BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
Électrotechnique Énergie Équipements Communicants

SESSION 2008

E1 – Épreuve scientifique

Sous-épreuve E11
mathématiques et sciences physiques

Durée : 2 heures **Coefficient : 2**

Les documents à rendre obligatoirement avec la copie seront agrafés par le surveillant sans indication d'identité du candidat.
Les exercices de mathématiques et de physique seront rédigés sur la même copie.

Circulaire N°99-186 du 16-11-1999 : le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumérique ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.
Chaque candidat ne peut utiliser qu'une seule machine sur table. En cas de défaillance, elle pourra être remplacée.
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.**

Le sujet comporte 8 pages dont :
- 1 page de garde
- **2 pages d'annexe à rendre obligatoirement avec la copie** (pages 6/8 et 7/8)
- 1 page formulaire de mathématiques (page 8/8)

Barème :

1ère partie - Mathématiques (15 points)

Exercice 1 : Etude de fonction	**11 points**	**pages 2/8 et 3/8**
Exercice 2 : Nombres complexes	**4 points**	**page 3/8**

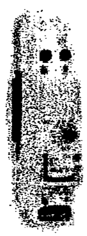
2ème partie - Sciences physiques (5 points)

Exercice 3 : Cinématique	**3,5 points**	**page 4/8**
Exercice 4 : Chimie	**1,5 point**	**page 5/8**

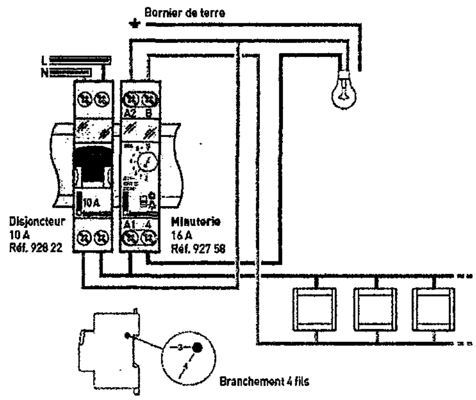
MATHEMATIQUES (15 points)

Exercice n°1: Étude de fonction (11 points)

Montée directement sur le tableau électrique, la minuterie coupe automatiquement la lumière au terme d'une durée réglable de 30 secondes à 10 minutes.
(Sources : Catalogue Legrand)



Minuterie
Réf. 927 58



Principe de fonctionnement d'une minuterie.

Le composant électronique M possède une alimentation indépendante et permet l'allumage de la lampe.

Lorsqu'on appuie sur le bouton poussoir le condensateur se décharge et le composant M permet immédiatement l'allumage de la lampe.

La lampe reste allumée jusqu'à ce que la tension aux bornes du condensateur atteigne une tension limite U_ℓ caractéristique du composant.

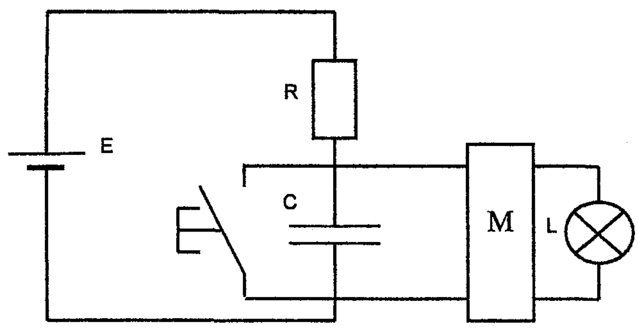


Schéma électrique de la minuterie

Données techniques :

Force électromotrice : E = 24 V
Résistance : R = 50 kΩ
Capacité du condensateur : C = 1000 μF.

1.1. Calcul numérique

La tension U en fonction du temps t aux bornes d'un condensateur est donnée par la relation :

$$U(t) = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

avec
- U : tension, en volt,
- t : temps, en seconde,
- E : f.e.m., en volt,
- R : résistance, en ohm,
- C : capacité, en farad.

Écrire l'expression de $U(t)$ en utilisant les données techniques.

1.2. Étude de fonction

On considère la fonction U définie sur [0 ; 180] par $U(t) = 24 \times (1 - e^{-0,02\,t})$.

