

SESSION 2003	Code : MAE3SC
EXAMEN : BTS MAV A	Durée 2h00
Epreuve : Sciences physiques	Coef : 2

Le sujet comporte 5 pages

L'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la législation en vigueur (circulaire n°99-186 du 16/11/1999).

Le sujet comporte un problème de chimie, un problème de mécanique et un problème d'électricité.

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

CHIMIE. (5 points)

Parmi les gaz à l'origine de l'effet de serre, le dioxyde de carbone intervient pour 50 % dans le phénomène. L'une des causes importantes de rejet de ce gaz dans l'atmosphère est la combustion des carburants dans les moteurs d'automobile.

On considère un carburant gas-oil que l'on assimile à du pentadécane de formule brute $C_{15}H_{32}$.

1°) Écrire l'équation-bilan de la combustion complète du pentadécane.

2°) Le réservoir d'un véhicule diesel contient 50 L de carburant gas-oil.

2.1. Calculer la quantité de matière (en mol) de pentadécane contenue dans le réservoir.

2.2. Calculer le volume de dioxygène nécessaire à la combustion complète de tout le gas-oil. En déduire le volume d'air correspondant.

2.3. Quel est le volume de dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère ?

Données :

- densité du carburant par rapport à l'eau : $d = 0,86$;
- masses molaires atomiques : $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$;
- volume molaire des gaz dans les conditions d'utilisation : $V_{\text{mol}} = 25 \text{ L.mol}^{-1}$;
- l'air contient 20 % de son volume de dioxygène.

3°) Le pouvoir calorifique du gas-oil est de 42600 kJ.kg^{-1} . Le rendement du moteur thermique équipant le véhicule est égal à 40 % . Quelle est l'énergie dissipée dans l'atmosphère lors de la combustion des 50 L de gas-oil ?

MÉCANIQUE (5 points)

Voici un extrait d'un guide élève pour l'examen du code de la route : « A **90 km.h⁻¹**, sur une route sèche, on parcourt avant de s'arrêter : **25m** pendant le temps de réaction d'**une seconde** du conducteur et **54 m** pendant le freinage ; la distance d'arrêt est **79 m** ».

1°) Vérifier par le calcul que le véhicule parcourt 25 m pendant la seconde de réaction.

2°) On désigne par **a** la valeur absolue de l'accélération supposée constante pendant le freinage.

2.1. Montrer que son expression peut s'écrire $a = v_0^2/2x$, formule dans laquelle v_0 est la vitesse initiale et x est la distance de freinage.

2.2. Calculer **a**.

3°) La voiture a une masse d'une tonne et la force \vec{f} de frottement des roues sur la route est parallèle à la route. On négligera la résistance de l'air.

Calculer :

3.1. l'intensité **f** de la force de frottement pendant le freinage.

3.2. le coefficient **k** d'adhérence des roues sur la route est donné par la formule :

$$k = f/P.$$

P désigne le poids de la voiture. On prendra pour l'accélération de la pesanteur $g = 9,81\text{m/s}^2$.

Pour une vitesse de 90 km.h^{-1} , calculer la distance de freinage sur une route mouillée, le coefficient d'adhérence étant égal à 0,3. Conclure.

ÉLECTRICITÉ (10 points)

Principe d'un détecteur d'eau dans un filtre à gas-oil

Les filtres à gas-oil permettent d'arrêter les particules solides indésirables, mais pas l'eau pouvant se former par condensation sur les parois internes du réservoir. Pour éviter de détériorer le système d'injection, la présence d'eau doit être signalée au conducteur. Le détecteur d'eau est constitué d'une sonde comportant deux électrodes placées dans la partie inférieure de la cuve du filtre.

*En l'absence d'eau autour des électrodes, la sonde est équivalente à un **interrupteur ouvert**. En présence d'eau dans le filtre, on l'assimilera à une **résistance R_{eau}** .*

I- Étude du montage de la figure 1.

