



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

243 954

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 20 06 83
(21) PV 4465-83

(51) Int. Cl.⁴
G 01 N 21/31

(40) Zveřejněno 17 09 85
(45) Vydáno 01 07 88

(75)
Autor vynálezu

DRAGOUN OTOKAR ing. CSc., PRAHA;
FIŠER MIROSLAV ing. CSc., HRONOV;
BRABEC VLASTISLAV RNDr. CSc., PRAHA;
KOVALÍK ALOZ ing., LIPANY;
KUKLÍK ALEŠ ing. CSc.;
MIKUŠÍK PETR ing. CSc., PRAHA

(54)

Způsob určování valenčního stavu radioaktivních atomů

Řešení se týká radiochemie a řeší problém určování valenčního stavu radioaktivních atomů prvků vybraných ze skupiny radionuklidů, emitujících nízkoenergetické konverzní elektrony, spočívající v měření jejich energetických spekter. Metodou elektronové spektroskopie se změní změny kinetické energie konverzních elektronů emitovaných radioaktivními atomy v množství těchto atomů vytvořeném nukleární transformací, přičemž změny kinetických energií odpovídají změnám vazbových energií elektronů atomového obalu a tyto změny jsou v korelaci s valenčními stavy radioaktivních atomů.

Vynález se týká způsobu určování valenčního stavu radioaktivních atomů prvků vybraných ze skupiny radionuklidů emitujících nízkoenergetické konverzní elektrony, spočívající v měření jejich spekter.

K určování valenčních stavů prvků ve sloučeninách lze v současné době využít několika metod, z nichž lze jmenovat polarografii, chromatografické metody, optickou spektroskopii, Mössbauerovu, Augerovu a fotoelektronovou spektroskopii, případně hmotnostní spektroskopii.

Pro určování valenčních stavů v tuhých látkách je nejpoužívanější metodou fotoelektronová spektroskopie - tzv. metoda ESCA. Princip této metody spočívá v tom, že se měří kinetická energie fotoelektronů, emitovaných z povrchu vzorku při jeho ozařování monoenergetickým svazkem fotonů. Měřené spektrum kinetických energií odpovídá spektru vazbových energií elektronů jednotlivých prvků, neboť platí vztah $E_b = E_x - E_k$, v němž E_x je energie fotonů rentgenova záření, E_k je kinetická energie fotoelektronu a E_b je vazbová energie elektronu na slupce atomu. Tyto vazbové energie jsou právě veličiny, charakteristické pro valenční stavy prvků ve sloučeninách, neboť změna valenčního stavu prvku způsobí změnu hodnoty vazbové energie. V případě metody ESCA se měří změna hodnoty kinetické energie fotoelektronu, to znamená hodnota $\Delta E_b = -\Delta E_k$. Veličiny ΔE_b vztažené ke standardním sloučeninám se označují jako chemické posuvy vazbových energií a jejich hodnoty, získané metodou ESCA, jsou pro jednotlivé prvky a sloučeniny uváděny v literatuře. Citlivost metody se pohybuje v oblasti 10^{-6} až 10^{-8} g.

K nedestruktivnímu stanovení valenčních stavů radioaktivních atomů v pevných látkách v množstvích, která vznikají při nukleárních transformacích, již nepostačuje ani citlivost metody ESCA, ani žádná z metod uvedených v úvodu. Používá se proto destruktivních separačních metod, což přináší riziko nekontrolovatelné změ-

ny valenčního stavu.

243 954

Uvedené nevýhody odstraňuje podle vynálezu způsob určování valenčního stavu radioaktivních atomů prvků vybraných ze skupiny radionuklidů emitujících nízkoenergetické konverzní elektrony, spočívající v měření jejich spekter, jehož podstata spočívá v tom, že se změní metodou elektronové spektroskopie změny kinetické energie konverzních elektronů emitovaných radioaktivními atomy v množství těchto atomů vytvořeném nukleární transformací, přičemž změny kinetických energií odpovídají změnám vazbových energií elektronů atomového obalu a tyto změny jsou v korelaci s valenčními stavy radioaktivních atomů.

Přitom platí analogické rovnice jako v případě metody ESCA, to znamená, že $E_b = E - E_k$ a $\Delta E_b = -\Delta E_k$, kde E je energie jaderného přechodu ve zkoumaném radionuklidu, E_k je kinetická energie konverzních elektronů a E_b je vazbová energie atomových elektronů.

Hlavní výhody navrhovaného způsobu podle vynálezu spočívají v tom, že se umožňuje stanovení valenčních stavů ve stopových množstvích radioaktivních látek; je to přímý způsob zkoumání vzorků v pevné fázi, je nedestruktivní a umožňuje sledovat časové změny chemických stavů radioaktivních atomů "in situ".

Předností způsobu podle vynálezu je citlivost, která o několik řádů převyšuje citlivost dosud užívaných nedestruktivních metod a dosahuje hodnoty 10^{-11} g.

Dále je uveden příklad způsobu podle vynálezu, který jej dokresluje, aniž by jej omezoval.

Příklad

Elektrolytickou metodou, která je používána k přípravě važitelných množství technecia ve formě dioxidu, bylo na platínovou podložku nanášeno řádově 10^{11} atomů radioaktivního izotopu technecia ^{99m}Tc . Elektrostatickým elektronovým spektrometrem byl změřen chemický posuv kinetické energie konverzních elektronů emitovaných z podslupky M_5 při energii jaderného přechodu 2.173 keV mezi standardem, jímž byl technecistan amonný NH_4-

$^{99m}\text{TcO}_4$, a zkoumaným vzorkem elektrolytického depozitu ^{99m}Tc . Výsledek byl porovnán s tabulkou hodnot vazbových energií elektronů podslupky M_5 v různých sloučeninách technecia. Bylo zjištěno, že atomy ^{99m}Tc ve zkoumaném vzorku jsou ve stavu odpovídajícím dioxidu technecičitému. Původní vzorek byl podroben částečné oxidaci a popsanou metodou bylo zjištěno, že přibližně 50 % původního dioxidu přešlo do stavu odpovídajícího technecistanu. Po následující energické oxidaci bylo v tomto stavu nalezeno přibližně 90 % atomů ^{99m}Tc .

Způsobu podle vynálezu lze využít v základním výzkumu ke studiu chemických efektů vyvolaných procesy nukleárních transformací v pevné fázi a v aplikovaném výzkumu k vývoji chemických metodik přípravy radioaktivních preparátů v definovaném chemickém stavu.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob určování valenčního stavu radioaktivních atomů prvků, vybraných ze skupiny radionuklidů emitujících nízkoenergetické konverzní elektrony, spočívající v měření jejich energetických spekter, vyznačený tím, že se změřívá metodou elektronové spektroskopie změny kinetické energie konverzních elektronů, emitovaných radioaktivními atomy v množství těchto atomů vytvořeném nukleární transformací, přičemž změny kinetických energií odpovídají změnám vazbových energií elektronů atomového obalu a tyto změny jsou v korelaci s valenčními stavy radioaktivních atomů.