BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

MAINTENANCE DE VÉHICULES AUTOMOBILES

Voitures particulières – Véhicules industriels – Motocycles

- Session 2011 -

***

Épreuve E 1
Scientifique et Technique

Sous-Épreuve E12 – Unité U 12 –

Mathématiques et Sciences Physiques

Coefficient : 2

Durée : 2 heures

Remarque :

* *La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction seront prises en compte à la correction.*
* *L'usage des calculatrices électroniques est autorisé.*
* *L'usage du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.*

MATHÉMATIQUES : (15 points)

Exercice 1 : (12 points)

Un moteur thermique fonctionne grâce à la combustion du carburant contenu dans le mélange air/carburant.
Le coefficient d'air λ est égal au rapport entre la masse d'air admise et le besoin théorique en air.
Si $\lambda < 1$, le mélange est dit « riche » (riche en carburant à cause d'un déficit en air).
Si $\lambda > 1$, le mélange est dit « pauvre » (pauvre en carburant à cause d'un excès d'air).

La consommation du moteur $C(\lambda)$ est alors donnée par :

$C(\lambda) = 1600\lambda^2 - 3520\lambda + 2476$ où λ appartient à l'intervalle [0,8 ; 1,5]

$C(\lambda)$ s'exprime en g/kWh

Un moteur est correctement réglé si sa consommation est minimale. L'objectif du problème est de déterminer la valeur du coefficient d'air λ dans le mélange air/carburant correspondant à la consommation minimale.

Première partie : Etude de fonction

On considère la fonction f définie pour tout nombre réel x de l'intervalle [0,8 ; 1,5] par :
$f(x) = 1600x^2 - 3520x + 2476$

1) Compléter le tableau de valeurs de la fonction f donné en annexe 1. Arrondir les résultats à l'unité.

2) On note f' la fonction dérivée de la fonction f. Déterminer $f'(x)$.

3) Résoudre l'équation $f'(x) = 0$.

4) Compléter le tableau de variation de la fonction f donné en annexe 1.

5) Tracer la courbe représentative de la fonction f dans le plan rapporté au repère orthogonal donné en annexe 2.

6) a) Montrer que résoudre l'équation $f(x) = 700$ revient à résoudre l'équation :
$1600x^2 - 3520x + 1776 = 0$

b) Résoudre sur l'intervalle [0,8 ; 1,5] l'équation : $1600x^2 - 3520x + 1776 = 0$
On donnera la (ou les) solution(s) arrondie(s) au centième.

7) Résoudre graphiquement sur l'intervalle [0,8 ; 1,5] l'inéquation $f(x) < 580$.

<u>Deuxième partie</u> : Exploitation des résultats.

On rappelle que la consommation $C(\lambda)$ du moteur est telle que :
$C(\lambda) = 1600\lambda^2 - 3520\lambda + 2476$ où le coefficient d'air λ appartient à l'intervalle [0,8 ; 1,5].

1) En vous appuyant sur l'étude de la fonction f :
   a) Déterminer la valeur du coefficient d'air λ pour lequel la consommation C(λ) est minimale.

   b) Le mélange est-il riche ou pauvre ? Justifier.

   c) Quelle est alors la consommation minimale ?

2) La consommation du moteur contrôlé est de 700g/kWh.
   a) Déterminer quelle est la valeur du coefficient d'air λ associé.

   b) On considère que le moteur est bien réglé si λ est compris dans l'intervalle [0,94 ; 1,26].
   Le moteur est-il correctement réglé ? Justifier la réponse.

   c) Indiquer, en justifiant, si l'affirmation suivante est exacte :
   « Plus le mélange est pauvre, plus la consommation est faible ».

Exercice 2 : (3 points)

Dans le cas d'un mélange « riche », c'est-à-dire si le coefficient d'air λ est inférieur à 1, on considère que l'émission de monoxyde de carbone CO diminue de 50 g/kWh, lorsque λ augmente de 0,02.
On a relevé pour $\lambda = 0{,}8$, une émission de CO de 520 g/kWh.

