

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12

جامعة البعث
كلية العلوم
قسم الكيمياء

الجمعية
الكيميائية السورية

المغنيزيوم

إعداد الكيميائي

محمد العال ممدوح الهاشمي

إشراف الأستاذ

طارق إسماعيل كاخيا

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12

المغنزيوم

الاسم : المغنزيوم Magnesium

الرمز الكيميائي : Mg

مقدمة :

تتوزع مركبات المغنزيوم بشكل واسع في الكون وعلى الأخص في ماء البحر الذي يعتبر مصدراً هاماً جداً لها .

التاريخ و الاكتشاف و الاستعمالات :

اكتشف المغنزيوم من قبل دافى 1808 م حيث أنتج ملغم المغنزيوم بطريقتين كيميائية و كهربائية .

في الطريقة الكيميائية مرّر أبخرة البوتاسيوم فوق الماغنيسا (أحد فلزات المغنزيوم) عند الدرجة الحمراء و استخلص عنصراً جديداً مع الزئبق .
في الإرجاع الكهربائي حلّ محلول سلفات المغنزيوم باستخدام كاتود الزئبق كقطب سالب .

في كلا الطريقتين أنتج ملغم العنصر الجديد المغنزيوم . وبعد ذلك عزل معدن المغنزيوم بشكله الحر من قبل العالم الفرنسي بوسي 1828 م بتسخين كلوريد المغنزيوم مع معدن البوتاسيوم عند درجات حرارة عالية .

في عام 1833 م قام فارادي بإنتاج المغنزيوم المعدني بطريقة كهربائية مطبقة على مصهور كلوريد المغنزيوم .

إن معدن المغنزيوم واحد من أهم المعادن الكيميائية الشائعة الموزعة في الطبيعة , وهو يكون حوالي 2 % من القشرة الأرضية , ولا يمكن أن يوجد المعدن بشكله الحر المعدني في الطبيعة .

إن الفلزات الرئيسية لهذا المعدن هي الدولوميت $CaMg (CO_3)_2$ و الماغنيزيت $MgCO_3$ و الكارناليت $6H_2O . MgCl_2 . KCl$ و الفلزات

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

السيليكايتية مثل التالك (OH) $Mg_3(Si_4O_{10})$ والأسبيستوس $H_4Mg_3Si_2O_9$, كما يوجد المغنزيوم في مياه البحر والمياه المالحة الطبيعية الموجودة تحت الأرض , وفي الرواسب الملحية على شكل سلفات أو كلوريد .
إن تركيزه في ماء البحر 1.35 mg / lit , كما وجد في كل كواكب المجموعة الشمسية .

إن معقد البورفيرين معه الذي يدعى الكلوروفيل مهم جداً و أساسي لعملية التركيب الضوئي وهو عنصر مغذي للجسم البشري , حيث إن الحاجة اليومية للبالغين حوالي 300 mg .

لمعدن المغنزيوم و سبائكه استخدامات عديدة و متنوعة في الصناعات الكهربائية والمعدنية والكيميائية الكهربائية والكيميائية , كما أن خصائصه الحرارية و الكهربائية وخفة وزنه النوعي و سهولة تصنيعه وتحويله على أشكال مفيدة أعطته حظاً أوفر في التطبيقات الصناعية .

يمزج المعدن مع الألمنيوم لاستخدامات هيكلية متنوعة .

إن سبائك المغنزيوم مع التوتياء و النحاس و النيكل و الرصاص والألمنيوم والزركونيوم ومعادن أخرى لها استخدامات عديدة أيضاً , حيث تستخدم هذه السبائك في أجزاء السيارات والطائرات والقذائف والمركبات الفضائية وهياكل السفن وخطوط الأنابيب تحت الأرض وأجزاء الأدوات الميكانيكية والأثاث وقاطعات العشب والسلام والألعاب والبضائع الرياضية , كما أنها تستخدم في صنع المدخرات الجافة الخفيفة والبطاريات .

إن تطبيقات المغنزيوم الكيميائية تتضمن استخدامه كعامل مرجع لتحضير كاشف غرينيار من أجل التخليق العضوي وللغازات النقية , كما يستخدم في التراكيب المتفجرة ومحفزات الانفجار والطلاقات الضوئية المنفجرة .
كما أن لأملاح المغنزيوم استخدامات متنوعة وهي تعالج بشكل منفرد .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

الخواص الفيزيائية :

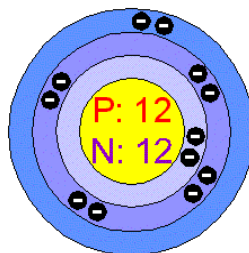
- * . معدن أبيض فضي .
- * . بنيته البلورية سداسية متراسة hcp .
- * . كثافته 1.74 gr / cm^3 عند درجة حرارة $20 \text{ }^\circ\text{C}$, 1.57 gr / cm^3 عند حرارة $650 \text{ }^\circ\text{C}$ (حيث يكون منصهراً سائلاً) .
- * . يتبخر عند درجة حرارة $1090 \text{ }^\circ\text{C}$.
- * . ينصهر عند درجة حرارة $650 \text{ }^\circ\text{C}$.
- * . المقاومة الكهربائية النوعية 4.46 ميكرو أوم في السنتيمتر عند $^\circ\text{C}$ و 20 و 28 ميكرو أوم في السنتيمتر عند $650 \text{ }^\circ\text{C}$ (درجة الانصهار) .
- * . التوتر السطحي 563 dynes / cm عند $681 \text{ }^\circ\text{C}$.
- * . معامل المرونة $6.5 \times 10^6 \text{ lb / sq. in}$.

الخواص الكيميائية الحرارية :

$\Delta H_{f^\circ} \text{ (cry)}$	0.0
$\Delta H_{f^\circ} \text{ (gas)}$	35.16 Kcal / mol
$\Delta G_{f^\circ} \text{ (gas)}$	26.89 Kcal / mol
$S^\circ \text{ (cry)}$	7.82 Cal / degree . mol
$S^\circ \text{ (gas)}$	35.52 Cal / degree . mol
$C_p \text{ (cry)}$	5.95 Cal / degree . mol
$C_p \text{ (gas)}$	4.97 Cal / degree . mol
ΔH_{fus}	2.03 Kcal / mol
ΔH_{vap}	49.9 Kcal / mol
الناقلية الحرارية عند حرارة $27 \text{ }^\circ\text{C}$	1.56 W/cm .K
معامل التمدد الخطي ($20 - 100 \text{ }^\circ\text{C}$)	$10^{-6} \times 26.1 \text{ Cm / }^\circ\text{C}$

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

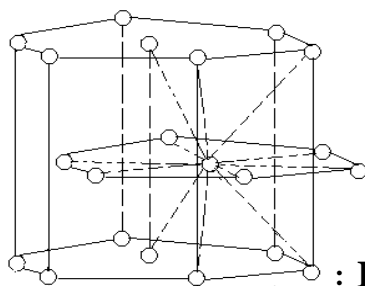
البنية الإلكترونية : $Mg (Z = 12) : 1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 : [Ne] 3S^2$



يحتل المغنيزيوم الدور الثالث والفصيلة الثانية IIA من الجدول الدوري .
التي تضم عناصر : البيريليوم Be , الكالسيوم Ca , السترونثيوم Sr الباريوم
Ba , الراديوم Ra . تسمى عناصر هذه الفصيلة بالعناصر القلوية الترابية .
لا يمكن أن يأخذ المغنيزيوم تكافؤاً أعلى من التكافؤ الثنائي بسبب التركيب
الثابت للدرجة Mg^{2+} , وتظهر سهولة فقد الإلكترونين التكافؤ بين بقيم كمونات
المساري القياسية التي تأتي في المرتبة الثانية بعد عناصر المجموعة IA و كذلك
بفعاليتها العالية .

البنية البلورية و الأشكال التآصلية :

يتبلور المغنيزيوم بأشكال بلورية مختلفة ويمكن أن يتحول الشكل البلوري من
شكل إلى آخر عند درجات حرارة محددة . فللمغنيزيوم بلورات من النموذج
السداسي المتراص (hcp) في مجال من درجات الحرارة ($0 - 650^{\circ}C$) كما في
الشكل المجاور :



النظائر Isotopes :

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

للمغنيزيوم عدة نظائر تتفق مع بعضها بعدد الالكترونات والبروتونات في الذرة كما تتفق بالخواص الفيزيائية والكيميائية بينما تختلف عن بعضها بعدد النترونات في النواة . منها ثابت ومنها غير ثابت له عمر محدد يسمى **Half Life** أو نصف العمر كما في الجدول التالي :

Half Life	Isotope
ثابت	Mg - 24
ثابت	Mg - 25
ثابت	Mg - 26
9.45 دقيقة	Mg - 27
21.0 ساعة	Mg - 28

وجوده في الطبيعة :

يؤلف المغنيزيوم حوالي 2 % من وزن القشرة الأرضية كما أن مياه المحيطات والبحار تحوي نسبة ضئيلة من أملاحه المنحلة حوالي 0.13 % أي ما يعادل 1.35 ملغ / لتر .

إن من أهم خامات المغنيزيوم :

* - **الماغنيزيت** $MgCO_3$: نظام البلورة ثلاثي , بنيتها غير شائعة يعرف منها معينة الشكل أو موشورية , عادة مصمتة . التوأمية حبيبية متراسة أو ليفية (3.2 - 3 SG) تزيد في حالة احتواء الحديد . القساوة : 3.5-4.5 التشقق : معيني و تام , التكسر محاري .

اللون و الشفافية : أبيض أو شفاف عندما يكون نقي , غالباً مائل إلى الرمادي أو مائل إلى الأصفر أو ظلال مائل إلى البني عندما يوجد الحديد . شفاف إلى نصف شفاف لون المسحوق أبيض , اللمعان زجاجي .

صفات التمييز : مشابه للكالسيت فالتشقق معيني تام و قلما ينحل في حمض كلور الماء الممدد والبارد لكن يصدر فقاعات عندما يذفأ . وجوده أقل شيوعاً من الكالسيت ولا يشكل عادة صخور رسوبية بل يوجد على شكل رواسب

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

متبدلة تشكلت عن طريق عمل مياه الكربونات على صخور تحتوي معدن المغنزيوم أو عن طريق عمل محاليل غنية بالمغنزيوم في صخور الكالسيت , ويوجد أيضاً في الصخور التحولية الغنية بالمغنزيوم كصخور بركانية صفائحية كالتالك وسيليكات المغنزيوم الصخرية المميهة . وهذه الرواسب الواسعة للمنشأ التبدلي استخدمت في صنع الآجر الحراري والاسمنت

* . **سبينل** $MgAl_2O_4$: نظام البلورة مكعب , بنيتها عادة ثمانية السطوح , وهي مصممة . التوأمية : الشائع مجسم ثماني تعطي توأم السبينل (SG) (3.5 – 4.1 , القساوة 7.5 – 8 , التشقق غير موجود بينما يوجد في ثماني السطوح و لكن بشكل جزئي , التكسر : محاري الشكل .

اللون و الشفافية : متغير بشكل كبير حيث يكون أحمر وأزرق وأخضر وبني و أسود أو بدون لون حيث يكون شفاف أو نصف شفاف . لون المسحوق أبيض أو رمادي أو بني , اللعان زجاجي , صفات التمييز هي شكل ثماني السطوح و التوأمية و القساوة وفي الحقيقة فإن السبينل هو اسم سلسلة لمعدن خاص (حديد أو توتياء أو منغنيز) يمكن أن تحل محل المغنزيوم في التركيب وتعطي أيضاً تزايد في تغير اللون والخواص الفيزيائية . يوجد السبينل كمعدن مساعد في الصخور البركانية مثل الغابرو , كما يوجد مع الأحجار الكلسية الدولوميتية المشوبة التحولية بالترابط مع فلوكوبيت – الغرافيت – الكوندروديت وفي الصخور التحولية الألومينية . السبينل من نوع الجوهرة أو الحجر الكريم يوجد بالتلامس مع الأحجار الكلسية و في الجص الرسوبي أو الطمي المشتق منهم في برومان سيلون و الهند .

* . **الدولوميت** $MgCO_3 . CaCO_3$: نظام البلورة ثلاثي , بنية البلورات معينة مع سطوح مركبة منحنية . التوأمية مجمع حبيبي (SG 2.8 – 2.9) . القساوة 3.5 – 4 التشقق معيني و تام . التكسر محاري .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

اللون والشفافية : عادة أبيض و يعتقد أحياناً بدون لون أو مائل إلى الصفار أو مائل إلى البني أحياناً قرنفلي , شفاف إلى نصف شفاف . صفات التمييز : مشابه للكالسيت ينحل ببطء في حمض كلور الماء الممدد و البارد لكن يصدر فقاعات عندما يذفأ . يوجد الدولوميت بشكل واسع كصخر وكمعدن مشاب في عروق هيدروحرارية حيث يستخدم كأجر حراري في تبطين الأفران .

سمي بهذا الاسم نسبة لعالم المعادن دولوميو (1750 – 1801) .

* - **أنكيريت** $Ca (Mg, Fe) (CO_3)_2$: نظام البلورة ثلاثي بنية البلورات معينة ومصمتة , التوأمية : حبيبية (SG 2.9-3.2) .
القساوة 3.5 – 4 , التشقق معيني .

اللون والشفافية : أبيض أو أصفر , بني مائل للصفار بعض الأحيان رمادي , ويمكن أن يكون بني عاتم , نصف شفاف . لون المسحوق أبيض اللعان زجاجي . صفات التمييز : اللون البني , عنصر الحديد الثنائي يستبدل بالمغنزيوم في الدولوميت اللون البني يزداد وضوحاً مع زيادة محتوى الحديد . يوجد أنكيريت في أماكن تواجد الدولوميت , يكون عادة معدن مشاب مرافق لخامات الحديد . سبب التسمية نسبة للعالم الاسترالي انكر (1772 – 1843) .

* - **ابسوميت** (كبريتات المغنزيوم المميهة , أملاح ابسوم , الملح الإنكليزي) $MgSO_4 \cdot 7H_2O$: نظام البلورة معيني , بنيتها ليفية البلورات الطبيعية نادرة . يمكن إنتاجها صناعياً , الأشكال عادة كتل عنقودية مغطاة بقشرة صلدة مع تركيب ليفي (SG 1.7) .

القساوة : 2 – 2.5 . التشقق واحد تام . التكسر محاري .

اللون والشفافية : بدون لون إلى أبيض شفاف إلى نصف شفاف , لون المسحوق أبيض . اللعان زجاجي . صفات التمييز : البنية الليفية , ينحل بسهولة

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

في الماء , طعم مر . يوجد عادة ككتل مغطاة بقشرة صلبة على جدران الكهوف أو المناجم العاملة .

* - **بوليهاليت** $K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$: نظام البلورة ثلاثي الميل . بنيتها ككتل ليفية أو صفيحية . التوأمية : الشائعة (SG 2.8) . القساوة 2.5-3 . التشقق بيناكويдал واضح .

اللون والشفافية : بلون لب القرنفل إلى أحمر قرميدي , نصف شفاف . اللمعان : حيري في الكتل الليفية . صفات التمييز : اللون القرنفلي و الطعم المر . يوجد البوليهاليت مع الغلاوبيريت في رواسب تخرية مفروشة و هو آخر الفلزات التي تترسب من المياه المالحة بسبب انحلاليتها العالية .

* - **الكارناليت** $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$: نظام البلورة معيني , بنيتها بلورات نادرة و سداسية كاذبة , عادة مصمتة التوأمية حبيبية (SG 1.6) القساوة 1 - 2 , لا يوجد تشقق , التكسر محاري .

اللون و الشفافية : أبيض بعض الأحيان مائل إلى الحمرة أو مائل إلى الصفار , شفاف إلى نصف شفاف . اللمعان دهني . صفات التمييز : الافتقار إلى التشقق والتكسر المحاري يمتص الرطوبة , ذو طعم مر , ينصهر بسهولة عندما يسخن . عينات الكارناليت يجب أن تحفظ في زجاجات محكمة بشكل جيد بسبب طبيعة الامتصاص للرطوبة . سمي الفلز نسبة إلى اسم مهندس المناجم الألماني فون كارنال في القرن التاسع عشر .

* - **الأوليفين** $(Mg, Fe)_2SiO_4$:

نظام البلورة معيني . بنيتها نادرة . توجد عادة كحبيبات عازلة في الصخور النارية البركانية أو كقطع حبيبية (SG 2.3 - 4.4) تزداد مع احتواء الحديد , الشائع (SG 3.3 - 3.4) القساوة 6.5 - 7 . التشقق : بيناكويдал , غير واضح التكسر محاري .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

اللون و الشفافية : أخضر إلى زيتي واضح بعض الأحيان مائل إلى الأصفر أو مائل إلى البني .

