**بسم تعالی**

**گزارشکار آزمایشگاه شیمی معدنی 1**

**عنوان آزمایش** : تهیه یک نمک مضاعف و یک نمک کمپلکس و مقایسه برخی خواص آنها

**وسایل و مواد مورد نیاز :** شیشه ساعت، بشر، محلول آمونیاک، قیف و کاغذ صافی، پیپت، سولفات مس(2)پنج آبه، اتانول، سولفات آمونیوم، آمونیاک6مولار

**گزارشگر** : علی شکری

**نام استاد** : دکتر مشایخی

**تاریخ انجام آزمایش** : 05/09/1396

**مقدمه:**

**نمک مضاعف**

 وقتی دو [نمک](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D9%85%DA%A9) با هم به [نسبت مولی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%88%D9%84) ساده ای [متبلور](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D9%84%D9%88%D8%B1) شوند، حاصل می‌شود. شکل و سیستم بلوری نمک‌های حاصل عملا با شکل بلوری دو نمک سازنده آن یکی است. نمک‌های مضاعف در حالت محلول خواص هر یک از یون‌های سازنده خود را نشان می‌دهند.

**چند نمونه از نمک‌های مضاعف عبارتند از:**

* سولفات مضاعف [آمونیوم](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A2%D9%85%D9%88%D9%86%DB%8C%D9%88%D9%85) – [آهن](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A2%D9%87%D9%86)
* کلرید مضاعف [پتاسیم](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%BE%D8%AA%D8%A7%D8%B3%DB%8C%D9%85) [منیزیم](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%86%DB%8C%D8%B2%DB%8C%D9%85) ۶ آبه
* نمک مضاعف [کلرید پتاسیم](https://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%A9%D9%84%D8%B1%DB%8C%D8%AF_%D9%BE%D8%AA%D8%A7%D8%B3%DB%8C%D9%85) و [سولفات منیزیم](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D9%88%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AA_%D9%85%D9%86%DB%8C%D8%B2%DB%8C%D9%85)

**ترکیبات کمپلکس**

به دسته‌ای از ترکیبات در [شیمی معدنی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%DB%8C%D9%85%DB%8C_%D9%85%D8%B9%D8%AF%D9%86%DB%8C) گفته می‌شود که دارای [فلز](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D9%84%D8%B2) و [لیگاند](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%84%DB%8C%DA%AF%D8%A7%D9%86%D8%AF) باشند.

**ویژگی ترکیبات کمپلکس**

تعداد [اتم‌های](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D8%AA%D9%85) فلز و لیگاند در این ترکیبات متنوع است.

## اهمیت ترکیبات کمپلکس

اهمیت این ترکیبات در [شیمی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%DB%8C%D9%85%DB%8C) به قدری است که در همه مباحث شیمی از جمله در مبحث [سنتز](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D9%86%D8%AA%D8%B2) [ترکیبات آلی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%B1%DA%A9%DB%8C%D8%A8%D8%A7%D8%AA_%D8%A2%D9%84%DB%8C) نیز وارد شده‌اند. بررسی [انرژی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%86%D8%B1%DA%98%DB%8C) تشکیل [پیوندها](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%BE%DB%8C%D9%88%D9%86%D8%AF) در این ترکیبات از مباحث [شیمی فیزیک](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%DB%8C%D9%85%DB%8C_%D9%81%DB%8C%D8%B2%DB%8C%DA%A9) است.

**لیگاند**

در [شیمی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%DB%8C%D9%85%DB%8C) به [مولکول](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%88%D9%84%DA%A9%D9%88%D9%84) یا [یونی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%DB%8C%D9%88%D9%86) گفته می‌شود که با [فلز](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D9%84%D8%B2) مرکزی پیوند برقرار کرده و [ترکیب کمپلکس](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%B1%DA%A9%DB%8C%D8%A8_%DA%A9%D9%85%D9%BE%D9%84%DA%A9%D8%B3) دهد. در شیمی پیوند، یک لیگاند یونی یا مولکولی (گروه تابع) است که به یک اتم مرکزی فلزی متصل می شود؛ تا یک ترکیب پیوندی را تشکیل دهد. رابطه میانی فلز و لیگاند به طور کل در بر دارنده یک یا بیشتر از یک جفت الکترون های لیگاند است. طبیعت پیوند فلز – لیگاند را می توان از پیوند با یون دسته‌بندی کرد. به علاوه؛ ترتیب پیوند فلز – لیگاند را می توان از یک تا سه دسته‌بندی کرد. لیگاندها همانند پایه و اساس لویس دیده می شود؛ اگرچه موارد کم یابی را می شناسیم که در بر دارنده «لیگاند» اسیدی لویس باشد. فلزات و شبه فلزات محدود به لیگاندهای موجود در همه شرایط محیط می باشند؛ اگر چه یون ها فلزی «عادی» گازی را می توان در خلاء بزرگ تولید کرد. لیگاندها در یک ترکیب بیانگر انفعالات اتم مرکزی می باشد؛ که سرعت های جابجایی لیگاند را در بر دارد، انفعالات خود لیگاندها واکسایش و گزینش لیگاند توجه اساسی به بسیاری از نواحی کاربردی است که شیمی و دارویی، شیمی تجزیه همگن و شیمی زیست محیطی را داراست لیگاندها را می توان به راه های بسیاری دسته بندی کرد؛ وزن آن ها، سایز آن ها (حجم آن ها) ، همان اتم های پیوندی و تعداد الکترون های دهنده به فلز لامسه ای. سایز یک لیگاند را زاویه مخروطی شکل آن بیانگر است.

