

СЗ41,16
Г-95

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



P6 - 7236

4420/2-73

Х.Гурач, А.П.Кабаченко, И.В.Кузнецов,
Н.И.Тарантин

БЕТА-РАСПАД ^{41}Si

1973

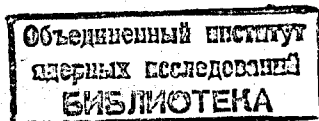
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

P6 - 7236

Х.Гурач, А.П.Кабаченко, И.В.Кузнецов,
Н.И.Тарантин

БЕТА-РАСПАД ^{41}Si

Направлено в ЯФ



Гурач Х., Кабаченко А.П., Кузнецов И.В., Тарантин Н.И. Р6 - 7236.

Бета-распад ^{41}Cl

Исследован бета-распад ^{41}Cl с помощью масс-сепаратора ЭМСНАПТИ на линии с циклотроном тяжелых ионов. Изотоп ^{41}Cl получался в реакции трехнуклонной передачи $^{181}\text{Ta}(^{40}\text{Ar}, ^{41}\text{Cl})$. Измерены максимальная энергия бета-частиц и полная энергия бета-распада, которые равны соответственно $3,80 \pm 0,15$ и $5,67 \pm 0,16$ Мэв. Период полураспада ^{41}Cl составляет 34 ± 3 сек. Приведена схема распада этого изотопа.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1973

Gurach Kh., Kabachenko A.P.,
Kusnetsov I.V., Tarantin N.I.

Р6 - 7236

Beta-Decay of ^{41}Cl

^{41}Cl beta-decay is studied using the mass-separator ЭМСНАПТИ on-line with the heavy ion cyclotron. The ^{41}Cl isotope was produced in the three-nucleon transfer reaction $^{181}\text{Ta}(^{40}\text{Ar}, ^{41}\text{Cl})$. The maximum energy of β -particles and the total one of β -decay were measured to be equal 3.80 ± 0.15 and 5.67 ± 0.16 MeV, respectively. The ^{41}Cl half life is of 34 ± 3 sec. The decay mode of this isotope is given.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1973

Введение

В работе Артюха и др.^{1/} было показано, что ^{41}Cl имеет время жизни больше 10^{-7} сек. Предсказание относительно массы ^{41}Cl , сделанное Гарвеем и др.^{2/}, а также отсутствие экспериментальных данных о массе и распаде ^{41}Cl стимулировали настоящую работу.

Методика эксперимента

Работа выполнена с использованием электромагнитного масс-сепаратора ЭМСНАПТИ^{3/}, работающего на линии с 310-сантиметровым циклотроном тяжелых ионов ОИЯИ.

Изотоп ^{41}Cl получался при взаимодействии ускоренных ионов $^{40}\text{Ar}^{+7}$ /~290 Мэв/ с танталовой мишенью. Танталовая мишень толщиной 20 мкм была установлена в окне газоразрядной камеры ионного источника масс-сепаратора. Ток ионов $^{40}\text{Ar}^{+7}$ на мишени составлял в среднем 1 мка. Сепарированные продукты ядерных реакций с определенным массовым числом собирались на приемник - алюминиевую фольгу толщиной 100 мкм. Непосредственно за приемной фольгой размещались β - и γ -детекторы. Детектор β -частиц состоял из пластического сцинтиллятора толщиной 0,5 мм и диаметром 35 мм и кристалла стильбена размером 70 x 70 мм, работающих в совпадении. Калибровка β -спектрометра по энергии выполнялась с помощью излучателей β -частиц известных энергий в тех же экспериментальных условиях, что и при измерении β -спектра ^{41}Cl . Калибровочные источники с известными граничными энергиями^{4,5/}

β -частиц $^{38}\text{Cl} / 4,81 \pm 0,05$ Мэв, $^{39}\text{Cl} / 3,45 \pm 0,02$ Мэв/ получались также при взаимодействии ионов ^{40}Ar с танталовой мишенью.

В измерениях β - γ совпадений использовались пластический β -детектор и сцинтилляционный γ -спектрометр с кристаллом NaJ(Tl) размером 70 x 70 мм.

Гамма-излучение, сопровождающее распад ^{41}Cl , регистрировалось Ge(Li) -детектором объемом 30 см³, энергетическая калибровка и определение эффективности γ -детектора проводились по γ -лучам ^{226}Ra /6/ и ^{39}Cl /7/. Этот же Ge(Li) -детектор вместе со сцинтилляционным γ -спектрометром использовался в экспериментах по γ - γ совпадениям.

