Le sujet comporte 27 questions pour un total de 54 points. Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.

I) Le lithium [Mines MP 2015]

Le lithium a été découvert en 1817 par Johann August Arfvedson dans un silicate d'aluminium naturel : la pétalite. Jöns Jacob Berzelius donna au nouvel élément le nom de lithium (du grec lithos = pierre) pour rappeler son origine minérale. Le développement de nouvelles applications du lithium dans les années 1970 à 1975 a relancé les exploitations minières en Australie, au Canada, au Zimbabwe et en Chine.

Les propriétés physiques du métal sont les suivantes :
- masse atomique, $M = 6,951$ g/mol ;
- masse volumique, $\rho = 0,53$ g.cm^{-3} ;
- température de fusion, $T_{fus} = 180$ ^{o}C ;
- température d'ébullition, $T_{eb} = 1336$ ^{o}C.

Il existe deux isotopes stables du lithium, $^6_3$Li et $^7_3$Li.

1. Rappeler les règles générales permettant d'établir la configuration électronique d'un atome dans l'état fondamental et les appliquer à l'atome de lithium. A quelle famille chimique appartient-il ? (5)

2. Déterminer l'abondance relative des deux isotopes du lithium (on négligera la présence d'autres isotopes). (3)

II) Etude de quelques composés azotés [Petites Mines PC 2006]

Le numéro atomique de l'azote est $Z = 7$. Celui de l'oxygène est $Z = 8$.

3. Donner la configuration électronique de l'atome d'azote et indiquer sa place dans la classification périodique. (2)

4. Donner les représentations de Lewis de chacun des composés suivants : NH_3, NO, NO_2, NO_3^-. L'atome d'azote est l'atome central de chacune des molécules. (4)

5. Les gaz d'échappement sortant des voitures contiennent des oxydes d'azote toxiques pour l'environnement. Quel moyen technique a été trouvé pour réduire le problème ? (1)

III) Autour de l'oxygène [Petites Mines 2003]

L'oxygène est un élément d'une énorme importance, tant biologique qu'industrielle (respiration, combustions ...). C'est, par ailleurs, l'élément le plus abondant (49,5 % en masse) dans l'écorce terrestre. Cette partie s'intéresse donc à l'élément, à diverses molécules et à diverses réactions dans lesquelles il intervient.

6. Donner la structure électronique de l'atome ${}^{16}_{8}O$ dans son état fondamental. (1)

7. L'oxygène existe sous la forme de trois isotopes de nombre de masse respectifs 16, 17 et 18. Préciser la composition du noyau de chacun des isotopes de l'oxygène. (1)

8. Le plus important des corps purs simples formés avec l'oxygène est le dioxygène O_2. Proposer une formule de Lewis pour la molécule de dioxygène. (1)

9. L'ozone O_3 est un gaz se caractérisant par son odeur forte (ozone, du grec ozein : sentir). Proposez une formule de Lewis pour cette molécule et préciser la géométrie de la molécule (on précise que la molécule d'ozone n'est pas cyclique). (2)

10. L'eau H_2O et l'eau oxygénée, ou peroxyde d'hydrogène, H_2O_2 sont deux molécules contenant l'élément oxygène. Proposer une formule de Lewis pour ces deux molécules. (2)

IV) Etude de l'arsenic [Mines PC 2009]

Arsenikon est le nom que les grecs avaient donné à un sulfure d'arsenic ayant la couleur de l'or, l'orpiment. Ce nom s'est transmis aux alchimistes du Moyen Age très intéressés par l'or. Jusqu'à la Renaissance, les alchimistes et les métallurgistes associent l'arsenic à tous les métaux dont il était censé représenter le *principe mâle*, le cuivre étant le *principe femelle* , leur union donnant le cuivre blanc que l'on présentait comme le résultat de la transmutation en argent.

L'arsenic, de numéro atomique 33, n'a qu'un seul isotope stable, de nombre de masse 75.

