

Nom : .....  
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom  
d'épouse) :.....  
Prénom : .....  
Né(e) le : ...../...../.....

**CONCOURS EXTERNE D'ACCES AU CORPS DES  
TECHNICIENS DE RECHERCHE ET DE FORMATION  
DE CLASSE NORMALE**

**BAP C** : Sciences de l'ingénieur et instrumentation scientifique  
**Emploi-Type** : Technicien-ne en instrumentation scientifique,  
expérimentation et mesure

**Session 2017  
EPREUVE ECRITE D'ADMISSIBILITE**

Date : 22 mai 2016

Durée : 3 heures – coefficient : 3

Votre état civil n'est à indiquer qu'en haut de cette page.

Le sujet que vous devez traiter comporte 16 pages.

Les réponses aux questions seront données directement sur le sujet à rendre en fin d'épreuve.

L'usage de la calculatrice et de tous documents sont formellement interdits.

**Concours : Technicien de Recherche et de Formation,  
Classe Normale - Externe – Technicien-ne en  
instrumentation scientifique, expérimentation et mesure**

Epreuve : Epreuve écrite d'admissibilité

Date : 22 mai 2017

N°D'ANONYMAT : (Ne rien inscrire dans ce cadre)	
--	--

Note :            /20
-----------------------

Les documents, les calculatrices, téléphones ou tout autre équipement informatique ou électronique ne sont pas autorisés, répondre sur le sujet.

## I. Métrologie

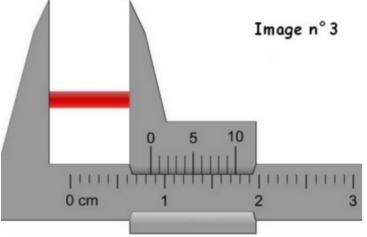
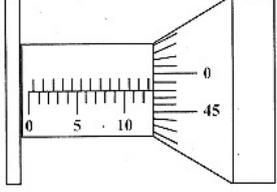
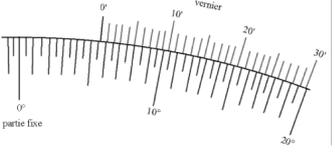
1. Complétez le tableau suivant :

Grandeur physique ou chimique	Unité Système International (SI)	Symbole	Exemple de capteur, instrument de mesure associé
		kg	
Longueur			
	Ohm		
			Chronomètre
		K	
Courant			Ampèremètre
	mole		
Force			
		m/s	
	candela		
			Capacimètre
Puissance			
	Pascal		

2. Effectuez les changements d'unités ci-dessous :

10 $\mu$ m	=	m	
1 atm	=	Pa	= mm Hg
200 mL	=	cm <sup>3</sup>	
290 K	=	°C	

### 3. Lecture de verniers

 <p>Image n° 3</p>		
<p>Quel est cet instrument ?</p> <p>-</p> <p>Quelle valeur peut-on lire ?</p> <p>-</p>	<p>Quelle valeur indique ce vernier ?</p> <p>-</p> <p>Sur quel instrument est-on susceptible de trouver ce type de vernier ?</p> <p>-</p>	<p>Quelle valeur peut-on lire sur ce vernier de goniomètre ?</p> <p>-</p>

## II. Hygiène et sécurité

1. Quelle est le seuil de non lâcher pour un courant alternatif de fréquence 50-60Hz :

- 5 mA
- 10 mA
- 30 mA

2. Lors d'un début d'incendie dans une armoire électrique, quel matériel anti-incendie utilisez-vous? (Plusieurs réponses possibles).

- Sable du bac à sable
- Extincteur à eau pulvérisée avec additif
- Extincteur à dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)
- Extincteur à poudre ABC

3. Pour nettoyer une pièce métallique, vous avez à disposition un bidon portant sur



son étiquette le pictogramme suivant:

cochez la (les) bonne(s) réponse(s)

- Vous mettez des gants et vous nettoyez la pièce dans un évier
- Vous mettez des gants et nettoyez la pièce dans un évier sous une sorbonne
- Vous mettez des gants et déposez votre pièce dans un récipient contenant le produit nettoyant afin de récupérer le nettoyant dans un bidon identifié.

