



NOM :

PRENOM :

Centre d'écrit :

N° Inscription :

SUJET DE PHYSIQUE-CHIMIE

Série STI2D et STL

Mercredi 14 mai 2014

Epreuves Geipi Polytech

Ne rien inscrire
ci-dessous

1	
2	
3	
4	

TOTAL

--

Nous vous conseillons de répartir équitablement les 3 heures d'épreuves entre les sujets de mathématiques et de physique-chimie.

La durée conseillée de ce sujet de physique-chimie est de 1h30.

L'usage d'une calculatrice est autorisé. Les résultats numériques doivent être donnés avec le nombre de chiffres significatifs compatible avec les valeurs fournies.

Tout échange de calculatrices entre candidats, pour quelque raison que ce soit, est interdit.

Aucun document n'est autorisé.

L'usage du téléphone est interdit.

Vous ne devez traiter que 3 exercices sur les 4 proposés.

Chaque exercice est noté sur 20 points. Le sujet est donc noté sur 60 points.

Si vous traitez les 4 exercices, seules seront retenues les 3 meilleures notes.

EXERCICE I

On souhaite réaliser le bilan énergétique d'une voiture à moteur diesel ayant les caractéristiques suivantes :

- masse : $M = 1,2$ Tonnes
- coefficient de traînée : $C_x = 0,40$
- aire frontale $A = 2,1 m^2$
- coefficient de résistance au roulement $C_r = 0,02$
- pouvoir calorifique du diesel $PC = 36$ MJ / litres

On supposera que sur le parcours de longueur $L = 100 km$:

- la vitesse moyenne sera $v = 100 km/h$,
- la dénivellation cumulée à franchir sur le parcours $\Delta H = 200 m$,
- le véhicule devra être mis 5 fois en mouvement de 0 à 100 km/h,
- la consommation du véhicule sur le parcours est $V_d = 6,1$ litres.

Données :

- masse volumique de l'air $\rho = 1,2 kg.m^{-3}$
- accélération de pesanteur $g = 9,8 m.s^{-2}$

I-1- Identifier, sans justifier, les différents transferts d'énergies correspondant aux flèches sur le document réponse.

La force de traînée visqueuse (résistance de l'air) a pour expression $F_T = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 \cdot C_x \cdot A$.

I-2- Montrer par une analyse dimensionnelle que C_x est un coefficient sans dimension.

On rappelle que $1 N = 1 kg.m.s^{-2}$

I-3- Calculer la force de traînée

I-4- Calculer le travail de la force de traînée pour un trajet de 100 km.

La force de résistance au roulement (pneu sur route) a pour expression $R_R = M \cdot g \cdot C_r$.

I-5- Calculer la force de résistance au roulement.

I-6- Calculer le travail de la force de résistance au roulement sur le trajet.

I-7- Rappeler l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} .

I-8- Calculer l'énergie nécessaire au franchissement des dénivellations :

I-9- Rappeler l'expression de l'énergie cinétique E_c .

I-10- Calculer l'énergie nécessaire aux mises en mouvement du véhicule.

I-11- Calculer l'énergie dégagée par la combustion du diesel E_{comb} .

I-12- Exprimer puis calculer l'énergie E_{total} estimée nécessaire au véhicule sur le trajet.

I-13- Exprimer puis calculer le rendement énergétique global estimé du véhicule η .

On remplace le véhicule diesel précédent par un véhicule hybride diesel.

- L'énergie engagée pour la mise en mouvement et la montée en altitude est récupérée pour moitié lors des décélérations grâce au stockage d'énergie dans la batterie.
- L'hybridation est mixte « série – parallèle », la gestion du basculement de modes est assurée par un calculateur qui permet d'accroître le rendement du moteur de 10% en le faisant fonctionner au plus près des combinaisons charge/régime réduisant la consommation spécifique.

On étudiera la performance énergétique de ce véhicule hybride sur le même parcours de 100 km décrit plus haut.

I-14- Exprimer puis calculer l'énergie nécessaire E'_{total} aux mises en mouvement de ce véhicule hybride sur le parcours en tenant compte des récupérations d'énergie.

