

Реши — и решишься!

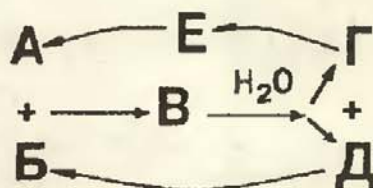
Прежде чем хвататься за бумагу и ручку, загляните на с. 68 и прочтите о Высшем колледже наук о материалах. С его вступительных экзаменов и взяты задачи. Прочитали? Заинтересовались? Тогда проверьте себя.

1. При полном сжигании 11,9 г сплава двух элементов в токе кислорода образуется 22,75 г оксидов, а при обработке того же количества сплава избытком HCl остается 1,1 г нерастворимого остатка. Извлеченную из солянокислого раствора соль растворили в воде и подвергли электролизу. Газ, выделившийся на аноде, занимает объем 12,23 л при 25 °С и 1,2 атм. Определить состав сплава.

2. Газовая смесь (I), состоящая из H_2 и N_2 , пропущена через реактор с катализатором при 700 °К. Полученную равновесную газовую смесь (II) с плотностью по водороду $D_{H_2} = 4,655$ использовали для восстановления избытка CuO. При этом выделилось 176,45 кДж теплоты в пересчете на

стандартные условия (потери тепла учтены). Полученная после реакции восстановленная газовая смесь (III) была охлаждена до 400 °К и при давлении 99,77 кПа занимала объем 100 литров. Теплоты образования H_2O (газ), NH_3 (газ) и CuO (тв.) равны соответственно 242 кДж/моль; 45,9 кДж/моль; 157,3 кДж/моль. Определить состав исходной смеси (I).

3. Предложите как можно больше веществ, химические свойства которых соответствуют приведенной схеме превращений:



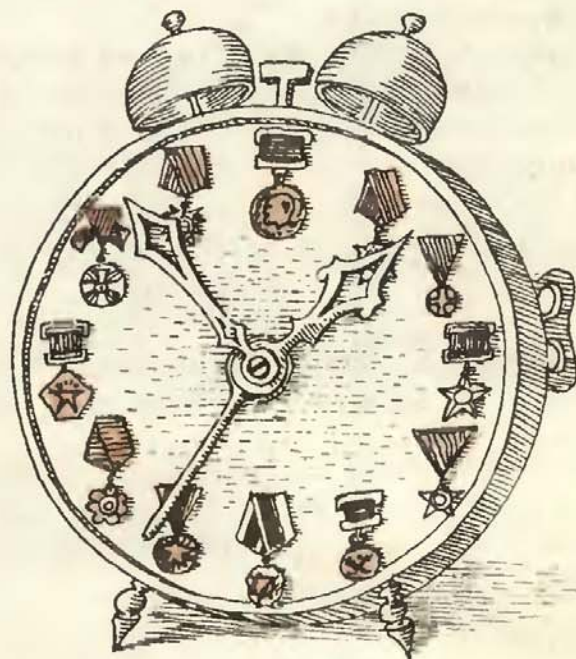
Укажите условия протекания реакций и необходимые для их проведения вспомогательные реагенты (если они нужны). В качестве А и В можно использовать только простые вещества, соответствующие элементам I, II и III периодов. Дважды использовать одно и то же простое вещество нельзя.

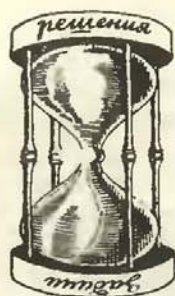
Решения — на с. 77.

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Именинник — нодофори

Так сложилось, что в этой рубрике мы рассказывали в основном об ученых, родившихся или умерших круглое количество лет тому назад. Но ведь юбиларом может быть и какой-нибудь эффектный эксперимент, и формулировка закона природы, и прибор, и вещество. А о них — скажем, о термоскопе и сосуде Дьюара, о хлорофилле и синтезе анилина, упоминалось





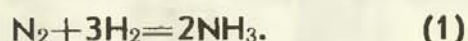
(См. с. 79)

Решения этих задач несколько длинноваты. Поэтому мы приведем их сжато, как бы пунктиром, надеясь, что вы сами легко заполните оставшиеся пробелы.

