
Nom Patronymique**Prénom****Nom usuel**

**CONCOURS EXTERNE
D'ACCES AU CORPS DES TECHNICIENS
DE RECHERCHE ET FORMATION
DU MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**

Centre organisateur : Université de Lorraine

BAP B : Technicien en sciences des matériaux/caractérisation

ÉPREUVE ÉCRITE D'ADMISSIBILITÉ

(durée : 3 heures, coefficient : 3)

Date de l'épreuve : 19 mai 2014

Le sujet comporte 21 pages, numérotées 1/21 à 21/21

Toutes les questions sont indépendantes

L'usage d'une calculatrice est autorisé à l'exclusion de toute calculatrice programmable.

L'usage de tous documents autres que ceux fournis, quelle qu'en soit la forme, est strictement interdit.

Les téléphones portables doivent être **éteints** (pas uniquement en mode silence ou vibreur)

Partie A (questions 1 à 35)**Connaissances générales en chimie, physique, science des matériaux****Les réponses seront données directement en cochant la (les) case(s) correspondante(s)****1 - Le nombre $6,02 \cdot 10^{23}$ représente :**

- la constante de Planck
- le nombre d’Avogadro
- la constante de Boltzmann
- la constante des gaz parfaits

2 – A quelle gamme de pressions correspond un vide secondaire ?

- $< 10^{-5}$ Pa
- $10^{-5} - 10^{-1}$ Pa
- $10^{-1} - 10^2$ Pa
- $10^2 - 10^5$ Pa

3 - La longueur d’onde de valeur 560 nm correspond à la couleur :

- jaune
- vert
- orange
- violet

4 – Le symbole chimique de l’antimoine est :

- Na
- Sn
- Sb
- Au

5 – La température de fusion du mercure est :

- 77 K
- 234 K
- 933 K
- 1811 K

6 - Parmi les instruments suivants lequel permet de mesurer l’acidité d’une solution

- Spectrophotomètre
- Conductimètre
- Phmètre
- Ohmmetre

7 - La nature des liaisons dans un cristal de halite (NaCl) est :

- covalente
- ionique
- Van der Waals
- métallique

8 - L'unité de pression dans le Système International d'unités est :

- Le Pascal
- Le Torr
- Le Bar
- Le mmHg

9 - Un Joule est équivalent à :

- $1 \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-2}$
- $1 \text{ kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$
- $1 \text{ m.kg}^{-1}.\text{s}^{-1}$
- 1 m.kg.s

10 - Un micromètre (μm) vaut :

- 10^{-3} m
- 10^{-6} m
- 10^{-4} m
- 10^{-9} m

11 - Laquelle de ces expressions ne désigne pas une unité d'énergie ?

- Joule (J)
- électron-volt (eV)
- Watt-heure (W.h)
- Watt par heure (W/h)

12 - La dureté d'un matériau minéral s'exprime généralement en :

- Mohs
- Poiseuille
- Angström
- kg/m^3

13 - Pour obtenir une bonne planéité par polissage d'un échantillon cristallin carré de 5 mm de côté, le cristal est poli :

- tout seul
- avec des cales de même dureté
- avec des cales de dureté plus grande
- avec des cales de dureté moins grande.

14 - Pour vérifier la planéité on utilise :

- un palmer
- un calibre interférentiel
- un microscope
- un pied à coulisse

15 - Après découpe à la scie à fil diamanté 40 microns vous devez réaliser un rodage avec :

- de la silice colloïdale
- un papier abrasif P500
- un papier abrasif P1200
- un papier abrasif P2400

16 - Un microscope à contraste de phase permet de mettre en évidence :

- les rayures
- les impuretés
- l’orientation cristalline
- la planéité

17 - Pour différencier un cristal anisotrope uniaxe d’un cristal anisotrope biaxe vous pouvez utiliser :

- un microscope binoculaire
- un conoscope
- un télescope
- un spectromètre d’absorption

18 - Les macles d’un cristal sont dues à :

- des désorientations lors de la croissance
- des germinations multiples
- des variations de compositions
- des domaines ferroélectriques

19 - Dans un four à induction quel creuset ne peut pas être utilisé ?

- un creuset en platine
- un creuset en or
- un creuset en alumine
- un creuset en graphite

20 - Le clivage d’un matériau cristallin permet :

- d’obtenir une surface plane et transparente sans polissage
- d’avoir une face perpendiculaire à l’axe optique
- de séparer des macles
- de supprimer des impuretés

21 - La cristallisation est une technique :

- de purification
- de synthèse
- de distillation
- de séparation des phases

22 - Quel logiciel est spécifiquement dédié à la cristallographie :

- Microsoft Office
- CARINE
- CATIA
- VMware Fusion

23 - Parmi ces matériaux, le(s)quel(s) peut(peuvent) subir une corrosion ?

