

SPEKTROFOTOMETRICKÉ METÓDY STANOVENIA TELÚRU

VASILE ANDRUCH a MIKULÁŠ MATHERNY

*Technická univerzita v Košiciach, Plzenská 10, 080 01
Prešov, Slovenská republika*

Došlo dňa 16. VI. 1997

Obsah

1. Úvod
2. Stanovenie telúru s činidlami obsahujúcimi dusík a síru
3. Stanovenie telúru so zásaditými farbivami
4. Záver

1. Úvod

Telúr má veľký význam v technike, menovite zlúčeniny a zliatiny telúru sa používajú v polovodičovej technike, mikroelektronike, laserovej technike ap. Preto je kontrola ich čistoty nepostrádateľná. Existujúce chemické a fyzikálne metódy nie vždy vyhovujú požiadavkám stanovenia telúru. Spektrofotometrické metódy stanovenia telúru sa vyznačujú jednoduchosťou prevedenia, postačujúcou dôkazoschopnosťou a prístupnosťou prístrojového vybavenia. Činidlá pre fotometrické stanovenie telúru možno rozdeliť na tri skupiny: anorganické činidlá, ktoré vytvárajú sfarbené zlúčeniny; činidlá, ktoré obsahujú dusík a síru; a zásadité farbivá, ktoré s aniónovými komplexami telúru vytvárajú extrahovateľné iónové asociáty. Reakcie prvej skupiny dnes sa už pre ich metrologické charakteristiky málo používajú.

Pri aplikácii molekulovej spektrometrie (kolorimetrie) jednou najvýznamnejšou metrologickou charakteristikou je extinkčný (absorpčný) koeficient ε . Tento je charakterizovaný vzťahom

$$\varepsilon = A/C \cdot l \quad (1)$$

kde A je nameraná hodnota absorpcie $[A]$, C je koncen-

tračná hodnota udávaná v $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a l je hrúbka kvety v cm. Súčasne sa však hodnota ε definuje i následovne:

$$\varepsilon = dA/dC \quad (2)$$

Pre jednotkovú hodnotu l , hodnota ε vyjadruje v zmysle kanonizácie IUPAC-u¹ citlivosť stanovenia.

Charakteristické experimentálne získané hodnoty sú uvedené v tabuľkách I až III.

2. Stanovenie telúru s činidlami obsahujúcimi dusík a síru

Telúr vytvára s organickými činidlami obsahujúcimi síru, komplexné zlúčeniny, extrahovateľné organickými rozpušťačmi. Reakcie telúru s unitiolom², dietylditiokarbamátom^{2,3}, tiomočovinou a jeho derivátmi⁵⁻⁷, bizmutolom II (cit.^{8,13}) a jeho derivátmi: 5-merkpto-3-(3-fenylamino)-1,3,4-tiadiazoltionom-2a 5-merkpto-3-(3-n-brómfenylaminopropio)-1,3,4-tiadiazoltionom-2 (cit.¹⁴), derivátmi 1-benzylbenzimid-azoltionu-2 (cit.^{15,16}), naftylbizmutolom (cit.^{8,17,18}) boli použité na vypracovanie metód stanovenia telúru v rôznych prírodných a technických materiáloch. Spoločným nedostatkom týchto metód je malá citlivosť ($\varepsilon = 10^4$), potreba používať veľmi toxické extrahenty (chloroform, nitrobenzén ai.) ako i malá selektivita. Z tejto skupiny činidiel na stanovenie telúru najčastejšie sa používa tiomočovina a dietylditiokarbamát sodný (tab. I).

3. Stanovenie telúru so zásaditými farbivami

Spektrofotometrickými metódami stanovenia telúru s vysokou citlivosťou sú metódy založené na použití organických činidiel - farbív, ktoré sa charakterizujú veľkou selektivitou (tab. II).