4. Suite au rangement d'un laboratoire, plusieurs bidons de colles ont été retrouvés. Ils sont périmés et doivent être éliminés. Que devez-vous consulter pour connaître les éventuels dangers de ces produits ?

5. Si des composants de ces produits sont identifiés comme dangereux pour la santé ou dangereux pour l'environnement, comment procédez-vous ?

6. Vous travaillez avec un collègue sur une installation sous tension. Votre collègue fait une mauvaise manipulation et se trouve électrisée. Quelle est votre attitude ?

7. Le disjoncteur différentiel de la salle d'expériences où vous travaillez disjoncte.  
- Que faites-vous ?  
- De quel danger protège un disjoncteur différentiel ?

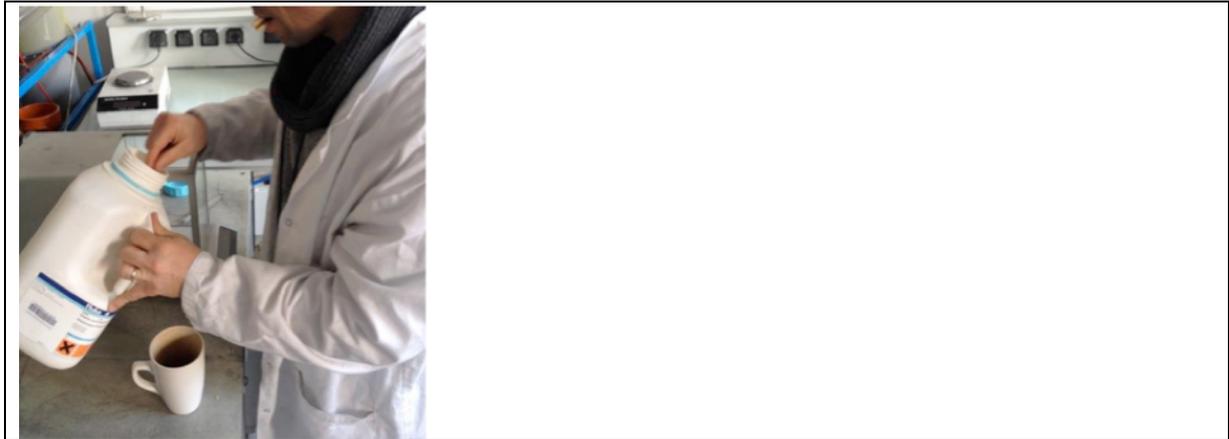
8. Donnez les numéros de téléphone des Pompiers et du Samu.

9. Que signifie l'acronyme EPI ?

10. Citez 3 EPI couramment utilisés dans un laboratoire.

-
-
-

11. Donnez au minimum trois manquements à la sécurité et/ou aux bonnes pratiques de laboratoire sur la photo suivante :



12. Donnez la signification de ces pictogrammes :

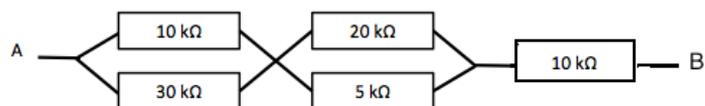
		

### III. Electricité - électronique

1. Donnez la valeur de la résistance dont le code des couleurs est orange, noir, orange

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

2. Donnez la valeur de la résistance équivalente AB du montage ci-dessous :



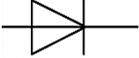
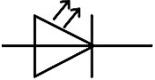
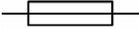
3. Quelle puissance électrique dissipe une résistance de  $500\Omega$  parcourue par un courant de  $0.030\text{ A}$  ? Quelle est la tension électrique à ses bornes ?

4. Indiquez le courant qui parcourt une résistance de  $10\text{ k}\Omega$  dont la tension à ses bornes est de  $4,5\text{ volts}$ .