Les différentes émissions de CO en fonction des valeurs du coefficient d'air λ constituent une suite (u_n) de premier terme $u_1 = 520$ correspondant à $\lambda = 0{,}8$.

Valeurs de λ	Rang du terme	Valeur du terme
$\lambda = 0{,}8$	$n = 1$	$u_1 = 520$
$\lambda = 0{,}82$	$n = 2$	$u_2 =$
$\lambda = 0{,}84$	$n = 3$	$u_3 =$
⋮	⋮	⋮

1) Justifier que la suite (u_n) est arithmétique. Préciser sa raison.

2) Calculer u_2 et u_3.

3) Le mélange est dit « pauvre » lorsque le coefficient d'air λ est supérieur à 1.
   a) Déterminer le rang n de la suite (u_n) pour lequel $\lambda = 1$.
   b) Calculer la valeur de (u_n) correspondante.

4) Lorsque le mélange devient pauvre, les émissions de monoxyde de carbone CO restent constantes. Déterminer alors les quantités de CO rejetées.

SCIENCES-PHYSIQUES : (5 points)

Les émissions de monoxyde de carbone CO sont trop importantes si le mélange air/carburant est trop « riche », c'est-à-dire si le coefficient d'air lambda, noté λ, est inférieur à 0,95.
Un véhicule passe au banc d'essai afin de contrôler les émissions de monoxyde de carbone dégagées durant 30 minutes.

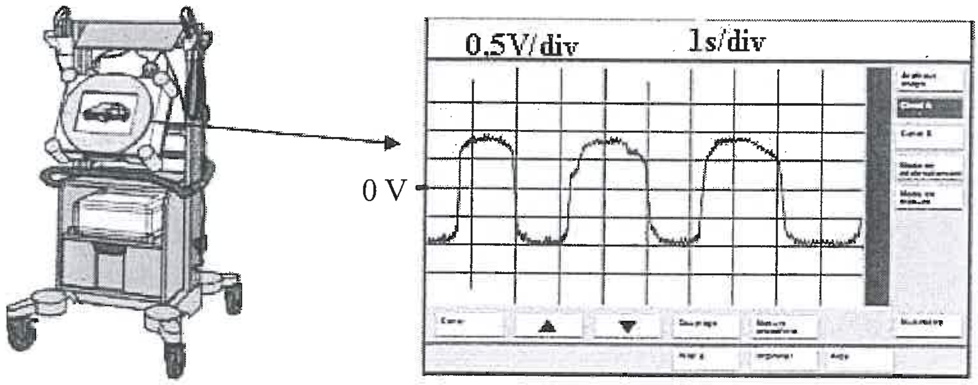
1) Sachant que le moment du couple du moteur testé est M = 195 N.m et que sa vitesse de rotation est N = 5 400 tr/min, calculer, en Watt, la puissance développée par le moteur (arrondir à l'unité).

2) Montrer que le travail fourni par ce moteur durant 30 minutes est W = 55 kWh (valeur arrondie à l'unité).

3) a) Au cours de cet essai, le véhicule consomme 48 L d'essence. Calculer, en g, la masse de carburant utilisée.
b) En déduire que la masse de carburant pour 1 kWh est d'environ 602 g.

4) La consommation du moteur est de 602 g/kWh.
En utilisant la courbe représentant la consommation de carburant en fonction du coefficient d'air λ, donnée en annexe 3, indiquer la valeur de λ pour un mélange riche.

5) Un technicien mesure la tension obtenue aux bornes de la sonde lambda à l'aide d'un oscilloscope. Il obtient le signal suivant.



a) Indiquer si le signal est périodique. Justifier la réponse.
b) Justifier que la valeur maximale de la tension mesurée est 900 mV.

6) En utilisant la courbe représentant la tension aux bornes de la sonde lambda en fonction du coefficient d'air λ, donnée en annexe 3, indiquer si cette valeur est en accord avec la réponse donnée à la question 4).