Период полураспада ^{41}Cl определялся по убыванию интенсивности β -частиц.

Результаты экспериментов и обсуждения

На рис. 1 показан график Кюри для ^{41}Cl в сравнении с графиками Кюри для ^{39}Cl и ^{38}Cl , построенными с использованием поправочного фактора для однократно запрещенных переходов. Из-за рассеяния β -частиц экспериментальные графики Кюри несколько искажены. Однако подобие графиков для ^{41}Cl графикам для ^{38}Cl и ^{39}Cl , построенным в относительном масштабе, показывает, что ^{41}Cl в области энергий больше 2 Мэв имеет одну β -компоненту и максимальная энергия β -частиц ^{41}Cl равна $3,8 \pm 0,15$ Мэв.

Кривая распада ^{41}Cl показана на рис. 2. При измерении периода полураспада ^{41}Cl регистрировались β -частицы с энергией больше 1,5 Мэв, чтобы исключить влияние распада ^{41}Ar .

Период полураспада ^{41}Cl , найденный методом наименьших квадратов, равен: $T_{1/2} = 34 \pm 3$ сек.

Спектр гамма-излучения, сопровождающего β -распад ^{41}Cl , и спектр фона изображены на рис. 3. Измеренные энергии γ -переходов хорошо согласуются с энергиями γ -переходов возбужденного ядра ^{41}Ar , приведенными в работе /8/.

На рис. 4 представлены результаты опытов по β - γ совпадениям. Как видно из рисунка, β -спектры в совпадении с γ -излучением с энергией $E_{\gamma} \geq 660$ кэв и $E_{\gamma} \geq 1100$ кэв и β -спектр без совпадений имеют одну и ту же граничную энергию. Это означает, что β -переходы на основное и возбужденные состояния ^{41}Ar с энергией до 1100 кэв отсутствуют.

В измерениях γ - γ совпадений наблюдались совпадения γ -перехода с энергией 516 кэв /в канале сцинтилляционного спектрометра/ с γ -переходами с энергией 1187 кэв и 1353 кэв в канале Ge(Li) -детектора. Эти результаты показывают, что уровень ^{41}Ar с энергией 1869 кэв возбуждается при β -распаде ^{41}Cl .

Предлагаемая схема распада ^{41}Cl изображена на рис. 5. Эта схема согласуется с приведенными в работах /8,9/ схемами распада возбужденных состояний ^{41}Ar . Наблюдаемый избыток в интенсивности γ -переходов с энергиями 167 кэв и 516 кэв можно объяснить β -распадом ^{41}Cl на высоколежащие уровни ^{41}Ar , эффективность регистрации γ -переходов с которых для Ge(Li) -детектора низка.

Предложенная схема распада и измеренная максимальная энергия β -частиц ^{41}Cl дают величину $Q_{\beta} = 5,67 \pm 0,16$ Мэв.

Избыток массы ^{41}Cl $\Delta = -27,40 \pm 0,16$ Мэв, полученный с использованием значения избытка массы ^{41}Ar /10/ $\Delta = -33,066$ Мэв, хорошо согласуется с предсказанной Гарвеем и др. /2/ величиной $\Delta = -27,43$ Мэв.

Полученное значение $\lg ft < 4,96$ для β -перехода ^{41}Cl на уровень ^{41}Ar с энергией 1869 кэв позволяет приписать основному состоянию ^{41}Cl квантовые характеристики $J^{\pi} = (\frac{1}{2}, \frac{3}{2})^{+}$. Эти характеристики не противоречат модели оболочек, согласно которой ^{41}Cl должен иметь конфигурацию

$$(\pi d \frac{3}{2})^3 (\nu f \frac{7}{2})^4 \quad \text{или} \quad (\pi s \frac{1}{2})^1 (\pi d \frac{3}{2})^2 (\nu f \frac{7}{2})^4.$$

В заключение авторы выражают благодарность академику Г.Н.Флерову за постоянное содействие в проведении этих экспериментов. Авторы благодарят также

Н.С.Иванова и Б.Г.Зорина за помощь в работе, Б.А.Загера за обеспечение облучений.

