

# DEVOIR COMMUN – SCIENCES PHYSIQUES



Calculatrice autorisée



Durée : 3h

## Etude d'un camion frigorifique

*D'après le devoir commun 2012 de M.LABBE*

La conservation de denrées périssables, notamment alimentaires, est assurée par refroidissement. L'étude porte sur la conception et la caractérisation d'un camion de livraison frigorifique de charge utile 5 tonnes :

- **PARTIE A** : Les besoins
- **PARTIE B** : Le moteur du camion frigorifique
- **PARTIE C** : Le système de feux de croisement
- **PARTIE D** : Le système de radionavigation GPS
- **PARTIE E** : Le caisson réfrigéré



**Le sujet comporte un document réponse à rendre avec la copie. Les différentes parties du sujet peuvent être abordées dans l'ordre souhaité mais elles doivent toute être traitées. Les réponses aux questions doivent être rédigées.**

### **PARTIE A : Les besoins**

On estime que pour 530 kg d'aliments solides consommés par habitant en Europe, 350 kg sont transportés sous température contrôlée (réfrigérés ou surgelés). En France, un produit réfrigéré ou surgelé subit environ 2,5 transports entre le lieu de production et le lieu d'achat, chaque transport durant en moyenne 4,8 h.

1. En prenant une vitesse moyenne sur route de  $65 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , calculer la distance parcourue en moyenne par un produit réfrigéré ou surgelé entre son lieu de production et son lieu d'achat.
2. Quelle quantité de produits transportés sous température contrôlée est consommée chaque année par les 65 millions de Français.
3. Si on suppose que toutes ces marchandises sont livrées sur le lieu d'achat par camion frigorifiques de charge utile de 5 tonnes, combien de livraisons sont-elles nécessaires ?

## PARTIE B : Le moteur du camion frigorifique

### 1. Détermination de la puissance du moteur

Pour s'insérer dans la circulation, notamment sur l'autoroute, le moteur doit être capable de fournir au camion une accélération de  $0,9 \text{ m.s}^{-2}$ . Il serait ainsi capable de passer de 0 à  $100 \text{ km.h}^{-1}$  en 31 s. La masse totale du camion (avec un chargement de 5 tonnes) est de 12 tonnes.

- 1.1. Calculer l'énergie cinétique du camion lorsqu'il atteint la vitesse de  $100 \text{ km.h}^{-1}$ .
- 1.2. Quelle doit être la puissance fournie par le moteur pour qu'une telle énergie cinétique soit atteinte au bout de 31 secondes ?
- 1.3. Deux moteurs sont proposés, un de 180 CV et un de 220 CV. Lequel ou lesquels conviendraient, sachant qu'un cheval-vapeur (CV) correspond à 736 W ?

### 2. Consommation en carburant

La motorisation du camion est assurée par un moteur diesel fonctionnant au gazole dont la consommation moyenne est de 22 L pour 100 km parcourus.

- 2.1. Montrer que la quantité de matière d'un litre de gazole est de 2,9 mol.
- 2.2. Ecrire et équilibrer la réaction de combustion du gazole.
- 2.3. Quelle quantité de matière de  $\text{CO}_2$  est produite pour 2,9 moles de gazole consommée ?
- 2.4. En déduire la masse de  $\text{CO}_2$  émise pour 1 km parcouru.

Il n'existe pas actuellement de norme concernant l'émission de dioxyde de carbone qui s'applique aux camions, mais des projets sont à l'étude. Une limitation à 370 g par km est par exemple envisagée dès 2015.

- 2.5. Le camion respecterait-il ce projet de norme ?

## ANNEXE B

### B1 – Masses molaires atomiques :

Atome	Masse molaire ( $\text{g.mol}^{-1}$ )
H	1,0
C	12,0
O	16,0

### B2 – Caractéristiques physico-chimiques du gazole :

- Formule brute :  $\text{C}_{21}\text{H}_{44}$
- Masse volumique :  $\rho = 0,85 \text{ kg.L}^{-1}$

## **PARTIE C : Le système de feux de croisement**

Le système feux de croisement du camion frigorifique est réalisé à base de diodes électroluminescentes (DEL) blanches toutes identiques.

Les diodes sont reliées à la batterie, de force électromotrice  $E = 24 \text{ V}$ , par le montage présenté sur le **Document réponse à rendre avec la copie**. Une résistance de protection  $R$  est utilisée pour limiter l'intensité du courant.

1. Rajouter sur le **Document réponse à rendre avec la copie** l'appareil de mesure permettant de mesurer l'intensité du courant électrique dans la résistance  $R$ . Indiquer le sens de branchement de l'appareil conformément au fléchage du circuit.
2. À l'aide de la loi des mailles, calculer la valeur de la tension aux bornes de la résistance.
3. Quelle doit-être la valeur de cette résistance pour que le courant à travers chaque diode ne dépasse pas 320 mA ?
4. Quelle est la puissance électrique consommée par une diode ?
5. Combien faut-il utiliser de diodes pour avoir un flux lumineux de 2400 lm ?
6. Un phare au Xénon a une température de couleur 4150 K. Quel source lumineuse a une teinte plus bleutée que l'autre ? L'ambiance d'une telle teinte est-elle qualifiée de chaude ou de froide ?

## **ANNEXE C**

### **C1 – Caractéristiques physiques des diodes :**

- **Tension nominale de fonctionnement** :  $U = 3,5 \text{ V}$
- **Intensité max à ne pas dépasser** :  $I_{\text{max}} = 320 \text{ mA}$
- **Rendement lumineux** :  $k = 90 \text{ lm.W}^{-1}$
- **Température de couleur** :  $T = 3200 \text{ K}$

## **PARTIE D : Le système de radionavigation GPS**

Le camion est équipé d'un système de radionavigation utilisant la technologie GPS (*Global Positioning System*). Ce système de localisation utilise l'émission par un satellite d'un signal électromagnétique. La mesure du temps mis par ce signal pour être reçu par le système de radionavigation permet d'en déduire la distance entre le satellite et le récepteur.