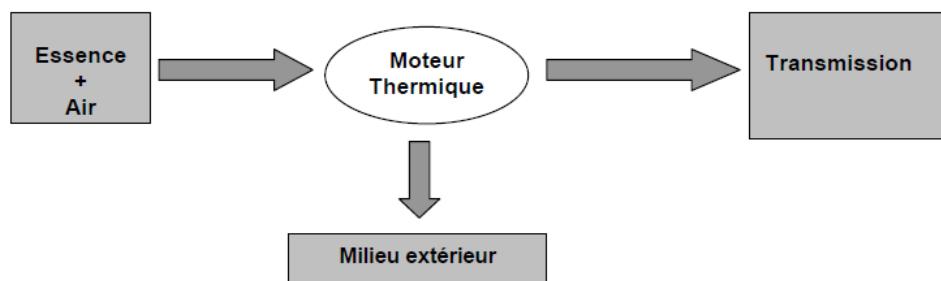
I-15- Exprimer puis calculer l'énergie calorifique nécessaire E'_{comb} en tenant compte du rendement amélioré.

I-16- Exprimer puis calculer la consommation de diesel prévisible V'_d du véhicule en fonctionnement hybride optimisé.

I-17- Donner 2 raisons expliquant en quoi la réduction de la consommation des véhicules automobiles constitue un enjeu majeur aujourd’hui.

REPONSES A L'EXERCICE I

I-1-



I-2- Analyse dimensionnelle :

I-3- $F_T =$

I-4- $W(\vec{F}_T) =$

I-5- $R_R =$

I-6- $W(\vec{R}_R) =$

I-7- $E_{pp} =$

I-8- $\Delta E_{pp} =$

I-9- $E_c =$

I-10- $\Delta E_c =$

I-11- $E_{comb} =$

I-12- $E_{total} =$

I-13- $\eta =$

I-14- $E'_{total} =$

I-15- $E'_{comb} =$

I-16- $V'_d =$

I-17- 2 raisons :

EXERCICE II

Nous allons étudier quelques propriétés de 2 produits d'entretien différents.

Etude d'un détartrant

Le tartre qui se dépose sur certains appareils ménagers est causé par la dureté de l'eau. Celle-ci est la conséquence de la présence dans l'eau de calcium, de magnésium et d'autres sels minéraux qui se cristallisent en carbonate de calcium ou "tartre".

Un sachet de détartrant à cafetière porte la seule indication "acide sulfamique : 1 g".

Données :

- masse molaire de l'acide sulfamique de formule $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$: $M_A=97 \text{ g.mol}^{-1}$
- $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H} / \text{NH}_2\text{SO}_3^-$
- $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$
- $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$
- $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$

II-1- Déterminer dans quel domaine se situe le pH de l'acide sulfamique.

II-2- Compléter l'équation-bilan (I) de la réaction entre cet acide et l'eau.

L'acide sulfamique peut être utilisé comme détartrant car il permet de dissoudre le carbonate de calcium CaCO_3 en réagissant avec les ions carbonates en solution CO_3^{2-} (aq) qui forment un couple acide/base avec l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- (aq).

II-3- Compléter l'équation de la réaction acido-basique (II) entre l'ion carbonate et l'acide sulfamique.

II-4- Si l'acide est en quantité suffisante, il réagit avec les ions hydrogénocarbonates produits par la réaction (II). Ecrire l'équation (III) de la réaction acido-basique entre l'ion hydrogénocarbonate et l'acide sulfamique.

II-5- Nommer le gaz formé par la réaction précédente. Comment observer simplement que cette réaction est terminée ?

Pour mesurer expérimentalement la masse d'acide contenue dans un sachet de détartrant, on effectue un dosage de l'acide sulfamique, c'est-à-dire que l'on recherche la concentration molaire de cet acide lorsqu'il est en solution dans l'eau. On commence par dissoudre le contenu d'un sachet dans 10,0 mL d'eau distillée. L'acide étant entièrement soluble dans l'eau, on obtient une solution aqueuse appelée S que l'on va doser à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium. On fait réagir le volume $V=10,0 \text{ mL}$ de solution S avec un volume $V_b=20,0 \text{ mL}$ de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b=0,500 \text{ mol.L}^{-1}$.