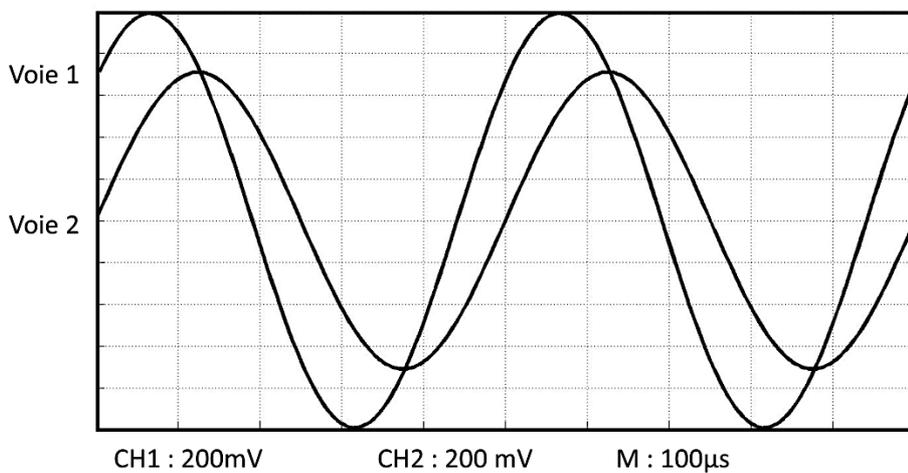
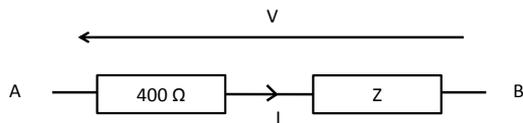
5. Quelle est la constante de temps d'un circuit RC série avec  $C = 100 \mu\text{F}$  et  $R = 20 \text{ k}\Omega$  :

6. Soit une inductance  $L$  traversée par un courant  $i$  et dont la tension à ses bornes est  $u$ . Quelle est l'expression de  $u$  en fonction de  $i$ , à chaque instant  $t$  ?

7. Complétez le tableau suivant :

Symbole	Nom
	
	
	Transistor NPN
	Ampèremètre
	Générateur de tension
	

8. Le dipôle AB est constitué d'une résistance de  $10 \text{ k}\Omega$  en série avec une impédance  $Z$  inconnue. Sur le graphique de l'oscilloscope, on retrouve les mesures de tensions effectuées aux bornes du dipôle AB (Voie 1) et de la résistance  $R$  (Voie 2).



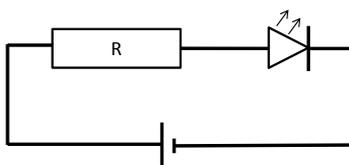
a. Quelle est la fréquence de ces deux signaux ?

b. Quel est le déphasage entre le courant  $I$  et la tension  $V_{AB}$ .

c. Quelle est la valeur maximale du courant  $I$  ?

d. Le dipôle  $Z$  est-il de type inductif ou capacitif ?

9. Dans le montage suivant, quel est l'intérêt de mettre une résistance ?

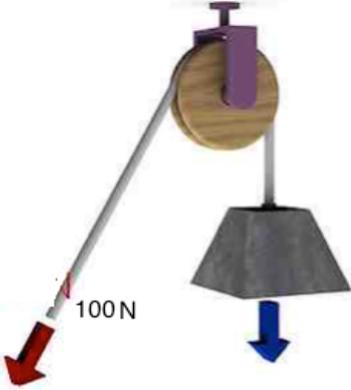
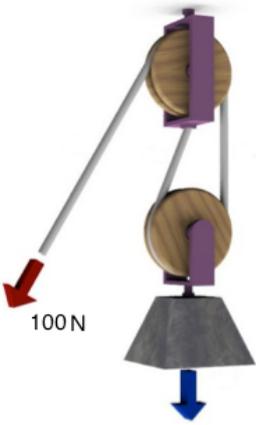
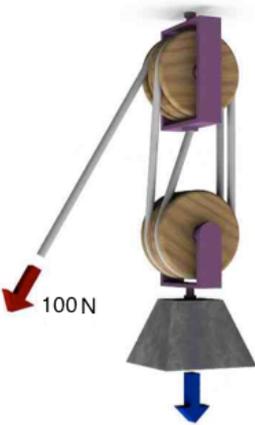