Литература

1. A.G.Artukh, V.V.Avdeichikov, J.Erö, G.F.Gridnev, V.L.Mikheev, V.V.Volkov and J.Wilczynski. Nucl.Phys., A160, 511 (1971).
2. G.T.Garvey, W.J.Gerace, R.L.Jaffe, I.Talmi and I.Kelson. Rev.Mod. Phys.Suppl., 41, 51 (1969).
3. N.I.Tarantin, A.P.Kabachenko, I.V.Kuznetsov, Yu.A.Dyachikhin, N.S.Ivanov and Om Zai Khun. Int. Conf. on Electromagnetic Isotope Separators and the Techniques of their Applications, Marburg, 1970, p. 59.
4. L.M.Langer. Phys.Rev., 77, 50 (1950).
5. J.R.Penning, H.R.Maltrud, J.C.Hopkins and F.H.Schmidt. Phys.Rev., 104, 740 (1956).
6. C.Wallace and G.E.Coote. Nucl.Instr.Meth., 74, 353, 1969.
7. G.A.P.Engelbertink, E.K.Warburton and J.W.Olness. Phys.Rev., C5, 128 (1972).
8. R.Hardell and C.Beer. Physica Scripta, 1, 85 (1970).
9. P.M.Endt and C. von der Leun. Nucl.Phys., A105, 1 (1967).
10. A.H.Wapstra and N.B.Gove. Nucl.Data., 179, 270 (1971).

Рукопись поступила в издательский отдел
8 июня 1973 года.

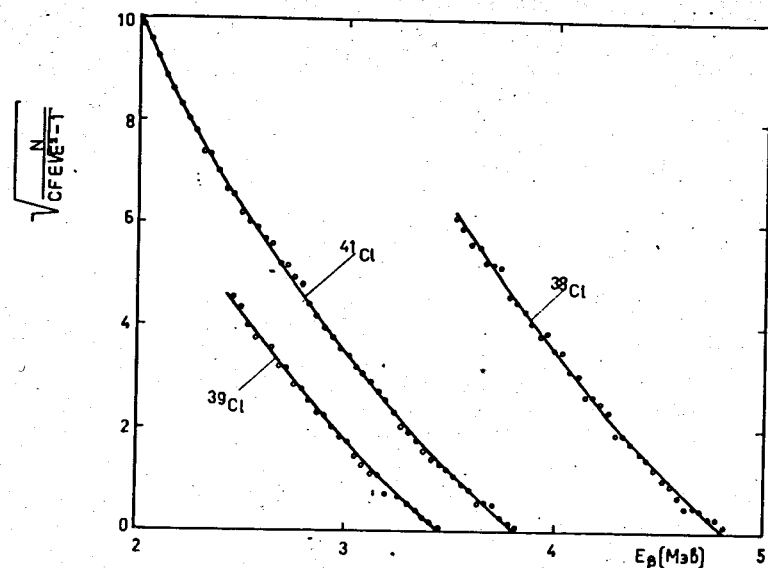


Рис. 1. Графики Кюри для ^{39}Cl , ^{41}Cl и ^{38}Cl .

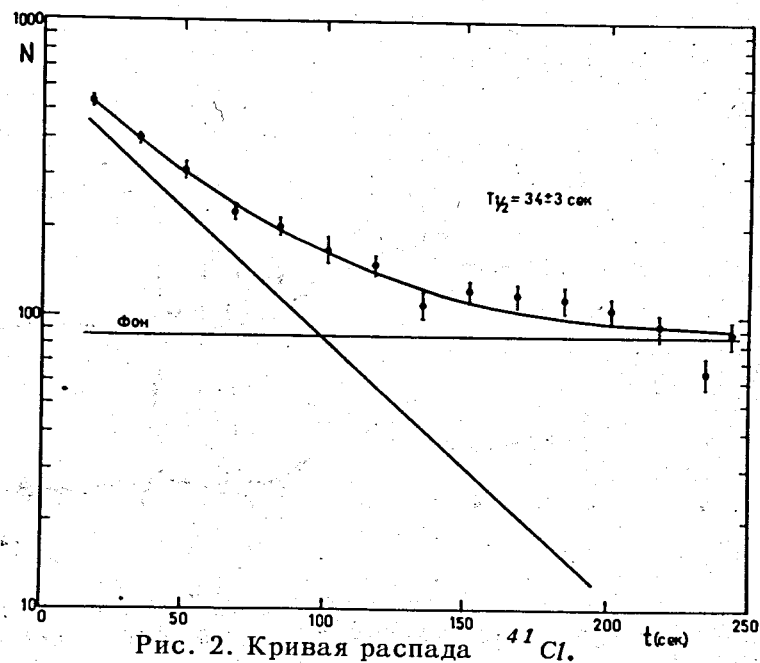


Рис. 2. Кривая распада ^{41}Cl .

