

## 电解液用途的离子液体产品

**编者按：**随着人们对环境保护的不断重视，化学工作者一直在为“发现既满足化学工业需求，又环境友好的绿色溶剂”这一美好愿望而努力，近年来，离子液体（Ionic Liquids）的出现，为这一美好愿望的实现带来了一线曙光。所谓离子液体是一种完全由阴阳离子组成，室温下呈现液态的物质，与其他有机溶剂相比具有蒸汽压低、不易燃烧和爆炸、毒性低、溶解性独特等优点。离子液体具有较高的离子电导率、宽电化窗口，且无蒸汽压，是制作锂离子电池、太阳能电池和超级电容器等的高性能安全电解质的潜在优良溶剂，同时也可充当电解质的作用。因其不易挥发而不易燃易爆，在消除电池安全缺陷的应用研究中显示出良好的使用性能。有望代替传统的有机溶剂而解决锂离子电池的安全性问题。

### 一、电解液介绍

电解液是化学电池、电解电容等使用的介质（有一定的腐蚀性），为他们的正常工作提供离子，一般是由有机溶剂和电解质组成。化学电池、电解电容对溶剂的要求主要有氧化稳定性、与负极的相容性、导电性、安全性等，总体要求溶剂具有较高的介电常数、较低的粘度等特征。



目前常用的电解液一般采用极性非质子溶剂，通常电解液溶剂为混合溶剂，碳酸乙烯酯（EC）凭借优良的成膜作用，成为绝大多数电解液的主成分，主要溶剂为 EC 为基础的三元或者二元混合溶剂，如 EC+DMC, EC+DEC, EC+DMC+EMC 等。

但迄今为止，市面上的电解液主要存在安全性和稳定性问题，因为在有机电解质中含有 EC 等挥发性溶剂，这些溶剂分解挥发，可以使电池的内部压力急剧增加，导致电解液分解，电解液泄漏，引起爆炸燃烧，造成极大的安全隐患。电动汽车（撞击后）电池着火、手机等数码设备自燃、充电宝爆炸等事件经常发生频率越来越高，其安全性和环保性越来越不能满足当下的要求。

