

Liaisons chimiques et moléculaires – Exercices - Devoirs

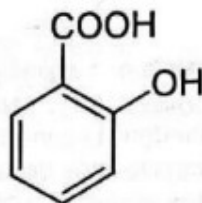
QCM 1 corrigé disponible

Concernant les molécules suivantes (dont l'atome central est souligné), donnez le caractère vrai ou faux de chacune des propositions suivantes (pour rappel : ${}_1\text{H}$, ${}_6\text{C}$, ${}_8\text{O}$, ${}_{16}\text{S}$, ${}_{17}\text{Cl}$) :

- A. La molécule de $\underline{\text{C}}\text{Cl}_4$ est apolaire (moment dipolaire nul).
- B. La molécule $\underline{\text{S}}\text{O}_2$ est linéaire.
- C. L'angle $\widehat{\text{C}\underline{\text{C}}\text{C}}$ dans la molécule $\underline{\text{C}}\text{Cl}_4$ est identique à celui de $\widehat{\text{H}\underline{\text{O}}\text{H}}$ dans la molécule $\text{H}_2\underline{\text{O}}$.
- D. La molécule de $\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{Cl}_2$ est apolaire (moment dipolaire nul).
- E. Le type d'hybridation des atomes soulignés dans les molécules de $\text{H}_2\underline{\text{O}}$ et de $\underline{\text{S}}\text{O}_2$ est identique.

QCM 2 corrigé disponible

Concernant la molécule d'acide salicylique (ou acide *ortho*-hydroxybenzoïque) donnée ci-dessous, donnez le caractère vrai ou faux de chacune des propositions suivantes :



- A. Tous les carbones de la molécule sont hybridés sp^2 .
- B. Tous les oxygènes de la molécule sont hybridés sp^3 .
- C. Des liaisons hydrogènes intramoléculaires peuvent s'établir entre atomes de la molécule d'acide salicylique.
- D. L'acide salicylique a une température d'ébullition plus basse que la molécule d'acide *para*-hydroxybenzoïque.
- E. L'acide salicylique comporte 6 doublets non-liants.

QCM 3 corrigé disponible

Concernant les espèces suivantes : ${}_3\text{N}_2^+$, N_2 , N_2^- selon la théorie LCAO, donnez le caractère vrai ou faux de chacune des propositions suivantes :

- A. Les atomes d'azote dans la molécule de N_2 sont liés par 1 liaison σ et 2 liaisons π .
- B. La distance interatomique de N_2^- est inférieure à celle de N_2 .
- C. L'ordre de liaison de N_2^- est identique à celui de N_2^+ .
- D. La molécule de N_2 est diamagnétique.
- E. Dans le diagramme des orbitales moléculaires de N_2 , toutes les orbitales moléculaires liantes sont saturées.

QCM 4 corrigé disponible

Donnez le caractère vrai ou faux de chacune des propositions suivantes :

On considère la molécule d'ammoniac NH_3 : (${}_7\text{N}$; ${}_1\text{H}$)

- A. Les orbitales de l'azote sont hybridées sp^3 .
- B. Dans cette molécule, l'atome d'azote ne respecte pas la règle de l'octet.
- C. La température d'ébullition de l'ammoniac est plus élevée que celle du PH_3 (15P).
- D. Le moment dipolaire de la molécule d'ammoniac est nul.
- E. Dans la molécule de NH_3 , tous les atomes sont dans un même plan.

QCM 5 corrigé disponible

- A. Les molécules de diiode (I_2) s'associent uniquement par des interactions intermoléculaires de type London.
- B. La température d'ébullition des molécules de CF_4 est supérieure à celle des molécules de CCl_4 .
- C. Les molécules $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ peuvent s'associer par liaisons hydrogène.
- D. La température d'ébullition particulièrement élevée de l'eau s'explique essentiellement par l'existence d'interactions de van der Waals.
- E. La température d'ébullition des molécules de HF est inférieure à celle des molécules de HBr .