#### IV. Mécanique :

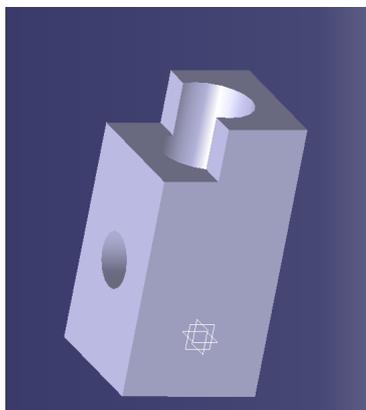
1. Quel est le rôle de la lubrification lors d'un usinage ?

2. Citez trois machines-outils de fabrication mécanique.

3. Une personne exerce une force de 100 N sur une corde, quelle charge soulève-t-elle dans les 3 cas suivants ? Expliquez

A 	B 	C 
A- Charge soulevée :	B- Charge soulevée :	C- Charge soulevée :
A- Explication :	B- Explication :	C- Explication :

4. Dessin : Soit la pièce ci-dessous à faire fabriquer par une plateforme de mécanique, Dessinez la vue de gauche ainsi que la coupe AA.



Coupe A-A  
Echelle : 1:1

Vue de face  
Echelle : 1:1

Vue de gauche  
Echelle : 1:1

Vue de dessus

5. Mécanique du point

- a. Quelle est la caractéristique de la vitesse d'un mobile animé d'un mouvement rectiligne uniforme ?

- b. Quelle est son accélération ?

**V. Sondes de températures**

Lisez les deux pages de l'annexe extraites d'un manuel (écrit en anglais) de fabricant de sonde de température et répondez aux questions en français.

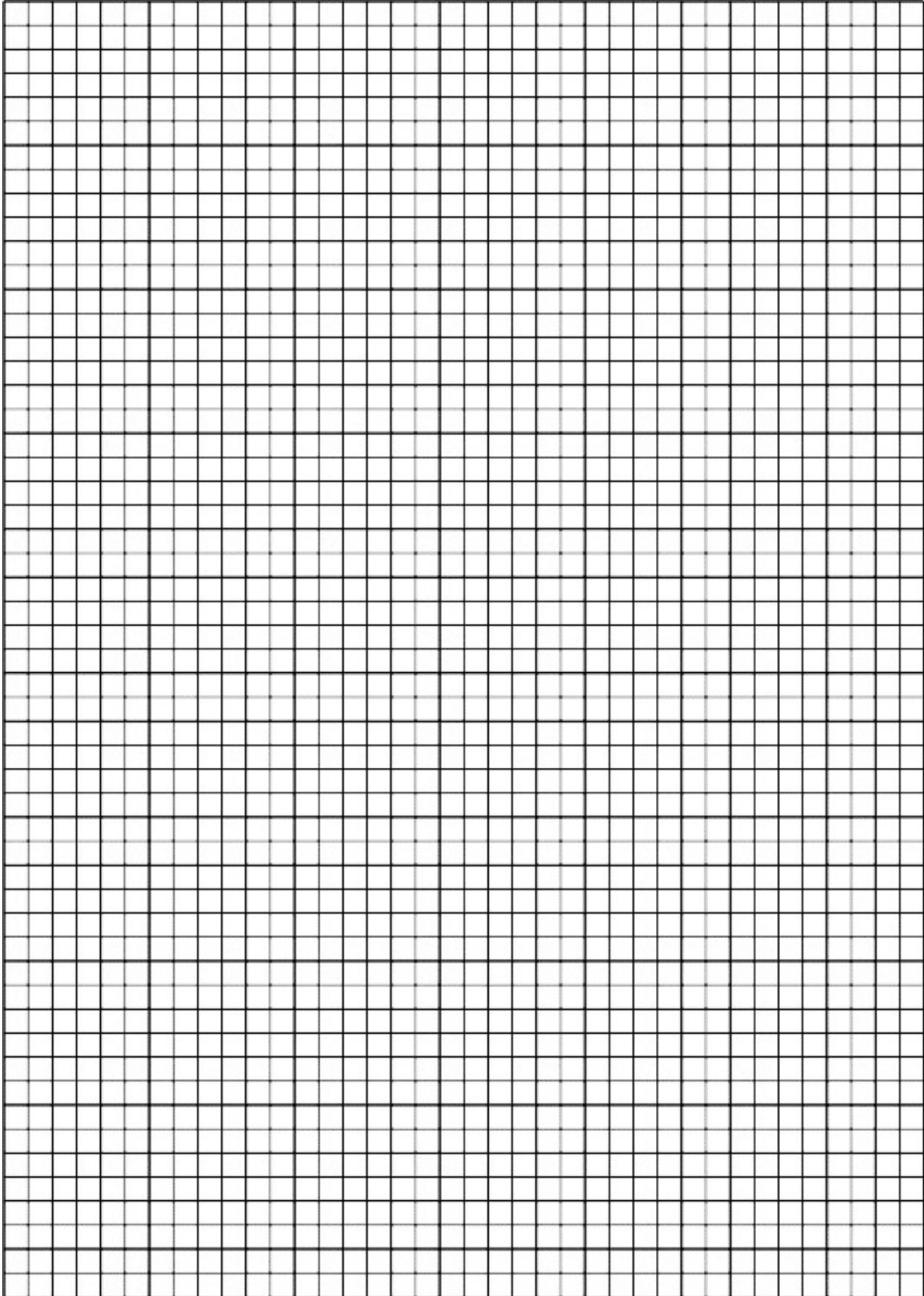
1. Décrivez les deux types de capteurs RTD. Comment sont-ils conçus ?