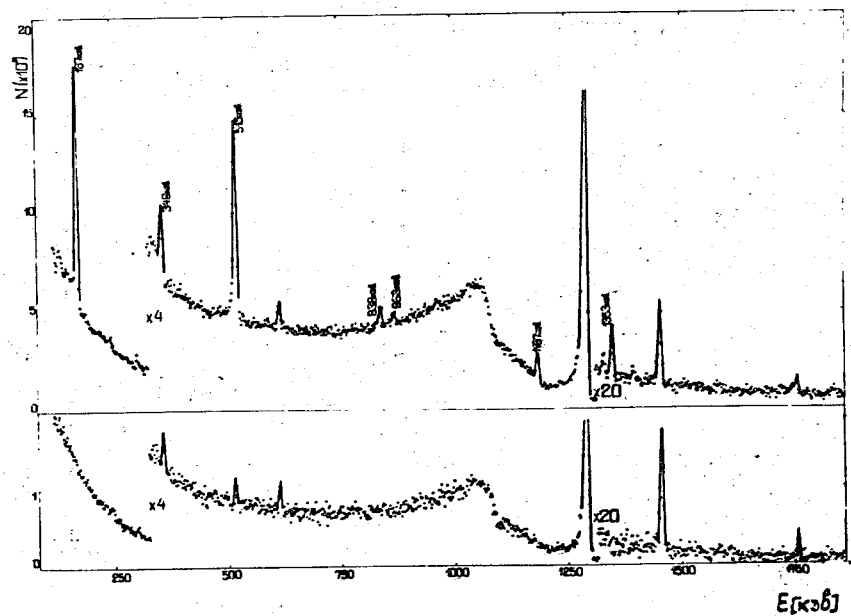


Рис. 3. Спектр гамма-излучения, сопровождающий β -распад ^{41}Cl /верхняя часть/ и спектр фона /нижняя часть/.

