

6 Определяне периода на елементарната клетка на кристално тяло чрез измерване на неговата плътност

Теоретична обосновка

Кристалните тела се характеризират с правилна периодична структура – кристална решетка. Най-малкият паралелепипед от тази структура, с помощта на който, чрез трансляция по три неколинеарни направления, може да се възпроизведе целия кристал, се нарича елементарна клетка на кристала. В най-простия случай тя е куб. Дължината a на околния ръб на този куб се нарича период на елементарната клетка.

За кубична елементарна клетка с обем $V = a^3$ съществува следната връзка между обема и плътността на веществото ρ :

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{nm}{V}$$

Тук M е масата на клетката, n е броят на атомите, принадлежащи на нея, а m е масата на отделния атом. (Единицата за плътност в SI е kg/m^3). Отделният атом на даден химичен елемент има маса $m = A/N_A$, където A е масата на 1 kmol вещество, а N_A е числото на Авогадро и $N_A = 6,022 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$. Като се замести m с неговото равно в израза за ρ , се получава:

$$\rho = \frac{nA}{VN_A}$$

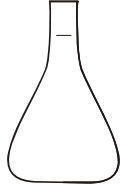
или

$$V = \frac{nA}{\rho N_A}.$$

Тогава от връзката между обема на елементарната клетка и нейния период следва, че:

$$a = \sqrt[3]{\frac{nA}{\rho N_A}} \quad (17.1)$$

и от този израз може да се пресметне a , ако предварително е измерена плътността ρ на тялото. При определянето на n трябва да се има пред вид това, че всеки атом, разположен на върха на куба, принадлежи едновременно на осем елементарни клетки, а атом, разположен върху стената на куба, принадлежи едновременно на две клетки.



Опитна постановка

За измерване на плътността на изследваното тяло се използват точна везна и пикнометър. Последният представлява стъклена колба с обем 25 cm^3 или 50 cm^3 , който е ограничен от белег, поставен върху шийката ѝ. При работа с везната се спазват указанията на ръководителя на упражнението.

Задачи и указания за изпълнението им.

Задача 1. *Да се определи плътността на тяло от метал с позната структура на кубичната кристална решетка.* За целта е необходимо да се измери масата m_1 на пълния (до белега) с дестилирана вода пикнометър и масата M на тялото. След това то се поставя в пикнометъра, а изместената от него над белега вода се отстранява и се измерва масата m_2 на пикнометъра с водата (до белега) и поставеното в него тяло. Сумата $M + m_1 - m_2$ представлява масата на изместената от образеца вода, а обемът и е $V = \frac{M + m_1 - m_2}{\rho_1}$, където ρ_1 е плътността на водата при съответната температура. Това е и обемът на тялото, чиято плътност трябва да се определи и която се пресмята от израза

$$\rho = \frac{M}{M + m_1 - m_2} \rho_1 .$$

Задача 2. *Да се определи периодът на елементарната клетка на металния образец.* Първо трябва да се определи броят на атомите n , влизащи в обема на една кубична елементарна клетка и с помощта на формулата (17.1) да се пресметне периодът на елементарната клетка, като се изрази в нанометри.