2. Quels sont leurs avantages et inconvénients respectifs ?

3. Quel type de thermocouple faut-il choisir pour avoir une sensibilité de mesure maximum entre 0 et 400°C ?

4. Courbes de réponses

Tracez les courbes de réponses des deux capteurs sur la feuille suivante en mettant l'ordonnée du RTD à gauche et celle du thermocouple choisi à droite.



5. Déterminez et donnez l'équation ( $R=f(T)$ ) des deux capteurs.

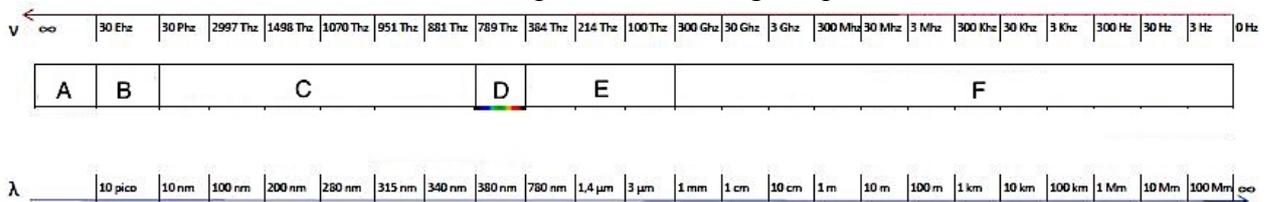
6. Donnez la sensibilité des deux capteurs (avec leurs unités respectives)

7. En considérant la meilleure qualité de capteur, lequel des deux sera le plus précis dans la gamme de température considérée ?

## VI. Optique

1. Exprimez la longueur d'onde en fonction de la célérité et de la période.

2. Quels sont les domaines du spectre électromagnétique ci-dessous :



A :

B : Rayons X

C :

D :

E :