Z tejto skupiny činidiel pre stanovenie telúru boli skúmané rôzne organické zásady - deriváty pyrazolonu, rodamínové, trifenylmetánové a iné farbivá. Reakcia s telúrom sa uskutočňuje vo veľmi kyslom prostredí - za podmienok vysokej stability acidokomplexov. Reakcie tejto skupiny

Tabulka 1

Charakteristiky metód stanovenia telúru s činidlami obsahujúcimi dusík a síru

Činidlo	Podmienky stanovenia		λ [nm]	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$ [mol ⁻¹ ·l·cm ⁻¹]	Rozsah stanovenia [μg·cm ⁻³]	Interferujúce prvky a ich násobné množstva	Cit.
	prostredie	extrahent					
1,1,3-Tetrametyltiomočovina	0,2–0,4 M-HCl	–	382	2,14	0,2–7,0	Bi, Se(IV), Fe(III), Cu	5–7
Difenyltiomočovina	5,4–7,2 M-H ₂ SO ₄ + 0,2 M-NaBr	benzén	380–390	1,45	4–20	Se-1, Fe, Bi-10, Pd(II), As(III)	5–7
Dietylditiokarbamat sodný	3 M-HCl	chloroform	340	–	–	–	3,4
	pH 6,3–9,0	voda-acetón 60 %	424	0,32	1–20	Fe(III), Cu, Bi(III)	
Unitiol	pH 5–1 M-H ₂ SO ₄	–	248	0,688	–	Cu(II)-10, Al-500, Ni(II)-2, Sn(II)-50	2
Bizmutol II	pH 6,5	chloroform	330	2,8	0,1–4,0	Fe, Se, Cu, Hg(I, II), Ag, As, Au, Pt, Pd, Ni, Co, Pb, Ti ai.	8–13
Naftylbizmutol	pH 0–6	chloroform	328	2,14	0–25	Hg(II), Sn(II), Ag, Tl(I)-100	8,17
		benzén	325	1,74	–	–	18

Tabulka II

Charakteristiky metód stanovenia telúru so zásaditými farbivami

Činidlo	Podmienky stanovenia				λ [nm]	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$ [mol ⁻¹ ·l·cm ⁻¹]	Rozsah stanovenia [μg·cm ⁻³]	Interferujúce prvky a ich násobné množstva	Cit.
	[H ⁺]	[Lig ⁻] ^a	[R ⁺] ^b	extrahent					
Butylrodamin C	5,0–5,2 M- H ₂ SO ₄	0,12 M- NaBr	2,8·10 ⁻⁴ M	benzén-acetón	566	–	0,2–4	Se(IV)-300	19,20, 40
	4,75 M- H ₂ SO ₄	0,1 M- Br ⁻	–	benzén-acetón	536	–	10 ⁻⁴ –10 ⁻¹ %	–	41
	7,0 M- H ₂ SO ₄	0,14 M- NaBr	0,014 %	benzén-acetón	560	–	–	Fe(III), Cu	21
	4,8 M- H ₂ SO ₄	0,2 M- KBr	–	toluén, etanol	–	–	–	–	26,27