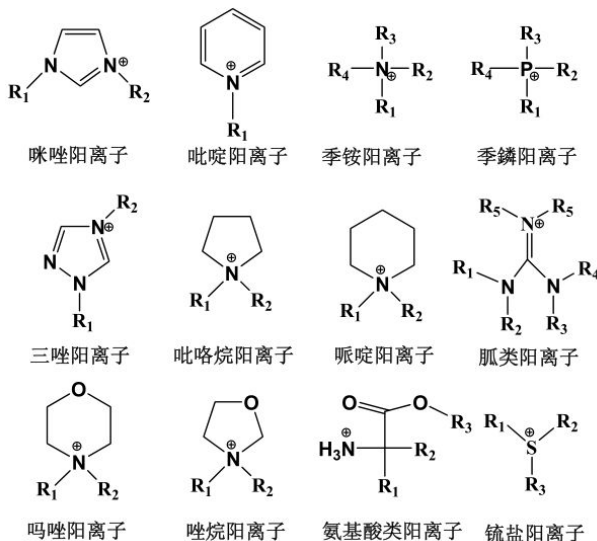


因此，开发具有高能量密度、稳定的充放电性能、循环寿命长、可塑性、高安全性、低成本的电池是当前的研究热点，而使用新的体系来代替易挥发和可燃的电解质就显得尤为重要。

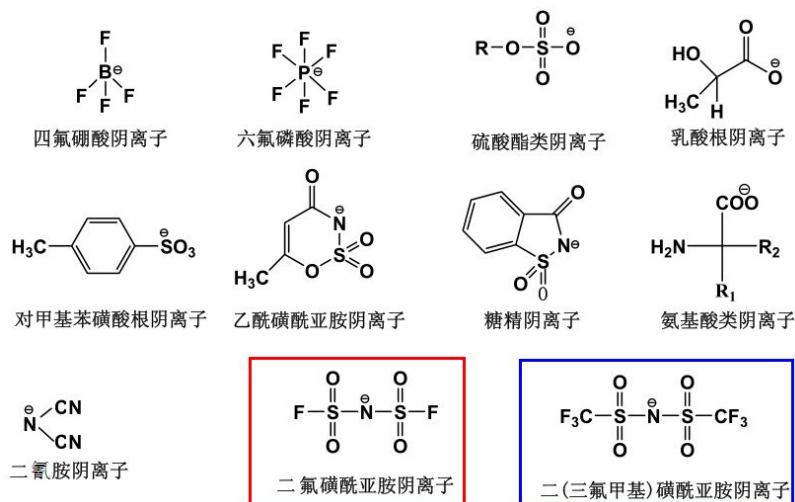
## 二、离子液体介绍

1、离子液体的组成和性质：离子液体是一种完全由阴阳离子组成，室温下呈现液态的物质，它一般由有机阳离子和无机阴离子所组成。

主要的阳离子：

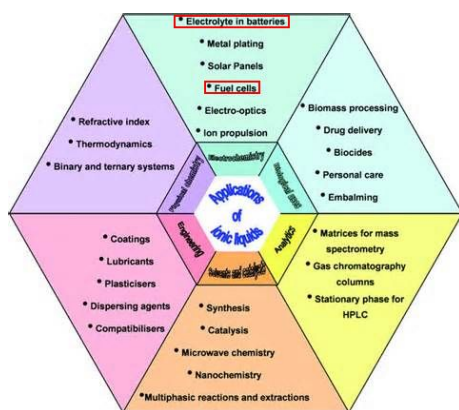


主要的阴离子：



同其他有机溶剂比较具有蒸汽压低、热稳定性好、不易燃烧和爆炸、溶解性能独特、电化学窗口宽等优点，可以全部或部分代替易挥发和可燃的电解质。

## 2、离子液体的主要用途：



随着大家对离子液体研究的不断深入，其应用领域已经变得非常广泛，涉及到了有机合成、有机催化、化学分析、分离萃取、机械润滑、电池制备等众多领域，并在一些领域实现了“实验室阶段”向“工业化应用”的转变。

## 三、电解质用途的离子液体产品

1、咪唑类：1-乙基-3-甲基咪唑阳离子(EMI<sup>+</sup>)具有黏度低、电导率高(最高可达 10<sup>-2</sup>S/cm)的特点，成为咪唑基离子中最早开始研究的种类。近年来逐渐用于锂离子电池的研究，主要研究体系包括 EMICI-AlCl<sub>3</sub>、EMIBF<sub>4</sub>、EMI-TFSI。

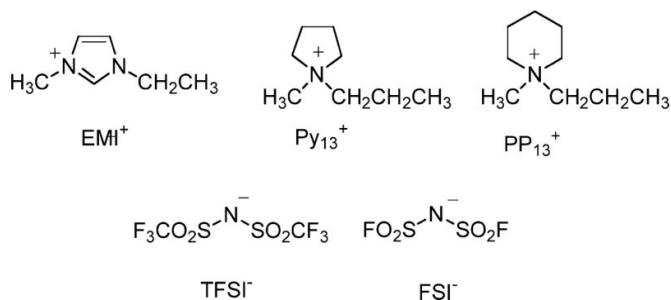
2、季铵类：季铵类离子液体比咪唑类离子液体具有更好的电化学稳定性，氧化电位一般可高达 5 V (vs. Li<sup>+</sup>/Li)；阳离子耐还原性能好，金属锂在季铵类离子液体中可以稳定存在。引入极性基团到阳离子的结构中（例如腈基、醚键、酯基等），可以增大锂盐的溶解度，同时可以降低电解液的结晶温度。主要研究体系是基于二乙基甲胺、三己胺衍生出的季铵盐。

3、吡咯烷类和哌啶类离子：五元环结构的吡咯烷和六元环结构的哌啶类离子液体与季铵盐类离子液体具有相似的化学与电化学稳定性，尤其以哌啶类的离子液体具有

最强的耐还原性能。主要研究体系包括  $\text{Py}_{12}\text{BF}_4$ 、 $\text{Py}_{12}\text{TFSI}$ 、 $\text{Py}_{13}\text{TFSI}$ 、 $\text{Py}_{14}\text{BF}_4$ 、 $\text{Py}_{14}\text{TFSI}$ 、 $\text{PP}_{12}\text{TFSI}$ 、 $\text{PP}_{13}\text{TFSI}$ 、 $\text{PP}_{14}\text{TFSI}$ 。

**$[\text{N}(\text{SO}_2\text{F})_2]^-$  (FSI<sup>-</sup>) 型离子液体的出现对于纯离子液体电解液应用于碳基锂离子电池体系是一个较为重要的进展，此类离子液体的粘度仅为同类 TFSI 离子液体的一半。目前，我司可以批量供应此类产品。**

以 EMIM、 $\text{Py}_{13}$ 、 $\text{PP}_{13}$  为例：

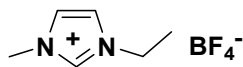


	Neat RTILs		With 0.3 mol kg <sup>-1</sup> Li[TFSI]	
	Viscosity (mPa s)	Conductivity (mS cm <sup>-1</sup> )	Viscosity (mPa s)	Conductivity (mS cm <sup>-1</sup> )
EMI[FSI]	18	15.4	24	11.0
$\text{Py}_{13}$ [FSI]	40	8.2	51	5.5
$\text{PP}_{13}$ [FSI]	95	3.7	124	2.5
EMI[TFSI]	33	8.3	55	5.1
$\text{Py}_{13}$ [TFSI]	61	3.9	130	2.0
$\text{PP}_{13}$ [TFSI]	151	1.4	330	0.73

