

目 录

说明.....	(1)
银 Ag	(1)
铝 Al	(1)
砷 As	(3)
金 Au	(4)
硼 B	(4)
钡 Ba	(5)
铍 Be	(6)
铋 Bi	(6)
钙 Ca	(7)
镉 Cd	(8)
铈 Ce	(9)
氯 Cl	(9)
钴 Co	(9)
铬 Cr	(10)
铯 Cs	(11)
铜 Cu	(12)
镝 Dy	(13)
铒 Er	(14)
铕 Eu	(15)
铁 Fe	(16)
镓 Ga	(17)
钆 Gd	(18)
锗 Ge	(19)
铪 Hf	(20)
汞 Hg	(21)
铥 Ho	(22)
碘 I	(23)
铟 In	(23)
铱 Ir	(24)
钾 K	(26)
镧 La	(27)
锂 Li	(28)
镱 Lu	(28)
镁 Mg	(29)
锰 Mn	(30)

钼	Mo	.....	( 31)
钠	Na	.....	( 32)
铌	Nb	.....	( 33)
钕	Nd	.....	( 35)
镍	Ni	.....	( 36)
铱	Os	.....	( 37)
磷	P	.....	( 38)
铅	Pb	.....	( 38)
钯	Pd	.....	( 39)
镨	Pr	.....	( 40)
铂	Pt	.....	( 41)
铷	Rb	.....	( 42)
铼	Re	.....	( 43)
铑	Rh	.....	( 43)
钌	Ru	.....	( 44)
硫	S	.....	( 45)
锑	Sb	.....	( 45)
钪	Sc	.....	( 46)
硒	Se	.....	( 47)
硅	Si	.....	( 48)
钐	Sm	.....	( 49)
锡	Sn	.....	( 50)
锶	Sr	.....	( 51)
钽	Ta	.....	( 52)
铽	Tb	.....	( 53)
铊	Tc	.....	( 54)
碲	Te	.....	( 54)
钍	Th	.....	( 55)
钛	Ti	.....	( 56)
铊	Tl	.....	( 57)
铥	Tm	.....	( 58)
铀	U	.....	( 59)
钒	V	.....	( 61)
钨	W	.....	( 62)
钇	Y	.....	( 63)
镱	Yb	.....	( 64)
锌	Zn	.....	( 65)
锆	Zr	.....	( 65)
吸收率%A与吸光度A换算表			(70)

说 明

据文献报道，目前能用原子吸收光谱法测定的元素约73个，其中可以应用空气——乙炔焰测定的元素达34个，即：Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba、Cr、Mo、Mn、Fe、Co、Ni、Ru、Bn、Pd、Zr、P、Cu、Ag、Zn、Ge、In、Ti、Ga、Sn、Pb、As、Sb、Bi、Se、Te等。其他需用高温火焰（通常用氧化亚氮——乙炔焰）测定。

手册简要地给出了每一元素的主要参数、主要吸收线、适用的火焰类型、干扰情况以及每一元素的标准溶液配制和储存方法。下面就手册内容作几点说明：

一、符号和单位

Do：氧化物离解能。单位电子伏特（eV）

Ei：元素电离能。单位电子伏特（eV）

λ ：波长。单位毫微米（m μ ）

f：振子强度。即能被入射辐射线激发的每个原子的平均电子数，它的大小具体反应了谱线的强弱。

S·B·W：单色器光谱通带。单位毫微米（m μ ）。取决于单色器的色散和所用缝宽。

A—Ac	空气——乙炔焰
N—Ac	氧化亚氮——乙炔焰
A—H	空气——氢焰
Ar—H	氩——氢焰
A—P	空气——丙烷焰

S：元素的1%吸收灵敏度。能产生1%吸收（吸光度0.00436A）信号时所对应的元素浓度。表示为 $\mu\text{g/ml}/1\%$ 。

D·L：元素的检测极限。信号二倍于噪音时所对应的元素浓度。表示为 $\mu\text{g/ml}$ 。

R·S：同一元素主要吸收线间的相对灵敏度。取最灵敏吸收线为1.0。

二、灵敏度和检测极限。均系在最佳测定条件下，对每一元素的纯水溶液的火焰法测定结果。同一元素，由于选用仪器和工作条件不同，表列数据会有差别，个别元素的最灵敏吸收线也不尽一致。

三、干扰。干扰情况和抑制办法，取自文献报道。由于样品、仪器、工作条件不同，干扰情况和抑制办法都可能有一定的差异，“手册”提供的现象可供实际工作中参考。

四、标准溶液。标准溶液配制按化学分析常规严格操作。试剂用高纯级，溶剂用的“纯水”（如离子交换水），要严格检查，防止沾污被测元素。

储存标准液浓度，一般而言，在1000 $\mu\text{g/ml}$ 以上的溶液能保持一年。有些元素的标

准溶液应加进少量无机酸进行贮存。对于 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以下浓度溶液，原则上应当天使用当天配制。

五、非火焰原子吸收法是火焰原子吸收法的补充。表列主要吸收线原则上适用于非火焰原子吸收。个别元素可能在最灵敏吸收线的判定上稍有变易。但是，干扰情况和抑制方法会有较大差异，甚至完全相反。

六、表格中吸收线灵敏度依降低次序排列。

七、手册中还列举了每一元素火焰发射光谱的最灵敏线和次灵敏线。在火焰发射分析时，单色器使用较小的带宽，通常是 1—2 \AA 带宽。以便减弱火焰背景和分子光带影响。大多数元素测定用 $\text{N}_2\text{O}-\text{C}_2\text{H}_2$ 焰，这种火焰温度较高，化学干扰小。对使用背景较大的发射线，要按发射光谱常规扣除背景。

八、编写本手册的主要资料有：（略）

1 W. T. Price "Analytical Atomic Absorption Spectrometry"

2 M. L. Parsons, etc "Flame Spectroscopy" (Atlas of Spectral Lines)

3 Perkin—Elmer Ltd 资料

4 Pye Unicam Ltd 资料

5 Jarrel Ash Ltd 资料

6 Tohn A. Dean etc "Flame Emission and Atomic Absorption Spectrometry" Volume 2

7 T. D. Winefordner etc "Luminescence Spectrometry in Analytical Chemistry"

8 Б.В.ЛЬВОВ "АТОМНО—АБСОРБЦИОННЫЙ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ"

9 "光谱线波长表"：冶金工业部科技情报产品标准研究所编译

银 Ag

原子量 107.868

Do 1.4ev

Ei 7.57ev

最灵敏吸收线 Ag328.1 $5^2S_{1/2}-5^2P_{3/2}$ 0.05 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
328.1	0.51	0.7	A—P	0.05	0.005	
328.1	0.51	0.7	A—Ac	0.10	0.006	1.0
338.3	0.25	0.7	A—Ac	0.2		1.9

标准溶液配制和储存

储存液浓度: Ag 500 μ g/ml

用50毫升水溶解0.787克AgNO₃, 再用1% HNO₃稀释至1升, 储存于一个深棕色玻璃瓶中, 以防光照。

或者将1.000克金属银用10毫升HNO₃溶解, 然后用水稀释至1升, 浓度1000 μ g/ml。

干扰:

测定Ag宜采用富燃性火焰。在空气——丙烷焰和空气——乙炔焰, 许多元素都不干扰银的测定。据报道:

5% HCl, HNO₃不干扰Ag的测定。

5% H₂SO₄、H₃PO₄会降低Ag的测定灵敏度。

5% 醋酸会增加Ag的测定灵敏度。

硼酸盐、碳酸盐、高氯酸盐、溴化物、碘化物、高锰酸盐、钨会使Ag产生沉淀带来干扰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线, Ag328.3。次灵敏线是Ag328.1。采用空气——乙炔焰测定。

铝 Al

原子量 26.98

Do 5.0ev

Ei 5.98ev

最灵敏吸收线 Al309.3 $3^2P^0_{3/2}-3^2D_{5/2}$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
309.3(D)	0.23	0.7	N—Ac	0.8	0.2	1.0
396.2		0.7	N—Ac			1.1
308.2		0.7	N—Ac			1.6
394.4		0.7	N—Ac			2.4
237.3(D)		0.2	N—Ac			3.9
236.7		0.2	N—Ac			6.3
257.5(D)		0.2	N—Ac			8.1
256.8		0.2	N—Ac			12.6

Al 309.3 (D) 双线: Al 309.271, 309.284
 Al 237.3 (D) 双线: Al 237.313, 237.336
 Al 257.5 (D) 双线: Al 257.510, 257.541

标准溶液配制和储存

储存液浓度: Al 1000 μ g/ml

将1.000克铝丝溶解在1:1 HCl中, 然后加进几滴汞作催化剂, 用1% HCl稀释至1升, 过滤溶液去汞。

或者将1000克铝箔置于25毫升浓HCl中, 加进几滴浓HNO₂溶解, 用水稀释至1升。
 干扰

测定铝宜用富燃性火焰。当存在Ca, Zn, Cu, Pb, Mg, Na, PO₄³⁻, SO₄²⁻, 并不影响铝的测定灵敏度。

Fe, HCl浓度大于0.2%时, 会使铝的测定灵敏度增加。加进钛或醋酸时, 会增加铝的测定灵敏度。

在氧化亚氮——乙炔焰中, 铝会部分电离。可以在样品和标准中加进大量碱金属盐(1000—2000 μ g/ml)来控制电离。

大于0.4N的HNO₃不影响灵敏度, 但H₂SO₄会降低铝的灵敏度, 降低程度取决于H₂SO₄的浓度。

在硫酸溶液中, V影响铝的灵敏度, 影响程度随硫酸浓度而变。Al308.2受V308.2线的吸收干扰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Al396.2 次灵敏线 Al394.4

用氧化亚氮——乙炔焰

有人在氧——氢焰中, 用铝的分子光谱Al—O测定,

带头: 484.2, 486.6, 467.0, 507.9, 510.2, 512.3, 514.3, 464.8, 469.5, 471.6。强度递减。

砷 As

原子量	74.9216		
Do	4.9ev		
Ei	9.81ev		
最灵敏吸收线	193.7	0.8μg/ml/1%	基态 $4^1S_{3/2}$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
193.7	0.095	0.7	A—Ac	1.3	0.4	
193.7	0.095	0.7	Ar—H	0.6	0.4	1.0
189.0		0.7	N—Ac			0.8
197.2	0.07	0.7	Ar—H	1.2	0.3	2.0

标准溶液配制及储存

储存液浓度: 1000μg/ml

将1.320克As₂O₃溶解于25ml20% (重量/体积) KOH溶液中, 用20%H₂SO₄溶液中和到酚酞溶液终点。然后用1%H₂SO₄稀释至1升。或者将1.320克As₂O₃用50毫升HCl溶解, 用水稀释至1升。

干扰:

在空气—乙炔焰中干扰较少, 但灵敏度和检测极限不及氩—氢焰。在氩—氢焰中, 由于火焰温度低, As的测定受到化学干扰和背景吸收影响, 主要干扰元素有Al, Ba, Ca, Co, Fe, Li, Mg, Ni, K, Si, Na和Sr。

由于砷的共振吸收线在远紫外区, 火焰吸收和“光散射”效应比较严重, 尤其是样品里存在高浓度盐时, 可以应用氙灯背景校正器或使用汞的非原子吸收线Hg194.2予以校正。

使用有机溶剂时, 氩—氢焰不稳定。

近年来, 有人利用火焰加热 (或电加热) 石英管, 将砷的氢化物AsH₃用载气导入石英管内进行测定, 大大提高了砷的测定灵敏度和检测极限。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 As245.0 次灵敏线 As228.8, 249.1。用空气—乙炔焰测定。

金 Au

原子量 196.9665
 Do
 Ei 9.22ev
 最灵敏吸收线 2428 $6^2S_{3/2} - 6^2P_{3/2}$ 0.18 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
242.8	0.3	0.7	A—Ac	0.18	0.02	1.0
267.6		0.7	A—Ac	0.6		1.8
312.3		0.7	A—Ac			900
274.8			A—Ac	250		1100
627.8		0.7	A—Ac			

标准溶液配制及储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将0.1000克金属溶解于最少体积王水中, 蒸发至干, 加进5毫升HCl, 冷却, 用水稀释至1升。储存于深棕色玻璃瓶内。

干扰:

测定金宜用贫燃性火焰, 在空气—乙炔焰中, 其它贵金属会干扰金的测定。为了消除基体效应的干扰作用, 标准和样品的酸度和其它主要成份应相同。当乙炔钢瓶压力小于5 kg/cm²时, 可能产生干扰。在空气—丙烷焰中, 干扰较多。原因是火焰温度低。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Au267.6

次灵敏发射线 Au242.8

采用氧化亚氮—乙炔焰。

硼 B

原子量 10.81
 Do 7.95ev
 Ei 8.29ev
 最灵敏吸收线 249.8 $2^2P_{3/2} - 3^2S_{1/2}$ 35 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
249.8	0.33	0.2	N—Ac	35		1.0
249.7	0.32	0.2	N—Ac	200		5.7

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 500 μ g/ml
 溶解28.60克 H_2BO_3 , 用水稀释至1升, 储存于塑料瓶内。

干扰:

