

**CONCOURS EXTERNE D'ASSISTANT INGENIEUR EN  
INSTRUMENTATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUES  
EXPERIMENTALES**

Session 2010

EPREUVE ECRITE

\*\*\*

Durée 3 heures – Coefficient 4

\*\*\*

**Les calculatrices ne sont pas autorisées.**

Le cahier de questions contient 50 pages. Veuillez le vérifier avant le début de l'épreuve.

**Consignes générales :**

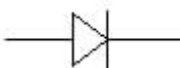
- Votre identité ne doit figurer que dans la partie supérieure de la copie double qui contient le sujet.
- Toute mention d'identité (nom, initiales, signature...) ou tout signe distinctif porté sur toute autre partie du sujet que vous remettrez en fin d'épreuve mènera l'annulation pure et simple.
- Vous devez répondre directement sur le sujet fourni dans les cases prévues à cet effet.
- Le candidat devra rendre l'intégralité du sujet non dégrafé dans la copie double.
- L'usage de la calculatrice n'est pas autorisée, le sujet comporte des calculs simples qui peuvent être faits de tête ou sur une feuille de brouillon.
- Le téléphone portable doit être rangé et déconnecté. Il ne devra pas être sorti ou consulté durant toute l'épreuve, même pour regarder l'heure.

Le sujet peut sembler long, mais il teste les compétences des diverses disciplines concernées par la BAP C.

**Culture générale**

**CGQ1** : Complétez le tableau suivant en cochant les bonnes réponses (QCM)

**Réponse CGQ1**

- 1 picogramme est égal à
  - 1.10<sup>-6</sup>g
  - 1.10<sup>-3</sup> mg
  - 1.10<sup>-9</sup> mg
  - 1.10<sup>-9</sup>g
  
- La concentration 50µg/ml correspond à
  - 5g/L
  - 0.5 g/L
  - 0.05g/L
  
- Qu'est ce qu'un octet
  - 2<sup>8</sup> bits
  - Un mot de 8 bits
  - Une information numérique qui dure 8µs
  
-  Ce symbole représente
  - Un transistor
  - Une diode
  - Une DEL
  - Un triac
  
- Labview sert principalement à
  - Piloter une chaine d'acquisition de mesure
  - Gérer du personnel de laboratoire
  - Réaliser un streaming haut-débit
  
- Le flux lumineux se mesure en
  - Candéla
  - Lumen
  - Lux
  
- Une longueur d'onde de 260 nm se situe dans
  - Les micro-ondes
  - L'infra-rouge
  - Le visible
  - L'ultra-violet

*Réponse CGQ1 suite*

- 2 résistances de 100 K $\Omega$  sont placées en parallèle, la résistance équivalente est
  - 200 K $\Omega$
  - 50 K $\Omega$
  - 100K $\Omega$
  
- Un hectare correspond à
  - 100m<sup>2</sup>
  - 10 000 m<sup>2</sup>
  - 1000 m<sup>2</sup>
  
- Une température de 1K correspond à
  - 273.15 °C
  - 100 °C
  - -100 °C
  - -272.15 °C
  
- Quelle est l'unité d'une pression dans le SI
  - Bar
  - Atmosphère
  - Pascal
  - Torr
  
- 1 bar est égal à
  - 750 atm
  - 750 Torr
  - 750 cm Hg
  - 750 g/cm<sup>2</sup>
  
- La température d'ébullition de l'azote est de
  - 77,36 K
  - 177,36 K
  - -77,36 K
  - -177,36 K
  
- Les éléments suivants : <sup>32</sup>P, <sup>35</sup>S, <sup>14</sup>C et <sup>3</sup>H ont en commun d'être
  - Isotopes
  - Métaux
  - Noyaux
  - Explosifs

**CGQ2** : Vous venez de réceptionner un équipement métrologique dont les performances ne sont pas conformes au cahier des charges : les amplitudes des signaux générés ne correspondent pas aux valeurs affichées. L'erreur dépasse 10% alors que le fournisseur la donne inférieure à 1%. Rédigez une lettre d'une dizaine de lignes maximum au fournisseur pour lui signifier vos doléances.

**Réponse CGQ2**

**Organisme**

*O1* : Citez trois corps de personnels techniques à l'université.

***Réponse O1***

**Anglais**

**AQ1** : Le site d'un fabricant vous donne les caractéristiques générales de trois **capteurs de température** :

*SILICON DIODES are the best choice for general-purpose cryogenic use. The cryogenic temperature sensors are interchangeable (they follow a standard curve) and are available in robust mounting packages and probes. Silicon Diodes are easy and inexpensive to instrument, and are used in a wide variety of cryogenic applications, such as cryo-coolers, laboratory cryogenics, cryo-gas production, and space satellites.*

*PLATINUM RESISTANCE THERMOMETER DETECTORS (RTDs) are an industry standard. They follow an industry standard curve from 73 K to 873 K with good sensitivity over the whole range. Platinum RTDs can also be used down to 14 K. Because of their high reproducibility, they are used in any precision metrology applications. Platinum RTDs have limited packaging options, but they are inexpensive and require simple instrumentation. They are widely used in cryogenic applications at liquid nitrogen temperature or greater.*

*THERMOCOUPLES can be used over an extremely wide range and in harsh environmental conditions, and follow a standard response curve. Less accurate than other cryogenic temperature sensors, special techniques must be employed when using thermocouples to approach temperature accuracies of 1% of temperature. Thermocouples are used for their small size, extremely wide temperature range (exceeding high temperature limits of Platinum RTDs), and simple temperature measurement methodology.*

**AQ1a** : Donnez (en français) les avantages et les inconvénients de ces trois capteurs, tels qu'ils sont cités dans le texte.

**Réponse AQ1a**

**AQ1b** : Dans cette notice, un renvoi signale que « *Short-term reproducibility data is obtained by subjecting sensor to repeated thermal shocks from 305 K to 77 K* ». Traduisez ce texte en français.

**Réponse AQ1b**

**AQ2** : Soit le texte suivant, concernant une alimentation stabilisée :

« *Before opening the instrument, disconnect it from all sources of electric current and from the measuring circuits ; make sure that you are not charged with static electricity, which could irreparably damage the instrument's internal components.*

*When the instrument is open, some of internal capacitors may conserve a dangerous potential, even once the instrument has been powered down. »*

**AQ2a** : Quelles précautions devez-vous prendre pour intervenir sur cet appareil ?

**Réponse AQ2a** (répondre en français)

**AQ2b** : Que risquez-vous et que risque l'appareil ?

**Réponse AQ2b** (répondre en français)

**AQ3** : Notice d'un pied à coulisse (caliper)

Safety precautions

- 1) *Before using the caliper for the first time, wipe the rust-preventive oil from the caliper with a soft cloth soaked with cleaning oil, and install the supplied battery in the caliper.*
- 2) *Do not mark the caliper with an electric engraving pen.*
- 3) *If the caliper will not be used for more than three months, remove the battery from the caliper and store it properly. Otherwise, liquid may leak from the battery and damage the caliper.*

Battery installation

*Remove the compartment lid and install the SR44 battery with its positive side facing up.*

**AQ3a** : Détaillez le nettoyage à effectuer lors de la mise en service du pied à coulisse.

**Réponse AQ3a**

**AQ3b** : Dans quel sens faut-il installer la pile ?

**Réponse AQ3b**

**AQ3c** : Que faut-il faire si le pied à coulisse n'est pas utilisé pendant une longue période de temps ?

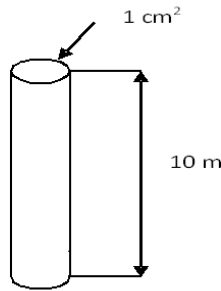
**Réponse AQ3c**



*AQ3d* : Quelle(s) solution(s) proposez-vous pour marquer votre nom sur le pied à coulisse ?