* - **مونتيسيليت** CaMgSiO_4 : نظام البلورة معين . بنيتها بلورات صغيرة و موشورية . التوأمية : حبيبات (3.3 - 3.1 SG) . القساوة 5.5 . اللون : بدون لون إلى رمادي . يوجد في صخور الكالكاربوس المتحولة . سبب التسمية نسبة لعالم المعادن مونتي سيللي (1846 - 1754) .

* - **لازوليت** $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})$: نظام البلورة أحادي الميل . بنيتها ثنائية هرمية حادة . مصمتة . التوأمية حبيبية إلى متراسة (3 SG) (3.1 - القساوة 5 - 6 . التشقق موشوري غير واضح . التكسر غير منتظم . اللون والشفافية : أزرق سماوي إلى أزرق غامق , نصف شفاف . لون المسحوق أبيض . اللعان زجاجي . صفات التمييز : اللون و شكل البلورة الثنائية الهرمية . عندما يكون اللازوليت مصمتاً فمن الصعب التمييز بينه و بين المعادن الزرقاء الغامقة الأخرى يوجد في الصخور النارية المتبلورة مختلفة الطبقات وفي عروق الكوارتز وفي الكوارزيت . يستعمل كحجر نصف ثمين . الاسم جاء من كلمة عربية تعني الجنة أو السماء نسبة للون الأزرق .

* - **البروسيت** $\text{Mg}(\text{OH})_2$:

نظام البلورة ثلاثي , البنية صفائحية لوحية و ليفية و مصمتة . التوأمية ورقية الشكل (2.4 SG) , القساوة 2.5 , التشقق قاعدي تام . اللون والشفافية أبيض ظلي , التشقق قاعدي , تام .

اللون و الشفافية : أبيض ظلي إلى رمادي شاحب , أزرق أو أخضر , شفاف إلى نصف شفاف . لون المسحوق أبيض , اللعان لؤلؤي موازي للتشقق وفي مكان آخر شمعي إلى زجاجي . من صفات التمييز : التشقق , الطراوة , البنية الورقية , يتميز عن التالك بقساوته الأكبر , و عن الجبس بالشكل . يوجد

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

البروسيت في الأحجار الكلسية التي تحوي كربونات الكالسيوم و المغنزيوم البلورية التحولية , يوجد أيضاً في عروق هيدروحرارية مع الكالسييت و التالك و في السيربينتينايت .
وقد سمي إجلالاً للعالم الأمريكي بروس (1777 - 1818) .

إنتاج المغنزيوم :

على الرغم من أن العديد من العمليات التجارية التي اكتشفت منذ أول عزل كهربائي لمعدن المغنزيوم من قبل دافي و فارادي و بوسي كانت بواسطة الإرجاع الكيميائي، فمبادئ عمليات التصنيع لم تتغير ، ففي الوقت الحاضر إن المعدن المصنع بالطريقة الكهربائية (بواسطة الإرجاع الكهربائي لمصهور كلوريد المغنزيوم) هو الأكثر استخداماً و شيوعاً حيث يكون غاز الكلور منتج ثانوي مرافق لهذه العملية الصناعية . في العمليات الإرجاع الكيميائية يتم الحصول على المغنزيوم بإرجاع أكسيد المغنزيوم أو هيدروكسيد المغنزيوم أو كلوريد المغنزيوم عند درجات حرارة عالية .

كل المغنزيوم المنتج في العالم استخرج من فلزاته , وأشهرها الدولوميت والكارناليت , بالإضافة إلى المياه المالحة الموجودة في باطن الأرض , ومياه البحار والمحيطات , وفي أغلب العمليات التي تجري على الفلزات والمياه المالحة يحوّل فيها إلى مركب كهربي .

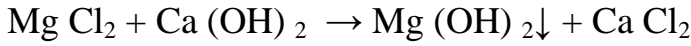
إن المياه الباطنية المالحة تكون غنية بمركب كلوريد المغنزيوم وهو غالباً ما يكون بنسبة 11 % , حيث إن كلور الصوديوم و كلور الكالسيوم هما المكونان الرئيسيان الآخران بنسبة 12 % و 2 % على التوالي في مثل هذه المياه . إن التبخير بواسطة الأشعة الشمسية للمياه المالحة وإعادة التسخين يزداد

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

تركيز كلوريد الكالسيوم إلى أكثر من 25 % في هذا التركيز عنده تكون انحلالية كلوريد الصوديوم تتناقص بشكل ملحوظ وبالتالي يمكن ترشيحه .
إن التجفيف بالرداذ المتكرر والتنقية بواسطة الكلورة يمكننا من إنتاج كلوريد المغنزيوم عديم الماء .

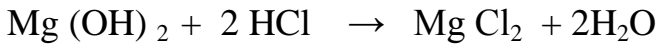
أنتج كلوريد المغنزيوم من الدولوميت بالتحليل الكهربائي الذي يشمل سلسلة من الخطوات المستخدمة ، فيتكليس الفلزات تتحول إلى أكسيد ومن ثم تحويله إلى هيدروكسيد المغنزيوم وبمعادلة الهيدروكسيد بحمض كلور الماء يتحول إلى كلوريد المغنزيوم المميّه ، وينزع الماء المميّه للمحصول على كلوريد المغنزيوم عديم الماء $MgCl_2$ ، تعتمد الخطوات المتشابهة أيضاً للحصول على المعدن من مياه البحر .

إن التركيز الوسطي لشاردة المغنزيوم في مياه البحر 1.35 mg / lit ، لهذا تعد مياه المحيطات مصدر هائل للمغنزيوم ، فالمغنزيوم يرسّب كهيدروكسيد بالمعالجة بالكلس وفق المعادلة :



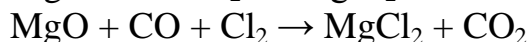
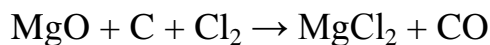
حيث يتم ترشيح هيدروكسيد المغنزيوم و الماء الراشح الحاوي على كلوريد الكالسيوم يعاد إلى ماء البحر .

ثم معالجة هيدروكسيد المغنزيوم بحمض كلور الماء حسب التفاعل التالي :



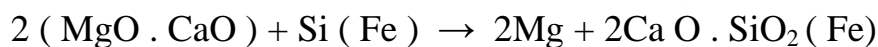
وبتبخير المحلول يمكننا من الحصول على ملح سداسي الهيدرات $MgCl_2 \cdot 6H_2O$. و باستمرار التسخين إما أن نتخلص من الهيدرات كلياً أو جزئياً لنحصل على هيدرات احادية مرتبطة مع الملح الكهليلتي لمعدن المغنزيوم .
ينتج هيدروكسيد المغنزيوم من ماء البحر الذي يكلس للحصول على أكسيد المغنزيوم ، حيث يعالج الأخير بالكربون في فرن كهربائي بوجود غاز الكلور فنحصل على كلوريد المغنزيوم .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /



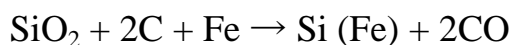
إن أساس العمليات الصناعية هو الإرجاع الحراري لأكسيد المغنزيوم باستخدام الفري سيليكون أو الكربون كعوامل مرجعة و باستخدام الدولوميت كفلز أولي , في هذه العمليات يكلس الفلز أولاً لإنتاج أكسيد الكالسيوم والمغنزيوم MgO CaO . تدعى هذه الطريقة Pidgeon process حيث يكلس الدولوميت وبمزج مع بودرة الفري سيليكون ثم يوضع في قوالب ثم يشحن إلى معوجة (إنبيق) حراري كهربائي حيث يصنع منها سبائك الفولاذ والنيكل والكروم بينما يفصل معدن المغنزيوم تحت التفريغ بضغط 0.1- 0.2 ميلي متر زئبقي يتم التفاعل تحت حرارة 1150 °C لعدة ساعات (حوالي 8 ساعات تقريباً) .

السيليكون يرجع أكسيد المغنزيوم إلى المغنزيوم المعدني و يخرج كبخار و يكثف البخار في القسم البارد من المعوجة حيث تكون الحرارة 500 °C والتفاعلات الحاصلة هي التالية :



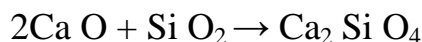
إن سبائك الفري سيليكون المطلوبة في العملية أعلاه تحضر بالإرجاع

الحراري للسيليكا مع الكربون بوجود الحديد وفق التفاعل :



بطريقة Pidgeon process الموصوفة فيما سبق يحدث تفاعل جانبي بين

أكسيد الكالسيوم وأكسيد السيليكون مشكلاً سيليكات الكالسيوم عند حرارة °C 1500 .



طريقة magnetherm لإنتاج المغنزيوم :

إن الطريقة المعدلة والمطورة و المسماة بـ magnetherm process التي

تضاف فيها كمية كافية من أكسيد الألمنيوم إلى مصهور سيليكات الكالسيوم الذي

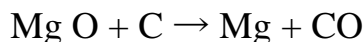
سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

يكون على شكل خبث حيث يسمح للنواتج أن تعزل على شكل مصهور بالإضافة إلى أن تسخين المفاعل يتم بواسطة المقاومة الكهربائية للخبث .

إنتاج المغنزيوم باستخدام الكربون :

كما ينتج المغنزيوم بالإرجاع الحراري لأكسيده بالكربون وفق التفاعل التالي

الذي يتم عند حرارة أعلى من 1850°C :



فالمغنزيوم الناتج يكون على شكل بخار يجب أن يبرد بسرعة حتى نمنع

التفاعلات العكوسة التي من الممكن أن تخفض المردود .

إن التبريد السريع المفاجئ يخمد التفاعل و يقلل المردود بإعطاء منتج على

شكل تربة معدنية قذحية (تلقائية الالتهاب , يمكن أن تولد شرارات بالدق أو

الطرق) .

إن فصل المعدن من فلزاته صعب جداً لذلك فإن عملية الإرجاع بالكربون

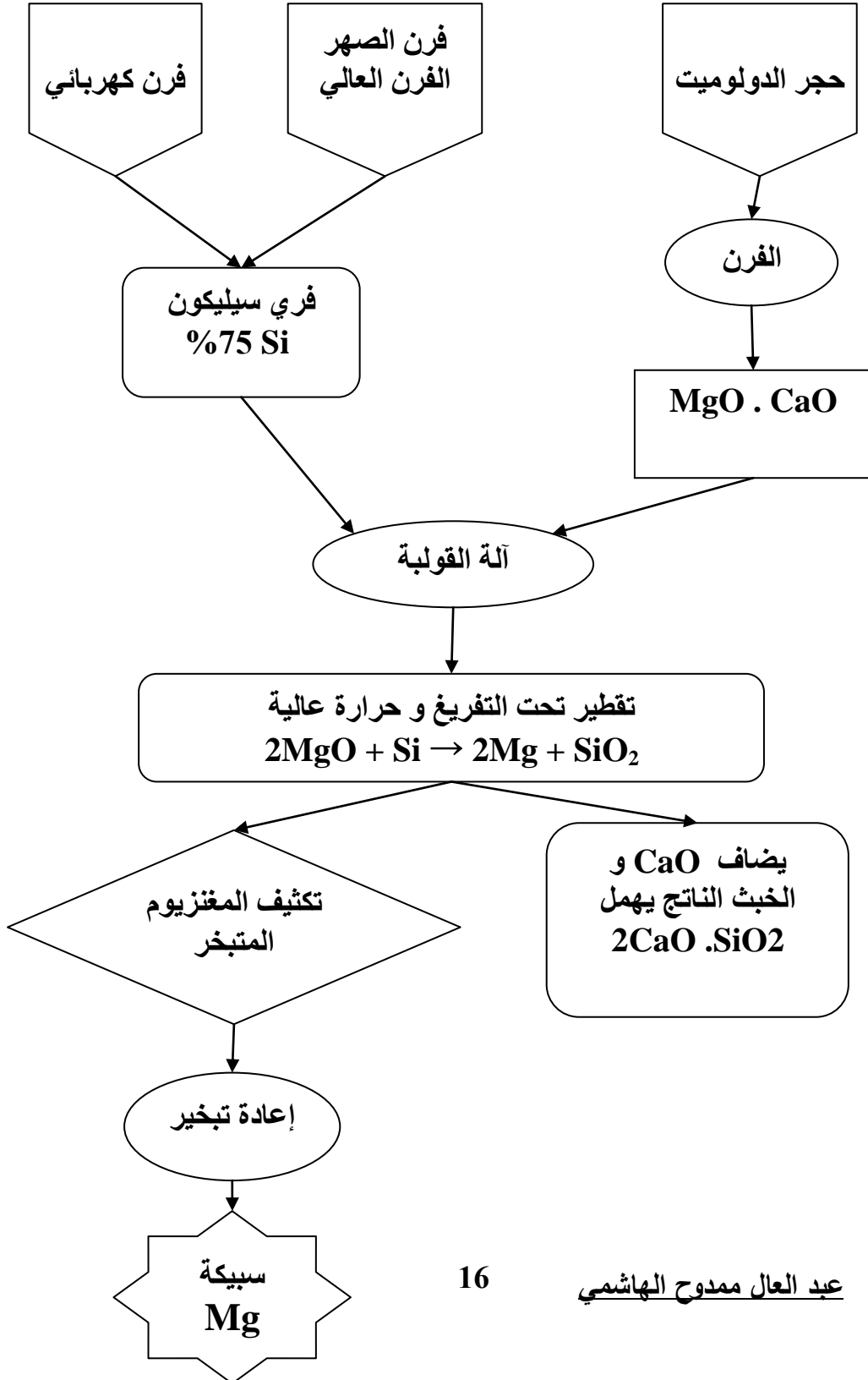
أقل استخداماً من عمليتي الإرجاع الأخرين Pidgeon process و

. magnetherm process

والمخطط التالي يبين أهم العمليات للحصول على المغنزيوم من

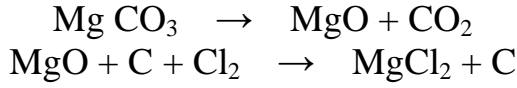
الدولوميت بالطريقة أعلاه :

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

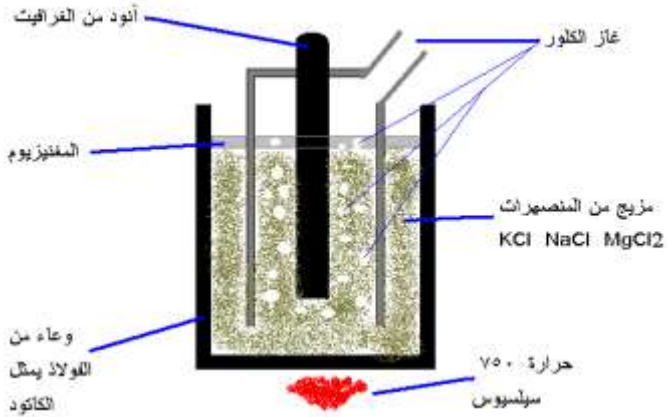


سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

كما يمكن أن يحضر من خاماته بالتحليل الكهربائي لمصهور كلوريداته :
 فمثلاً يمكن تحضيره من الماغنيزيت ، بتسخين الماغنيزيت إلى درجة حرارة
 540°C لإنتاج أكسيد المغنيزيوم . ثم يفاعل أكسيد المغنيزيوم الناتج مع الكربون و
 الكلور فنحصل على كلوريد المغنيزيوم ، وبالتحليل الكهربائي لمصهور كلوريد
 المغنيزيوم نحصل على المغنيزيوم المعدني الذي يطفو على سطح الالكتروليت الذي
 يتألف من كلوريد المغنيزيوم مع كلوريد البوتاسيوم و كلوريد الصوديوم :