宜采用富燃性氧化亚氮——乙炔焰测定硼

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 B249.7

次灵敏发射线 B249.8

采用氧化亚氮——乙炔焰。

亦可以在空气——氢, 或氩——氢焰中测定硼的分子光谱(BO), 带头为: 546, 518, 492, 472。但测定易受许多因素干扰。

钡 Ba

原子量 137.34

Do 2.95ev

Ei 8.29ev

最灵敏吸收线 Ba553.6 $6^1S-2^1P_1$ 0.40 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
553.6	1.4	0.2	A—Ac	7.0		
553.6	1.4	0.2	N—Ac	0.4	0.2	1.0
455.4		0.2	N—Ac	20	1.0	5
350.1		0.2	N—Ac			16

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 100 μ g/ml

溶解1.779克 $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, 用水稀释至1升。

干扰:

钡宜用富燃性火焰测定。

在空气—乙炔焰中，灵敏度低。存在较严重的化学干扰，如磷酸盐、硅酸盐等。当使用钡离子线Ba II 455.4进行测定时，能较好地消除Ca(OH)₂分子吸收干扰。在氧化亚氮—乙炔焰中，由于火焰温度高，化学干扰少。Ba II 455.4，只有在高温火焰中才有较高的灵敏度，这时不能使用消电离剂。

为了抑制钡的电离，可以加进大量碱金属盐(1000—2000μg/ml)到样品和标准中。

火焰发射光谱：

最灵敏发射线 Ba553.6。用氧化亚氮—乙炔焰测定。

铍 Be

原子量	9.01218
Do	4.6ev
Ei	9.32ev
最灵敏吸收线	Be234.9, 2 ¹ So—2 ¹ P ₁ 0.05μg/ml/1%(N—AC焰)
储存液浓度：	1000μg/ml

将1.000克金属铍溶于1:1 HCl中，然后用1% HCl稀释至1升。

或者将19.639克BeSO₄用水溶解稀释至1升。

注意：铍有剧毒性，操作过程要小心。

干扰：

铍宜用富燃性火焰测定。Al的存在会使铍的测定灵敏度降低，但在盐酸溶液中不会降低。可以通过加进氟化物办法来抑制铝的干扰。存在高浓度Si, Mg时，灵敏度降低。在样品、标准中加进2.5% 8-羟基奎啉能抑制干扰。

在样品中，存在K, Pb, Sn, Mo, Sr, Cd等元素，会增加铍的原子吸收。

某些酸，特别是硼酸，硫酸，氢氟酸和醋酸会提高铍的测定灵敏度。

火焰发射光谱：

在氧化亚氮—乙炔焰中，选用Be234.9μm

火焰发射光谱：

最灵敏发射线 Be234.9。采用氧化亚氮—乙炔焰测定。

铋 Bi

原子量	208.9806
Do	4.0ev
Ei	7.29ev
最灵敏吸收线	Bi223.1, 0.5μg/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
223.1	0.012	0.2	A—P	0.5		
223.1	0.012	0.2	A—Ac	0.8		1.0
222.8	0.0025	0.2	A—Ac	1.5		2.4
306.8	0.25	0.2	A—Ac	2.2		3.7
206.2		0.7	A—Ac			8.6
227.7		0.7	A—Ac	1.0		14

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g/ml}$

将1.000g金属铋溶解于1:1 HNO₃中, 然后用2% HNO₃稀释至1升。

干扰:

铋宜用贫燃性火焰测定, 有关铋的干扰报道很少, 可以在APDC—MIBK系统中, PH2.5—4.0, 萃取Bi。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Bi 223.1。

次灵敏发射线 Bi 306.8, 298.9,

用氧化亚氮—乙炔焰测定。

可使用空气—乙炔焰, 但灵敏度低。

钙 Ca

原子量 40.48

Do 5.0ev

Ei 6.11ev

最灵敏吸收线 Ca422.7 4¹So—4¹P, 0.06 $\mu\text{g/ml}$ /1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
422.7	1.49	0.7	A—Ac	0.06	0.005	
422.7		0.7	N—Ac	0.03	0.005	1.0
239.9	0.037	0.7	N—Ac	20		120
445.5		0.7	N—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 500 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.249克 CaCO_3 (烘干) 加进50毫升水, 然后加进大约10毫升的 HCl , 以便使 CaCO_3 完全溶解。最后用水稀释至1升。

干扰:

钙宜用化学计量性火焰测定。在空气—乙炔焰中, Al 、 Be 、 Si 、 Ti 、 V 、 Zr 、磷酸盐、硫都会干扰钙的测定, 降低了钙的灵敏度, 将0.1—1% La 或 Sr 加进样品和标准中, 能抑制上述干扰。标准中酸的浓度应和样品相当。在空气—乙炔焰中, 钙有轻微的电离效应。

在氧化亚氮—乙炔焰中测定钙宜用贫燃性火焰。钙的测定灵敏度较高。化学干扰很少, 尤其是样品中含有大量硅时, 最宜使用此火焰。此火焰的电离干扰较大, 可通过加进大量(1000~2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$) 硷金属来抑制电离。

当乙炔钢瓶压力 $< 5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 时, 钙的吸收降低, 噪音增加, 这是因为钢瓶内的丙酮进入火焰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Ca 422.7

次灵敏发射线 Ca 239.9。在氧化亚氮—乙炔焰测定, 可以用空气—乙炔焰, 但灵敏度低。

镉 Cd

原子量 112.40

D_0 3.8eV

E_i 6.11eV

最灵敏吸收线 Cd 228.8 $5^1\text{S}_0 - 5^1\text{P}_1^o$ 0.01 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
228.8	1.2	0.7	A—P	0.01	0.002	
228.8	1.2	0.7	A—Ac	0.015	0.002	1.0
326.1	0.0018	0.7	A—Ac	20		435

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.000克金属溶解于1 : 1 HCl中, 然后用1% HCl稀释至1升。或者将1.142克CdO用20毫升5 M HCl溶解, 用水稀释至1升。

干扰:

镉宜用贫燃性火焰测定, 除硅以外, 极少报道一般金属对镉的测定干扰。

EDTA 能增加镉的原子吸收, 并可抑制 $B_2H_3^-$, HCO_3^- 等阴离子干扰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Cd326.1, 次灵敏线 Cd228.8, 使用氧化亚氮—乙炔焰。在空气—乙炔焰中灵敏度较低。

铈 Ce

原子量 140.12

Do

Ei

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
520.0(D)			N—Ac	30		
569.7			N—Ac	39		

至今极少报道铈的原子吸收光谱测定。铈的光谱很复杂, 尚未完全清楚。因此, 难于确切判断铈的最灵敏吸收线。铈要用氧化亚氮—乙炔焰测定, 可选用Ce569.7 (可参阅Fassel等“Anal Chem” 41. 1494 (1969))。

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000.9 $\mu\text{g/ml}$

将39.13克Ce(NH₄), Ce(NO₂), 溶解于水中, 稀释至1升。

氯 Cl

没有报道氯的原子吸收光谱测定, 可以间接测定氯。氯的共振吸收线在短波紫外区。可用NaCl配制标准溶液。

钴 Co

原子量 58.9332

Do

Ei 7.86ev

最灵敏吸收线 Co240.7 $a^4F_{9/2} - x^4G_{11/2}$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
240.7	0.22	0.2	A—Ac	0.08	0.02	
242.5	0.19	0.2	A—Ac	0.2		
241.2		0.2	A—Ac			
252.1	0.19	0.2	A—Ac	0.5		
243.7		0.2	A—Ac			
243.2						
241.5						
304.4		0.2	A—Ac			
352.7		0.2	A—Ac			
346.6		0.2	A—Ac			
341.3		0.2	A—Ac			
347.4		0.2	A—Ac			
301.8		0.2	A—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g/ml}$

将1.000克金属钴溶解于1:1 HCl中, 然后用1% HCl稀释至1升。

干扰:

在空气—乙炔焰中, 钴的测定宜用贫燃性火焰。

Co240.7要用较小的通带, 否则不能分离Co241.1, 240.4。

Co可以在APDC—MIBK系统中, PH 2—4条件下萃取。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Co345.4。

次灵敏线 Co344.4, 340.5用氧化亚氮—乙炔焰, 在空气—乙炔焰中, 灵敏度低。

铬 Cr

原子量

51.996

Do

4.2ev

Ei

6.76ev

最灵敏吸收线

Cr357.9 $a^1S_3-y^1P_2^0$ 0.05 $\mu\text{g/ml}$ /1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
357.9	0.34	0.7	N—Ac	0.10		
357.9	0.34	0.7	A—Ac	0.05	0.008	1.0
359.4	0.27	0.7	A—Ac	0.15		1.7
360.5	0.19	0.7	A—Ac	0.2		2.2
425.4	0.10	0.7	A—Ac	0.5		3.0
427.5		0.7	A—Ac			3.8
429.0		0.7	A—Ac			4.5

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将3.735克 K_2CrO_4 用水溶解, 稀释至1升。或者将1.000克金属铬, 用50毫升浓盐酸溶解, 再用水稀释至1升。

干扰:

铬宜用富燃性火焰测定。铬原子吸收对燃气/助燃气比例极其敏感。

在空气——乙炔焰中, 铬的吸收受到Ni、Fe的抑制。在样品、标准中加2% (重量/体积) 的 NH_4Cl , 能抑制Fe的干扰。如果采用贫燃性空气——乙炔焰, 可降低Fe、Ni干扰, 但铬的灵敏度降低。

在氧化亚氮——乙炔焰中, Ni、Fe干扰铬的测定。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Cr4254

次灵敏线 Cr429.0, 427.5, 360.5, 359.4。

用氧化亚氮——乙炔焰测定。

铯 Cs

原子量 132.9005

Do

Ei 3.87ev

最灵敏吸收线 Cs 852.1 $6^2\text{S}_{1/2}-6^2\text{P}_{3/2}$ 0.5 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
852.1	0.8	2.0	A—Ac	0.5		1.0
455.5		2.0	A—Ac	20		85

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.267克CsCl溶解于水中, 稀释至1升。

干扰:

铯的电离电位很低。铯原子在火焰中的位置, 对其电离度影响很大, 尤其是在空气—乙炔焰。在样品和标准中加进大量其它碱金属盐, 能提高测定精密度。通常加进0.1~0.5%钾作消电离剂。

铯宜用贫燃性火焰测定。采用空气—氢焰比空气—乙炔焰好。因为它能降低铯的电离度。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Cs8522。

次灵敏线 Cs894.4, 455.5 μm 。

用空气—乙炔焰。

铜 Cu

原子量 63.54

Do 4.9ev

Ei 7.72ev

最灵敏吸收线 Cu324.8 $4^2\text{S}_{1/2} \rightarrow 4^2\text{P}_{3/2}$ 0.04 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
324.8	0.74	0.7	A—Ac	0.04	0.002	1.0
327.4	0.38	0.7	A—Ac	0.1		2.0
216.5		0.2	A—Ac			6.0
217.9	0.011	0.2	A—Ac	0.6		15
222.6	0.004	0.2	A—Ac	2.0		15
249.2		0.7	A—Ac	4.0		72
224.4		0.2	A—Ac			157
244.2		0.7	A—Ac			291

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g/ml}$

将1.000克金属铜溶解于1 : 1 HNO_3 中, 然后用1% HNO_3 稀释至1升。

干扰:

铜的原子吸收测定干扰较少, 宜用贫燃性火焰。大量Fe (10000 $\mu\text{g/ml}$) 存在时表现干扰。

Eu324.7530干扰Cu324.7540, 使铜的原子吸收增加。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Cu327.4。

次灵敏线 Cu324.8。

采用氧化亚氮——乙炔焰。亦可用空气——乙炔焰, 但灵敏度低。

镝 Dy

原子量 162.50

Do

Ei 6.2ev

基态 6^2I_3

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
421.2		0.2	N—Ac	1.5		1.0
404.6		0.2		1.8		1.1
418.7		0.2				1.2
419.5		0.2		3.4		1.6
416.8		0.2				6.8
353.2 II		0.2				
396.8 II		0.2				
364.5 II		0.2				
394.5 II		0.2				
400.1 II		0.2				

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g/ml}$

将1.148克 Dy_2O_3 溶解于50毫升2 M HCl中, 然后用1% HCl稀释至1升。

干扰:

适宜用富燃性火焰测定。

电离干扰可加进大量(1000—2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)碱金属盐来抑制。共存元素干扰可加进1%La来抑制。

硫酸、磷酸会增加镱原子的吸收。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Dy404.6。

次灵敏线 Dy421.2, 410.5, 418.7, 458.9。

用氧化亚氮—乙炔焰。

铒 Er

原子量 167.26

Do

Ei 6.2ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
400.8		0.2	N—Ac	1.4	0.1	1.0
386.3		0.2	N—Ac			2.7
415.1		0.2	N—Ac	2.0		2.7
326.5 II						
349.9 II						
389.3 II		0.2	N—Ac			5.0
408.8		0.2	N—Ac			7.0
393.7		0.2	N—Ac			7.6
381.0		0.2	N—Ac			8.4
331.2 II						
361.7 II						
369.3 II						
390.5		0.2	N—Ac			20
394.4		0.2	N—Ac			22
360.7		0.2	N—Ac			24
440.9		0.2	N—Ac			
419.1		0.2	N—Ac			
298.6		0.2	N—Ac			
442.7		0.2	N—Ac			
355.8		0.2	N—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$
 将1.143克 Er_2O_3 溶解于50毫升 2 M HCl 中, 然后用 1 % HCl 稀释至 1 升。
 干扰:
 铈宜用富燃性火焰测定。
 电离干扰可加进大量碱金属盐 (1000—2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$) 来抑制。
 火焰发射光谱:
 最灵敏发射线 Er400.8, 次灵敏线 Er415.1, 408.8, 460.7。
 采用氧化亚氮—乙炔焰测定。