1°) Exprimer la tension V_E^+ en fonction de R_3 , R_4 et E . Effectuer l'application numérique.

2°) Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur intégré ?

3°) On suppose $V_E^- < V_E^+$.

3.1. Déterminer la valeur de la tension de sortie V_S .

3.2. Indiquer, en justifiant la réponse, l'état du transistor.

3.3. En déduire l'état de la **DEL** (allumée ou éteinte).

4°) On suppose $V_E^- > V_E^+$.

4.1. Déterminer la valeur de la tension de sortie V_S .

4.2. Quel est l'état du transistor ? En déduire l'état de la **DEL**.

II- Étude du montage de la figure 2.

1°) On suppose la présence d'eau dans le filtre

A l'instant de la mise du contact, $u_C = 0V$ et le condensateur commence à se charger.

1.1. Que vaut la tension V_E^- à l'instant de la mise du contact ?

1.2. Dessiner le circuit de charge du condensateur. Comment la tension V_E^- évolue-t-elle au cours du temps ?

1.3. Quelle est l'intensité du courant traversant le condensateur en fin de charge ?

1.4. En déduire l'expression de la tension V_E^- en fonction de R_{eau} , R_2 et E . Calculer sa valeur.

1.5. Conclure sur l'état de la DEL lors de la présence d'eau.

2°) On suppose qu'il n'y a pas d'eau dans le filtre.

A l'instant de la mise du contact, $u_C = 0V$ et le condensateur commence à se charger.

2.1. Quelle est la valeur de la tension V_E^- à l'instant de la mise du contact ? En déduire l'état de la DEL.

2.2. Dessiner le circuit de charge du condensateur C.

2.3. Quelle est la tension aux bornes du condensateur en fin de charge ?

2.4. A partir de quelle valeur de V_E^- la DEL s'éteint-elle ?

2.5. On se propose de déterminer l'instant $t_{contrôle}$ où la DEL s'éteint. On rappelle que la tension u_C aux bornes d'un condensateur de capacité C, initialement déchargé, en série avec une résistance R et un générateur délivrant une tension continue E, évolue selon l'équation : $u_C = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ avec $\tau = RC$.

En déduire que le temps $t_{contrôle}$ correspondant (depuis la mise du contact) est

$t_{contrôle} = -\tau \ln(1 - \frac{V_E^+}{E})$, où τ est la constante de temps du circuit de charge.

Effectuer l'application numérique.

2.6. Dessiner le circuit de décharge du condensateur après la coupure du contact.

Dans tout le problème, l'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait et est alimenté sous les tensions $+12V, 0V$. Les tensions de saturation sont $+12V, 0V$. De plus, le transistor fonctionne en commutation (bloqué ou saturé).