1.2.1. Montrer que la fonction dérivée U' de la fonction U est définie par :
$U'(t) = 0,48 \times e^{-0,02\,t}$.

1.2.2. Étudier le signe de la fonction dérivée U' sur [0 ; 180].

1.2.3. Compléter le tableau de variation de la fonction U sur l'annexe 1 (page 6/8).

1.2.4. Compléter le tableau de valeurs de la fonction U sur l'annexe 1 (page 6/8).
Arrondir chaque résultat au dixième.

1.2.5. Tracer la représentation graphique de la fonction U en utilisant le repère de l'annexe 1 (page 6/8).

1.3. Exploitation

1.3.1. La tension limite U_ℓ aux bornes du condensateur est fixée à 16 V.
En utilisant la représentation graphique précédente, déterminer la durée d'allumage de la lampe. Laisser apparents les traits utiles à la lecture.

1.3.2. Résoudre l'équation $24 \times (1 - e^{-0,02\,t}) = 16$
A quoi correspond la valeur trouvée ?

1.3.3. La valeur moyenne d'une fonction f entre les valeurs a et b est donnée par la relation : $\frac{1}{b-a} \times \int_a^b f(t)\,dt$.

Calculer, en volt, la tension moyenne $\overline{U}$ entre les instants 0 et 60 s.

Arrondir le résultat au centième.

Exercice n°2: Nombres complexes (4 points)

Une minuterie est alimentée par une tension alternative sinusoïdale $U(t) = U_m \times \sin(\omega\, t + \theta)$.
A un instant, cette tension est représentée par un vecteur de Fresnel $\vec{U}$ dont les coordonnées sont (190 ; – 130).
L'affixe de $\vec{U}$ est le nombre complexe $z = 190 + j \times (-130)$.

2.1. Représenter le vecteur $\vec{U}$ sur l'annexe 2 (page 7/8).

2.2. Déterminer graphiquement le module et l'argument du nombre complexe z.

2.3. Calculer le module ρ du nombre complexe z. Arrondir le résultat au dixième.

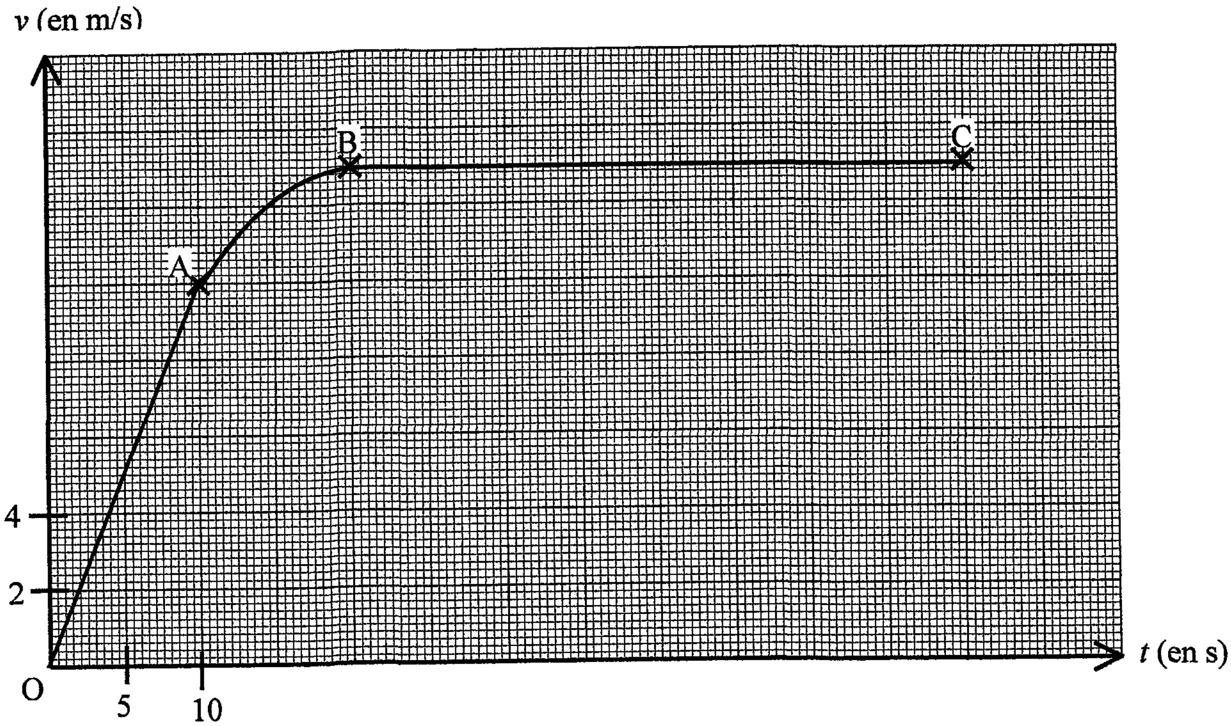
2.4. Calculer l'argument θ du nombre complexe z. Arrondir le résultat au dixième.