铈 Eu

原子量 151.96
 Do
 Ei 5.64ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
459.4	0.22	0.2	N—Ac	2.0	0.2	1.0
462.7	0.20	0.2	N—Ac	3.0		1.3
466.2	0.17	0.2	N—Ac	4.0		1.5
413.0 II						
420.5 II						
372.5 II						
321.1		0.2	N—Ac			12
321.3		0.2	N—Ac			15
311.1		0.2	N—Ac			15
333.4		0.2	N—Ac			20

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$
 将1.158克 Eu_2O_3 溶解于50ml 2 M HCl 中, 然后用 1 % HCl 稀释至 1 升。
 干扰:
 宜用富燃性火焰测定。
 电离干扰采取加进大量碱金属盐 (1000—2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$) 来抑制。
 火焰发射光谱:
 最灵敏发射线 Eu459.4。

次灵敏线 Eu462.7, 466.2, 576.5。

采用氧化亚氮——乙炔焰。

铁 Fe

原子量 55.847

Do 4.0ev

Ei 7.87ev

最灵敏吸收线 Fe248.3, $a^5D_4-x^5F_5$, 0.08 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
248.3	0.34	0.2	A—Ac	0.08	0.02	1.0
248.8		0.2	A—Ac	0.13		1.7
252.3	0.30	0.2	A—Ac	0.3		4.6
271.9	0.15	0.2	A—Ac	0.5		
302.1(D)	0.08	0.2	A—Ac	0.7		3.7
250.1						
216.7						
296.7	0.06	0.2	A—Ac	1.0		
372.0	0.04	0.2	A—Ac	1.0		5.7
373.7		0.2	A—Ac			10.0
386.0	0.034	0.2	A—Ac	2.0		
298.4						
293.7						
344.1(D)	0.055	0.2	A—Ac	5.0		14.0
382.4		0.2	A—Ac	3.0		
368.0						
305.9		0.2	A—Ac			230
346.6		0.2	A—Ac			110
392.0		0.2	A—Ac			130

Fe302.1(D)双线: Fe302.10743、302.06405

Fe344.1(D)双线: Fe344.09899、344.06069

标准液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将1.000克铁丝溶解于50ml 1:1 HNO₃中, 用水稀释至1升。

干扰:

铁宜用化学计量火焰。

硅的干扰, 可采取加进CaCl₂办法来抑制, 加进浓的高氯酸也能在一定程度上抑制硅的干扰。

在硝酸溶液中测定铁时, 发现镍的干扰应使铁的灵敏度降低。这种干扰可以用贫燃性火焰来抑制。

当样品中存在Pt时, Pt271.9038, 干扰Fe271.9025, 使测定的吸光度增加。

最灵敏吸收线Fe248.3背景较大, 宜选用小缝宽。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Fe372.0

次灵敏发射线 Fe386.0 373.7 344.1

采用氧化亚氮—乙炔焰测定。用空气—乙炔焰, 灵敏度低。

镓 Ga

原子量 69.72

Do 2.5ev

EI 6.00ev

最灵敏吸收线 Ga 287.4 $4^2P_{1/2} - 4^2D_{3/2}$ 2.3 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
287.4	0.32	0.7	A—Ac	2.3	0.1	1.0
294.4(D)	0.29	0.7	A—Ac	2.4		1.0
417.2	0.14	0.7	A—Ac	3.7		1.4
403.3	0.13	0.7	A—Ac	6.2		3.0
250.0		0.7	A—Ac			9.0
245.0		0.7	A—Ac			9.6
272.0		0.7	A—Ac			20

Ga 294.4 (D) 双线: Ga 294.418, 294.364

在氧化亚氮——乙炔焰中, 采用:

Ga 294.4 1.1 μ g/ml/1%

Ga 287.4 1.2 μ g/ml/1%

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将1.000克金属镓溶解于热王水中, 然后用1% HCl 稀释至1升。

干扰:

尚未有报道。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Ga 403.3。

次灵敏线 Ga 417.2, 294.4。

采用氧化亚氮——乙炔焰。用空气——乙炔焰, 灵敏度低。

钆 Gd

原子量 157.25

Do 6.0ev

Ei 6.16ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
407.9		0.2	N—Ac	16		1.0
368.4		0.2	"			1.1
378.3		0.2	"			1.1
405.8		0.2	"			1.2
405.4		0.2	"			1.3
371.8		0.2	"			
371.4		0.2	"			1.7
434.7(D)		0.2	"			
419.1		0.2	"			2.7
367.4		0.2	"			2.9
404.5		0.2	"			3.2
336.2		0.2	"			
394.6		0.2	"			6.5
336.7		0.2	"			

续上表

351.4		0.2	"		
335.9 II		0.2	"		
379.6 II		0.2	"		
376.8 II		0.2	"		
365.5 II		0.2	"		
342.4 II		0.2	"		

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 10000 $\mu\text{g/ml}$

将1.153克 Gd_2O_3 溶解于50毫升2 M HCl 中, 用1% HCl 稀释至1升。

干扰:

钷宜用富燃性火焰。

电离干扰可加进大量的碱金属盐(1000-2000 $\mu\text{g/ml}$)来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 $\text{Gd}440.2$, 次灵敏线 $\text{Cd}434.7, 452.0, 432.7, 422.6$, 使用氧化亚氮—乙炔焰。

锗 Ge

原子量 72.59

D_0 6.5eV

E_i 7.88eV

最灵敏吸收线 $\text{Ge}265.2(D)$ $4^3P_0 - 5^3P^0_1$ 1.5 $\mu\text{g/ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
265.2(D)	0.84	0.2	N—Ac	1.5		
265.2(D)	0.84	0.2	A—Ac	5		1.0
259.3	0.37	0.2	A—Ac	12		2.2
271.0	0.43	0.2	A—Ac	1.2		2.6
275.4	0.22	0.2	A—Ac	10		2.6
269.1		0.2	A—Ac			3.6
204.2						
206.9						
249.8						
209.4						

Ge 265.2 双线; Ge 265.12、265.16

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将0.1000克金属锗放进塑料烧杯中, 加进5 ml 浓HF, 再滴进几滴浓HNO₃, 直至溶解完全。最后用水稀释至100毫升, 储存于塑料瓶内。

或者将1.000克金属锗片, 用20ml 1 : 1 的HCl : HNO₃溶解。最后用水稀释至1升。

或者将1.441克GeO₂与50克草酸溶解于100毫升水中, 然后稀释至1升。

注意: 使用HCl或氯化物, 会造成锗的损失。

干扰:

宜用发亮性火焰测定。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Ge265.1, 次灵敏线 Ge271.0, 275.5, 303.9, 采用氧化亚氮—乙炔焰。

铪 Hf

原子量 178.49
Do
Ei 6.8ev
最灵敏吸收线 Hf307.3
14 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
307.3	0.02	0.2	N—Ac	14		
286.6		0.2	N—Ac	30		
289.8		0.2	N—Ac	70		
368.2						
295.1						
302.0						
290.4						
294.0						
296.4		0.2	N—Ac	80		
368.2		0.2	N—Ac			
377.8		0.2	N—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.000克金属铅置于塑料烧杯中,加进5毫升浓HF,再滴入浓HNO₃至刚好完全溶解,冷却,最后用水稀释至1000毫升储存于塑料瓶中。

干扰:

铅宜用富燃性火焰测定。

当存在HF时,能阻止火焰中稳定的Hf—O分子形成,使铅的测定灵敏度增加。当标准和样品中含有0.1%HF或0.1MNH₄F时,得到最好的灵敏度。

存在Fe时,也能在一定程度上阻止Hf—O分子的形成。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Hf368.2,采用氧化亚氮—乙炔焰。

汞 Hg

原子量 200.59

Do

Ei 10.43ev

最灵敏吸收线 Hg253.7, (6¹S₀—6³P₁)其灵敏度是:

5 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$ 空气—丙烷焰

8 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$ 空气—乙炔窗

<0.001 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 非火焰技术

汞最宜采用冷原子吸收光谱测定。

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.080克HgO溶解于1:1HCl中,用水稀释至1升。或者将1.000克金属汞溶解于20毫升5MHNO₃,用水稀释至1升。

干扰:

汞最灵敏共振吸收线Hg184.96在真空紫外区,不宜选用。

在低温火焰中,存在许多化学干扰。

如果样品中含有较多的钴,在Hg253.7处会观察到吸收信号;Co1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 在253.7毫微米处能产生10%吸收。

火焰发射光谱:

在氧化亚氮—乙炔焰,采用Hg253.7

铁 Ho

原子量

164.9303

Do

Ei

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
410.4		0.2	N—Ac	1.5	0.3	1.0
405.4		0.2	N—Ac	2.5		1.3
416.3		0.2	N—Ac			1.7
417.3		0.2	N—Ac			4.2
404.1		0.2	N—Ac			5.2
410.9		0.2	N—Ac			9.8
412.7		0.2	N—Ac	20		11
345.6 I		0.2	N—Ac			
410.1		0.2	N—Ac			
422.7		0.2	N—Ac			24
413.6		0.2	N—Ac			35
425.4		0.2	N—Ac			
395.6		0.2	N—Ac			45
598.3		0.2	N—Ac			
379.7		0.2	N—Ac			
381.1		0.2	N—Ac			
251.9 I		0.2	N—Ac			
323.4 I		0.2	N—Ac			
339.9 II		0.2	N—Ac			
341.7 I		0.2	N—Ac			
348.5 I		0.2	N—Ac			
389.1 I		0.2	N—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$
将1.146克 Ho_2O_3 溶解于50毫升2 M HCl 中, 用1% HCl 稀释至1升。

干扰:

宜用富燃性火焰测定。

电离干扰可加进大量碱金属盐(1000—2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Ho 405.4, 次灵敏线 Ho 410.4、416.3、404.1, 采用氧化亚氮—乙炔焰。

碘 I

碘的共振吸收线在真空紫外区。关于碘的原子吸收光谱测定, 据West* 报道, 他们用无极放电灯作光源, 使用商品原子吸收分光光度计, 光路经过修改, 并用氮气填充单色器。氮气是从氧化亚氮—乙炔火焰中分离出来的。经改装后的仪器可直接测定碘。

采用 I 183.0共振吸收线

灵敏度 12 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$ (在水溶液中)

4.2 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$ (在MIBK中)

检测极限 25 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (在水溶液中)

8 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (在MIBK中)

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.142克 NH_4I 溶解于水, 稀释至1升。

*West et "Atomic Absorptin Newsletter" 11 53 (1972)

铟 In

原子量 114.82

Do 1.1ev

Ei 5.78ev

最灵敏吸收线 In303.9 $5^2\text{P}^0_{1/2}-5^3\text{D}_{3/2}$ 0.9 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
303.9	0.36	0.7	A—Ac	0.9		1.0
325.6	0.37	0.2	A—Ac	0.9		1.0
410.5	0.14	0.7	A—Ac	2.6		2.9
451.1		0.7	A—Ac			3.1
256.0		0.7	A—Ac			12
275.4		0.7	A—Ac			29
271.0		0.7	A—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g/ml}$

将1.000克金属铟溶解于1:1 HCl中, 加进几滴HNO₃, 温热至全部溶解铟, 用1% HCl稀释至1升。

干扰:

铟宜用贫燃性火焰测定。大多数金属和阴离子一般不干扰铟的测定。但样品中存在大量Al、Mg、Cu、Zn时干扰铟的测定。

火焰发射光谱:

最灵敏吸收线 In 451.1。

次灵敏吸收线 In 410.5、325.6、303.9。

采用氧化亚氮—乙炔焰。空气—乙炔焰, 灵敏度低。

铱 Ir

原子量 192.22

Do

Ei 9.0ev

最灵敏吸收线 Ir208.9 15 $\mu\text{g/ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
208.9		0.07	A—Ac			0.3
264.0	0.059	0.2	A—Ac			1.0
266.5			A—Ac			1.2
237.3			A—Ac			1.3
285.0			A—Ac			1.4
250.3			A—Ac			1.7
209.3			A—Ac			
292.5			A—Ac			
247.5			A—Ac			
254.4			A—Ac			2.1
288.1			A—Ac			
351.4			A—Ac			5.6
266.2			A—Ac			
280.0			A—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度： 5 000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.147克 $(\text{NH}_4)_2\text{IrCl}_6$ 溶解于1% HCl中，然后用1% HCl稀释至100毫升。

或者将2.465克 Na_2IrCl_6 溶解于离子交换水中并稀释至1升。浓度1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 。

或者将1.000克海棉铱置于玻璃管内，加进20毫升HCl和1毫升 HClO_4 ，将玻璃管封口，放进一个带盖铁套管中，然后置于300 $^\circ\text{C}$ 烘箱内24小时，冷却后，仔细打开玻璃管（注意防止爆炸）转入容量瓶内稀释至1升。浓度1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 。

干扰：

铱宜用化学计量火焰测定。

Ir208.9是最灵敏共振吸收线。但是这里有几条很相近的谱线，Ir209.6、209.2、208.5，它们很容易与208.9混淆。Ir209.2吸收很小，Ir209.6、208.5不表现吸收。采用Ir208.9单色器通带调节到0.07毫微米（0.7 \AA ），则有最佳吸收灵敏度。