7) Le moteur doit-il subir un réglage ? Justifier.

Formulaire et données :

$P = \dfrac{M \times 2\pi \times N}{60}$ $\qquad P = \dfrac{W}{t}$ $\qquad$ Masse volumique du carburant : $\rho = 690\ g/dm^3$

Si $\lambda < 1$, le mélange est dit « riche » ; si $\lambda > 1$, le mélange est dit « pauvre ».

ANNEXE 1 (À rendre avec la copie)

Tableau de valeurs, <u>arrondies à l'unité</u>, de la fonction $f(x) = 1600x^2 - 3520\,x + 2476$

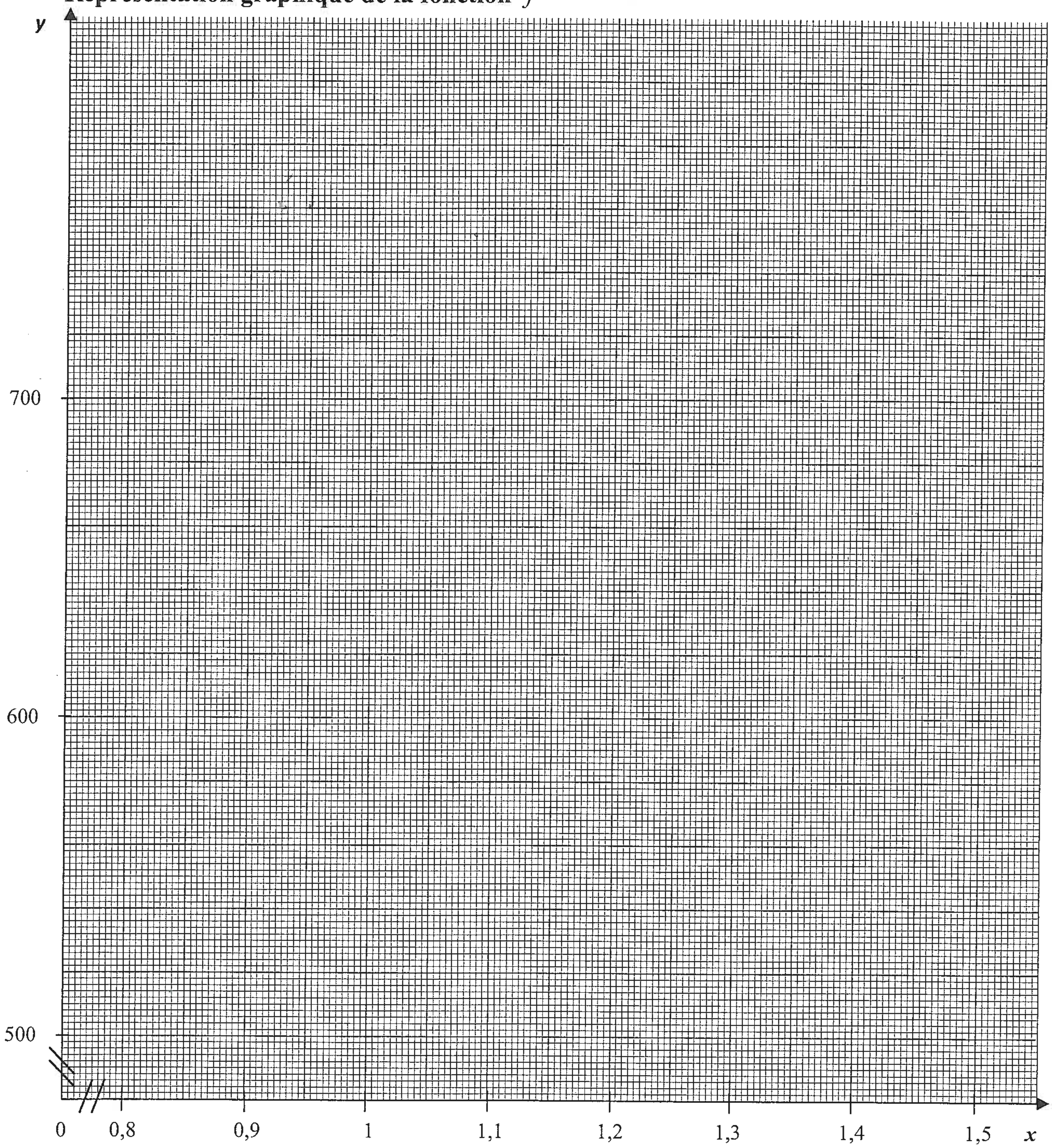
x	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
$f(x)$	684		556				684	

