BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
HYGIÈNE ET ENVIRONNEMENT

SESSION 2008

SUJET

Épreuve E1 – ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Sous-épreuve B1 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES (U12)

Durée : **2 heures** **Coefficient : 2**

Calculatrice autorisée, *conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999 :*
« Toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique, à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante, sont autorisées.
Les échanges de machines entre candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices sont interdits ».

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 10 pages, numérotées de la page 1/10 à la page 10/10.

Les formulaires de mathématiques et sciences physiques sont joints au sujet.

MATHÉMATIQUES

EXERCICE 1 : (5 points)

On a relevé, depuis l'année 1999, le nombre d'accidents du travail avec arrêt dans une cinquantaine de stations d'épuration en France.
Les résultats sont collectés dans le tableau ci-dessous.

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Rang de l'année x_i	1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre d'accidents du travail avec arrêt y_i	54	53	61	64	62	67	72	68

1.1. Compléter, à partir du tableau ci-dessus, le nuage de points figurant en annexe 1 page 6/10.

1.2. On partage le nuage de points en 2 parties égales.
- G_1 (2,5 ; 58) est le point moyen correspondant aux quatre premières années.
- G_2 (x_2 ; y_2) est le point moyen correspondant aux quatre dernières années.

1.2.1. Calculer les coordonnées de G_2. Arrondir y_2 à l'unité.

1.2.2. Placer les points G_1 et G_2 dans le repère de l'annexe 1 page 6/10 et tracer la droite d'ajustement affine (G_1 G_2) du nuage de points.

1.3. Vérifier que l'équation de la droite (G_1 G_2) est $y = 2{,}25x + 52{,}375$.

1.4. On suppose que l'évolution constatée entre 1999 et 2006 se poursuit pendant plusieurs années. Calculer le nombre prévisible d'accidents du travail avec arrêt en 2010.

1.5. Vérifier graphiquement le résultat. Laisser apparents les tracés utiles à la lecture.

EXERCICE 2 : (10 points)

A la suite d'un incident technique, le décanteur primaire, d'une station d'épuration d'eau est arrêté.
La régie des eaux de la ville décide de le faire entièrement nettoyer par une entreprise d'assainissement avant de le réparer.

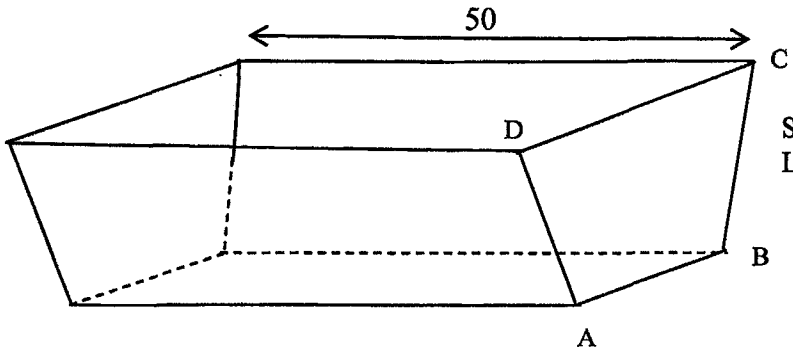
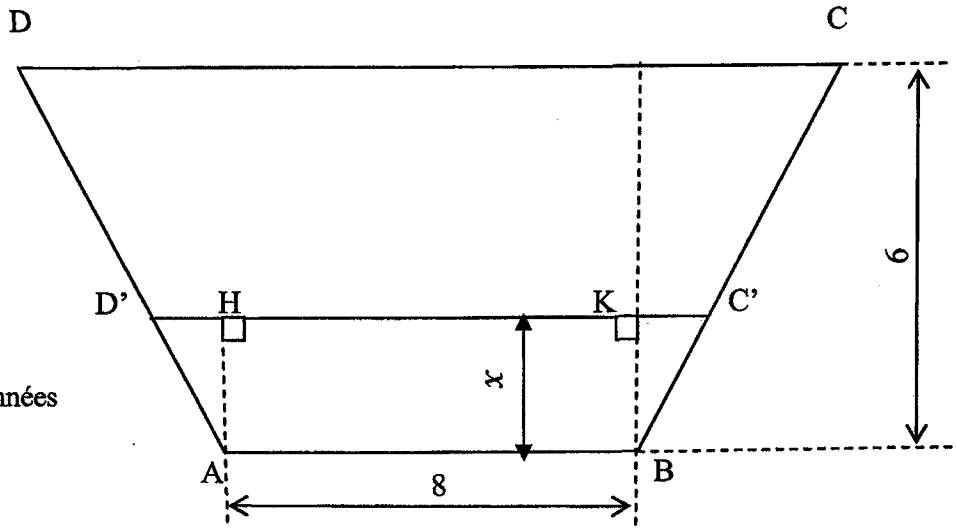


Schéma du décanteur primaire
La cote est donnée en mètre.