*Réponse AQ3d*

**Physique**



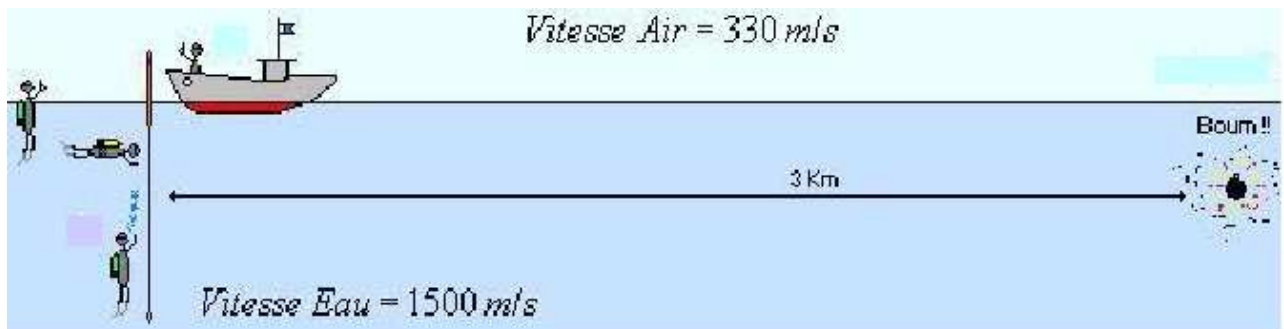
**Figure 1 :** colonne d'eau.

Un corps plongé dans l'eau va subir une pression égale au poids de la colonne d'eau de section  $1 \text{ cm}^2$  située au dessus de lui. Cette pression est appelée Pression Relative (Pr).

**PQ1 :** Calculer la valeur de cette pression à 10 m

**Réponse PQ1**

**PQ2 :** La vitesse du son varie selon le milieu. Le son se propage plus rapidement dans un solide que dans les milieux liquides ou gazeux. Dans l'**air** la vitesse du son est de **330 m/s**, dans l'**eau** la vitesse du son est de **1500 m/s**.



**Figure 2 :** plongée

Une explosion sous marine se produit à 3 km du bateau, elle est entendue par les plongeurs immergés. Ils remontent immédiatement à la surface et demandent ce qui se passe au directeur de plongée qui se trouve sur le bateau. Pourquoi s'étonne-t-il dans un premier temps ? Imaginez la suite.

*Réponse PQ2*

*PQ3* : Complétez la phrase suivante dans le cadre réponse

*Réponse PQ3*

« Le rayonnement ultraviolet (UV) est un rayonnement électromagnétique d'une \_\_\_\_\_ intermédiaire entre celle de la \_\_\_\_\_ et celle des \_\_\_\_\_.

## Chimie

### Acides – bases

*CQ1* : Donnez la définition du pH.

*Réponse CQ1*

**CQ2** : Trois solutions sont employées dans les attaques chimiques de polymères dont les pH sont : 2, 6, 12. Pour chacune d'elles, indiquer si la solution est acide, basique ou neutre.

**Réponse CQ2**

**CQ3** : Les composés suivant présentent les valeurs de pKa précisées :

|   |                   |                 |
|---|-------------------|-----------------|
| $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$             | éthylamine        | pKa = 10,8      |
| $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO}_2\text{H}$     | acide propanoïque | pKa = 4,87      |
| $\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-CO}_2\text{H}$ | Alanine           | pKa = 2,4 – 9,9 |

**CQ3a** Ecrire les équilibres acide  $\leftrightarrow$  base pour chacun des composés.

**Réponse CQ3a**

**CQ3b** : Qu'est-ce qu'une solution tampon ?

**Réponse CQ3b**

**CQ3c** : Comment préparer une solution tampon ?

**Réponse CQ3c**

**CQ3d** : Quelle est la formule qui donne le pH d'une solution tampon ?

*Réponse CQ3d*

**Point isoélectrique (Wikipedia)**

Le pHi ou pI d'une molécule est défini comme étant le pH (potentiel hydrogène) pour lequel la charge globale de cette molécule est nulle ou, autrement dit, le pH pour lequel la molécule est électriquement neutre (forme zwitterionique ou ion mixte).

On veut séparer 3 acides-aminés : l'acide L-glutamique, la L-leucine et la L-lysine par chromatographie sur une résine polystyrénique substituée par des groupements sulfonate (-SO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Les pH isoélectriques de l'acide L-glutamique, de la L-leucine et de la L-lysine sont respectivement : 3,22 ; 5,98 ; 9,74, à 25 °C.

On dépose ces 3 acides aminés sur la colonne, à pH 2, puis on élue en amenant progressivement le pH à 7

**CQ3e** : Quels acides aminés sont élués et dans quel ordre ? (On considérera que les interactions acide aminé-résine sont uniquement d'ordre électrostatiques).

*Réponse CQ3e*

**CQ4** : A quoi sert un spectromètre de masse ?

**Réponse CQ4**

**CQ5** : Dans un spectromètre de masse, les composés sont séparés en fonction de quels paramètres ?

**Réponse CQ5**

**CQ6 : Chromatographie**

**CQ6a** : Qu'est-ce que la chromatographie ?

**Réponse CQ6a**

**CQ6b** : Quelle est la nature de la phase mobile pour les chromatographies indiquées dans le cadre réponse ?

**Réponse CQ6b**

**CCM** :

**CPG** :

**CPS** :

**CQ6c** : Quelle est la nature de la phase stationnaire pour les chromatographies indiquées dans le cadre réponse ?

**Réponse CQ6c**

**Chromatographie d'adsorption** :

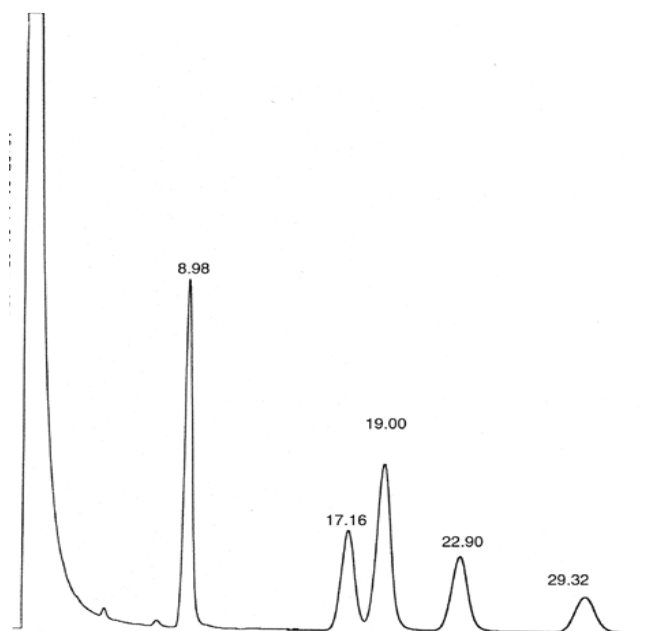
**Chromatographie d'échange d'ions** :

