Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION DES PROCESSUS DE RÉALISATION DE PRODUITS

ÉPREUVE E3 : MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE-CHIMIE, SOUS-ÉPREUVE U32 : PHYSIQUE-CHIMIE

SESSION 2026

Durée : 1 heure 30

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
CONCEPTION DES PROCESSUS DE RÉALISATION DE PRODUITS	2

Moyens de calculs et matériel autorisés :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CONSIGNES GÉNÉRALES : ATELIER MÉCAPROCESS, CLERMONT-FERRAND

Dans le cadre de la fabrication d'une petite série de composants mécaniques, l'atelier Mécaprocess étudie plusieurs paramètres liés à la réalisation et au contrôle des produits : chauffage d'une pièce en aluminium, neutralisation d'un bain de nettoyage, refroidissement d'un outil et contrôle de pièces usinées.

La présente situation d'évaluation relève de l'unité U32 « Physique-Chimie ». Les quatre exercices sont indépendants. Les résultats seront accompagnés de leurs unités et, lorsque cela est pertinent, d'une justification ou d'une vérification de cohérence. La durée de cette situation de CCF est de 1 heure 30.

Exercice 1 : Chauffage d'une pièce en aluminium (5 points)

Énergie thermique, puissance et rendement

Une pièce en aluminium de masse $m = 8,0\ \text{kg}$ est chauffée de $20\ ^\circ\text{C}$ à $200\ ^\circ\text{C}$. La capacité thermique massique de l'aluminium vaut $c = 900\ \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Le chauffage est assuré par un dispositif électrique de puissance absorbée $P_{\text{élec}} = 1,80\ \text{kW}$, dont le rendement est $\eta = 0,82$.

On assimile la température de la pièce à une température uniforme. Les pertes autres que celles prises en compte par le rendement sont négligées. On utilisera $Q = mc(T_f - T_i)$ et $\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{élec}}}$.

Données thermiques et électriques

Grandeur	Symbole	Valeur
Masse de la pièce	m	8,0 kg
Capacité thermique massique de l'aluminium	c	900 J·kg⁻¹·K⁻¹
Température initiale	Ti	20 °C
Température finale	Tf	200 °C
Puissance électrique absorbée	Pélec	1,80 kW
Rendement du dispositif	η	0,82

Données fournies pour l'étude du chauffage

1.1 (2 points) Calculer l'énergie thermique Q reçue par la pièce pour passer de sa température initiale à sa température finale. Donner le résultat en joules puis en mégajoules.

1.2 (2 points) Calculer la puissance utile du dispositif, puis déterminer la durée de chauffage nécessaire, en supposant cette puissance constante. Donner la durée en secondes et en minutes.

1.3 (1 point) Calculer l'énergie électrique absorbée pendant cette durée, en kilowattheures. Vérifier que le résultat est cohérent avec l'énergie thermique calculée à la question 1.1 et le rendement du dispositif.

Exercice 2 : Neutralisation d'un bain de nettoyage (5 points)

Réaction acido-basique, quantité de matière et pH

Un prélèvement de $20,0\ \text{mL}$ d'un bain de nettoyage acide est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,100\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La concentration en ions oxonium du bain est $C_a = 2,00 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On considère que l'acide du bain est l'acide chlorhydrique, totalement dissocié en solution aqueuse.

La réaction de neutralisation est modélisée par l'équation $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. On utilisera $n = CV$, avec V exprimé en litres, et, pour la solution acide initiale, $\text{pH} = -\log_{10}(C_a)$.

Données du dosage acido-basique

Grandeur	Symbole	Valeur
Volume de solution acide prélevé	Va	20,0 mL
Concentration en ions oxonium	Ca	2,00 × 10⁻² mol·L⁻¹
Concentration de la solution d'hydroxyde de sodium	Cb	0,100 mol·L⁻¹
Volume molaire de référence	V	1 L = 1000 mL

Valeurs mesurées et données de la solution titrante

2.1 (1,5 point) Écrire l'équation de la réaction de neutralisation entre les ions oxonium et les ions hydroxyde. Vérifier la conservation des atomes et des charges électriques.