在空气—乙炔焰中，铱的原子吸收受到Al、Au、Ca、Co、Cr、Fe、Hg、Ho、Cu、Mn、K、La、Mg、Na、Ni、Pb、Pd、Pt、Os、Rh、Ru、Sn、Ti、V、Y、Zn的干扰。

据报道, 加进Na1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 和Cu500 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 能抑制Al、Ti、Ni、Pb、Fe、Co、Pt、Pd、Rh、K、Mg、Cr和小于600 $\mu\text{g}/\text{ml}$ Ca的干扰。

加进Cu7000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 和Na3000 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 能够抑制浓度达1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的Al、Bi、Ca、Cu、Co、Cr、Fe、Hg、Ni、Pb、V、Y、Ho、K、La、Mg、Mn和浓度达500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ Au、Pd、Pt、Os、Bi、Ti以及浓度达20 $\mu\text{g}/\text{ml}$ Ag的干扰。

亦有人建议加进Cu 1%和Na 1%来抑制Pt、Pd、Rh、Ru、Os的干扰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Ir380.0。次灵敏线 Ir351.4、322.1、292.5, 采用氧化亚氮——乙炔焰。

空气——乙炔焰, 灵敏度较低。

钾 K

原子量	39.102
Do	
Ei	4.34ev
最灵敏吸收线	K766.5 $4^2S_{1/2} - 4^2P_{3/2}$ 0.03 $\mu\text{g}/\text{ml}$ / 1% (在空气——丙烷焰中)

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·M	F	S	D·L	R·S
766.5	0.69	2.0	A—P	0.03		
766.5	0.69	2.0	A—Ac	0.1		1.0
769.9	0.31	2.0	A—Ac	0.2		2.3
404.4(D)	0.11	2.0	A—Ac	10.0		500

K404.4(D) 双线: K404.414、404.720

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.907克KCl溶解于水并稀释至1升。

干扰:

钾宜用贫燃性火焰或低温火焰测定。

在空气——乙炔焰中, 钾很容易电离。电离干扰可通过加进大量碱金属盐(1000~2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)到样品和标准中来抑制。

温度较低的空气——氢焰, 钾的电离度比空气——乙炔焰小, 火焰发射也很小。使用空气——氢焰, 能大大改善信/噪比, 尤其是采用K404.4吸收线。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 K766.5, 次灵敏线 K769.9、404.7、404.4采用空气——乙炔焰。

镧 La

原子量 138.9055
Do 7.0ev
Ei 5.61ev
最灵敏吸收线 La550.1 40 μ g/ml / 1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
550.1	0.15	0.2	N—Ac	40		1.0
418.7		0.2	N—Ac	50		1.6
495.0		0.2	N—Ac			1.7
357.4	0.12	0.2	N—Ac	100		4.0
365.0		0.2	N—Ac			4.0
392.8	0.18	0.2	N—Ac	200		4.0

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 50000 μ g/ml

将58.64克La₂O₃用50毫升水润湿, 缓慢而仔细地加进250毫升HCl溶解La₂O₃。最后用水稀释至1升。

干扰:

宜用富燃性火焰测定。

La357.4受分子光带CN357.4干扰。最好改用La550.1

电离干扰可加进大量碱金属盐(1000—2000 μ g/ml)来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 La579.1,

次灵敏线 La550.1、545.5、495.0, 采用氧化亚氮——乙炔焰。

锂 Li

原子量 6.941
 Do
 Ei 5.39ev
 最灵敏吸收线 Li670.8 $2^2S_{1/2} - 2^2P_{1/2}$, 0.01 $\mu\text{g/ml}/1\%$ (在空气——丙烷焰中)

主要吸收线及其参数

λ	f	B·S·W	F	S	D·L	R·S
670.8	0.71	0.7	A—P	0.01		
670.8	0.71	0.7	A—Ac	0.03		1.0
323.3	0.026	0.7	A—Ac	20		235
610.4		0.7	A—Ac			3600

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g/ml}$

将5.324克 Li_2CO_3 溶解于1:1 HCl中, 赶走 CO_2 , 用水稀释至1升。

干扰:

锂宜用贫燃性——化学计量火焰。

在空气——乙炔焰中, 锂会产生电离。电离干扰可通过加进其碱金属盐来控制。通常加进大量钾作消电离剂。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Li670.8 次灵敏线 Li610.4。采用氧化亚氮——乙炔焰。空气——乙炔焰, 灵敏度稍有降低。

镥 Lu

原子量 174.97
 Do 4.3ev
 Ei 6.15ev
 最灵敏吸收线 Lu336.0 12 $\mu\text{g/ml}/1\%$

主要吸收线及其参数:

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
336.0	0.076	0.2	N—Ac	12		1.0
331.2		"	"			1.8
337.7		"	"			2.0
356.8		"	"			2.1
398.9		"	"			9.2
311.8		"	"			
339.7		"	"			
328.2	0.086	"	"	100		
451.9		"	"			11
350.7 II		"	"			
308.1	0.091	"	"			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 10000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.137克 Lu_2O_3 溶解于HCl中, 然后用1% HCl稀释至100ml。

或者将1.6079克 LuCl_3 溶解于水中并稀释至1升。浓度1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

干扰:

适宜用富燃性火焰测定

在富燃性氧化亚氮—乙炔焰中, Lu1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的电离度是48%, 当加进K1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 电离度降低到17%, 增加碱金属盐, 电离度将进一步降低。

据F. Fernandez* 等报道, 采用Lu II 261.542吸收线灵敏度更高。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Lu451.9 次灵敏线 Lu331.2、337.7、328.2 采用氧化亚氮—乙炔焰。

*F. Fernandez er "Atomic Absorption Newsletter" 7 57 (1969)

镁 Mg

原子量	24.305
Do	4.3ev
Ei	7.64ev

最灵敏吸收线 Mg 285.2 $3^1S_0-3^1P_1$ 0.005 $\mu\text{g/ml}/1\%$

主要吸收线及其参数:

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
285.2	1.2	0.7	A—Ac	0.005	0.005	
285.2	1.2	"	N—Ac	0.005		1.0
279.6 II	1.65	"	N—Ac	0.2		
280.3 I		"				
202.5		"	N—Ac	2.5		2.4

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g/ml}$

将1.000克金属镁溶解于1:1 HCl中, 然后用1% HCl稀释至1升。

干扰:

镁宜用化学计量火焰测定。

在空气——乙炔焰中, Be、Si、Al、P、Ti、Zr的氧化物会降低Mg原子吸收。通常加进La (0.1~1%) 到样品和标液中, 将能消除干扰效应。

采用氧化亚氮——乙炔焰, 由于火焰温度高, 能消除上述干扰。

EDTA能消除Fe、Cr干扰。贵金属存在时会增加镁的原子吸收。铅的存在会降低镁原子吸收。当铅浓度达到一定时, 干扰趋于稳定。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Mg285.2 次灵敏线 Mg333.7、382.9。采用氧化亚氮——乙炔焰。亦可用空气——乙炔焰, 但灵敏度较低。

锰 Mn

原子量 54.9380

Do 4ev

Ei 7.43ev

最灵敏吸收线 Mn279.5 $a^6S_{5/2}-y^6P_{7/2}$
0.025 $\mu\text{g/ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
279.5	0.58	0.2	A—Ac	0.025	0.002	1.0
279.8		0.2	A—Ac			1.3
280.1		0.2	A—Ac			1.9
403.1		0.2	A—Ac			9.5
222.2	0.11	0.2	A—Ac	1.0		
321.7		0.2	A—Ac	100		2450

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将1.000克金属锰溶解于1 : 1 HNO₃中, 然后用1% HCl稀释至1升。

或者将1.5824克MnO₂用约50ml浓HCl溶解, 蒸发至干, 残渣用水溶解, 稀释至1升。

干扰:

锰宜用化学计量火焰测定。

在空气——乙炔焰中, 锰的测定干扰很少报道。加进Ca能减小Si的干扰效应。

有人选用Mn403.3073吸收线, 但当样品存在Ga时, 受Ga403.2982吸收线干扰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Mn403.1, 次灵敏线 Mn403.3、403.4、280.1、279.8、279.5。

采用氧化亚氮——乙炔焰。

钼 Mo

原子量 95.94

Do

Ei 7.10ev

最灵敏吸收线 Mo313.3 a⁷S₃—y⁷P₄ 0.2 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
313.3	0.2	0.7	A—Ac	0.5	0.1	1.0
313.3	0.2	0.7	N—Ac	0.2		
317.0	0.12	0.7	A—Ac	1.5		1.6
379.8	0.13	0.7	A—Ac	2.0		1.8
379.4		0.7	A—Ac			2.0
386.4		0.7	A—Ac			2.5
390.3		0.7	A—Ac			3.3
315.8		0.7	A—Ac			4.0
320.9		0.7	A—Ac			8.7
311.2		0.7	A—Ac			20

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将1.840克 $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 用1% NH_4OH 溶解, 稀释至1升。

或者将1.5003克 MoO_3 用100ml, 2M NH_4OH 溶解, 然后用1% NH_4OH 稀释至1升。

干扰:

钼宜用富燃性火焰测定, 在空气—乙炔焰中测定干扰较多。当存在Ca、Sr、S和Fe时钼原子吸收降低。降低程度取决于火焰观测高度。上述干扰通常可加进 NH_4Cl 或 AlCl_3 来抑制。

在氧化亚氮—乙炔焰中, Ca和其它铁素元素会干扰Mo的测定, Fe、Ni会增加钼原子吸收, 但Cr、W降低钼原子吸收, 加进Al1000 μ g/ml或 Na_2SO_4 1000 μ g/ml到样品和标准溶液中, 能抑制干扰效应。

建议采用氧化亚氮—乙炔焰测定Mo。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Mo390.3, 次灵敏线 Mo379.8, 386.4, 313.3。采用氧化亚氮—乙炔焰测定。空气—乙炔焰, 灵敏度低。

钠 Na

原子量 22.9898

Do

Ei 5.14ev
 最灵敏吸收线 Na589.0 (D) $3^2S_{1/2}-3^2P_{3/2}$ 0.01 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
589.0(D)	0.76	0.7	A—P	0.01	0.001	
589.0(D)	0.76	0.7	A—Ac	0.02		1.0
330.2(D)	0.055	0.7	A—Ac	5.0		185

Na 589.0 (D) 双线; Na 588.995、589.592
 Na 330.2 (D) 双线; Na 330.232、330.299

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将2.542克NaCl溶解于水中, 稀释至1升。

干扰

钠宜用贫燃性火焰测定。高浓度Ca可能干扰Na589.0, 这是因为在该波段有Ca(OH)₂分子光带。

在空气——乙炔焰中, Na特别易电离, 电离干扰可通过加进碱金属盐(1000—2000 μ g/ml)到样品和标准中来抑制。

化学干扰很少报道。在空气——丙烷焰中, 某些强无机酸会降低Na原子吸收。

低温空气——氢焰电离度比空气——乙炔焰低, 发射也弱。因此能提高信/噪比, 尤其是采用Na330.2时。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Na589.0, 次灵敏线 Na589.6、330.2、819.5。采用空气——乙炔焰。

铌 Nb

原子量 92.9064

Do 4.0ev

Ei 6.88ev

灵敏吸收线 Nb405.9 $a^4D_{9/2}-y^6F_{11/2}^0$ 35 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
334.4		0.2	N—Ac			1.0
405.9	0.19	"	"	35		
410.1(D)		"				
412.4		"				
372.7(D)		"				
379.1(D)		"				
358.0	0.12	"	"	35		1.1
334.9	0.09	"	"	40		1.2
408.0		"	"			1.4
335.8		"	"			1.5
412.4		"	"			1.9
357.6		"	"			2.5
353.5		"	"			3.0
374.0		"	"			3.2
416.8		"	"			
415.3		"	"			5.1
416.4(D)		"	"			
379.8		"	"			
378.8		"	"			
376.1		"	"			
380.3		"	"			
413.8(D)		"	"			
269.7 I		"	"			
374.2(D)		"	"			
316.3 I		"	"			
313.1 I		"	"			
309.4 I		"	"			
292.8 I		"	"			
295.1 I		"	"			

Nb 410.1(D) 双线: Nb 410.0398、410.0923

Nb 372.7(D) 双线: Nb 372.6236、372.7230

Nb 379.1(D) 双线: Nb 379.0152、379.1267

Nb 416.4(D) 双线: Nb 416.3657、416.4660

Nb 413.8(D) 双线: Nb 413.7095、413.7593

Nb 374.2(D) 双线; Nb 374.1778、374.2389

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 10000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.000克金属铌置于塑料烧杯中, 加进5毫升浓HF, 滴进 HNO_2 直至Nb刚好溶解, 最后用水稀释至100毫升, 储存于塑料瓶中。

干扰:

铌宜用富燃性火焰测定。在氧化亚氮——乙炔焰中, Nb的电离干扰可通过加进大量碱金属盐办法来消除。

当在HF、 HNO_2 溶液中存在Fe时, 能增加Nb原子吸收, 并会抑制Ni、Co、Al、Cr的干扰。

铌 Nd

原子量 144.24

Do

Ei 5.45ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
463.4	0.08	0.2	N—Ac	35		1.0
492.4	0.09	0.2	"			1.4
489.7			"			
471.9			"	73		2.1

