Contrôle n°4 classe de première du 11.03.2024 correction

Données				
Energies de liaison	Liaisons	Energie ($kJ.mol^{-1}$)	Constante de gravitation universelle : **$G = 6,67\times10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$**	Constante de Coulomb : **$k = 9,0\times10^{9}\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$**
	C-H	415		
	C=0 (dans CO_2)	804	Charge élémentaire : **$e=1,6\times10^{-19}C$**	Masse atome de Chlore : **$M_{Cl}=5,9\times10^{-26}Kg$**
	C-O	360		
	O=O	498	Masse de l'électron **$M_{Cl}=3,8\times10^{-26}Kg$**	Masse de l'atome de sodium **$M_{Cl}=3,8\times10^{-26}Kg$**
	O-H	459		
	C-C	348	Masse Soleil ; **$M_S=2,0\times10^{30}Kg$**	Masse terre : $6,0\times10^{24}Kg$
	C=0	724		
Masse molaire	Atomes	Masse molaire ($g.mol^{-1}$)	Rayon Soleil : **$R_S=700000Km$**	Rayon Terre : **$R_T=6370Km$**
	C	12		
	H	16		
	O	1,0		
Commentaires :				

A. (15pts) Partie combustion

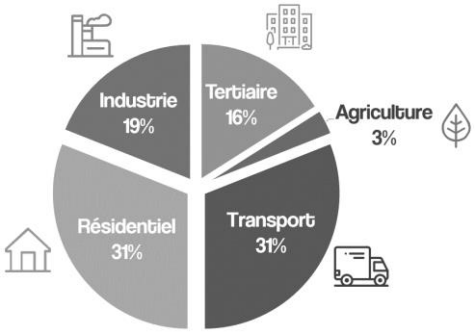
I. (4pts) Introduction aux enjeux énergétiques du chauffage des foyers

Les enjeux énergétiques, par la raréfaction des ressources et l'enjeu climatique par l'emballement de l'effet de serre attribué aux activités humaines (effets anthropique), nécessitent d'étudier plus précisément les ressources utilisées au quotidien pour se chauffer dans les foyers. Deux graphes de l'année2018 sont donnés ci-dessous pour souligner ces deux problématiques.

1. (1pt) Question n°1

Quelle est la part d'énergie résidentielle de la consommation d'énergie française en 2018 ?

CONSOMMATION D'ENERGIE PAR SECTEUR EN FRANCE 2018
Source : Zoom sur les chiffres-clés de l'énergie dans l'industrie (eqinov.com)



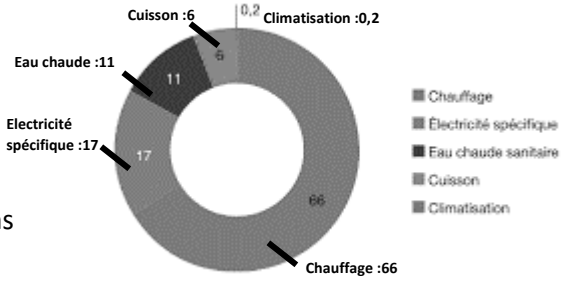
Sur le graphe on lit 31%

2. (1,5pts) Question n°2

La consommation d 'énergie totale en France en 2018 est de E_T= 248 millions de tonnes d'équivalent pétrole, soit : **$E_T=2,88*10^{12}$ kW.h**.

Quelle est l'énergie résidentielle : **E_R** en **kW.h** , qui est consacrée spécialement au résidentiel ?

RÉPARTITION DU PARC DE LOGEMENTS SELON L'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE EN 2018
Source : Consommation d'énergie | Chiffres clés du logement 2022 (developpement-durable.gouv.fr)



On a la relation $E_R=E_T*31/100=8,92.10^{11}kW.h$

3. (1,5pts) Question n°3

Quelle est l'**utilité essentielle** de l'énergie consommée dans les foyers ? En cas de combustion, **quel gaz** est émis qui participe au réchauffement climatique ?