**Chromatographie de partage** :

**CQ7 : Séparation des esters méthyliques d'acides gras.**

L'estérification des acides gras d'un corps gras naturel (un mélange de triglycérides) peut être réalisée en incubant le corps gras avec du trifluorure de bore (catalyseur de la réaction) dans le méthanol ( $\text{CH}_3\text{-OH}$ , donneur des groupements méthyles), à  $100^\circ\text{C}$  durant 15 min.

Le chromatogramme Figure 3 représente le profil d'élution d'esters méthyliques d'acides gras saturés et insaturés repris dans l'hexane après injection en chromatographie en phase gazeuse. Le temps de rétention ( $t_r$ ) est indiqué en minutes, au-dessus de chaque pic :



| $t_r$ : (approximatif)<br>en min | aire (%) : |
|----------------------------------|------------|
| 8.98                             | 30.78      |
| 17.16                            | 15.98      |
| 19.00                            | 29.29      |
| 22.90                            | 14.64      |
| 29.32                            | 8.76       |

**Figure 3** : chromatogramme

**CQ7a** : Que représente le premier pic ( $t_r$  : 1,7 min) ?

**Réponse CQ7a**

**CQ7b** : Selon quel(s) critère(s) les acides gras sont-ils élués ?

**Réponse CQ7b**

**CQ7c** : Le standard interne est ici l'acide stéarique (C18:0) qui présente un temps de rétention de 17,16 min. A l'aide du tableau ci-dessous, déterminer la nature des autres acides gras élués.

| acide gras :                             | rapport $t_r / t_r$ C18:0 : |
|--|-----------------------------|
| ac. laurique (C12:0)                     | 0,12                        |
| ac. myristique (C14:0)                   | 0,25                        |
| ac. palmitique (C16:0)                   | 0,53                        |
| ac. stéarique (C18:0)                    | 1                           |
| ac. oléique (C18:1 ; 9)                  | 1,11                        |
| ac. linoléique (C18:2 ; 9, 12)           | 1,33                        |
| ac. linoléique (C18:3 ; 9, 12, 15)       | 1,71                        |
| ac. arachidonique (C20:4 ; 5, 8, 11, 14) | 3,24                        |



*Réponse CQ7c*

**CQ7d** : Calculer la masse des différents produits dans l'échantillon, sachant que l'on a injecté 200 microgrammes d'esters méthyliques d'acides gras saturés et insaturés témoin compris (réponse avec 2 chiffres significatifs).

*Réponse CQ7d*

**CQ7e** : Le chromatographe en phase gazeuse est muni d'un détecteur à ionisation de flamme alimenté par du dihydrogène gazeux et de l'air. Quelles précautions doit-on prendre pour utiliser cet appareil ?

*Réponse CQ7e*

Mécanique des fluides

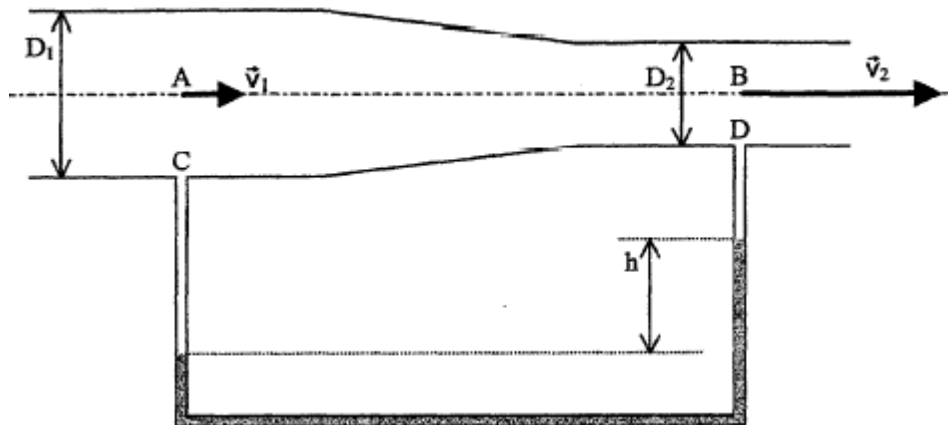


Figure 4

$D_1=0,2 \text{ m}$  ;  $v_1 = 5 \text{ m/s}$  ;  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$  ;  $\rho_{\text{mercure}} = 13600 \text{ kg/m}^3$  ;  $g=9,8 \text{ m/s}^2$  (pour simplifier les calculs, on prendra  $g=10 \text{ m/s}^2$ )

On note  $S_1$  la section droite à l'entrée et  $S_2$  la section droite à la sortie. On veut accélérer la circulation du fluide incompressible dans une conduite de telle sorte que la vitesse soit multipliée par 1,8. Pour cela la conduite comporte un rétrécissement

**FQ1** : Quel est le phénomène mis en évidence par un tel montage ?

**Réponse FQ1**

**FQ2** : Calculer la vitesse  $v_2$  à la sortie de la conduite.

**Réponse FQ2**

**FQ3** : Donner l'expression du débit volumique  $Q_v$  en fonction de  $S_1$  et  $v_1$  puis de  $S_2$  et  $v_2$ .

**Réponse FQ3**

**FQ4** : Donner l'expression permettant de calculer  $D_2$  en fonction de  $v_1$ ,  $v_2$  et  $D_1$ .

**Réponse FQ4**

**FQ5** : Quelle est la relation qui permet de calculer la variation de pression entre l'entrée et la sortie du rétrécissement ?

**Réponse FQ5**

**FQ6** : Calculer la différence de pression entre l'entrée et la sortie de la conduite  $P_A - P_B$ .

**Réponse FQ6**

**FQ7** : Dans la tuyauterie de C à D les fluides sont au repos; la partie grisée contient du mercure. On négligera les variations de pression dans les colonnes d'eau. Calculer la hauteur  $h$ .