2.5. Écrire le nombre complexe z sous la forme trigonométrique.

SCIENCES PHYSIQUES (5 points)

Exercice n°3 : Cinématique (3,5 points)

Les feux de croisement sont commandés par une minuterie. Au feu vert, le conducteur d'une moto démarre sur une route rectiligne et horizontale. En ville la vitesse est limitée à 50 km/h. La courbe ci-dessous représente la vitesse v de la moto en fonction du temps t.



Le mouvement se décompose en 3 phases :

Phase 1 : entre les points O et A.
Phase 2 : entre les points A et B.
Phase 3 : entre les points B et C.

3.1. Donner la nature des mouvements correspondant à chacune des phases 1 et 3.

3.2. Calculer la distance parcourue par la moto durant la phase 3.

3.3. Calculer l'accélération **a** de la moto correspondant à la phase 1.

3.4. Calculer la distance parcourue par la moto durant la phase 1.

3.5. Calculer l'énergie cinétique E_c au point A du système « moto + conducteur » de masse 250 kg.

3.6. Calculer la variation de l'énergie potentielle E_p d'un solide de masse 250 kg qui tombe d'une hauteur de 5 m.

3.7. Le motard est victime d'un accident au point A.
Comparer les résultats obtenus aux questions 3.5. et 3.6.
Quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Formulaire : $e = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + e_0$ $\qquad v = at + v_0$

$E_c = \frac{1}{2}mv^2$ $\qquad E_p = mgh$ $\qquad g = 10\ m/s^2$

Exercice n°4 : Chimie (1,5 points)

Le boîtier d'une minuterie est en P.V.C. Le P.V.C. est fabriqué par polymérisation du chlorure de vinyle.

Le chlorure de vinyle est préparé en deux étapes :

- 1re étape : obtention du dichloroéthane $CH_2Cl — CH_2Cl$ par réaction d'addition du dichlore sur l'éthylène $CH_2{=}CH_2$.
- 2e étape : chauffage du dichloroéthane qui permet d'obtenir du chlorure de vinyle $CH_2{=}CHCl$ et du chlorure d'hydrogène.

4.1. Écrire l'équation bilan de la réaction chimique complète correspondant à la première étape.

4.2. Écrire la forme développée du chlorure de vinyle.

4.3. Calculer, en g/mol, la masse molaire moléculaire du chlorure de vinyle.

4.4. La réaction de polymérisation du chlorure de vinyle est :

$$n(CH_2{=}CHCl) \longrightarrow -\!\!\left(\; CH_2 — CHCl \;\right)\!\!-_n$$

Le P.V.C. a une masse molaire moléculaire de 112 500 g/mol.
Calculer l'indice n de polymérisation.