QCM 6 corrigé disponible

On considère les espèces suivantes : H_2^+ , H_2 , H_2^- et H_2^{2-} , selon la théorie LCAO.

- A) Les espèces H_2^+ et H_2^- présentent un ordre de liaison identique.
- B) L'ordre de liaison de la molécule H_2 est égal à 1.
- C) Seulement trois de ces espèces peuvent exister.
- D) L'ion H_2^- est paramagnétique.
- E) Dans le diagramme des orbitales moléculaires de l'ion H_2^{2-} , toutes les orbitales moléculaires sont saturées.

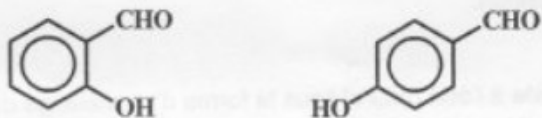
QCM 7 corrigé disponible

Soient les molécules suivantes : CO_2 (dioxyde de carbone), $HCHO$ (formaldéhyde), CH_2Cl_2 (dichlorométhane) (atome central souligné)

- A) La molécule CO_2 est **polaire**.
- B) La molécule $HCOH$ est de géométrie plane.
- C) La molécule CH_2Cl_2 est de géométrie tétraédrique.
- D) Seulement deux de ces molécules sont apolaires.
- E) Les molécules de formaldéhyde peuvent s'associer, entre elles, par liaisons hydrogène.

QCM 8 corrigé disponible

- A) Les forces de Van der Waals et les liaisons hydrogène sont des interactions fortes.
- B) Les forces d'interaction de London interviennent seulement entre molécules apolaires.
- C) Les molécules CH_4 , SiH_4 et GeH_4 peuvent s'associer par liaisons hydrogène.
- D) La température d'ébullition de CH_4 est inférieure à celle de SiH_4 .
- E) La température de fusion du 2-hydroxy benzaldéhyde est supérieure à celle du 4-hydroxy benzaldéhyde (structures ci-dessous).



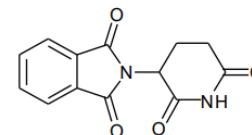
QCM 9 corrigé disponible

On considère les diagrammes des OM de la molécule de dioxygène à l'état fondamental 3O_2 (état triplet) et à l'état excité 1O_2 (état singulet) selon la théorie LCAO (seuls les électrons de la couche externe sont concernés). On donne sO .

- A. Le recouvrement axial de deux orbitales 2p conduit à la formation de deux orbitales moléculaires σ et σ^* .
- B. L'ordre de liaison de 1O_2 est supérieur à celui de 3O_2 .
- C. 1O_2 est paramagnétique alors que 3O_2 est diamagnétique.
- D. 1O_2 et 3O_2 ont le même nombre d'électrons anti-liants.
- E. 1O_2 est une espèce plus réactive que 3O_2 .

QCM 10 corrigé disponible

La Thalidomide est un médicament qui a été utilisé durant les années 1950 et 1960 comme anti-nauséux notamment chez les femmes enceintes. Ce médicament a provoqué de graves malformations chez les nouveau-nés. Sa structure est la suivante :



Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses.

- B. Cette molécule est susceptible de créer des liaisons hydrogène intermoléculaires.
- C. Deux molécules de Thalidomide peuvent s'associer par des interactions de Keesom.
- D. Cette molécule possède 10 atomes de carbone hybridés sp^2 et 3 atomes de carbone hybridés sp^3 .

QCM 11 corrigé disponible

On considère les atomes 1H , 8O et ^{16}S .

Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses.

- A. L'atome d'oxygène dans les molécules H_2O et H_3O^+ est hybridé sp^3 .
- B. L'angle de liaison H-O-H est plus grand dans H_2O que dans H_3O^+ .
- C. La figure de répulsion de l'ion H_3O^+ est un triangle équilatéral plan.
- D. Les molécules H_2O et H_2S possèdent le même moment dipolaire.
- E. Le soufre a le même état d'hybridation dans les molécules SO_2 et SO_3 .