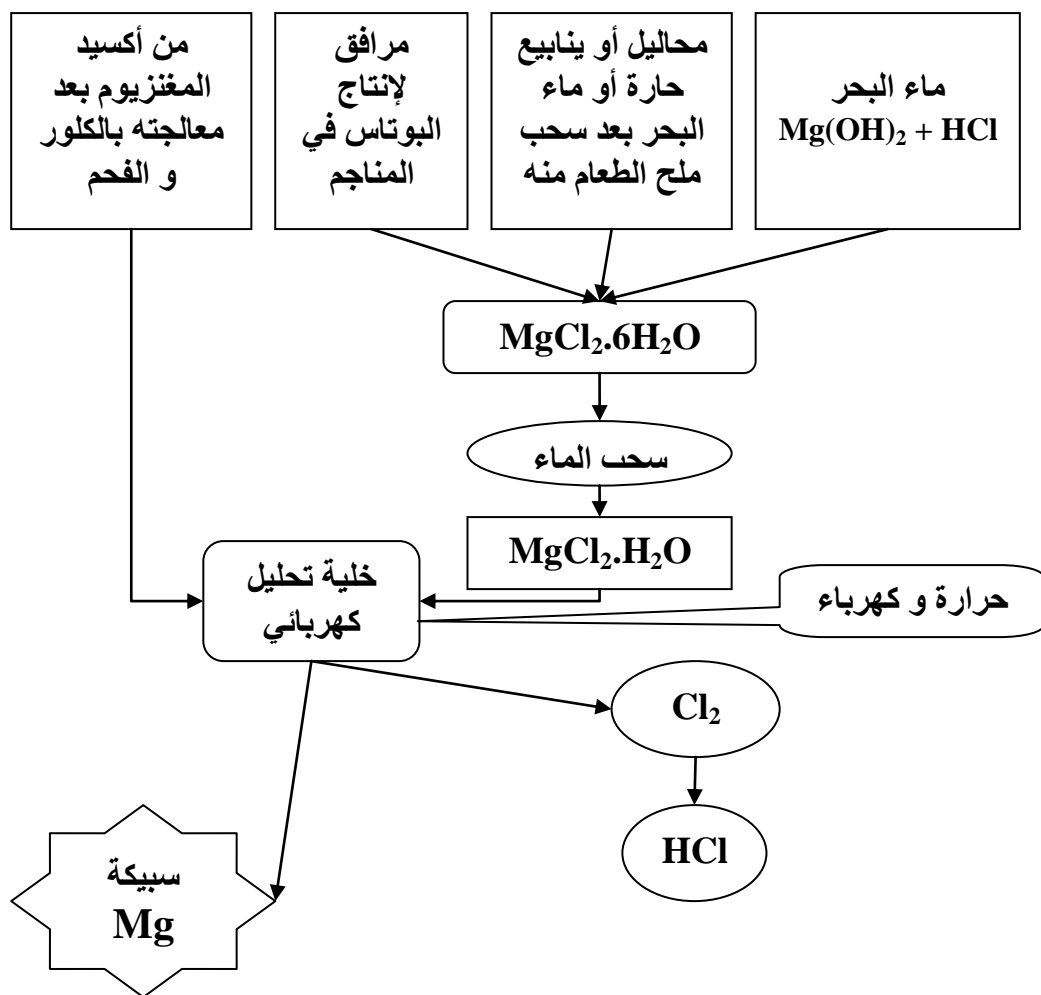


،الشكل التالي يوضح مبدأ العمل :

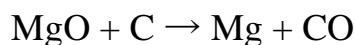


والمخطط التالي يوضح أهم المصادر و بعض العمليات التي تجري عليها :

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /



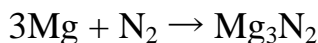
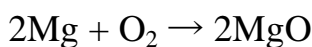
كما يمكن تحضيره بإرجاع هاليداته أو أكسيده بالصوديوم أو الألمنيوم أو بالكربون في قوس كهربائية عند درجة حرارة عالية تقارب $1800^\circ C$ (طريقة هانكجيرغ) .



الخواص الكيميائية للمغنيزيوم :

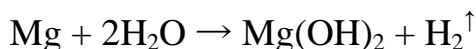
سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

. لا يتفاعل المغنزيوم مع الهواء في درجة حرارة الغرفة , ولكن عند تسخينه يحترق ويصدر ضوءاً أبيضاً مبهراً مشكلاً أكسيد المغنزيوم و ننتريده , إن تشكيل أكسيد المغنزيوم تفاعل ناشر للحرارة وإن الحرارة الناتجة عن التفاعل تسبب اتحاد المعدن مع ننتروجين الهواء .



يحدث التفاعلات السابقان سواء كان المعدن على شكل سبائك أو على شكل صفائح أو أسلاك .

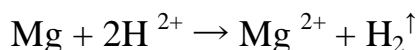
. يتفاعل المغنزيوم مع الماء ببطء في درجة الحرارة العادية على الرغم من أن المعدن يحتل موقع أعلى من الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية , فالتفاعل يحدث ويتوقف جزئياً بعد تشكيل طبقة رقيقة من هيدروكسيد المغنزيوم المترسب فوق سطح المعدن , إن التفاعل يكون سريع في الماء الحار و يصبح أسرع في البخار ويكون الناتج هيدروكسيد المغنزيوم وغاز الهيدروجين .



بوجود كلوريد الأمونيوم أو أي مادة قادرة على حل هيدروكسيد المغنزيوم يستمر التفاعل أعلاه عند الحرارة العادية , حيث يستمر المعدن بالانحلال وينطلق الهيدروجين .

- يتفاعل المغنزيوم بسهولة مع معظم الأحماض غير العضوية مطلقاً

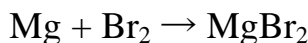
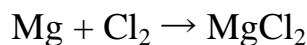
الهيدروجين .



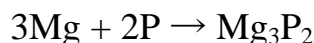
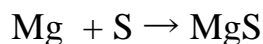
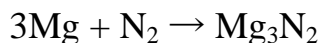
يجب الانتباه إلى أن بعض الأحماض مثل حمض فلور الماء يقوم بإحداث طبقة حماية فوق سطح المعدن عبارة عن فلوريد المغنزيوم غير المنحل حيث ينتهي التفاعل . كما يجب الإشارة إلى أن المغنزيوم له تفاعل أقل حدة مع حمض الكروم .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

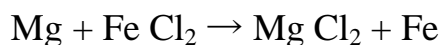
. يمتاز المعدن بثبات جيد في القلويات الممددة والمركزة في الدرجات العادية من الحرارة , ولكن التفاعل يبدأ مع المعدن في القلويات الساخنة فوق الـ $60^{\circ} C$.
- يتحد المغنزيوم مع الهالوجينات في الدرجات العالية من الحرارة مشكلاً الهاليدات الموافقة .



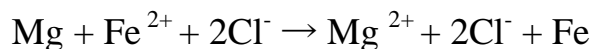
- يتفاعل المغنزيوم مع النتروجين والفسفور والكبريت والسيلينيوم بدرجات حرارة عالية مشكلاً المركبات الموافقة .



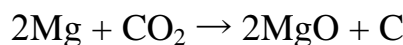
. للمغنزيوم تفاعلات الإزاحة شهيرة حيث يتم استبدال المعدن الأخفض منه بسلسلة الإزاحة من المحاليل أو المصهور , فعلى سبيل المثال يستبدل المغنزيوم مع الحديد في كلوريد الحديد الثنائي مشكلاً كلوريد المغنزيوم وفق التفاعل التالي :



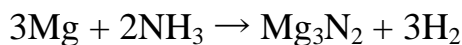
أو يمكن إرجاع الحديد الثنائي إلى الحديد المعدني من المحلول المائي لكلوريد الحديد .



- يرجع المغنزيوم الأكاسيد اللامعدنية مثل ثاني أكسيد الكربون وأحادي أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين حيث يتأكسد المغنزيوم عند درجات حرارة عالية .

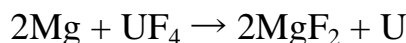
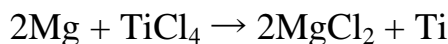


. ويرجع المغنزيوم الأمونيا (غاز النشادر) إلى نتريد المغنزيوم .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

. كما يوجد للمغنزيوم تفاعلي إرجاع هامان من الناحية التجارية هو إنتاج

التيتانيوم بطريقة كروول kroll process , واستحصال اليورانيوم من فلوريده .



. يمكن تشكيل هيدريد المغنزيوم عندما يسخن المغنزيوم مع الهيدروجين

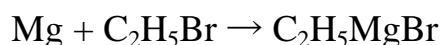


. يوجد للمغنزيوم تفاعل هام جداً من الناحية الصناعية العضوية هو تحضير

كاشف غرينيار RMgX حيث R مجموعة ألكيل أو مجموعة أريل , X هالوجين

عدا الفلور . ولتحضير مثل هذه الكواشف يتم التفاعل بين المغنزيوم وهاليد الألكيل

أو الأريل بوجود الإيتر .

التحليل الكمي للكشف عن المغنزيوم :

يمكن الكشف للمغنزيوم في عينات تحتوي كميات ضئيلة منه سواء كانت

عينات صلبة أو سائلة بواسطة تقنية الامتصاص الذري AA أو بقياس طيف

الإصدار الذري في تقنية البلازما المدمجة تحريضياً ICP / AES .

تمزج العينة مع حمض الآزوت و تمدد , وطول الموجة المعتمد في طريقة

AA 285.2 nm ولتقنية ICP / AES يوجد طولي موجة معتمدين هما

279.08nm أو 279.55 nm .

يمكن أن يقدر المغنزيوم بطريقة الترسيب حيث يضاف فوسفات ثنائية

الأمونيوم للمحلول الأمونيومي للمغنزيوم أو لمركب المغنزيوم ليترسب فوسفات

الأمونيوم والمغنزيوم الأصفر , بحرق هذا المركب يتشكل بيرو فوسفات المغنزيوم

. $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

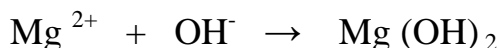
إن العينة الصلبة أو المحلولة تمزج بحمض الآزوت ثم بحمض كلور الماء ثم تبخر وتمدد ليضاف فوسفات ثنائية الأمونيوم $(NH_4)_2 HPO_4$ ومحلول النشادر . إن هذه الطريقة أقل حساسية من التقنيتين السابقتين لأنها تتوقف على التداخل مع الكالسيوم و الألمنيوم و الحديد و السيليكا و كلوريد الأمونيوم .

المغنزيوم في الكيمياء التحليلية :

تشمل الفئة التحليلية السادسة شرجبات : المغنزيوم Mg^{2+} و الصوديوم Na^+ و البوتاسيوم K^+ و الأمونيوم NH_4^+ . لا يوجد كاشف عام يراسب جميع شوارد هذه الفئة لأن أكثر أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم ذوابة في الماء , ما عدا بعض الأملاح المعقدة الضعيفة الانحلال التي يستفاد منها في الكشف عن هذه الشوارد . أما بالنسبة لشاردة المغنزيوم فيوجد العديد من أملاحها قليلة الانحلال .

تفاعلات شاردة المغنزيوم Mg^{2+} : إن المحاليل المائية لشاردة المغنزيوم عديمة اللون فيما يلي بعض تفاعلاتها مع :

1 . الأسس القوية : تعطي مع Mg^{2+} راسب أبيض عديم الشكل من $Mg(OH)_2$.

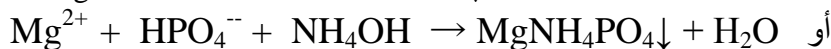
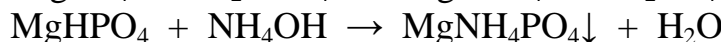
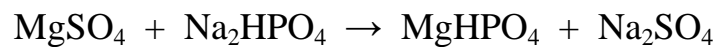


يمكن استخدام هذا التفاعل لفصل الشاردة Mg^{2+} لأن ماءات بقية الشوارد في الفئة السادسة منحللة . تتحلل ماءات المغنزيوم في الأحماض و في محاليل أملاح الأمونيوم , فبوجود شوارد الأمونيوم لا يكون فصل شوارد المغنزيوم تاماً وفي تراكيز مرتفعة من أملاح الأمونيوم قد لا يتكون الراسب أبداً رغم وجود شوارد المغنزيوم في نفس المحلول .

2 . فوسفات ثنائية الصوديوم Na_2HPO_4 : تعطي في وسط من NH_4Cl

مع NH_4OH راسباً أبيض متبلور من $MgNH_4PO_4$:

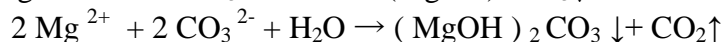
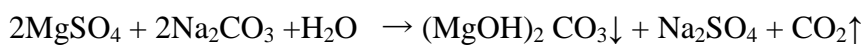
سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /



عند إجراء هذا التفاعل يجب إضافة NH_4Cl حتى لا يتشكل راسب من $\text{Mg}(\text{OH})_2$ بسبب زيادة تركيز شوارد NH_4^+ في المحلول .

3 - الكربونات القلوية : تعطي مع Mg^{2+} راسباً أبيضاً عديم الشكل من

كربونات المغنيزيوم الأساسية $(\text{Mg OH})_2\text{CO}_3$.

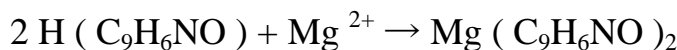


لا ينحل الراسب في القلويات لكن ينحل في محاليل أملاح الأمونيوم .
لا ترسب Mg^{2+} كلياً من المحلول بواسطة $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ لأن التفاعل متوازن أم بوجود أحد أملاح الأمونيوم فقد يتكون راسب .

4 - أورثو هيدروكسي كينولئين (أكسين) $(\text{C}_9\text{H}_6\text{NO})$: يعطي مع

المحاليل النشاردية لأملاح المغنيزيوم راسباً أصفراً مخضراً من أوكسينات

المغنيزيوم $\text{Mg}(\text{C}_9\text{H}_6\text{NO})_2$.



5 - بارا نترو بنزين آزوريزوريسينول (المغنيزون أو كاشف $S.O$) : إن

هيدروكسيد المغنيزيوم قادرة على امتزاز بعض الملونات العضوية التي لونها و

هي في الحالة الممتزة مختلف عنه في المحلول . يمكن استخدام هذه

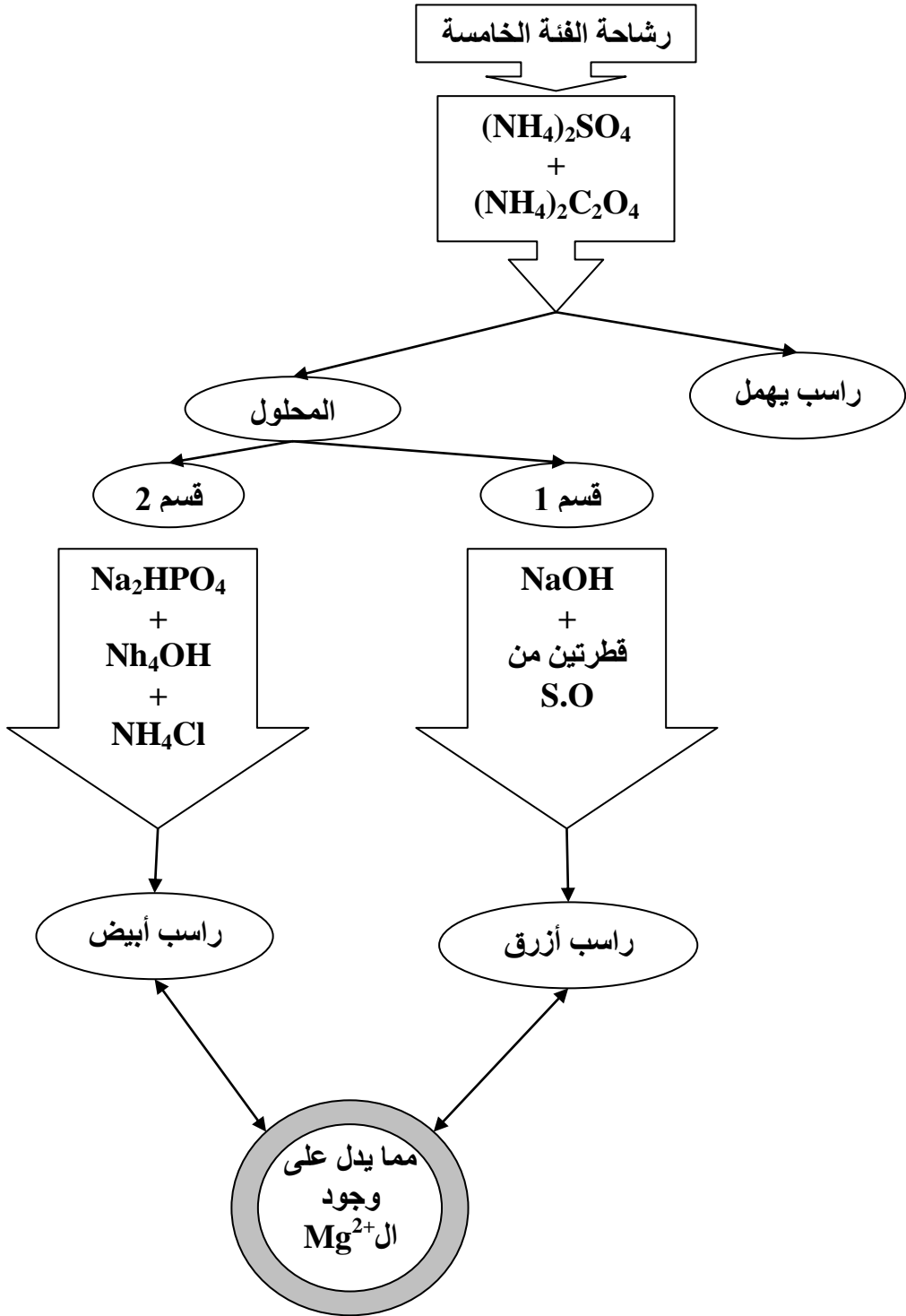
الخاصة في الكشف عن Mg^{2+} حيث يستخدم المغنيزون . إن لون هذا

الكاشف في الوسط القلوي أحمر و عندما يمتز على هيدروكسيد المغنيزيوم

يعطي لوناً أزرقاً غامقاً .