La population française en 2018 est de 67 millions d'habitant. Quelle énergie en kW.h consomme un français par jour dans le cadre de son foyer ? (Énergie résidentielle par personne et par jour).

L'énergie pour se chauffer par français et par jour est :ER/(365*67*10=6)=36,5kW.h

II. Les procédés de chauffage des foyers

1. (7pts) Exercice n°1 Chauffage d'un particulier au propane

Stockage du propane pour un particulier



Le propane C_3H_8 est un alcane gazeux utilisé dans certains foyers pour le chauffage, il est possible de le stocker sous pression dans un réservoir cylindrique.

Radiateur au propane



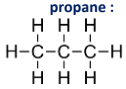
a. (1,5pts) Ecrire l'équation de la combustion complète du propane.

$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$

b. (2pts) Calculer l'énergie de réaction molaire de combustion E_{comb} du propane

On a :

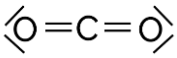
Formule développée du propane :



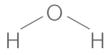
Formule de Lewis du dioxygène



Formule de Lewis du dioxyde de carbone :



Formule développée de l'eau :



L'ensemble des énergies de liaison des réactifs sont : $8*E_{C-H} + 2*E_{C-C}+5*E_{O=0}$

L'ensemble des énergies de liaison des produits sont : $8*E_{O-H} +6*E_{C=0}$ de CO_2

On en déduit $E_{comb}=8*E_{C-H} + 2*E_{C-C}+5*E_{O=0}-(8*E_{O-H} +6*E_{C=0}$ de CO_2)

L'application numérique donne : $E_{comb}=(8*415+2*348+5*498)-(8*459+6*804)=-1990kJ.mol^{-1}$

c. (2pts) Déterminer la quantité d'énergie libérée par la combustion de 1Kg de propane, soit son pouvoir calorifique du propane en $kJ.Kg^{-1}$

La masse molaire du propane est $M=3*M_C+8*M_H=44g.mol^{-1}$

On a en gramme $PC= -(E_{comb} /M)=1990/44=45,2kJ.g^{-1}$

Soit en kilogramme $PC=45,2*10^3kJ.kg^{-1}$

d. (1,5pts) Déterminer la masse de CO_2 formée pour 1kJ obtenue par la combustion du propane.

Nous avons 28,33kJ pour une mole de propane soit 28,33kJ pour 42 grammes

Pour 1kJ nous aurons une masse brulée de propane de $m(C_3H_8)= 42/28,33=1,48$grammes

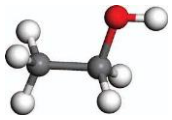
Soit une quantité de matière de $n(C_3H_8) =m(C_3H_8) /M (C_3H_8) =1,48/42=3,53.10^{-2}$mol

D'après l'équation bilan de combustion $n(CO_2)=3* n(C_3H_8)=0,106$mol

On en déduit la masse de dioxyde de carbone : $m(CO_2)= n(CO_2)* M(CO_2)=0,106*44=4,66g$

2. (7pts) Exercice n°2 Chauffage d'un particulier à l'éthanol

Molécule éthanol



L'éthanol C_2H_6O est un nouveau combustible pour les cheminées dans les foyers français. On s 'intéresse dans cet exercice à son pouvoir calorifique et à la quantité de dioxyde de carbone qu'il émet. (ρ (C_2H_6O)=789g.L^{-1})

Radiateur à l'éthanol



a. (1,5pts) Ecrire l'équation bilan de combustion de l'éthanol

$C_2H_6O_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$

b. (2pts) Calculer l'énergie de réaction molaire E_{comb} de combustion de ce combustible

L'ensemble des énergies de liaison des réactifs sont : $5*E_{C-H} + E_{C-C} + E_{C-O} + E_{O-H} + 3*E_{O=0}$

L'ensemble des énergies de liaison des produits sont : $6*E_{O-H} + 4*E_{C=0}$ de CO_2

On en déduit $E_{comb}=5*E_{C-H} + E_{C-C} + E_{C-O} + E_{O-H} + 3*E_{O=0} -(6*E_{O-H} + 4*E_{C=0}$ de CO_2)