OCM 12 corrigé disponible

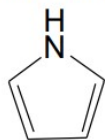
On considère les molécules de méthanol (CH_3OH), d'éthanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), d'acétone (CH_3COCH_3), de méthylamine (CH_3NH_2) et d'acétonitrile (CH_3CN).

Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses.

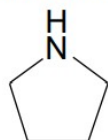
- A. Les molécules d'acétonitrile peuvent former des liaisons hydrogène entre elles.
- B. La température d'ébullition de l'éthanol est supérieure à celle du méthanol.
- C. Le méthanol et l'acétone peuvent interagir par des liaisons hydrogène intermoléculaires.
- D. Entre deux molécules de méthylamine, les interactions de Van der Waals sont plus énergétiques que les liaisons hydrogène.
- E. Le méthanol et l'acétonitrile sont des solvants polaires et protiques.

OCM 13 corrigé disponible

On considère les hétérocycles suivants :



Pyrrole



Pyrrolidine

Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses.

- A. L'atome d'azote dans la molécule de pyrrolidine est hybridé sp^2 .
- B. Dans le pyrrole, le doublet libre de l'atome d'azote est conjugué avec les électrons π du cycle.
- C. Le pyrrole est plus basique que la pyrrolidine.
- D. La pyrrolidine est moins basique que la diéthylamine ($(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}$).
- E. Pyrrole et pyrrolidine peuvent s'associer par des liaisons hydrogène intermoléculaires.

OCM 14 corrigé disponible

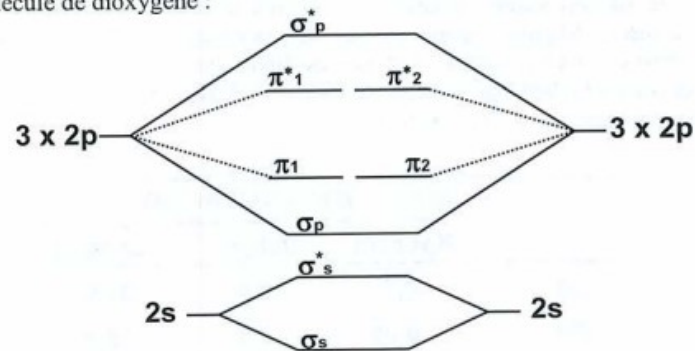
Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses.

On donne : ${}_4\text{Be}$, ${}_6\text{C}$, ${}_7\text{N}$, ${}_8\text{O}$, ${}_{13}\text{Al}$, ${}_{17}\text{Cl}$

- A. La molécule $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$ possède 4 électrons π délocalisés.
- B. Dans les molécules AlCl_3 et BeCl_2 , les atomes d'aluminium et de béryllium possèdent chacun au moins 1 orbitale atomique vacante.
- C. Dans $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$, l'état d'hybridation du carbone et de l'azote est identique.
- D. Dans H_3O^+ , H_2O et OH^- , l'atome d'oxygène est hybridé respectivement sp^2 , sp^3 et sp .
- E. Les espèces H_3O^+ , H_2O et OH^- sont polaires.

OCM 15 corrigé disponible

On vous donne ci-dessous le diagramme d'énergie des orbitales moléculaires à utiliser pour décrire la molécule de dioxygène :



L'ion superoxyde ($\text{O}_2^{\cdot-}$) fait partie des radicaux libres oxygénés (RLO) dont le rôle vous a été décrit dans votre cours sur les Biomolécules. Il est formé par capture d'un électron par une molécule de dioxygène.

- A. A l'état fondamental (${}^3\text{O}_2$), le dioxygène est diamagnétique.
- B. A l'état excité (${}^1\text{O}_2$), le dioxygène est paramagnétique.
- C. L'ion superoxyde $\text{O}_2^{\cdot-}$ est paramagnétique.
- D. L'ion superoxyde $\text{O}_2^{\cdot-}$ a un indice de liaison inférieur à celui du dioxygène.
- E. La distance entre les deux atomes d'oxygène est plus grande dans O_2 que dans $\text{O}_2^{\cdot-}$.

