YS/T 1115.6—202X

代替YS/T 1115.12-2016、YS/T 952-2014

**中华人民共和国有色金属行业标准**

YS

ICS 77.120.01

CCS H 13

中华人民共和国工业和信息化部　发布

202X-XX-XX实施

202X-XX-XX发布

铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法

第6部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼含量的测定

电感耦合等离子体原子发射光谱法

Methods for chemical analysis of copper, lead, zinc ores and tailings —

Part 6：Determination of copper, lead, zinc, nickel, cobalt, cadmium, magnesium, manganese, arsenic and molybdenum contents—

Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method

(送审稿)

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是YS/T 1115 《铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法》的第6部分。YS/T 1115已经发布了以下部分：

——第1部分：铜含量的测定 碘量法；

——第2部分：铅和锌含量的测定 Na2EDTA滴定法；

——第3部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、锰、镁和银含量的测定 火焰原子吸收光谱法；

——第4部分：硫含量的测定 高频红外吸收法、燃烧中和滴定法和硫酸钡重量法；

——第5部分：磷含量的测定 钼蓝分光光度法；

——第6部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法；

——第11部分：钼量的测定 硫氰酸盐分光光度法；

——第13部分：氟量的测定 离子选择电极法和离子色谱法；

——第14部分：砷量的测定 氢化物发生原子荧光光谱法和溴酸钾滴定法。

本文件代替YS/T 1115.12-2016《铜原矿和尾矿化学分析方法 第12部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁和锰量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》和YS/T 952-2014《铜钼多金属矿化学分析方法 铜和钼量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》。与YS/T 1115.12-2016和YS/T 952-2014相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a)更改了标准范围：适用范围由原来的铜原矿和尾矿调整为铜、铅、锌原矿和尾矿，包括铜钼多金属矿；元素测定范围：铜由0.010%～2.50%调整为0.0050%～5.00%、铅由0.0050%～1.00%调整为0.0050～5.00%、锌由0.0050%～1.50%调整为0.0050%～5.00%、镍由0.0050%～0.050%调整为0.005%～0.70%、钴由0.0050%～0.050%调整为0.0050%～3.00%、镉由0.0050%～0.015%调整为0.0050%～0.50%、镁由0.010%～8.00%调整为0.0050%～8.00%、锰由0.0050%～0.50%调整为0.0050%～0.60%（见第1章，YS/T 1115.12-2016和YS/T 952-2014的第1章）。

b)增加砷、钼的测定：砷由0.0020%~1.00%调整为0.010%~1.50%，钼的范围由YS/T1115.11-2016方法中的0.0030%~0.040%及YS/T952-2014方法中的0.0010%~5.00%合并调整为0.0020%~2.50%（见第1章，YS/T 1115.12-2016和YS/T 952-2014的第1章）。

c）更改了精密度数据（见第10章，YS/T 1115.12-2016和YS/T 952-2014的第8章）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：北矿检测技术股份有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂、铜陵有色金属集团控股有限公司、中国有色桂林矿产地质研究院有限公司、紫金铜业有限公司、国际（北京）检验认证有限公司、金川集团股份有限公司、云南铜业股份有限公司、郴州市产商品质量监督检验所、株洲冶炼集团股份有限公司、北方铜业股份有限公司、江西铜业铅锌金属有限公司、云南华联锌铟股份有限公司、广西国华计量检测有限公司河池分公司、葫芦岛锌业股份有限公司

本文件主要起草人：苏春风、孙计先、阮桂色、廖桂平、郭燕瑶、xxx、xxx、唐碧玉、蒋田英、胡梅花、黄路路、胡梦桥、白灵、任利华、李剑、郑文英、杨华东、 谢磊、杨月、罗兰、张燕、xxx、xxx、颜忠国、陆雪梅、蒙英宁、常乃文、李秀丽。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本文件分别于2016年、2014年首次发布；

——本次为第一次修订。

引　言

铜、铅、锌原矿主要用于冶金行业，作为冶金行业的原材料，原矿以及经选矿分离后的相应尾矿中除铜、铅、锌外，还存在多种金属元素，包括有益元素如Au、Ag、Ni、Co等；有害元素如As、Sb、Cr、Cd等。为落实“国家标准化发展纲要”，深化标准化改革创新，优化存量标准结构，以着力提升标准质量效益，并统筹标准制定与实施，将YS/T 1115-2016《铜原矿和尾矿化学分析方法（共14部分）》、YS/T 53-2010《铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法（共3部分）》及YS/T 952-2014《铜钼多金属矿化学分析方法 铜和钼量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》进行整合修订，形成新的《铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法》系列标准。

