

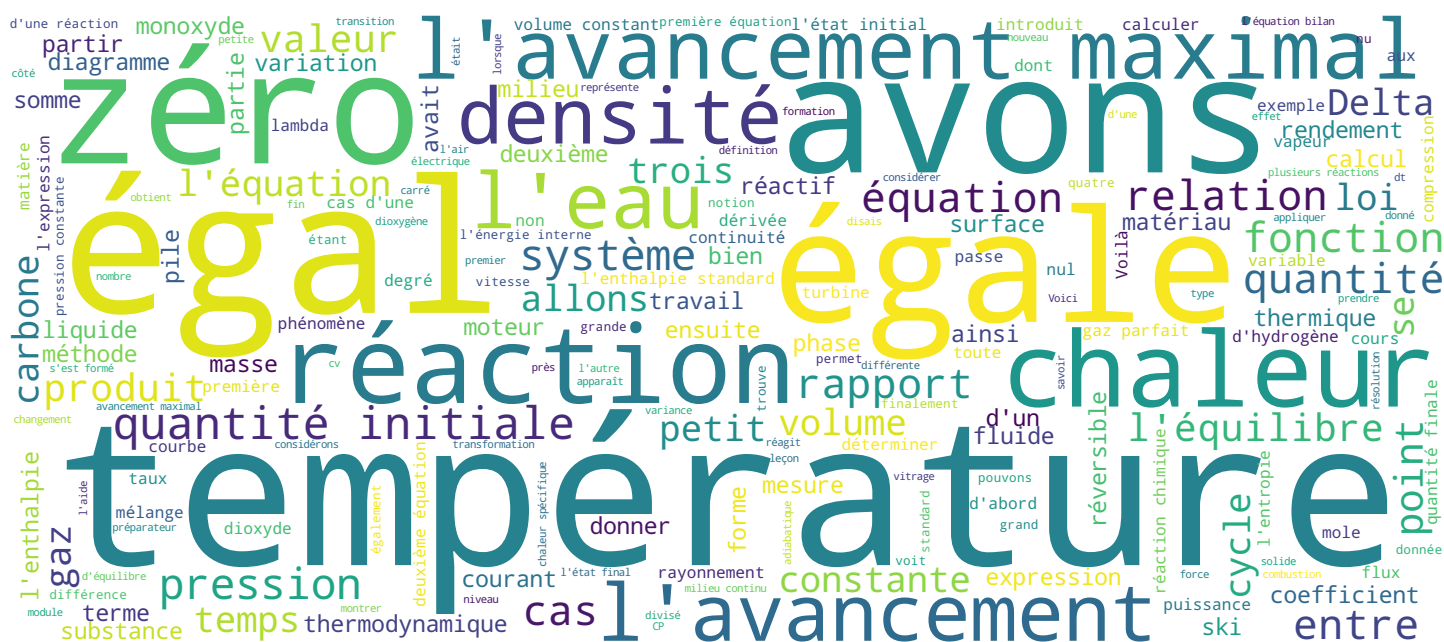
Josiah Willard Gibbs, 1839-1903



Dr. Théophile MBANG, ENSP – Yaoundé - Cameroun

Thermodynamique

AVANCEMENT DE REACTION



Search MOOC



Video



EPFL



Thermodynamique

Bonjour. C'est un grand plaisir de contribuer au cours des thermodynamique coordonné par l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne et BFL en Suisse. Je suis enseignant de chimie à l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique et en SP de Yaoundé au Cameroun. Nous allons contribuer à la partie thermo chimie. Pour ce faire, nous allons commencer par la notion d'avancement des réactions qui est une méthode de calcul des quantités et matières des espèces présentes dans le milieu réactionnel.

Notes

Summary



0m 04s



- APPROCHE QUALITATIVE
- APPROCHE QUANTITATIVE
- CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES
 - Méthode de résolution
 - Cas d'une réaction isolée
 - Cas d'une réaction limitée par une réaction opposée
 - Cas où une substance est transformée simultanément dans plusieurs réactions

Thermodynamique

Nous allons faire une approche qualitative. Il faut savoir écrire l'équation. D'une réaction chimique. Vers l'approche quantitative. Et. Là, nous devons connaître le coefficient stœchiométrique. Il fait des calculs, des quantités de matière. Les espèces chimiques. Alors on va donner la méthode, la méthode de résolution. On va appliquer à des cas d'une réaction isolée. Cas d'une version limitée par une réaction opposée. Et cas ou une substance est transformée simultanément dans plusieurs réactions.