Tableau de variation de la fonction f

Valeurs de x	0,8 1,5
Signe de $f'(x)$	
Sens de variation de la fonction f	

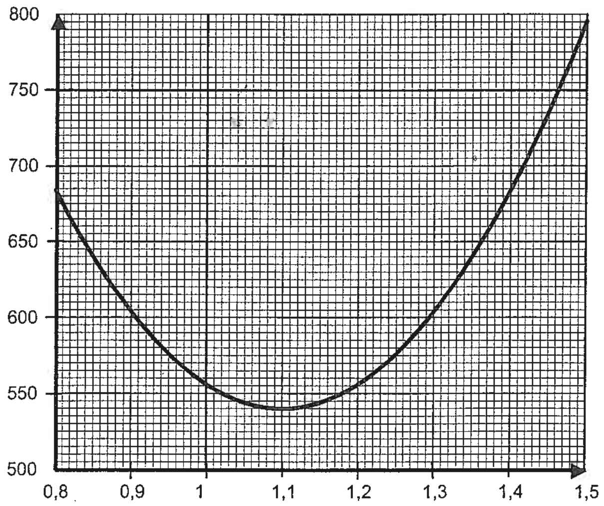
ANNEXE 2 (À rendre avec la copie)

Représentation graphique de la fonction f

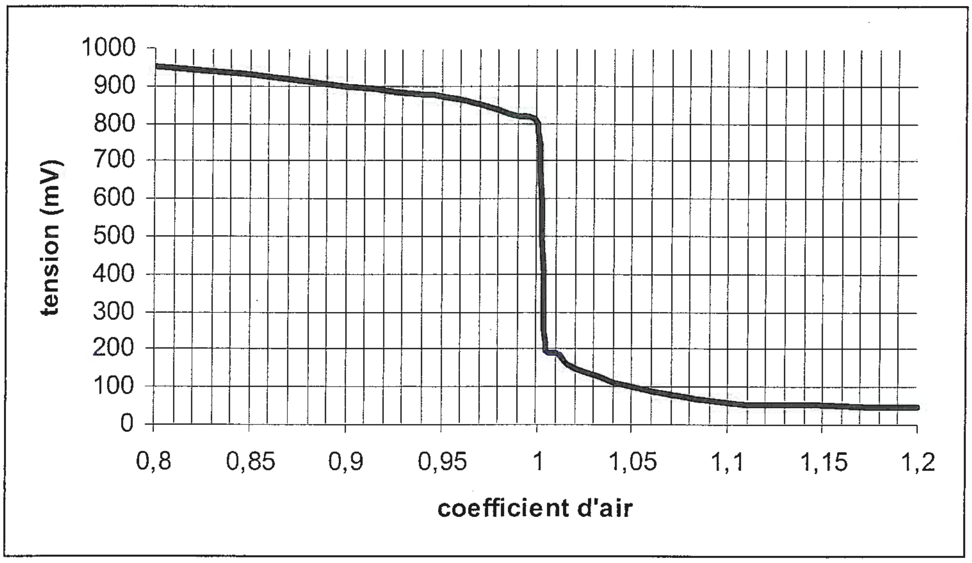


ANNEXE 3

Consommation en fonction du coefficient d'air



Tension en fonction du coefficient d'air



FORMULAIRE BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
Artisanat, Bâtiment, Maintenance - Productique