11. Donner le nombre de protons et le nombre de neutrons de l'isotope stable. (1)

12. Quelle est la structure électronique de l'atome d'arsenic à l'état fondamental ? (2)

13. A quelle ligne et quelle colonne du tableau périodique appartient cet élément ? Donner un autre élément appartenant à la même colonne que l'arsenic (2)

14. Justifier les deux ions principaux de l'arsenic : As^{3+} et As^{5+}. (2)

V) Le titane et ses composés [Agrégation externe Physique 2005]

15. En faisant l'approximation que la masse molaire atomique de chacun de ses isotopes exprimée en g.mol^{-1} est égale à son nombre de masse, calculer la masse molaire atomique de l'élément titane.

Isotope	^{46}Ti	^{47}Ti	^{48}Ti	^{49}Ti	^{50}Ti
Abondance atomique (%)	8,0	7,8	73,4	5,5	5,3

(2)

16. Donner la configuration électronique de l'atome de titane dans son état fondamental. On donne : $Z(Ti) = 22$. (2)

17. Donner la formule de Lewis du chlorure de titane(IV) : $TiCl_4$. On précise que le numéro atomique du chlore est $Z(Cl) = 17$. (1)

VI) Le calcium [Petites Mines 2010]

18. Donner les configurations électroniques, dans leur état fondamental, de l'atome de calcium Ca et de l'ion calcium Ca^{2+} auquel il peut mener. (2)

19. Dans quelle colonne de la classification périodique se trouve l'élément calcium ? Quel nom portent les éléments de cette famille chimique ? (2)

    Dans un cristallisoir rempli d'eau à laquelle on a ajouté quelques gouttes de phénolphtaléine, on dépose un petit morceau de calcium métallique. Le métal réagit vivement avec l'eau et la solution contenue dans le cristallisoir rosit. On admet que la réaction s'accompagne d'un dégagement de dihydrogène gazeux.

20. Quelle est la nature (acide, neutre ou basique) de la solution finale ? Justifier votre réponse. (1)

21. Montrer que la transformation étudiée est une réaction d'oxydo-réduction en écrivant les demi-équations électroniques, puis l'équation de la réaction globale. (3)

    Le squelette d'un homme adulte a une masse moyenne $m = 12,0$ kg. Les os sont constitués par de l'eau (50 % en masse), des composés organiques (25 % en masse) et des composés minéraux (25 % en masse). En première approximation, on peut admettre que le phosphate de calcium $Ca_3(PO_4)_2$ est l'unique composé minéral présent dans les os.

22. En négligeant toute présence de calcium hors des os, évaluer la masse m_{Ca} totale de calcium présente chez un adulte. (3)

23. Bien que présentant un aspect fortement minéral, les os sont des tissus vivants. Le calcium du squelette est en renouvellement permanent, 20 % de la masse totale de calcium se trouvant remplacée en environ une année. Sachant qu'un litre de lait apporte 1110 mg de calcium, quel volume de lait devrait boire un adulte quotidiennement s'il voulait couvrir complètement, avec ce seul aliment, ses besoins en calcium ? (2)

Données :

– Numéro atomique du calcium : Z = 20

– Phénolphtaléine : zone de virage : $pH = 8$ à 10. Forme acide : incolore. Forme basique : rose

– Couples rédox : (Ca^{2+}/ $Ca_{(s)}$) et (H^+/ $H_{2(g)}$)

– Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : Ca : 40 - P : 31 - O :16

VII) Les alcalins [Centrale PSI 2011]

Les alcalins, formant la première colonne de la classification périodique, doivent leur nom à leur réaction quantitative et violente sur l'eau qui conduit à la formation d'une solution basique et de dihydrogène. Le césium (Cs) et le rubidium (Rb) sont deux éléments de cette famille.

24. Citer deux autres alcalins. (2)

25. L'hydrogène, situé dans la première colonne de la classification, n'est pas considéré comme un alcalin. Donner une propriété distinguant l'hydrogène des alcalins. (1)

26. Quel est l'ion le plus stable d'un alcalin M ? Pourquoi ? (2)

27. Cet ion est stable dans l'eau. Écrire la réaction entre une mole du métal alcalin M et l'eau. Quelle est la nature de cette réaction ? (2)