- Le verre
- Le plastique
- Le métal
- La céramique

24 - Parmi les matériaux suivants le(s)quel(s) est(sont) solide(s) et non métallique(s) et inorganique(s) ?

- Le mercure
- Les céramiques
- Le quartz
- Les bronzes

25 - Parmi ces méthodes, laquelle peut être utilisée pour protéger un alliage d’aluminium contre la corrosion ?

- anodisation
- neutralisation
- décapage
- colmatage

26 - Lequel de ces matériaux est un alliage?

- Cuivre
- Fer
- Bronze
- Etain

27 - Parmi ces solvants, lequel n’est pas un solvant organique ?

- Ethanol
- Acide fluorhydrique
- Tétrahydrofurane
- Acide acétique

28 - L’heptane est :

- un alcool possédant 7 atomes de carbone
- un alcane possédant 7 atomes de carbone
- une molécule organique ne contenant que des liaisons simples
- un chitosan possédant 7 atomes de carbone

29 - Lors d’une réaction chimique, la quantité de matière :

- diminue
- ne change pas
- augmente
- cela dépend de la réaction

30 - Un acide est susceptible de :

- libérer un proton
- libérer un doublet d’électron
- libérer un anion OH⁻
- capter un proton

31 – Dans la réaction suivante $Ce^{4+} + Fe^{2+} \rightarrow Ce^{3+} + Fe^{3+}$

- Ce⁴⁺ est un oxydant
- Ce⁴⁺ est un réducteur
- Fe²⁺ est un oxydant
- Fe²⁺ est un réducteur

32 - Deux isotopes ont :

- le même numéro atomique
- le même nombre de masse
- le même nombre de protons
- le même nombre de neutrons

33 - Parmi les composés suivants, quels sont ceux dont la liaison chimique est covalente ?

- NH₃
- KCl
- CaCl₂
- O₂

34 - Un rayon polarisé réfléchi par une surface de séparation :

- reste dans le plan d’incidence
- se rapproche de la normale à la surface
- s’éloigne de la normale à la surface
- change de fréquence

35 – A quelles valeurs de température et de pression correspondent les conditions normales de température et de pression (CNTP)

- 20 °C ; 1 atm
- 100 °C ; 1000 mbar
- 0 °C ; 1013 hPa
- 25 °C ; 760 torr

Partie B (questions 36 à 63)
Connaissances générales en chimie, physique, science des matériaux
Répondre directement dans les espaces réservés

36 - Les unités de mesure sont parfois assorties d’un préfixe signifiant un multiple ou un sous-multiple de l’unité correspondante. A quel multiple ou sous-multiple, exprimé en puissance de 10, correspondent les préfixes suivant (compléter la colonne de droite du tableau) ?

préfixe	multiple ou sous-multiple (10^n)
milli	
nano	
hecto	
tera	
femto	
giga	
atto	
exa	

37 - Quelle est la différence entre un clivage et une cassure ?

Réponse

38 - Une caméra CCD possède une profondeur dynamique de 16 bits. Que cela signifie-t-il ?

Réponse

39 - Complétez le tableau ci-dessous avec les mots qui correspondent aux changements d'état physique : Fusion ; vaporisation ; liquéfaction ; solidification ; condensation ; sublimation.

Changement d'état	Dénomination
Gaz → Liquide	
Gaz → Solide	
Liquide → Solide	
Liquide → Gaz	
Solide → Liquide	
Solide → Gaz	

40 - Qu'appelle-t-on le waist d'un faisceau laser ?

Réponse

41 - Qu'est-ce qu'un système afocal ? Donner un exemple d'instrument afocal.

Réponse

42 - Qu'est-ce qu'un matériau biréfringent ?

Réponse

43 - Qu'est-ce que la profondeur de champ d'un microscope optique ?

Réponse

44 - Indiquez un montage utilisant deux lentilles convergentes donnant une image droite et faire un schéma du trajet optique

Réponse

--

45 – Le silicium est situé dans la classification périodique des éléments dans la même colonne que le carbone $^{12}_6\text{C}$, dans la période suivante.

45.1 – Quel est le numéro atomique du silicium ?

45.2 – Quel est l’oxyde de silicium le plus répandu dans la nature ? Sous quelle forme ? Quel est son système cristallin ?

45.3 – Dans les céramiques interviennent du nitrure et du carbure de silicium. Quelles sont les formules brutes des formes stables de ces composés ?

