

Sujet 1 – corrigé

I Question de cours

Définir le moment cinétique d'un point matériel par rapport à un point et à un axe, et le moment d'une force par rapport à un point et à un axe. Expliquer ce qu'est le bras de levier **avec un schéma**, et énoncer le lien entre moment d'une force et bras de levier. Démonstration pour $\vec{F} \perp$ à l'axe.

II L'étain

Un atome d'étain de symbole Sn a pour nombre de masse $A = 120$ et un numéro atomique $Z = 50$
On donne :

- $m_N = m_P = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

1. Quel est le nombre de protons de l'atome d'étain. En déduire la charge électrique totale portée par son noyau.

Réponse :

L'étain a 50 protons

La charge du noyau est $50e = 50 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 8 \times 10^{-18} \text{ C}$

2. Quel est son nombre de neutrons ? Combien d'électrons possède cet atome ?

Réponse :

Il y a $120 - 50 = 70$ neutrons et 50 électrons.

3. Calculer la masse de cet atome. Cette masse est-elle exacte ? Pourquoi ?

Réponse :

$$m = 120 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} = 2 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

Cette masse est approchée car il faudrait rajouter la masse des électrons et prendre en compte l'énergie de liaison. Néanmoins l'approximation reste très bonne.

4. Calculer le nombre d'atomes présents dans un échantillon d'étain de masse $m = 20 \text{ g}$.

Réponse :

$$\text{Il y a } 20 / (2 \cdot 10^{-22}) = 10^{23} \text{ atomes.}$$

5. Donner la structure électronique de cet atome. Préciser le nombre d'électrons de valence.

Réponse :

$$\text{Sn : } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^2 = [\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^2$$

Il y a 4 électrons de valence.

6. L'étain forme l'ion Sn^{2+} . Justifier la formation de cet ion.

Réponse :

La configuration électronique de cet ion est $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2$. Le fait d'avoir des sous-couches saturées est stabilisant.

Le phosphore de symbole P, de numéro atomique 15 et de nombre de masse 31.

7. Donner la configuration électronique du phosphore et proposer l'ion formé par cet élément. Justifier.

Réponse :

P : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

Afin d'atteindre la configuration du gaz rare le plus proche, le phosphore a tendance à capter 3 électrons pour saturer sa couche de valence.

Ainsi il forme l'ion P^{3-} .

8. Quel élément est situé juste au-dessus du phosphore dans la classification périodique ? Préciser son numéro atomique.

Réponse :

C'est l'azote, $Z = 7$.

9. Quel est le numéro atomique de l'élément situé juste en-dessous du phosphore dans la classification périodique ?

Réponse :

Il faut ajouter 18 électrons, donc $Z = 33$. Il s'agit de l'arsenic.

Sujet 2 – corrigé

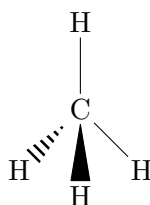
I Question de cours

En utilisant la constante des aires, déterminer l'expression de l'énergie potentielle effective pour un mouvement à force centrale conservative. Donner \mathcal{E}_p pour un champ de force newtonien, représenter $\mathcal{E}_{p,\text{eff}}$ et discuter de la nature du mouvement en fonction de l'énergie mécanique totale (cas attractif **et** répulsif).

II Températures d'ébullition

Les températures d'ébullition sous 1 bar des composés hydrogénés de la 14^e colonne et de la 17^e colonne du tableau périodique sont indiquées sur le graphique ci-dessous :

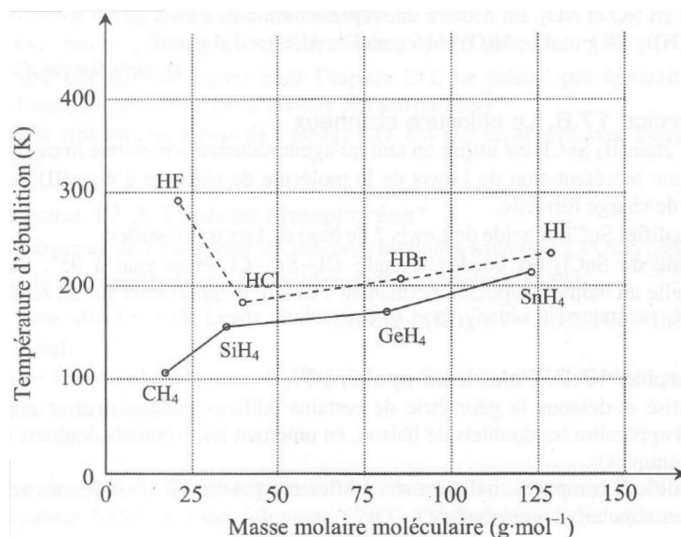
- La représentation de CRAM de la molécule de méthane est représentée ci-dessous :



- En déduire le moment dipolaire de la molécule de méthane.
- En déduire la géométrie et le moment dipolaire des autres composés hydrogénés de la colonne 14.

Réponse :

- Par symétrie, la molécule de méthane ne possède pas de moment dipolaire permanent (les moments des quatre liaisons C–H se compensent).
- Tous les éléments d'une même colonne ont le même nombre d'électrons de valence. Par conséquent, leurs composés hydrogénés ont tous la même structure, et en particulier leur géométrie est la même que celle de la molécule de méthane en ne changeant que l'atome central. De même, tous les composés hydrogénés de la colonne du carbone n'ont pas de moment dipolaire permanent.