وفيما يلي مخطط يدل على كيفية الكشف عن المغنيزيوم :

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /



سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

مركبات المغنيزيوم :

1 . أسيتات المغنيزيوم (خلات المغنيزيوم) $Mg(CH_3COO)_2$:

الوزن الجزيئي 142.39 gr , تتج على شكل رباعي الهيدرات
 $Mg(CH_3COO)_2 \cdot 4H_2O$ وعلى شكل أحادي الهيدرات
 $Mg(CH_3COO) \cdot H_2O$.

الاستخدامات :

تستعمل في صناعة فلاتر السجائر , كما تستعمل مثبت للأصبغة في
النسيج المرسوم , وتستخدم مضاد للعفونة و مطهر للجراثيم .

الخصائص :

* بلورات بيضاء صلبة بشكل α من بلورات معينة الشكل أو شكل β من بلورات
ثلاثية الميل .

* يتفكك عند $323^\circ C$.

* ذوابة جيدة في الماء , يذوب إلى حد ما في الميثانول (5.25 gr في 100 ml
عند الدرجة $15^\circ C$.

* إن البلورات رباعية الهيدرات هي عبارة عن بلورات أحادية الميل شفافة , مادة
مسترطبة , كثافتها $1.454 \text{ gr} / \text{cm}^3$, تنصهر عند $80^\circ C$, ذات انحلالية
عالية في الماء 120 gr في 100 ml عند $15^\circ C$, ذواب جيد في الميثانول و
الإيثانول .

التحضير :

تحضر أسيتات المغنيزيوم بالشكل α عديمة الماء بمفاعلة أكسيد المغنيزيوم
مع حمض الخل المركز حيث في خلات الإيتيل المغلية .

أما الشكل β نحصل عليه من مفاعلة أكسيد المغنيزيوم مع حمض الخل
5 % أو 6 % . بوجود كحول الإيزوبوتيل المميح حيث يكون المنتج الوسطي هو

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

$Mg(CH_3COO).H_2O$ ، و في المحلول المائي لأسيتات المغنزيوم يتم التبلور على شكل رباعي هيدرات كمنتج تجاري .

يمكن الانتقال بين الأشكال المميهة من الرباعية إلى الثنائية إلى عديمة الماء بتسخين الملح عند درجة حرارة $134\text{ }^\circ\text{C}$.

التحليل :

إن التركيب العنصري للأسيتات عديمة الماء :

Mg % 17.08 , C % 33.73 , H % 4.25 , O % 44.74

إن الماء الداخل في الشكل البلوري للبلورات المميهة للمنتج التجاري يمكن تقديره بطريقة التجفيف .

إن أيون الأسيتات يمكن أن يقدر بالتحليل العنصري لـ C,O,H أو بالكروماتوغرافيا الشاردية للمحاليل الممددة جداً .

إن المغنزيوم يمكن أن يقدر بواسطة تقنية AA و ICP .

2 . بروميد المغنزيوم $MgBr_2$:

الوزن الجزيئي : 184.11 gr , إن الأشكال المميهة السداسية $MgBr_2.6H_2O$ و العشارية $MgBr_2.10H_2O$ هي الأشكال الأكثر ثباتاً .

التواجد والاستخدام :

يوجد بروميد المغنزيوم في ماء البحر و المياه الجوفية و السطحية الساخنة و الرواسب الملحية , ويوجد في بعض الخلايا الكهربائية الجافة , يستخدم في الطب كمسكن و مضاد للتشنج في المجال الطبي العصبي , و يستخدم في التصنيع العضوي لتشكيل العديد من المركبات العضوية .

الخصائص :

* بروميد المغنزيوم العديم الماء مادة بلورية بيضاء لها الشكل السداسي البلوري , متميعة , ذات كثافة $3.72\text{ gr} / \text{cm}^3$ تنصهر عند $700\text{ }^\circ\text{C}$ ذواب

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

بشكل كبير في الماء 101.5 gr في 100 ml ماء عند حرارة 20 °C , ذوب إلى حد ما في الميثانول والإيثانول 21.8 – 6.9 gr في 100 ml ماء على التوالي .

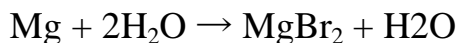
* بروميد المغنزيوم سداسي الهيدرات هي بلورات أحادية الميل , عديمة اللون , ذات طعم مر , مسترطبة , تظهر فلورة عند تعرضها لأشعة X , كثافتها 2.07 gr/cm³ , تنصهر عند 172.42 °C , تذوب بشكل عالي في الماء 316 gr في 100 ml ماء عند 0 °C , يذوب في الميثانول و الإيثانول , كما ينحل بسهولة في محلول الأمونيا .

الخواص الكيميائية الحرارية :

ΔH_{f° (dry)	- 125.3 Kcal / mol
ΔH_{f° (gas)	- 74 Kcal / mol
ΔH_{f° (aq)	- 169.7 Kcal / mol
ΔG_{f° (dry)	- 120.4 Kcal / mol
S° (cry)	28 Cal / degree . mol

التحضير :

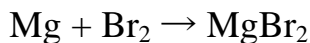
يحضر بمعالجة أكسيد المغنزيوم مع حمض بروم الماء و تتم البلورة اللاحقة بدرجة حرارة أعلى من 0 °C , ويكون الناتج مميح مع ستة جزيئات ماء .
MgBr₂ . 6H₂O



يمكن الحصول على منتج عديم الهيدرات بتسخين سداسي الهيدرات بجو من غاز بروميد الهيدروجين الجاف .

يمكن الحصول على بروميد المغنزيوم من عناصره الأولية , حيث يسخن معدن المغنزيوم مع بخار البروم لنحصل على الملح المطلوب .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12



إن العمليات الجارية لاستحصال كلوريد المغنيزيوم تشبه العمليات الخاصة بالبروميد الموافق ، حيث يعادل هيدروكسيد المغنيزيوم المستخرج من ماء البحر بحمض بروم الماء ثم يبلور بروميد المغنيزيوم .

التحليل :

التركيب العنصري له : 13.2 Mg % ، 86.8 Br % .

يحدد المغنيزيوم بتقنية AA أو ICP .

يحدد البروم بواسطة الكروماتوغرافيا الشاردية .

3 . كربونات المغنيزيوم MgCO_3 :

الوزن الجزيئي 84.31 gr ، إن العديد من الكربونات الأساسية و المميهة موجودة في الطبيعة و بشكلها الثابت ، الجدول التالي يوضح بعض الصيغ والفلزات الناتجة منها ونوع التركيب :

النوع	الفلز	الصيغة
عديم الهيدرات	المغنيزيت	MgCO_3
ثنائي الهيدرات	بارينغتونيت	$\text{MgCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
ثلاثي الهيدرات	نيسكونيت	$\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
خماسي الهيدرات	لانسفورديت	$\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
كربونات أساسية	أرتينيت	$\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
كربونات أساسية	هيدروماغنيزيت	$4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
كربونات أساسية	دايينغيت	$4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

كربونات أساسية ----- $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

التواجد و الاستخدام :

تتواجد في الطبيعة في العديد من الفلزات على شكل مميه وأساسي وعلى شكل أملاح مضاعفة .

إن الفلزان الرئيسيان هما الماغنيزيت MgCO_3 والدولوميت $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$, وكلاهما يستخدمان كمزودان أساسيان للمواد الأولية في عملية إنتاج كربونات المغنزيوم .

حيث يكلس الفلز المستخدم لإنتاج القرميد الحراري الأساسي .
ومن التطبيقات الأخرى للكربونات في الصناعة إنتاج بلاط الأرضيات ومضادات الحريق والمواد المستخدمة في إطفاء الحريق , كما يستخدم كمخمد للدخان ومواد مالئة في صناعة البلاستيك وعامل تقسية في مطاط النيوبيرين (نوع من المطاط الصناعي) . كما يستخدم كحافظ للون في المواد الغذائية , وفي مواد التجميل كمسحوق مع تراكيب البودرات وفي معاجين الأسنان .
إن كربونات المغنزيوم عالي النقاوة تستخدم في المجال الطبي كمضاد للحموضة و كمواد مضافة على ملح الطعام . والاستخدام الهام لكربونات المغنزيوم هو إنتاج العديد من مركبات المغنزيوم .

الخصائص :

* الملح غير المميه يتألف من بلورات بيضاء مثلثية النظام البلوري ,معامل الانكسار 1.717 , الكثافة $2.958 \text{ gr} / \text{cm}^3$, يتفكك عند درجة الحرارة 350°C , يذوب جزئياً في الماء بدرجة حرارة الغرفة $106 \text{ mg} / \text{lit}$, ثابت الذوبان $K_{sp} = 10^{-5}$, لوحظ ازدياد للإنحلالية بزيادة الضغط الجزئي لغاز CO_2 المطبق وفق القيمتين التاليتين : $3.5 - 5.9 \text{ gr}$ كربونات مغنزيوم منحلة في 100 ml

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

من الماء تحت ضغط 10^{-2} atm على التوالي , غير ذوابة في الأسيوتون والأمونيا , وغير منحلة في الأحماض .

* الملحان ثنائي الهيدرات والثلاثي الهيدرات لهما بلورات شفافة , وبنية بلورية ثلاثية الميل و أحادية لميل على الترتيب , معاملي الإنكسار $1.458-1.412$ على الترتيب , والكثافة $2.285-1.837$ على الترتيب .

* الملح خماسي الهيدرات له بلورات بيضاء صلبة , لها النموذج البلوري أحادي الميل , معامل الانكسار 1.456 , الكثافة 1.73 gr / cm^3 , يتفكك في الهواء , وينحل في الماء 0.375 gr في 100 ml عند درجة الحرارة 20°C .

* إن الكربونات الأساسية في الفلزات أرتينيت و هيدروماغنيزيت وداينغيت هي بلورات بيضاء , لها بنية بلورية أحادية الميل , معامل الانكسار $1.488-1.523$ على الترتيب ولكن معامل الإنكسار للكربونات الأساسية الثمانية الهيدرات 1.515 , الكثافة $2.02-2.16 \text{ gr / cm}^3$ للفلزين الأوليين , كما أن الكربونات الأساسية جميعها منحلة في الماء بشكل جزئي .

الخواص الكيميائية الحرارية :

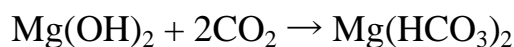
$\Delta H_f^\circ(\text{MgCO}_3)$	- 261.9 Kcal/mol
$\Delta G_f^\circ(\text{MgCO}_3)$	- 241.9 Kcal/mol
$\Delta G_f^\circ(\text{MgCO}_3.3\text{H}_2\text{O})$	- 412.6 Kcal/mol
$\Delta G_f^\circ(\text{MgCO}_3.5\text{H}_2\text{O})$	- 525.7 Cal / degree . mol
$S^\circ(\text{MgCO}_3)$	15.7 Cal / degree . mol
$C_p(\text{MgCO}_3)$	18.05 Cal / degree . mol

التحضير :

إن إنتاج كربونات المغنيزيوم يتطلب بشكل رئيسي استخراجها من فلزاتها الطبيعية وخصوصاً الماغنيزيت .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

يحضر الملح الثلاثي الهيدرات $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ بمزج محاليل المغنيزيوم و شوارد الكربونات بوجود غاز ثاني أكسيد الكربون ويمكن أن يحضر بكرينة روية هيدروكسيد المغنيزيوم بثاني أكسيد الكربون تحت ضغط 3.5 - 5 atm ودرجة حرارة تحت الـ $50^\circ C$ حيث ينتج محلول بيكربونات المغنيزيوم .



يصفى المحلول للتخلص من الخبث والمحلول الراشح يعمل تحت الفراغ أو بالتهوية لنحصل على الملح المميّه .



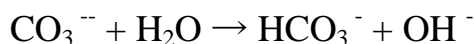
في الحالات العادية كربونات المغنيزيوم العديمة الماء لا يمكن أن يتم تحضيرها في الأنظمة المائية . على أي حال يمكن إنتاج الملح العديم الماء تحت ضغوط جزئية عالية من ثاني أكسيد الكربون .

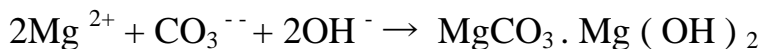
إن كربونات المغنيزيوم الأساسية تتواجد في الطبيعة على شكل فلز هيدروماغنيزيت ، حيث يتم الحصول على الملح الأساسي باستخراج الخامة التي يتم بلورتها ، أيضاً يمكن أن نحصل على الكربونات الأساسية بتجفيف كربونات المغنيزيوم الثلاثية الهيدرات بدرجة حرارة حوالي $100^\circ C$.

كما يمكن بدلاً من ذلك أن تحضر بالتسخين البسيط للمحلول المائي للبيكربونات التي نحصل عليها من كرينة روية هيدروكسيد المغنيزيوم تحت درجة حرارة أقل من $50^\circ C$ وضغط جزئي 3.5-5 atm لغاز CO_2 .

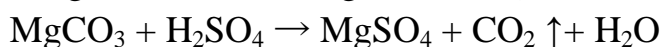
إن التركيب الناتج لكربونات المغنيزيوم الأساسية المحضرة وفق الطرق السابقة هو : $4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$. والملح الأساسي الآخر : $MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$ يفصل عند معالجة محلول ملح المغنيزيوم مع محلول كربونات الصوديوم .

إن التفاعلات المحتملة هي :

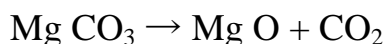


سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /**التفاعلات :**

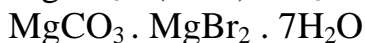
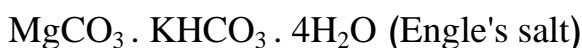
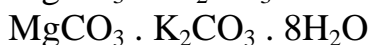
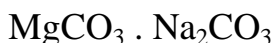
تتحل كربونات المغنيزيوم في محلول مخفف للأحماض المعدنية مطلقاً غاز ثاني أكسيد الكربون .



يتم التفكك الحراري لكربونات المغنيزيوم عند درجات حرارة عالية مشكلاً أكسيد المغنيزيوم و غاز ثاني أكسيد الكربون .



تشكل كربونات المغنيزيوم الثلاثية الهيدرات أو غيرها بالتسخين الكربونات الأساسية , كما أن تركيب الناتج يعتمد على درجة ماء التبلور ودرجة الحرارة .
يجب الإشارة إلى أن كربونات المغنيزيوم تشكل العديد من الأملاح المضاعفة مع أملاح المعادن القلوية والقلوية الترابية وأملاح شاردة الأمونيوم وهذه بعض الأمثلة عليها :

**التحليل :**

إن التركيب العنصري للملح العديم الهيدرات هو : Mg 28.83 % , و C 14.24 % , و O 56.93 % .

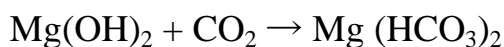
إن كمية كربونات المغنيزيوم المقدرة تعالج بحمض كلور الماء الممدد و يعاير غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق الذي يحدد بواسطة فحص المياه

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

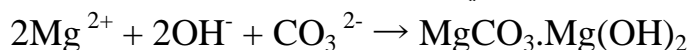
المكلسة , إن ثاني أكسيد الكربون يحدد ويقاس بواسطة تقنية GC / TCD ويفضل استخدام تقنية GC / MS حيث تكون كتلة الشظية المميزة له هي ذات الكتلة gr44 . إن محلول الحمض يمكن أن تحديد المغنزيوم بواسطة تقنية AA أو ICP .