Réponse

45.1	
45.2	
45.3	

46 - Diagramme de phase Cu-Ni

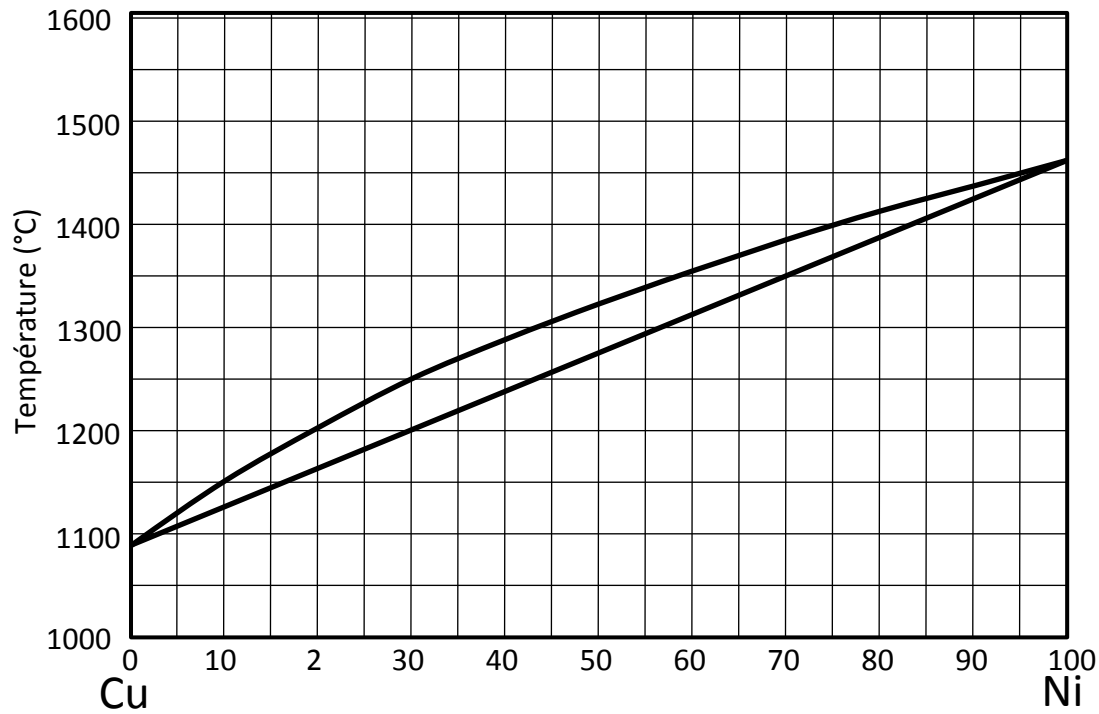
NB : Les compositions élémentaires sont données en pourcentage massique.

On observe la fusion d’un mélange 35%Ni, 65%Cu à $T_0 = 1250^\circ\text{C}$. Le diagramme de phase correspondant est donné ci-dessous.

- 46.1 - Quelle est la température de fusion du cuivre ?
- 46.2 - Quelle est la composition de la phase liquide à la T_0 ?
- 46.3 - Quelle est la composition de la phase solide à la T_0 ?
- 46.4 - Quelles sont les proportions de phase liquide et de phase solide à T_0 ?

Réponse

46.1	
46.2	
46.3	
46.4	



47 – La pyrite est un sulfure naturel de fer : FeS_2 . La pyrite réagit avec un des composant de l’air pour former de l’oxyde ferrique et du dioxyde de soufre.

47.1 – Donner l’équation de la réaction

47.2 – Quelle masse de pyrite faut-il traiter pour obtenir 880g d’oxyde de fer ?

47.3 – Quel est le volume de dioxyde de soufre obtenu ?

Réponse

47.1	
47.2	
47.3	

NB : on considèrera des conditions normales de température et de pression ; masses atomiques
 CNTP : Fe = 56g/mol ; O = 16 g/mol ; S = 32 g/mol

48 – Compléter le tableau ci-dessous

Formule brute	Nom du produit
KMnO_4	
ZrO_2	
AgNO_3	
C_2HCl_3	
CH_3COCH_3	
	Alcool éthylique
	Zircone
	Alumine
	Méthanol
	Acide sulfurique

49 – Citer deux éléments

Halogène	1	
	2	
Alcalino-terreux	1	
	2	
Gaz rares	1	
	2	
Métaux de transition	1	
	2	
Alcalins	1	
	2	
Métalloïdes	1	
	2	

50 - On considère un litre d'azote liquide (LN₂) à la pression atmosphérique.

