

Задача 1. Границы периодической системы

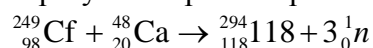
Решение

1. В 1875 г. французский химик П. Лекок де Буабодран, исследуя спектры цинковой руды, обнаружил следы нового элемента, который он назвал галлием в честь своей родины (Галлия – древнеримское название Франции). Ученому удалось выделить этот элемент в чистом виде электролизом раствора $\text{Ga}(\text{OH})_3$ в KOH и изучить его свойства. Узнав об этом открытии, Менделеев увидел, что свойства галлия совпадают со свойствами предсказанного им экаалюминия. Более того, Менделеев сообщил Лекок де Буабодрану, что тот неверно измерил плотность галлия, которая должна быть равна $5.9\text{--}6.0 \text{ г/см}^3$ вместо 4.7 г/см^3 . Действительно, более аккуратные измерения привели к правильному значению 5.904 г/см^3 .

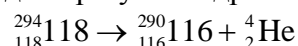
В 1876 году шведский химик Л. Нильсон при разделении редкоземельных металлов, полученных из минерала гадолинита, выделил новый элемент и назвал его скандием. Коллега Л. Нильсона, П. Клеве сразу же указал на сходство свойств скандия и описанного Д.И. Менделеевым экабора.

Окончательно периодический закон Д.И. Менделеева был признан после 1886 г., когда немецкий химик К. Винклер, анализируя минерал аргиродит, содержащий серебро, получил элемент, который он назвал германием. Свойства германия и его соединений практически полностью совпали с предсказаниями Д.И. Менделеева.

2. При синтезе 118-го элемента образуются три нейтрона:



При α -распаде полученного нуклида образуется ядро 116-го элемента:



3. 118-й элемент завершает 7-й период. Он относится к группе инертных газов (18-ая группа). Электронная конфигурация: $[\text{Rn}] 5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^6$.

4. Для экстраполяции свойств 118-го элемента будем рассматривать только инертные газы 3-6-го периодов, так как гелий и неон значительно отличаются по физическим и химическим свойствам от остальных своих аналогов.

а) Температуры плавления:

Z	$T_{\text{пл}}, \text{K}$
18	84
36	116
54	161
86	202

Зависимость температуры плавления от порядкового номера близка к линейной. Линейная экстраполяция дает $T_{\text{пл}}(118) = 263 \text{ K} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$.

б) Температуры кипения:

Z	$T_{\text{кип}}, \text{K}$
18	87
36	120
54	165
86	211

Температуры кипения инертных газов в среднем на 4 градуса выше температур плавления, поэтому для 118-го элемента можно предсказать: $T_{\text{кип}}(118) = 267 \text{ K} = -6 \text{ }^\circ\text{C}$.

в) Ковалентные радиусы атомов:

Z	$r, \text{ \AA}$
18	0.97
36	1.10
54	1.30
86	1.45

Линейная экстраполяция приводит к значению: $r(118) = 1.71 \text{ \AA}$.

г) Потенциалы ионизации

Z	$I, \text{ эВ}$
18	15.8
36	14.0
54	12.1
86	10.7

Потенциал ионизации нелинейно уменьшается с ростом заряда ядра. Линеаризация данных в логарифмических координатах $\ln Z - I$ дает для $Z = 118$ значение $I = 9.7 \text{ эВ}$.

Для сравнения, приведем свойства 118-го элемента, предсказанные американскими химиками 40 лет назад: $t_{\text{пл}} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{кип}} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$, $r = 2.3 \text{ \AA}$, $I = 9.8 \text{ эВ}$.

Разумеется, полученные результаты, как и любые экстраполяции вообще, весьма приблизительны. Кроме того, свойства объемных фаз, например температуры плавления и кипения, могут быть измерены только при наличии значительного количества вещества, тогда как 118-й элемент был получен в количестве 3 атомов, распадающихся в течение миллисекунд. Поэтому наши предсказания вряд ли когда-нибудь будут проверены.

д) Высший оксид 118-го элемента должен иметь формулу RO_4 по аналогии с ксеноном (для радона аналогичный оксид, равно как и другие соединения, не получен).