II-6- Déterminer **C** la concentration molaire d'acide sulfamique dans la solution S sachant que l'on peut utiliser la relation suivante : $\mathbf{C} \cdot \mathbf{V} = \mathbf{C}_b \cdot \mathbf{V}_b$.

II-7- En déduire la masse ***m_a*** d'acide sulfamique mesurée dans un sachet de détartrant.

Etude d'un déboucheur

Sur l'étiquette d'un déboucheur du commerce, on peut lire les indications suivantes :

Danger

Produit corrosif

Contient de l'hydroxyde de sodium (soude caustique)

Solution 20%

Données :

- masse molaire de l'hydroxyde de sodium $M_{\text{NaOH}} = 40,0 \text{ g.mol}^{-1}$
- masse volumique du déboucheur : $\rho = 1,20 \text{ g.mL}^{-1}$
- la masse en 'hydroxyde de sodium est donnée en pourcentage (20%).

II-8- Quelle est la masse ***m_d*** d'un litre de solution du déboucheur ?

- II-9- Quelle est la masse m_{NaOH} d'hydroxyde de sodium contenue dans un litre de solution ?
- II-10- Quelle est la concentration massique C_m de ce produit ?
- II-11- Sachant que la concentration molaire C est liée à la concentration massique par la relation : $C_m = C \cdot M$, calculer la concentration molaire en hydroxyde de sodium.
- II-12- On prélève une fraction de la solution de déboucheur que l'on dilue avec de l'eau distillée. On obtient une solution diluée de concentration molaire en ions hydroxyde égale à $C/100$. Les concentrations en ion oxonium H_3O^+ et hydroxyde HO^- sont reliées par la relation suivante : $[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{HO}^-] = K_e$ avec K_e constante qui ne dépend que de la température. Calculer la concentration molaire en ions H_3O^+ dans la solution diluée sachant que $K_e = 10^{-14}$.
- II-13- Calculer le **pH** de la solution dilué ($\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+])$).
- II-14- Quelles précautions faut-il prendre lors de l'utilisation de ce déboucheur ?
- II-15- Comment a évolué le pH lors de la dilution ? Justifier.

REPONSES A L'EXERCICE II

II-1-	<input type="checkbox"/> inférieur à 7 <input type="checkbox"/> égal à 7 <input type="checkbox"/> entre 7 et 14 <input type="checkbox"/> supérieur à 14	(Cocher la réponse exacte)
II-2-	Equation (I) : $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	
II-3-	Equation (II) : $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow$	
II-4-	Equation (III) :	
II-5-	Gaz :	observation :
II-6- $C =$		II-7- $m_a =$
II-8- $m_d =$		II-9- $m_{\text{NaOH}} =$
II-10- $C_m =$		II-11- $C =$
II-12- $[\text{H}_3\text{O}^+] =$		II-13- $\text{pH} =$
II-14- Précaution :		
II-15- Evolution :		

EXERCICE III

L'échographie est un outil privilégié du diagnostic médical.

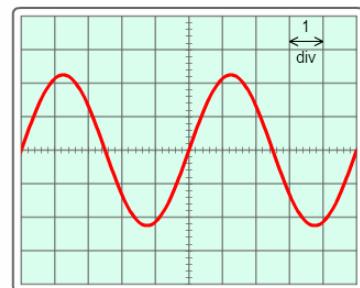
Caractéristiques de l'onde émise

On place un récepteur en face de la sonde échographique. On relie le récepteur à un oscilloscope. On obtient le signal ci-contre.

III-1- Mesurer la période du signal sachant qu'une division représente $5\mu\text{s}$.

III-2- Calculer la fréquence de l'onde émise par l'émetteur.