$E_{comb}== 5*E_{C-H} + E_{C-C} + E_{C-O} + 3*E_{O=O} -(5*E_{O-H} + 4*E_{C=0}$ de CO_2)

L'application numérique donne : $E_{comb}=(5*415+348+360+3*498)-(5*459+4*804)=-1234kJ.mol^{-1}$

c. (2pts) Calculer le pouvoir calorifique de l'éthanol en kJ/Kg

La masse molaire de l'éthanol est $M=2*M_C+M_O+ 6*M_H=46g.mol^{-1}$

On a en gramme $PC=-(E_{comb} /M)=1234/46=26,8kJ.g^{-1}$

Soit en kilogramme $PC=26,8*10^3kJ.kg$

d. (1,5pts)Déterminer la masse de CO_2 formée pour obtenir 1kJ par de l'éthanol brulé.

Nous avons 28,33kJ pour une mole de propane soit 26,8kJ pour 46 grammes

Pour 1kJ nous aurons une masse brulée de propane de $m(C_2H_6O)$= 46/26,8=1,71grammes

Soit une quantité de matière de $n(C_2H_6O) =m(C_2H_6O) /M (C_2H_6O) =1,71/46=3,733.10^{-2}$mol

D'après l'équation bilan de combustion $n(CO_2)=2*n(C_2H_6O)=7,46*10^{-2}$mol

On en déduit la masse de dioxyde de carbone : $m(CO_2)= n(CO_2)* M(CO_2)= 7,46*10^{-2} *44=3,15g$

3. (1pt) L'électricité comme chauffage

En France, 39% des foyers sont chauffés au gaz de ville, qui est mélange de méthane, de propane et de butane. 35% des français se chauffent à l'électricité, 12% au fioul, 5% au bois et 9% utilisent d'autres énergies comme le propane et l'éthanol. En France 71% de l'énergie électrique est nucléaire qui libère une masse de 1 µg de CO_2 pour 1 kJ d'énergie électrique produite. Expliquer pourquoi la politique sur le nucléaire, malgré les risques, au regard du réchauffement climatique, devient maintenant un choix assumé par les pouvoirs politiques.

On constante ici que l'énergie électrique d'origine nucléaire utilisée pour chauffer une maison rejette des millions de fois moins de dioxyde de carbone dans l'atmosphère que les énergies fossiles comme le propane ou plus « écologique » comme l'éthanol. Ainsi s'il est avéré que le dioxyde de carbone est l'espèce chimique responsable du réchauffement climatique, envisager l'énergie nucléaire comme énergie de transition* semble justifié

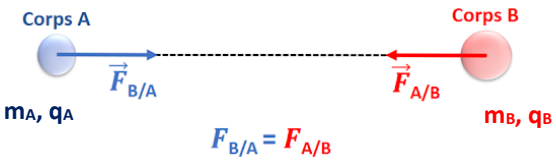
* **Transition : Au rythme actuel d'utilisation de l'énergie et au regard des perspectives de développement, l'humanité devra trouver d'autres sources d'énergie pour sa pérennité. L'énergie nucléaire classique, de fission, utilisée et maitrisée actuellement, nous permettra de faire la jonction avec un nouveau système énergétique, peut-être de fusion**

B. (11pts) Partie sur les champs électriques et de pesanteur

1. (6pts) Les deux forces d'interactions

a. (1pt) Attribuer à chaque formule **l'interaction gravitationnelle** et **l'interaction électrostatique**, soit la loi de Coulomb.

- **L'interaction gravitationnelle :** $F_{A/B} = F_{B/A} = G\frac{m_A * m_B}{d^2}$



- **L'interaction électrostatique :** $F_{A/B} = F_{B/A} = k\frac{|q_A * q_B|}{d^2}$

b. (2pts) Quelles sont les conséquences pour ces forces d'interactions si la charge q, ou la masse m, ou la distance d, sont multipliées par deux ?