Notes

Summary



APPROCHE QUANTITATIVE



A partir de la valeur de ξ , on calcule la quantité de tous les autres constituants X présents dans le réacteur lorsque la réaction s'est produite, connaissant les quantités initiales introduites au début de la réaction selon:

- $n_F(X) = n_I(X) + \nu(X) \cdot \xi$
 - $n_F(X)$ = quantité finale de
 - $n_I(X)$ = quantité initiale de
 - ν_X = coefficient stœchiométrique de
-
- ξ est nul au début de la réaction, augmente lorsque la réaction progresse et est mesuré en mole.

Thermodynamique

Pour l'approche quantitative, je disais il faut connaître le coefficient stœchiométrique. Soit la réaction chimique. Petit à Grantham, plus petit Granby. Donne comme produits, petits, qui sait et petits, dit Gandhi. Musique, c'est le nombre figurant devant chaque construction de la crise participant à la réaction chimique. Nul X est positif pour les produits et négatif pour les réactifs utilisés. Ainsi, vu les Ghandi et Tu vas l'appétit des Innus, des tentacules à la mode à. L'avancement des réactions notées, ce qui. Soit ski qui la valeur commune calculée à partir de n'importe quelle espèce chimique réactif ou produit participant à la réaction chimique. À partir de la valeur du ski, la valeur du. L'avancement d'Erasmus qui, on calcule la quantité de tous les hôtes, constitue un grand axe participant. À la réaction. Dans tous les cas, le réactif granitique présent dans le réacteur lorsque la réaction s'est produite connaissant les quantités initiales introduites au début de la réaction. Dès que la quantité finale fixe la quantité initiale et quand x . Plus nu. X fois l'avancement. Ce qui. L'avancement à ski est nul au début de la version et augmente lorsque la version progresse et est mesurée en moles.

Notes

Summary



1m 35s

CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



Méthode de résolution

Eq. bilan	aA	+	bB	=	cC	+	dD
El/mol	$n_i(A)$		$n_i(B)$		$n_i(C)$		$n_i(D)$
ξ /mol	$n_i(A) - a.\xi$		$n_i(B) - b.\xi$		$n_i(C) + c.\xi$		$n_i(D) + d.\xi$
EF/mol	$n_i(A) - a.\xi_{max}$		$n_i(B) - b.\xi_{max}$		$n_i(C) + c.\xi_{max}$		$n_i(D) + d.\xi_{max}$

On pose: $n_i(A) - a.\xi_{max1} = 0$ et $n_i(B) - b.\xi_{max2} = 0$

On calcule ξ_{max} , puis on prend le plus petit entre ξ_{max1} et ξ_{max2}

Parfois $\xi_{max1} = \xi_{max2}$.

Thermodynamique

Pour le calcul des quantités des espèces chimiques. Quelle est la méthode de résolution ? Cette méthode s'est présentée sous forme de tableaux. Il faut savoir écrire les lignes. Il faut d'abord la première ligne. Il faut écrire l'équation bilan. Petit à Grantham. Il réagit avec pitié pour donner plus qu'ici. Et qui dit comme dit. l'État initial Endemol. C'est qu'on a eu à produire. Nous avons la quantité initiale de Granta et on a introduit une initiale de grands bi. Et il y avait dans nos réacteurs déjà une quantité initiale du produit français et, qualité initiale du produit grandi. La troisième ligne. C'est à l'avancement à ski à Mol. Nous avons. Dans le réacteur la quantité initiale de grandeur moyenne. Et qui a foi ? L'avancement. Et la quantité initiale de grandes baies, moins de petites baies. Fois avancement. Et il va se retrouver comme pour le produit. Comme dit la quantité initiale du produit grandit plus petit, des fois l'avancement, mais non l'état final. À Mol, on va aller prendre l'avancement à l'état de l'avancement, ce qui. Mais ici l'avancement c'est appelé l'avancement maximal. Ou le reactive grantham. Nous avons la quantité initiale de Granta. Petite fois l'avancement maximal.

