récepteur.

Q10 Donner la formule littérale exprimant la tension U (aux bornes de la résistance R) en fonction de la tension aux bornes du générateur idéal U_i , de la résistance R_i et de la résistance R .

Q11 En déduire la valeur de la tension U (en V et en notation scientifique).

Q12 Les interfaces réseaux nécessitant toujours une puissance électrique $P = 1,370 \text{ W}$, en déduire la nouvelle valeur de l'intensité I (en mA et en notation scientifique), que doit délivrer cette batterie « réelle ».

Q13 En déduire la nouvelle valeur « réelle » de l'autonomie de cette batterie, en heures et minutes, lorsqu'elle alimente l'ensemble des interfaces réseaux.

Q14 Après plusieurs cycles de charge/décharge, la résistance interne R_i de la batterie augmente : cela entraîne-t-il l'augmentation ou la diminution de la tension U délivrée par cette batterie ? Décrire rigoureusement les autres effets de l'augmentation de la résistance interne de la batterie. Justifiez chaque élément de réponse.

Exercice 5 Autonomie de la flamme d'un avion (SNIR 2019)


Des flammes aéronautiques sont utilisées pour localiser les avions sur le parking de l'aéroport. L'énergie nécessaire aux composants de la flamme est fournie par deux piles. Celles-ci doivent assurer leur fonctionnement pendant deux ans.

Pendant dix minutes, les composants, microcontrôleur et capteurs, sont en mode économique. Ils passent en mode actif une seule fois pendant cette période pour transmettre un message par le réseau Sigfox.

Q1 Calculer les puissances manquantes du tableau ci-dessous :

Composant	Temps de fonctionnement sur 10 min	Consommation en courant	Puissance consommée (Alimentation 3V)	Energie en J
Microcontrôleur SAMD21	Mode actif : 22 s	3,5 mA	10,5 mW	0,23
	Mode économique : 9 min 38 s	50 μ A	0,15 mW	$8,7 \cdot 10^{-2}$
Modem Sigfox ATA8520	Mode actif 6s	32,7 mA	98,1 mW	0,6
	Mode économique : 9 min 54 s	5 nA		$8,91 \cdot 10^{-6}$
Module GPS FGPMOPA6H	Mode actif : 5s Démarrage avec aide à la localisation (EASY Mode) :	25 mA	75 mW	0,375
	Transmission : 256 ms	20 mA	60 mW	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Capteur d'humidité HYT221	Mode actif : 10 s	22 μ A		$6,6 \cdot 10^{-4}$
	Mode économique : 9 min 40 s	< 1 μ A	< 3 μ A	< $2 \cdot 10^{-3}$

Q2 Montrer que l'énergie totale E_1 consommée, pendant 10 minutes, par tous les composants de la flamme vaut environ 1,3 J pour la transmission d'un message.

Q3 Calculer l'énergie E_2 consommée par la flamme pendant un jour, sachant que le nombre maximum de messages transmis par le réseau Sigfox est de 140 par jour.

Les dispositifs de la flamme sont alimentés par deux piles LR20FSB2 branchées en série. La fiche technique indique une tension aux bornes de 1,5 V et une capacité de 64800 mAh. L'énergie fournie par une pile E_{pile} est le produit entre la tension aux bornes de la pile, exprimée en V, et sa capacité en mAh.

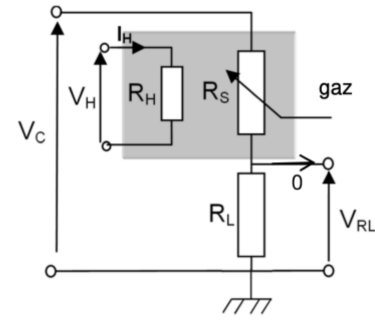
Q4 Calculer le nombre de jours de fonctionnement de la flamme. Les exigences sur l'autonomie sont-elles respectées ?

