



Химия, Очный этап
10 февраля 2007 г.
Задания

1. В пустой герметичный сосуд емкостью 10 л поместили при н.у. 10 г аммиака, 10 г гелия и 1г порошка железа. Сосуд закрыли и нагревали при 300 °С до достижения постоянного давления 15,9 атм. Каждый литр полученного газа способен прореагировать с x мл 0,1М раствора серной кислоты в присутствии метилоранжа. Запишите уравнения протекающих реакций. Определите значение x . Определите выход обратимой реакции, в которую вступает аммиак. Увеличится или уменьшится выход этой реакции: А) При изменении температуры до 500К? Б) При увеличении массы железного порошка до 2 г? В) При увеличении степени измельчения железа? Г) При сжатии реакционной смеси до объема 5 л? Д) При введении в систему дополнительного количества гелия при постоянном объеме? Е) При введении гелия при постоянном давлении? Ж) При введении азота при постоянном объеме?

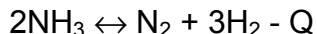
2. Смесь равных количеств 5 изомерных алкенов подвергли полному гидрированию необходимым количеством водорода. При этом масса продуктов оказалась на 2,86% больше, чем масса исходных веществ. Напишите структурные формулы алкенов, названия, уравнения их реакций. Какие продукты и в каком соотношении составляют конечную смесь?

3. Выведите простейшую формулу соли, используемой в качестве удобрения, содержащей 24,24% серы. Число атомов кислорода в формуле в два раза меньше числа атомов водорода и в два раза больше числа атомов азота.

4. К 100г 13,8%-ного раствора нитрита натрия добавлено 10,7г хлорида аммония. При нагревании выделился газ объемом 4,48л (н.у.), а из раствора было получено 11,7г белого кристаллического вещества, образующего осадок при действии нитрата серебра. Выделившийся газ смешали с газом, полученным при действии избытка соляной кислоты на 39г цинка. Эта газовая смесь была последовательно пропущена над платиновым катализатором при 350°С и затем, после охлаждения, через 100мл 2М раствора серной кислоты. Объем газа при этом уменьшился, а для нейтрализации оставшегося раствора потребовалось 41,67мл 22,4%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,2г/мл). Напишите уравнения проведенных реакций. Определите состав газовой смеси (в% по объему) после пропускания над платиновым катализатором.

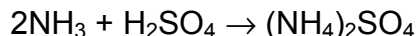
Решения задач

Задача 1.



$n(\text{NH}_3) = 0,588$ моль. $n(\text{He}) = 2,5$ моль. Определим количество вещества газов в равновесной смеси: $n = PV/RT = (101300 \cdot 15,9 \cdot 0,01) / (8,314 \cdot 573) = 3,382$ моль. По сравнению с исходной смесью n возросло на $3,382 - 2,5 - 0,588 = 0,294$ моль, что составляет половину от исходного количества аммиака. При полном расходовании $0,588$ моль аммиака по уравнению реакции n возросло бы на $0,588$ моль. Следовательно, выход реакции разложения аммиака составил 50%.

В 1 л газа количество аммиака составляет $0,0294$ моль.

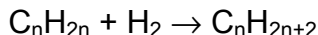


$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0147$ моль. $V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,147$ л (147 мл).

При воздействии на систему выход реакции будет изменяться не одинаково:

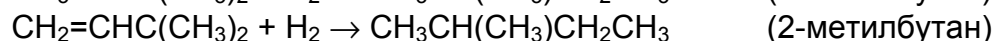
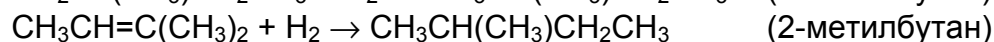
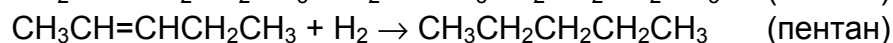
- А) Уменьшится. Б) Не изменится. В) Не изменится. Г) Уменьшится.
Д) Уменьшится. Е) Увеличится. Ж) Уменьшится.

Задача 2.



Пусть масса смеси алкенов 100 г. Тогда масса водорода 2,86 г. $n(\text{H}_2) = 1,43$ моль.

$n(\text{смеси алкенов}) = 1,43$ моль. $100 = 1,43 \cdot 14n$. Отсюда $n = 5$. Смесь состоит из изомеров C_5H_{10} : пентен-1; пентен-2; 2-метилбутен-1; 2-метилбутен-2; 3-метилбутен-1.