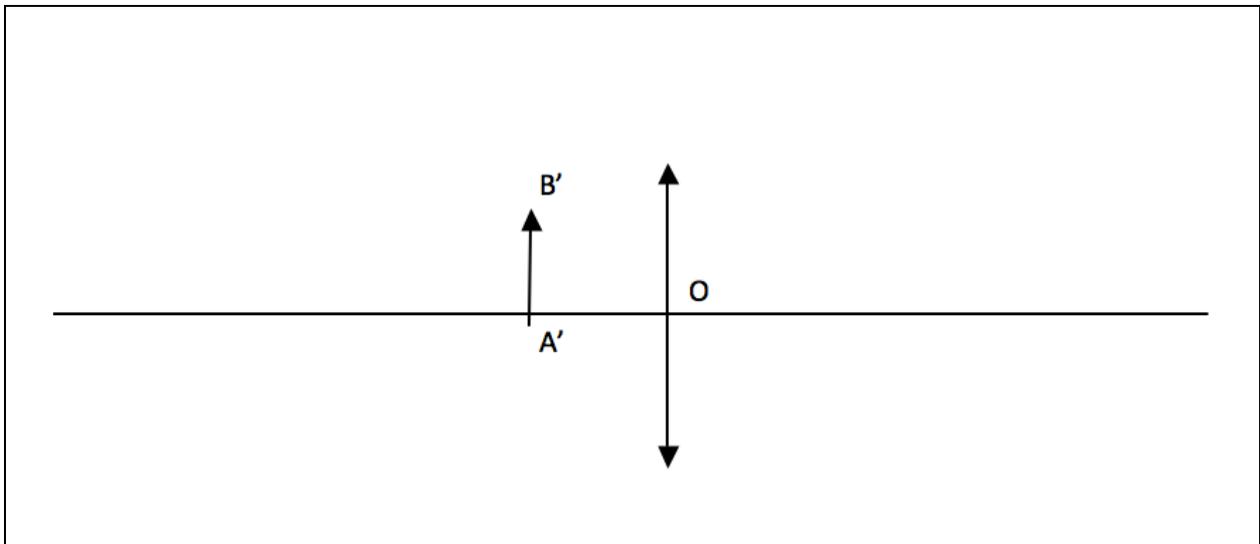
F :

3. Trouvez l'objet à partir de l'image

Une lentille convergente de 10 cm de distance focale sert à faire l'image d'un objet AB ; A est situé sur l'axe optique.

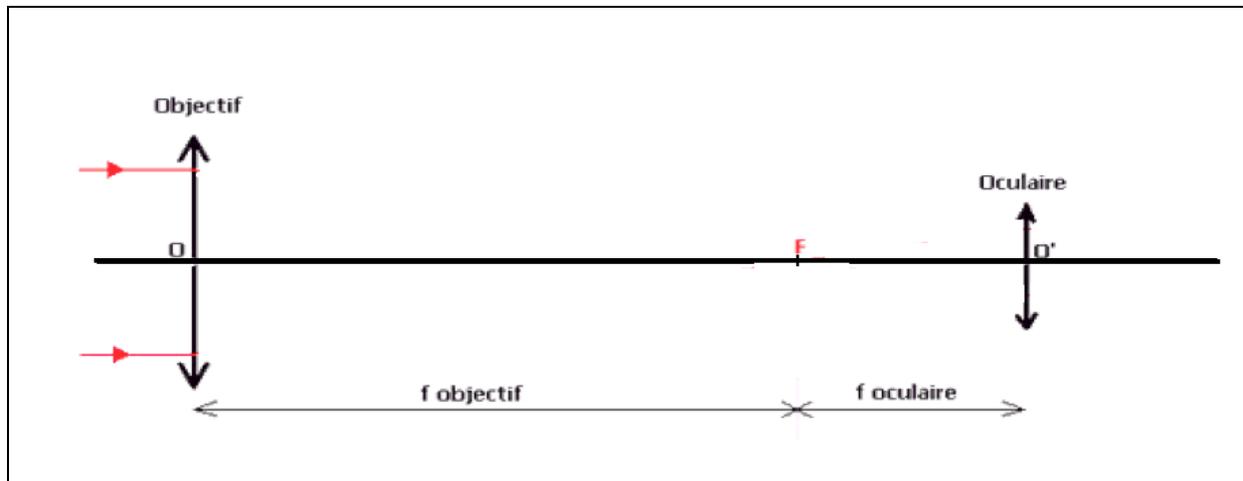
- a. Calculez la position de l'objet AB pour que l'image A'B' se forme à 8 cm devant la lentille. (F : foyer objet, F' : foyer image)

- b. Complétez le schéma (placer AB, F et F') et tracez les rayons lumineux



- c. Si l'objet était situé à 20 cm avant la lentille, quelle serait la nature de l'image ?

