



جداسازی ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ به وسیله دستگاه جداکننده الکترومغناطیسی ایزوتوپها

عبدالجواد نوین‌روز*، هوشنگ بختیاری، پروین سرآبادانی، حسین صدیقی، ضرغام اسداللهی، هوشیار سیدی، محمدرضا قاسمی، محمود محاطی، معصومه شربتداران، محمد مهدی احسانی، حسن نورکجوری، جواد گروسی، بابک زینلی
مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۴۹۸-۳۱۴۸۵، کرج - ایران

چکیده: در این گزارش چگونگی جداسازی تالیوم ۲۰۳ به وسیله دستگاه جداکننده الکترومغناطیسی ایزوتوپها (EMIS)^(۱) و تصفیه شیمیایی آن شرح داده شده است. برای این منظور یودید تالیوم به عنوان ماده اولیه انتخاب شده و در بوته گرافیتی چشمه یونی کالترون تحت خلاء Torr^{-۱۰} قرار گرفته است. یونهای تالیوم حاصل از یونی شدن بخار یودید تالیوم در این چشمه یونی، وارد میدان مغناطیسی ۲۵۴۷ گاوس شده و بر اساس اختلاف جرمشان مسیرهای متفاوتی را می‌پیمایند و درون پاکتهای مسی گردآوری می‌شوند. ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ از پاکت مسی مربوط به خود، به وسیله اسید نیتریک ۱ M استخراج و فرایند تصفیه شیمیایی بر روی آن انجام می‌شود. درجه خلوص شیمیایی و ایزوتوپی تالیوم ۲۰۳ به ترتیب به وسیله طیفسنج‌های نشری و جرمی تعیین شده‌اند. ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ بدست آمده دارای درجه خلوص ایزوتوپی ۹۵/۹۱٪ است. تشکیل پودر تری اکسید تالیوم ۲۰۳ نیز به وسیله پراش اشعه X مورد تأیید قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: ایزوتوپهای تالیوم، جداکننده الکترومغناطیسی ایزوتوپها، چشمه یونی کالترون

Separation of Thallium Isotope (²⁰³Tl) by 180° Electromagnetic Isotope Separator

A. J. Novinrooz*, H. Bakhtiari, P. SarAbadani, H. Sadri, Z. Asadollahi, H. Seyedi, M. R. Ghasemi, M. Mohati, M. Sharbatdaran, M. M. Ehsani, H. Noorkojouri, J. Gharoosi, B. Zeinali

Nuclear Research Center for Agriculture and Medicine, AEOI, P.O.Box: 31485 - 498, Karaj - Iran

Abstract: Separation of thallium isotopes (²⁰³Tl, ²⁰⁵Tl) have been carried out by a 180° electromagnetic isotope separator. Thallium iodide as the charge material is used in a graphite crucible of calutron ion source. Under the pressure of 1×10^{-5} torr, thallium ions are extracted, accelerated and focused by the electrical lenses. The ions then traverse the main vacuum tank in circular paths, entering the magnetic field of 2547 Gauss and finally reach the collector. A number of chemical procedures have been employed for recovery and purification of the collected ions from the copper pockets. The final isotopic products have been characterized by a x-ray diffractometer, inductively coupled plasma-atomic emission spectrometer (ICP-AES) and a mass spectrometer. High pure thallium trioxide (Tl₂O₃) with 95.91% isotopic abundance for ²⁰³Tl has been confirmed.

Keywords: thallium isotopes, electromagnetic isotope separator, Calutron ion source



۱- مقدمه

دستگاه

۱۵ جداکننده

الکترومغناطیسی ایزوتوپی مدل C-140، نخستین بار در سال ۱۳۷۱ در بخش کاربرد پرتوهای یونی مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای کرج، به منظور تولید ماده اولیه رادیوداروها راه‌اندازی شده و تا کنون ایزوتوپهای عناصری مانند روی، سرب، استرانسیوم و تالیوم با این دستگاه جداسازی شده‌اند. عنصر تالیوم دارای دو ایزوتوپ پایدار ۲۰۳ و ۲۰۵ با فراوانی‌های به ترتیب ۲۹/۵۲۴ و ۷۰/۴۷۶ درصد است که از تالیوم ۲۰۳ در تولید رادیوداروی تالیوم ۲۰۱ برای مصارف پزشکی هسته‌ای استفاده می‌شود [۱ و ۲ و ۳].