2.2 (2 points) Calculer la quantité de matière d'ions oxonium contenue dans le prélèvement, puis déterminer le volume de solution d'hydroxyde de sodium nécessaire à l'équivalence. Les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de réaction.

2.3 (1,5 point) Calculer le pH du bain acide avant neutralisation. Présenter le résultat avec deux décimales.

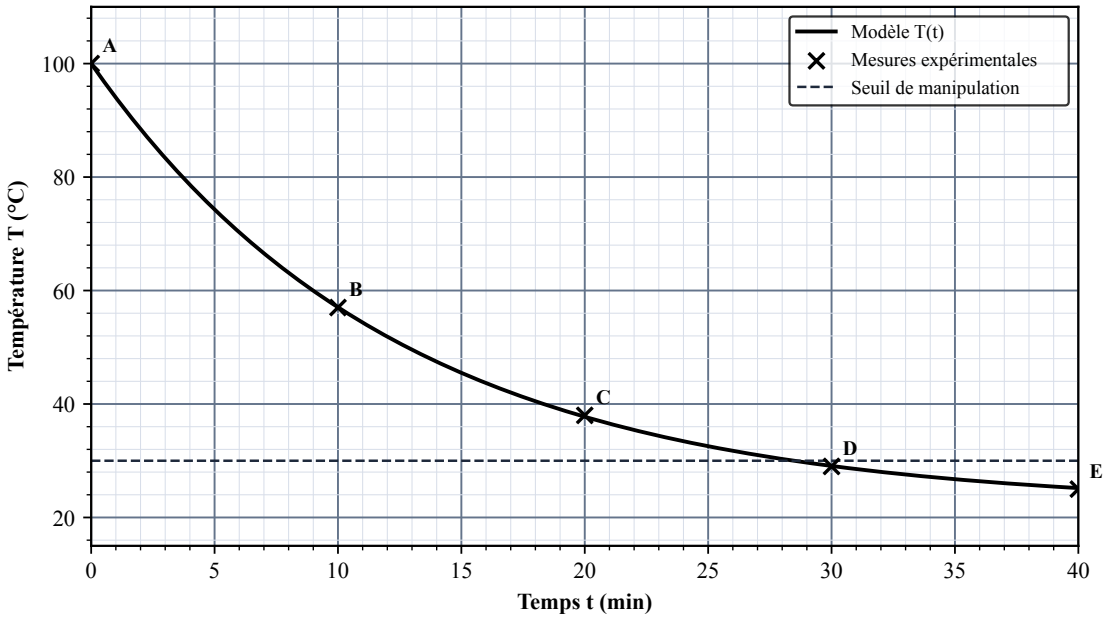
Exercice 3 : Refroidissement d'un outil après usinage (5 points)

Fonction exponentielle, dérivée et exploitation graphique

Après une opération d'usinage, la température T, en degrés Celsius, d'un outil placé dans un local à $22\ ^\circ\text{C}$ est modélisée, pour $t \geq 0$, par la fonction $T(t) = 22 + 78\,\exp(-0,08t)$, où t est exprimé en minutes.

Le modèle est valable sur l'intervalle $[0;\,40]$. Des mesures expérimentales sont reportées sur le graphique. L'outil peut être manipulé lorsque sa température atteint $30\ ^\circ\text{C}$ ou moins.

Évolution de la température de l'outil



La courbe représente le modèle ; les points représentent des mesures expérimentales.

Sens de variation de la température

t (min)	**0**	**40**
Signe de T'(t)	**-**	
Variations de T	**100** ↘	**25,2**

À compléter à la question 3.2

3.1 (1 point) À l'aide du modèle, calculer la température de l'outil au bout de 10 minutes. Comparer le résultat à la mesure expérimentale correspondante et indiquer si l'écart est inférieur à $2\ ^\circ\mathrm{C}$.

3.2 (1,5 point) Calculer $T'(t)$, puis déterminer son signe pour $t \in [0;40]$. Compléter le tableau de variations fourni dans le document réponse DR 1 et conclure sur le sens d'évolution de la température.

3.3 (1,5 point) Déterminer par le calcul le temps au bout duquel la température atteint $30\ ^\circ\mathrm{C}$. On pourra utiliser $\ln$ comme logarithme népérien. Donner le résultat à la minute près.