YS/T 1115《铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法》由10个部分组成，本文件为第6部分：

——第1部分：铜含量的测定 碘量法；

——第2部分：铅和锌含量的测定 Na2EDTA滴定法；

——第3部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、锰、镁和银含量的测定 火焰原子吸收光谱法；

——第4部分：硫含量的测定 高频红外吸收法、燃烧中和滴定法和硫酸钡重量法；

——第5部分：磷含量的测定 钼蓝分光光度法；

——第6部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法；

——第7部分：钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法；

——第8部分：氟含量的测定 离子选择电极法和离子色谱法；

——第9部分：砷含量的测定 氢化物发生原子荧光光谱法和溴酸钾滴定法；

——第10部分：金、银、钼、砷、钨、铋、镓、锗、铟、硒、碲和铊含量的测定 电感耦合等离子体质谱法。

本文件修订将适用范围拓展至铜、铅、锌原矿和尾矿（含铜钼多金属矿），能够统一和规范行业内铜、铅、锌原矿和尾矿中铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼含量通过电感耦合等离子体原子发射光谱法的测定，对指导相关生产和检测具有重要意义。

铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法

第6部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼含量的测定

电感耦合等离子体原子发射光谱法

1 范围

本文件描述了电感耦合等离子体原子发射光谱法测定铜、铅、锌原矿和尾矿（包括铜钼多金属矿）中铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷、钼含量的方法。

本文件适用于铜、铅、锌原矿和尾矿（包括铜钼多金属矿）中铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷、钼含量的测定。测定范围见表1。

表1 测定范围

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 元 素 | *~~w~~*~~x~~质量分数  % | 元 素 | *~~w~~*~~x~~质量分数  % |
| Cu | 0.0050～5.00 | Cd | 0.0050～0.50 |
| Pb | 0.0050～5.00 | Mg | 0.0050～8.00 |
| Zn | 0.0050～5.00 | Mn | 0.0050～0.60 |
| Ni | 0.0050～0.70 | As | 0.010～1.50 |
| Co | 0.0050～3.00 | Mo | 0.0020～2.50 |

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6682分析实验室用水规格和试验方法。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 原理

试料经硝酸、盐酸、氢氟酸和高氯酸分解，盐酸溶解盐类，在稀盐酸介质中，于电感耦合等离子体原子发射光谱仪选定的各元素波长处，测定其发射强度，用工作曲线法计算各元素的质量分数。

5 试剂

除非另有说明，分析中仅使用确认为分析纯的试剂。

5.1 水，GB/T 6682，二级及以上。

5.2 盐酸（*ρ =*1.19 g/mL）。

5.3 硝酸（*ρ =*1.42 g/mL）。

5.4 氢氟酸（*ρ =* 1.15 g/mL）。

5.5 高氯酸（*ρ =* 1.67 g/mL）。

5.6 盐酸（1+1）。

5.7 铜标准贮存溶液：称取1.0000 g金属铜（*w*Cu≥99.99%），置于300 mL烧杯中，盖上表面皿，缓慢加入50 mL硝酸（1+1），低温加热溶解，驱除氮的氧化物，取下冷却至室温，用水洗涤表面皿及杯壁，移入1000 mL容量瓶中，补加50 mL硝酸（1+1），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 mg铜。

5.8 铅标准贮存溶液：称取1.0000 g金属铅（*w*Pb≥99.99%），置于300 mL烧杯中，盖上表面皿，缓慢加入50 mL硝酸（1+1），低温加热溶解，驱除氮的氧化物，取下冷却至室温，用水洗涤表面皿及杯壁，移入1000 mL容量瓶中，补加50 mL硝酸（1+1），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 mg铅。

5.9 锌标准贮存溶液：称取1.0000 g金属锌（*w*Zn≥99.99%），置于300 mL烧杯中，盖上表面皿，缓慢加入50 mL硝酸（1+1），低温加热溶解，驱除氮的氧化物，取下冷却至室温，用水洗涤表面皿及杯壁，移入1000 mL容量瓶中，补加50 mL硝酸（1+1），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 mg锌。