Ces deux forces sont proportionnelles aux masses et aux charges et inversement proportionnelles au carré de la distance qui sépare les corps, ainsi :

- **Pour la force d'interaction gravitationnelle si la valeur d'une des masses est multipliée par deux alors la force le sera aussi.**
- **Pour la force d'interaction électrostatique si la valeur d' une des charges est multipliée par deux alors la force le sera aussi.**
- **Pour ces deux forces d'interaction si la distance entre les corps est multipliée par deux alors la force sera divisée par 4**

c. (2pts) Quelle est la différence essentielle entre ces deux forces d'interactions ?

La force gravitationnelle est systématiquement attractive alors que celle électrostatique peut être attractive ou répulsive

d. (1pt) Déterminer et comparer les forces d'interactions gravitationnelles et électrostatiques de deux corps A et B, de charges : $q_A = q_B = 1C$, de masses de $m_A = m_B = 1kg$, de distance d=1m. Justifier ainsi que l'on néglige souvent la force de gravitation devant la force électrostatique.

On a les interactions s :

Gravitationnelle $F_{A/B} = F_{B/A} = G\frac{m_A * m_B}{d^2}$ **qui donne 6,67∗ 10^{-11}N**

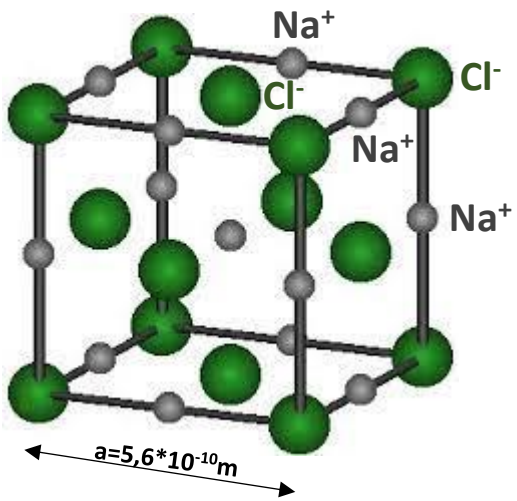
Electrostatique $F_{A/B} = F_{B/A} = k\frac{|q_A * q_B|}{d^2}$ **.....qui donne 9∗ 10^{9}N**

Le rapport de ces forces dans ce cas précis est de 10^{13} ce qui justifie que l'on néglige souvent la force de gravitation devant celle électrostatique.

2. (5pts) Cohésion du chlorure de sodium

Le chlorure de sodium est un composé ionique, soit un solide constitué d'**ions chlorure Cl$^-$** et d'ions sodium **Na$^+$** assemblés dans une structure cubique à faces centrées.

a. (2pts) Déterminer la valeur de la force d'interaction électrostatique entre un ion sodium **Na$^+$** situé au **centre d'une arête** de la maille et d'un ion chlorure **Cl$^-$** situé au **sommet** de la maille.



La charge de l'ion Cl$^-$ est de q(Cl$^-$)=-1,6*10^{-19}C

La charge de l'ion Na$^+$ est de q(Na$^+$)=1,6*10^{-19}C

La distance qui sépare ces deux ions est a/2=2,8*10^{-10}m

On a la relation $F_{Na^+/Cl^-} = k\frac{|q_A * q_B|}{d^2}$

Qui donne $F_{Na^+/Cl^-} = 9 * 10^9 \frac{(1{,}6*10^{-19})^2}{(2{,}8*10^{-10})^2} = 2{,}94 * 10^{-9} N$

b. (2pts) Déterminer la valeur de la force d'interaction électrostatique entre un **ion chlorure** situé au **centre** d'une face **de la maille** et d'un autre **ion chlorure Cl$^-$** situé **au sommet** de la maille.
(Aide : d=($\sqrt{2} * a$)/2)

Les charges des deux ions sont identiques la distance qui les sépare est d=($\sqrt{2} * a$)/2=3,96*10^{-10}m

Qui donne $F_{Cl^-/Cl^-} = 9 * 10^9 \frac{(1{,}6*10^{-19})^2}{(3{,}96*10^{-10})^2} = 1{,}464 * 10^{-9} N$

c. (1pt) Comment peut-on justifier la cohésion de la maille avec les forces d'interactions électrostatiques ?