Notes

Summary



3m 20s

CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



Méthode de résolution

Eq. bilan	aA	+	bB	=	cC	+	dD
El/mol	$n_i(A)$		$n_i(B)$		$n_i(C)$		$n_i(D)$
ξ /mol	$n_i(A) - a.\xi$		$n_i(B) - b.\xi$		$n_i(C) + c.\xi$		$n_i(D) + d.\xi$
EF/mol	$n_i(A) - a.\xi_{max}$		$n_i(B) - b.\xi_{max}$		$n_i(C) + c.\xi_{max}$		$n_i(D) + d.\xi_{max}$

On pose: $n_i(A) - a.\xi_{max1} = 0$ et $n_i(B) - b.\xi_{max2} = 0$

On calcule ξ_{max} , puis on prend le plus petit entre ξ_{max1} et ξ_{max2}

Parfois $\xi_{max1} = \xi_{max2}$.

Thermodynamique

De même pour le réactif Grand B et pour le produit grain si nous avons la quantité initiale du produit. Ainsi plus ces fois l'avancement maximal. De même pour le produit grandit. Quand nous avons dit réactif, ça n'a donc posé que la quantité initiale, plus grande, moins petite à l'avancement maximal. Un. Le premier réactif égal à zéro. De même pour le second, réactif, va t l'avancement maximal B égal à zéro ? On calcule l'avancement maximal. On va calculer le deux et on va prendre le plus petit, entre avancement maximal et avancement maximal. Ce qui max deux. Parfois, l'avancement maximal est égal à l'avancement maximal deux dans ce cas, comme nous verrons plus tard.

Notes

Summary



5m 05s

CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



- On fait l'application numérique (AN). La valeur du plus petit ξ_{max} donne le réactif limitant. C'est le réactif en défaut; lorsqu'il est entièrement consommé, il ne se forme plus de produit et la réaction s'arrête. Si $\xi_{max1} = \xi_{max2} \Rightarrow$ la réaction est stœchiométrique et les réactifs disparaissent au même moment.
- La réaction peut s'arrêter lorsqu'il reste encore des réactifs non transformés; ξ ne varie plus et atteint une valeur ξ_{eq} qui caractérise l'équilibre chimique. La valeur de ξ_{eq} n'est pas nécessairement égale à la valeur de ξ_{max} .

Thermodynamique

La réaction est stœchiométrique. Dès qu'on a calculé et on a pris la plus petite valeur, l'avancement maximal. En fait, l'application numérique. La valeur du petit avancement maximal donne le réactif limitant. C'est le réactif. Un défaut lorsqu'il est entièrement consommé. Ses formes, plus de produits et la réaction s'arrête. Si, comme je le disais au départ, si l'avancement maximal était maximal deux, alors la réaction est stœchiométrique et les réactifs disparaissent au même moment. La réaction peut s'arrêter lorsqu'il reste encore actif, donc transformer l'avancement, ce qui ne varie plus, et atteindre une valeur à l'équilibre qui caractérise l'équilibre chimique. La valeur de l'avancement à l'équilibre n'est pas nécessairement égale à la valeur de l'avancement.

Notes

Summary



6m 02s

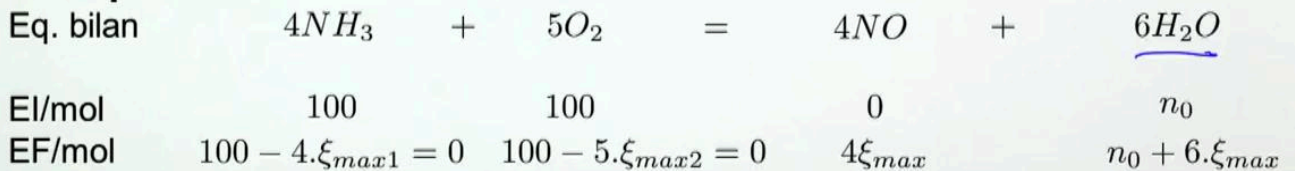
CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



- Cas d'une réaction isolée**

C'est le cas où les réactifs ne donnent qu'un jeu de produit.