5.10 镍标准贮存溶液：称取1.0000 g金属镍（*w*Ni≥99.99%），置于300 mL烧杯中，盖上表面皿，缓慢加入50 mL硝酸（1+1），低温加热溶解，驱除氮的氧化物，取下冷却至室温，用水洗涤表面皿及杯壁，移入1000 mL容量瓶中，补加50 mL硝酸（1+1），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 mg镍。

5.11 钴标准贮存溶液：称取1.0000 g金属钴（*w*Co≥99.99%），置于300 mL烧杯中，盖上表面皿，缓慢加入50 mL硝酸（1+1），低温加热溶解，驱除氮的氧化物，取下冷却至室温，用水洗涤表面皿及杯壁，移入1000 mL容量瓶中，补加50 mL硝酸（1+1），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 mg钴。

5.12 镉标准贮存溶液：称取1.0000 g金属镉（*w*Cd≥99.99%），置于300 mL烧杯中，盖上表面皿，缓慢加入50 mL硝酸（1+1），低温加热溶解，驱除氮的氧化物，取下冷却至室温，用水洗涤表面皿及杯壁，移入1000 mL容量瓶中，补加50 mL硝酸（1+1），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 mg镉。

5.13 镁标准贮存溶液：称取1.6584 g氧化镁（*w*MgO≥99.99%，预先于800 ℃灼烧至恒重），置于300 mL烧杯中，盖上表面皿，缓慢加入40 mL盐酸（5.6），低温溶解，取下冷却至室温，用水洗涤表面皿及杯壁，移入1000 mL容量瓶中，补加60 mL盐酸（5.6），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 mg镁。

**5.14** 锰标准贮存溶液：称取1.0000 g金属锰（*w*Mn≥99.99%），置于300 mL烧杯中，盖上表面皿，缓慢加入50 mL硝酸（1+1），低温加热溶解，驱除氮的氧化物，取下冷却至室温，用水洗涤表面皿及杯壁，移入1000 mL容量瓶中，补加50 mL硝酸（1+1），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 mg锰。

5.15 砷标准贮存溶液：称取1.3200 g三氧化二砷(*w*As2O3 ≥99.99%，预先在110 ℃~120 ℃烘干2 h，于干燥器中冷却至室温）置于400 mL塑料烧杯中，加入10 mL氢氧化钠溶液（100g/L），低温加热溶解，冷却，用水稀释至约200 mL，将溶液移入1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含l mg砷。

5.16 钼标准贮存溶液：称取1.5003 g预先在500 ℃马弗炉中灼烧20 min并于干燥器中冷却至室温的三氧化钼(*w*MoO3≥99.99%)，置于烧杯中，加入1 g氢氧化钠及少许水，低温加热溶解，加水至500 mL，再加入5 mL硫酸，冷却后，移入1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 mg钼。

5.17 混合标准溶液：分别移取10.00 mL单元素标准贮存溶液（5.7~5.16，也可使用国家有证标准贮存溶液）置于200 mL容量瓶中，加入20 mL盐酸（5.6），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL分别含50 μg铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷、钼。

6 仪器

电感耦合等离子体原子发射光谱仪。

——仪器的实际分辨率：200 nm处光谱分辨率应小于0.01 nm。

——仪器的短期稳定性：测量11次最小浓度标准溶液中各元素的发射强度，计算其标准偏差，其相对标准偏差应小于2.5%。

各元素的推荐分析谱线见表2。

表2 各元素的推荐分析谱线

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | Cu | Pb | Zn | Ni | Co | Cd | Mg | Mn | As | Mo |
| 谱线波长λ  nm | 327.39 | 220.35 | 206.20 | 231.60 | 228.61 | 214.43 | 285.21 | 257.61 | 193.69 | 202.03 |

7 样品

7.1 样品粒度应不大于100 μm。

7.2 样品应于100 ℃～105 ℃烘箱中干燥1 h，并置于干燥器中冷却至室温。

8 试验步骤

8.1 试料

称取0.10g样品（7），精确至0.0001g。

8.2 平行试验

平行做两份试验，取其平均值。

8.3 空白试验

随同试料做空白试验。

8.4 测定

8.4.1 将试料（8.1）置于200mL聚四氟乙稀烧杯中，用少量水润湿，依次加入5 mL硝酸（5.3）、10 mL盐酸（5.2），5 mL氢氟酸（5.4）、3 mL高氯酸（5.5），盖上聚四氟乙烯表面皿，加热至试料溶解完全，并蒸至近干，取下稍冷。用水吹洗杯壁及表面皿，加入10 mL盐酸(5.6)，加热至盐类溶解，取下冷却至室温，移入100 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀。