**Réponse FQ7**

Électricité – Électronique – Automatismes - Informatique

EQ1

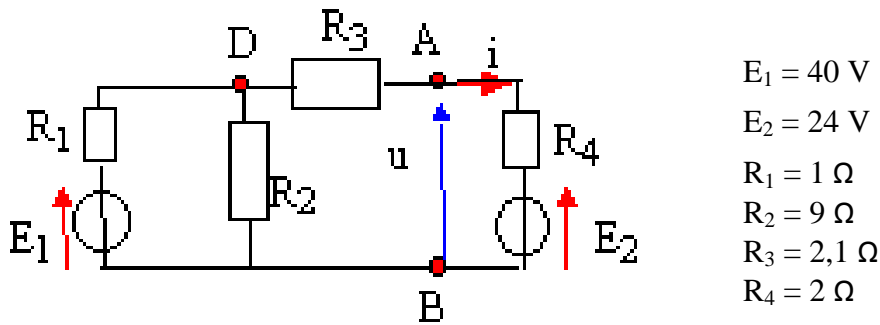


Figure 5 : schéma électrique

**EQ1a :** Représentez le **schéma équivalent de Thevenin** pour le dipôle situé à gauche des bornes A et B sur la Figure 5. (Utilisez les notation  $E_{th}$  et  $R_{th}$ )

*Réponse EQ1a*

**EQ1b :** Déterminer les valeurs des éléments  $E_{th}$ ,  $R_{th}$  et du courant de court-circuit  $I_{cc}$  du schéma que vous venez de donner dans le cadre réponse EQ1a.

*Réponse EQ1b*

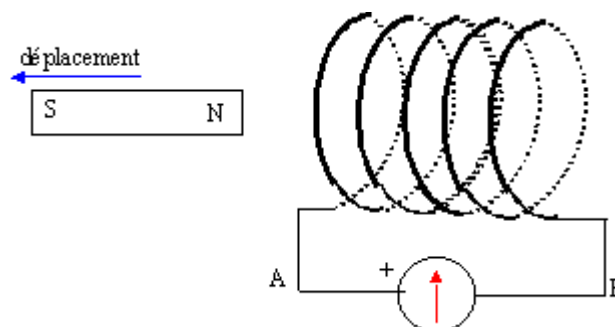
*suite Réponse EQ1b*

**EQ1c** : En déduire l'intensité  $i$  et les tensions  $U_{AB}$  et  $U_{DB}$  du schéma de la Figure 5.

**Réponse EQ1c**

**EQ2**

En position initiale, à proximité de la bobine, l'aimant crée un flux de valeur absolue  $|\Phi_1| = 75 \text{ mWb}$ . On éloigne l'aimant en 0,5 s de telle sorte qu'en position finale, le flux à travers les spires de la bobine devient négligeable.



**Figure 6** : induction magnétique.

***EQ2a*** : Calculer la valeur absolue de la fem induite moyenne.

***Réponse EQ2a***

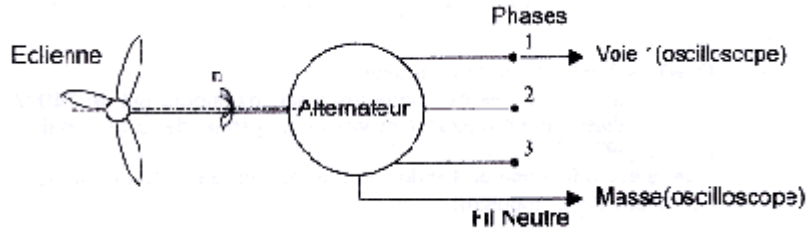
***EQ2b*** : Calculer l'intensité moyenne du courant induit sachant que la résistance totale du circuit est  $R = 75 \Omega$ .

***Réponse EQ2b***

**EQ3** - Alternateur à vide

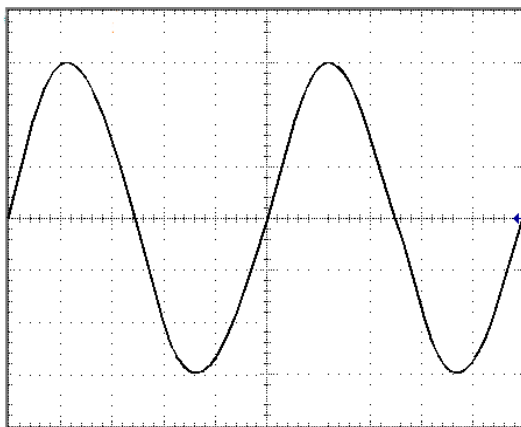
Le rotor de l'éolienne entraîne un alternateur triphasé à aimants permanents. Les caractéristiques de cette machine synchrone sont les suivantes :

- Puissance mécanique nominale : 9kW ;



**Figure 7** : Eolienne avec son alternateur.

Un oscilloscope branché par l'intermédiaire d'une sonde de tension permet d'observer la force électromotrice  $e$  par phase, c'est à dire la tension simple apparaissant entre la phase 1 et le fil neutre (voir Figure 7). L'oscillogramme est donné en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**



**Figure 8** : signal observé sur l'oscilloscope.

**Calibres de l'oscilloscope**

- *Voie 1 : 100V par division*
- *Base de temps : 5 ms par division*

**EQ3a** : Déterminer la période  $T$  et la fréquence  $f$  de cette tension.

**Réponse EQ3a**



**EQ3b** : En déduire le nombre de paires de pôles de l'alternateur sachant que la vitesse de rotation de l'alternateur est  $n=240\text{tr/min}$ .

**Réponse EQ3b**

**EQ3c** : Déterminer l'amplitude et la valeur efficace  $V$  de la tension observée (Figure 8)

**Réponse EQ3c**

**EQ3d** : En déduire la valeur efficace de la tension mesurée entre deux phases de l'alternateur triphasé.

**Réponse EQ3d**

**EQ3e** : Quel type d'appareil doit-on utiliser pour mesurer cette tension entre phases (nom, type et position)?

**Réponse EQ3e**

**EQ3f** : Calculer la fréquence de la tension sur l'oscilloscope lorsque la vitesse de rotation de l'éolienne augmente à  $n=300\text{tr/min}$ .