- Exemple**



On résout /mol $\xi_{max1} = 25$ $\xi_{max2} = 20$; on prend $\xi_{max2} = 20$ mol

AN, EF/mol	20	0	80	$n_0 + 120$
------------	----	---	----	-------------

- Lorsque la réaction s'est effectuée, il reste 20 mol de NH_3 , 0 mol de O_2 ; il se forme 80 mol de NO et 120 mol de H_2O .

Thermodynamique

C'est la méthode des résolutions à des cas. Prendre le cas d'une réaction isolée. C'est l'OCA ou les réactifs n'est qu'un jeu de produits. Exemple. L'équation bilan est la réaction. L'ammoniac réagit avec le dioxygène pour donner du monoxyde d'azote et de l'eau. À l'état initial, on a introduit 100 mol d'ammoniac et sans mol d'oxygène, il n'y avait pas de monoxyde d'azote. Donc nous avons zéro et il y avait une certaine quantité d'eau dans le milieu qui n ? Zéro. Maintenant, on passe à l'étape finale. L'étape finale ici, comme nous l'avons vu, la méthode dont la quantité initiale de l'ammoniac symbole au moins quatre fois la masse maximale. De même pour les réactifs qui oxygène -5 fois l'avancement maximal et il s'est formé quatre fois l'avancement maximal et dans l'eau six fois l'avancement maximal moles qui vont s'ajouter à NO qui avait déjà dans l'eau au milieu personnel. On va donc chercher l'avancement maximal. Pour le dur et actif l'opprimé. On appelle ici la rançon maximale un et l'autre la valeur maximale b. Pour le dioxygène, le nombre posé cinq fois l'avancement maximal est égal à zéro et 100 -5 fois l'avancement maximal deux égal à zéro.

Notes

Summary



7m 01s

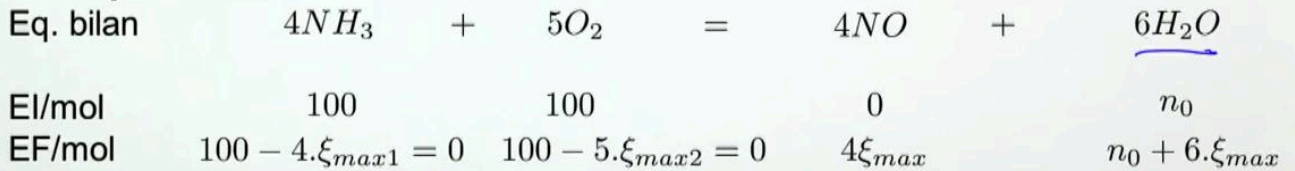
CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



- Cas d'une réaction isolée**

C'est le cas où les réactifs ne donnent qu'un jeu de produit.

- Exemple**



On résout /mol $\xi_{max1} = 25$ $\xi_{max2} = 20$; on prend $\xi_{max2} = 20$ mol

AN, EF/mol	<u>20</u>	<u>0</u>	<u>80</u>	$n_0 +$ <u>120</u>
------------	-----------	----------	-----------	--------------------

- Lorsque la réaction s'est effectuée, il reste 20 mol de NH_3 , 0 mol de O_2 ; il se forme 80 mol de NO et 120 mol de H_2O .

Thermodynamique

Donc on résout et on trouve que l'avancement maximal est à l'avancement molle et l'avancement maximal B est égal à 20 mmol. Et on prend l'eau au plus petit avancement maximal qui est ici l'avancement maximal de la veine molle. Et nous faisons l'application numérique. Donc en fait l'application mobile à l'état final. La mole a le mieux personnel mole d'ammoniac et zéro mole du dioxygène. Il s'est formé quatre mole de monoxyde d'azote et 120 molécules d'eau qui se sont ajoutées à celles qui étaient dans l'eau. Milieu personnel.

Notes

Summary



8m 42s

- **Cas d'une réaction limitée par une réaction opposée**

- On dit que le système est en équilibre chimique et à la fin de la réaction on obtient ξ_{eq} .
- C'est l'exemple de l'estérification de l'éthanol et de l'éthanoïque dans les proportions stœchiométriques.

Thermodynamique

Vous allez donc voir ici l'autre cas, le cas d'une réaction limitée par une réaction opposée. On dit que le système à l'équilibre chimique et à la fin de la réaction, on obtient l'avancement à l'équilibre. C'est l'exemple d'électrification de l'état lol. Allez l'état Loïc dans les proportions stœchiométrique.