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 10000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.167克 Nd_2O_3 溶解于50毫升5MHCl中, 然后用1%HCl稀释至100毫升。

干扰:

铌宜用富燃性火焰测定。电离干扰可通过加入大量碱金属盐(1000—2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)到样品和标准中来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Nd492.4 次灵敏线 Nd463.4、4683。采用氧化亚氮——乙炔焰。

镍 Ni

原子量 58.71
 Do
 Ei 7.61ev
 最灵敏吸收线 Ni232.0 $a^3F_4 - y^3G_2^0$ 0.1 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
232.0	0.095	0.2	A—Ac	0.1	0.02	1.0
231.1		0.2	A—Ac			1.5
234.6		0.2	A—Ac			
352.5	0.12	0.2	A—Ac	2.5		3.3
341.5	0.30	0.2	A—Ac	0.2		3.5
305.1		0.2	A—Ac			4.5
300.3		0.2	A—Ac			
346.2	0.16	0.2	A—Ac	1.0		6.6
351.5		0.2	A—Ac			8.1
303.8		0.2	A—Ac			12
337.0		0.2	A—Ac			17
323.3		0.2	A—Ac			29
294.4		0.7	A—Ac			54
339.1		0.2	A—Ac	5.0		
247.7		0.2	A—Ac	50		

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将1.000克金属镍溶解于1:1 HNO₃中, 然后用1% HNO₃稀释至1升。

干扰:

镍宜用贫燃性火焰测定。

采用Ni232.0, 单色器通带不能大于2 Å (SBW ≤ 2 Å), 否则标准工作曲线容

易弯曲。建议选用Ni305.1、346.2，虽然灵敏度低点，但线性较好。

共存元素干扰很小。在温度较低的空气—乙炔焰中，存在大量铁（10000PPm）时，会产生化学干扰，提高火焰温度，或者采用氧化亚氮—乙炔焰，将能大大降低化学干扰。Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co会增加镍的原子吸收。

Ni231.6是非吸收线，可作背景校正用。

火焰发射光谱：

最灵敏发射线 Ni341.5，次灵敏线 Ni352.5、351.5、349.3、344.6，采用氧化亚氮—乙炔焰。空气—乙炔焰，灵敏度低。

镍 Os

原子量 190.2

Do

Ei 8.73ev

最灵敏吸收线 Os290.9 $a^5D_4-6^5F^{\circ}_3$ ，1 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$ （氧化亚氮—乙炔焰），在空气—乙炔焰，Os290.9灵敏度，5 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
290.9		0.2	N—Ac	1		1.0
305.9		0.2	N—Ac	2		1.6
263.7		0.2	N—Ac			1.8
301.8		0.2	N—Ac			3.2
330.2		0.2	N—Ac			3.6
271.5		0.2	N—Ac			4.2
280.7		0.2	N—Ac			4.6
264.4		0.2	N—Ac			4.8
442.0		0.2	N—Ac			19
426.1		0.2	N—Ac			30

标准溶液配制和储存

储存液浓度：1902 $\mu\text{g}/\text{ml}$

用0.01M OsO_4 作标准溶液（相当于Os1902 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ），储存于玻璃瓶中。

镍的系列标准，全部用1% H_2SO_4 稀释配制而成。

火焰发射光谱：

最灵敏发射线 Os442.0

次灵敏线 Os290.9

采用氧化亚氮—乙炔焰。

磷 P

原子量 30.9738

Do

Ei 10.48ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
213.6(D)		0.2	N—Ac	260		1.0
214.9		0.2	N—Ac			20
177.5						

P213.6(D) 双线: P213.547、213.618

标准溶液的配制和储存

储存液浓度: 500 μ g/ml

溶解21.32克(NH₄)₂HPO₄于100毫升水中。

磷可用间接法测定*。即使用钼酸铵—异戊醇, 通过直接法测定钼来推算磷。

磷亦可在氩—氢焰和空气—氢焰中用HPO分子发射光谱(带头HPO526m μ)测定。不过干扰很多。

磷最灵敏共振吸收线P177.5在真空紫外区。

间接法测定磷可参阅:

* T. V. Raamakrishna, et (Anal Chim Acta), 4543 (1969)

铅 Pb

原子量 207.2

Do 4.1ev

Ei

最灵敏吸收线 Pb217.0 0.12 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
217.0	0.39	0.7	A—Ac	0.12	0.02	0.4
283.3	0.21	"	"	0.2	0.03	1.0
261.4		"	"	6.0		10
368.4		"	"			25

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g/ml}$
 将1.598克 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 用1% HNO_3 溶解后稀释至1升。
 或者将1.000克金属铅用10毫升 HNO_3 溶解, 然后用水稀释至1升。

干扰:

测定铅宜用贫燃性火焰。

虽然 $\text{Pb}217.0$ 比 $\text{Pb}283.3$ 灵敏, 但在空气—乙炔焰中, 人们多采用 $\text{Pb}283.3$ 。因为 $\text{Pb}217.0$ 被火焰强烈吸收, 必须同时使用氘灯背景校正器。当选用 $\text{Pb}217.0$ 时, 建议采用空气—氢焰。

PO_4^{3-} 、 CO_3^{2-} 、 I^- 、 SO_4^{2-} 对铅有干扰。Si对铅测定干扰较大。大量K存在, 会增加铅原子吸收。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 $\text{Pb}405.8$, 次灵敏线 $\text{Pb}368.4$, 283.3 , 261.4 , 采用氧化亚氮—乙炔焰。

钯 Pd

原子量

106.4

D_0

Ei

8.33ev

最灵敏吸收线 $\text{Pd}247.6$ 0.5 $\mu\text{g/ml}/1\%$ 基态 4^1S_0

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
247.6	0.1	0.2	A—Ac	0.5		1.0
244.8	0.074	"	"	1.0		0.8
276.3	0.071	"	"	3		2.7
340.5		"	"			3.0
361.0		"	"			
363.5		"	"			

标准溶液的配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将0.1000克金属钯丝溶解于新配王水中, 蒸发刚刚至干, 加入5毫升浓HCl和25毫升水, 加热至完全溶解。最后用水稀释至100ml。

或者将2.668克 $(\text{NH}_4)_2\text{PdCl}_4$ 用水溶解并稀释至1升。

干扰:

钯宜用贫燃性火焰测定, 但干扰增加。据报道, Al、Ca、Ni、Pt、Rh、Ru对Pd的测定有明显干扰, 可使用0.5%La或0.01EDTA来抑制干扰效应, HF、 H_2SO_4 干扰钯的测定, 铂族元素和金并不明显干扰钯的测定。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Pd363.5 次灵敏线 340.5、361.0、351.7, 采用氧化亚氮—乙炔焰。

锷 Pr

原子量 140.9077

Do

Ei 5.57ev

灵敏吸收线 Pr495.1 基态 $6^4\text{I}_{3/2}$ 13 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S.B.W	F	S	D·L	R·S
495.1		0.2	N—Ac	13		1.0
513.3		"	"	23		1.4
473.7		"	"			2.2
492.5		"	"			2.2
502.7		"	"			2.5
505.3		"	"			2.5
491.4		"	"	19		3.7
503.3		"	"			3.7
504.5		"	"	42		

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.170克 Pr_2O_3 溶解于50毫升5MHCl中, 然后用1%HCl稀释至100ml。

干扰:

铂宜用富燃性火焰测定。

电离干扰可加进大量碱金属盐(1000—2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)到样品和标准中来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线Pr495.1, 次灵敏线Pr513.3、494.0、492.5采用氧化亚氮—乙炔焰。

铂 Pt

原子量 195.09

Do

Ei 9.0ev

最灵敏吸收线 Pt265.9 $a^3D_3-6P^0$, 2.5 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
265.9	0.12	0.7	A—Ac	2.5		1.0
306.5		0.7	A—Ac	5.0		2.1
283.0		0.2	A—Ac			3.4
293.0		0.7	A—Ac			3.7
273.4		0.2	A—Ac			4.1
270.2		0.2	A—Ac			4.3
248.7		0.2	A—Ac			5.0
299.8		0.2	A—Ac			5.6
271.9		0.2	A—Ac	15		8.2
217.5		0.2	A—Ac	10		

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将0.1000克金属铂溶解于新配王水中, 蒸发到刚刚至干, 加入5毫升浓HCl和0.1克NaCl, 再蒸发至干, 残渣溶解在20毫升1:1 HCl中, 用水稀释至100毫升。

或者将2.275克 $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ 用水溶解稀释至1升。

干扰:

铂宜用贫燃性—化学计量火焰测定。

据报道,在空气—乙炔焰中, Li, Na, K, Mg, Ca, Cu, Pb, Sr, Ba, Cr, Fe, Co, Ni, Ru, Zr, Rh, Pd, H₂SO₄, H₃PO₄, HClO₄, HBr, NH₄⁺, 以及高浓度 Zn、Hg 都会降低 Pt 的测定灵敏度。但干扰效应可通过加进 La 2000 μg/ml 和 0.1 M HCl 到样品和标准中来抑制。

采用富燃性火焰, 将提高测定灵敏度, 但干扰效应将随之增加。

据报道, 采用高温氧化亚氮—乙炔焰, 仅有 Ru、Rh、Zr 的干扰, 且干扰程度大为降低。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Pt 265.9, 次灵敏线 Pt 306.5, 293.0, 299.8, 采用氧化亚氮—乙炔焰。空气—乙炔焰灵敏度低。

铷 Rb

原子量 85.467

Do

Ei 4.18 eV

最灵敏吸收线 Rb 780.0 $5^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$ 0.5 μg/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
780.0	0.80	2.0	A—Ac	0.5		1.0
794.8	0.40	2.0	A—Ac	1.0		2.0
420.2		0.7	A—Ac	10		120
421.6		0.7	A—Ac			235

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μg/ml

将 1.415 克 RbCl 用水溶解并稀释至一升。

干扰:

铷的测定用贫燃性火焰, 在空气—乙炔焰中, 铷的电离度很大, 可加进大量碱金属盐 (1000—2000 μg/ml) 到样品和标准中来抑制。

采用低温空气—氢焰, 铷的电离度比空气—乙炔焰小。可以采用空气—氢焰测定。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Rb 780.0

次灵敏发射线 Rb 794.8, 420.2, 421.6; 采用空气—乙炔焰。

铼 Re

原子量 186.2
 Do
 Ei 7.87ev
 最灵敏吸收线 Re 346.0 $a^3S_{5/2} - 7^3P_{7/2}$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
346.0	0.2	0.2	N—Ac	15		1.0
346.5	0.13	0.2	N—Ac	20		1.7
345.2	0.06	0.2	N—Ac	33		2.4

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将1.554克K ReO₄用200毫升水溶解, 然后用1% H₂SO₄稀释至1升。

或者将1.000克金属铼, 加进20毫升1:1 HCl, 并滴进H₂O₂使铼分解完全, 加少量水煮沸去H₂O₂。冷却, 用水稀释至1升。

干扰:

铼用富燃性火焰测定。当样品中存在普通元素时, 特别是Al, MgC₂, 会降低铼原子吸收。

电离干扰可加进大量碱金属盐(1000—2000 μ g/ml)来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Re346.0 采用氧化亚氮—乙炔焰。

铑 Rh

原子量 102.9055
 Do
 Ei 7.45ev
 最灵敏吸收线 Rh343.5 $a^4F_{9/2} - Z^4C^{\circ}_{11/2}$ 0.15 μ g/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
343.5	0.073	0.2	A—Ac	0.15	0.01	1.0
369.2		0.2	A—Ac			1.7
339.7		0.2	A—Ac	0.5		2.5
350.3		0.2	A—Ac	2.0		3.7
365.8		0.2	A—Ac			6.0
370.1		0.2	A—Ac			9.5
350.7		0.2	A—Ac			45
328.1				15		

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将0.386克 $(\text{NH}_4)_3\text{RhCl}_6 \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 溶解于10% HCl 中, 然后用10% HCl 稀释至100毫升。

注意: 铑的系列标准溶液也用10% HCl 稀释配制而成。

干扰:

铑宜用贫燃性火焰测定。据报道, 在空气—乙炔焰中, 如果在溶液中加入1% $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3$, 对于浓度为1000 μ g/ml的Al, Bi, Ca, Cd, Cu, Cr, Fe, Ho, Hg, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Ta, Ti, V, Y, Zn, 和500 μ g/ml Au, 200 μ g/ml Zr, Pd, 17.5 μ g/ml Os, 150 μ g/ml Pt, 100 μ g/ml Ru, 20 μ g/ml Ag, 则对于Rh(5—50 μ g/ml)测定均没有表现干扰效应。

亦有人推荐加入3% Na_2SO_4 来抑制干扰。或加入1%Cu和1%Na来抑制干扰。

在氧化亚氮—乙炔焰中, 元素干扰效应大为降低, 只观察到Zr, Ru干扰Rh的测定, 可在溶液中加入0.5%Zn来抑制干扰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Rh369.2 次灵敏线 Rh343.5, 350.2, 339.7。采用氧化亚氮—乙炔焰。空气—乙炔焰, 灵敏度低。

钌 Ru

原子量 101.07

Do

Ei 7.34ev

最灵敏吸收线 Ru349.9 $a^5F_5-Z_5F^0_5$ 2 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
349.9	0.10	0.2	A—Ac	2		1.0
372.8	0.087	0.2	A—Ac			1.4
379.9		0.2	A—Ac			2.2
392.6		0.2	A—Ac			11