4 . بيكربونات المغنزيوم :

يتم الحصول على بيكربونات المغنزيوم بكرينة طين الهيدروكسيد بغاز ثاني أكسيد الكربون تحت الضغط 4 - 5 atm وفق المعادلة :



إن المعالجة بمحلول كربونات الصوديوم ينتج الكربونات الأساسية , والتفاعل المحتمل حدوثه هو التالي :



بشكل مماثل يتم إنتاج كلوريد المغنزيوم الأساسي من خلال مزج هيدروكسيد المغنزيوم مع كلوريد المغنزيوم والماء حيث يستخدم الناتج في تحضير الإسمنت الهيدروكسيدي الكلوري .

5 . كلوريد المغنزيوم MgCl_2 :

الوزن الجزيئي gr 95.218 , يستخرج على شكل سداسي الهيدرات .

التواجد و الاستخدام :

إن كلوريد المغنزيوم أحد المركبات الأساسية في تركيب ماء البحر , ويوجد أيضاً في المياه الجوفية الساخنة والعديد من الفلزات مثل الكارنالييت . KCl . $\text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, إن تركيب الثلاثي الهيدرات يكون في الطبيعة على شكل فلز البيسشوفيت $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

إن أكثر استخدام له من حيث الأهمية هو لإنتاج معدن المغنزيوم بالطريقة الكهربائية , كما يستخدم لصنع الإسمنت الهيدروكسيدي الكلوري أو ما يسمى

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

بإسمنت سورل (المستخدم في صنع بلاط الأرضيات) , والألواح المضادة للحريق , والدعامات الفولاذية والمواد الأخرى المضادة للنار .

ومن التطبيقات الأخرى في استخدامه في الغلاف الترابي على الطرقات وكعامل تلييد في معالجة المياه , وفي نسج الملابس الصوفية والقطنية , وكعامل مضاد للحريق والمواد المقاومة للحريق , وفي إنتاج سكر البنجر (الشمندر) والمواد الحفازة .

الخصائص :

* الملح العديم الهيدرات يتألف من بلورات مسدسة الشكل بيضاء لامعة , معامل الإنكسار 1.675 , الكثافة 2.32 gr/cm^3 , ينصهر عند $714 \text{ }^\circ\text{C}$, يتفكك عند درجة حرارة أقل من $300 \text{ }^\circ\text{C}$ عندما يسخن ببطء محرراً غاز الكلور . يتبخر عند $1412 \text{ }^\circ\text{C}$, ينحل بشكل كبير في الماء مطلقاً حرارة 54.2 gr في 100 ml عند $20 \text{ }^\circ\text{C}$, 72.7 gr في 100 ml عند حرارة $100 \text{ }^\circ\text{C}$. كما ينحل إلى حد ما في الإيثانول 7.4 gr في 100 ml عند $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

* الملح السداسي الهيدرات يتألف من بلورات أحادية الميل عديمة اللون , مسترطب , معامل الانكسار 1.495 , الكثافة 1.569 gr/cm^3 , يتفكك عند حرارة $116 \text{ }^\circ\text{C}$, شديد الانحلال في الماء فعند $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ينحل 157 gr في 100 ml ماء حيث تزداد الانحلالية بزيادة درجة الحرارة , ينحل في الكحول .

الخصائص الكيميائية الحرارية :

$$\Delta H_{f^\circ} (\text{MgCl}_2) \quad - 153.28 \text{ Kcal / mol}$$

$$\Delta H_{f^\circ} (\text{MgCl}_2.6\text{H}_2\text{O}) \quad - 597.28 \text{ Kcal / mol}$$

$$\Delta G_{f^\circ} (\text{MgCl}_2) \quad - 141.45 \text{ Kcal / mol}$$

$$\Delta G_{f^\circ} (\text{MgCl}_2.6\text{H}_2\text{O}) \quad - 505.49 \text{ Kcal / mol}$$

$$S^\circ (\text{MgCl}_2) \quad 21.42 \text{ Cal / degree . mol}$$

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

S° ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$)	87.5 Cal / degree . mol
C_p ($MgCl_2$)	17.06 Cal / degree . mol
C_p ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$)	75.3 Cal / degree . mol

التحضير :

يحضر كلوريد المغنزيوم بمعالجة كربونات المغنزيوم أو هيدروكسيد المغنزيوم أو أكسيد المغنزيوم بحمض كلور الماء ثم بالبلورة والتبخير نحصل على ملح كلوريد المغنزيوم سداسي الماء $MgCl_2 \cdot 6H_2O$.

في أكثر العمليات الصناعية التجارية يستخرج هذا المركب إما من ماء البحر أو المياه الساخنة الطبيعية وكلاهما مصدران غنيان بكلوريد المغنزيوم . بالنسبة لاستخراجه من ماء البحر : يعالج ماء البحر بالجير أو الدولوميت المكلس أو هيدروكسيد الصوديوم ليفصل هيدروكسيد المغنزيوم , حيث يعالج الأخير بحمض كلور الماء حتى يتم التعادل . إن الكالسيوم الزائد يعالج بحمض الكبريت ثم يزال كبريتات الكالسيوم غير الذوابة .

أما بالنسبة لاستخراجه من المياه الجوفية الساخنة : أولاً يتم تصفيتها من المواد غير الذوابة ثم ينقل الراشح ليبخر بواسطة أشعة الشمس فيرتفع بذلك تركيز كلوريد المغنزيوم . بالنسبة لكلوريد الصوديوم والأملاح الأخرى في المياه التي تم تركيز الأملاح فيها فتزال بالبلورة المجزأة .

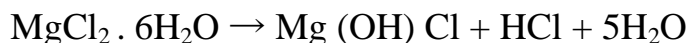
إن المنتج الخام المحتوي على أكسيد المغنزيوم أو هيدروكسيد المغنزيوم يبقى بواسطة ضخ غاز الكلور فيه مع التسخين .

يمكن أن يستخرج كلوريد المغنزيوم من فلز الكارنالييت بعمليات بسيطة تعتمد على تركيز المحلول المذاب فيه ثم تركيزه بواسطة أشعة الشمس وتفصل الأملاح الأخرى بالبلورة المجزأة كما سلف ذكره .

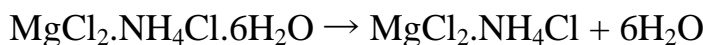
إن المنتج يكون دائماً على شكل سداسي الهيدرات $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ يتم نزع ماء التبلور إلى عديم الهيدرات البخ الجاف والتسخين بواسطة غاز كلوريد

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

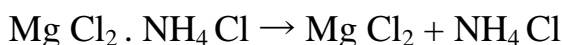
الهيدروجين الجاف , يتم استعمال غاز كلوريد الهيدروجين لأنه عند تسخين الملح السداسي الهيدرات نحصل على الملح الأساسي .



يمكن الحصول على كلوريد المغنيزيوم النقي بتسخين الملح المضاعف

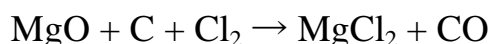


يتصعد كلوريد الأمونيوم بالتسخين الزائد ونحصل بالتالي على كلوريد المغنيزيوم



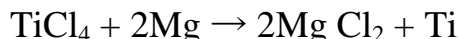
توجد طرق أخرى لتحضيره تتم بتسخين أكسيد المغنيزيوم مع بودرة فحم

الكوك بوجود غاز الكلور



يعد كلوريد المغنيزيوم منتج ثانوي في عمليات إرجاع التيتانيوم الرباعي

بمعادن المغنيزيوم .



يعد الملح العديم الماء و السداسي الهيدرات عوامل أكالة بشكل كبير .

التحليل :

إن التركيب العنصري للملح العديم الماء هو 25.54 % Mg , و Cl

74.46 % , ويمكن تحليل المغنيزيوم في محلول كلوريد المغنيزيوم بتقنية AA أو

ICP , كما تحدد شاردة الكلور بواسطة الكروماتوغرافيا الشاردية أو بمعايرتها

بمحلول عياري من نترات الفضة باستخدام مشعر كرومات الصوديوم .

6 . فلوريد المغنيزيوم MgF2 :

وزنه الذري 62.31 gr , يعرف باسم فلوكس المغنيزيوم .

التواجد و الاستخدام :

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

يتواجد فلوريد المغنزيوم في الطبيعة على شكل فلز السيليت , يستخدم في الزجاج و السيراميك , يستخدم نوع وحيد من البلورات من أجل المواشير المستقطبة والعدسات .

الخصائص :

بلورات عديمة اللون بشكل رباعي الأضلاع و الزوايا , لها تألق بنفسجي ضعيف , معامل انكسار 1.378 , الكثافة 3.148 gr / cm^3 , الصلابة على سلم موهر العشري 6 , تنصهر عند 1261°C , تتبخر عند 2260°C , تتحل جزئياً في الماء حيث ينحل 76 mg في ليتر من الماء عند 18°C , ينحل في حمض الأزوت , ينحل بسهولة في الأحماض المخففة والأسيتون , غير منحل في الايثانول .

الخصائص الكيميائية الحرارية :

$$\Delta H_{f^\circ} \quad - 268.5 \text{ Kcal / mol}$$

$$\Delta G_{f^\circ} \quad - 255.8 \text{ Kcal / mol}$$

$$S^\circ \quad 13.68 \text{ Cal / degree . mol}$$

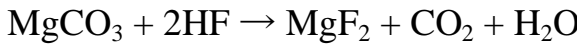
$$C_p \quad 14.72 \text{ Cal / degree . mol}$$

التحضير :

يحضر فلوريد المغنزيوم بمعالجة محلول لملح المغنزيوم بحمض فلور الماء أو فلور الصوديوم .



أو بإضافة حمض فلور الماء إلى كربونات المغنزيوم



التحليل :

التركيب العنصري للملح العديم الهيدرات هو :

$$\cdot \quad \% 60.98 \text{ F} , \% 39.02 \text{ Mg}$$

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

يهضم المركب بمزيج من حمض فلور الماء و حمض الأزوت , ثم يخفف ويحلل المغنزيوم بتقنية AA أو ICP .

يمكن وصف البلورات بواسطة الأشعة السينية المستخدمة في علم البلورات .

7 . هيدريد المغنزيوم MgH_2 :

وزنه الجزيئي : 26.321 gr

الاستخدام :

يعتبر عامل إرجاع و مصدر للهيدروجين ويسهم في تشكيل العديد من

الهيدريدات المعقدة .

الخصائص :

بلورات بيضاء ذات شكل رباعي الأضلاع والزوايا حيث له بنية الروتيل

(أكسيد التيتانيوم المحمر البلورات) , الكثافة $1.45 \text{ gr} / \text{cm}^3$, يتفكك عند

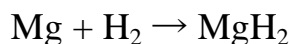
200°C , يتفاعل مع الماء .

التحضير :

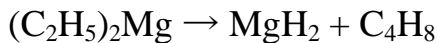
يمكن الحصول عليه من خلال إتحاد عنصره تحت حرارة 500°C .

فالطريقة الملائمة لتحضيره هي تمرير غاز الهيدروجين المضغوط فوق مسحوق

المغنزيوم الساخن بوجود بلورات يود المغنزيوم .



كما يمكن تحضيره بتفكيك ثنائي إيثيل المغنزيوم بدرجة حرارة 200°C :



إن الشكل الفعال للهيدريد عبارة عن مسحوق تلقائي الالتهاب , يمكن أن

يكون أحد العوامل المرجعة حيث يحضر بتفاعل ثنائي بوتيل المغنزيوم

$(C_4H_9)_2Mg$ مع الفينيلسيلان $C_6H_5SiH_3$ في مذيب مكون من الإيثر

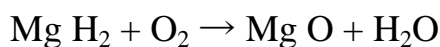
والهبتان .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

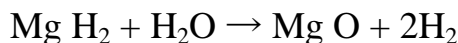
التفاعلات :

إن هيدريد المغنزيوم لا يتفكك بسهولة بالحرارة ، ولكن تحت ضغط تفريغ عالي يتفكك عند 280°C ليكون الناتج عنصريه .

يعد هيدريد المغنزيوم عامل إرجاع قوي جداً ، يرجع المواد و المركبات التي تحوي الأوكسجين القابلة للتأكسد ، إن تفاعلاته غالباً ما تحدث بشكل عنيف ، وهو يشتعل بشكل تلقائي في الهواء مشكلاً أكسيد المغنزيوم و الماء .

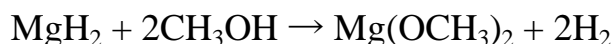


يتفاعل بشكل قوي مع الماء مطلقاً الهيدروجين .



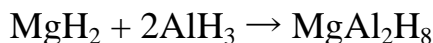
التفاعل المشابه للسابق هو التفاعل مع الميثانول ليشكل ميثوكسيد المغنزيوم

و الهيدروجين .



يشكل هيدريد المغنزيوم مع هيدريد الألمنيوم و هيدريد البور هيدريدات

مضاعفة بوجود الإيثر .



التحليل :

إن التركيب العنصري له $92.35\% \text{ Mg}$ و $7.65\% \text{ H}$ ، يجب الانتباه

إلى أنه بتفاعله مع الماء و الميثانول يطلق الهيدروجين ، فالمغنزيوم يمكن تحليله

بتقنيات عديدة بعد هضم المركب إلى الطور المائي بإضافة حمض الأزوت .

تحذير :

إن الشكل الصلب يلتهب بسرعة ، يشتعل بسرعة ويشتعل تلقائي في الهواء ،

تفاعله مع الماء عنيف بحيث ينتج الهيدروجين مما يؤدي لخطر الانفجار .

8 . هيدروكسيد المغنزيوم MgOH_2 :

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

وزنه الجزيئي gr 58.327 , يعرف باسم شائع هو البروسيت .

التواجد و الاستخدام :

يتواجد في الطبيعة في فلز البروسيت , غالباً ما يكون مقترناً مع فلزات أخرى متنوعة مثل الكالسييت و الماغنيزيت والتالك .

يستخدم في صنع معدن المغنزيوم و في صناعة أكسيد المغنزيوم و كربونات المغنزيوم و العديد من أملاح المغنزيوم , إن حليب الماغنيزيا (هو معلق لهيدروكسيد المغنزيوم في الماء) , يستخدم في الطب مسهل لطيف للأمعاء و مضاد للحموضة .

الخصائص :

بلورات سداسية الشكل , معامل الانكسار 1.559 , الكثافة 2.36 gr/cm³ , يفقد الماء عند 350 °C , ينحل جزئياً في الماء 9 mg في اللتر عند حرارة 18 °C و 40 mg في اللتر عند 100 °C , ذواب في الأحماض و المحاليل المائية المحتوية على شوارد الأمونيوم الموجبة .

الخصائص الكيميائية الحرارية :

$$\Delta H_{F^{\circ}} \quad - \quad 220.97 \text{ Kcal / mol}$$

$$\Delta G_{F^{\circ}} \quad - \quad 199.23 \text{ Kcal / mol}$$

$$S^{\circ} \quad 15.1 \text{ Cal / degree . mol}$$

$$C_p \quad 18.41 \text{ Cal / degree . mol}$$

التحضير :

يستخرج بشكل أساسي من ماء البحر الغني بشوارد المغنزيوم , حيث إن التركيز الوسطي لشوارد المغنزيوم في ماء البحر 1300 mg / lit .
إن الخطوة الأولى في هذه العملية تقوم على نزع المواد الداخلة في تركيب ماء البحر وهي على الأغلب بيكربونات الكالسيوم المنحلة , التي تشكل كربونات

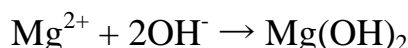
سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

الكالسيوم غير المنحلة وقد يكون فصلها من هيدروكسيد المغنيزيوم ليس بالأمر السهل .

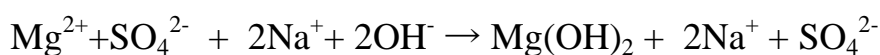
كما أن التحميص لماء البحر يحول البيكربونات إلى ثاني أكسيد الكربون الذي يهضم بالتسخين ، احتياطياً يعالج ماء البحر بالجير لتحويل بيكربونات الكالسيوم إلى الكربونات .



يستحصل الجير بتكليس الدولوميت $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ و حجر الجير CaCO_3 تحت عمليات محكمة لإزالة CO_2 . بعد إزالة البيكربونات يعالج ماء البحر بهيدروكسيد الكالسيوم أو الجير المطفأ أو هيدروكسيد الصوديوم لنحصل على هيدروكسيد المغنيزيوم .