**Réponse EQ3f**

**EQ4** : - Stockage de l'énergie électrique

L'énergie est stockée dans une batterie d'accumulateurs pour continuer d'alimenter les récepteurs pendant les périodes de vent faible. Pour cela, on associe à l'alternateur un redresseur, une batterie d'accumulateurs puis un onduleur. Le schéma de principe est donné sur la Figure 9:

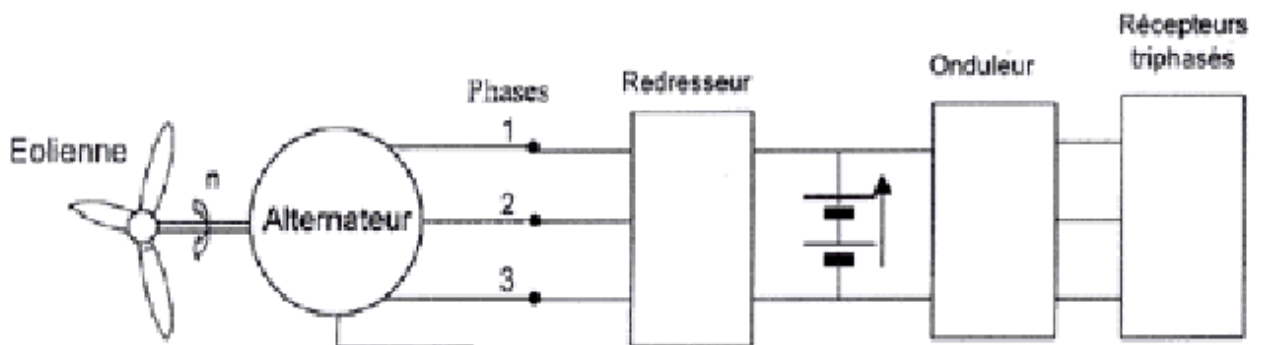


Figure 9 :

**EQ4a** : Quelle est la fonction du redresseur?

**Réponse EQ4a**

**EQ4b** : La tension aux bornes des batteries d'accumulateurs est de 240V. Quel appareil doit-on utiliser pour mesurer la valeur moyenne de cette tension (nom, type et position) ?

**Réponse EQ4b**

**EQ4c** : Quelle est la fonction de l'onduleur dans le montage?

**Réponse EQ4c**

**EQ4d** : Citer une autre application de l'onduleur dans l'industrie.

**Réponse EQ4d**

**EQ5 :** Nous considérons le montage de la Figure 10 qui permet de mesurer les caractéristiques d'un amplificateur (F1). Un générateur de signaux (G) est branché sur l'entrée (e) de l'amplificateur et sa sortie (s) est reliée à une charge résistive  $R_c = 5\Omega$ . Un oscilloscope double traces permet d'observer les signaux sur l'entrée (Ch1) et sur la sortie (Ch2) de l'amplificateur (Figure 11).

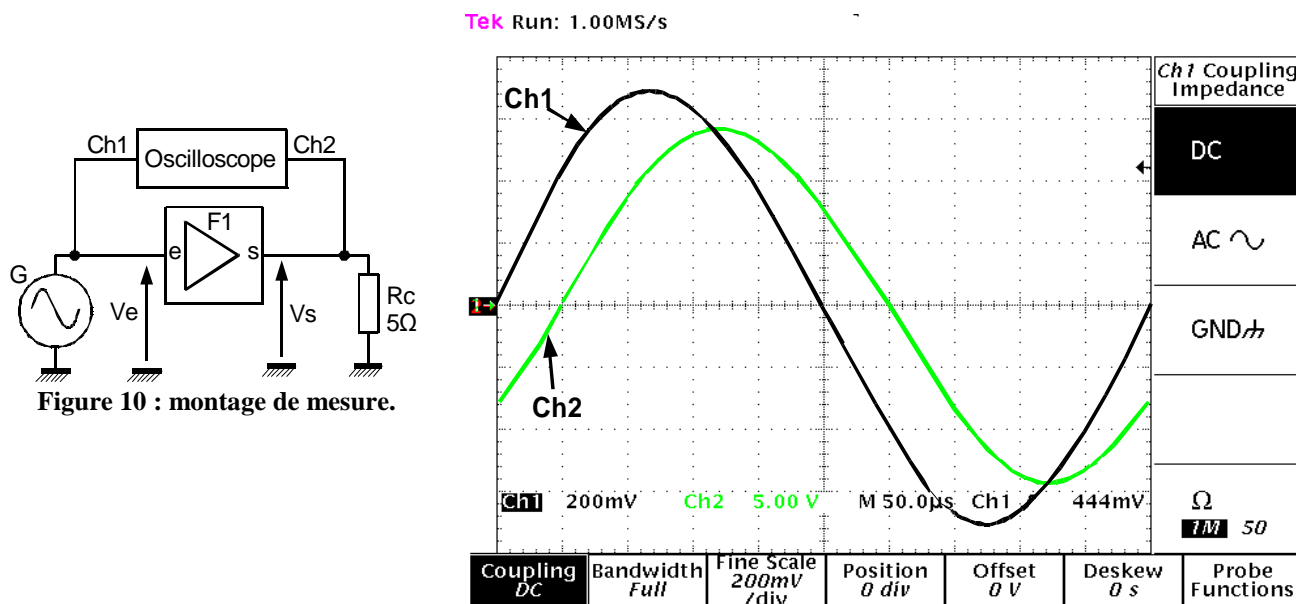


Figure 11 : signaux mesurés en entrée et en sortie de l'amplificateur F1

**EQ5a :** Quelle est la forme du signal fourni par le générateur G ?

**Réponse EQ5a**

**EQ5b :** Donnez l'amplitude crête, l'amplitude crête à crête, la période et la fréquence des signaux  $V_e$  et  $V_s$ .

**Réponse EQ5b**

$V_{e_c} =$

$V_{s_c} =$

$V_{e_{cc}} =$

$V_{s_{cc}} =$

$T_e =$

$T_s =$

$f_e =$

$f_s =$

**EQ5c** : Donnez la relation qui permet de calculez le gain ( $G_v$ ) en décibel à partir de l'amplification  $A_v$ .

**Réponse EQ5c**

**EQ5d** : Calculez l'amplification en tension ( $A_v$ ) et le gain ( $G_v$ ) en décibel de l'amplificateur.

**Réponse EQ5d**

**EQ5e** : Calculez la valeur absolue du déphasage, en degrés, entre  $V_e$  et  $V_s$  en justifiant.

**Réponse EQ5e**

**EQ5f** : Donnez la relation qui permet de calculer la puissance **efficace** qui est dissipée par la charge  $R_c$ . Calculez cette puissance en prenant  $R_c = 5\Omega$ .

**Réponse EQ5f**

**EQ6** : - Traduisez en français le texte suivant

Energy Meters

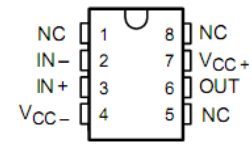
The development of electronic multipliers led to their use in energy meters that directly multiply voltage by current. In their first version, electronic multipliers used analog components (operational amplifiers, resistors, capacitors, etc.), while recent devices use digital components and programmable logic systems. Voltage and current signals are processed to obtain a signal proportional to the real power flowing into the line. The result is integrated over the observation time in order to calculate the measured energy. Moreover, because these electronic components have a frequency range from dc to high frequencies, instruments based on them can be applied to dc, ac, or distorted power systems.

**Réponse EQ6**

**EQ7** : – Schéma électrique

Dessinez, dans le cadre réponse, le schéma structurel d'un amplificateur non inverseur réalisé avec un amplificateur opérationnel TL081 (Figure 12) possédant les caractéristiques suivantes :

- alimentation  $\pm 12V$
- impédance d'entrée =  $47\text{ k}\Omega$
- gain ajustable (6 à 20 dB)
- fonctionnement en continu.