3.4 (1 point) À l'aide du graphique, estimer le temps à partir duquel l'outil peut être manipulé. Comparer cette estimation à la valeur calculée à la question 3.3.

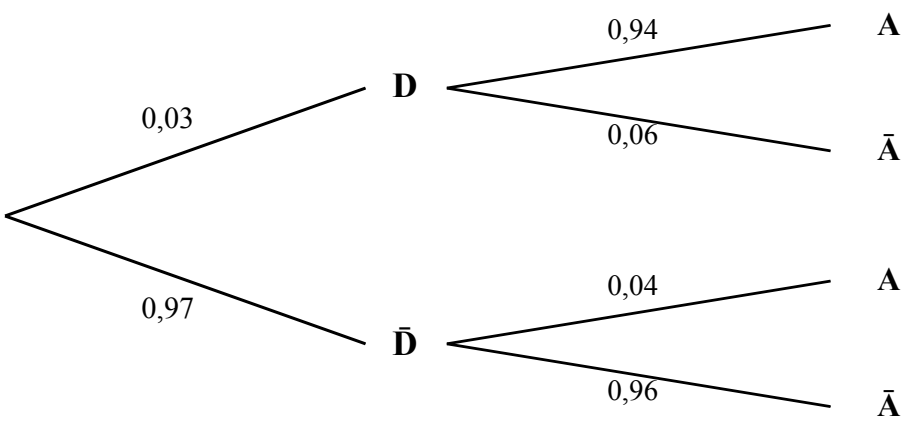
Exercice 4 : Contrôle statistique de pièces usinées (5 points)

Probabilités conditionnelles et contrôle qualité

Une production est contrôlée par un dispositif qui déclenche une alarme lorsqu'il détecte une pièce défectueuse. La proportion de pièces défectueuses est de $3\ \%$. Le dispositif détecte une pièce défectueuse avec une probabilité de $0,94$. Pour une pièce conforme, il déclenche à tort une alarme avec une probabilité de $0,04$.

On note D l'événement « la pièce est défectueuse » et A l'événement « le dispositif déclenche une alarme ». Les probabilités indiquées s'appliquent à chaque pièce contrôlée.

Arbre pondéré du contrôle



Les probabilités conditionnelles sont celles données dans l'énoncé.

4.1 (1,5 point) Compléter l'arbre de probabilités en indiquant les probabilités des événements D, $\overline{D}$, puis les probabilités conditionnelles associées aux branches issues de chacun de ces événements.

4.2 (1,5 point) Calculer la probabilité qu'une pièce prise au hasard déclenche une alarme, c'est-à-dire $P(A)$. Détailler le calcul à l'aide de la formule des probabilités totales.

4.3 (2 points) Calculer la probabilité qu'une pièce soit défectueuse sachant que le dispositif a déclenché une alarme, c'est-à-dire $P(D \mid A)$. Donner le résultat sous forme décimale arrondie au millième, puis en pourcentage arrondi au dixième.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES TECHNIQUES COMMUNES AUX EXERCICES

Les données numériques utiles sont intégrées aux énoncés et aux tableaux de chaque exercice. Pour les calculs, les conversions suivantes peuvent être utilisées : $1\ \mathrm{kW} = 1000\ \mathrm{W}$, $1\ \mathrm{kWh} = 3,60 \times 10^6\ \mathrm{J}$, $1\ \mathrm{L} = 1000\ \mathrm{mL}$. Les résultats numériques seront arrondis de manière adaptée à la précision des données.

Conversions d'unités utiles

Équivalence	Valeur	
Kilowatt en watt	1 kW	1000 W
Kilowattheure en joule	1 kWh	3,60 × 10^6 J
Litre en millilitre	1 L	1000 mL

Équivalences fournies pour les calculs

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : question 3.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement le tableau de variations ci-dessous. Indiquer le signe de la dérivée sur l'intervalle étudié et les températures aux bornes, arrondies au dixième si nécessaire.

Tableau de variations de la fonction température

t (min)	0	...
Signe de T'(t)	.....	.....
T(t) (°C)	.....	.....

Fonction étudiée : $T(t) = 22 + 78\exp(-0,08t)$, *pour* $t \in [0;40]$

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.