QCM 16 corrigé disponible

Considérons la molécule de formol HCHO.

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont correctes ?

- A. La géométrie de la molécule est triangulaire plane.
- B. L'atome de carbone de cette molécule est hybridé sp^3 .
- C. L'atome d'oxygène porte 3 doublets non liants.
- D. La molécule a un moment dipolaire non nul.
- E. La molécule présente un site électrophile.

QCM 17 corrigé disponible

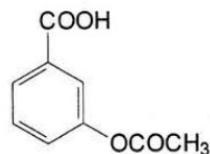
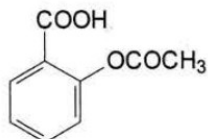
Soient les trois molécules ICl , ICl_3 et ICl_5 ($_{17}Cl$, $_{53}I$). On considère que les atomes sont tous hybridés.

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont correctes ?

- A. L'atome d'iode est dans trois états d'hybridation différents.
- B. Ces trois molécules possèdent un moment dipolaire global non nul.
- C. Une de ces molécules comporte une liaison π .
- D. ICl_3 est une molécule plane apolaire (son moment dipolaire global est nul).
- E. Dans les molécules ICl_3 et ICl_5 , les angles Cl-I-Cl sont légèrement inférieurs à 90° .

QCM 18 corrigé disponible

On considère l'acide *ortho*-acétoxybenzoïque (connu sous le nom d'aspirine) et l'acide *méto*-acétoxybenzoïque de structures :



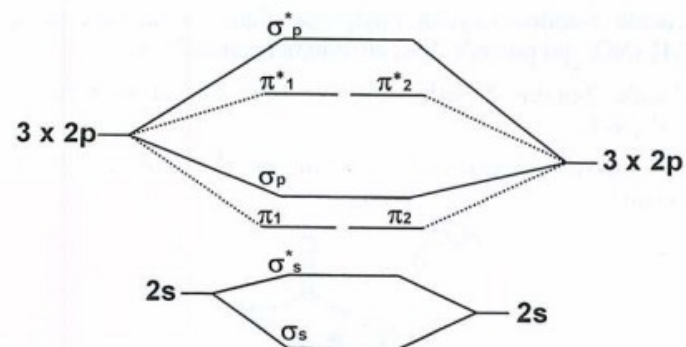
Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont correctes ?

- A. La liaison hydrogène est une liaison covalente.
- B. Au sein d'une molécule d'aspirine peut s'établir une liaison hydrogène intramoléculaire.
- C. Au sein d'une molécule d'acide *méto*-acétoxybenzoïque peut s'établir une liaison hydrogène intramoléculaire.
- D. Ces deux molécules peuvent se lier par des liaisons hydrogène intermoléculaires.
- E. La température de fusion du composé *ortho* est supérieure à celle du composé *méto*.

QCM 19 corrigé disponible

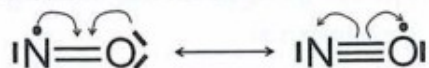
On considère le monoxyde d'azote NO (qui peut également s'écrire NO^*), pour lequel on vous donne les informations suivantes :

- Longueurs des différents types de liaison N—O : simple, 1,41 Å ; double, 1,21 Å ; triple 1,10 Å. Dans NO , la longueur mesurée expérimentalement est de 1,15 Å.
- Diagramme énergétique des orbitales moléculaires de NO :



- A. La structure de Lewis de NO permet de prédire que NO est diamagnétique.
- B. Le remplissage des orbitales moléculaires de NO indique qu'à l'état fondamental un électron célibataire est présent dans l'orbitale moléculaire σ_p^* .
- C. L'indice de liaison de NO est de 2,5, ce qui est conforme à la longueur mesurée de la liaison.
- D. La perte d'un électron par NO pour donner NO^+ génère un cation moins stable que NO car tous les électrons sont appariés et l'indice de liaison est de 3.