**انواع لیگاند:**

* تک دندانه : اشتراک یک جفت الکترون(آمونیاک)
* دو دندانه : اشتراک دو جفت الکترون(اتیلن دی آمین)
* کی لیت : بیش از دو جفت الکترون به اشتراک میگذارد
* دوسر دندانه : دارای دو نوع اتم الکترون دهنده
* پل ساز : لیگاندی که به دو یا چند اتم مرکزی پیوند دارد
* دندانه متغیر : بسته به نیاز فلز الکترون در اختیار فلز قرار میدهد

**روش کار:**

**تهیه کمپلکس تترا آمین مس(2) سولفات یک آبه**

CuSo4.5H2o + H2o 🡪 [Cu(H2o)6]So4 تشکیل نمیشود

چون که مس دارای اثر یان-تیلر میباشد.

# **قضیه یان - تلر**

این قضیه بیان می‌کند که یک سیستم مولکولی غیر خطی که در آرایش الکترونی آن اوربیتالهای هم‌تراز بطور متقارن اشغال نشده باشد، ناپایدار خواهد بود و تمایل دارد که به نوعی از هم‌ترازی در این آرایش الکترونی بکاهد. یعنی بین اوربیتالهای هم‌تراز شکافتگی بوجود آورد. تا با این کار ، تقارن خود را کاهش داده و پایداری بیشتری بدست آورد. این قضیه پایه استدلال و توجیه انحراف ساختار بسیاری از کمپلکسهای فلزات واسطه و از جمله انحراف تتراگونالی کمپلکسهای هشت وجهی شده است.

# **اثر یان - تلر در کمپلکسهای کیلیت هشت وجهی**

اثر یان - تلر در کمپلکسهای کیلیت بطور تجربی مشاهده شده است. با بررسی ثابتهای مرحله‌ای تشکیل کمپلکس تریس کیلیت فلزات واسطه سری اول مشاهده شده است که با افزایش [عدد اتمی](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D8%B9%D8%AF%D8%AF+%D8%A7%D8%AA%D9%85%DB%8C) مقدار ثابتهای تشکیل افزایش می‌یابد که نشان از افزایش پایداری [کمپلکس](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%DA%A9%D9%85%D9%BE%D9%84%DA%A9%D8%B3) می‌باشد. اما در مورد [مس](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D9%85%D8%B3) ثابت تشکیل مرحله سوم کمپلکس تریس کیلیت کاهش می‌یابد که مربوط به اثر یان - تلر و امکان انحراف تتراگونالی ناشی از کشیده تر شدن دو لیگاند کیلیت می‌باشد.

CuSo4.5H2o + H2o 🡪 [Cu(H2o)4]So4 آبی روشن

[Cu(H2o)4]So4 + :NH3 🡪 [Cu(NH3)4]So4 آبی تیره یا بنفش رنگ

اپتدا 1.2 گرم سولفات مس 5 آبه را در 3 میلی لیتر و سپس به آن 4-5 قطره آمونیاک غلیظ اضافه میکنیم و آن را هم میزنیم تا محلول کاملآ آبی تیره شود و سپس 1 میلی لیتر آمونیاک مازاد اضافه میکنیم .

بعد آن را به جای کاملآ ثابت میگذاریم و مقداری اتانول را از دیواره بشر به آن اض افه می کنیم تا اتانول سطح آن را بپوشاند ویک شیشه ساعت نیز روی آن قرار می دهیم

**نکته:** دلیل اضافه کردن اتانول برای جلوگیری از ورود اکسیژن چون اگر اکسیژن به محلول برسد مس اکسید میشود وکمپلکس از بین می رود.