Notes

Summary



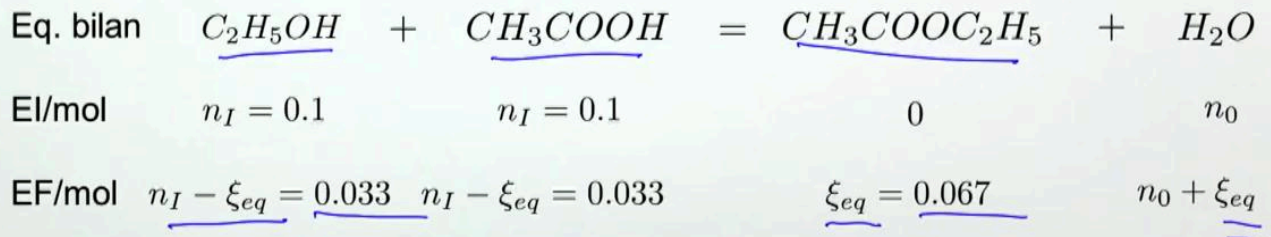
9m 28s

CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



- **Exemple:** calcul de quantités présentes à la fin de la réaction

$$n_I(C_2H_5OH) = n_I(CH_3COOH) = 0.1 \text{ mol}$$



- Si la réaction était totale, on obtiendrait 0.1 mol d'acétate d'éthyle = ξ_{max} . En réalité, on obtient 0.067 mol d'acétate d'éthyle à l'équilibre = ξ_{eq} car la réaction est limitée.

Thermodynamique

Prenons l'exemple des quantités présentes ici à la fin de la réaction que nous allons chercher à calculer, on a introduit les quantités initiales sont les mêmes quantités initiales de l'éthanol et y. La quantité initiale de l'éthanol est à 0,1 mole. Nous écrivons l'équation bilan la première ligne. L'éthanol. Il réagit avec les techniques pour donner les calottes des tuiles et de l'eau. À l'état initial, on a introduit une molette, un hall et 0,1 molette. Un. Loïc. Il n'y avait pas de tournoi, était il zéro mol et on avait une quantité d'eau quinze zéro. À l'étape finale, nous avons la quantité initiale de l'éthanol, moins l'avancement à l'équilibre. De même pour les tabloïds. Pour l'Etat, loi qui, dit il, nous avons la quantité. Ici, c'est l'avancement à l'équilibre. Et il va s'ajouter. Il va se former l'eau, ici l'avancement à l'équilibre. Mais si par d'autres méthodes, on peut trouver la quantité, mais la quantité, il est alors, dit il, qu'on ne trouve que c'est égal à 0,067 mol. Alors on peut remonter dans les calculs et prouver que il reste dans l'eau. Milieu personnel zéro virgule zéro 33 mol d'éthanol et 0,033 mol d'éthanol. Et il s'est formé aussi 0,067 molécules d'eau.

Notes

Summary

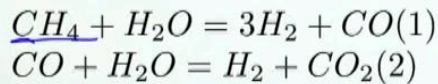


9m 52s

CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



- **Cas où une substance est transformée simultanément dans plusieurs réactions**
- **Exemple:** Cas du « gaz à eau »



Soient ξ_1 et ξ_2 l'avancement de chacune de ces deux réactions.

Faisons le bilan des quantités de matière présentes lorsque les deux réactions ont avancé:

Inventaire	CH_4	H_2O	H_2	CO	CO_2
El /mol	n_a	n_b	0	0	0
EF /mol	$n_a - \xi_1$	$n_b - \xi_1 - \xi_2$	$3\xi_1 + \xi_2$	$\xi_1 - \xi_2$	ξ_2