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将0.2052克 RuCl_3 溶解于20% HCl 中, 然后用20% HCl 稀释至100毫升。

或者将2.839 [$(\text{OH})(\text{NO})\text{Ru}(\text{NH}_3)_4$] Cl_2 用水溶解并稀释至1升。

或者将1.317克 RuO_2 用15毫升 HCl 溶解, 用水稀释至1升。

干扰:

钌用富燃性火焰测定。

据报道, 在空气—乙炔焰, 当样品中存在 Pt , Ru 的测定灵敏度增加; 存在 Mo 时, 灵敏度减小。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Ru372.8, 次灵敏线 Ru379.9、349.9、342.8。使用氧化亚氢—乙炔焰。空气—乙炔焰, 灵敏度低。

硫 S

Kirkbright报道了用原子吸收光谱法直接测硫。他们采用硫无极放电灯作光源, 利用火焰分解的 NO_2 气清洗并填充整个光学系统。用 $\text{N}_2\text{O}-\text{C}_2\text{H}_2$ 焰。单色器抽真空, 以便观测硫共振吸收线 $\text{S}180.7$ 。在 K_2SO_4 溶液中观测到硫的灵敏度 $9\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$, 检测极限 $30\mu\text{g}/\text{ml}$ 。

硫亦可在空气—乙炔焰中, 用 S_2 分子发射光谱测定, 带头是374, 384, 394, 405, 415, 通常用374带头作分析测定。用分子光谱测定硫存在大量干扰。

锑 Sb

原子量 121.75
Do 3.2ev

Ei 8.64ev
 最灵敏吸收线 Sb206.8 $5^4S^0_{3/2} - 6^4P_{5/2}$ 0.5 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
206.8	0.1	0.2	A—Ac	0.5		1.0
217.6	0.045	0.2	A—Ac	1.1		2.2
231.2	0.03	0.2	A—Ac	1.9		4.0
221.7		0.2	A—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

用水溶解2.743克K(SbO)C₄H₄O₆· $\frac{1}{2}$ H₂O, 并稀释至1升。

或者将1.000克金属锑, 用10毫升HNO₂加5毫升HCl溶解。待完全溶解后加水稀释至1升。

干扰:

锑用化学计量性火焰测定。

当样品中存在铅时, 在波长217.6 μm 处, 对锑共振吸收线产生光谱干扰。可另选用Sb231.2进行测定。

据报道, 样品中当Cu的浓度超过1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 时, 在波长217.6处表现吸收。为克服这一干扰, 可在标准中加进同样的铜, 或者改用Sb231.2。随着酸浓度增加, 锑的吸收减小, 可在标准中加进同一浓度酸, 消除这一干扰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Sb259.8, 次灵敏线 Sb252.8, 287.8, 277.0。采用氧化亚氮—乙炔焰。

钪 Sc

原子量 44.9559
 Do 6.0ev
 Ei 6.54ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
391.2		0.2	N—Ac			1.0
390.8	0.67	0.2	N—Ac	1.1		1.0
402.4		0.2	N—Ac			1.4
402.0	0.60	0.2	N—Ac	1.7		1.8
405.5		0.2	N—Ac			2.7
327.4		0.2	N—Ac			3.2
408.2		0.2	N—Ac			7.0
327.4	0.34	0.2	N—Ac	2.8		12

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将3.067克 Sc_2O_3 溶解于50毫升2 M的HCl中, 然后用1% HCl稀释至1升。

干扰:

适宜用化学计量火焰测定。

电离干扰可以加进大量碱金属盐(1000—2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)到样品和标准中来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Sc402.0, 次灵敏发射线 Sc791.2, 390.8, 402.4。采用氧化亚氮—乙炔焰。

硒 Se

原子量 78.96

Do 3.5ev

Ei 9.75ev

最灵敏吸收线 Se196.1 $4^3\text{P}_2 - \text{P}_2 - 5^3\text{S}^0_1$ 0.4 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$ (在氩—氢焰中)

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
196.1	0.12	2.0	Ar—H ₂	0.4	0.1	
196.1	0.12	2.0	A—Ac	0.8	0.2	1.0
204.0	0.26	0.7	Ar—H ₂			3.0
206.3	0.30	0.7	Ar—H ₂			11
207.5		0.7	Ar—H ₂			35
216.4			A—H ₂			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.000克金属硒溶解于浓 HNO_3 中, 蒸发至干, 加2毫升水, 再蒸发至干, 重复2—3次, 然后用10% HCl 溶解残渣, 并用10% HCl 稀释至1升。或者将1.4050克 SeO_2 用水溶解并稀释至1升。

干扰:

据Johns* 报道, 在空气—乙炔焰和氩—氢焰中, 对硒有大量的干扰。

用氩—氢焰, 三缝燃烧器时, 可得到比空气—乙炔焰更好的检测极限和灵敏度。但是, 这种火焰易受化学干扰和背景吸收。

有人在测定 $\text{Se}^{196.0}$ 时, 用 $\text{Hg}^{194.2\mu\text{m}}$ 作背景校正。

(* P. Johns "Spectroscopy" 24 6 11970)

硅 Si

原子量 28.086

Do

Ei 8.15ev

最灵敏吸收线: $\text{Si}^{251.6}$ $3^2\text{P}_2-4^3\text{P}^{\circ}_2$ 2.0 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·M	F	S	D·L	B·S
251.6	0.26	0.2	N—Ac	2.0	0.5	1.0
250.7	0.2	0.7	N—Ac	10		2.8
251.4	0.54	0.2	N—Ac	10		
252.8		0.2	N—Ac			3.2
252.4		0.2	N—Ac			3.7
221.7		0.2	N—Ac			4.7
251.9		0.2	N—Ac			
221.1		0.2	N—Ac			8
288.2		0.2	N—Ac	50		
220.8			N—Ac			

标准溶液的配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将5.056克 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 用约300毫升水溶解, 加进HCl, 调节PH \sim 5, 再用水稀释至500毫升, 储存于塑料瓶中,

或者将2.1393 SiO_2 加进4.60克 Na_2CO_3 熔化, 在铂坩埚里保持熔融15分钟, 冷却, 用温热水浸取。最后, 用水稀释至1升。注意: 此溶液中含有2000 μ g/ml钠。

干扰:

硅宜用富燃性火焰测定。

当样品中存在Al、Ca、NaV等元素时, 电离干扰降低, 使硅原子吸收增强。加进大量La作为消电离剂, 也能使硅原子吸收增加。亦有报道间接法测硅*。用 $\text{H}_2\text{SiO}_4(\text{MoO}_2)_{12}$ 萃取Si, 通过测定钼来推算硅。*

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Si215.6, 采用氧化亚氮-乙炔焰。

* T. S. West. <Analysis> 92 411 (1967)

钐 Sm

原子量 150.4
Do
Ei 5.6ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
429.7		0.2	N—Ac	20		1.0
476.0		0.2	N—Ac			1.4
511.7		0.2	N—Ac			1.4
520.1		0.2	N—Ac	30		1.6
472.8		0.2	N—Ac			2.0
478.3		0.2	N—Ac			2.1
458.2		0.2	N—Ac			2.7
528.3		0.2	N—Ac	50		

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 10000 μ g/ml

将1.159克Sm₂O₃溶于50毫升2MHCl中，然后用10%HCl稀释至100毫升。

干扰：

钐用富燃性火焰测定。

电离干扰可以加进大量碱金属盐(1000—2000μg/ml)至样品和标准中来抑制。

火焰发射光谱：

最灵敏发射线 Sm476.0 次灵敏线 Sm488.4 520.1、478.3。采用氧化亚氮—乙炔焰。

锡 Sn

原子量 47.90

Do 5.7ev

Ei 7.34ev

最灵敏吸收线 Sn224.6 0.8μg/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·S	R·S
224.6	0.41	0.2	N—Ac	0.8	0.2	1.0
286.3	0.23	0.7	N—Ac	2.5	0.5	1.8
286.3	0.23	0.7	A—Ac	10		
243.0		0.7	N—Ac			
254.7		0.7	N—Ac			
284.0		0.7	N—Ac			
235.5		0.7	A—Ac			1.6
270.6		0.7	N—Ac	25		2.9
303.4		0.2	A—Ac	50		3.8
254.7		0.7	A—Ac			5.4
219.9		0.2	A—Ac			5.7
300.9		0.7	A—Ac			6.9
233.5		0.7	A—Ac			6.9
266.1		0.7	A—Ac			29

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.000克金属锡, 溶解于100毫升浓HCl中, 然后用水稀释至1升。

或者用新配20毫升王水溶解1.000克金属锡, 然后用水稀释至1升。

注意: 锡的系列标准溶液必须用10% HCl溶液稀释配制而成。

干 扰:

锡宜用富燃性火焰测定。

锡在空气—乙炔焰中, 灵敏度较低, 干扰比氧化亚氮—乙炔焰大。

采用空气—氢焰, 灵敏度比空气—乙炔焰能提高3倍, 吸收线用Sn224.6, 灵敏度达0.6 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$, 但化学干扰较大。H₂SO₄, H₃PO₄会降低锡原子吸收。Ni、Cu、Cs、Re、K、Sr、Tl存在增加锡的原子吸收, Na、Li存在却减少锡原子吸收。氧化亚氮—乙炔焰适用于测定非水溶液中锡, 用Sn224.6灵敏度为2 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$ 。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Sn284.0 次灵敏线 Sn286.3、220.6、303.4。用氧化亚氮—乙炔焰。亦可用空气—乙炔焰, 但灵敏度低。

锶 Sr

原子量 87.62

D₀ 4.85ev

Ei 5.69ev

最灵敏吸收线 Sr460.7 5¹S₀—5¹P₁ 0.04 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
460.7	1.54	0.2	N—Ac	0.04	0.006	1.0
460.7	1.54	0.2	A—Ac	0.2		5.0
407.8	0.76	0.2	A—Ac	3.0		75
421.6		0.2	A—Ac			
257.0		0.2	A—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将2.415克Sr(NO₃)₂溶解于1% HNO₃中, 并稀释至1升。

干 扰:

锶宜用化学计量火焰测定。

当使用空气—乙炔焰时，加进1% La到样品和标准中，可抑制Si、Al、P的化学干扰。HNO₃会降低Sr的吸收，样品和标准中的HNO₃浓度应相同。在空气—乙炔焰中，应考虑到铯的电离干扰。通常加进大量碱金属盐（1000—2000μg/ml）来抑制铯的电离。

氧化亚氮—乙炔焰能消除Sr的化学干扰效应，但要加进大量碱金属盐（1000—2000μg/ml）来抑制铯的电离。

火焰发射光谱：

最灵敏发射线 Sr460.7。采用氧化亚氮—乙炔焰。用空气—乙炔焰灵敏度低。

钽 Ta

原子量 180.9497

Do

Ei 7.88ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
271.5	0.055	0.2	N—Ac	30		1.0
260.9(D)		0.2	N—Ac			2.1
265.7		0.2	N—Ac			2.5
293.4		0.2	N—Ac			2.5
255.9		0.2	N—Ac			2.5
264.8		0.2	N—Ac			
265.3		0.2	N—Ac			2.7
269.8		0.2	N—Ac			2.7
275.8		0.2	N—Ac			3.1
277.6		0.2	N—Ac	58		

Ta260.9(D) 三条线：Ta260.863, 260.820, 260.899

标准溶液配制和储存

储存液浓度： 10000μg/ml

将1.000克金属钽置于塑料烧杯中，加5毫升浓HF，滴进浓HNO₃至钽刚好溶解完全，用水稀释至100毫升，并储存于塑料瓶中。或者将1.9798克TaCl₅用水溶解并稀释至1升。

干扰:

宜用富燃性火焰测定。

据报道, 加进0.1MNH₄F于样品和标准中, 能增加钽测定灵敏度和抑制其它离子干扰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Ta481.3 次灵敏线 Ta331.1 用氧化亚氮—乙炔焰。

铽 Tb

原子量

158.9254

D₀

E_i

灵敏吸收线 Tb432.7 8 μg/ml/1% 基态 6⁸H_{17/2}

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
432.7	0.11	0.2		8		1.0
431.9		0.2		9		1.2
390.1		0.2				1.6
406.2		0.2				1.8
433.9		0.2				2.0
410.5		0.2				3.6

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 10000 μg/ml

将1.176克Tb₂O₃溶解于50毫升2MHCl中, 然后用1%HCl稀释至100毫升。

或将1.6692克TbCl₃用水溶解并用1%HCl稀释至1升。

干扰:

铽宜用富燃性火焰测定。

电离干扰可加大量碱金属盐(1000—2000 μg/ml)到样品和标准中来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Tb431.9, 次灵敏线 Tb432.6, 433.8, 406.2。采用氧化亚氮—乙炔焰。

锝 Tc

原子量

97

Do

Ei

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
261.4		0.2	N—Ac			1.0
260.9		0.2	N—Ac			4.1
429.7		0.2	N—Ac			6.5
426.2		0.2	N—Ac			8.1
318.2		0.2	N—Ac			10
423.8		0.2	N—Ac			11
363.6		0.2	N—Ac			11
817.3		0.2	N—Ac			100
346.6		0.2	N—Ac			100
403.2		0.2	N—Ac			100

标准溶液配制和储存 (请参考下面的文献*)

干扰:

最近Hareland等报道, 采用专门制作的锝空心阴极灯在空气—乙炔焰中测定锝。浓度为50 $\mu\text{g/ml}$ 或500 $\mu\text{g/ml}$ 的Al, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, La, Li, Mn, Na, Ni, Pb, Pd, Ru, Sb, Sn, Th, Tl, Y, Zn, Zr, 对锝的测定均不产生严重干扰。浓度500 $\mu\text{g/ml}$ Mg, Re, Rh会降低锝测定灵敏度。500 $\mu\text{g/ml}$ Ca, Sr, Ba会降低锝测定灵敏度。

HNO₃, HCl, H₂PO₄对锝原子吸收影响很小, 但H₂SO₄会增加锝的灵敏度。

* W. A. Hareland et al (Anal. Chem.) 44: 520 (1972)

碲 Te

原子量

127.60

Do

2.7ev

Ei

9.01ev

灵敏吸收线 Te214.3 5³P₂—6³S₁ 0.5 $\mu\text{g/ml}$ /1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
214.3	0.08	0.2	A—Ac	0.5		1.0
225.9		0.2	A—Ac			15
238.6		0.2	A—Ac			50

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将1.000克金属溶解于HNO₃ (缓慢加进), 加进50毫升水, 再加进浓HCl溶解沉淀, 加热去除氧化氮, 冷却, 用1% HCl稀释至1升。

或者直接用新配王水20毫升溶解1.000克金属碲, 然后用水稀释至1升。

干扰:

当空心阴极灯采用铜阴极时, 如果在样品中存在铜, 可能产生铜吸收光谱干扰。

Te的干扰报道很少。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Te238.3。用氧化亚氮—乙炔焰。

钍 Th

原子量 232.038

Do 8.6ev

Ei 6.2ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
371.9		0.2	N—Ac			
380.3		0.2	N—Ac			
330.4		0.2	N—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 10000 μ g/ml

将2.380克Th(NO₂)₄ · 4H₂O溶解于100毫升水中。如果储存液为1000 μ g/ml, 则将2.380克Th(NO₂)₄ · 4H₂O用100毫升水溶解后, 加进5毫升HNO₃, 然后用水稀释至1升。

干扰:

钽的原子吸收测定报道极少。

钽的光谱很复杂, 需要通过测定大量的波长相近的谱线来确定最灵敏吸收线。

有人采用氧—乙炔焰发射光谱测定钽,* 选用Th570.7。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Th570.7。用氧化亚氮—乙炔焰。

* V. A. Fassel et al. <Anal Chem> 39 466 (1967)

钛 Ti

原子量 47.90

Do 6.9ev

Ei 6.82ev

最灵敏吸收线 Ti365.4 $a^3F_4 - y^3G_3$ 1.9 $\mu\text{g/ml/1\%}$

主要吸收线及其参数

λ	f	S. B. W	F	S	D. L.	R. S
365.4	0.22	0.2	N—Ac	1.5	0.4	1.0
364.3	0.25	0.2	N—Ac			1.1
337.2	0.20	0.2	N—Ac			
320.0		0.2	N—Ac			1.2
363.6		0.2	N—Ac			1.2
335.5		0.2	N—Ac			1.4
337.2		0.2	N—Ac			
319.2		0.2	N—Ac			
375.3		0.2	N—Ac			1.6
334.2		0.2	N—Ac			1.6
264.7		0.2	N—Ac			
264.4		0.2	N—Ac			
399.9		0.2	N—Ac			1.6
399.0		0.2	N—Ac			1.9
295.9		0.2	N—Ac			
394.8		0.2	N—Ac			

标准溶液配制和储存

储存液浓度 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.000克金属钛用100毫升1 : 1 HCl溶解, 冷却后用1 : 1 HCl稀释至1升。

干扰:

钛宜用富燃性火焰测定。

据报道, 在高浓度Al和Fe $>2000\mu\text{g}/\text{ml}$ 时, 钛的测定灵敏度增加。加进过量的Al、Fe到样品和标准中, 能缓冲这种干扰效应。

据报道, Al、Co、K、Mn、Na、Ca、Cu、Cr、Fe、Li、Mg、Mo、P、Cd、Sb、Zn、Ba、Ni、Sn、Sr、Pb、V、 NH_4^+ 会增加钛的灵敏度。氟化物亦会提高钛原子吸收。

当样品存在HF时, 可能阻止Ti—O分子的形成。从而提高钛原子数。

有人建议使样液含有0.1M的 NH_4F 办法来抑制干扰。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Ti399.9, 次灵敏发射线 Ti308.2, 395.6, 365.4。用氧化亚氮—乙炔焰。

铊 Ti

原子量 204.37

Do

Ei 6.11ev

最灵敏吸收线 Ti276.8 $6^2\text{P}^0_{1/2}-6^2\text{D}_{3/2}$ 0.2 $\mu\text{g}/\text{ml}/1\%$

主要吸收线及其参数

λ	f	S·B·W	F	S	D·L	R·S
276.8	0.27	0.7	A—Ac	0.2		1.0
377.6	0.13	0.7	A—Ac			2.7
238.0	0.07	0.2	A—Ac			6.7
258.0		0.2	A—Ac			24
535.1		0.2	A—Ac			
271.0(D)		0.2	A—Ac			

Ti271.0(D) 双线: Ti270.923, 271.067

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g/ml}$

将1.303克 TlNO_3 溶解于1升水中。

或将1.235克 Tl_2SO_4 溶解于1升水中。

干扰:

铊宜用化学计量火焰测定。

电离干扰通过加进大量碱金属盐到样品和标准中来抑制。

采用微量取样系统非火焰测定铊, 灵敏度达0.001 $\mu\text{g/ml}/1\%$ 。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 $\text{Tl}535.0$, 次灵敏线 $\text{Tl}377.6, 351.9, 276.9$ 。用氧化亚氮—乙炔火焰。空气—乙炔, 灵敏度低。

铊 Tm

原子量 168.9342

D_0

E_i 6.2ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
371.8		0.2	N—Ac			1.0
410.6	0.15	"	N—Ac			1.4
374.4		"	"			1.6
409.4	0.16	"	"	3.0		1.7
418.8	0.12	"	"			1.9
420.4	0.09	"	"			3.0
388.3		"	"			
388.7		"	"			
375.2		"	"			5.7
436.0		"	"			9.3
297.3 I		"	"			
341.0		"	"			14
530.7		"	"			

续上表

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
438.6		"	"			
473.3		"	"			
376.2 I		"	"			
399.7		"	"			
329.1 I		"	"			
567.6 II		"	"			
391.6 II		"	"			
563.1		"	"			
394.9		"	"			
341.7		"	"			
596.4		"	"			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将1.142克 Th_2O_3 溶解于50毫升2MHCl中, 然后用1%HCl稀释至1升

干扰:

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 $\text{Th}371.8$

次灵敏发射线 $\text{Th}410.6, 418.8, 409.4$

用氧化亚氮-乙炔焰测定。

铀 U

原子量 238.029

Do

Ei 6.2ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
358.5		0.2	N—Ac	120		1.0
356.7		"	"	120		1.7
351.5		"	"	300		2.8
394.4		"	"			
348.9		"	"			
415.4		"	"			
365.9		"	"			
404.3		"	"			
335.1 II		"	"			
350.0		"	"			
350.7		"	"			
389.0 I		"	"			
363.8		"	"			
405.0 I		"	"			
434.2 II		"	"			
367.0 I		"	"			
406.3 I		"	"			
411.6 II		"	"			
289.0 II		"	"			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 10000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将21.10克 $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 溶解于1升水中。

干扰:

电离干扰可加进大量碱金属盐来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 U591.5

次灵敏发射线 U424.1、358.5

用氧化亚氮—乙炔焰测定。

钒 V

原子量 50.941
Do 5.5ev
Ei 6.74ev

灵敏吸收线 V318.4 $\begin{cases} a^4F_{7/2} \rightarrow x^4G_{9/2} \\ a^4F_{7/2} \rightarrow x^4G_{8/2} \end{cases}$

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
318.4	0.66	0.7	N—Ac	1.0		1.0
306.6		0.2	"			2.4
306.0		0.2	"			2.4
305.6		0.2	"			3.0
320.2		"	"	1.0		1.0
390.2		"	"			6.4
385.6	0.98	"	"			6.5
437.9	0.20	"	"			
370.4		"	"			
438.5		"	"			
384.1(D)		"	"			
439.0		"	"			
411.5		"	"			
305.4		"	"			
411.2		"	"			
382.9		"	"			
370.5		"	"			
352.6		"	"			
292.4		"	"			
252.0		"	"			
257.4		"	"			
251.7		"	"			
253.0		"	"			
250.8		"	"			
251.2(D)		"	"			

* V318.4有三根线: V318.341、318.398、318.540

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 μ g/ml

将1.000克金属钒溶解于HNO₃中，然后用1% HNO₃稀释至1升。
或者将2.2960克钒酸铵用20毫升过氧化氢H₂O₂溶解，稀释至1升。

干扰：

钒宜用化学计量火焰测定。

当样品中存在Al、Ti时，能增加钒的灵敏度。此干扰效应可通过在样品和标准中加进过量Al或Ti（100~1000μg/ml）来缓冲。

样品中存在大量普通元素如Fe10000PPm，亦会增加V的吸收。

火焰发射光谱：

最灵敏发射线 V 437.9

次灵敏发射线 V 440.8, 318.4

用氧化亚氮—乙炔焰测定

钨 W

原子量 183.85

Do

EI 7.98ev

灵敏吸收线 W255.1 基态^aD₀ 5μg/ml/1%

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
255.1	0.8	0.2	N—Ac	5		1.0
294.4	0.98	"	"	18		1.2
268.1		"	"			1.4
272.4		"	"			1.4
294.7		0.7	"			1.6
400.9		0.7	"	25		2.0
283.1		0.2	"			2.0
289.6		"	"			2.4
287.9		"	"			3.4
430.2		"	"			8.2
265.7		"	"			
407.4		"	"			
429.5		"	"			

续上表

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
260.7		"	"			
361.8		"	"			
291.1		"	"			
426.9		"	"			
276.2		"	"			
245.2		"	"			
319.2		"	"			
376.9		"	"			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 10000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将17.95克 $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 溶解于200毫升水中, 再加进100毫升10% (重量/体积) NaOH溶液, 最后用水稀释至1升。储存于塑料瓶中。

干扰:

钨应用富燃性火焰测定。大量V存在时, 钨的原子吸收减少。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 W400.8 次灵敏线 W430.2, 294.4。

钇 Y

原子量 88.9059

Do 7 eV

Ei 6.51 eV

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
410.2	0.21	0.2	N—Ac	3.0		1.0
407.7	0.27	"	"	5.7		1.1
412.8	0.18	"	"	5.4		1.2
414.3	0.20	"	"	11		1.4
362.1		"	"			2.0

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.270克 Y_2O_3 溶解于50毫升 HCl 中, 然后用1% HCl 稀释至1升。

干扰:

钇宜用发亮型富燃性火焰测定。

电离干扰可通过加进大量碱金属盐(1000—2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)到样品和标准中来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Y3621, 次灵敏发射线 Y407.7, 410.2, 412.8, 467.5。用氧化亚氮—乙炔焰。

Yb

原子量 173.04

Do

Ei 6.22ev

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
398.8	0.38	0.2	N—Ac	0.25		1.0
346.4	0.13	"	"	0.3		3.5
246.5	0.24	"	"	1.6		7.5
267.2		"	"			

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.139克 Yb_2O_3 溶解于50毫升2M HCl 中, 用1% HCl 稀释至1升。

或将1.6147克 YbCl_3 溶解于水中, 稀释至1升。

干扰:

宜用化学计量火焰测定。

电离干扰可通过在样品和标准中加进大量碱金属盐(1000—2000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)来抑制。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Yb 398.8

次灵敏发射线 Yb 346.4, 555.6,

用氧化亚氮—乙炔焰。

锌 Zn

原子量 65.37
 Do 4 eV
 Ei 9.39 eV
 最灵敏吸收线 Zn 213.9 $4^1S_0 - 4^1P_1$ 0.012 $\mu\text{g/ml}$ / 1 %

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
213.9	1.2	0.7	A—Ac	0.012	0.001	1.0
307.6	0.00017	0.7	A—Ac	150		4700

标准溶液配制和储存

储存液浓度: 500 $\mu\text{g/ml}$
 将0.500克金属锌用1 : 1 HCl溶解, 然后用1 % HCl稀释至1升。
 干扰:

锌宜用富燃性火焰测定。

在空气——乙炔焰中, Zn 213.9被火焰气体强烈吸收。可选用空气——氢焰来测定。

火焰发射光谱:

最灵敏发射线 Zn 213.9

次灵敏线 Zn 307.6

用氧化亚氮——乙炔焰

锆 Zr

原子量 91.22
 Do 7.8 eV
 Ei 6.84 eV

主要吸收线及其参数

λ	f	S · B · W	F	S	D · L	R · S
360.1	0.22	0.2	N—Ac	20		1.0
354.8		"	"			1.5
303.0		"	"			1.5
301.2		"	"	34		1.7
298.5		"	"			1.7
362.4		"	"			1.9

标准溶液配制和储存

储存液浓度： 10000 $\mu\text{g}/\text{ml}$

将1.000克金属锆置于塑料烧杯中，用10毫升水润湿，滴进1毫升浓HF，待锆溶解完全后，用2%HF稀释至100毫升，储存于塑料瓶中。

或将3.533克 $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 溶解于50毫升2M HCl中，然后用水稀释至1升。