8.4.2 按表3分取试液（8.4.1）于100 mL容量瓶中，补加10 mL盐酸（5.6），用水稀释至刻度，混匀。

表3 分取体积

|  |  |
| --- | --- |
| *~~w~~*~~x~~待测元素的质量分数  % | 分取体积  mL |
| 0.0050～1.00 | — |
| >1.00～8.00 | 10.00 |

8.4.3 于电感耦合等离子体原子发射光谱仪上，在选定的各元素的波长处，与标准溶液系列同时测定试液（8.4.2）及随同试料空白溶液中铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼的发射强度，由工作曲线计算出各待测元素的质量浓度。

8.5 工作曲线的绘制

8.5.1 分别移取0 mL、0.20 mL、1.00 mL、2.00 mL、10.00 mL、20.00 mL混合标准溶液（5.17）于一组100 mL容量瓶中，加入10 mL盐酸（5.6），用水稀释至刻度，混匀。

8.5.2 于电感耦合等离子体原子发射光谱仪上，测定系列标准溶液中铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼的发射强度。分别以待测元素的质量浓度为横坐标，发射强度为纵坐标，绘制工作曲线。

9 试验数据处理

各待测元素的含量以各待测元素的质量分数*w*x计，按公式（1）计算：

 ………………………………（1）

式中：

*x*——待测元素：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷、钼；

*ρ*x——试液中待测元素的质量浓度，单位为微克每毫升（µg/mL）；

*ρ*0——空白溶液中待测元素的质量浓度，单位为微克每毫升（µg/mL）；

*V*——试液总体积，单位为毫升（mL）；

*V*2——测定试液的体积，单位为毫升（mL）；

*m*——试料的质量，单位为克（g）；

*V*1——分取试液体积，单位为毫升（mL）。

计算结果表示到小数点后两位；小于0.10%时，保留两位有效数字。

10 精密度

10.1 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在表4给出的平均值范围内，这两个测试结果的绝对差值不超过重复性限（*r*），超过重复性限(*r*)的情况不超过5％，重复性限（*r*）按表4数据采用线性内插法或外延法求得。精密度统计数据见附录A。

表4 重复性限（*r*）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *w*Cu/% | 0.0068 | 0.10 | 0.78 | 1.22 | 2.14 | 4.66 |
| *r*/% | 0.0008 | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 0.10 | 0.15 |
| *w*Pb/% | 0.027 | 0.10 | 0.78 | 1.04 | 3.53 | 4.69 |
| *r*/% | 0.002 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.12 | 0.16 |
| *w*Zn/% | 0.015 | 0.19 | 0.76 | 1.53 | 2.79 | 4.34 |
| *r*/% | 0.002 | 0.01 | 0.02 | 0.08 | 0.13 | 0.15 |
| *w*Ni/% | 0.0060 | 0.011 | 0.024 | 0.19 | 0.45 | 0.61 |
| *r*/% | 0.0006 | 0.001 | 0.002 | 0.01 | 0.02 | 0.03 |
| *w*Co/% | 0.0060 | 0.011 | 0.084 | 0.28 | 0.46 | 3.03 |
| *r*/% | 0.0006 | 0.001 | 0.004 | 0.01 | 0.02 | 0.10 |
| *w*Cd/% | 0.0051 | 0.020 | 0.051 | 0.11 | 0.43 | — |
| *r*/% | 0.0005 | 0.001 | 0.002 | 0.01 | 0.02 | — |
| *w*Mg/% | 0.042 | 0.19 | 1.62 | 4.35 | 6.85 | — |
| *r*/% | 0.003 | 0.01 | 0.07 | 0.12 | 0.16 | — |
| *w*Mn/% | 0.0081 | 0.017 | 0.11 | 0.29 | 0.51 | — |
| *r*/% | 0.0012 | 0.002 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | — |
| *w*As/% | 0.017 | 0.098 | 0.19 | 0.77 | 1.28 | — |
| *r*/% | 0.002 | 0.004 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | — |
| *w*Mo/% | 0.0064 | 0.12 | 0.81 | 1.38 | 2.34 | — |
| *r*/% | 0.0007 | 0.01 | 0.02 | 0.07 | 0.09 | — |

10.2 再现性

在再现性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在以下给出的平均值范围内，这两个测试结果的绝对差值不超过再现性限（*R*），超过再现性限（*R*）的情况不超过5%，再现性限（*R*）按表5数据采用线性内插法求得。