Pokračování tabulky II

Činidlo	Podmienky stanovenia				X	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$	Rozsah stanovenia [$\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]	Interferujúce prvky a ich násobné množstva	Cit.
	[H^+]	[Lig^-] ^a	[R^+] ^b	extrahent	[nm]	[$\text{mol}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{cm}^{-1}$]			
Butylrodamín B ^c	6,5 M- H ₂ SO ₄	2,1 M- HBr	-	benzén	490	3,5	>10 ⁻⁴ %	In, Ga, Sb, Au, Hg, Fe(III), Cu(I)	27,42
Etylrodamín C ^c	5,0 M- H ₂ SO ₄	10 mg.ml ⁻¹ Br ⁻	2,0 mg.ml ⁻¹	benzén-acetón	587	—	10 ⁻⁶ –10 ⁻⁵ %	—	27
					555	7,8	0,1- μg	—	22
					600	—	0,04- μg	—	—
Etylrodamín B ^c	-	Br ⁻	-	benzén	587	—	—	—	27
Rosamín	5-7 % HCl	—	-	benzén-etér	-	—	—	Ga, Sb(III), Sn, Mo, Re, In, Tl Hg, Ag, Pb, Se, Th, Zn, Fe, V(V), Ce(IV), Au, CrO ₄ ²⁻	43,44
Rodamín B ^c	0,64–1,28M- H ₃ PO ₄	I ⁻	—	—	600	165	—	—	23
Rodamín 3 GO ^c	-	Br ⁻	-	benzén-etér	587	—	—	—	27
	3,5-4,0 M- HCl	-	6,0 · 10 ⁻⁴ M	benzén	-	—	10-100	In-2, Cd-10000, Ga 2	4,25
	1,5-2,0 M- HBr	-	1,7 · 10 ⁻⁴ M	benzén	-	—	20-200	-	24
	1,75–2,0M- H ₂ SO ₄	0,4 M- HBr	0,7 · 10 ⁻⁴ M	-	-	—	20-150	—	—
Rodamín 4 G ^c	3,5-4,0 M- HCl	-	2,3 · 10 ⁻⁴ M	benzén	-	—	1-13	In-2, Cd-10000, Ga	24
	1,5–2,0M- HBr	—	1,5 · 10 ⁻⁴ M	benzén	—	—	1-10	—	—
	1,75–2,0M- H ₂ SO ₄	0,4 M- HBr	0,4 · 10 ⁻⁴ M	benzén	-	—	5-50	—	—
Rodamín 6 G ^c	4,8 M- H ₂ SO ₄	0,2 M- KBr	4,4 · 10 ⁻⁴ M	toluén, etanol	-	17	0,02-05	—	20,26
	—	—	—	benzén	587	—	—	—	27,25

Pokračování tabulky II

Činidlo	Podmienky stanovenia				X [nm]	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$ [mol ⁻¹ . l . cm ⁻¹]	Rozsah stanovenia [μg . cm ⁻³]	Interferujúce prvky a ich násobné množstva	Cit.
	[H ⁺]	[Lig.] ^a	[R ⁺] ^b	extrahent					
Papaverín	5,2 M- H ₂ SO ₄	0,2 M- KBr	5,4 . 10 ⁻⁴ M	toluén, kys. octová	440	0,266	1-20	Tl(III), Ga(III), Sb(III), Zn(II) Cd(II), Hg(II), Fe(III), Bi(III), Au(III), Pt(II)-40, As(V)-80, Ni(II), V(V), Mo(VI)-200, Ce(II), Be(II), Mn(II), Fe(III)-400, Se(IV)-2000, Cu(II)-20000	45,46
Brompyrogallol	pH 3,5-4,5	DFG	-	petroletér ^d	545	5,7	0,1-2	kovy IV, V a VI stípec	47
red	-	-	-	izobutanl	-	-	cca 10 ⁻³ %	-	-
Diantipyrilmetán	2,0 M- H ₂ SO ₄	0,6 M- KBr	-	chloroform	336	0,182	10 ⁻⁴ -10 ⁻¹ %	-	48
Diantipyrilpropyl- metán	3-7 M- HCl	-	-	dichloreťan	325	0,079	-	Tl, Au(III)	28
	1,5-6 M- HBr	-	-	dichloreťan	450	0,42	0,5-12	Au(III)	28,29
Chrompyrazol	-	-	-	-	-	5,8	0,2-2,4	-	49
Metyl violet	pH 0,8 (HCl)	KI	-	-	540	1,16	0,2-1,2	Sn(II)-5, Mg, Ni, Co-24, Bi, Cu, Fe(II), Š ²⁻ , Se(IV), Pb, Ag, Hg(I)	30,31
Brilantová zeleň	2 M-HBr	-	-	benzén- -dichloreťan	636	6,25	0,2-4	Se(IV), Au(III), Cu(II), Fe(III), Sb(V), Bi(III), Hg(II)	32
	HCl	KI	-	-	628	3,58	0,2-0,6	-	31
Malachitová zeleň	HCl	KI	-	-	626	5,83	0,04-0,2	-	31
Victoria blue 4 R	4,5-5,5 M- H ₂ SO ₄	0,7 M- KBr	5 . 10 ⁻³ %	benzén-CCl ₄ (nitrobenzén)	602	8,0	0,0-9,0	Bi-300, Fe(III)-10, Se(IV), Au(III)-5, Sb(III), In, Hg	33
Akridín	4,7-9,0 M- H ₂ SO ₄	>0,1 M- KBr	>7,5 . 10 ⁻⁴ %	butylacetát ^c	350	-	0,1-8,0	Sb(III)-1, Hg(II), Bi(III), Cd-4, Au(III)-20, Tl(III)-40, Pt(IV)-80, As(V)-100, Fe(III), Se(IV), V(V), In, Mo(VI), Ga-200, Zn-240, Mn-400, Ni-800, Cu-20000	34