- 50.1 - Calculer le volume de gaz correspondant produit après évaporation complète à température ambiante.
- 50.2 - Quel danger y-a-t-il à stocker un récipient ouvert contenant une grande quantité d'azote liquide dans un local non ventilé ?

Réponses

50.1	
50.2	

Données : masse volumique de l’azote liquide : 806,6 g/L ; masse molaire du diazote 28 g/mol.

51 – Le silicium naturel est composé de trois isotopes stables : $^{28}_{14}\text{Si}$, $^{29}_{14}\text{Si}$ et $^{30}_{14}\text{Si}$ de masse atomiques respectives (en u.m.a.) 27,977 ; 28,977 et 29,974.

51.1 – Indiquer le nombre de protons, de neutrons et d'électron pour ces trois atomes

51.2 - Sachant que $^{28}_{14}\text{Si}$ est 11,9 fois plus abondant que l'ensemble des deux autres isotopes et que la masse atomique moyenne du silicium naturel est de 28,0855 uma, calculer l'abondance de chacun des isotopes dans le silicium naturel

Elément	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons	Abondance (%)
$^{28}_{14}\text{Si}$				
$^{29}_{14}\text{Si}$				
$^{30}_{14}\text{Si}$				

52 - On dissout 10 g de chlorure de sodium et 10 g de dichlorure de calcium dans 250 mL d'eau.

Calculer les pourcentages en masses et en quantités de matière (en moles) des constituants (chlorure de sodium et dichlorure de calcium) introduits dans la solution.

Données : masses molaires (g/mol) Na=23 ; Ca=40 ; Cl=35,5 ; H=1 ; O=16

Réponses :

Chlorure de sodium :
Dichlorure de calcium :

53 - On dispose de deux solutions aqueuses, l'une (solution S1) contient $1,15 \cdot 10^{-2}$ mol d'acide chlorhydrique HCl, dans $2 \cdot 10^{-1}$ L d'eau, l'autre (solution S2) contient $1,15 \cdot 10^{-2}$ mol d'hydroxyde de sodium NaOH, dans $1 \cdot 10^{-1}$ L d'eau.

53.1 - Evaluer le pH des deux solutions.

Réponses :

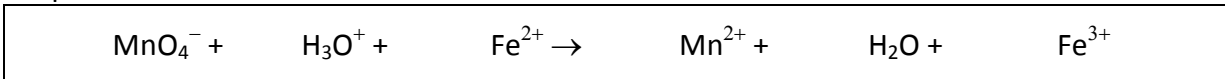
pH de S1 =
pH de S2 =

53.2 - On constitue les quatre mélanges reportés dans le tableau ci-dessous. Compléter le tableau en évaluant le pH de chacun des mélanges

Mélange	Volume de S1	Volume de S2	Volume d'eau ajouté	pH
1	$1 \cdot 10^{-2}$	0	$1 \cdot 10^{-2}$	
2	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	
3	$1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	
4	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	0	

54 - Equilibrer l'équation d'oxydo-réduction suivante.

Réponse


55 - Le nombre de Reynolds Re (sans dimension) permet de caractériser l'écoulement d'un fluide visqueux dans une conduite. Il est proportionnel à la masse volumique, à la vitesse du fluide et à une longueur caractéristique, et inversement proportionnel à la viscosité dynamique du fluide.

Donner les dimensions (dans le système international d'unités) de la masse volumique, de la vitesse et de la longueur. Par une analyse dimensionnelle, déterminer la dimension de la viscosité.

Réponses

Grandeur	Dimension
masse volumique	
vitesse	
longueur	
viscosité	

56 - Donner la relation entre:

 56.1 - la longueur d'onde λ et la pulsation ω d'une onde électromagnétique.

 56.2 - la longueur d'onde λ et l'énergie E d'une onde électromagnétique

Réponses :

56.1	
56.2	

57 - Qu'est-ce qu'un matériau monocristallin, un matériau amorphe, un matériau polycristallin?

Réponses :

monocristallin	
amorphe	
polycristallin	

58 - Qu’est-ce qu’un quasi-crystal ?

Réponse :

--

59 - Cristallographie : structure métallique

Le chrome ($M = 52\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) cristallise dans le système cubique centré, avec le paramètre de maille $a = 2,8879 \text{ \AA}$.

59.1 - Représenter une maille.

59.2 - Donner le nombre d’atome par maille.

59.3 - Donner la définition de la compacité.

59.4 - Calculer la compacité de la structure et en déduire la densité du chrome.

Réponses

59.1	
59.2	
59.3	
59.4	Compacité :
	Densité :

60 - Donner la définition d'un matériau composite.

Réponse :

--

61 - Donner les grands types de liaisons chimiques et leurs caractéristiques.