表5 再现性限（*R*）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *w*Cu/% | 0.0068 | 0.10 | 0.78 | 1.22 | 2.14 | 4.66 |
| *R*/% | 0.0013 | 0.02 | 0.05 | 0.13 | 0.22 | 0.31 |
| *w*Pb/% | 0.027 | 0.10 | 0.78 | 1.04 | 3.53 | 4.69 |
| *R*/% | 0.006 | 0.02 | 0.07 | 0.09 | 0.20 | 0.27 |
| *w*Zn/% | 0.015 | 0.19 | 0.76 | 1.53 | 2.79 | 4.34 |
| *R*/% | 0.005 | 0.03 | 0.06 | 0.10 | 0.14 | 0.28 |
| *w*Ni/% | 0.0060 | 0.011 | 0.024 | 0.19 | 0.45 | 0.61 |
| *R*/% | 0.0016 | 0.002 | 0.005 | 0.03 | 0.04 | 0.05 |
| *w*Co/% | 0.0060 | 0.011 | 0.084 | 0.28 | 0.46 | 3.03 |
| *R*/% | 0.0008 | 0.002 | 0.006 | 0.03 | 0.05 | 0.22 |
| *w*Cd/% | 0.0051 | 0.020 | 0.051 | 0.11 | 0.43 | — |
| *R*/% | 0.0006 | 0.002 | 0.005 | 0.02 | 0.03 | — |
| *w*Mg/% | 0.042 | 0.19 | 1.62 | 4.35 | 6.85 | — |
| *R*/% | 0.004 | 0.03 | 0.12 | 0.23 | 0.30 | — |
| *w*Mn/% | 0.0081 | 0.017 | 0.11 | 0.29 | 0.51 | — |
| *R*/% | 0.0008 | 0.001 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | — |
| *w*As/% | 0.017 | 0.098 | 0.19 | 0.77 | 1.28 | — |
| *R*/% | 0.005 | 0.006 | 0.03 | 0.05 | 0.13 | — |
| *w*Mo/% | 0.0064 | 0.12 | 0.81 | 1.38 | 2.34 | — |
| *R*/% | 0.0016 | 0.02 | 0.03 | 0.15 | 0.21 | — |

11 试验报告

试验报告至少给出以下内容：

——试验对象；

——本文件编号；

——分析结果及其表示；

——与基本分析步骤的差异；

——测定中观察到的异常现象；

——试验日期。

附录A

（资料性）

从实验室间实验结果得到的统计数据

精密度数据是对15家实验室对5个至6个不同水平样品进行共同试验确定的。每个实验室对每个水平的铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷、钼含量在重复性条件下独立测定5次~7次。数据统计结果见表A.1。