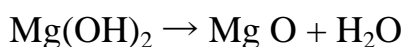
يزود المحلول بهيدروكسيد المغنيزيوم لزيادة نمو البلورات عند عملية البلورة . في المخبر يحضر من تفاعل التبادل المضاعف عند إضافة محلول الهيدروكسيد إلى أحد محاليل أملاح المغنيزيوم و المعادلة التالية أحد أمثلة هذه التفاعلات :



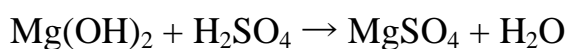
إن التفاعل السابق لا يتم بوجود هيدروكسيد الأمونيوم بل يتطلب إلى زيادة من هيدروكسيد الأمونيوم .

التفاعلات :

يتفكك هيدروكسيد المغنيزيوم بالحرارة مشكلاً أكسيد المغنيزيوم وفق المعادلة :

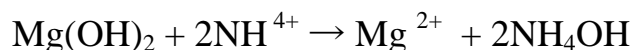


هيدروكسيد المغنيزيوم أساس ضعيف ولكنه قوي بما فيه الكفاية ليعادل الأحماض ويشكل أملاحها .



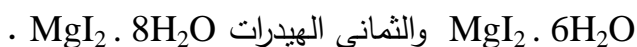
سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

إن هيدروكسيد المغنزيوم ينحل في المحاليل المحتوية على زيادة من شوارد الأمونيوم .



9 . يود المغنزيوم MgI_2 :

وزنه الجزيئي 278.12 gr , له شكلين مميّهين ثابتين سداسي الهيدرات



الاستخدامات :

يستخدم في العديد من التطبيقات التجارية , ولتحضير العديد من المركبات المضافة للمذيبات العضوية التي يستخدم البض منها في التصنيع العضوي .

الخصائص :

* يود المغنزيوم العديم الهيدرات بلورات بيضاء مسدسة الشكل , مميّع , الكثافة 4.43 gr / cm^3 , يتفكك عند 637°C , ينحل بشكل عالي في الماء 148 gr في 100 ml عند 18°C , كما ينحل في الكحول والإيثر والأمونيا .

* الملح الثماني الهيدرات بلورات بيضاء معينة , مميّع , الكثافة 2.098 gr cm^3 , يتفكك عند 41°C , ينحل بشكل عالي في الماء 81 gr في 100 ml عند 20°C , كما ينحل في الكحول و الإيثر .

الخصائص الكيميائية الحرارية :

$$\Delta H_f^\circ \quad - 87 \text{ Kcal / mol}$$

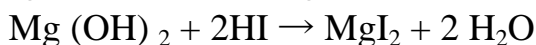
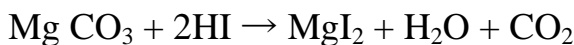
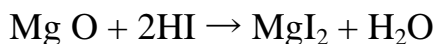
$$\Delta G_f^\circ \quad - 85.6 \text{ Kcal / mol}$$

$$S^\circ \quad 31 \text{ Cal / degree . mol}$$

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

التحضير :

يحضر بالتفاعل بين أكسيد المغنيزيوم أو كربونات المغنيزيوم أو هيدروكسيد المغنيزيوم مع حمض يود الماء , ثم يبخر المحلول ثم يبلور .



التحليل :

التركيب العنصري للملح العديم الهيدرات Mg 8.72% , I 91.26% .
يمكن تحليل المغنيزيوم بالمحلول المائي بتقنية ICP أو AA , أما شوارد اليود فتحلل بالكروماتوغرافيا الشاردية بعد تخفيف المحلول .

10 . نترات المغنيزيوم $\text{Mg (NO}_3)_2$:

الوزن الجزيئي 148.31 gr , له شكلين مميّهين ثابتين سداسي الهيدرات $\text{Mg (NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ و الثنائي الهيدرات $\text{Mg (NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

التواجد و الاستخدام :

إن الملح السداسي الهيدرات $\text{Mg(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ يتواجد في الطبيعة على شكل فلز نتروماغنيزيت .

يستخدم نترات المغنيزيوم في الألعاب النارية صناعة حمض الأزوت المركز , يستخدم تحليلياً في تحضير المحاليل العيارية للمغنيزيوم , كما يستخدم كمعدل في فرن مطيافية الامتصاص الذري التحليلية , وله تطبيقات محدودة في الأسمدة الزراعية الأزوتية .

الخصائص :

- * الملح العديم الهيدرات بلورات بيضاء مكعبة الشكل .
- الكثافة $2.3 \text{ gr} / \text{cm}^3$, ينحل بشكل عالي في الماء .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

* الملح الثنائي الهيدرات بلورات صلبة بيضاء ، الكثافة 1.45 gr / cm^3 ، يتفكك عند 100°C ، ينحل في الماء والإيثانول .

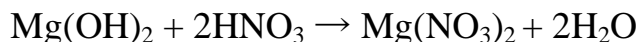
* الملح السداسي الهيدرات بلورات شفافة ذات بنية أحادية الميل ، الكثافة 1.46 gr / cm^3 ، مسترطب ، ينحل بشكل عالي في الماء ، كما ينحل إلى حد ما في الإيثانول .

الخصائص الكيميائية الحرارية :

ΔH_{f°	- 189 Kcal / mol
ΔG_{f°	-147.4 Kcal / mol
S°	39.2 Cal / degree . mol
C_p	33.9 Cal / degree . mol

التحضير :

تحضر نترات المغنزيوم من التفاعل المباشر بين حمض الآزوت وأكسيد المغنزيوم أو كربونات المغنزيوم أو هيدروكسيد المغنزيوم .



بعد ذلك تتم البلورة والشكل البلوري الثابت بدرجة حرارة الغرفة هو الشكل السداسي الهيدرات .

التفاعلات :

التفكك الحراري للملح العديم الهيدرات ينتج أكسيد المغنزيوم وأكاسيد النيتروجين .

كما أن تسخين نترات المغنزيوم السداسية الهيدرات فوق درجة الانصهار ينتج النترات الأساسية مثل $4 \text{ Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ، حيث يتفكك الأخير عند درجة الحرارة 400°C مشكلاً أكسيد المغنزيوم وأكاسيد النيتروجين .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

كما تسهم نترات المغنزيوم في تشكيل عدد من المركبات العضوية المحتوية على النيتروجين مثل البيريدين و الأنيلين و اليوريا .
التحليل :

التركيب العنصري للملح العديم الهيدرات :

. % 64.73 O , % 18.88 N , % 16.39 Mg

يمكن تقدير ماء التبلور بالطريقة التجفيف , وكم ذكر سابقاً يمكن قياس المغنزيوم بالمحلول المائي بتقنية AA أو ICP . وإن شاردة النترات السالبة تقدر بالكروماتوغرافيا الشاردية أو باستخدام مسرى منتقي لشوارد النترات .

11 . أكسيد المغنزيوم Mg O :

الوزن الجزيئي 40.3 gr .

الاستخدام :

يوجد أكسيد المغنزيوم في الطبيعة على شكل فلز البيروكلاس , حيث يمر المنتج بعدد من المراحل الصناعية التي تعتمد على النقاوة و حجم البلورات و الفعالية المطلوبة .

إن المغنيزيا المحروقة (التي تتألف من بلورات مكروية متلبدة) تستخدم في إنتاج القرميد الأساسي المعتمد في تصنيع أفران الإسمنت و البوتقات .
إن المغنيزيا المحروقة السودية ذات فعالية أكثر من المنتجات المحروقة فقط , و تستخدم في تصنيع أملاح المغنزيوم المتنوعة , كما تستخدم في استخراج اليورانيوم من ركازة اليورانيوم , يضاف في أكل الحيوانات , كما يضاف في التطبيقات الحفزية , متوفرة في السوق على شكل ماغنيزيا خفيفة أو ثقيلة , تستخدم في مواد التجميل كمواد مألثة , و كمسرعات للفلكنة (تقسية المطاط بالكبريت) , وكمقوم لمضادات الحموضة , و في تحضير معدن المغنزيوم

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

وأملحه المتنوعة . تم صهر الماغنيزيا في أفران القوس الكهربائية المزودة بتجهيزات الأمان .

الخصائص :

إن البيركلاس عبارة عن بلورات مكعبة شفافة عديمة اللون . معامل الانكسار 1.736 , الكثافة 3.58 gr / cm^3 , القساوة على سلم موهر العشري 5.5 . ينصهر عند $2852 \text{ }^\circ\text{C}$. يتبخر عند $3600 \text{ }^\circ\text{C}$, المقاومة الكهربائية $1.3 \times 10^{15} \text{ ohm - cm}$ عند $27 \text{ }^\circ\text{C}$, ينحل جزئياً في الماء 86 mg في اللتر عند $30 \text{ }^\circ\text{C}$, ينحل في الأحماض ومحاليل أملاح الأمونيوم , لا يذوب في الكحول .

الخواص الكيميائية الحرارية :

$$\Delta H_f^\circ \quad -143.81 \text{ Kcal / mol}$$

$$\Delta G_f^\circ \quad - 136.1 \text{ Kcal / mol}$$

$$S^\circ \quad 6.44 \text{ Cal / degree . mol}$$

$$C_p \quad 8.88 \text{ Cal / degree . mol}$$

$$27 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{الناقلية الحرارية عند } 6 \text{ W / m . K}$$

التحضير :

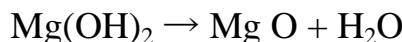
ينتج أكسيد المغنزيوم إما من ماء البحر أو من فلزاته , منها الماغنيزيت Mg CO_3 و الدولوميت CaCO_3 . وهما المصدران الثانويان له , يمكن الحصول عليه من فلزه الهيدروكسيدي وهو البروسيت Mg (OH)_2 فبتكليس فلزاته نحصل على أكسيد المغنزيوم .

عادة يوجد في الفلز العديد من الخبائث و المواد غير المرغوب بها مثل السيليكا والألومينا وأكسيد الحديد وأكاسيد وسيليكات الكالسيوم ومعادن أخرى . تطحن الركازة الأولية والتي هي الفلز المستخدم في التصنيع ثم تفصل الخبائث

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

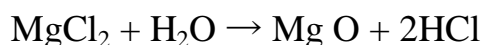
عنها بالعديد من العمليات التي من ضمنها عملية طفو الزيت والفصل بالحقل المغناطيسي والترسيب ومجال واسع من العمليات الكيميائية التي تعتمد على الخصائص الكيميائية للخبائث الموجودة .

غالباً ما تحول الركازة إلى نوع واحد من أملاح المغنزيوم إما كربونات أو كبريتات أو هيدروكسيد أو كلوريدات أو أكسيد بالتكليس :



إذا كان الدولوميت هو الفلز المستخدم فإن التفكك الحراري يتم عند درجة الحرارة 350°C متحولاً إلى الأكسيد أما كربونات الكالسيوم فلا تتفكك عند هذه الدرجة بل عند الدرجة 850°C .

يحضر أكسيد المغنزيوم من ماء البحر أو من المياه الساخنة الجوفية بترسيب شاردة المغنزيوم على شكل هيدروكسيد بمعالجة المياه بهيدروكسيد الصوديوم أو الكالسيوم يليها سلسلة من مراحل زيادة التركيز , ثم يكلس الهيدروكسيد الناتج لإنتاج الأكسيد . إذا كانت المياه الساخنة الجوفية هي مصدر ملح المغنزيوم الأولي لذلك تركز ثم تنقى ثم تكلس .



لدرجة حرارة التكليس أهمية كبيرة جداً في عملية الإنتاج حيث أنها تفرض حجم الحبيبات والنقاوة و فعالية المنتج .

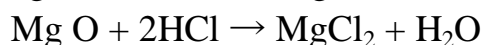
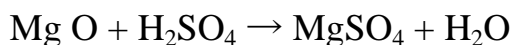
إن البلورات المكروية المتلبدة و الكثيفة نحصل عليها من التكليس تحت درجة حرارة تتراوح بين $1400 - 1700^\circ\text{C}$. أما المنتج المحروق الصودي عندما يتم التكليس تحت حرارة $600 - 700^\circ\text{C}$.

يمكن تحضير أكسيد المغنزيوم بتسخين معدن المغنزيوم مع الأوكسجين .

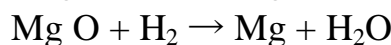
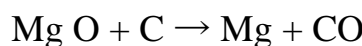
سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

التفاعلات :

لا يشابه هذا الأكسيد أكسيد الكالسيوم ، ففي درجات الحرارة العادية يبدي أكسيد المغنزيوم ثبات في الماء مع تشكل القليل من هيدروكسيد المغنزيوم ، و يمكن تسريع هذا التفاعل بدرجات الحرارة العالية .
يشكل المغنزيوم مع الأحماض الأملاح الموافقة إذا كان منحلأ بالماء فيمكن الحصول عليه بالتبخير .



وبتسخين الأكسيد مع غاز ثاني أكسيد الكربون نحصل على كربونات المغنزيوم . يمكن إرجاع الأكسيد إلى المغنزيوم المعدني باستخدام عامل مرجع مثل الكربون أو الهيدروجين بدرجات حرارة مرتفعة .



التحليل :

التركيب العنصري Mg 60.32 % , O 39.68 % . إن أكسيد المغنزيوم يمكن أن يعين بواسطة تقنية الأشعة السينية ، ويحدد الأوكسجين بالطرائق التحليلية الدقيقة للعناصر ، والمغنزيوم يمكن أن يحلل كما سبق بتقنية AA أو ICP ، بعد معالجته بحمض الآزوت وتخفيف المزيج بالماء .

12 . بير كلورات المغنزيوم $\text{Mg} (\text{ClO}_4)_2$:

الوزن الجزيئي : 223.21 gr ، له العديد من الأشكال المميهة من ضمنها الشكل الثابت السداسي الهيدرات $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
الاستخدامات :

إن البير كلورات عامل تجفيف للغازات كما يستخدم كعامل مؤكسد .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

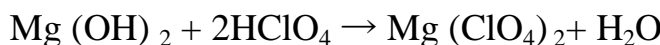
الخصائص :

مسحوق على شكل حبيبات أو رقائق ., مسترطب بشكل كبير , الكثافة 2.21 gr / cm^3 . يتفكك عند 251°C , ذوب بشكل جيد في الماء 99.3 gr في 100 ml عند حرارة 18°C , ذوب في الكحول 24 gr في 100 ml عند حرارة 25°C .

إن الشكل السداسي البلوري المميّه عبارة عن بلورات سداسية موشورية , معامل الانكسار 1.482 , الكثافة 1.98 gr / cm^3 , ينصهر بدرجة 185°C تقريباً , يذوب بشكل جيد في الماء مطلقاً حرارة .

التحضير :

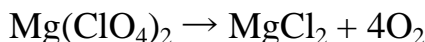
يحضر بير كلورات المغنزيوم بإضافة حمض بير كلوريد (حمض فوق الكلور) إلى المحلول المائي من هيدروكسيد المغنزيوم , وبالبلورة نحصل على الشكل السداسي الهيدرات .



التفاعلات :

يعد بير كلورات المغنزيوم عامل مؤكسد قوي , في المحاليل المائية وذات الحموضة المتوسطة فإن التفاعلات الأوضح هي المميزة للصفة المؤكسدة لشاردة فوق الكلور ClO_4^- .

إن التفكك الحراري يتم بوجود حفاز مثل أكسيد المنغنيز حيث نحصل على كلوريد المغنزيوم والأوكسجين .



التحليل :

إن التركيب العنصري للملح العديم الهيدرات هو Mg 10.89 % , Cl 31.77 % , O 57.34 % .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

في المحلول المائي لهذا المركب يتم تحليل المغنيزيوم بتقنية AA أو ICP , و شاردة البير كلورات تحلل بواسطة الكروماتوغرافيا الشاردية أو بالمعايرة العكسية .

الملح الصلب يمكن أن يمزج مع أكسيد المنغيز و يسخن والأوكسجين المنطلق يعاير بواسطة تقنية flaming of glowing splinter , ويحل كلوريد المغنيزيوم الناتج بالماء و يصفى والمحلول الراشح تحلل فيه شاردة الكلور بالكروماتوغرافيا الشاردية أو بالمعايرة و شاردة المغنيزيوم تحلل كما سبق .