- E. La résonance mise en évidence ci-dessous est en accord avec l'indice de liaison déterminé par la théorie des orbitales moléculaires.



QCM 20 corrigé disponible

Soient les trois oxydes d'azote suivants :

- Protoxyde d'azote : N_2O (utilisation comme gaz anesthésiant, en particulier en Odontologie).
- Monoxyde d'azote : NO^\bullet (agent vasodilatateur produit dans l'organisme).
- Dioxyde d'azote : NO_2^\bullet (gaz très polluant produit en particulier par les moteurs à explosion).

Pour écrire la structure de Lewis de N_2O , écrire la structure du diazote puis rajouter un atome d'oxygène. Pour écrire la structure de Lewis de NO_2^\bullet , écrire celle de NO^\bullet puis rajouter un atome d'oxygène. On vous indique que NO_2^\bullet est plan avec un angle des liaisons égal à 134,3 degrés. Pour les liaisons donneur-accepteur, utilisez la représentation avec des charges formelles. Pour chaque structure, écrivez les différentes formes limites. Pour le calcul des nombres d'oxydation, utilisez la méthode simplifiée.

Quand on compare la longueur de la liaison entre N et O dans N_2O et NO^\bullet , on trouve les valeurs suivantes : 115 pm ; 118,6 pm (celles-ci ne sont pas forcément dans l'ordre des deux composés cités).

- N_2O , NO^\bullet et NO_2^\bullet correspondent à des degrés d'oxydation croissants de l'atome d'azote (+ I, + II et + IV, respectivement).
- La longueur de la liaison entre N et O dans NO^\bullet est égale à 118,6 pm.
- La longueur de la liaison entre N et O dans N_2O est égale à 115 pm.
- Dans NO_2^\bullet , les deux liaisons entre N et O ont la même longueur.
- La valeur de l'angle des liaisons dans NO_2^\bullet indique qu'un électron célibataire dans son orbitale occupe plus de volume qu'une paire d'électrons non liante.

QCM 21 corrigé disponible

Soit le tableau suivant donnant les valeurs d'énergie d'interaction attribuables aux forces de Keesom (dipôles permanents-dipôles permanents), Debye (dipôles permanents-dipôles induits) et London (dipôles provisoires-dipôles induits) de 4 composés (a), (b), (c) et (d). Ceux-ci correspondent, dans le désordre, à Ar, HCl, HBr et HI.

On vous rappelle : ${}_{17}\text{Cl}$; ${}_{18}\text{Ar}$; ${}_{35}\text{Br}$; ${}_{53}\text{I}$.

	Energie d'interaction (kJ/mol)		
	Keesom	Debye	London
(a)	0,7	0,5	21,9
(b)	0,02	0,1	25,8
(c)	3,3	1,0	16,8
(d)	0	0	8,5

Araud, Chimie Physique (Dunod), p.173

- Le composé (a) correspond à HBr.
- Le composé (b) correspond à HCl.
- Le composé (c) correspond à HI.
- Le composé (d) correspond à Ar.
- La température d'ébullition de HCl est supérieure à celle de HI car le premier établit des liaisons hydrogène intermoléculaires.

QCM 22 corrigé disponible

Soit le tableau suivant donnant les valeurs d'énergie d'interaction attribuables aux forces de Keesom (dipôles permanents-dipôles permanents), Debye (dipôles permanents-dipôles induits) et London (dipôles provisoires-dipôles induits) de 4 composés (a), (b), (c) et (d). Ceux-ci correspondent, dans le désordre, à Ar, HCl, HBr et HI.

On vous rappelle : ${}_{17}\text{Cl}$; ${}_{18}\text{Ar}$; ${}_{35}\text{Br}$; ${}_{53}\text{I}$.