La coupe transversale du décanteur primaire est représentée ci-dessous. Elle a la forme d'un trapèze isocèle ABCD. x représente la hauteur d'eau exprimée en mètre.



Les cotes sont données en mètre.

2.1. Etude de la contenance du décanteur.

2.1.1. $D'H = 0{,}8x$. Montrer que l'aire du trapèze ABC'D' s'écrit :

$$\mathcal{A}_{ABC'D'} = 8x + 0{,}8x^2$$

2.1.2. V représente le volume d'eau, exprimé en m^3, contenu dans le décanteur.
V dépend de la hauteur d'eau x présente dans le décanteur.
Montrer que $V(x) = 40x^2 + 400x$

2.1.3. Donner, en mètre, la valeur maximale x_{max} que peut atteindre la hauteur d'eau dans le décanteur.

2.1.4. Calculer, en m^3, le volume maximal d'eau V_{max}, que le décanteur peut contenir.

2.2. Etude de la fonction définie sur l'intervalle [0 ; 6] par $f(x) = 40x^2 + 400x$.

2.2.1. Calculer $f'(x)$ où f' est la dérivée de la fonction f.

2.2.2. Résoudre l'équation $f'(x) = 0$

2.2.3. Compléter, en annexe 2 page 7/10, le tableau de variation de la fonction f.

2.2.4. Compléter, en annexe 2 page 7/10, le tableau de valeurs.

2.2.5. Dans le plan rapporté au repère de l'annexe 3 page 8/10, tracer la représentation graphique de la fonction f.

2.3. Application.

La société d'assainissement désire injecter dans l'eau un premier traitement chimique à mi-volume.

2.3.1. En s'aidant du résultat de la question 2.1.4., calculer le volume V_1 contenu dans le décanteur à moitié rempli.

2.3.2. Vérifier que l'équation permettant de calculer la hauteur d'eau x_1 correspondante à V_1 s'écrit : $40x^2 + 400x - 1920 = 0$

2.3.3. Résoudre cette équation et en déduire la hauteur d'eau x_1. Arrondir le résultat à 0,01.

2.3.4. En vidant le décanteur, la société d'assainissement constate l'impossibilité de vider complètement celui-ci : il reste une hauteur d'eau de 50 cm.
Déterminer graphiquement le volume d'eau V_2 restant dans le décanteur.
(Laisser apparent les tracés utiles à la lecture).

SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 3 : (5 points)

Le décanteur de la station d'épuration doit être vidé complètement. Pour cela, une pompe aspirante-refoulante va aspirer la quantité d'eau résiduelle de 180 m^3 et la refouler dans un autre bassin situé à proximité.
Sur la plaque signalétique de la pompe, on peut lire les données suivantes :

230 V	$C = 16\ cm^3/tr$
50 Hz	$n = 65$ tr/s
20 kW	$p = 150$ bar

3.1. Étude électrique de la pompe.

A partir des indications figurant sur la plaque signalétique de la pompe, compléter le tableau des grandeurs électriques en annexe 2 page 7/10.

3.2. Étude hydraulique de la pompe.

3.2.1. Convertir la cylindrée C de la pompe en m^3/tr.

3.2.2. En déduire de débit volumique Q_v de la pompe en m^3/s.

3.2.3. Calculer le temps t, en heure, nécessaire pour aspirer l'eau restant au fond du décanteur. Arrondir le résultat à l'unité.