**Figure 12** : TL081

Représenterez sur le schéma les alimentations et les condensateurs de découplage et indiquez les numéros des pattes du circuit intégré ainsi que l'entrée et la sortie de l'amplificateur.

**Réponse EQ7**

**EQ8** : Complétez le tableau suivant

| <b>Grandeur électrique</b> | <b>Appareil de mesure</b> | <b>Unité de mesure</b> | <b>Symbole de l'Unité</b> |
|----------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
|                            |                           | <b>Volt</b>            |                           |
| <b>Puissance</b>           |                           |                        |                           |
|                            |                           |                        | <b>A</b>                  |
| <b>Résistance</b>          |                           |                        |                           |
|                            |                           | <b>Henry</b>           |                           |
| <b>Capacité</b>            |                           |                        |                           |
|                            |                           |                        | <b>Hz</b>                 |

**EQ9** : Effectuez les conversions binaires, décimales et hexadécimales en complétant les cases vides du tableau suivant.

| <b>Valeurs binaires</b> | <b>Valeurs décimales</b> | <b>Valeurs Hexadécimales</b> |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>00000010</b>         |                          | <b>02</b>                    |
|                         | <b>255</b>               |                              |
| <b>00100100</b>         |                          |                              |
|                         |                          | <b>AA</b>                    |
|                         | <b>31</b>                |                              |



**Optique LASER**

**QQ1** : Traduire le texte ci-dessous en français

A laser consists of a gain medium inside a highly reflective optical cavity, as well as a means to supply energy to the gain medium. The gain medium is a material with properties that allow it to amplify light by stimulated emission. In its simplest form, a cavity consists of two mirrors arranged such that light bounces back and forth, each time passing through the gain medium. Typically one of the two mirrors, the output coupler, is partially transparent. The output laser beam is emitted through this mirror.

**Réponse QQ1**

**0Q2** : Quelle est la différence entre la lumière laser et la lumière ordinaire (3 caractéristiques) ?

**Réponse 0Q2**

**0Q3** : Le laser Nd Yag est souvent utilisé pour pomper un laser à colorant

**0Q3a** : Quel est l'intérêt de ce type de laser (à colorants) ?

**Réponse 0Q3a**

**0Q3b** : A quoi sert le réseau dans la cavité ?

**Réponse 0Q3b**

**0Q3c** : Quel est l'intérêt d'ajouter un train de prisme dans la cavité ?

**Réponse 0Q3c**

**0Q3d** : Pouvez vous nous citer au moins deux noms de colorants très largement utilisés ?

**Réponse 0Q3d**

**Q4** : Le faisceau en sortie a un diamètre de 5mm, on souhaite multiplier par 3 la taille de ce faisceau à l'aide d'un système optique composé de deux lentilles

**Q4a** : Faites un schéma simple du système en indiquant le trajet du faisceau à travers le système optique

**Réponse Q4a**

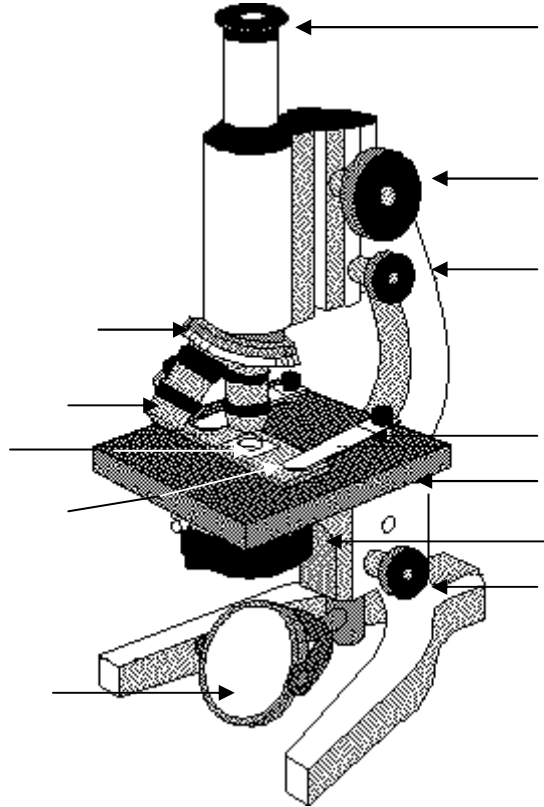
**Q4b** : Sachant que la distance entre les deux lentilles est fixée à 150 mm et que le grandissement vaut 3, donnez les focales des deux lentilles.

**Réponse Q4b**

**Microscopie Optique**

**OQ5** : Mettre les légendes sur le schéma du microscope suivant

*Réponse OQ5*



**OQ6** : Une monture d'objectif porte les inscriptions suivantes. Quelle sont leurs significations ?

*60X/1,40 oil*  
*∞/0,17 WD 0,21*

*Réponse OQ6*

**QQ7 :** Complétez la phrase dans le cadre réponse

**Réponse QQ7**

Un microscope peut être modélisé par deux lentilles \_\_\_\_\_ dont les \_\_\_\_\_ sont confondues. La lentille située devant l'objet à observer est appelée \_\_\_\_\_ tandis que celle contre laquelle se trouve l'œil de l'observateur est appelée \_\_\_\_\_ .

**QQ8 :** Comment définit-on le grossissement standard d'un microscope ?

**Réponse QQ8**

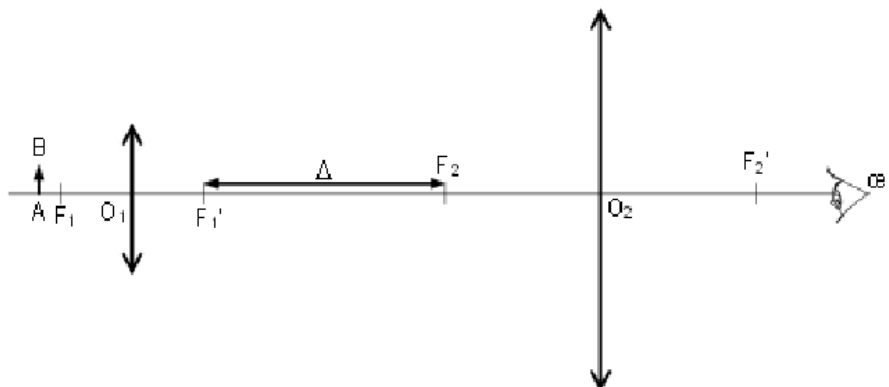
**QQ9 :** On utilise un microscope constitué :

D'une lentille de focale  $f_1 = 6\text{mm}$  sur laquelle figure l'indication 40

D'une lentille de focale  $f_2 = 25\text{mm}$  sur laquelle figure l'indication 10

**QQ9a :** Compléter le schéma ci-dessous représentant un objet AB placé devant un microscope en construisant l'image intermédiaire  $A_1B_1$  et l'image définitive  $A'B'$  de l'objet AB.

