

Breaking Bad : la phosphine

La fin du premier épisode de la saison 1 se termine par l'intoxication par de la phosphine de deux tueurs poursuivant le héros. La phosphine PH_3 , encore appelée hydrure de phosphore, est un composé gazeux extrêmement toxique par inhalation.



1. Écrire une formule de Lewis de la phosphine, puis proposer une représentation tridimensionnelle à l'aide du modèle VSEPR et nommer sa géométrie.

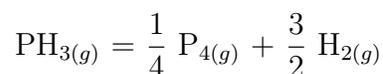
Dans la suite, le héros Walter White donne l'explication suivante à son élève qui devient ensuite son complice dans la production de méthamphétamine :

Le phosphore rouge (P) mis en présence d'humidité (H_2O) et catalysé par la chaleur ça donne l'hydrure de phosphore, de la phosphine.

Le phosphore rouge est une variété de phosphore solide.

2. À l'aide des données, indiquer s'il est possible de confirmer ou d'infirmer l'explication donnée par le héros. Proposer une équation-bilan pour cette réaction.

La phosphine est une molécule très stable. Néanmoins à haute température, elle peut se décomposer selon la réaction suivante :



La cinétique de décomposition de la phosphine en phase gazeuse a fait l'objet de nombreuses études. Pour cela, une quantité connue de phosphine a été introduite à l'instant t égal à 0 dans une enceinte de volume constant initialement vide et maintenue à température fixée. La concentration volumique en phosphine a été suivie au cours du temps à l'aide d'un dispositif qui ne sera pas étudié ici.

Les résultats du suivi à la température de 500 °C sont regroupés ci-après :

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
[PH ₃] (mol·L ⁻¹)	0,100	0,085	0,073	0,062	0,053	0,045	0,038	0,033	0,028	0,024

- Quel tracé faut-il effectuer pour vérifier que cinétique est d'ordre 1 ?
- Effectuer un tracé permettant de vérifier l'ordre 1. Si ce tracé est réalisé sur python ou calculatrice, vous devez indiquer l'équation de la droite correspondante (de la forme $y = ax + b$)
- Déterminer la constante de vitesse à 500 °C notée k_{500} .
- Retrouver l'expression du temps de demi-réaction ; le calculer pour la décomposition de la phosphine à 500 °C.
Dans cette même étude, l'énergie d'activation E_A de la réaction a été déterminée ; elle est égale à 185 kJ/mol.
- Rappeler la loi d'Arrhénius puis calculer la constante de vitesse de la réaction de décomposition de la phosphine à 20 °C notée k_{20} .
- En déduire le temps de demi-réaction à la température de 20 °C et commenter le résultat.

Données :

élément	H	P	
numéro atomique	1	15	

couple	P _(s) /PH _{3(g)}	H ⁺ /H _{2(g)}	O _{2(g)} /H ₂ O
--------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------