Pokračování tabulky II

Činidlo	Podmienky stanovenia				λ • [nm]	ε.10 ⁻⁴ [mol ⁻¹ .l.cm ⁻¹]	Rozsah stanovenia [μg.cm ⁻³]	Interferujúce prvky a ich násobné množstva	Cit.
	[H ⁺]	[Lig ⁻] ^a	[R ⁺] ^b	extrahent					
Akridín	-	-	-	cykloheksanón ^d	-	-	-	Hg(II), Bi(III)-0,1, Sb(III)-0,2, Cd, As(V)-1, Au(III)-4, Fe(III), Tl(III), Pt(IV), Zn, Se(IV)-40, V(V), In, Mo,(VI), Ga-200, Ni, Co, Mn(II)-400, Cu(II)-10000	
Nil blue	4,5 M-H2SO4	0,04 M-KI	4.10 ⁻⁵ M	cykloheksanón ^d	640	14	-2,0	Se, Au, Hg, Bi, Sb, Fe	35
Janus blue	6 N	cr	-	benzén-acetón	600	4,00	10 ⁻⁴ %	Cu(II)-2000, Ta(V)-3300, Co(II)-6500, Cd(II)-6000, Ni(II)-6000, Ge(IV)-1500, Nb(V)-3400, Cr(III)-3000, Fe(II)-6100, Fe(III), Se(IV), Hg(II), Tl(III), Au(III), Sb(V)	36
Janus blue B	9 N	Br ⁻	-	benzén-acetón	605	7,90	-	-	
	4 N	Cl ⁻	-	benzén-acetón	640	2,50	-	-	36
	7 N	Br ⁻	-	benzén-acetón	645	4,00	-	-	
Fenosafrazo	6,0 N	Cl ⁻	-	benzén-acetón	600	3,71	-	-	36
	7,0 N	Br ⁻	-	benzén-acetón	605	5,32	-	-	
Janus red	4,0 N	Cl ⁻	-	benzén-acetón	540	2,40	-	-	36
	6,0 N	Br ⁻	-	benzén-acetón	550	3,66	-	-	
Janus green	1,4 M-HBr	-	-	benzén-acetón	-	1,20	-	-	37
Janus green B	1,0 N	-	-	benzén-acetón	630	2,65	-	-	38
	1,5 N	-	-	benzén-acetón	635	4,25	-	-	
Janus green D	3,0 N	-	-	benzén-acetón	635	3,20	-	-	39
	1,5 N	-	-	benzén-acetón	635	4,25	-	-	
Cetyltrimetyl-amónium	0,25 M-H2SO4	0,625 % KI	-	chloroform	360	4,9	-12,5 mg	Zn, Be, Al, Sn(II), Fe(II), Co, Ni, Mn(II), Cr(III), BO ₃ ³⁻ , PO ₄ ³⁻ , NO ₃ ⁻ , S ₂ O ₃ ²⁻ , F ⁻ m ClO ₄ ⁻ , C ₂ O ₄ ²⁻ , Cit-100	50
	0,2 M-H2SO4	6 M-KI	0,18 %	chloroform	360	5,9	-	Pt-Me, Au, Bi, Cu, Ge, Sb, Sn, Tl	51