2. Pourquoi les composés hydrogénés des éléments de la colonne 14 ont-ils des température d'ébullition plus basses que celles des composés hydrogénés de la colonne 17 ?

Réponse :

Les éléments de la famille des halogènes sont bien plus électronégatifs que l'hydrogène et les molécules ne sont pas symétriques. Tous les composés de type $H-X$ où X est un halogène sont donc polaires. Ainsi les forces de VAN DER WAALS entre les composés hydrogénés de la colonne 17 sont plus importantes qu'entre les composés hydrogénés de la colonne 14. Ce qui explique les différences de température d'ébullition.

3. Expliquer l'augmentation observée entre HCl et HI .

Réponse :

La masse molaire de HI est plus élevée que celle de HCl , ce qui indique que la molécule est davantage polarisable. Les interactions de VAN DER WAALS entre molécules sont donc plus fortes dans le cas de l'iode que dans le cas du chlore, ce qui explique la croissance observée.

4. Proposer une explication à l'anomalie observée pour HF .

Réponse :

L'atome de fluor appartient à la deuxième période et il est fortement électronégatif. Des liaisons hydrogène peuvent donc se former entre molécules de HF , ce qui n'est pas possible dans les autres espèces chimiques. Comme ces liaisons sont beaucoup plus fortes que les autres interactions faibles, elles expliquent la forte anomalie de température d'ébullition observée pour HF .

Sujet 3 – corrigé

I Question de cours

Énoncer et démontrer le théorème du moment cinétique par rapport à un point et à un axe ; application au pendule simple pour retrouver l'équation du mouvement.

II Classification périodique

La famille des halogènes constitue la 17ème colonne de la classification périodique.

1. Indiquer le nombre d'électrons de valence des atomes d'halogène.

Réponse :

7

2. Indiquer la configuration électronique dans son état fondamental de l'atome de chlore, deuxième élément de la famille des halogènes. Préciser son bloc et sa période.

Réponse :

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

3. Attribuer à chaque atome d'halogène (${}_{9}\text{F}$, ${}_{53}\text{I}$, Cl , ${}_{35}\text{Br}$) son électronégativité (échelle de Pauling) : 3,0 ; 4,0 ; 2,5 ; 2,8. Justifier votre réponse.

Réponse :

L'électronégativité diminue quand Z augmente au sein d'une famille.

Plusieurs molécules contenant des halogènes sont utilisées pour la désinfection de l'eau. C'est le cas de l'acide hypochloreux (HOCl).

4. Écrire la représentation de Lewis de la molécule d'acide hypochloreux (O est l'atome central) et en déduire sa formule VSEPR (AX_nE_p).

Réponse :

5. Dédire de la question précédente la géométrie de la molécule d'acide hypochloreux. La dessiner en faisant apparaître les doublets liants et les doublets non liants éventuels.

Réponse :

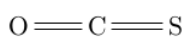
Sujet 4 – corrigé

I | Molécules polaires

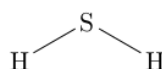
1. Préciser la direction et le sens du moment dipolaire de chacun des édifices chimiques suivants. Pour schématiser la géométrie de la molécule, seuls les doublets liants ont été représentés (représentation de Cram), en omettant les éventuels doublets non liants et lacunes électroniques. Le tableau donne les électronégativités dans l'échelle de Pauling.

Élément	H	C	N	O	F	S	Cl
χ	2,2	2,6	3,0	3,4	4,0	2,6	3,2

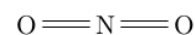
1 - OCS



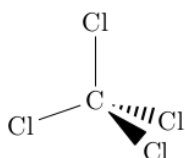
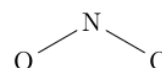
2 - H₂S



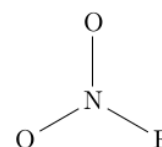
3 - NO₂⁺



4 - CCl_4

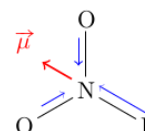
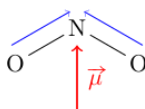
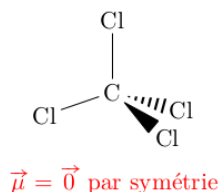
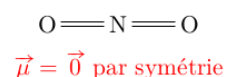
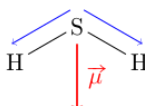
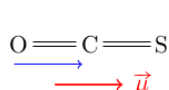
5 - NO₂⁻

6 - NO₂F



Réponse :

Les moments dipolaires des liaisons sont représentés en bleu, le moment dipolaire de la molécule est représenté en rouge. Version couleur sur le site de la classe.



II Schémas de LEWIS

1. Donner le schéma de LEWIS des espèces suivantes :



2. L'ozone O_3 est une molécule non cyclique. Proposer une structure.

- ### 3. Formule de LEWIS de l'acide sulfurique

- (a) Donner le schéma de LEWIS de l'acide sulfurique H_2SO_4 . Dans cette molécule, les quatre atomes d'oxygène sont reliés à l'atome de soufre.

- (b) En déduire celles des ions HSO_4^- et SO_4^{2-} .
4. Donner le schéma de LEWIS des ions hydrogénocarbonate HCO_3^- et carbonate CO_3^{2-} .
5. Donner le schéma de LEWIS du benzène C_6H_6 , qui est une molécule cyclique.