

S C I E N C E S P H Y S I Q U E S

Durée : 1 H 30

Coefficient : 1

Note importante :

Dès que le sujet de l'épreuve vous est remis, assurez-vous qu'il est complet en vérifiant le nombre de pages en votre possession.

Si le sujet est incomplet, demandez-en immédiatement un nouvel exemplaire aux surveillants.

ZRB.5A

Il est rappelé aux candidats que la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

L'usage des instruments de calcul est autorisé.

Les deux exercices sont indépendants.

EXERCICE I : CHIMIE : 7 points

Le chauffage d'une serre est assuré par des brûleurs, d'une puissance totale $P = 14,5 \text{ kW}$, alimentés par du gaz propane (formule moléculaire C_3H_8).

Le propane est stocké sous forme liquide dans une cuve pouvant en contenir une masse $M = 4,4 \text{ t}$.

Données : masses molaires atomiques : $\text{C} = 12 \text{ g. mol}^{-1}$
 $\text{H} = 1 \text{ g. mol}^{-1}$
énergie thermique libérée par la combustion
d'une mole d'un alcane en fonction du nombre n d'atomes de
carbone de sa formule moléculaire :

$$Q(n) = (210 + 664 n) \text{ kJ. mol}^{-1}.$$

- 1) Calculer la masse molaire du propane. En déduire, en moles, la contenance de la cuve.
- 2) Calculer l'énergie thermique correspondant au contenu de la cuve.
- 3) Quelle est la durée (en h) du fonctionnement des brûleurs qui peut-être assuré par une cuve pleine ?
- 4) Ecrire l'équation bilan de la combustion complète du propane dans le dioxygène.
- 5) Calculer le volume de dioxygène nécessaire à la combustion du contenu de la cuve ainsi que le volume de dioxyde de carbone dégagé. On prendra comme volume molaire 24 l. mol^{-1} .

EXERCICE II : PHYSIQUE (13 points)

Ce problème a pour but de modéliser le dispositif de contrôle du fonctionnement de la batterie d'accumulateurs par le conducteur d'un véhicule.

Dans le montage figure I (page 4/4), la batterie d'accumulateurs est donc utilisée :

- soit en générateur pour faire fonctionner le démarreur M (régime de décharge).
- soit en récepteur alimenté par l'alternateur-redresseur assimilé à un générateur continu G (régime de charge).

Dans les montages suivants, les amplificateurs opérationnels sont considérés comme parfaits.

Les alimentations $V_{CC}^+ = +5V$ et $V_{CC}^- = -5V$ ne sont pas indiquées sur les schémas.

Les tensions de sortie correspondant aux 2 états de saturation seront prises égales aux 2 tensions d'alimentation :

$$V_{sat}^+ = V_{CC}^+ = +5V$$

$$V_{sat}^- = V_{CC}^- = -5V$$

On prendra $r = 10^{-3}\Omega$.

- 1°) a) Montrer que le signe de U_{AB} dépend du régime de fonctionnement de la batterie.
- b) Calculer U_{AB} pour un courant de décharge, lors du démarrage du véhicule, d'intensité 200 A.
- c) Calculer cette même tension pour un courant de charge de la batterie d'intensité 10 A.

2°) Montage soustracteur (figure II Page 4/4)
 U_{AB} est envoyée sur un montage soustracteur, sous la forme V_{AM} et V_{BM} .

a) Montrer que $V_s = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1) = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_{AB}$

- b) Calculer V_s avec $R_2 = 100\text{ k}\Omega$ et $R_1 = 4,7\text{ k}\Omega$, pour la décharge ($I_d = 200\text{ A}$) puis la charge ($I_c = 10\text{ A}$).

3°) Etages comparateurs

La tension V_s est envoyée simultanément sur 2 étages comparateurs remplissant des fonctions différentes.

a) On donne $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$, $R'_3 = 1 \text{ k}\Omega$.

Le premier étage (fig.III Page 4/4) permet d'alerter le conducteur lorsque le courant de démarrage est trop important.

- Calculer le potentiel V_{E-} de l'entrée ^{Négative} négative de l'amplificateur opérationnel.
- Si le courant de démarrage I_d est celui donné au I, quelle sera la tension de sortie V_{s1} ?
Quel sera l'état de la diode D_1 (rouge) ?
- Pour quelle valeur de I_d l'état de la diode changera-t-il ?