^a Lig. - ligand, ^b R - kation farbiva, ^c fluorimetrická metóda, ^d flotácia

Tabulka III
Charakteristiky metód stanovenia telúru s kyaninovými farbivami

Činidlo	Podmienky stanovenia			λ [nm]	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$ [mol ⁻¹ ·l·cm ⁻¹]	Rozsah stanovenia [mg·cm ⁻³]	Interferujúce prvky a ich násobné množstva	Cit.
	[H ⁺]	[Lig] ^a	extrahent					
Cationic violet	4,0 M-H ₂ SO ₄	1,0 M-LiCl	benzén	582	7,22	0,05-17,6	Au(III), Tl(III), Sb(V), Hg(II) ai.	52,53
			toluén	584	5,22	–		
	3,4 M-H ₂ SO ₄	1,0 M-LiCl	amylacetát	564	6,55	–	–	–
			izoamylacetát	564	7,0	–		
Cationic red-violet	3,6 M-H ₂ SO ₄	1,0 M-LiCl	benzén	564	7,00	0,6-17,8	Zn, Cd, Ni, Co, Mn(II)-500, Au(III), Tl(III), Sb(V), Hg(II) ai.	54,55
	5,8 M-H ₂ SO ₄	0,04 M-LiBr	benzén	572	5,17	0,7-10,2		
	3,4-4,0 M- H ₂ SO ₄	1,0-2,0 M- LiCl	toluén	570	3,75	–	–	–
			toluén	570	3,70	–		
	6,5-7,8 M- H ₃ PO ₄	2,0-2,5 M- LiCl	toluén	570	3,70	–	–	–
			toluén	564	2,00	–		
	3,0-4,2 M- HCl	1,3-1,7 M- LiCl	toluén	564	2,00	–	–	–
			toluén	570	1,92	–		
	1,8-2,3 M- H ₂ SO ₄ + 1,0 M-H ₃ PO ₄	1,5 M-LiCl	toluén	570	1,92	–	–	–
N,N'-di(acetoxietyl)- indokarbokyanin	4,4 M-H ₂ SO ₄	1,5 M-LiCl	benzén	560	11,2	0,05-15	Au(III), Tl(III), Sb(V), Hg(II) ai.	56
			toluén	560	7,0	–		
	0,9-1,6 M- H ₂ SO ₄ + 3,8-5,0 M- H ₃ PO ₄	1,2-1,6 M- LiCl	amylacetát	540	11,2	–	–	57
Astrafloxín			toluén	6,71	–	–	–	–

^a Lig. - ligand

s úspechom sa využívajú aj v metódach oddelenia telúru od selénu, zlata, bizmutu, medi a iných prvkov. V tabuľke II sú uvedené podmienky vytvárania sa a charakteristiky iónových asociátov halogéniteluritčitanov so zásaditými farbivami. Boli skúmané reakcie halogenidových (chloridových a bromidových) komplexov Te (IV) s rôznymi rodamínami: butylrodamínom C (cit.^{19,21}), etylrodamínom C (cit.²²), rodamínom C (cit.²³), rodamínom 3GO (cit.²⁴⁻²⁵), rodamínom 4G (cit.²⁴), rodamínom 6G (cit.^{20,26}).

Najpodrobnejšie bola skúmaná reakcia halogenidových komplexov telúru s butylrodamínom C. Na vylúčenie vznikajúcich iónových asociátov sa používali málopolárne rozpúšťadlá (benzén, xylén) a zmesi týchto rozpúšťadiel. Najlepšie výsledky boli dosiahnuté v prípade extrakcii zmesou benzénu s éterom (3:1) a benzénu s butylacetátom (5:1). Vylúčenie iónových asociátov dosahuje 83 %, $\epsilon = 7,7 \cdot 10^4 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{cm}^{-1}$ pri vlnovej dĺžke 565 nm. Stanovenie telúru ruší indium, tálium (III), antimon (V), zlato (III), ortuť (I, II), železo (III), meď (I), cín (II, IV), striebro a bizmut. Preto oblasť využitia butylrodamína C je obmedzená materiálmi s jednoduchým zložením alebo materiálmi s pomerne vysokým obsahom telúru. Selén stanoveniu telúru neprekáža.