3.2.4. Convertir la pression p en pascal. En déduire la puissance hydraulique P de la pompe.

3.2.5. Calculer le rendement η de la pompe.

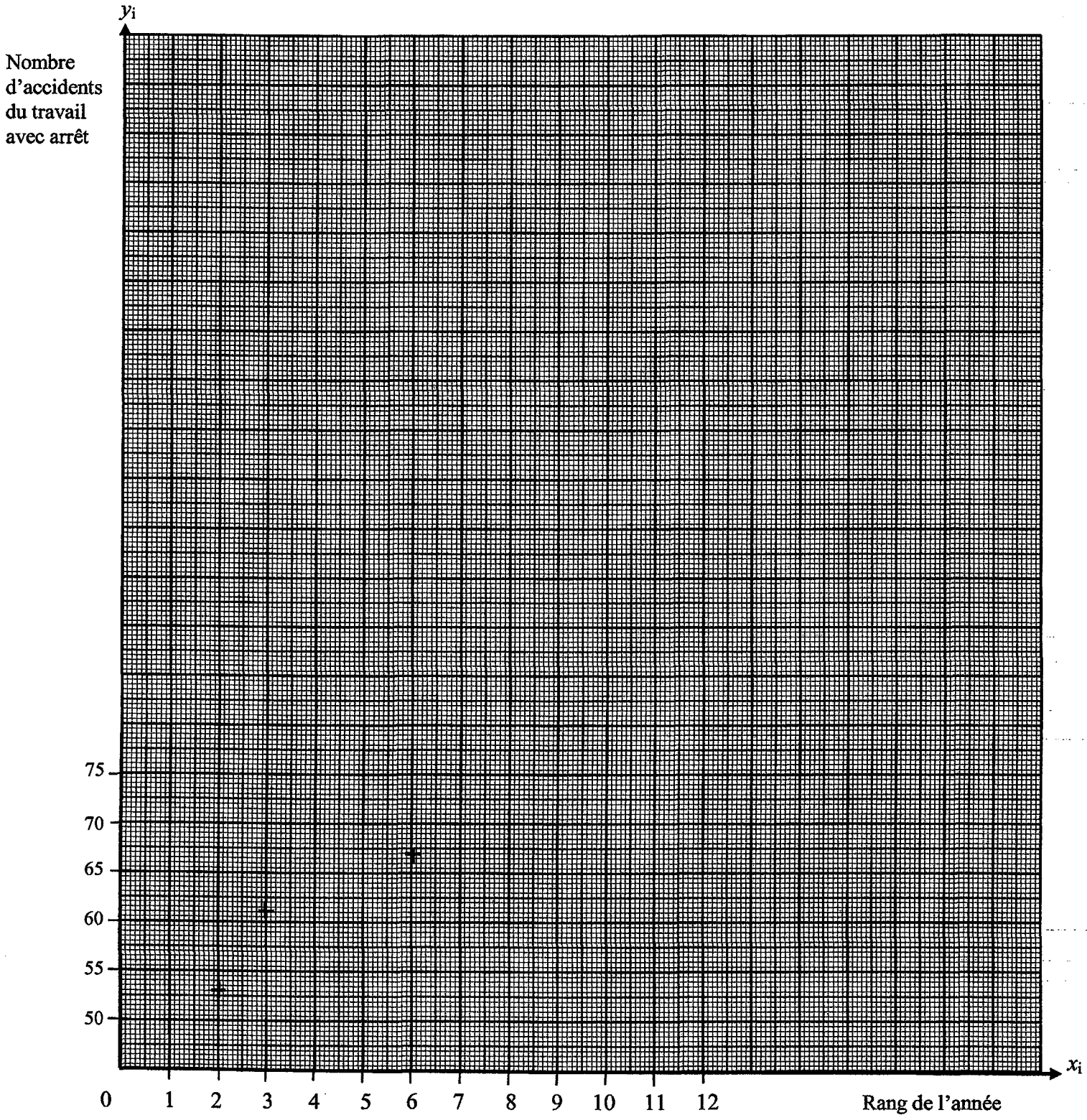
3.3. Consommation énergétique de la pompe.

Calculer, en kWh, l'énergie électrique E consommée pendant le temps de pompage.

ANNEXE 1

EXERCICE 1 :

Question 1.1.