4. Dessinez les rayons lumineux à l'intérieur du système ci-dessous et les rayons émergents de l'oculaire.



Citez au moins une application de ce modèle

## VII Chimie

### A. Dilution

On dispose de 90 mL d'acide acétique de concentration  $C_0 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . On souhaite préparer un volume  $V_f = 500 \text{ mL}$  de  $C_f = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- 1- Exprimez puis calculez le volume de la solution initiale à prélever ? Avons-nous suffisamment d'acide acétique pour réaliser la dilution ?

- 2- Quel volume d'eau doit-on rajouter ? Quelle eau utiliseriez-vous ?

3- Exprimez puis calculez le nombre de fois que la solution d'acide acétique est diluée ?

4- Quel matériel utilisez-vous pour réaliser la dilution parmi le matériel à votre disposition : (cocher les bonnes réponses). Aidez-vous d'un schéma.

- Burette graduée
- Pipette graduée
- Propipette
- Micropipette
- Erlenmeyer
- Becher
- Fiole jaugée

5- Quelle précaution doit-on prendre pour mélanger l'acide avec l'eau ?

6- De quels EPI avez-vous besoin ?

### B. Réaction d'oxydoréduction

Un chimiste teste une réaction d'oxydoréduction en plongeant une plaque de cuivre de masse 2,0 g dans une solution d'acide nitrique ( $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ ,  $\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration  $C_a = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  et de volume 50,0 mL. Au cours de cette réaction, le monoxyde d'azote NO (gaz incolore toxique) se dégage.

1- Ecrire les demi-équations électroniques des couples suivants :

$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Cu}_{(\text{s})}$  et  $\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}/\text{NO}_{(\text{g})}$  en milieu acide

2- Montrer que l'équation-bilan s'écrit :



3- Donner la définition d'un oxydant. Quelle espèce chimique joue le rôle d'oxydant ?

4- Exprimer puis calculer les quantités de matières initiales des réactifs.

Données :  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$

## RTD 100 $\Omega$ Technology

### RTD 100 $\Omega$ Sensors

The relationship between resistance and temperature, and the corresponding tolerances, are defined by European standards IEC 751.

We distinguish two technology types:

- **platinum resistance thermometers with platinum wire wound on an insulating support.** The latter is usually ceramic but can sometimes be glass. Operating temperatures range up to 450 °C, and in exceptional cases up to 850 °C. These sensing elements provide higher accuracy and greater stability.
- **platinum coating on a ceramic base.** Operating temperatures range up to 450 °C. Although these are less stable than conventional winding elements, they provide greater resistance to vibrations up to 200 °C, a shorter response time and a lower cost.

Other materials have characteristic temperature laws: Copper and Nickel (less and less frequently used).

#### IEC 751 reference table (excerpts): temperature and resistance

°C ITS 90	$\Omega$								
-200	18.52	10	103.90	210	179.53	410	250.53	610	316.92
-190	22.83	20	107.79	220	183.19	420	253.96	620	320.12
-180	27.10	30	111.67	230	186.84	430	257.38	630	323.30
-170	31.34	40	115.54	240	190.47	440	260.78	640	326.48
-160	35.54	50	119.40	250	194.10	450	264.18	650	329.64
-150	39.72	60	123.24	260	197.71	460	267.56	660	332.79
-140	43.88	70	127.08	270	201.31	470	270.93	670	335.93
-130	48.00	80	130.90	280	204.90	480	274.29	680	339.06
-120	52.11	90	134.71	290	208.48	490	277.64	690	342.18
-110	56.19	100	138.51	300	212.05	500	280.98	700	345.28
-100	60.26	110	142.29	310	215.61	510	284.30	710	348.38
-90	64.30	120	146.07	320	219.15	520	287.62	720	351.46
-80	68.33	130	149.83	330	222.68	530	290.92	730	354.53
-70	72.33	140	153.58	340	226.21	540	294.21	740	357.59
-60	76.33	150	157.33	350	229.72	550	297.49	750	360.64
-50	80.31	160	161.05	360	233.21	560	300.75	760	363.67
-40	84.27	170	164.77	370	236.70	570	304.01	770	366.70
-30	88.22	180	168.48	380	240.18	580	307.25	780	369.71
-20	92.16	190	172.17	390	243.64	590	310.49	790	372.71
-10	96.09	200	175.86	400	247.09	600	313.71	800	375.70
0	100.00							810	378.68
								820	381.65
								830	384.60
								840	387.55
								850	390.48