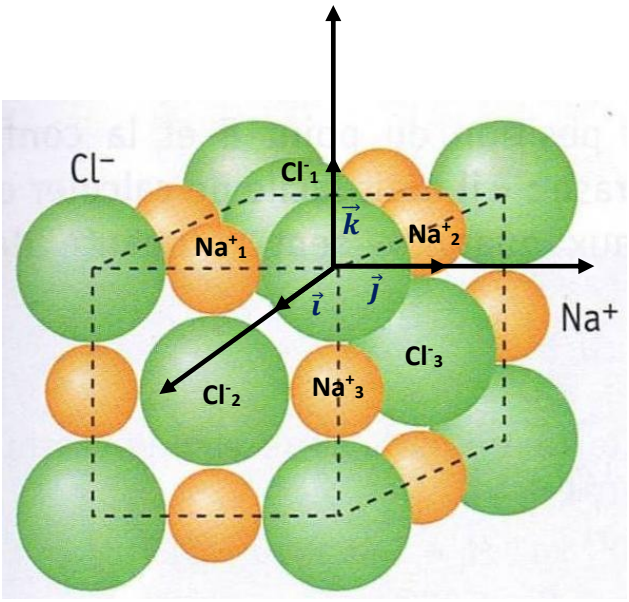
L'intensité de la force d'attraction est plus grande que celle de répulsion. En additionnant tous les vecteurs forces de tous les ions Na$^+$ les plus proches et tous les vecteurs forces de tous les ions Cl$^-$ les plus proches on trouvera une résultante qui assurera la cohésion de l'ion Cl$^-$ du sommet de la maille et ainsi la stabilité même de la maille .

Remarque

Dans le repère $O,\vec{\imath},\vec{\jmath},\vec{k}$

Les ions Na^+_1, Na^+_2 Na^+_3 exercent des forces d'attraction avec pour valeur de F_a=2,94*10^{-9}N, avec pour coordonnées :

$$\overrightarrow{F_{Na_1^+}} = \begin{pmatrix} 0 \\ -Fa \\ 0 \end{pmatrix} \overrightarrow{F_{Na_2^+}} = \begin{pmatrix} -Fa \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \overrightarrow{F_{Na_3^+}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -Fa \end{pmatrix}$$



Le vecteur résultant de ces trois forces a pour :
Coordonnées :

$$\overrightarrow{F_{Na^+\,total}} = \begin{pmatrix} -Fa \\ -Fa \\ -Fa \end{pmatrix}$$

Et pour valeur : $\sqrt{3} * F_a = 5,1 * 10^{-9} N$

Les ions Cl^- exercent des forces de répulsion de valeur F_r=1,464*10^{-9}N

Avec pour coordonnées

$$\overrightarrow{F_{Cl_1^-}} = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} * F_r \\ \frac{\sqrt{2}}{2} * F_r \\ 0 \end{pmatrix} \overrightarrow{F_{Cl_2^-}} = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{\sqrt{2}}{2} * F_r \\ \frac{\sqrt{2}}{2} * F_r \end{pmatrix} \overrightarrow{F_{Cl_3^-}} = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} * F_r \\ \frac{\sqrt{2}}{2} * F_r \\ 0 \end{pmatrix}$$

Le vecteur résultat de ces trois forces est :

$$\overrightarrow{F_{Cl^-\,total}} = \begin{pmatrix} \sqrt{2} * F_r \\ \sqrt{2} * F_r \\ \sqrt{2} * F_r \end{pmatrix}$$

Ce vecteur est colinéaire à celui de la résultante des forces d'attractions $\overrightarrow{F_{Na^+\,total}}$ exercées par les ions Na^+, sa valeur est de $\sqrt{6} * F_r = 3,58 * 10^{-9} N$

La valeur de la résultante des forces d'attraction des ions les plus proches est plus grande que la résultante des forces de répulsions des ions les plus proches ainsi la stabilité du composé ionique est assurée.