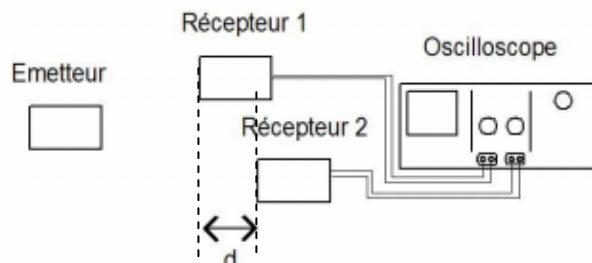
III-3- A quel domaine du spectre sonore appartient-elle ?



On souhaite mesurer la célérité de l'onde dans l'air à partir de la détermination de la longueur d'onde λ du signal émis par la sonde de l'échographe. Pour cela, on utilise un émetteur produisant une onde périodique de même fréquence que celle de la sonde.

L'émetteur étant fixe, lorsqu'on éloigne le récepteur 2 du récepteur 1, dans la direction émetteur-récepteurs, les deux sinusoïdes visualisées sur l'oscilloscope se décalent. Les deux courbes sont en phase à chaque fois que la distance d entre le récepteur 1 et le récepteur 2 est un multiple entier n de λ .

L'amplitude du signal reçu par le récepteur R2 varie au fur et à mesure que l'on éloigne R2.



III-4- Représenter le signal reçu par R2 sur l'oscillogramme du document réponse (où est déjà représenté le signal reçu par R1 lorsque $d = \lambda$).

III-5- Définir la longueur d'onde.

Dans l'expérience réalisée, on relève que pour $n = 12$, la distance $d = 10,2 \text{ cm}$.

III-6- Pourquoi choisir une valeur de n suffisamment grande ?

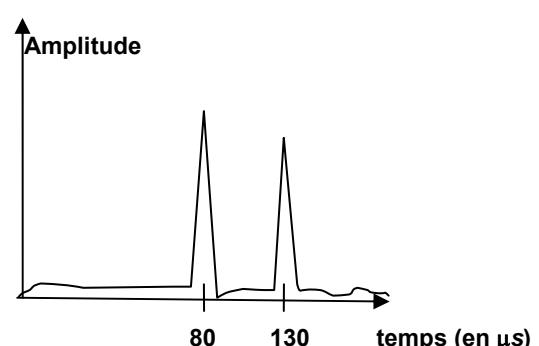
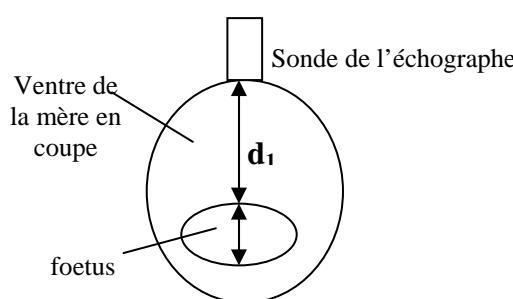
III-7- Calculer λ .

III-8- Rappeler pour une onde périodique la relation liant la longueur d'onde, la fréquence et la célérité. En déduire la célérité de l'onde dans l'air.

Application à l'échographie.

La sonde échographique utilisée est à la fois un émetteur et un récepteur. Lorsque les ondes se propagent dans le corps, elles sont en partie réfléchies par les parois séparant deux milieux différents. La partie réfléchie est reçue par la sonde et analysée par un système informatique.

Ci-dessous est représenté le dispositif permettant l'échographie d'un fœtus. A coté sont représentés les deux principaux pics reçus par le capteur de la sonde.



Lors de l'examen, une salve d'ondes est émise par l'émetteur de la sonde à la date $0 \mu\text{s}$.

III-9- A quoi correspondent ces pics, enregistrés aux dates $80 \mu\text{s}$ et $130 \mu\text{s}$?

On admet que la vitesse de ces ondes est égale à $c_{\text{corps}} = 1540 \text{ m.s}^{-1}$ dans le corps humain.

III-10- Comparer cette valeur et celle déterminée de l'exercice III-8-. Proposer une explication.

III-11- Calculer la distance d_1 entre la sonde et le fœtus.