13 . كبريتات المغنيزيوم $MgSO_4$:

الوزن الجزيئي 120.36 gr , له العديد من الأشكال المميهة الثابتة الموجودة في الطبيعة موضحة في الجدول التالي :

أحادي الهيدرات	كيسيريت	$MgSO_4.H_2O$
رباعي الهيدرات	ستاركيت	$MgSO_4.4H_2O$
خماسي الهيدرات	بنتا هيدريت	$MgSO_4.5H_2O$
سداسي الهيدرات	هكسا هيدريت	$MgSO_4.6H_2O$
سباعي الهدرات	ابسوميت	$MgSO_4.7H_2O$

التواجد و الاستخدام :

موجود في الطبيعة في العديد من الخبث الملحي و المياه المعدنية على شكل مميه أو على شكل ملح مضاعف .

الملح السباعي الهيدرات يدعى ملح ابسوم أو الملح الإنكليزي اكتشف في عام 1695 . إن أشهر الأملاح المضاعفة الموجود بها هذا الملح موضحة في الجدول التالي :

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /لاينبيت $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ ليونيت $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ فانثوفيت $3Na_2SO_4 \cdot MgSO_4$ بيلودايت $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ كاينايت $4KCl \cdot 4MgSO_4 \cdot 11H_2O$ بولي هاليت $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$

يستخدم المغنزيوم بشكل واسع في العديد من الصناعات كالسماد , وفي صناعة الإسمنت الكبريتاتي الهيدروكسيدي . كما يستخدم في الطب كمسكن للألم ومسهل . أما الاستخدام الهام لكبريتات المغنزيوم العديمة الماء في المخابر الكيميائية كعامل تجفيف للمذيبات العضوية المستخدمة في التصنيع العضوي والتحليل باستخدام تقنية الكروماتوغرافيا الغازية . تستخدم كبريتات المغنزيوم في الصناعات النسيجية في التركيب النهائي للنسيج القطني من أجل وزن وقياس الخيط النسيجي , كما يستخدم كمثبت للصبغ الأساسي للصوف , ويكون عادة في تركيب النسيج المضاد للحريق . يستخدم عادة كأحد مكونات الحمام الكهربائي المستخدم في الطلاء على المعادن . وفي العديد من المحاليل المستخدمة لإظهار الصور . وفي الصناعات التجميلية والغسولات . ويستخدم كعامل مساعد للنقل و يضاف لطعام الماشية . ويستخدم كمخثر للمطاط والبلاستيك , وفي صناعة حمض الليمون والعديد من أملاح المغنزيوم مثل ستيرات المغنزيوم .

الخصائص :

يتألف الملح العديم الماء من بلورات عديمة اللون موشورية سداسية , الكثافة 2.66 gr / cm^3 , يفتكك عند 1124°C , يذوب في الماء 269 gr في 100 ml عند 0°C , كما يذوب في الإيثانول ولا يذوب في الأسيتون .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

يتألف الملح الأحادي الهيدرات من بلورات عديمة اللون أحادية الميل ,
الكثافة 2.445 gr / cm^3 , يتحول إلى عديم الهيدرات بالتسخين إلى الدرجة 200°C
معامل الانكسار 1.532 , يذوب في الماء .
كما يتألف الملح السباعي الهيدرات من بلورات عديمة اللون أحادية الميل أو
موشورية سداسية الشكل , الكثافة 1.68 gr / cm^3 , يتحول إلى أحادي الهيدرات
بالتسخين إلى الدرجة 150°C ويفقد جزيئة الماء الباقية بالتسخين إلى الدرجة 200°C
معامل الانكسار 1.433 , يذوب في الماء بشكل كبير 71 gr في 100 ml
عند حرارة 20°C , يذوب بسهولة في الكحول والجليسرين .

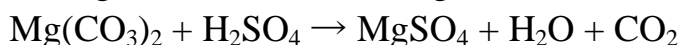
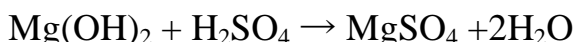
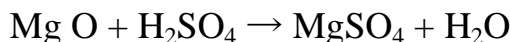
الخصائص الكيميائية الحرارية :

$\Delta H_{f^\circ} (\text{MgSO}_4)$	$-307.1 \text{ Kcal / mol}$
$\Delta H_{f^\circ} (\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$	$-453.2 \text{ Kcal / mol}$
$\Delta H_{f^\circ} (0\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$	$-596.7 \text{ Kcal / mol}$
$\Delta H_{f^\circ} (\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$	$-737.8 \text{ Kcal / mol}$
$\Delta H_{f^\circ} (\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$	$-809.9 \text{ Kcal / mol}$
$\Delta G_{f^\circ} (\text{MgSO}_4)$	$-279.8 \text{ Kcal / mol}$
$\Delta G_{f^\circ} (\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$	$-629.1 \text{ Kcal / mol}$
$\Delta G_{f^\circ} (\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$	$-686.4 \text{ Kcal / mol}$
$S^\circ (\text{MgSO}_4)$	$21.9 \text{ Cal / degree . mol}$
$S^\circ (\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$	$83.2 \text{ Cal / degree . mol}$
$S^\circ (\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$	$89 \text{ Cal / degree . mol}$
$C_p(\text{MgSO}_4)$	$23 \text{ Cal / degree . mol}$
$C_p(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$	$83.2 \text{ Cal / degree . mol}$

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

التحضير :

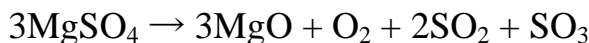
تتوفر كبريتات المغنزيوم المميهة في الفلزات الطبيعية مثل الكيسيريت والإيسوميت . يحضر في المخبر بالتفاعل بين حمض الكبريت و أحد مركبات المغنزيوم مثل أكسيد المغنزيوم أو هيدروكسيد المغنزيوم أو كربونات المغنزيوم ثم يبخر المحلول و يتم التبلور وفق المعادلات التالية :



تتم البلورة عند حرارة $48 - 1.8^\circ\text{C}$ فنحصل على الملح السباعي الهيدرات $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, أما تحت الدرجة 1.8°C تنتج البلورات مع 12 جزيئة ماء $\text{MgSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, وفوق الدرجة 48°C ينتج ملح متبلور مع عدد أقل من البلورات , و الشكل العديم الهيدرات نحصل عليه من تسخين الملح السباعي الهيدرات إلى درجة حرارة حوالي 500°C في أسطوانة دوارة أو بنزع الماء بدرجة حرارة فوق 150°C بحضور حمض الكبريت .

التفاعلات :

الملح العديم الماء يتفكك بدرجات حرارة عالية إلى أكسيد المغنزيوم و الأوكسجين وثنائي أكسيد الكبريت و ثلاثي أكسيد الكبريت , يحدث التفكك بدرجة حرارة $900 - 1100^\circ\text{C}$ و التفاعل الحاصل هو :



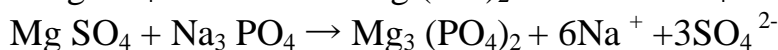
كبريتات المغنزيوم يرجع إلى أكسيد المغنزيوم عندما يسخن مع الكربون إلى درجة حرارة 750°C .



تعاني كبريتات المغنزيوم ثلاثة أنواع من التفاعلات الهامة هي التفكك المضاعف و تشكيل الملح المضاعف و تشكيل الإسمنت الكبريتاتي الهيدروكسيدي .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

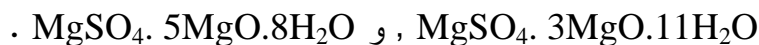
إن العديد من الأملاح غير الذوابة يمكن أن تنتج من تفاعلات التفكك المضاعف :



يمكن أن تشكل كبريتات المغنيزيوم العديد من الأملاح المضاعفة التي لها تراكيب متكافئة متنوعة . فعند قرقرة غاز النشادر خلال محلول كبريتات المغنيزيوم نحصل على أكثر من ملح مضاعف مثل $\text{MgSO}_4 \cdot \text{NH}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, و $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, و $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{NH}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

بشكل مشابه بوجود حمض الكبريت يمكن الحصول على الأملاح المضاعفة التالية : $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, و $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$, و $\text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{SO}_4$.

بالإضافة على ذلك يمكن الحصول من أكسيد المغنيزيوم على الأملاح المضاعفة التالية :



إن معالجة كبريتات المغنيزيوم ببيروكسيد الباريوم نحصل منها على بيروكسيد المغنيزيوم وهو عبارة عن مادة ناعمة بيضاء تستخدم كعامل مؤكسد و قاصر للون و في الطب كمضاد للحموضة .

التحليل :

إن التركيب العنصري لملح كبريتات المغنيزيوم هو $\text{Mg } 20.20\%$, $\text{S } 26.63\%$, $\text{O } 53.16\%$.

إن ماء التبلور يمكن أن يقاس بواسطة طريقة التجفيف , والمغنيزيوم يمكن أن يقاس بتقنية AA أو ICP .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

بعض المركبات الصيدلانية للمغنزيوم

لا يمكن أن نذكر كل المركبات الصيدلانية التي يدخل المغنزيوم في تركيبها
و لكن من هذه المركبات :

سيليكات المغنزيوم المائية :

* من مرادفات الاسم : الطلق , التالك , طلق فنسيا , تالكوم , الطباشور
الفرنسي , سيليكات المغنزيوم الطبيعية .

* الوصف : يوجد التالك على شكل مسحوق ناعم جداً , أبيض أو أبيض مائل
للرمادي , دهني الملمس , خال من الترميل , يلتصق سريعاً بالجلد , يظهر
بالمجهر على شكل جسيمات غير منتظمة , حادة الزوايا , أطرافها مؤشرة
ومتصفحة .

* لا يذوب بالماء , و الأحماض , والقلويات .

* اختبارات التعرف :

سخن التالك باللهب ثم بلله بقطرة من نترات الكوبالت حيث تتكون كتلة

حمراء وردية .

. اصهر 0.5 gr من التالك في مزيج من 0.2 gr كربونات الصوديوم الجافة
و 2 gr من كربونات البوتاسيوم الجافة في بوتقة من البلاطين , برّد ثم انقل إلى
كأس زجاجية مستعملاً 50 ml من الماء الدافئ . أضف حمض كلور الماء
الممدد للمحلول حتى ينتهي الفوران , ثم أضف 10 ml من حمض كلور الماء
الممدد بخر المزيج على حمام مائي حتى الجفاف , ثم أضف 20 ml من الماء ,
اغل ثانياً ثم رشّح , الرشاحة نجري عليها الاختبارات المميزة للكشف عن المغنزيوم
.

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

* اختبارات النقاوة :

- . حد الأملاح التي تذوب في حمض كلور الماء : سخن 1 gr من الطلق مع 20 ml من حمض كلور الماء الممدد مدة 15 دقيقة ثم رشح , بخر 10 ml من الرشاحة حتى الجفاف ثم رمد المتخلف يجب ألا يزيد وزن الرماد على 0.01 gr .
- حد الأملاح التي تذوب في الماء : اغل تحت مكثف مرتد 10 gr من التالك مع 50 ml من الماء مدة 30 دقيقة , ثم مدد المزيج إلى حجمه الأول بإضافة الماء , ثم رشح . بخر 25 ml من الرشاحة حتى الجفاف ثم رمد المتخلف يجب ألا يزيد وزن الرماد على 0.01 gr .
- . أملاح الحديد : أضف بضع ميلي لترات من فروسيانيد البوتاسيوم إلى 25 ml من الرشاحة في الاختبار السابق يجب ألا يظهر لون أزرق
- الكربونات : أضف إلى 1 gr من التالك 20 ml من حمض كلور الماء الممدد يجب ألا يحدث فوران .
- الفقد بالتجفيف : يجب ألا يفقد الطلق 1 % من وزنه بتجفيفه عند درجة 105 مئوية .
- الفقد بالترميد : : يجب ألا يفقد التالك 6 % من وزنه بترميده عند درجة الاحمرار .
- . يستعمل في المركبات الصيدلانية .

ثلاثي سيليكات المغنزيوم :

- هي مركب من أكسيد المغنزيوم و ثاني أكسيد السيلكون و نسب مختلفة من ماء التبلور . وهي تحتوي على ما لا يقل عن 20 % من أكسيد المغنزيوم و ما لا يزيد عن 45 % من ثاني أكسيد السيلكون .
- يحضر من تفاعل محلول كبريتات المغنزيوم مع محلول سيليكات الصوديوم .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

* الوصف : توجد على هيئة مسحوق أبيض دقيق , معدوم الرائحة و الطعم , تتربط قليلاً بالهواء .

* لا تذوب في الماء و في الكحول .

* اختبارات التعرف : اغل 0.5 gr من ثلاثي سيليكات المغنزيوم مع 10 ml من هيدروكسيد الصوديوم ثم رشح , أضف إلى الراشح حمض كلور الماء حتى يصير الوسط حمضياً , ثم اغله مرة ثانية , يتكون بالتدرج راسب هلامي أبيض , رشح , واغسل الراسب بالماء ثم أضف له حمض كلور الماء الممدد ورشح مرة ثانية , الرشاحة يجب أن تعطي الاختبارات المميزة للمغنزيوم .
* اختبارات النقاوة :

. الأملح الذوابة : اغل 5 gr من ثلاثي سيليكات المغنزيوم مع 75 ml من الماء مدة 15 دقيقة , ثم برد وانقل إلى دورق سعة 100 ml أكمل الحجم بالماء , اترك مدة 15 دقيقة ثم رشح , بخر 50 ml من الرشاحة , واحرق المتخلف حتى ثبات الوزن , يجب ألا يزيد وزن المتخلف عن 1.5 % من وزن المادة .
. مقدار القلوي الطليق : أضف إلى 20 ml من الرشاحة في الاختبار السابق قطرتين من مشعر فينول فتالين فإذا ظهر لون وردي يجب ألا يحتاج المحلول إلى أكثر من 1 ml من حمض كلور الماء 0.1 ن حتى يصير عديم اللون .
- حد الكلوريد : اغل 1 gr من ثلاثي سيليكات المغنزيوم مع 30 ml من الماء , 5 ml من حمض الأزوت , برد ثم رشح في أنبوبة نسلر ثم نتم التجربة لتحديد حد الكلوريد .

اختبارات الحد في ثلاثي سيليكات المغنزيوم :

هي اختبارات خاصة للشوائب التي يسمح بوجودها بكميات ضئيلة في بعض الحالات ولا يسمح بوجود شيء منها في حالات أخرى . ويمكن معرفة كميات

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

الشوائب الموجودة في المادة المختبرة بموازنة العتمة أو العكر أو اللون الناتج من تفاعل كمية ثابتة من محاليل قياسية للشوائب مع الكواشف نفسها .

عند إجراء اختبارات الحد يجب معالجة المحاليل القياسية بالطريقة نفسها التي عولج بها محلول المادة المختبرة كما يجب إضافة الكواشف إلى كل من المحاليل في وقت واحد و بكميات متساوية و بالترتيب نفسه . وإذا لم تكن المحاليل صافية وجب ترسيحها .

تجرى عملية موازنة العتمة أو العكر أو اللون عادة في الضوء المعتاد ما لم يذكر خلاف ذلك . وفي أنابيب زجاجية - نسلر - عديمة اللون ذات خواص متشابهة بقدر الإمكان و لموازنة الألوان توضع الأنابيب الزجاجية على سطح أبيض أما في حالة العتمة أو العكر الأبيض فتوضع على سطح أسود و يقاس اللون أو العتمة أو العكر بالنظر إلى عمود السائل من أعلاه , كما تتقاس بواسطة المطيافية .

- حد الكبريتات : اغل 0.25 gr من ثلاثي سيليكات المغنزيوم مع 35 ml من حمض كلور الماء الممدد و 20 ml من الماء , رشح , يجب أن تستجيب الرشاحة إلى اختبار حد الكبريتات .

- قدرة امتصاص الأحماض : سخن 0.3 gr من ثلاثي سيليكات المغنزيوم مع 100 ml من حمض كلور الماء 0.05 N في حوجلة زجاجية ذات سداة عند 37 درجة مئوية مدة 3 ساعات مع الرج مدة نصف دقيقة كل 15 دقيقة , ثم رشح . برد الرشاحة , وعاير 50 ml منها بهيدروكسيد الصوديوم 0.05 N مستعملاً أحمر الميتيل كمشعر . حتى تكون العينة مطابقة للمواصفات يجب أن يمتص 1 gr من ثلاثي سيليكات المغنزيوم بعد تجفيفه بالتسخين عند درجة الاحمرار ما لا يقل عن 250 ml من حمض كلور الماء 0.05 N .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

. حد الحديد : اغل 1 gr من ثلاثي سيليكات المغنزيوم مع 10 ml من الماء و 35 ml من حمض كلور الماء الممدد , رشح في أنبوبة نسلر , يجب أن تستجيب الرشاحة لاختبار حد الحديد .