Réponse :

62 – Gestion de stock.

L'ensemble des chercheurs d'un laboratoire utilise 22,5 g d'un produit chimique chaque semaine. On souhaite constituer un stock de sorte à disposer de ce produit en ayant 6 mois d'avance. Ce produit est vendu en flacon de 100 g au prix de 179 euros l'unité. Combien de flacons doit-on commander pour approvisionner le stock ?

Réponse

63 - Analyse de données

On réalise des mesures de durée de vie d'une micro-décharge consécutive au claquage d'un diélectrique. Au terme d'une série de mesure, on obtient la distribution en durée de vie des évènements donnée dans le tableau ci-dessous

Nbre évènements	95303	23386	6191	1810	568	216	75	36	19	4
Durée de vie (ms)	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

63.1 - Quelle est la moyenne de la durée de vie d'un évènement ?

63.2 - Quelle est la médiane de la distribution en durée de vie ?

63.3 - Calculer l'écart-type de cet ensemble de données ?

63.4 - Quelle est la durée de vie la plus probable ?

Réponses :

63.1	
63.2	
63.3	
63.4	

**Partie C (questions 64 à 76)
Hygiène et sécurité**

64 - Pour un combustible gazeux, que sont la L.I.I. et la L.S.I ?

Réponse

65 - Les extincteurs les plus fréquemment présents dans les locaux professionnels sont les extincteurs à eau pulvérisée avec additif et les extincteurs au dioxyde de carbone.

On distingue plusieurs classes de feux dont :

classe A : feux de matériaux solides dont la combustion se fait normalement avec formation de braises.

classe B : feux de liquides ou de solides liquéfiables.

Pour ces deux classes de feux, précisez dans le tableau ci-dessous pour chaque extincteur s'il a une bonne efficacité (BE) ou s'il est inadapté (I).

		Extincteur	
		Eau pulvérisée avec additif	Dioxyde de carbone
Feux de classe	A		
	B		

66 – Un extincteur à eau pulvérisée avec additif peut-il être utilisé pour éteindre un feu d’origine électrique ?

Réponse

67 - Quel type d'extincteur utilise-t-on sur les feux de métaux?

Réponse

68 - Gestion des déchets.

Pour chaque produit chimique ci-dessous, indiquer dans quel bidon de recyclage il doit être évacué :

Bidon recyclage Produit	Solvants organiques halogénés	Solvants organiques non halogénés	Solvants minéraux non halogénés	Métaux lourds et sels de métaux lourds	Nano objets	Autres contenants
Acétone						
acide chlorhydrique						
trichloréthylène						
acide sulfurique						
potasse						
phosphate de plomb						
isopropanol						
fluorure d’ammonium						
nanotubes de carbone						
peroxyde d’hydrogène						
chlorobenzène						
sulfate d’indium (III)						

**69 - Quels sont les risques liés à l’utilisation d’un diffractomètre à rayons X ?
Quelles précautions doivent être prises ?**

Réponse

70 - Quel doit être le premier geste à accomplir si vous êtes le témoin d’une électrisation/électrocution d’un collègue ?

Réponse

71 – Quelle(s) précaution(s) doit(doivent) être prise(s) lors de l’utilisation d’un laser de classe 4 ?

Réponse

72 - Quels sont les risques potentiels à la manipulation de nanoparticules ?







Réponse

73 - Que signifie le terme CMR en Hygiène et sécurité ?





Réponse

74 - Indiquer la signification de chaque pictogramme ci-dessous et préciser pour chaque sigle quel produit est concerné parmi la liste suivante :

Permanganate de potassium, éthanol absolu, chlorure de baryum, iode, chlorate de potassium, soude

Pictogramme			
Signification			
Produit concerné			
Pictogramme			
Signification			
Produit concerné			

75 - Indiquer la signification de chaque pictogramme ci-dessous

Pictogramme				
Signification				

76 – Traduire la fiche de sécurité de l’acétone.

Acetone



DANGER

Highly flammable liquid and vapor. Causes serious eye irritation. May cause drowsiness or dizziness. Repeated exposure may cause skin dryness and cracking.



PREVENTION

Keep away from heat, sparks, and open flames. — No smoking. Keep container tightly closed.

Avoid breathing vapors. Use only outdoors or in a well-ventilated area. Wear eye protection.

RESPONSE

If on skin: Rinse skin with water.

If inhaled: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. Call a doctor if you feel unwell.

If in eyes: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. If eye irritation persists: Get medical attention.

In case of fire: Use water spray, alcohol-resistant foam, dry chemical or carbon dioxide for extinction.

Réponse