۲- روش کار

تولید ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ در طی دو مرحله صورت می‌گیرد:

الف - جداسازی ایزوتوپهای تالیوم ۲۰۳ و ۲۰۵ به وسیله دستگاه EMIS: در این روش ماده اولیه یودید تالیوم در چشمه یونی کالترون قرار داده می‌شود. با اعمال پارامترهای مندرج در جدول ۱، تحت خلاء Torr^{-۱} و دمای ۲۰۰°C، یودید تالیوم تبخیر و یونیده می‌شود. یونهای مثبت تالیوم حاصل، وارد محفظه خلاء شده و بر اساس اختلاف جرمشان در اثر میدان مغناطیسی ۲۵۴۷ گاوس منحرف و هر یک از ایزوتوپهای تالیوم درون پاکت جداگانه مسی جمع‌آوری می‌شود.

ب - استخراج و تصفیه شیمیایی ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ از ناخالصیها: ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ گردآوری شده در پاکت مسی به وسیله اسید نیتريك M ۱ استخراج می‌شود، و ناخالصی عمده آن که معمولاً مس است با روش الکترولیز از مخلوط حذف می‌گردد. محلول باقیمانده

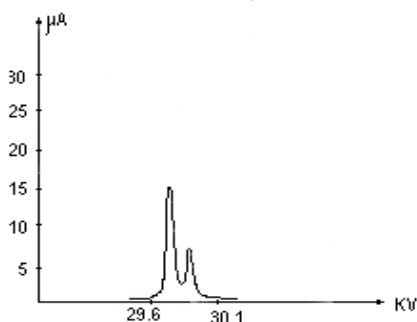
با اسیدکلریدریک غلیظ و کلرین آزاد، به کلرید تالیوم (III)

تبدیل می‌شود. با استفاده از رزین کاتیونی DOWEX50W-X8 و محلول شوینده اسیدکلریدریک M ۰/۱ و استون ۸۰٪، ناخالصیهای عنصری دیگر حذف می‌شوند. سپس ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ به وسیله هیدروکسید آمونیوم به اکسید تالیوم (III) تبدیل می‌گردد [۴-۶]. درجه خلوص شیمیایی و ایزوتوپی تالیوم ۲۰۳ به ترتیب با طیفسنج نشری ICP^(۲) مدل JY-124 و طیفسنج جرمی مدل LZ-270 تعیین شد و تولید پودر تری اکسید تالیوم ۲۰۳، به عنوان محصول نهایی، به وسیله دستگاه پراش پرتو X مدل PW-1800، مورد تأیید قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

شکل ۱ طیف جرمی مربوط به جداسازی فیزیکی ایزوتوپهای تالیوم را در شرایط مندرج در جدول ۱ نشان می‌دهد. پیک بلند مربوط به ایزوتوپ تالیوم ۲۰۵ و پیک کوتاه نمودار ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ است.

برای گردآوری ایزوتوپهای تالیوم، صفحه جلویی و پاکتهای مسی با استفاده از مقادیر مندرج در جدول ۲ طراحی و ساخته شد.