Смесь продуктов включает пентан (40%) и 2-метилбутан (60%).

Задача 3.

Простейшая формула соединения может быть представлена в виде $\text{S}_x(\text{NO}_2\text{H}_4)_y$. Отношение стехиометрических индексов $X:Y$ равно отношению числа молей серы $\nu(\text{S})$ к числу молей $\nu(\text{NO}_2\text{H}_4)$. $\nu(\text{S}) = m(\text{S})/M(\text{S}) = 0,2424/32 = 0,00757$.

$\nu(\text{NO}_2\text{H}_4) = m(\text{NO}_2\text{H}_4)/M(\text{NO}_2\text{H}_4) = (1 - 0,2424)/(14 + 2 \cdot 16 + 4 \cdot 1) = 0,015152$.

$X:Y = 0,00757:0,015152 = 1:2$.

Тогда формула соли $\text{S}(\text{NO}_2\text{H}_4)_2$ или $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Задача 4.

При добавлении хлорида аммония к раствору нитрита натрия протекает реакция: $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_4\text{NO}_2$. Выясним какое из исходных веществ находится в недостатке и найдем количества образовавшихся веществ.

$$n(\text{NaNO}_2) = m(p\text{-ра}) \cdot \omega / (100\% \cdot M(\text{NaNO}_2)) =$$

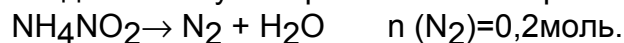
$$= 100\text{г} \cdot 13,8\% / (100\% \cdot 69\text{г/моль}) = 0,2\text{моль}$$

$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = m/M = 10,7\text{г} / 53,5\text{г} = 0,2\text{моль}$. Следовательно, нитрит натрия и хлорид аммония взяты в эквивалентном соотношении и реагируют полностью. В растворе после реакции находятся NaCl и NH_4NO_2 .

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{NH}_4\text{NO}_2) = 0,2\text{моль}$$

$$m(\text{NaCl}) = 0,2\text{моль} \cdot 58,5\text{г/моль} = 11,7\text{г}; \quad m(\text{NH}_4\text{NO}_2) = 0,2\text{моль} \cdot 64\text{г/моль} = 12,8\text{г}.$$

При нагревании полученного раствора выделяется газ в количестве $4,48\text{л} / (22,4\text{л/моль}) = 0,2\text{моль}$, а из оставшегося раствора получается 11,7г белого кристаллического вещества, образующего осадок с нитратом серебра. Эти факты свидетельствуют о разложении нитрита натрия по реакции:



При растворении цинка в избытке соляной кислоты выделяется водород: $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ $n(\text{Zn}) = 39\text{г} / (65\text{г/моль}) = 0,6\text{моль}$.

В соответствии с уравнением реакции: $n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,6\text{моль}$.

Смесь N_2 и H_2 пропускают над платиновым катализатором. В результате образуется равновесная смесь трех газов: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат., t}} 2\text{NH}_3$.

Эту смесь пропускают через 100мл 2М раствора серной кислоты. $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2\text{моль/л} \cdot 0,1\text{л} = 0,2\text{моль}$. Объем газов уменьшается за счет поглощения аммиака: $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Для нейтрализации непрореагировавшей H_2SO_4 требуется $41,67\text{мл} \cdot 1,2\text{г/мл} \cdot 22,4\% / (100\% \cdot 56\text{г/моль}) = 0,2\text{моль}$ KOH :

$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$. В соответствии с уравнением реакции в растворе после растворения аммиака остается: $n(\text{KOH})/2 = 0,2\text{моль}/2 = 0,1\text{моль}$ H_2SO_4 . В реакцию с аммиаком вступает $0,2 - 0,1 = 0,1\text{моль}$ H_2SO_4 . Следовательно, в равновесной смеси газов находится $n(\text{NH}_3) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,1\text{моль} = 0,2\text{моль}$ аммиака. На образование $0,2\text{моль}$ NH_3 расходуется $0,1\text{моль}$ N_2 и $0,3\text{моль}$ H_2 . В равновесной газовой смеси находится $0,2\text{моль}$ NH_3 , $0,2 - 0,1 = 0,1\text{моль}$ N_2 и $0,6 - 0,3 = 0,3\text{моль}$ H_2 .

$\varphi(\text{NH}_3) = 0,2/0,6 = 0,33$ (33%); $\varphi(\text{N}_2) = 0,1/0,6 = 0,17$ (17%); $\varphi(\text{H}_2) = 0,3/0,6 = 0,5$ (50%).