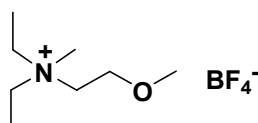
附件：产品目录（含结构式）

## 产品目录

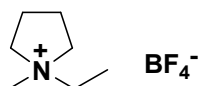
### 一、BF<sub>4</sub> 类



中文名称	1-乙基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐
English Name	1-Ethyl-3-methylimidazolium Tetrafluoroborate
Abbreviated	EMIMBF <sub>4</sub>
CAS No.	143314-16-3
Molecular Formula	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> BF <sub>4</sub> N <sub>2</sub>
MW	197.97
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	11°C
Conductivity	10mS/cm(25°C)
Viscosity	45cp(20°C)
Density	1.29g/ml
Electrochemical Window	4.8v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm

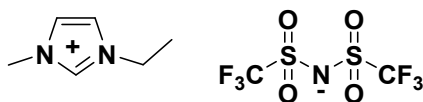


中文名称	N-甲氧基乙基-N-甲基二乙基铵四氟硼酸盐
English Name	N(2-methoxyethyl)-N-methyl-N,N-diethyl-N-ammonium tetrafluoroborate
Abbreviated	DEMEBF <sub>4</sub>
CAS No.	464927-72-8
Molecular Formula	C <sub>8</sub> H <sub>20</sub> BF <sub>4</sub> NO
MW	233.06
Appearance	Yellow Liquid
Melting Point	8°C
Conductivity	1.3mS/cm(25°C)
Viscosity	426cp(20°C)
Density	1.18g/ml
Electrochemical Window	5.5v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm

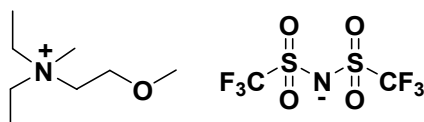


中文名称	N-甲基, 乙基吡咯烷四氟硼酸盐
English Name	N-methyl, ethyll pyrrolidinium Tetrafluoroborate
Abbreviated	EMPBF4
CAS No.	
Molecular Formula	C7H16BF4N
MW	201.01
Appearance	Off-White Solid
Melting Point	280°C
Conductivity	mS/cm(25°C)
Viscosity	cp(20°C)
Density	g/ml
Electrochemical Window	v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm

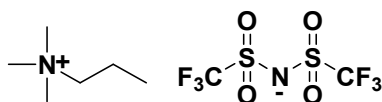
## 二、TFSI 类



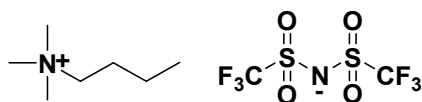
中文名称	1-乙基-3-甲基咪唑双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	1-ethyl-3-methylimidazolium bis[(trifluoromethyl)sulfonyl]imide
Abbreviated	EMIMTFSI
CAS No.	174899-82-2
Molecular Formula	C8H11F6N3O4S2
MW	391.31
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	-15°C
Conductivity	8.3mS/cm(25°C)
Viscosity	33cp(20°C)
Density	1.53g/ml
Electrochemical Window	4.3v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm



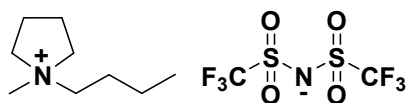
中文名称	N-甲氧基乙基-N-甲基二乙基铵双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	N(2-methoxyethyl)-N-methyl-N,N-diethyl-N-ammonium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide
Abbreviated	DEMETFSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> F <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> S <sub>2</sub>
MW	426.4
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	-91°C(Tg)
Conductivity	2.6mS/cm(25°C)
Viscosity	69cp(25°C)
Density	1.42g/ml
Electrochemical Window	5.4v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm



中文名称	三甲基丙基铵双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	Trimethylpropylammonium
Abbreviated	TMPTFSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> F <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	382.35
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	22°C
Conductivity	3.3mS/cm(25°C)
Viscosity	72cp(20°C)
Density	1.44g/ml
Electrochemical Window	5.8v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm

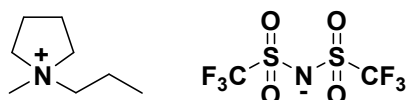


中文名称	三甲基丁基铵双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	Trimethylbutylammonium
Abbreviated	TMBTFSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> F <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	396.38
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	7°C
Conductivity	3.9mS/cm(25°C)
Viscosity	116cp(20°C)
Density	1.36g/ml
Electrochemical Window	5.85v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm

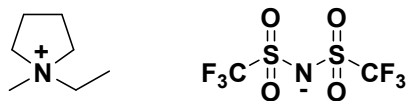


中文名称	N-甲基, 丁基吡咯烷双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	N-methyl, butyl pyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide
Abbreviated	BMPTFSI
CAS No.	223437-11-4
Molecular Formula	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> F <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	422.41
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	-18°C
Conductivity	2.2mS/cm(25°C)
Viscosity	85cp(20°C)
Density	1.41g/ml
Electrochemical Window	5.5v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm

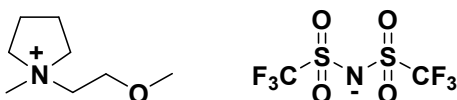




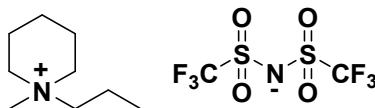
中文名称	N-甲基, 丙基吡咯烷双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	N-methyl, propyl pyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide
Abbreviated	PMPTFSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> F <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	408.38
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	12°C
Conductivity	3.9mS/cm(25°C)
Viscosity	61cp(20°C)
Density	1.38g/ml
Electrochemical Window	v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm



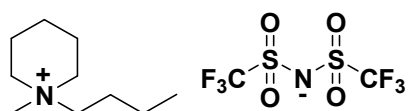
中文名称	N-甲基, 乙基吡咯烷双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	N-methyl, ethyl pyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide
Abbreviated	EMPTFSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> F <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	394.35
Appearance	Off-White Solid
Melting Point	86°C
Conductivity	mS/cm(25°C)
Viscosity	cp(20°C)
Density	g/ml
Electrochemical Window	v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm



中文名称	N-甲基, 甲氧基乙基吡咯烷双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	N-methyl, (2-methoxyethyl)-pyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide
Abbreviated	MEMPTFSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> F <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> S <sub>2</sub>
MW	424.38
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	-91°C(Tg)
Conductivity	3.7mS/cm(25°C)
Viscosity	53cp(20°C)
Density	1.45g/ml
Electrochemical Window	v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm

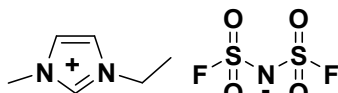


中文名称	N-甲基,丙基哌啶双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	N- methyl,propylpiperidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide
Abbreviated	PP13TFSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> F <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	422.41
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	8°C
Conductivity	3.7mS/cm(25°C)
Viscosity	151cp(20°C)
Density	1.32g/ml
Electrochemical Window	5.8v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm

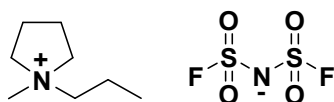


中文名称	N-甲基, 丁基哌啶双三氟甲磺酰亚胺盐
English Name	N- methyl, butylpiperidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide
Abbreviated	PP14TFSI
CAS No.	623580-02-9
Molecular Formula	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> F <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	436.43
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	-77°C (Tg)
Conductivity	1.1mS/cm(25°C)
Viscosity	182cp(20°C)
Density	1.38g/ml
Electrochemical Window	5.2v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm

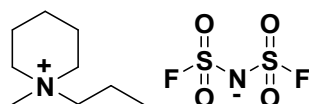
### 三、FSI 类



中文名称	1-乙基-3-甲基咪唑双氟磺酰亚胺盐
English Name	1-ethyl-3-methylimidazolium bisfluosulfonylimide
Abbreviated	EMIMFSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> F <sub>2</sub> N <sub>3</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	291.3
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	
Conductivity	15.4mS/cm(25°C)
Viscosity	18cp(20°C)
Density	g/ml
Electrochemical Window	v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm



中文名称	N-甲基, 丙基吡咯烷双氟磺酰亚胺盐
English Name	N-methyl, propyl pyrrolidinium bisfluosulfonylimide
Abbreviated	PMPFSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	308.37
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	
Conductivity	8.2mS/cm(25°C)
Viscosity	40cp(20°C)
Density	g/ml
Electrochemical Window	v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm



中文名称	N-甲基,丙基哌啶双氟磺酰亚胺盐
English Name	N- methyl,propylpiperidinium bisfluosulfonylimide
Abbreviated	PP13FSI
CAS No.	
Molecular Formula	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
MW	322.39
Appearance	Colorless or Pale yellow liquid
Melting Point	°C
Conductivity	3.9mS/cm(25°C)
Viscosity	95cp(20°C)
Density	g/ml
Electrochemical Window	v
Purity	>99%
Na <sup>+</sup>	<20ppm
Fe <sup>2+</sup>	<5ppm
Ca <sup>2+</sup>	<20ppm
Pb <sup>2+</sup>	<5ppm