	Energie d'interaction (kJ/mol)		
	Keesom	Debye	London
(a)	0,7	0,5	21,9
(b)	0,02	0,1	25,8
(c)	3,3	1,0	16,8
(d)	0	0	8,5

Arnaud, Chimie Physique (Dunod), p.173

- A. Le composé (a) correspond à HBr.
 B. Le composé (b) correspond à HCl.
 C. Le composé (c) correspond à HI.
 D. Le composé (d) correspond à Ar.
 E. La température d'ébullition de HCl est supérieure à celle de HI car le premier établit des liaisons hydrogène intermoléculaires.

QCM 23 corrigé disponible

Le dicarbone C_2 est la molécule responsable des volutes bleues observées dans les flammes d'hydrocarbure en particulier. Il est également présent dans l'espace interstellaire.

Sa longueur de liaison est de 1,31 Å, comparable à celle d'une double liaison entre 2 C de la plupart des molécules organiques. On sait également que C_2 est diamagnétique.

La structure de Lewis ci-dessous est couramment utilisée pour décrire la molécule C_2 .



Pour préciser cette structure, on fait appel à la théorie LCAO des orbitales moléculaires et la Figure ci-dessous vous donne deux possibilités de diagrammes énergétiques des orbitales moléculaires de C_2 .

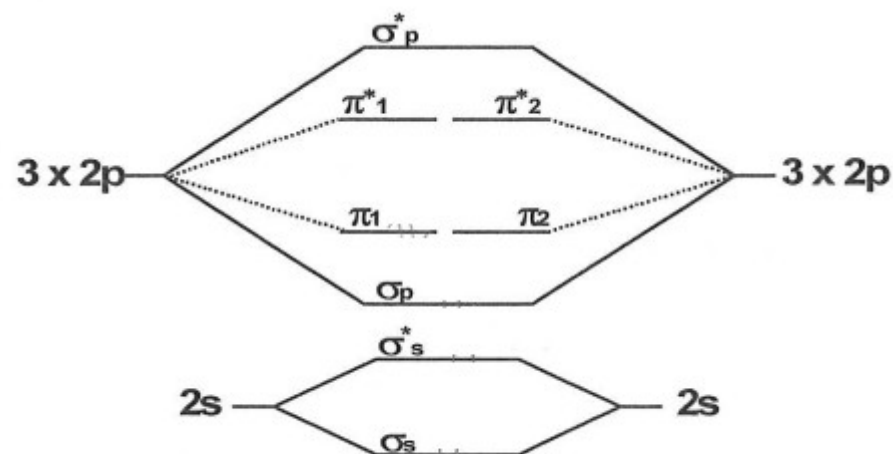


Diagramme 1

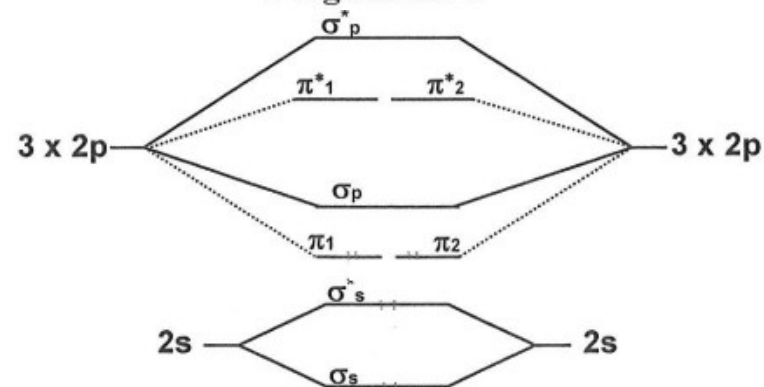


Diagramme 2

- A. Dans le diagramme 1, l'indice de liaison de la molécule C_2 est conforme aux données expérimentales.
 B. Dans le diagramme 2, l'indice de liaison de la molécule C_2 contredit les données expérimentales.

- C. Pour décrire la molécule C_2 , on peut affirmer que seul le diagramme 2 est valide.
- D. La structure de Lewis de C_2 présentée ci-dessus, dans laquelle C est à l'état fondamental, est conforme aux données obtenues par la théorie LCAO.
- E. La structure de Lewis de C_2 présentée ci-dessus respecte la règle de l'octet.