**Réponse QQ9a**



***OQ9b*** : Calculez le grossissement standard du microscope

***Réponse OQ9b***

***OQ10*** : Quelle est la principale différence entre la microscopie optique classique et la microscopie confocale ?

***Réponse OQ10***

**Métrologie**

**MQ1** : Deux charges ponctuelles placées à une distance  $r$  l'une de l'autre dans le vide exercent l'une sur l'autre une force de Coulomb :  $f = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq'}{r^2}$  où  $\epsilon_0$  est le coefficient de permittivité absolue du vide.

**MQ1a** :  $\epsilon_0$  a-t-il une dimension ? Si oui, laquelle ? Sa valeur dépend-elle des unités choisies ? Justifiez vos réponses.

**Réponse MQ1a**

Dans un milieu, la relation devient  $f = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{qq'}{r^2}$  où  $\epsilon_r$  est le coefficient de permittivité relative du milieu.

**MQ1b** :  $\epsilon_r$  a-t-il une dimension ? Si oui, laquelle ? Sa valeur dépend-elle des unités choisies ? Justifiez vos réponses.

**Réponse MQ1b**

**MQ2** : Dans un fluide, une bille de rayon  $r$ , animée d'une vitesse  $v$ , est soumise à une force résistante du type  $F = 6\pi\eta rv$ , où  $\eta$  est la viscosité du fluide.  $\eta$  a-t-il une dimension ? Sa valeur dépend-elle des unités choisies ? Justifiez vos réponses.

**Réponse MQ2**

**MQ3** : Ci-dessous le nombre d'heures d'ensoleillement quotidien pendant une semaine, (7 observations).

Heures d'ensoleillements : 7, 10, 12, 2, 4, 13, 8.

**MQ3a** : Calculer la moyenne de la variable.

*Réponse MQ3a*

**MQ3b** : Calculer la variance.

*Réponse MQ3b*

**MQ3c** : Calculer l'écart type.

*Réponse MQ3c*



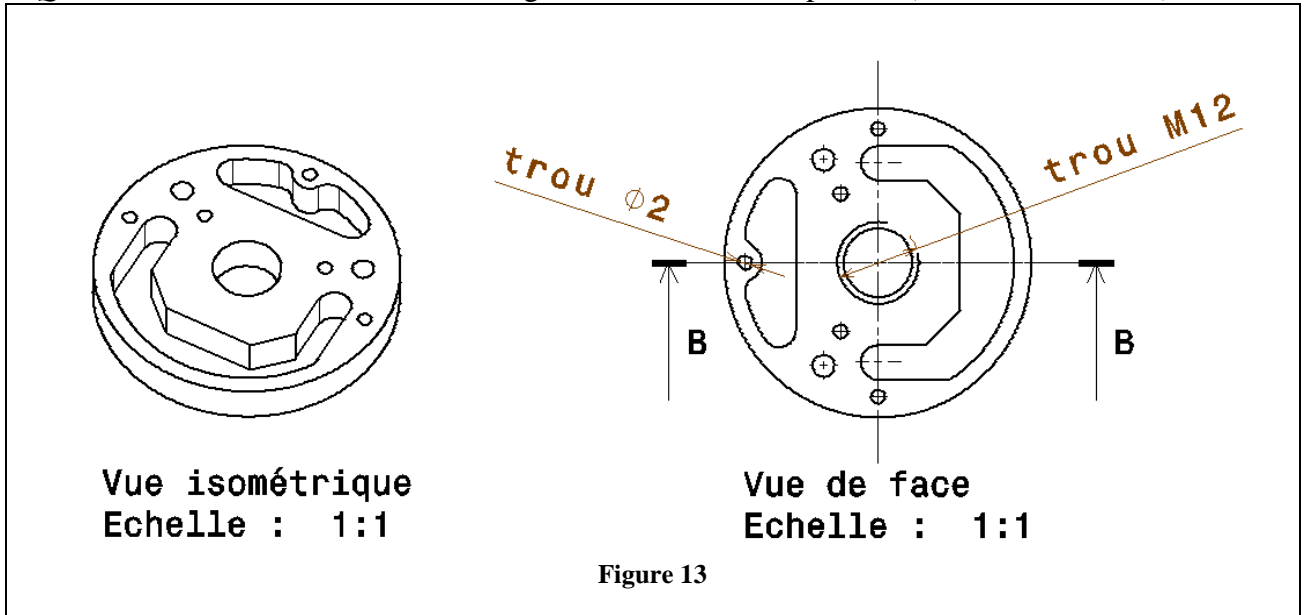
**MQ4** : Trouver, la valeur la plus précise possible de l'expression arithmétique (sachant que tous les chiffres connus ont été indiqués) :  $\frac{2564,7 \times 0,0235 \times 5,23 \cdot 10^{-11}}{7,568 \cdot 10^{28} \times 0,236 \times 25000}$ .

**On pourra faire des approximations**

**Réponse MQ4**

**Dessin industriel et construction mécanique**

**DQ1** : Dessiner à main levée, sous la Figure 13, la vue en coupe B-B (sans arêtes cachées).



**Réponse DQ1**

DQ2 : Considérons le dessin suivant :

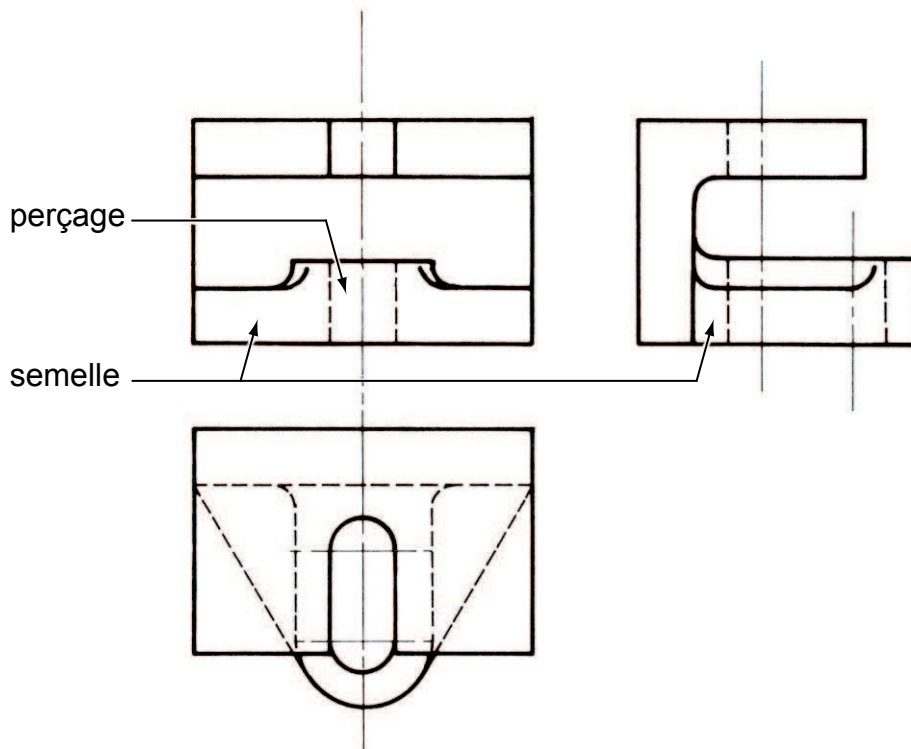


Figure 14

DQ2a: Le perçage indiqué est-il constitué d'un bossage et d'un trou rond ?