Données :
$M(C) = 12$ g/mol $\quad M(H) = 1$ g/mol $\quad M(Cl) = 35,5$ g/mol

Annexe 1 - A RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice n°1

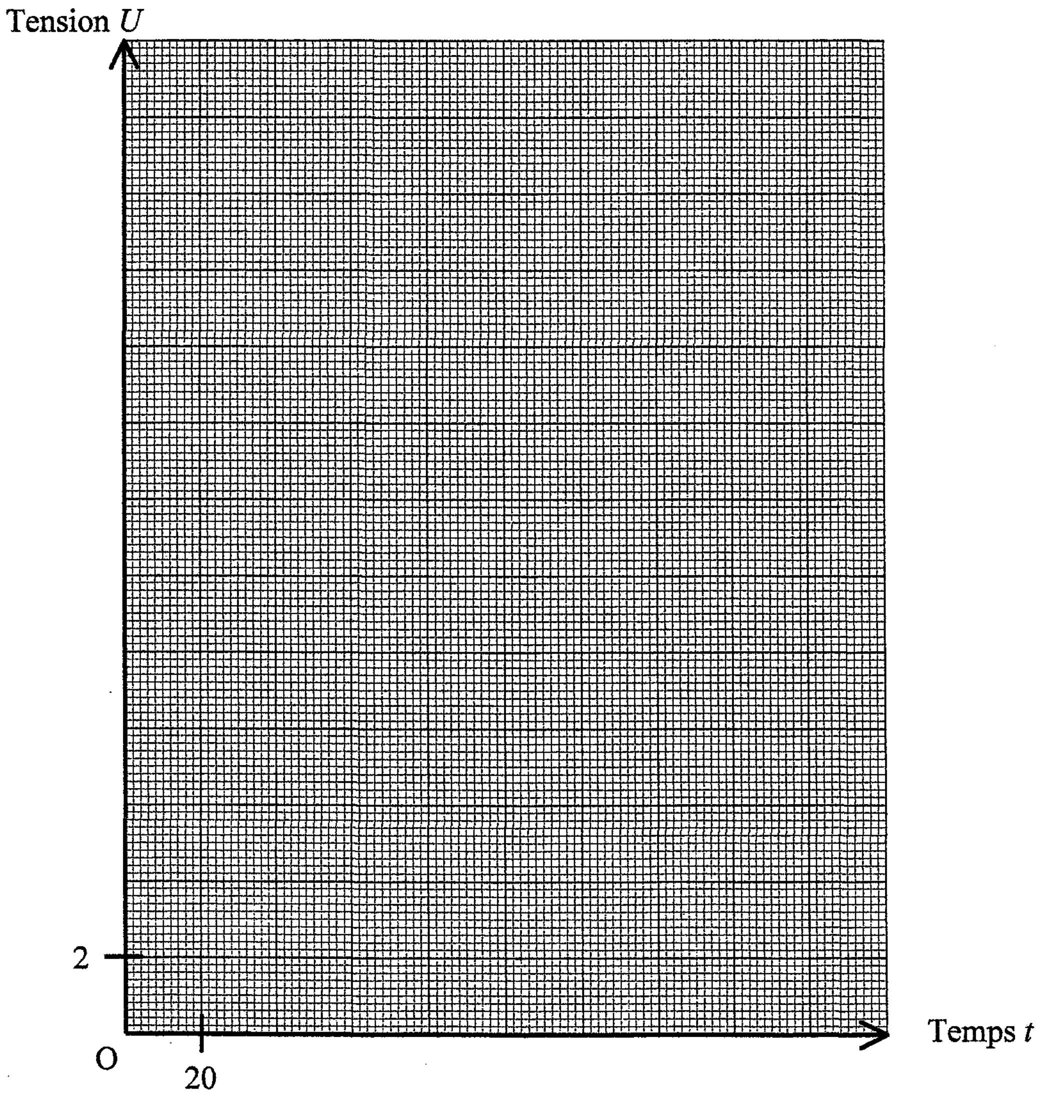
Tableau de variation

t	0 180
Signe de $U'(t)$	
Variation de U	

Tableau de valeurs. Arrondir chaque valeur au dixième.