Thermodynamique

Mais par une méthode, nous savons calculer quand il est réactif et qu'on a prouvé qu'il y avait, il restait de 0,033 mmol d'éthanol. Alors nous pouvons déterminer l'avancement à l'équilibre. Connaissant l'avancement à l'équilibre, il faut qu'on ait de l'avancement maximal parfois. Ceci dit, si la réaction était totale, on obtiendrait une molle calotte, dit il. Delta Lloyd Interstate, dit il. C'est ce qui nous donne l'avancement maximal. On ne peut déterminer le rendement ici, qui est calculé par l'avancement à l'équilibre divisé par l'avancement maximal. Généralement, on donne ça en pourcentage, mais en réalité on obtient 0,0107 mots de cet article. Des est il à l'équilibre ? Donc il nous donne ici l'avancement à l'équilibre quand la réversion est limitée. Donc pour le cas maintenant, on va donc appliquer le dernier cas car une substance est transformée simultanément dans plusieurs réactions. Plusieurs ça commence à partir de deux, trois, quatre, cinq, six. Moi je vais prendre les deux réactions. Pour les six. Je peux vous donner. Six éclaircir et action diversion. Mais je prends deux, c'est déjà plusieurs. Exemple du cas du gaz à haut. Le méthane réagit avec de l'eau pour donner du dihydrogène et du monoxyde de carbone.

Notes

Summary

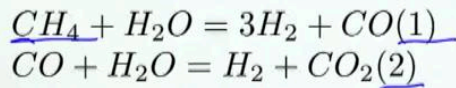


11m 35s

CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



- **Cas où une substance est transformée simultanément dans plusieurs réactions**
- **Exemple:** Cas du « gaz à eau »



Soient ξ_1 et ξ_2 l'avancement de chacune de ces deux réactions.

Faisons le bilan des quantités de matière présentes lorsque les deux réactions ont avancé:

Inventaire	CH_4	H_2O	H_2	CO	CO_2
El /mol	n_a	n_b	0	0	0
EF /mol	$n_a - \xi_1$	$n_b - \xi_1 - \xi_2$	$3.\xi_1 + \xi_2$	$\xi_1 - \xi_2$	ξ_2

Thermodynamique

Ça, c'est la première version. Le monoxyde de carbone formé réagit avec de l'eau. Et pour donner du d'hydrogène et du dioxyde de carbone. C'est la réaction B. Je m'arrête là pour les deux. Maintenant, chaque réaction est caractérisée par son avancement. Saut à skis et ski de l'avancement chacune de ces deux réactions. Faisons le bilan des quantités et des matières présentes. Lorsque les deux versions ont avancé. l'Enfer est toujours le tableau. On va faire l'inventaire des espèces présentes. Le mieux est personnel. Je préfère généralement faire réactif. Éliminée pour la première réaction et je le passe derrière pour produit pour la deuxième personne dans l'ordre comme ici. Nous allons voir l'eau méthane. Après le méthane, nous avons de l'eau. Après c'est du dihydrogène, du monoxyde de carbone et maintenant le monoxyde de carbone, on l'a déjà, on ne fait pas deux fois des lots d'hydrogène, maintenant on a du dioxyde de carbone. l'État initial. Nous avons introduit un mole de méthane et, petite petit bémol d'eau. Il n'y avait pas d'hydrogène dans le cerveau ni de monoxyde de carbone. C'est au zéro ni du dioxyde de carbone zéro à l'état final. Qu'est ce que nous avons ? Il faut bien rigoler les équations.

Notes

Summary

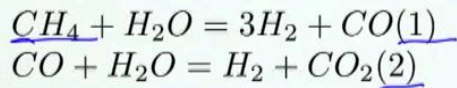


13m 11s

CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



- Cas où une substance est transformée simultanément dans plusieurs réactions
- Exemple: Cas du « gaz à eau »



Soient ξ_1 et ξ_2 l'avancement de chacune de ces deux réactions.

Faisons le bilan des quantités de matière présentes lorsque les deux réactions ont avancé:

Inventaire	CH_4	H_2O	H_2	CO	CO_2
El /mol	n_a	n_b	0	0	0
EF /mol	$n_a - \xi_1$	$n_b - \xi_1 - \xi_2$	$3.\xi_1 + \xi_2$	$\xi_1 - \xi_2$	ξ_2

