

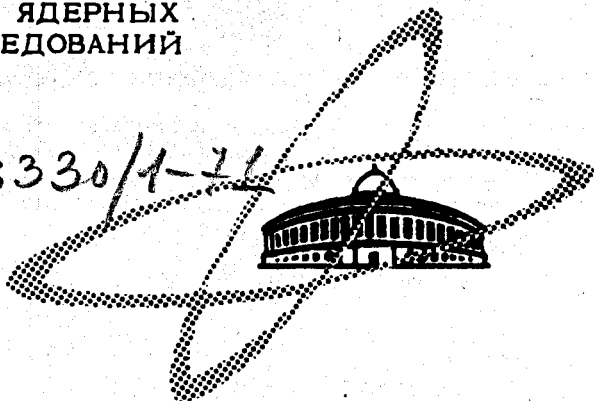
С 341.15

Б-182

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

3330/1-76

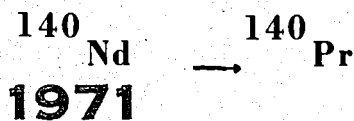


P6 - 6002

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Г.Ю.Байер, В.С.Бутцев, К.Я.Громов,  
В.Г.Калинников, К.О.Мортенсен, Г.Л.Нильссен,  
Н.А.Тихонов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ РАСПАДА

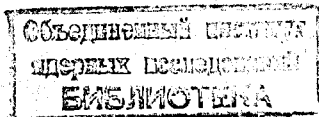


Г.Ю.Байер, В.С.Бутцев, К.Я.Громов,  
В.Г.Калинников, К.О.Мортенсен\*, Г.Л.Нильссен\*,  
Н.А.Тихонов

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ РАСПАДА



Направлено в "Physics Letters"



---

\* Институт физики университета г. Орхус, Дания.

К настоящему времени о схеме распада  $^{140}\text{Nd} \rightarrow ^{140}\text{Pr} \rightarrow ^{140}\text{Ce}$  имеются довольно полные данные (см. рис. I), однако энергия распада  $Q_{\epsilon} (^{140}\text{Nd})$  до сих пор точно не известна. Когда энергия распада  $Q_{\epsilon}$  не очень сильно превышает энергию связи электрона на К-оболочке атома, то доля К-захвата в электронном захвате ( $W_K/W_{\epsilon}$ ) сильно зависит от энергии распада. Поэтому величину  $Q_{\epsilon}$  можно определить, измерив отношение  $W_K/W_{\epsilon}$ . Сведения о вероятности К-захвата можно получить, изучая спектр рентгеновских лучей равновесной смеси  $^{140}\text{Nd} + ^{140}\text{Pr}$ . Естественно, для этого необходим спектрометр с высоким разрешением, позволяющим разделить линии  $K_{\alpha}(\text{Pr})$  и  $K_{\alpha}(\text{Ce})$ .

В случае распада  $^{140}\text{Nd}$  и  $^{140}\text{Pr}$  рентгеновские лучи К-серии возникают лишь за счет К-захвата (пренебрегаем внутренней конверсией  $\gamma$ -лучей  $^{140}\text{Pr}$ ). Для вероятностей К-захвата можно записать:

$$W_K(\text{Nd})/W_K(\text{Pr}) = \frac{J_{K_{\alpha_1, \alpha_2}}(\text{Pr}) + J_{K_{\beta'_1}}(\text{Pr}) + J_{K_{\beta'_2}}(\text{Pr})}{J_{K_{\alpha_1, \alpha_2}}(\text{Ce}) + J_{K_{\beta'_1}}(\text{Ce}) + J_{K_{\beta'_2}}(\text{Ce})} \times \frac{\omega_K(\text{Ce})}{\omega_K(\text{Pr})}$$

Отношения интенсивностей линий К-серии в Pr и Ce одинаковы и равны  $K_{\alpha_1} : K_{\alpha_2} : K_{\beta'_1} : K_{\beta'_2} = 52 : 100 : 29 : 6$  <sup>12/</sup>, а выход флуоресценции  $\omega_K(\text{Ce}) = 0,89$  и  $\omega_K(\text{Pr}) = 0,90$  <sup>12/</sup>. Поэтому,

измерив суммарную интенсивность линий К-серии  $^{140}\text{Pr}$  и  $^{140}\text{Ce}$  (или отдельных линий, например,  $J_{K\alpha, \alpha_2}$ ) и зная вероятность К-захвата  $^{140}\text{Pr}$  (см. рис. 1), мы сможем определить долю К-захвата в электронном захвате  $^{140}\text{Nd}$ . Ветвление  $W_K / W_E$  для разрешенных бета-переходов является однозначной функцией энергии перехода (рис. 2).