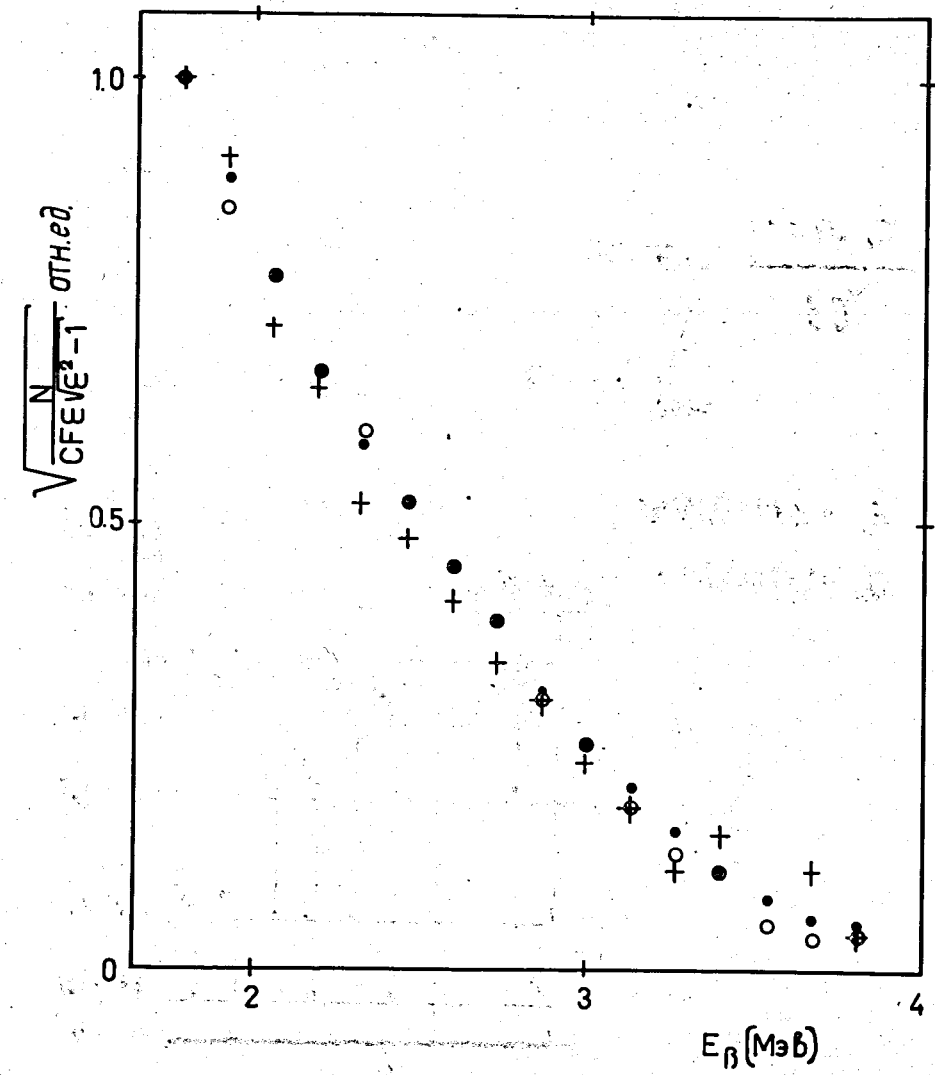


Рис. 4. Графики Кюри для ^{41}Cl : \circ - в совпадении с γ -излучением, $E_\gamma \geq 660$ кэВ, $+$ - в совпадении с γ -излучением, $E_\gamma \geq 1100$ кэВ, \bullet - без совпадений.

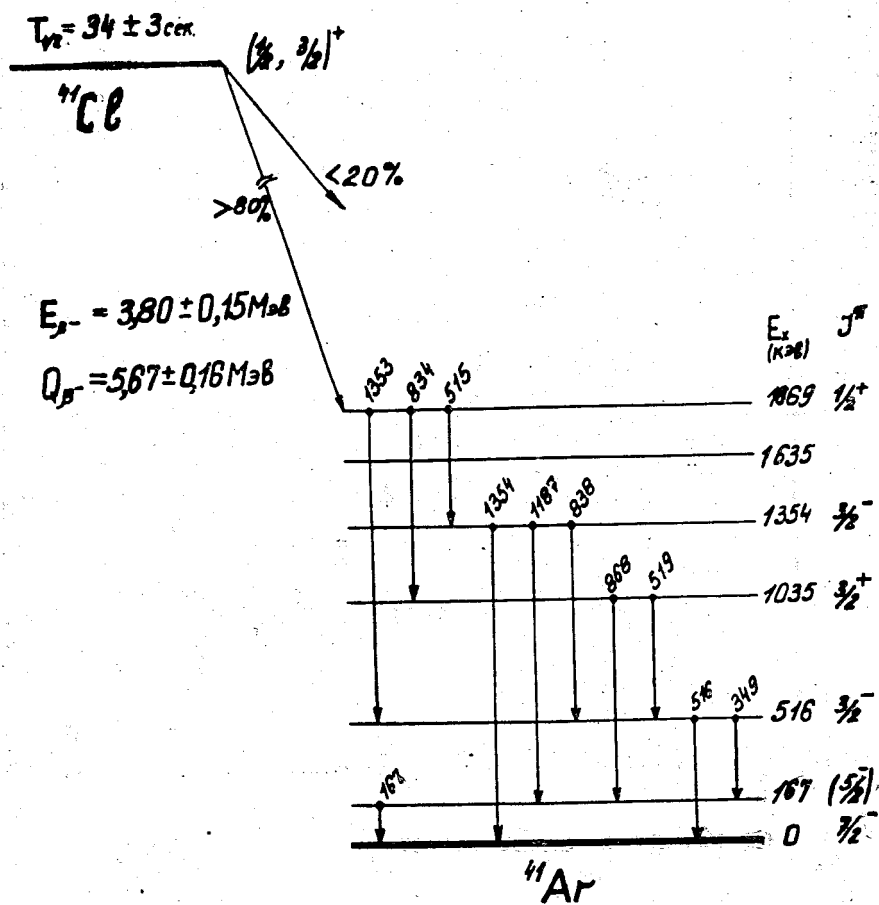


Рис. 5. Схема распада ^{41}Cl .