Zlúčeniny telúru (IV) s rodamínami sú fluorescenčné. Porovnanie fluorescenčných reakcií telúru s rodamínami²⁷ ukázalo, že najcitlivejším a najselektívnejším je butylrodamín B. Avšak, využitie tohoto činidla je možné len za podmienky oddelenia od interferujúcich prvkov. Metóda je veľmi citlivá (tab. II). V minerálnej surovine je možné stanoviť 10^{-4} % telúru z navážky 0,5–1,0 g.

Reakcie telúru s derivátmi pyrazolonu skúmal Bussev^{28,29}. Zistili, že halogenidové komplexy telúru (IV) v kyslom prostredí reagujú s organickými zásadami: diantipyrylmetánom, diantipyrylmetylmétánom, diantipyrylpropylmetánom a diantipyrylfenylmetánom. Chloridové a bromidové komplexy selénu tiež reagujú s menovanými zlúčeninami. Avšak chloridové komplexy selénu sa nevylučujú dichlóretánom. Táto skutočnosť sa využíva pre rozdelenie selénu a telúru²⁹. Po reextrakcii konečné stanovenie telúru (IV) vedú s bromidovými komplexami a diantipyrylpropylmetánom. Rôznymi spektrofotometrickými metódami bolo zistené, že pomer Te(IV) : diantipyrylpropylmetán : Br je 1:2:6.

Extrakty, obsahujúce chloridové komplexy telúru s derivátmi antipyrínu majú dva maxima v spektre (325 a 380 nm, $\epsilon = 790$). Bromidové komplexy telúru s derivátmi antipyrínu majú intenzívnejšie sfarbenie. Molárny absorpčný koeficient sa rovná $8 \cdot 10^4 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{cm}^{-1}$ pri 330 nm, $\epsilon = 4200 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{cm}^{-1}$ pri 450 nm.

Ako činidlá pre fotometrické a extrakčno-fotometrické stanovenie telúru boli skúmané nasledovné zásadité farbivá: metylviolet^{30,31}, brilantová zeleň³², Victoria blue 4R³³, malachitová zeleň³¹, akridín³⁴, Nil blue³⁵, fenosafrazo blue³⁶, Janus blue³⁶, Janus red³⁶, Janus green³⁷, Janus green B³⁸ a Janus green D³⁹.

Najcitlivejšími reagentmi z tejto skupiny sú brilantová zeleň a Victoria blue 4R. Stanoveniu telúru prekáža selén (IV), zlato (III), meď (II), železo (III), antimon (V), bizmut (III), ortuť, indium, tálium (III). Veľkým nedostatkom týchto metód je potreba využitia veľmi toxických rozpúšťadiel (benzén, nitrobenzén, dichlóretán ai.). Uvedené metódy stanovenia telúru boli použité pre rozborý rôznych prírodných a technických objektov.

Začiatkom 90-tých rokov Kish so spolupracovníkmi publikoval sériu prác⁵²⁻⁵⁷, venovanú extrakčno-fotometrickému stanoveniu telúru s kyaninovými farbivami⁵⁸. Vypracované metódy sa líšia postačujúcou citlivosťou; ich molárny absorpčný koeficient sa rovná $\epsilon < 3,7 \cdot 10^4$, $11,2 \cdot 10^4 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{cm}^{-1}$. Tieto kyaninové farbivá boli použité aj pre extrakčno-fotometrické stanovenie selénu^{59,60}. Avšak, selén neruší stanovenie telúru. Krátka charakteristika týchto metód je uvedená v tabuľke III.

4. Záver

Pre fotometrické a luminiscenčné stanovenie telúru najčastejšie sa používa tiomočovina, dietylditiokarbamat sodný, diantipyrylpropylmetán a butylrodamín C (cit.²) a niektoré zásadité farbivá. Zaujímavé výsledky boli dosiahnuté pri použití niektorých kyaninových farbív. Tieto metódy sa charakterizujú postačujúcou dôkazoschopnosťou, vysokou citlivosťou a selektivitou.