شکل ۱- طیف جرمی مربوط به این ایزوتوپ ۲۰۳ تالیوم و جدول ۱ - پارامترهای تنظیم شده

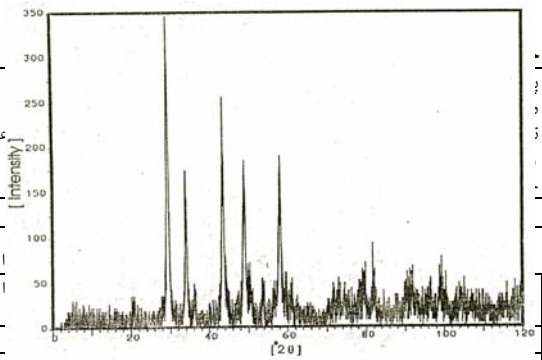
ولتاژ	کوره	محفظه قوس الکتریکی	آنود	کاتود	رشته	متمرکزکننده	شتاب دهنده	مگنت
۰-۱/۵ (V)	۳۷/۵-۴۰ (V)	۲۰۰-۲۴۰ (V)	۷۵۰-۹۰۰ (V)	۴-۵ (V)	۱۵-۲۰ (kV)	۳۰-۳۱ (kV)	۶۹-۷۲ (V)	
۰-۲۰ (A)	۲۰-۲۸ (A)	۰/۲۵ (A)	۰/۴۴ (A)	۰/۵۲ (A)	۶۰-۶۵ (A)	۱-۲ (mA)	۲۰-۳۵ (mA)	۱۸۴-۱۸۵ (A)

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ایزوتوپی تالیوم ۲۰۳ به وسیله طیفسنج‌های جرمی و نشری (ICP) در جدول‌های ۳ و ۴ مندرج است. با استفاده از این داده‌ها میانگین درصد غنای ایزوتوپی تالیوم ۲۰۳ معادل ۹۵/۹۱ بدست آمد. تشکیل پودر تری اکسید تالیوم ۲۰۳ به وسیله دستگاه پراش پرتوهای X تأیید شد (شکل ۲).

شکل ۲ - طیف پراش پرتوهای X تالیوم ۲۰۳ پس از تصفیه شیمیایی

جلویی در دستگاه جداکننده الکترومغناطیسی ایزوتوپی

عمق پاکتها	ضخامت پاکتها	پهنای پاکت تالیوم ۲۰۳	پهنای پاکت تالیوم ۲۰۵
۱۰۰ mm	۳ mm	۲۰ mm	۲۷ mm



ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ غنی شده به وسیله طیف سنج جرمی

درصد فراوانی ایزوتوپی تالیوم ۲۰۵	انی ایزوتوپی تالیوم ۲۰۳
۴/۱۱	۹۵/۸۹
۴/۰۳	۹۵/۹۷
۴/۲۸	۹۵/۷۲
۴/۰۸	۹۵/۹۲
۳/۹۷	۹۶/۰۳
۴/۰۹ (±۰/۱۲)	۹۵/۹۱ (±۰/۱۲)

میانگین
۲
۳
۴
۵

جدول ۴ - نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ایزوتوپ تالیوم ۲۰۳ غنی شده به وسیله طیف سنجی نشری (مقادیر ناچیز، زیر حد آشکارسازی سیستم ICP می‌باشد)

Cu	Fe	Co	Ni	Cr	عناصر ناخالص
۲۵۶۰	۴۱۸/۶	۰/۳۱۵	۱۴۲/۳۰	۸/۷۶۱	(ppm) قبل از تصفیه
ناچیز	۰/۰۹۸	ناچیز	ناچیز	ناچیز	(ppm) بعد از تصفیه

پي‌نوشت‌ها :

۱ -electromagnetic isotopes sepatator



۲ -inductively coupled plasma

کوتاه شده

References:

1. S. M. Qaim, R. Weinreich, H. Ollige, Inter. J. Appl. Rad. and Isotopes, **30**,85 (1978).
2. P. R. Bradley-Moore, E. Lebowitz, M. W. Green, H. L. Atkins, A. N. Ansari, J. Nucl. Med. **14**, 156 (1975).
۳. ع. ستاری، تالیوم ۲۰۱ رادیوداروی مصرفی در تشخیص ریسکمی قلبی، سازمان انرژی اتمی، مجله انرژی هسته ای، شماره ۲۰، ۵۷-۵۵ (۱۳۷۶). ۱۷
4. R. A. Home, J. Inorg. Nucl. Chem. **6**, 338 (1958).
5. F. W. Strelow, Solvent Extraction and Ion Exchange, **7**, 735 (1989).