ANNEXE 2

2.2.3. Tableau de variation

x	
$f'(x)$	
$f(x)$	

2.2.4. Tableau de valeurs

x	0	1	2	3	4	5	6
$f(x)$		440			2 240		

<u>EXERCICE 3</u> :

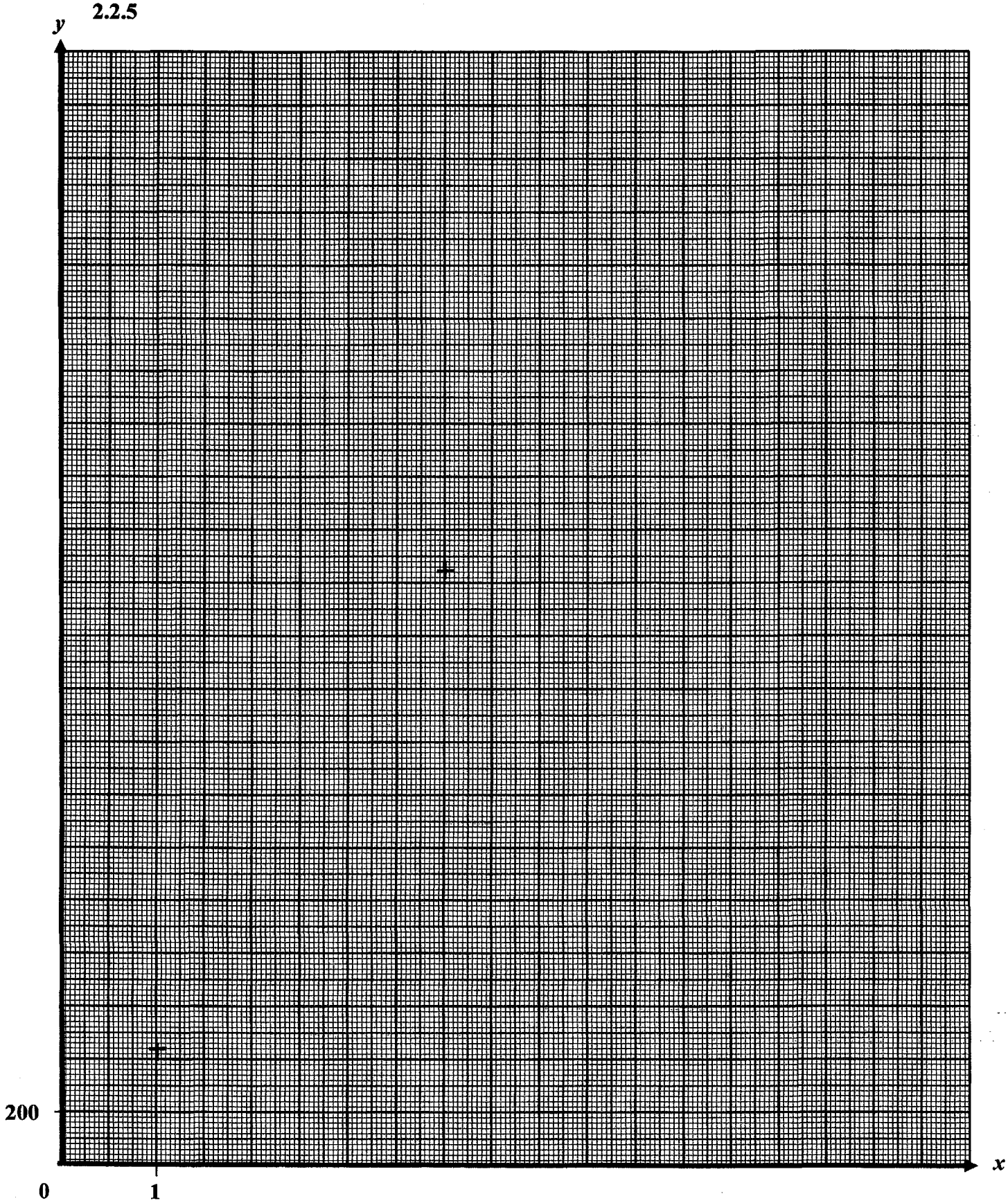
3.1. Tableau des grandeurs électriques

Valeur	**Grandeur électrique**	**Symbole**	**Unité**

ANNEXE 3

EXERCICE 2 :

2.2.5



FORMULAIRE DE MATHEMATIQUES BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
SECTEUR INDUSTRIEL : Chimie - Energétique