LITERATURA

1. Irving H. M. N. H., Freiser H., West T. S.: *IUPAC, Compendium of Analytical Nomenclature*. Pergamon Press, Oxford 1978.
2. Nazarenko I. I., Yermakov F. N.: *Analiticheskaya khimija selena i tellura*. Nauka, Moskva 1971.
3. Futekov L., Dobrev D.: Nauchn. Tr. Plovdiv. Univ. Ser. Khim. 13, 125 (1975).
4. Gavril'yuk A. I.: Fiz. Elektron. 1987, 80.
5. Mel'chekova Z. E., Murashova V. I.: Zh. Anal. Khim. 25, 556 (1970).

6. Mel'chekova Z. E., Murashova V. I.: Zh. Anal. Khim. 28, 105 (1973).
7. Terpinski E. A.: Analyst 113, 1473 (1988).
8. Nazarenko I. I., Kislova I. V., Rabinovich B. S.: Zh. Anal. Khim. 30, 1389(1975).
9. Semkayeva L. G., Simonova L. N., Busev A. I., Gen' L. I., Dorodnykh V. P.: Zh. Anal. Khim. 34, 226 (1979).
10. Arikava Iosiko: Bunseki Kiki 14, 477 (1976).
11. Marczenko Z., Krasiejko M., Czarnecka I.: 2-nd Nat. Conf. on Anal. Chem. with Int. Participation. Golden Sands- Varna 1976.
12. Marczenko Z., Krasiejko M., Czarnecka I.: Chem. Anal. (Warsaw) 22, 275 (1977).
13. Duan Quanzhang, Min Deming: Fenxi Huaxue 15, 203 (1987).
14. Andreyeva I. M., Simonova L. N., Busev A. I., v zborníku: Khim. analiz mor. osadkov. Moskva 1980.
15. Mel'chekova Z. E., Mokrushina G. A., Bed'nyagina N. P.: Zavod. Lab. 42, 257 (1976).
16. Mel'chekova Z. E., Mokrushina G. A., Bed'nyagina N. P.: SU 408 199(1973).
17. Busev A. I., Simonova L. N., Masharina T. A., Zayukova N. D.: Zh. Anal. Khim. 28, 1360 (1973).
18. Busev A. I., Simonova L. N., Zayukova N. D.: Zh. Anal. Khim. 29, 294(1974).
19. Murashova V. I., Skripchuk V. G.: Zh. Anal. Khim. 27, 340(1972).
20. Skripchuk V. G., Murashova V. I.: Zh. Anal. Khim. 32, 452 (1977).
21. Alekseyeva L. S., Murashova V. I., Bakunina L. I., Skripchuk V. G.: Zavod. Lab. 37, 1299 (1971).
22. Bochkaryeva I. A., Bl'yum I. A.: Zh. Anal. Khim. 30, 874(1975).
23. Liu Shaopu, Liu Zhongfang: Chem. J. Chin. Univ. 9, 774(1988).
24. Khvatkova Z. M., Golovina A. P., Zorov N. B., B'yelova N. K., Alimarin I. P.: Vestn. Mosk. Univ. Ser. Khim. 13, 355 (1972).
25. Golovina A. P., Savvina L. P., Runov V. K., Zorov N. B., Khvatkova Z. M.: Vestn. Mosk. Univ. Ser. Khim. 75, 577(1974).
26. Skripchuk V. G., Murashova V. I.: Zh. Anal. Khim. 29, 1823(1974).
27. Ivankova A. I., Bl'yum I. A.: Zavod. Lab. 27, 371 (1961).
28. Busev A. I., Babenko N. L.: Zh. Anal. Khim. 75, 972 (1963).
29. Busev A. I., Babenko N. L., Hoang Min Tau: Zh. Anal. Khim. 18, 1094(1963).
30. Ramanauskas E. I., Zhilenajte M. V.: Nauchn. Tr. Vyssh. Uchebn. Zav. Lit. SSR, Khim. Khim. Tekhnol. 1969, 57.
31. Ramanauskas E. I., Zhilenajte M. V.: Nauchn. Tr. Vyssh. Uchebn. Zav. Lit. SSR, Khim. Khim. Tekhnol. 1970, 27.
32. Bagbanly I. L., Bagbanly S. I., Rustamov N. H.: Azerb. Khim. Zh. 1976, 110.
33. Kish P. P., Kremenyeva S. G.: Zh. Anal. Khim. 25, 2200(1970).
34. Skripchuk V. G., Chupakhin O. N., Charushin V. N., Ost'yakova N. L.: Zh. Anal. Khim. 37, 49 (1982).
35. Kowalski T.: Chem. Anal. (Warsaw) 32, 379 (1987).
36. Ismailov N. I.: Kandidátská dizertačná práca. Baku 1987.
37. Guseynov I. K., Bagbanly I. L., Bagbanly S. L., Rustamov N. H.: Dokl. Akad. Nauk Azerb. SSR. 27, 29(1971).
38. Ismailov N. I.: Zh. Ref. Khim. 1987, 8G143.
39. Ismailov N. L.: Zh. Ref. Khim. 1985, 7G162.
40. Nazarenko I. I., v zborníku: Novije metody issled. po analizu redkometeVn. mineralov, rud i gorn. porod. Nauka, Moskva 1970.
41. Fotometricheskoye opredeleniye tellura s butilrodaminom C, v zborníku: Metody khim. analiza mineralov. syr'ya. Nedra, Moskva 1968.
42. Vasil'yev P. L., Voronkova M. A.: Zh. Ref. Khim. 1966, 7G108.
43. Shcherbov D. P., Ivankova A. I.: Zavod. Lab. 24, 667 (1958).
44. Shcherbov D. P., Ivankova A. I.: Zavod. Lab. 24, 1346 (1958).
45. Skripchuk V. G.: Zh. Anal. Khim. 36, 1362 (1981).
46. Skripchuk V. G.: SU 802 179 (1981).
47. Shitar'yeva G. G., Poluektov E. N., Nazarenko V. A.: Zh. Anal. Khim. 30, 1166(1975).
48. Donaldson E. M.: Talanta 23, 823 (1976).
49. Bondareva E. G., Bayadina E. G., v zborníku: Organ. reagenty v analit. khimii. Perm' 1981.
50. Vijayakumar M., Ramakrishna T. V., Aravamudan G.: Talanta 26, 323 (1979).
51. Marczenko Z., Krasiejko M., Stec J.: Chem. Anal. (Warsaw) 26, 1051 (1981).
52. Kish P. P., Balog I. S., Andruk V. A., Golomb M. G.: Zh. Anal. Khim. 45, 915 (1990).
53. Kish P. P., Balog I. S., Andruk V. A.: Izvestiya Vyssh. Uchebn. Zav. Khim. Khim. Tekhnol. 33, 52 (1990).
54. Kish P. P., Andruk V. A., Balog I. S.: Zh. Anal. Khim. 46, 2328 (1991).