OCM 24 corrigé disponible

Concernant l'anion O_2^{2-} dans la théorie LCAO ($8O$; seuls les électrons de valence seront considérés) :

- A. L'orbitale moléculaire occupée de plus haute énergie est une orbitale moléculaire antiliante σ^* .
- B. Toutes les orbitales moléculaires liantes sont occupées.
- C. L'ordre de liaison de cet ion est égal à 2.
- D. Cet ion est paramagnétique.
- E. La longueur de la liaison dans l'ion O_2^{2-} est inférieure à celle de la molécule O_2 .

OCM 25 corrigé disponible

On s'intéresse aux molécules ou ions suivants : NH_2^- , NH_3 , NH_4^+ . On désigne par α l'angle formé par les liaisons H-N-H.

- A. L'ion NH_2^- possède une structure linéaire.
- B. La molécule NH_3 est de géométrie tétraédrique.
- C. Les angles varient dans l'ordre suivant : $\alpha(NH_2^-) < \alpha(NH_3) < \alpha(NH_4^+)$.
- D. Ces 3 composés présentent la même figure de répulsion.
- E. Dans ces 3 composés, l'atome d'azote est hybridé sp^3 .

OCM 26 corrigé disponible

Soit la molécule d'acétonitrile CH_3CN :

- A. Les 2 atomes de carbone sont hybridés « sp^3 ».
- B. L'atome d'azote est hybridé « sp^2 ».
- C. Toutes les liaisons sont des liaisons σ .
- D. Toutes les liaisons sont des liaisons covalentes.
- E. Cette molécule a un moment dipolaire global nul.

OCM 27 corrigé disponible

- A. La température d'ébullition de l'éther éthylique ($C_2H_5-O-C_2H_5$) est supérieure à celle du *n*-butanol (C_4H_9OH).
- B. L'acide maléique (acide (2Z)-but-2-ène-1,4-dioïque) peut former une liaison hydrogène intramoléculaire.
- C. La température d'ébullition de NH_3 est supérieure à celle de PH_3 . (N : Z = 7 ; P : Z = 15)
- D. Les molécules de dibrome (Br_2) sont associées essentiellement par interactions de Keesom.
- E. Les molécules de méthane (CH_4) peuvent s'associer par liaisons hydrogène.

OCM 28 corrigé disponible

On considère les espèces soufrées suivantes : SO_2 , SO_3 et SF_4 . ($8O$, $16S$, $9F$)

- A. Dans la molécule de SO_2 , le soufre possède un doublet non liant.
- B. La molécule de SF_4 possède une géométrie de type AX_4E .
- C. Dans les molécules de SO_2 et SO_3 , l'atome de soufre est hybridé sp^2 .
- D. Seulement deux de ces molécules possèdent tous leurs atomes dans le même plan.
- E. Toutes ces molécules possèdent un moment dipolaire global non nul.

OCM 29 corrigé disponible

On considère les molécules : 1 : $H_2C=CH_2$ 2 : $CH_3-C\equiv CH$ 3 : $CHCl_3$

- A. La molécule 1 est une molécule plane.
- B. Dans la molécule 2, tous les atomes de carbone sont alignés.
- C. Dans la molécule 2, la triple liaison est constituée de 2 liaisons σ et d'une liaison π .
- D. L'atome de carbone de la molécule 3 est hybridé sp^3 .
- E. La molécule 3 est une molécule polaire.

OCM 30 corrigé disponible

- A. Les molécules de diiode (I_2) s'associent uniquement par des interactions intermoléculaires de type London.
- B. La température d'ébullition des molécules de CF_4 est supérieure à celle des molécules de CCl_4 .
- C. Les molécules $CH_3-CO-CH_3$ peuvent s'associer par liaisons hydrogène.
- D. La température d'ébullition particulièrement élevée de l'eau s'explique essentiellement par l'existence d'interactions de van der Waals.
- E. La température d'ébullition des molécules de HF est inférieure à celle des molécules de HBr .