L'onde générée, en se propageant, cède une partie de son énergie au milieu : il y a absorption de l'énergie de l'onde et l'intensité du faisceau diminue. L'absorption obéit à une loi du type : $I = I_0 e^{-\alpha d}$

Avec :

- d la distance parcourue par l'onde,
- α le coefficient d'absorption,
- I_0 l'intensité émise par la sonde

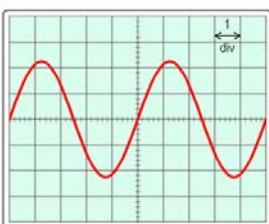
Tissu	α en cm^{-1}
Sang	0,1
Graisse	0,5
Foie	1
Muscle	1,5
Os	10
Poumon	20

III-12- Calculer le rapport $\frac{I}{I_0}$ qui est absorbée au bout de 1 cm de trajet dans la graisse.

III-13- Pour que l'on puisse correctement détecter l'onde, il faut au moins que 20% du signal émis soit transmis, quelle épaisseur de graisse peut être traversée dans ces conditions.

III-14- Le coefficient α est proportionnel au carré de la fréquence de l'onde. Comment faire varier la fréquence de l'onde pour pouvoir explorer les organes 2 fois plus profondément ?

REPONSES A L'EXERCICE III

III-1- Période :	III-2- Fréquence :
III-3- <input type="checkbox"/> infrason <input type="checkbox"/> son audible <input type="checkbox"/> ultrason <input type="checkbox"/> infrarouge <input type="checkbox"/> rayons X	(Cocher la réponse exacte)
III-4- 	III-5- Définition :
	III-6- Explication :
III-7- $\lambda =$	
III-8- Exp. Litt. : $c_{\text{air}} =$	Appl. Num. : $c_{\text{air}} =$
III-9- Pic(80 μs) : Pic(130 μs) :	
III-10- Comparaison :	
III-11- $d_1 =$	III-12- $\frac{I}{I_0} =$
III-13- Epaisseur :	
III-14- <input type="checkbox"/> $\div 4$ <input type="checkbox"/> $\div 2$ <input type="checkbox"/> $\div \sqrt{2}$ <input type="checkbox"/> $\times \sqrt{2}$ <input type="checkbox"/> $\times 2$ <input type="checkbox"/> $\times 4$	(Cocher la réponse exacte)

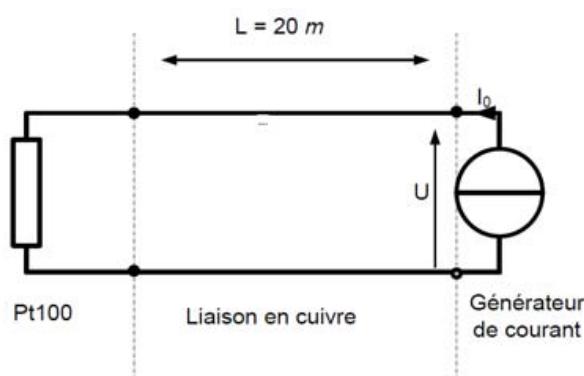
EXERCICE IV

On souhaite utiliser une sonde Pt100 de classe B comme capteur de température sur une plage de mesure allant de 0 à 300 °C.

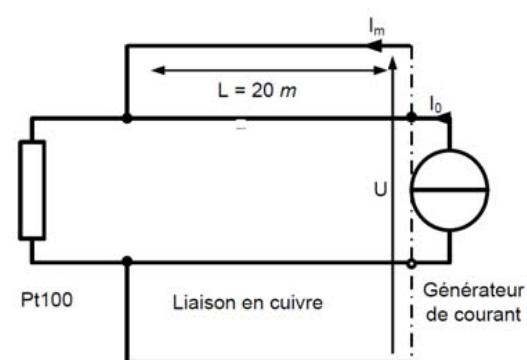
- IV-1- Rappeler les significations de Pt et 100 de la sonde Pt 100.
- IV-2- Quelles sont les grandeurs d'entrée et de sortie de la Pt100 ?
- IV-3- Qualifier ce capteur ?
- IV-4- A l'aide de l'annexe 1, donner l'erreur maximale de température ΔT à 200 °C. En déduire la plage des valeurs limites de température.