55. Kish P. P., Balog I. S., Andrukh V. A., Bogdanova A. V.: *Zavod. Lab.* 56, 22(1990).
56. Kish P. P., Balog I. S., Andrukh V. A., Mushkalo I. L.: *Ukr. Khim. Zh.* 57, 644 (1991).
57. Balog I. S., Kish P. P., Kikineshi A. A., Zimomr'ya I. I., Andrukh V. A.: *SU* 1 559 287 (1990).
58. Balog I. S., Kish P. P., Ishchenko A. A., Mushkalo I. L., Andrukh V. A.: *Zh. Anal. Khim.* 45, 481 (1990).
59. Balog I. S., Kish P. P., Andrukh V. A., Feher Y., Potapchuk A. M.: *SU* 1 606 930 (1990).
60. Andrukh V. A.: *Kandidátská dizertačná práca*. Užhorodská štátna univerzita, Užhorod 1995.

V. Andrukh and M. Matherly (Technical University Košice, Prešov, Slovak Republic): Spectrophotometric Methods of Tellurium Determination

Tellurium and its compounds are often used in various fields of technology. This is why the problem of Te determination is very topical. Spectrophotometric methods of element determination are simple, sufficiently sensitive, and selective. The review summarizes main spectrophotometric methods of Te determination, their short characteristics, advantages, and shortcomings. The data are arranged in tables,