Препарат  $^{140}\text{Nd}$  был получен в реакции глубокого расщепления при облучении мишени  $Gd$  быстрыми протонами на синхротронном лотроне ОИЯИ. Радиохимически выделенная из продуктов реакции фракция  $Nd$  была разделена на отдельные изотопы на электромагнитном масс-сепараторе Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Спектр рентгеновских лучей был снят на  $Si(Li)$ -спектрометре Института физики университета г. Орхус, разрешение которого составляло 590 эв на линии с  $E_T \approx 40$  кэВ.

Для соотношения интенсивностей линий  $K_{\alpha_1, \alpha_2}(\text{Pr})/K_{\alpha_1, \alpha_2}(\text{Ce})$  мы получили величину  $1,86 \pm 0,03$  (рис. 3). Браун и др. <sup>15/</sup> для этого отношения приводят значение 2 (без указания погрешности).

Таким образом, доля К-захвата в электронном захвате  $^{140}\text{Nd}$  будет равна  $(W_K / W_E)_{\text{эксп}} = 0,745 \pm 0,048$ . С помощью рис. 2 для энергии распада  $^{140}\text{Nd} \rightarrow ^{140}\text{Pr}$  получаем значение  $Q_E = 131_{26}^{+65}$  кэВ. Бета-переход между основными состояниями  $^{140}\text{Nd}$  и  $^{140}\text{Pr}$  будет характеризоваться величиной  $\log_{10} ft = 4,18 \pm 0,48$   
 $0,30$ .

В заключение благодарим сотрудников радиохимической группы и группы масс-сепараторов Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ за приготовление препарата  $^{140}\text{Nd}$ . Доктору Я.Жиличу авторы признательны за полезные обсуждения и содействие.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В.Г.Калинников, Х.Л.Равн, П.Г.Хансен, Н.А.Лебедев.  
Сообщение ОИЯИ, Р6-4341, Дубна, 1969; Изв.АН СССР,  
сер.физ., 34, 916 (1970).
2. C.M.Lederer, J.M.Hollander, I.Perlman. Table of Isotopes,  
Sixth Edition, John Wiley, New York, 1967.
3. Yu.P.Suslov. Proc. of the Conference on the Electron  
Capture and Higher Order Processes in Nuclear Decays,  
v.1, p.51, Budapest, 1968.
4. J.P.Renier, H.Genz, K.W.D.Ledingham and R.W.Fink.  
Phys.Rev., 166, 935 (1968).
5. C.Browne, J.Rasmussen, J.Surls, D.Martin. Phys.Rev.,  
85, 146 (1952).

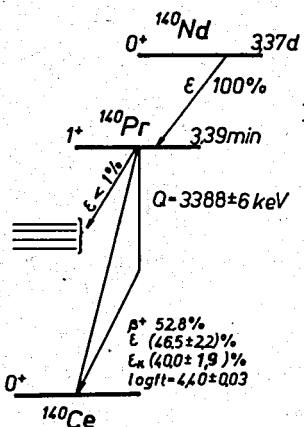


Рис. 1. Схема распада

$^{140}\text{Nd} \rightarrow ^{140}\text{Pr} \rightarrow ^{140}\text{Ce}$  согласно [1,2].

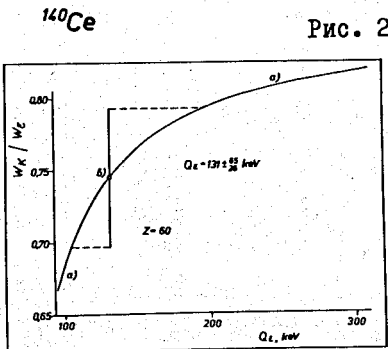


Рис. 2. К определению энергии распада

$Q_E (^{140}\text{Nd})$ . Кривая *a* рассчитана для разрешенных  $\beta$ -переходов по формулам из работы Сулова [3]. Вклад  $M^{*...}$  - захвата определялся из соотношения  $M/L = 0,22$  [4].  $\beta$  - экспериментальное значение  $W_K / W_E$  по данной работе.

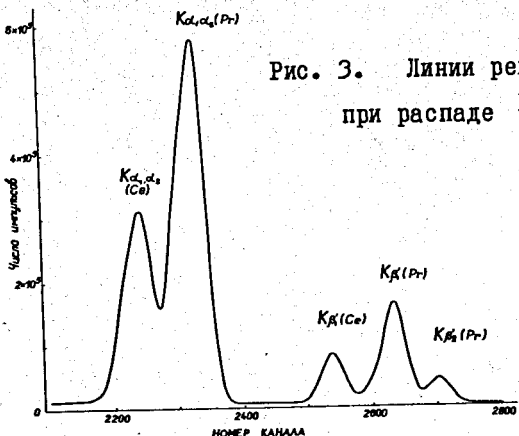


Рис. 3. Линии рентгеновских лучей К-серии при распаде  $^{140}\text{Nd} \rightarrow ^{140}\text{Pr} \rightarrow ^{140}\text{Ce}$ .