Fonction f	Dérivée f'
$f(x)$	$f'(x)$
$ax+b$	a
x^2	$2x$
x^3	$3x^2$
$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x^2}$
$\ln x$	$1/x$
e^x	e^x
e^{ax+b}	$a\,e^{ax+b}$
$\sin x$	$\cos x$
$\cos x$	$-\sin x$
$u(x)+v(x)$	$u'(x)+v'(x)$
$a\,u(x)$	$a\,u'(x)$
$u(x)\,v(x)$	$u'(x)\,v(x)+u(x)\,v'(x)$
$\frac{1}{u(x)}$	$-\frac{u'(x)}{[u(x)]^2}$
$\frac{u(x)}{v(x)}$	$\frac{u'(x)v(x)-u(x)v'(x)}{[v(x)]^2}$

Équation du second degré

$ax^2+bx+c=0 \quad \Delta=b^2-4ac$

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

Statistiques

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

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

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

Écart type : $\sigma=\sqrt{V}$

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 :

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

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 :

$u_1+u_2+\ldots+u_k=u_1\,\frac{1-q^k}{1-q}$; $(q\neq 1)$

Logarithme népérien : ln

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

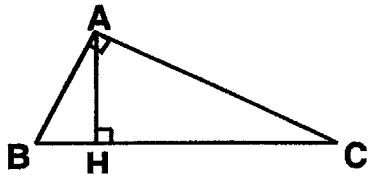
$\ln(a/b)=\ln a-\ln b$

Équations différentielles

$y'-a\,y=0$ $\qquad$ $y=k\,e^{ax}$

Relations métriques dans le triangle rectangle

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



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

Aires dans le plan

Triangle : $\frac{1}{2}\,b\,c\sin\hat{A}$ **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 : $B\,h$

Sphère de rayon R :

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

Cône de révolution ou **Pyramide** d'aire de base B et de hauteur h : Volume : $\frac{1}{3}\,B\,h$

Calcul intégral

* Relation de Chasles :

$\int_a^c f(t)dt=\int_a^b f(t)dt+\int_b^c f(t)dt$

* $\int_a^b (f+g)(t)dt=\int_a^b f(t)dt+\int_a^b g(t)dt$

* $\int_a^b kf(t)dt=k\int_a^b f(t)dt$

Formulaire de sciences physiques (Bac Pro Hygiène et Environnement)

Électricité :

• Loi du transformateur parfait

$$k = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

où k est le rapport de transformation

Statique des fluides :

• Masse volumique $\rho = \frac{m}{V}$

• Principe fondamental de l'hydrostatique

$p_A - p_B = \rho\, g\, h$ 1 bar = 10^5 Pa

Énergie hydraulique :

• Débit volumique $Q_v = \frac{V}{t} = v\, S$

• Débit massique $Q_m = \frac{m}{t}$

• Équation de conservation des débits
$v_1\, S_1 = v_2\, S_2$

• Puissance hydraulique $P = p\, Q_v$

• Cylindrée $C = \frac{Q_v}{n}$

• Rendement $\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{E_u}{E_a}$

Optique :

• Longueur d'onde d'un rayonnement

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

• Vitesse de la lumière dans le vide

$c = 3.10^8$ m/s

Chimie :

• Concentration massique $c = \frac{m}{V}$

• Concentration molaire $C = \frac{n}{V}$

• $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

• Produit ionique de l'eau à 25 °C

$[H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$

• À l'équivalence

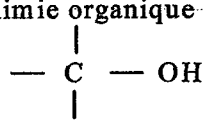
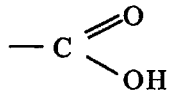
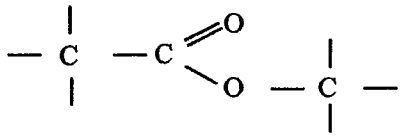
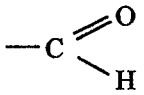
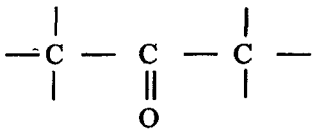
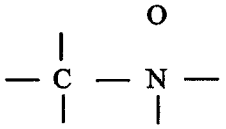
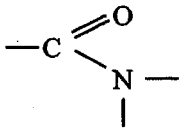
$n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)}$

• Oxydant + ne^- $\underset{\text{oxydation}}{\overset{\text{réduction}}{\rightleftharpoons}}$ réducteur

• Formule générale des alcènes

$C_n H_{2n}$

• Fonctions en chimie organique

- alcool 
- acide carboxylique 
- ester 
- aldéhyde 
- cétone 
- amine 
- amide 

• Indice de polymérisation

$n(R = R') \longrightarrow \text{-}(R\text{—}R')\text{-}_n$