یک ساعت بعد که کمپلکس به صورت رسوب درآمد آن را صاف کردیم و کنار گذاشتیم تا خشک شود و بعد از خشک کردن راندمان عمل را محاسبه کردیم :

CuSo4 .5H2o + 4NH3 🡪 Cu[(NH3)4]So4.1H2o + 4H2o

$$gr Cu\left[\left(NH3\right)4\right]So4=1.2gr CuSo4×\frac{1 molCuSo4 }{159.5 gr CuSo4} ×\frac{1 mol Cu\left[\left(NH3\right)4\right]So4 }{1 mol CuSo4}$$

* $×\frac{227.5 gr Cu\left[\left(NH3\right)4\right]So4 }{1 mol Cu\left[\left(NH3\right)4\right]So4}= 1.7 gr Cu\left[\left(NH3\right)4\right]So4$

$$ راندمان=\frac{ آمده بدست وزن }{نظری وزن}×100= \frac{0.80 gr }{1.7 gr}×100=\% 47.5$$

**تهیه نمک کوپریک آمونیوم سولفات :**

**روش کار:**

اپتدا 2 گرم سولفات مس پنج آبه را با 1 گرم سولفات آمونیوم و در 5 میلی لیتر آب گرم حل می کنیم و اگر حل نشد به آن حرارت میدهیم و سپس آن را در حمام آب یخ قرار میدهیم تا رسوب آبی روشن ایجاد شود سپس آن را صاف کرده و در آون خشک میکنیم و راندمان عمل را محاسبه میکنیم .

CuSo4 . 5H2o + (NH4)2So4🡪 (NH4)2Cu(So4)2 .6H2o

برای محاسبه مقدار نظری نمک مورد نظر اپتدا باید واکنش دهنده محدود کننده را پیدا کنیم برای این کار :

**گام نخست:** تبدیل جرم یا حجم واکنش دهنده ها به تعداد مول آن ها
**گام دوم:** تقسیم تعداد مول هر یک از واکنش دهنده ها به ضریب استوکیومتری آن ها در معادله موازنه شده
هر واکنش دهنده ای که این نسبت برای آن عدد کوچکتری باشد، محدود کننده است.

$$mol CuSo4=2 gr CuSo4×\frac{1mol CuSo4}{159.5 gr CuSo4}=0.012 mol CuSo4$$

$mol \left(NH4\right)2So4=1 gr \left(NH4\right)2CuSo4× \frac{1mol \left(NH4\right)2CuSo4}{195.5 gr \left(NH4\right)2CuSo4}=0.005 mol$

چون هر دو دارای ضریب 1 هستند پس محدود کننده آمونیوم سولفات است.

$$gr \left(NH4\right)2Cu\left(So4\right)2 =1gr \left(NH4\right)2So4 × \frac{1mol \left(NH4\right)2So4}{195.5gr\left(NH4\right)2So4} ×\frac{1mol}{1mol}$$

$$\rightarrow ×\frac{227.5gr\left(NH4\right)2Cu\left(So4\right)2 }{1mol \left(NH4\right)2Cu\left(So4\right)2 }=1.16gr \left(NH4\right)2Cu\left(So4\right)2 $$

وزن بدست آمده = 1.49gr

$$راندمان=\frac{1.49 gr}{1.16 gr}×100=\%128.44$$

***نتیجه :*** *پس مقداری ناخالصی در هنگام آزمایش به آن اضافه شده است.*

***سوالات :***

***1.راندمان هردو واکنش را محاسبه کنید؟***

 *نمک مضاعف*$راندمان=\frac{1.49 gr}{1.16 gr}×100=\%128.44$

$ کمپلکس راندمان =\frac{ آمده بدست وزن }{نظری وزن}×100= \frac{0.80 gr }{1.7 gr}×100=\% 47.5$

***2.لیگاند را تعریف و تفاوت لیگاند کی لیت و پل ساز را بنویسید؟***

در [شیمی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%DB%8C%D9%85%DB%8C) به [مولکول](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%88%D9%84%DA%A9%D9%88%D9%84) یا [یونی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%DB%8C%D9%88%D9%86) گفته می‌شود که با [فلز](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D9%84%D8%B2) مرکزی پیوند برقرار کرده و [ترکیب کمپلکس](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%B1%DA%A9%DB%8C%D8%A8_%DA%A9%D9%85%D9%BE%D9%84%DA%A9%D8%B3) دهد.

*در لیگاند کی لیت لیگاند بیش از دو جفت الکترون خود را به اشتراک میگذارد که هر کدام را به اتم مجزا میدهد ولی در پل ساز یک لیگاند چند پیوند با یک فلز برقرار میکند.*

***3.چرا لیگاند های کی لیت کمپلکس پایدارتری نسبت به لیگاندهای تک دندانه ایجاد میکنند؟***

*چون لیگاند کی لیت تعداد الکترون پیوندی بیشتری نسبت به لیگاند تک دندانه دارند*

***4.فرمول کمپلکس تشکیل شده ازمواد زیر را بنویسید.***

***الف)*** *آب به عنوان لیگاند و مس(2) با فرض عدد کوردیناسی 4*

 *[Cu(H2o)4]2+*

***ب)*** *اتیلن دی آمین به عنوان لیگاند و نیکل(2) با عدد کوردیناسی 6*

*[Ni(C2H5N2)6]2+*

***ج)*** *یون فلورید به عنوان لیگاند و آهن(III) با عدد کوردیناسی 6*

*[Fe(F)6]3+*