Exercice 6 concentration de dihydrogène dans l'air (SNEC 2021)

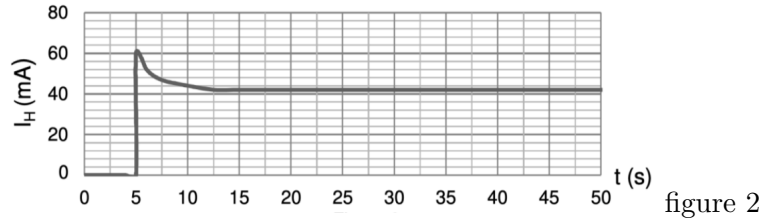

Le seuil de dégazage anormal des batteries est fixé à 0,4 % de dihydrogène dans l'air. Des concentrations exprimées en % sont peu maniables lorsqu'elles sont faibles. Il est alors plus pratique de changer d'échelle. L'échelle utilisée est ppm (parties par million) : 1 % correspond à 10 000 ppm (parties par million).

Q1 Exprimer en ppm, le seuil de dégazage anormal des batteries, noté C_s .

Un capteur de gaz (dihydrogène dans l'air) est constitué d'une couche sensible fabriquée à l'aide d'un oxyde métallique semi-conducteur. La résistance R_C de cette couche varie en présence d'un gaz. La figure ci-contre montre le circuit de base utilisé pour mettre en œuvre le capteur.

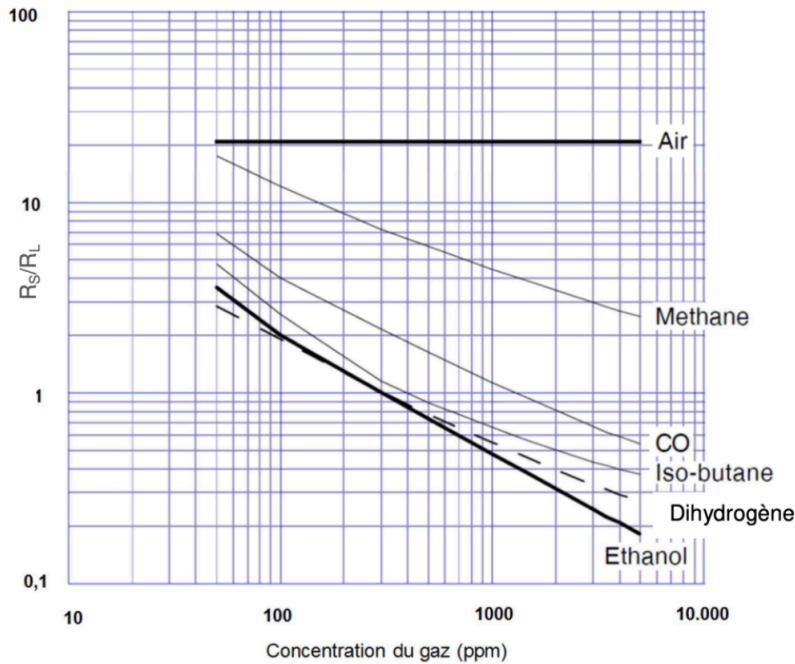


Afin d'obtenir une détection optimale, la couche sensible du capteur doit être chauffée. En mode isotherme (température constante), le courant consommé en fonction du temps est représenté ci-dessous.



- Q2** Relever la valeur de l'intensité I_H du courant de chauffage en régime permanent.
- Q3** La résistance R_H est-elle en convention générateur ou récepteur ?
- Q4** Calculer la valeur de la puissance P_H reçue par la résistance R_H (en W et en notation scientifique).
- Q5** Calculer la valeur de l'énergie thermique dissipée par cette résistance R_H pendant une durée $\Delta t = 10$ min.
- Q6** Calculer la valeur de la résistance R_H (en Ω et en notation scientifique).
- Q7** Donner l'expression littérale liant la tension V_{out} en fonction de V_s , R_C et R_H .

Sur le graphe ci-dessous, est représentée la variation de $\frac{V_{out}}{V_s}$ du capteur en fonction de différentes concentrations de gaz (exprimées en ppm).



- Q8** Déterminer à partir du graphe ci-dessus, la valeur du rapport $\frac{V_{out}}{V_s}$ pour la concentration « seuil » de dihydrogène de 4 000 ppm.
- Q9** Calculer la valeur de la tension de seuil correspondante, notée $V_{out,seuil}$.