干 扰：

锆宜用富燃性火焰测定。

当样液中存在 F^- 、 NH_4^+ 和浓的高氯酸时，会使锆的测定灵敏度增加。

硫酸盐、硝酸盐、Ni、 NiBi_2 会降低锆测定灵敏度。

有人建议在样品和标准中加进0.1M NH_4F 来抑制电离干扰。

火焰发射光谱：

最灵敏发射线 Zr360.1

用氧化亚氮——乙炔焰

这里，主要涉及日常分析工作中的有关方面，以供参考。

1. 实验室应防潮、防尘、防震和防止腐蚀性气体。

通风良好。排风量适中，不宜过大（1700—2500升/分）。如果没有测试仪器，可在通风罩旁侧放置一支点燃香烟，一般能顺当地吸进烟雾时的抽风量就可以了。排风罩离仪器烟窗口约20~30厘米，绝对禁止直接接到烟窗口上。

供电源最好加装一台稳定度0.5%的交流电子稳压器。电源频率在50周，并稳定，否则会影响整机工作性能。

应经常检查废液排泄管道有无堵塞，“气阀”内有无充满水。废液倾倒后，要重新使“气阀”充水（或溶剂）。废液管出口要插进废液瓶内，约有10厘米高度液面。“气阀”内无水，工作时燃气（乙炔、氢气等）会通过废液管排泄到实验室，造成火灾事故。

2. 火焰。

各种火焰的点燃和熄灭原则是“先开后关”、后开先关”。或者说：“后开燃气、先关燃气”。即先打开助燃气，调整好流量，再开燃气，调整好流量。让燃气、助燃气混合半分钟左右后才点燃火焰。熄灭时先切断燃气，待火焰熄灭后，再切断助燃气。尤其是在点燃氧化亚氮——乙炔焰时，除了前面基本原则外，这种火焰的点燃和熄灭，均需用空气——乙炔焰过渡（空气 \leftrightarrow 氧化亚氮过渡要迅速）点燃规程可具体查阅仪器使用说明书。

不同仪器，不同工作条件，燃气、助燃气流量不同，燃气/助燃气比也不同。一般而言：

空气源压力不得低于2公斤/平方厘米。

乙炔钢瓶压力 < 5 公斤/平方厘米时就要更换。否则钢瓶内丙酮会从管道进入火焰，破坏了火焰的稳定性。使用标尺扩展进行低含量测定时，噪音增大，影响严重。

乙炔管道禁止使用紫铜，因为乙炔与铜会生成乙炔铜，这是一种很强的引爆剂。

氧化亚氮是强氧化剂，其管道系统绝对禁止有油污。事前要对管道进行去油清洁，以免引起火灾。

管道要定期进行漏气检查。最便当的办法是用肥皂水。

空气-氢焰点燃后火焰不易观察，可以在燃烧器后面放置一张白纸，或者喷雾约100 μ g/ml钠的水溶液。

下表给出几种火焰燃烧特性，供应用参考：

火焰	类型	燃气升/分	助燃气升/分	温度 $^{\circ}$ K
空气~丙烷	贫燃性	0.3	8	2200
	化学计量性	0.3~0.45	8	
	富燃性	0.45	8	
空气~乙炔	贫燃性	1.2	8	2450
	化学计量性	1.2~1.5	8	
	发亮性	1.5~1.7	8	
	富燃性	1.7~2.2	8	
空气~氢	化学计量性	6	8	2300
氧化亚氮~氢	化学计量性	10	10	2900
氧化亚氮~丙烷	化学计量性	4	10	2900
氧化亚氮~乙炔	贫燃性	3.5	10	3200
	化学计量性	3.5~4.5	10	
	富燃性	4.5	10	

贫燃性火焰氧化性较强，富燃性火焰还原性较强，日常以化学计量性火焰使用最多。

3. 喷雾室、喷雾器和燃烧器。

它们的清洁程度影响火焰稳定。通常工作完毕后，应在火焰燃烧情况下，喷雾蒸馏水数分钟进行清洗。最好在熄灭火焰后，卸下燃烧器用自来水冲刷（可使用毛刷）干净，再用蒸馏水冲洗一下，吹干，装回原处。

如果燃烧器缝隙上沉积有无机物（炭和盐类）不能用毛刷洗去时，可用极细沙纸仔细打磨。绝对禁止用酸浸泡。

对于燃烧过有机试剂（如MIBK，APDC）的燃烧器，应采取下述方法清洗：先吸取单纯的原萃取剂进行喷雾5分钟，再吸取丙酮喷雾5分钟，最后吸取1% HNO_3 喷雾5分钟。如果燃烧器缝隙有沉积物，应按前述方法清洗。

当在空气—乙炔焰中燃烧高浓度银、铜或汞盐时，可能生成不稳定的乙炔化合物，干燥后乙炔化合物易发生爆炸。因此，每当进行这种分析后，立即用水彻底清洗燃烧器、喷雾室、废液排泄管。

喷雾器毛细管通常用铂铍合金制造，工作中要防止堵塞和弯折。堵塞可用软性金属丝清除。塑料毛细管内壁使用前要作去油清洁。在喷雾试液中，有时可能被一连串气泡堵塞，用手指轻轻弹动便可消除。

有些仪器，喷雾器的毛细管是可调的，以适应不同元素的分析要求。喷雾效率和雾滴大小取决于毛细管喷口和节流咀端面的相对位置，调整办法是从毛细管反喷（塑料毛细管浸入液体一头出现气泡）时开始往回调节，直至出现最大吸收为止。

燃烧器有一定的热容量。对自然冷却燃烧器，一般在点火一段时间（约10分钟）后，让温度升高相对稳定下来，再进行测定。

4. 样液

酸度。样液酸度一般不宜超过5%，使用王水（贵金属测定）还要降低，防止整个原子化系统，尤其是毛细管被腐蚀。毛细管端口被腐蚀，直接影响到雾化效率，使灵敏度、稳定度下降。

有些仪器喷雾室内装有钛挡板，当样液是高浓度氟化物时，要把挡板卸去，以防腐蚀。

粘度。样液粘度一般控制在2%（重量/体积）以下。粘度过大，影响喷雾。甚至堵塞燃烧器缝隙或毛细管。对粘度较大的样液，最好使用多缝燃烧器。

对于有沉淀或夹杂物的样液，要过滤后使用。

喷雾有机溶剂，点火前要适当调小燃气流量（过小会灭火）。并减少溶液提取量。因为有机溶剂会在火焰中燃烧。在喷雾有机试剂过程中，不得吸取水溶剂，防止被水沾污。同时“气阀”内要更换成有机溶剂。

5. 空心阴极灯。

装卸谨慎，防止打碎，防止透光窗口沾污。窗口污秽可用透镜纸揩拭，不用用滤纸等粗糙物擦拭。

工作电流适宜。采用小电流工作能得到较高的吸收灵敏度，但发光不够稳定，信噪比小；使用较大电流，发光稳定，信噪比大，但吸收灵敏度较低。原则上要通过试验选定。日常分析，选用灯标签上额定工作电流40—60%就可以了。

灯的寿命是500—1000小时。寿命和工作电流有关，电流增加，寿命缩短。低点熔元素灯（如Pb、Sn、Cd、Zn等）寿命较短，一般不宜在大电流条件下工作，以防阴极材料溅射沾污窗口，或造成阴阳极短路，烧毁灯电源。同时，还要防止在工作过程中，呈熔融状态的低熔点金属从阴极内流出。最好工作完后，仔细取下将阴极朝上搁置。

灯搁置一段时间（2—3个月），要进行通电点燃。

当发现灯的发射强度下降时，可以在工作电流范围内，反接通电点燃一段时间（20—60分）象铍、铜、铊灯，由于这些金属材料杂质较多，使用一段时间后，要作反接处理。已经衰老的灯，只能更换新的。

灯的预热时间一般是20—30分。就是双光束仪器，通常亦让灯预热5分左右。

6. 单色器和光学元件。

目前，原子吸收分光光度计大多采用光栅和镀铝元件。反射镜和光栅表面积聚灰尘，可用清洁的吸气球仔细吹去。反射镜上吹不去的灰尘，可将优质擦镜纸卷成松软长条，再把它拉毛（拉断起毛），用毛状一头轻轻拂拭，一般能去除。但光栅不能用此办法，需要专门处理。总之，光栅和反射镜均禁止用擦镜纸揩拭。

单色器光谱通带。就原子吸收而言，大多数元素可在7—40 Å通带下测定。对于复杂光谱的元素（如Fe、Ni、Co、Cr、Mo、稀有，稀土等）宜用小通带宽，比如2 Å左右或更小，以便得到较大的分辨本领。但过小通带，信噪比小。简单谱线元素如（碱金属碱土金属等）可用较大的通带，如10 Å或更大。以便获得较大的信噪比。应根据所选用分析线两旁的谱线和背景分布情况，实验确定。进行火焰发射光谱分析时，通带要用得小点，比如1 Å。

7. 对光调整

这里主要指光源对光和燃烧器对光。通过调整，使它们位于单色器的光轴上。单色器光学系统调整，属仪器制造范围，出厂仪器均已调整完好的。

空心阴极灯对光调整。通过调整的高低左右位置，以便接收最大的光强。目前，大多采用将阴极象聚焦在燃烧器缝隙中央的成象系统。当外光路采用透镜元件时对于充氙气的灯，如果灯已对光调整好，澄红色的阴极光斑应位于缝隙中央偏前方（靠近入射狭缝一头）。

燃烧器对光调整。有的仪器使用“对光模片”，不点火调整。最好再通过点火进行吸收测量，以便校验调整结果。此时，应选用对火焰条件（燃气和助燃气流量比率）反应不敏感，共振吸收线波长在250毫微米以上的元素。铜或银空心阴极灯常为选用。

8. 光电倍增管负高压

一般不宜选用过高的负高压。电压高，灵敏度大，但噪声大，并且不稳定。电压低、灵敏度低、噪声小，信噪比大，工作稳定。

表一 吸收率% A 与吸光度 A 换算表

%A	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0.0	.0000	.0004	.0009	.0013	.0017	.0022	.0026	.0031	.0035	.0039
1.0	.0044	.0048	.0052	.0057	.0061	.0066	.0070	.0074	.0079	.0083
2.0	.0088	.0092	.0097	.0101	.0106	.0110	.0114	.0119	.0123	.0128
3.0	.0132	.0137	.0141	.0146	.0150	.0155	.0159	.0164	.0168	.0173
4.0	.0177	.0182	.0186	.0191	.0195	.0200	.0205	.0209	.0214	.0218
5.0	.0223	.0227	.0232	.0236	.0241	.0246	.0250	.0255	.0259	.0264
6.0	.0269	.0273	.0278	.0283	.0287	.0292	.0297	.0301	.0306	.0311
7.0	.0315	.0320	.0325	.0329	.0334	.0339	.0343	.0348	.0353	.0357
8.0	.0362	.0367	.0372	.0376	.0381	.0386	.0391	.0395	.0400	.0405
9.0	.0410	.0414	.0419	.0424	.0429	.0434	.0438	.0443	.0448	.0453
10.0	.0458	.0462	.0467	.0472	.0477	.0482	.0487	.0491	.0496	.0501
11.0	.0506	.0511	.0516	.0521	.0526	.0531	.0535	.0540	.0545	.0550
12.0	.0555	.0560	.0565	.0570	.0575	.0580	.0585	.0590	.0595	.0600
13.0	.0605	.0610	.0615	.0620	.0625	.0630	.0635	.0640	.0645	.0650
14.0	.0655	.0660	.0665	.0670	.0675	.0680	.0685	.0691	.0696	.0701
15.0	.0706	.0711	.0716	.0721	.0726	.0731	.0737	.0742	.0747	.0752
16.0	.0757	.0762	.0768	.0773	.0778	.0783	.0788	.0794	.0799	.0804
17.0	.0809	.0814	.0820	.0825	.0830	.0835	.0841	.0846	.0851	.0857
18.0	.0862	.0867	.0872	.0878	.0883	.0888	.0894	.0899	.0904	.0910
19.0	.0915	.0921	.0926	.0931	.0937	.0942	.0947	.0953	.0958	.0964
20.0	.0969	.0975	.0980	.0985	.0991	.0996	.1002	.1007	.1013	.1018
21.0	.1024	.1029	.1035	.1040	.1046	.1051	.1057	.1062	.1068	.1073
22.0	.1079	.1085	.1090	.1096	.1101	.1107	.1113	.1118	.1124	.1129
23.0	.1135	.1141	.1146	.1152	.1158	.1163	.1169	.1175	.1180	.1186
24.0	.1192	.1198	.1203	.1209	.1215	.1221	.1226	.1232	.1238	.1244
25.0	.1249	.1255	.1261	.1267	.1273	.1278	.1284	.1290	.1296	.1302
26.0	.1308	.1314	.1319	.1325	.1331	.1337	.1343	.1349	.1355	.1361
27.0	.1367	.1373	.1379	.1385	.1391	.1397	.1403	.1409	.1415	.1421
28.0	.1427	.1433	.1439	.1445	.1451	.1457	.1463	.1469	.1475	.1481
29.0	.1487	.1494	.1500	.1506	.1512	.1518	.1524	.1530	.1537	.1543