Fonction f	Dérivée f'
$f(x)$	$f'(x)$
$ax+b$	a
x^2	$2x$
x^3	$3x^2$
$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x^2}$
$u(x)+v(x)$	$u'(x)+v'(x)$
$a\,u(x)$	$a\,u'(x)$

Logarithme népérien : ln

$\ln(ab) = \ln a + \ln b$ $\qquad \ln(a^n) = n \ln a$

$\ln(\frac{a}{b}) = \ln a - \ln b$

Equation du second degré $ax^2+bx+c=0$

$\Delta = b^2 - 4ac$

- Si $\Delta > 0$, deux solutions réelles :

$x_1 = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a}$ et $x_2 = \frac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$

- Si $\Delta = 0$, une solution réelle double :

$x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a}$

- Si $\Delta < 0$, aucune solution réelle

Si $\Delta \geq 0$, $ax^2+bx+c = a(x-x_1)(x-x_2)$

Suites arithmétiques

Terme de rang 1 : u_1 et raison r

Terme de rang n : $u_n = u_1 + (n-1)r$

Somme des k premiers termes :

$u_1 + u_2 + ... + u_k = \frac{k(u_1+u_k)}{2}$

Suites géométriques

Terme de rang 1 : u_1 et raison q

Terme de rang n : $u_n = u_1.q^{n-1}$

Somme des k premiers termes :

$u_1 + u_2 + ... + u_k = u_1 \frac{1-q^k}{1-q}$

Trigonométrie

$\sin(a+b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a$

$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$

$\cos 2a = 2\cos^2 a - 1$

$\quad = 1 - 2\sin^2 a$

$\sin 2a = 2 \sin a \cos a$

Statistiques

Effectif total $N = \sum_{i=1}^{p} n_i$

Moyenne $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i x_i}{N}$

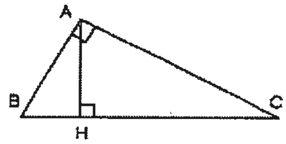
Variance

$V = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i (x_i - \bar{x})^2}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i x_i^2}{N} - \bar{x}^2$

Ecart type $\sigma = \sqrt{V}$

Relations métriques dans le triangle rectangle

$AB^2 + AC^2 = BC^2$



$\sin \widehat{B} = \frac{AC}{BC}$; $\cos \widehat{B} = \frac{AB}{BC}$; $\tan \widehat{B} = \frac{AC}{AB}$

Résolution de triangle

$\frac{a}{\sin \widehat{A}} = \frac{b}{\sin \widehat{B}} = \frac{c}{\sin \widehat{C}} = 2R$

R : rayon du cercle circonscrit

$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \widehat{A}$

Aires dans le plan

Triangle : $\frac{1}{2} bc \sin \hat{A}$

Trapèze : $\frac{1}{2}(B+b)h$

Disque : πR^2

Aires et volumes dans l'espace

Cylindre de révolution ou prisme droit d'aire de base B et de hauteur h : Volume Bh

Sphère de rayon R :

Aire : $4\pi R^2$ $\qquad$ Volume : $\frac{4}{3}\pi R^3$

Cône de révolution ou pyramide de base B et de hauteur h : Volume $\frac{1}{3} Bh$

Calcul vectoriel dans le plan - dans l'espace

$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy'$	$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy' + zz'$
$\lVert\vec{v}\rVert = \sqrt{x^2+y^2}$	$\lVert\vec{v}\rVert = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$

Si $\vec{v} \neq \vec{0}$ et $\vec{v}' \neq \vec{0}$:

$\vec{v}.\vec{v}' = \lVert\vec{v}\rVert \times \lVert\vec{v}'\rVert \cos(\vec{v}, \vec{v}')$

$\vec{v}.\vec{v}' = 0$ si et seulement si $\vec{v} \perp \vec{v}'$