On doit mesurer la température dans un four à **200°C** distant de **20 m** de la centrale de mesure. Celle-ci est constitué d'un générateur de courant d'intensité $I_0=1,000\text{mA}$ constante quelque soit la température et d'un système de mesure de la tension **U**. Celui-ci est considéré comme idéal (le courant de mesure prélevé est nul). On utilise pour relier la sonde de température un fil de résistance de **r = 85 Ω par km** de fil.

Méthode 2 fils :



Méthode à 4 fils :



Analyse de la méthode 2 fils :

- IV-5- Calculer la résistance R_{fils} des fils de liaisons. En déduire la plage des valeurs limites de la résistance mesurée par la centrale de mesure $R_m=U/I_0$
- IV-6- L'erreur induite par la résistance des fils de liaisons est-elle négligeable ? Justifier.

Analyse de la méthode 4 fils :

- IV-7- Quelle est la valeur de I_m ?
- IV-8- Expliquer pourquoi ce système de mesure est plus juste ?

Dans la suite du problème, on utilisera la méthode 4 fils.

On souhaite linéariser la relation entre **T** et **R** pour **T** variant entre 0 et 300 K. On recherche donc à établir l'équation $T = a.R + b$

- IV-9- En utilisant l'annexe 2, déterminer les coefficients **a** et **b** de la droite passant par les points **M** (0°C) et **N** (300°C). A partir de cette équation, trouver la température correspondante à une résistance 175,86 Ω.

- IV-10- En comparant à la valeur donnée par l'annexe 2, calculer l'erreur de linéarité engendrée **ε_l**. Est-elle négligeable ? Justifier.

On mesure une tension **U = 173,6 mV** lorsque la sonde est placé dans le four à 200°C à l'aide d'un voltmètre sur un calibre 300mV ayant comme formule d'incertitude :

$$\Delta U = 1 \% U + 1,5 \text{ mV}.$$

- IV-11- Calculer l'incertitude sur la mesure de la tension **ΔU** et la valeur **R_m** de la résistance mesurée. Cette mesure de tension est-elle cohérente ? Justifier.

ANNEXE 1 : Valeurs des tolérances d'une Pt100

Température °C	Tolérance IEC 751:1983 (NF C 42-330, DIN 43760, BS 1904)			
	Classe A		Classe B	
	± °C	± Ohms	± °C	± Ohms
-200	0,55	0,24	1,3	0,56
-100	0,35	0,14	0,8	0,32
0	0,15	0,06	0,3	0,12
100	0,35	0,13	0,8	0,30
200	0,55	0,20	1,3	0,48
300	0,75	0,27	1,8	0,64
400	0,95	0,33	2,3	0,79
500	1,15	0,38	2,8	0,93
600	1,35	0,43	3,3	1,06
650	1,45	0,46	3,6	1,13

ANNEXE 2 : Relation entre résistance et température pour l'élément sensible d'une Pt100.

Température °C	Résistance Ohm
0	100,00
50	119,40
100	138,51
150	157,33
200	175,86
250	194,10
300	212,05

REPONSES A L'EXERCICE I

IV-1- "Pt" :	"100" :				
IV-2- Grandeur d'entrée :	Grandeur de sortie :				
IV-3-	(Cocher la ou les réponses exactes)				
<input type="checkbox"/> actif	<input type="checkbox"/> passif	<input type="checkbox"/> analogique	<input type="checkbox"/> numérique	<input type="checkbox"/> TOR (tout ou rien)	
IV-4- $\Delta T =$	$T_{minimale} =$		$T_{maximale} =$		
IV-5- $R_{fils} =$	$R_{minimale} =$		$R_{maximale} =$		
IV-6- R_{fils} négligeable :					
IV-7- $I_m =$					
IV-8- Explication :					
IV-9- $a =$	$b =$	$T_{(175,86 \Omega)} =$			
IV-10- $\epsilon_i =$					
Justification :					
IV-11- $\Delta U =$	$R_m =$				
Mesure cohérente :					