Réponse DQ2a

- oui       non       impossible de se prononcer

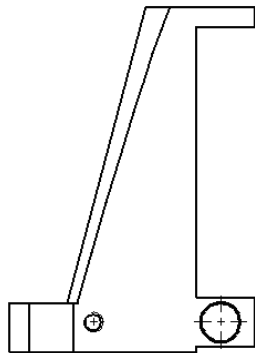
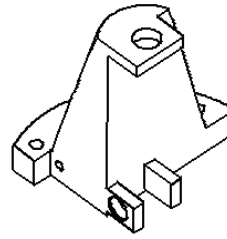
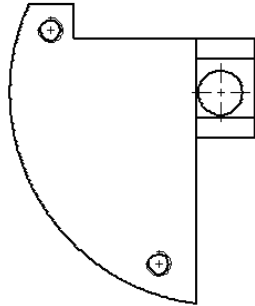
DQ2b: La semelle de cette pièce est-elle rectangulaire ?

Réponse DQ2b

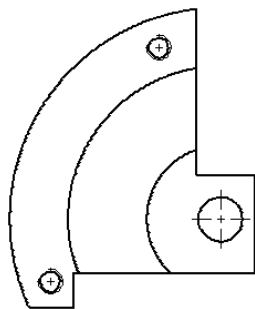
- oui       non       impossible de se prononcer

**DQ3:** Dessiner à main levée, dans le cadre réponse, la vue de gauche.

**Réponse DQ3**



**Vue de face**



**Matériaux – Techniques de caractérisation**

**MatQ1** : Dans la liste de matériaux suivants :

- |                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| 1 Téflon              | 9 Germanium                     |
| 2 Polystyrène expansé | 10 Oxyde de fer                 |
| 3 Cuivre              | 11 Inox                         |
| 4 Laiton              | 12 Hexa ferrite                 |
| 5 Fibre de carbone    | 13 Silicium                     |
| 6 Béton               | 14 Laine de verre               |
| 7 Alumine             | 15 Polychlorure de Vinyle (PVC) |
| 8 Or                  |                                 |

**MatQ1a** : Donnez en utilisant les numéros de la liste précédente

***Réponse MatQ1a***

2 isolants électriques :

2 conducteurs électriques :

2 semi conducteurs :

2 isolants thermiques :

2 composés magnétiques :

2 alliages métalliques :

2 matériaux amorphes :

**MatQ1b** : Pour construire une canne de mesure dans un cryostat, donnez un métal ou un alliage métallique qui soit

***Réponse MatQ1b***

bon conducteur thermique :

mauvais conducteur thermique :

**MatQ2** : Classez les matériaux suivants dans l'ordre croissant de leur masse volumique : acier, aluminium, cuivre et PVC.

**Réponse MatQ2**

**MatQ3** : Décrire en quelques lignes les propriétés et l'intérêt d'un supraconducteur.

**Réponse MatQ3**

**Technique du vide :**

**TVQ1 :** La mise en froid d'un cryostat nécessite d'atteindre un vide de  $5.10^{-5}$  mbar. Pour atteindre ce vide, vous devez mettre en place un groupe de pompage. Quel système de pompage adoptez-vous ?

**Réponse TVQ1**

**TVQ2 :** Relier par des traits les types de pression aux types de pompe dans la liste suivante :

**Réponse TVQ2**

**Types de pression**

**Types de pompe**

Ultravide ou Ultra haut vide

Pompe à palettes

Vide secondaire

Pompe à diffusion

Pression atmosphérique

Pompe ionique

Vide primaire

Pompe Roots

Pompe turbo moléculaire

Pompe à membrane

**Salle Blanche**

**SBQ1** : Qu'est ce qu'une salle blanche ?

**Réponse SBQ1**

**SBQ2** : Quelle est la caractéristique principale du "flux laminaire" dans une salle blanche ?

**Réponse SBQ2**

**SBQ3** : Citez deux paramètres régulés dans une salle blanche.

**Réponse SBQ3**

**SBQ4** : Les salles blanches sont répertoriées sous forme de « classe ». Que signifie le terme « Classe 10 » du point de vue de la contamination particulaire ?

**Réponse SBQ4**



**Hygiène et sécurité**

**HQ1** : Quels sont les risques liés à la manipulation de liquide cryogénique ? Cochez les bonnes réponses :










***Réponse HQ1***

- |                |                              |                              |
|----------------|------------------------------|------------------------------|
| Asphyxie       | <input type="checkbox"/> oui | <input type="checkbox"/> non |
| Brûlure        | <input type="checkbox"/> oui | <input type="checkbox"/> non |
| Electrocution  | <input type="checkbox"/> oui | <input type="checkbox"/> non |
| Explosion      | <input type="checkbox"/> oui | <input type="checkbox"/> non |
| Départ de feux | <input type="checkbox"/> oui | <input type="checkbox"/> non |
| Irradiation    | <input type="checkbox"/> oui | <input type="checkbox"/> non |

**HQ2** : Vous installez un laser Ti/Sa impulsionnel de 130 fs à 800 nm délivrant une énergie de 1 mJ à 1 kHz. En termes de réglementation sécurité des lasers, à quelle classe ce laser appartient-il ? Décrivez brièvement les règles de sécurité que vous prenez lorsque vous effectuez ce réglage ?

***Réponse HQ2***

**HQ3 :** Donnez sous chaque pictogramme sa signification :

|   |   |   |
|---|---|---|
|    |    |    |
|   |   |   |
|    |    |    |
|   |   |   |
|  |  |  |
|   |   |   |

**HQ4 :** Quelle est la signification d'EPI ? Citez deux exemples.

**Réponse HQ4**

**HQ5** : Un incendie d'origine électrique se déclare sur un banc d'essais, que faites-vous ?

**Réponse HQ5**

**HQ6** : Les emballages de gaz comprimés permettent l'identification des produits qu'ils contiennent par une coloration conventionnelle des ogives. Associez la liste des gaz énumérés dans le cadre réponse avec les couleurs proposées : Noir – Rouge – Blanc – Brun – Vert foncé – Bleu foncé.

**Réponse HQ6**

Argon :

Azote :

Hélium :

Hydrogène :

Protoxyde d'azote :

Oxygène :