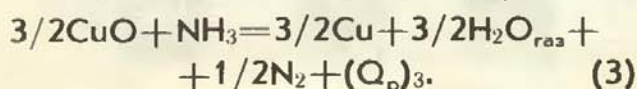
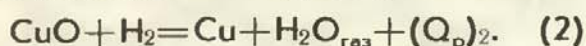
1. Один из элементов сплава, массой 1,1 г (назовем его А), нерастворим в соляной кислоте. Другой (Б), массой 10,8 г. и валентностью n , образует хлорид BCl_n . Во время электролиза на аноде выделяется Cl_2 в количестве $\nu = PV/RT = [1,2 \cdot 101325 \cdot 12,23 \cdot 10^{-3}] / [8,31 \cdot (25 + 273,2)] = 0,6$ моль. То есть 10,8 г Б соединяются с 1,2 моль атомов хлора. Тогда эквивалентная масса $\mathcal{E}_B = 10,8 : 1,2 = 9$ г/моль. Атомная масса $M(B) = \mathcal{E}_B \cdot n = 9n$. Подставляя различные n , видим, что подходит лишь $n = 3$, значит, элемент Б — алюминий.

При сжигании сплава в токе кислорода из 10,8 г Al образуется 20,4 г Al_2O_3 . На долю оксида $\text{AO}_{m/2}$ (где m — валентность А) остается $22,75 - 20,4 = 2,35$ г. То есть 1,1 г А соединяется с 1,25 г кислорода. Тогда эквивалентная масса $\mathcal{E}_A = 7,04$ г/моля, а атомная масса $M(A) = 7,04 \cdot m$. Подходит лишь $m = 4$, значит, элемент А — кремний. Состав сплава: 9,2 % кремния, 90,8 % алюминия.

2. При переходе смеси (I) в смесь (II) часть азота и водорода реагируют между собой:



При переходе смеси (II) в смесь (III) с CuO реагируют и водород, и аммиак:



Пусть газовая смесь (II) состоит из x моль N_2 , y моль H_2 и z моль NH_3 . С помощью пропорций из уравнений (1)—(3) найдем состав и общее количество газовых смесей (I) и (III).

Смесь	N_2	H_2	NH_3	H_2O	Всего
I	$x + 1/2z$	$y + 3/2z$	—	—	$x + y + 2z$
II	x	y	z	—	$x + y + z$
III	$x + 1/2z$	—	—	$y + 3/2z$	$x + y + 2z$

Мольная масса смеси (II): $M_2 = (28x + 2y + 17z)(x + y + z) = 2 \cdot D_{\text{H}_2} = 2 \times 4,655 = 9,31$ (4)

Количество молей смеси (III): $\nu = x + y + 2z = [100 \cdot 10^{-3} \cdot 99,77 \times 10^3] / [8,31 \cdot 400] = 3$ моль (5)

Тепловой эффект реакции (2): $(Q_p)_2 = Q(\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}) - Q(\text{CuO}) = 84,7$ кДж/моль. Значит, при окислении y моль H_2 выделяется $84,7 \cdot y$ кДж/моль тепла.

Аналогично $(Q_p)_3 = 3/2(\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}) - 3/2(\text{CuO}) - (\text{NH}_3) = 81,15$ кДж/моль. При окислении z моль NH_3 выделяется $81,15$ кДж/моль тепла. По условию $84,7y + 81,15z = 176,45$ (6)

Объединяя уравнения (4)—(6), получим систему:

$$\begin{cases} 28x + 2y + 17z = 9,31 \cdot (x + y + z) \\ 84,7y + 81,15z = 176,45 \\ x + y + 2z = 3,0 \end{cases}$$

Ее решения: $x = 0,5$; $y = 1,7$; $z = 0,4$. Значит, смесь (I) состояла из 0,7 моль N_2 и 2,3 моль H_2 .

3. А эту задачу попробуйте решить самостоятельно, только учтите, что ответов может быть много.

Если эти задачи не напугали вас, милости просим, посылайте (не позднее 31 декабря) заявки на участие в приемных экзаменах по адресу: 119899 Москва, ГСП, Ленинские горы, МГУ, химфак, приемная ВКНМ. Телефон 939-34-90.

Желаем успеха!