#### Tolerance class

The standard IEC 751 defines interchangeability tolerances as follows:

Tolerance class	Tolerance
A	$0.15 + 0.002 \times [t]$
B	$0.3 + 0.005 \times [t]$

where [t] is the absolute value of the temperature in °C

According to this standard, the tolerance class A cannot be applied to thermometers exposed to temperatures exceeding 650 °C.

According to our experience, we recommend limiting RTD 100  $\Omega$  industrial sensors to 450 °C for Class A tolerance.

## Thermocouple technology

### Thermocouple sensors

The sensor consists of two wires welded at the hot junction of the thermoelectric couple; readings are made at the cold junction, which must be compensated to simulate 0 °C. Various materials are used to make the thermocouples.

Thermoelectric force and tolerances are determined in compliance with the IEC 584 standard.

#### IEC 584 Reference Tables (excerpts): temperature and voltage in mV

Temperature	Type of thermocouple							ASTM E988 WRe 3% -25%
	IEC 584							
	T	J	K	N	R	S	B	
-40 °C	-1.475	-1.960	-1.527	-1.023	-0.188	-0.194		
0 °C	0	0	0	0	0	0	0	0
50 °C	2.036	2.585	2.023	1.340	0.296	0.299	0.002	0.528
100 °C	4.279	5.269	4.096	2.774	0.647	0.646	0.033	1.145
150 °C	6.704	8.010	6.138	4.302	1.041	1.029	0.092	1.841
200 °C	9.288	10.779	8.138	5.913	1.469	1.441	0.178	2.603
300 °C	14.862	16.327	12.209	9.341	2.401	2.323	0.431	4.287
400 °C	20.872	21.848	16.397	12.974	3.408	3.259	0.787	6.130
500 °C		27.393	20.644	16.748	4.471	4.233	1.242	8.078
600 °C		33.102	24.905	20.613	5.583	5.239	1.792	10.088
800 °C			33.275	28.455	7.980	7.345	3.154	14.170
1000 °C			41.276	36.256	10.506	9.587	4.834	18.230
1200 °C			48.838	43.846	13.228	11.951	6.786	22.149
1400 °C					16.040	14.373	8.956	25.882
1600 °C					18.843	16.777	11.263	29.412
1800 °C							13.591	32.712
2000 °C								35.717

#### Interchangeability tolerance class in compliance with standard NF EN 60584-2

Type	Class 1	Class 2
T	from -40 to +125°C ± 0.5°C from 125 to 350 °C ± 0.004 x t °C	from -40 to +133°C ± 1°C from 133 to 350 °C ± 0.0075 x t °C
J	from -40 to +375°C ± 1.5°C from 375 to 750 °C ± 0.004 x t °C	from -40 to +333°C ± 2.5°C from 333 to 750 °C ± 0.0075 x t °C
K	from -40 to +375°C ± 1.5°C from 375 to 1000 °C ± 0.004 x t °C	from -40 to +333°C ± 2.5°C from 333 to 1200 °C ± 0.0075 x t °C
N	from -40 to +375°C ± 1.5°C from +375 to +1000 °C ± 0.004 x t °C	from -40 to +333°C ± 2.5°C from 333 to 1200 °C ± 0.0075 x t °C
R – S	from 0 to +1100 °C ± 1°C from 1100 to 1600 °C ± (1+0.003x(t-1100)) °C	from 0 to +600 °C ± 1.5°C from +600 to +1600 °C ± 0.0025 x t °C
B		from +600 to +1700 °C ± 0.0025 x t °C

"t" is the temperature in °C