Thermodynamique

Nous avons la quantité initiale de méthane qui n ? A. Moins d'avancement dans la péninsule. Kwasniewski qui, parce que l'omerta n'intervient que comme réactif. Rien que dans la première équation, le médecin n'apparaît pas dans la deuxième. Mais non l'espèce, l'eau ou. L'eau intervient dans les deux équations, dans l'équation et comme réactifs, ainsi que dans la deuxième donne. La quantité initiale de l'eau est petit. NB moins ce qui passe de réactif dans la fumée. Équation deux dans la deuxième équation. Le d'hydrogène intervient comme produit dans les équations. Bon la quantité initiale d'hydrogène. On n'a plus besoin d'écrire comme c'est zéro par le pain. Dans la première équation, ça apparaît trois fois plus, donc ça fait trois fois l'avancement. Ce qui. Plus. L'avancement à ski de pour la deuxième équation. Là le monoxyde de carbone. Il apparaît dans la premier équation comme produit et intervient dans la deuxième équation comme les réactifs. Donc ça va faire la quantité initiale de monoxyde de carbone ici, qui est zéro. Et non plus ce qui est ce qui se produit dans la première équation. Mais ce qui compte c'est le réactif dans la deuxième équation. Et pour le dioxyde de carbone, qui ne se forme que dans la deuxième équation qu'on produit, et il apparaît ce qui de.

Notes

Summary



14m 48s

CALCUL DES QUANTITES D'ESPECES CHIMIQUES



- Appelons ξ_i l'avancement de la réaction i et $\nu(X, i)$ le nombre stœchiométrique du constituant X dans la réaction i .
- D'une façon générale, si une espèce X participe à plusieurs réactions simultanées, la quantité de cette espèce restant dans le réacteur, lorsque les réactions ont avancé est telle que:

$$n_F(X) = n_I(X) + \sum_i \nu(X, i) \cdot \xi_i$$

$$n_F(H_2) = 0 + 3 \cdot \xi_1 + \xi_2$$

Thermodynamique

Et si on peut faire tous les calculs, nous pouvons nous généraliser quand nous aurons six équations simples, disent plusieurs équations appelant ce qui. L'avancement de la version petit. Et nul ici le nombre stœchiométrique du constituant Grand X dans la réaction Y. D'une façon générale, si une espèce granitique participe à plusieurs réactions simultanées, la quantité des espèce espèces restantes dans le réacteur. Lorsque les versions avancées et telles que la quantité finale est grand, x est égale à la quantité initiale d'écran X plus somme de nu x dans l'arrière sont petits fois l'avancement compétitif, ce qui. Si nous revenons dans nos cas précédents ou on avait pour local et d'hydrogène, nous allons appliquer cette formule. Donc la quantité finale du d'hydrogène est égale à zéro de la quantité initiale. Plus la somme. Des nus ici qui multiplie l'avancement d ce qui y est en réaction. Donc je disais que la quantité finale d'hydrogène est égale à zéro plus trois fois l'avancement, ce qui à la première équation plus ce qui deux.

Notes

Summary

16m 29s



CONCLUSION



- L'avancement de la réaction ξ est une méthode de calcul des quantités de matière des espèces X présentes dans le milieu réactionnel à un instant donné.
$$n_F(X) = n_I(X) + \nu(X)\xi$$
- Soit ξ_i l'avancement de la réaction i et $\nu(X,i)$ le nombre stœchiométrique du constituant X dans la réaction i . Si une espèce participe à plusieurs réactions simultanées, la quantité de cette espèce restant dans le réacteur, lorsque les réactions ont avancé est telle que:

$$n_F(X) = n_I(X) + \sum \nu(X,i) \cdot \xi_i$$

Thermodynamique

Voilà, c'est terminé. Le premier cours qui nous introduit dans la thermo chimie, dans la notion de l'avancement des réactions aussi, qui est une méthode de calcul des quantités de matière des espèces présentes dans le milieu réactionnel à un instant donné. Dans la quantité finale du Grand X. Est égal à la quantité initiale et garantit le plus nul. X fois l'avancement. Pour généraliser ici. Saut à ski. L'avancement de la réaction est petit et une décote ici. Le nombre stœchiométrique du constituant X dans la réaction qui y. Si une espèce participe à plusieurs réactions simultanées. La quantité de chaque espèce est restante dans le réacteur. Lorsque les réactions ont avancé est telle que. La quantité finale des X est égale à la quantité initiale d'églantine plus somme. Des nus dans la de petits à l'avancement de la version petit à petit. Merci et au revoir.

Notes

Summary

18m 01s