Le signal reçu par le récepteur GPS est donné sur le **Document réponse à rendre avec la copie**.

1. Indiquer sur le **Document réponse à rendre avec la copie** une période du signal.
2. Mesurer précisément la période de ce signal.
3. En déduire la fréquence et la longueur d'onde de ce signal.
4. Pourquoi utilise-t-on des ondes électromagnétiques, plutôt que des ondes sonores ou ultrasonores pour les systèmes GPS ?

À tout instant, le système de radionavigation donne au chauffeur la limitation de vitesse de la portion de route où il se trouve. Ces limitations de vitesse sont contrôlées par l'utilisation de cinémomètres (couramment appelés radars). Certains de ces contrôles sont effectués par la gendarmerie à l'aide de cinémomètres laser.

Ce type de cinémomètre permet de connaître la vitesse d'un véhicule en mesurant sa position à deux instants donnés. Un gendarme pointe un véhicule et une impulsion laser de longueur d'onde 904 nm est envoyée. En détectant l'écho de cette impulsion sur le véhicule contrôlé on peut en déduire sa distance.

5. Un tel laser est-il visible ? Si non, à quelle région du spectre électromagnétique appartient-il ?
6. À quelle distance du gendarme se trouve le véhicule si l'écho est détecté 6,33  $\mu\text{s}$  après l'émission de l'impulsion.
7. Une seconde après la première mesure, une nouvelle impulsion est envoyée. Si l'écho est cette fois-ci mesuré 6,05  $\mu\text{s}$  après cette nouvelle émission, le véhicule est-il en infraction ?

## **ANNEXE D**

### **D1 – Constante physique :**

- **Célérité des ondes électromagnétiques dans le vide et l'air :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$**

## PARTIE E : Le caisson réfrigéré

Le camion frigorifique est équipé d'un caisson réfrigéré dont l'isolation est réalisée par du polyuréthane expansé.

1. Quelle est la surface du caisson en contact avec l'extérieur ?
2. Quelle doit être l'épaisseur de polyuréthane pour que la résistance thermique des parois du caisson réfrigéré soit de  $1,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$  ?
3. Quelle est la valeur du flux qui passe à travers les parois du caisson réfrigéré dans les conditions extrêmes de fonctionnement ?

Le refroidissement du caisson est assuré par un système poulie-moteur branché sur la batterie de 24 V et qui nécessite dans les conditions extrêmes une intensité de 22 A.

4. Si le système de refroidissement tombait en panne, combien de temps faudrait-il avant que les 5 tonnes de marchandises se réchauffent de  $1^\circ\text{C}$  (on assimilera les marchandises à de l'eau, de capacité calorifique  $4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  et on fera l'hypothèse que le flux à travers les parois reste constant).

## ANNEXE E

### E1 – Dimensions du caisson réfrigéré :

Largeur (m)	2,0
Hauteur (m)	1,8
Longueur (m)	6,4

### E2 – Conditions extrêmes de fonctionnement du caisson réfrigéré :

- Température intérieure :  $\theta_{\text{int}} = - 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Température extérieure :  $\theta_{\text{ext}} = + 30 \text{ }^\circ\text{C}$

### E3 – Caractéristique physique du polyuréthane :

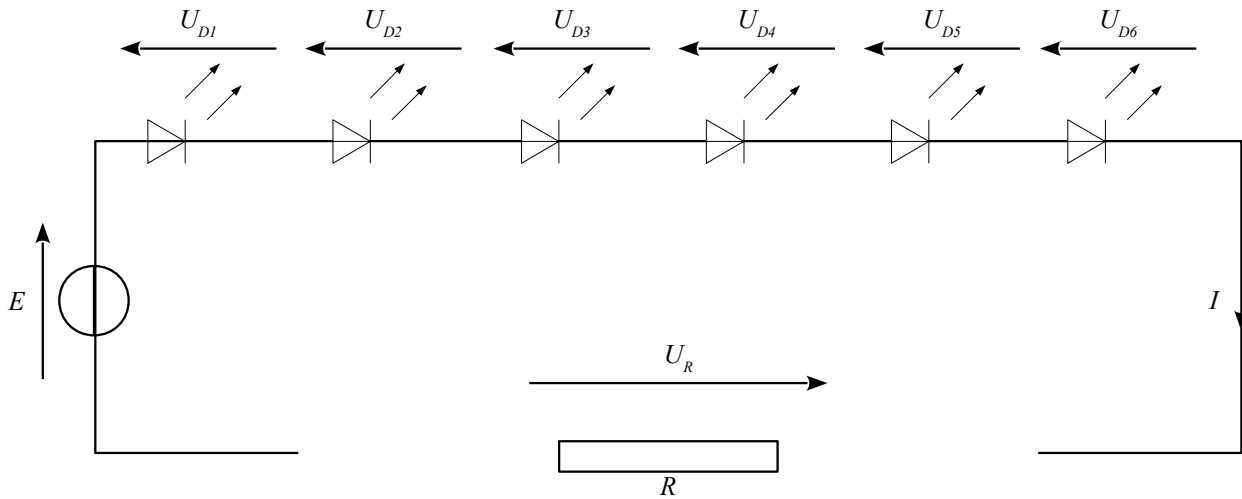
- Conductivité thermique :  $\lambda = 0,025 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

# DOCUMENT RÉPONSE

NOM :

Prénom :

## Question 1. partie C :



## Question 1. partie D :

