

БИБН 2018-19
«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»
ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
(15 декабря 2018 года)
9 класс

Задача 9-1

Причиной появления «блуждающих огней», которые иногда можно наблюдать на болотах, является образование соединений фосфора и водорода, которые образуются в процессе гниения органических веществ и самовоспламеняются на воздухе.

1. Установите формулу одного таких соединений, если известно, что его молярная масса равна 34, а массовая доля водорода 8.8%.

2. Укажите степень окисления фосфора и водорода в этом соединении. Какие степени окисления характерны для фосфора.

Решение

1. Если формулу соединения записать в общем виде P_xH_y , тогда:

$$x = 34 \cdot (1 - 0.088) / 31 = 1$$

$$y = 34 \cdot 0.088 / 1 = 3$$

Формула соединения PH_3 .

2. Степень окисления фосфора -3 , водорода $+1$. Фосфор также может проявлять степени окисления $+3$, $+5$.

Разбалловка:

Установление формулы соединения 14 б

Указание степеней окисления фосфора и водорода в соединении 3·2= 6 б

Указание других возможных степеней окисления фосфора 5 б

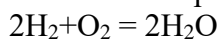
Итого 25 баллов

Задача 9-2

К 120 мл смеси водорода и азота (н.у.) добавили 150 мл кислорода и подожгли. После окончания реакции и приведения газов к исходным условиям объем составлял 225 мл. Определите объемные доли газов в исходной смеси. Приведите расчеты с пояснениями. Напишите уравнение реакции.

Решение

Азот при обычных условиях с кислородом и водородом не реагирует.



Пусть объем кислорода, вступившего в реакцию: $V(O_2) = x$. Тогда $V(H_2) = 2x$. Если продукты реакции привели к исходным условиям, то вода - жидкость.

$$2x + x = (120 + 150) - 225 = 45$$

$$x = 15$$

Кислород в избытке. Весь водород прореагировал

$$V(H_2) = 2 \cdot 15 = 30 \text{ мл}$$

$$V(N_2) = 120 - 30 = 90 \text{ мл}$$

$$\varphi(H_2) = 30/120 = 0.25 \text{ или } 25\%$$

$$\varphi(N_2) = 90/120 = 0.75 \text{ или } 75\%$$

Разбалловка:

Уравнение реакции 5 б

Расчет мольных долей исходных газов 10·2= 20 б

Итого 25 баллов

Задача 9-3

В литровом замкнутом сосуде нагрели 3.8 г фтора, при этом молекулярный фтор частично диссоциировал до атомарного с поглощением теплоты. После установления равновесия обратимой реакции диссоциации средняя молярная масса газовой смеси (F , F_2) стала равной 28.5 г/моль. Напишите уравнение обратимой реакции. Найдите степень

диссоциации молекулярного фтора (%), объемные доли F , F_2 , их молярные концентрации. Как повлияют на положение равновесия увеличение температуры, давления, введение гелия при постоянном объеме, введение неона при постоянном давлении? Сформулируйте принцип Ле-Шателье.

Решение

Уравнение обратимой реакции $F_2 \rightleftharpoons 2F \cdot -Q$

Определим объемные доли молекулярного и атомарного фтора по средней молярной массе смеси газов: $M_{\text{сред}} = M_1\phi_1 + M_2\phi_2$ $28.5 = 38x + 19(1-x)$ $x = 0.5$. Значит $\phi_1 = \phi_2 = 0.5$ (50%).

	F_2	\rightleftharpoons	$2F \cdot$	
Было	0.1		0	
Прореагировало	y		-	
Выделилось	-		$2y$	
Стало	$0.1-y$		$2y$	$\Sigma = 0.1-y+2y = 0.1+y$.

Выразим объемные доли молекулярного и атомарного фтора через неизвестную величину y и определим y :

$$\phi_1 = 0.5 = \frac{0.1-y}{0.1+y} \quad \text{Отсюда } y = 0.0333.$$

$$\phi_2 = 0.5 = \frac{2y}{0.1+y} \quad \text{Отсюда } y = 0.0333.$$

Определим молярные концентрации молекулярного и атомарного фтора в равновесной смеси: $[F_2] = 0.0667$ моль/л. $[F] = 0.0667$ моль/л.

Определим степень диссоциации фтора: $\alpha_{\text{дисс}} F_2 = y/0.1 = 0.333$ (33.3%).

В соответствии с принципом Ле-Шателье если оказать внешнее воздействие на систему, находящуюся в равновесии, то усилятся процессы, ведущие к ослаблению этого воздействия. При увеличении температуры равновесие эндотермической реакции смещается вправо. Реакция является эндотермической, так как разрыв связи требует затраты энергии.

При увеличении давления равновесие реакции смещается влево (в сторону образования меньшего количества частиц газов).

При введении гелия при постоянном объеме увеличится давление и равновесие реакции смещается влево.

При введении неона при постоянном давлении уменьшатся концентрации всех веществ (F , F_2), уменьшится скорость прямой реакции $v_1 = k_1[F_2]$, еще сильнее уменьшится скорость обратной реакции $v_2 = k_2[F]^2$, в итоге равновесие смещается вправо.

Разбалловка:

За уравнение реакции	4 б.
За формулу расчета средней молярной массы смеси газов	4 б.
За расчет объемных долей молекулярного и атомарного фтора	4 б.
За нахождение степени диссоциации фтора	4 б.
За расчет молярных конц. молекулярного и атомарного фтора	4 б.
За выяснение направления смещения равновесия по факторам 1-4 по 1 б.	4 б.
За формулировку принципа Ле-Шателье	1 б.

Итого 25 баллов

Задача 9-4

Массовая доля кислорода в оксиде некоторого металла равна 28.57%, а в его гидроксиде — 43.24%. Определите металл и напишите уравнения реакций получения его оксида в одну стадию из металла, из соли, из гидрида, из гидроксида.

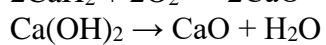
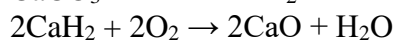
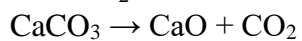
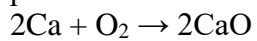
Решение

Определим металл по содержанию кислорода в оксиде и гидроксиде:

Для оксида M_2O_x $\omega(O)=0.2875=16x/(2M+16x)$

Для гидроксида $M(OH)_x$ $\omega(O)=0.4324=16x/(M+17x)$

решение системы из 2 уравнений дает результат $M=40$ г/моль, $x=2$. Это кальций.



Разбалловка:

За определение металла

5 б.

За 4 уравнения по 5 б.

20 б.

Итого 25 баллов