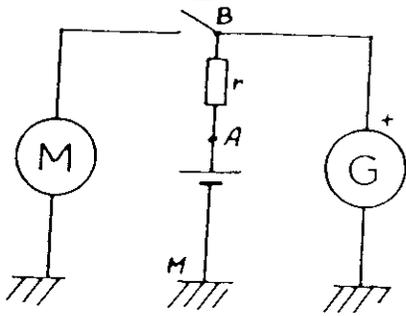
b) On donne $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$, $R'_4 = 22 \text{ k}\Omega$.

Le deuxième étage (fig.IV Page 4/4) permet d'indiquer au conducteur soit une charge normale ($I_c < 10 \text{ A}$), soit une charge excessive ($I_c > 10 \text{ A}$).

- Calculer le potentiel V_{E+} de l'entrée + de l'amplificateur opérationnel.
- Les deux diodes D_2 (Verte) et D'_2 (Rouge), doivent permettre, l'une d'indiquer que la charge est normale (verte) l'autre, que la charge est excessive (rouge).

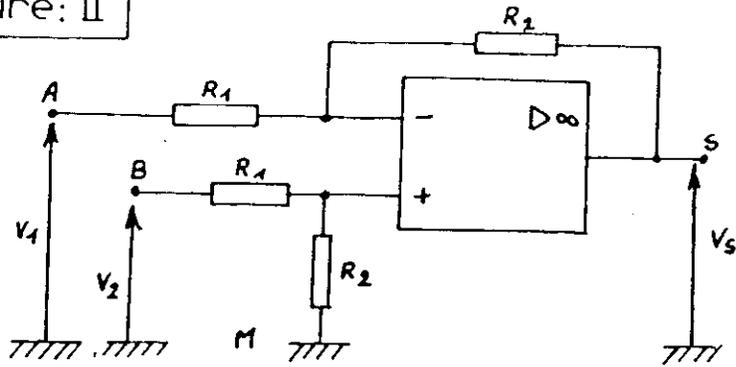
Indiquer en le justifiant où mettre D_2 et où mettre D'_2 .

Figure: I



$$r = 10^{-3} \Omega$$

Figure: II



$$V_1 = V_{AM}$$

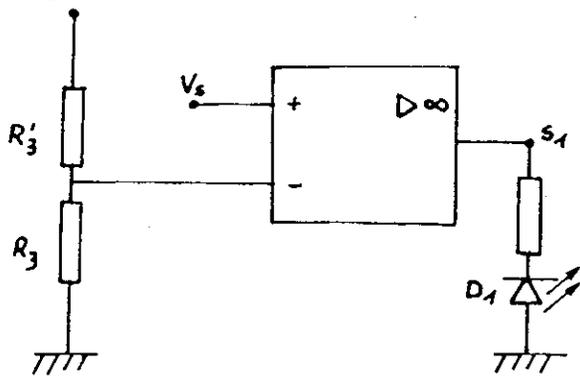
$$V_2 = V_{BM}$$

$$R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

Figure: III

$$V_{cc-} = -5V$$

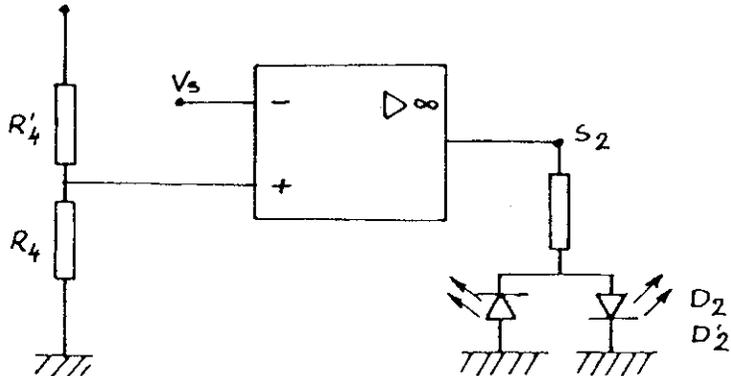


$$R'_3 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

Figure: IV

$$V_{cc+} = +5V$$



$$R'_4 = 22 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 1 \text{ k}\Omega$$