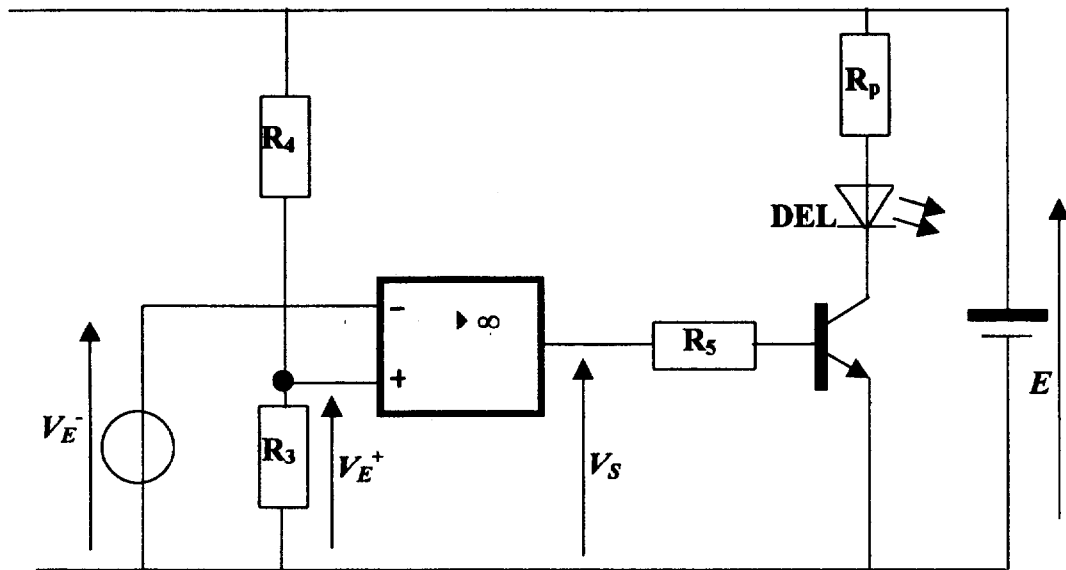


Figure 1

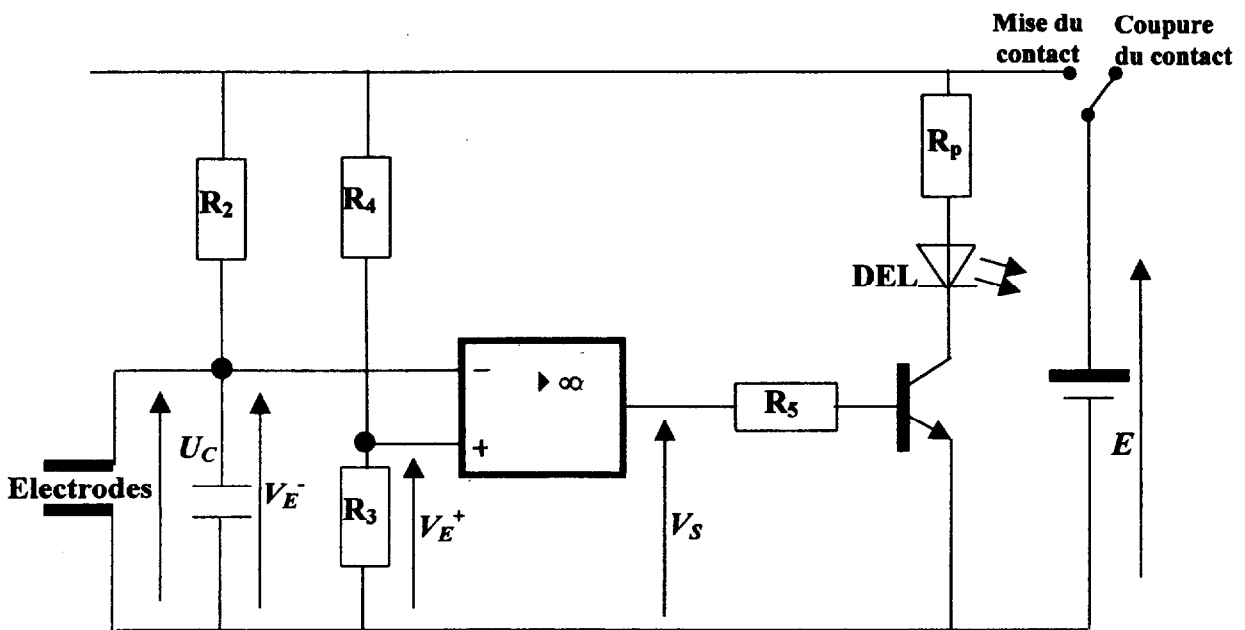


Figure 2

Données : $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 1,5 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 2,2 \text{ k}\Omega$, $R_{\text{eau}} = 18 \text{ k}\Omega$
 R_p limite le courant dans la DEL lorsqu'elle est passante.
 $E = 12 \text{ V}$, $C = 22 \text{ }\mu\text{F}$