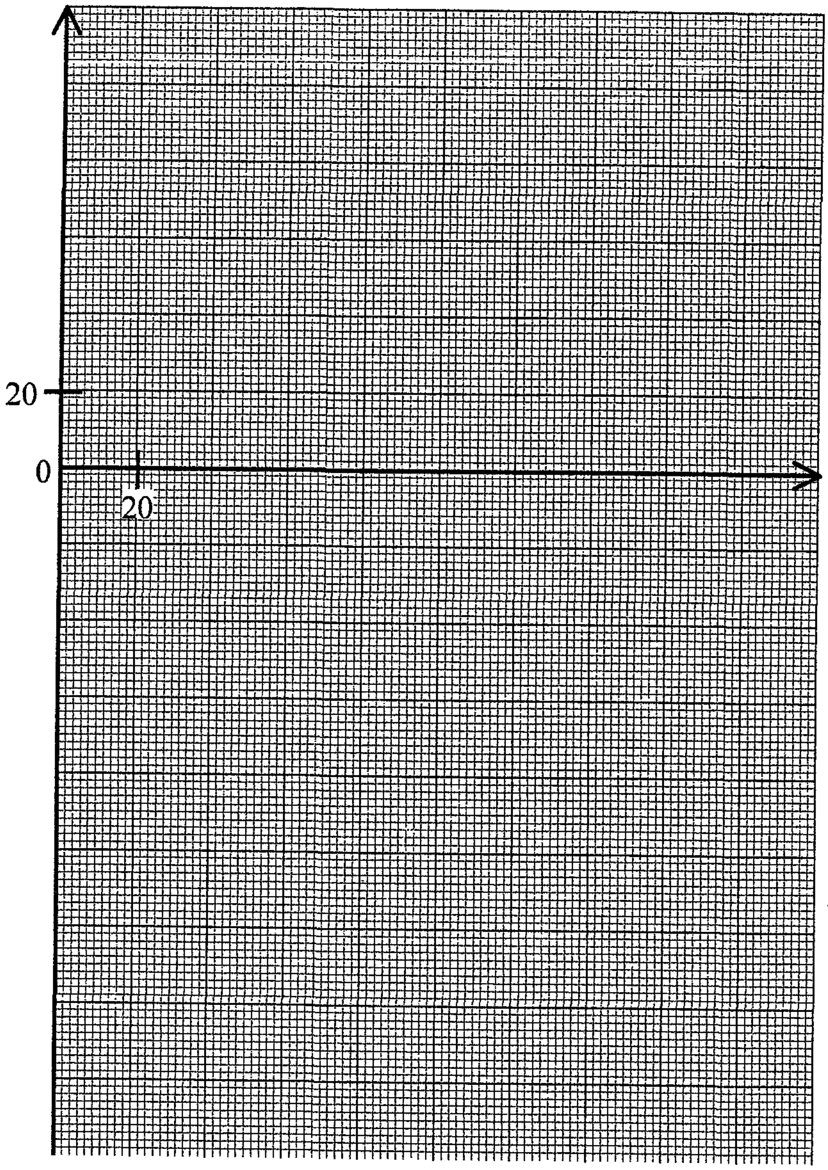
t	0	10	20	30	40	50	60	80	100	120	150	180
$U(t)$	0		7,9		13,2		16,8		20,8			23,3

Représentation graphique



Annexe 2 - A RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice n°2



FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
Secteur industriel : Métiers de l'électricité
(Arrêté du 9 mai 1995 - BO spécial n° 11 du 15 juin 1995

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

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

$\Delta = b^2 - 4ac$

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

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

- 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 :

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

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 :

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

Logarithme népérien : ln

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

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

Equations différentielles

$y' - ay = 0$ $\quad y = k\,e^{ax}$

$y'' + \omega^2 y = 0$ $\quad y = a\cos\omega x + b\sin\omega x$

Trigonométrie

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

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

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

$= 1 - 2\sin^2 a$

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

Nombres complexes ($j^2 = -1$)

forme algébrique	forme trigonométrique
$z = x + jy$	$z = \rho(\cos\theta + j\sin\theta)$
$\bar{z} = x - jy$	$\bar{z} = \rho(\cos\theta - j\sin\theta)$
$\lvert z \rvert = \sqrt{x^2+y^2}$	$\rho = \lvert z \rvert$
	$\theta = \arg(z)$

Calcul vectoriel dans le plan

$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy'$

$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2+y^2}$

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

$\vec{v}.\vec{v}' = \|\vec{v}\| . \|\vec{v}'\| \cos(\vec{v}, \vec{v}')$;

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

Aires dans le plan

Triangle : $\frac{1}{2} bc \sin \hat{A}$ $\quad$ 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 : $4\pi R^2$ $\quad$ 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 intégral

* Relation de Chasles :

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

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

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