表A.1 实验室间数据统计结果

| 元素 | 水平 | 结果可接受的实验室个数 | 平均值  /% | 重复性标准偏差  Sr | 再现性标准偏差  SR | 重复性限r/% | 再现性限R/% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cu | 1 | 12 | 0.0068 | 0.00028 | 0.00046 | 0.0008 | 0.0013 |
| 2 | 15 | 0.10 | 0.00306 | 0.00314 | 0.01 | 0.02 |
| 3 | 15 | 0.78 | 0.01475 | 0.01769 | 0.04 | 0.05 |
| 4 | 15 | 1.22 | 0.02096 | 0.04480 | 0.05 | 0.13 |
| 5 | 15 | 2.14 | 0.03385 | 0.07808 | 0.10 | 0.22 |
| 6 | 15 | 4.66 | 0.05342 | 0.10826 | 0.15 | 0.31 |
| Pb | 1 | 15 | 0.027 | 0.00085 | 0.00203 | 0.002 | 0.006 |
| 2 | 15 | 0.10 | 0.00335 | 0.00427 | 0.01 | 0.01 |
| 3 | 15 | 0.78 | 0.01060 | 0.02473 | 0.03 | 0.07 |
| 4 | 13 | 1.04 | 0.01379 | 0.03086 | 0.04 | 0.09 |
| 5 | 15 | 3.53 | 0.04281 | 0.07171 | 0.12 | 0.20 |
| 6 | 15 | 4.69 | 0.05646 | 0.09376 | 0.16 | 0.27 |
| Zn | 1 | 11 | 0.015 | 0.00054 | 0.00194 | 0.002 | 0.005 |
| 2 | 15 | 0.19 | 0.00385 | 0.00968 | 0.01 | 0.03 |
| 3 | 13 | 0.76 | 0.00765 | 0.02254 | 0.02 | 0.06 |
| 4 | 14 | 1.53 | 0.02674 | 0.03635 | 0.08 | 0.10 |
| 5 | 15 | 2.79 | 0.04722 | 0.05116 | 0.13 | 0.14 |
| 6 | 14 | 4.34 | 0.04302 | 0.09920 | 0.15 | 0.28 |
| Ni | 1 | 14 | 0.0060 | 0.00022 | 0.00055 | 0.0006 | 0.0016 |
| 2 | 13 | 0.011 | 0.00033 | 0.00086 | 0.001 | 0.002 |
| 3 | 14 | 0.024 | 0.00059 | 0.00160 | 0.002 | 0.005 |
| 4 | 15 | 0.19 | 0.00437 | 0.01028 | 0.01 | 0.03 |
| 5 | 14 | 0.45 | 0.00751 | 0.00779 | 0.02 | 0.04 |
| 6 | 13 | 0.61 | 0.01060 | 0.01704 | 0.03 | 0.05 |
| Co | 1 | 14 | 0.0060 | 0.00021 | 0.00029 | 0.0006 | 0.0008 |
| 2 | 14 | 0.011 | 0.00030 | 0.00044 | 0.001 | 0.002 |
| 3 | 15 | 0.084 | 0.00145 | 0.00208 | 0.004 | 0.006 |
| 4 | 13 | 0.28 | 0.00460 | 0.01050 | 0.01 | 0.03 |
| 5 | 15 | 0.46 | 0.00879 | 0.01735 | 0.02 | 0.05 |
| 6 | 14 | 3.03 | 0.03653 | 0.07943 | 0.10 | 0.22 |
| Cd | 1 | 14 | 0.0051 | 0.00017 | 0.00022 | 0.0005 | 0.0006 |
| 2 | 12 | 0.020 | 0.00045 | 0.00064 | 0.001 | 0.002 |
| 3 | 13 | 0.051 | 0.00080 | 0.00181 | 0.002 | 0.005 |
| 4 | 15 | 0.11 | 0.00296 | 0.00468 | 0.01 | 0.02 |
| 5 | 14 | 0.43 | 0.00553 | 0.00580 | 0.02 | 0.03 |
| Mg | 1 | 12 | 0.042 | 0.00103 | 0.00122 | 0.003 | 0.003 |
| 2 | 13 | 0.19 | 0.00448 | 0.01016 | 0.01 | 0.03 |
| 3 | 15 | 1.62 | 0.02570 | 0.04253 | 0.07 | 0.12 |
| 4 | 13 | 4.35 | 0.04177 | 0.12266 | 0.12 | 0.23 |
| 5 | 15 | 6.85 | 0.05536 | 0.15392 | 0.16 | 0.30 |
| Mn | 1 | 15 | 0.0081 | 0.00028 | 0.00043 | 0.0008 | 0.0012 |
| 2 | 15 | 0.017 | 0.00042 | 0.00068 | 0.001 | 0.002 |
| 3 | 15 | 0.11 | 0.00224 | 0.00317 | 0.01 | 0.02 |
| 4 | 15 | 0.29 | 0.00546 | 0.01096 | 0.02 | 0.03 |
| 5 | 15 | 0.51 | 0.00587 | 0.01686 | 0.02 | 0.05 |
| As | 1 | 13 | 0.017 | 0.00056 | 0.00185 | 0.002 | 0.005 |
| 2 | 13 | 0.098 | 0.00142 | 0.00565 | 0.004 | 0.016 |
| 3 | 14 | 0.19 | 0.00424 | 0.00921 | 0.01 | 0.03 |
| 4 | 13 | 0.77 | 0.00896 | 0.01444 | 0.03 | 0.05 |
| 5 | 13 | 1.28 | 0.02080 | 0.03834 | 0.06 | 0.13 |
| Mo | 1 | 14 | 0.0064 | 0.00023 | 0.00057 | 0.0007 | 0.0016 |
| 2 | 14 | 0.12 | 0.00221 | 0.00476 | 0.01 | 0.01 |
| 3 | 14 | 0.81 | 0.00560 | 0.00591 | 0.02 | 0.03 |
| 4 | 15 | 1.38 | 0.02585 | 0.05148 | 0.07 | 0.15 |
| 5 | 14 | 2.34 | 0.03256 | 0.07570 | 0.09 | 0.21 |