- حد الرصاص : اغل بلطف 3 gr من ثلاثي سيليكات المغنزيوم مع 20 ml من الماء و 30 ml من حمض كلور الماء الممدد مدة 30 دقيقة مع تعويض الماء المفقود بالتبخير , ثم بخر حتى الجفاف ثم جفف الباقي بالتسخين عند درجة الحرارة 100 مئوية لمدة ساعة , اغل الباقي ثانياً مع 20 ml من حمض كلور الماء الممدد مدة خمسة دقائق , ثم صب السائل الرائق على المرشح و اغل المتبقي مرة ثالثة مع 20 ml من حمض كلور الماء الممدد و رشح على المرشح السابق نفسه . برد السائل الراشح , وأضف إليه 2 gr من حمض الليمون (السيتريك) , ثم انقل إلى قمع الفصل . أضف محلول هيدروكسيد النشادر الممدد حتى يصير السائل قلوياً , أضف 1 ml من سيانيد البوتاسيوم ثم 10 ml من ثنائي فينيل الثيوكربازون رج بشدة ثم دع السائلين ينفصلان , واسحب الطبقة السفلى إلى قمع فصل آخر , اغسلها بواسطة 10 ml من الماء . استخلص السائل الراشح مرتين أخريين مستعملاً في كل مرة 5 ml من ثنائي فينيل الثيوكربازون , واغسل المحلولين بالكمية نفسها من الماء (10 ml) امزج المحاليل الثلاثة و استخلص بكميتين متتاليتين من حمض كلور الماء حجم كل منها 100 ml ثم اغسل الخلاصة الحمضية كلها برجها مع ثلاثة مقادير من الكلوروفورم حجم كل منها 10 ml , ثم انقل الحمض إلى أنبوبة نسلر . أضف محلول هيدروكسيد النشادر الممدد حتى يصير الوسط قلوياً ثم نتم التجربة لتحديد حد الرصاص .

- حد الزرنيخ : اغل 2 gr من ثلاثي سيليكات المغنزيوم مع 10 ml من الماء و 10 ml من حمض كلور الماء الممدد , ثم رشح . ركز الرشاحة بالتبخير إلى 10 مل , ثم نتم التجربة لتحديد حد الزرنيخ .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

. الفقد بالتسخين : ثلاثي سيليكات المغنزيوم تفقد ما لا يقل عن 17 % ولا يزيد على 34 % من وزنها بتسخينها إلى درجة الاحمرار .

سبائك المغنزيوم

إن المجال الرئيسي لاستعمال المغنزيوم هو تحضير الخلائط المعدنية الخفيفة الوزن , حيث تؤدي إضافة كميات صغيرة من معادن أخرى إلى معدن المغنزيوم إلى تغيير خواصه الميكانيكية مكسبة إياه القساوة المرتفعة , القوة , و المقاومة الكبيرة للتآكل . تعتبر خلائط المغنزيوم من أجود أنواع الخلائط من حيث صفاتها تنتمي هذه الخلائط إلى ثلاث جمل :

. Mg _ Mn , Mg _ Zn _ Zr , Mg _ Al _ Zn

أما السبائك الأكثر استعمالاً فهي السبائك المنتمية إلى الجملة Mg _ Al _ Zn حيث تحوي 3 - 10 % ألنيوم , 0.2 - 3 % توتياء و الباقي مغنزيوم .

إن السمة المميزة لسبائك المغنزيوم هو صغر كثافتها حوالي 1.8 gr / cm³ . لذلك فهي تستخدم في فن صناعة الطائرات الصواريخ في صناعة الأجهزة والمحركات .

أن نقطة الضعف الأساسية في سبائك المغنزيوم هي مقاومتها المنخفضة للنخر في الجو الرطب و في الماء و لاسيما ماء البحر .

تستخدم سبائك المغنزيوم مع المؤكسدات في تحضير الصواريخ المضيفة و الملتهبة كما يستخدم في صناعة الألعاب النارية بكافة أشكالها و خاصة المضيفة منها .

المغنزيوم يعيد الحياة للكتب المتهاكة :

تعرضت مكتبة الكونجرس الأمريكي لانتقادات حول رغبتها في التخلص من مجموعة من الكتب القديمة والتي بدأت تنفس وتهلك بسبب مرور الزمن ، وقد

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

سعت إلى الحفاظ على المحتوى العلم والمعرفي الموجود في هذه الكتب عن طريق تصوير هذه الكتب والمجلات والجرائد القديمة، خاصة وأن المكتبة تشكو من صعوبة توفير المخازن للكتب، فالرفوف امتلأت وأنشئت ملاحق واستأجرت مخازن، ولكن سيل الكتب مستمر، فمكتبة الكونجرس الأمريكي هي أكبر مكتبة عامة في العالم، وتحتوي على نحو 19 مليون كتاب، وتستقبل شهريا آلاف الجرائد والمجلات والكتب من كل أنحاء العالم لتصنيفها وعرضها أو حفظها. وقال المعارضون إن هذه الكتب والمجلات كنز يجب الحفاظ عليه، ويجب عدم التفريط فيه، خاصة وأن البديل المعروض وهو التصوير ليس بديلا فعليا، فصورة المجلة أو الجريدة لا تعطي القاري أو المتصفح حقيقة الواقع كما هي في الصحيفة ذاتها.

إضافة إلى أن عملية التصوير ذاتها تتطلب تدمير الكتاب، لأن التصوير يتطلب تحويل الكتاب إلى أوراق ليتمكن تصويرها تصويرا صحيحا. وهذا يؤدي إلى تدمير العديد من الكتب والمجلات الثمينة.

المشكلة صناعية :

إن المشكلة في الكتب هي أن عمرها محدود، فصناعة الورق تطورت، لتلبي الطلب المتزايد عليه، ولكن هذا التطور كان على حساب جودة الورق، فالورق المصنوع منذ عام 1850 تم صنعه بطريقة معالجات كيميائية حمضية لا تحافظ على عمر طويل للورق، فالورق المصنوع حاليا لا يعمر أكثر من مئة عام، لذا فإن الكتب المطبوعة منذ مئة عام تنفتت وتتهالك عند فتحها وقراءتها.

الحل الصناعي :

اهتمت المكتبة بهذه الاعتراضات وبمخزونها الثمين من الكتب، وتعاقدت مع شركة تعمل على معالجة الورق القديم في ولاية بنسلفانيا، وهي شركة

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

متخصصة في ذلك ، وانفقت معها على معالجة 8.5 مليون كتاب خلال مدة العقد .

وبدأت الشركة في تنفيذ العقد اعتبارا من خريف 2001 م وبدأت ببرنامجها الابتدائي وهو معالجة 150 ألف كتاب في السنة الأولى ، كتجربة ، وللتحقق من عدم وجود انتكاسات لاحقة حيث إن المعالجة هي معالجة كيميائية، حيث تعرض جميع صفحات الكتاب على مادة تحتوي على جزيئات من أكسيد المغنيزيوم ، تبقى عالقة بين الصفحات وتلغ مفعول الأحماض المتبقية من الصناعة الأولى للورق .

وقد نجحت الشركة في تنفيذ المرحلة الأولى وعالجت آلاف الكتب ، وتم إعادتها إلى المكتبة بعد أن تأكدت من سلامتها وإطالة عمرها بعدة مئات أخرى من السنين وستقوم الشركة بمعالجة 250 ألف كتاب سنويا ، وعلى مدى خمس سنوات، وستكون قد عالجت ما يعادل 5 ملايين صفحة من الورق الذي أضيفت إلى عمره مئات السنين كما تعد الشركة المنفذة بذلك .

واختارت مكتبة الكونجرس الكتب ذات الاهتمامات الأمريكية أو من المؤلفين الأمريكيان ، لتتم المعالجة والإصلاح لها في الأول ، وستتبعها الكتب ذات الاهتمامات الأقل بالشؤون الأمريكية ، أو المكتوبة باللغات غير الإنجليزية .

توسع في الإنقاذ :

نجاح الشرك المنفذة ، جعلها تطور عملية المعالجة للتسريع فيها ، ولزيادة الكمية المعالجة من الكتب في زمن معين ، لأن الاستفسارات والعروض تردها من مكتبات عالمية أخرى ترغب إنقاذ مخزونها الثمين ، وتحذو حذو مكتبة الكونجرس ، لذا فهي تعمل على تصميم أماكن جديدة لنتسع العديد من الكتب في المرة الواحدة، حيث إنها تعمل حاليا على أماكن تعالج أربعة كتب دفعة واحدة ، تعلق هذه الكتب من صلبها في صندوق مغلق، وتترك مساحة كافية للورق

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

والصفحات لتقلب آليا ، صفحة بعد أخرى لكي تنال نصيبها من جزيئات المادة المتناثرة كالطباشير في الصندوق المغلق .

الحل المنتظر :

تواجه المكتبات العامة مشكلتين كبيرتين، أولاهما تحلل وتهالك الكتب بسبب الزمن ، وقد وجدت حلول صناعية لهذه المشكل .

أما المشكلة الثانية فهي عملية التخزين ، فالكتب في ازدياد ، وليس هناك من بديل للكتاب الورقي حاليا ، وهذه المشكلة لا تزال قائمة ، ولا تزال الحلول المطروحة غير مقبولة ، على الرغم من أن البعض يستخدم عملية التصوير بالميكوفيش حيث يتم تصوير الصحف والكتب على ألواح تصوير لا تحتاج إلى مكان واسع لتخزينها.

والحل المنتظر هو في التطور الإلكتروني للكتاب، وفي عمليات نسخ الكتاب على الكمبيوتر وحفظه ، وطباعة النسخة المطلوبة في حالة الاحتياج إليها. وهذا التطور لم يتم بعد، ولكنه هو الحل المنتظر ، فهو يقدم الحل للمشكلتين معا ، مشكلة تقادم الورق ومشكلة التخزين .

المراجع و المصادر

- Shreve's Chemical Process Industries (George T.Austin) .
- The Hamlyn Guide to Minerals , Rocks and Fossils

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12

(W.R.Hamilton , A.R.Woolley , A.C.Bishop) .

- The Extraordinary Chemistry Of Ordinary Things

(Carl H . Snyder) .

- www. Bytocom . com

- www. Webminerals . com

- www. Webelements . com

- www. Chemistry .org

-www.sciencedirect.com

- ENCARTA Cyclopedia

- Krik-othmer encyclopedia of chemical technology

-الكيمياء اللاعضوية (الأستاذ : طارق إسماعيل كاخيا) .

- الكيمياء اللاعضوية 2 / جامعة حلب /

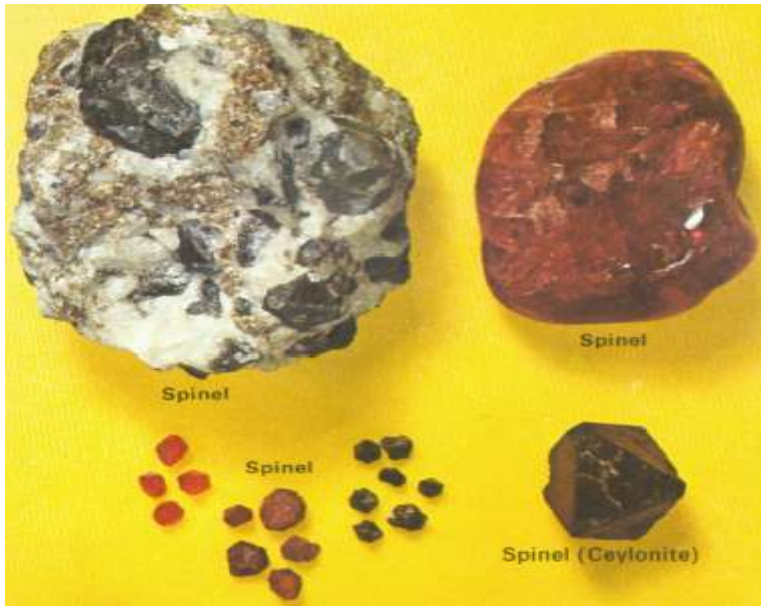
(د . محمد نصوح عليا و د . رياض حجازي) .

- الكيمياء اللاعضوية / جامعة تشرين / (د . سامي أبو العينين) .

- الكيمياء التحليلية 1 القسم العملي / جامعة البعث / .

- دستور الأدوية المصري .

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /



المغنزيوم

65

عبد العال ممدوح الهاشمي

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /



سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /



Carnallite



Monticellite



Olivine

Olivine



Lazulite

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /



	سبينل
	أنكيريت

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12

	الكارناليت
	الأوليفين
	مونتيسيليت
	لازوليت
	البروسيت
Artinite	أرتينيت
Barringtonite	بارينغتونيت
Bloedite	بيلودايت
Dipingite	دايبينغيت
Dolomite	الدولوميت
Epsomite	ابسوميت
Hexahydrate	هكساهدريت
Hydromagnesite	هيدروماغنيزيت
Kainite	كاينايت
kieserite	كيسيريت
Langbeinite	لانبينيت
Lansfordite	لانسفورديت
Leonite	ليونيت
Magnesite	الماغنيزيت
Magnesium acetate	أستات المغنيزيوم
Magnesium bromide	بروميد المغنيزيوم
Magnesium carbonate	كربونات المغنيزيوم
Magnesium chloride	كلوريد المغنيزيوم

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

Magnesium fluoride	فلوريد المغنزيوم
Magnesium hydride	هيدريد المغنزيوم
Magnesium hydroxide	هيدروكسيد المغنزيوم
Magnesium iodide	يود المغنزيوم
Magnesium nitrate	نترات المغنزيوم
Magnesium oxide	أكسيد المغنزيوم
Magnesium perchlorate	بيركلورات المغنزيوم
Magnesium silicates	سيليكات المغنزيوم
Magnesium sulfate	كبريتات المغنزيوم
Nesquehonite	نيسكونيت
Pentahydrate	بنتاهيدريت
Polyhalite	بولي هاليت
Starkeyite	ستاركيت
talc	التالك
Vanthoffite	فانثوفيت

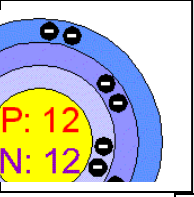
الفهرس

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

الصفحة	الموضوع
3	المغنزيوم
3	مقدمة
3	التاريخ و الاكتشاف و الاستعمالات
5	الخواص الفيزيائية للمغنزيوم
6	الخواص الكيميائية الحرارية
6	البنية البلورية و الأشكال التآصلية
7	النظائر
7	وجوده في الطبيعة
7	أهم خامات المغنزيوم :
7	1 . الماغنزيت
8	2 . سبيل
9	3 . الدولوميت
9	4 . أنكيريت
9	5 . ايسوميت (كبريتات المغنزيوم المميهة , ملح ايسوم)
10	6 . بوليهايت
10	7 . الكارنالييت
10	8 . الأوليفين
11	9 . مونتيسيلايت
11	10 . لازوليت
11	11 . البروسيت
12	إنتاج المغنزيوم :

سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

15	إنتاج المغنزيوم بطريقة magnetherm
16	مخطط إنتاج المغنزيوم بطريقة magnetherm
17	إنتاج المغنزيوم بالتحلل الكهربائي لمصهور كلوريداته
18	مخطط لأهم مصادر وأهم عمليات إنتاج المغنزيوم
19	الخواص الكيميائية للمغنزيوم
21	التحليل الكيفي للكشف عن المغنزيوم
22	المغنزيوم في الكيمياء التحليلية
24	مخطط الكشف الكيفي عن المغنزيوم
25	مركبات المغنزيوم :
25	1 . خلاص المغنزيوم
26	2 . بروميد المغنزيوم
28	3 . كربونات المغنزيوم
33	4 . بيكربونات المغنزيوم
33	5 . كلوريد المغنزيوم
36	6 . فلوريد المغنزيوم
38	7 . هيدريد المغنزيوم
39	8 . هيدروكسيد المغنزيوم
42	9 . يود المغنزيوم
43	10 . نترات المغنزيوم
45	11 . أكسيد المغنزيوم
48	12 . بير كلورات المغنزيوم
50	13 . كبريتات المغنزيوم
55	بعض المركبات الصيدلانية للمغنزيوم :



سلسلة عناصر الجدول الدوري / 12 /

55	1 . سيليكات المغنزيوم المائية
56	2 . ثلاثي سيليكات المغنزيوم
58	اختبارات الحد في سيليكات المغنزيوم الثلاثية
60	سبائك المغنزيوم
61	المغنزيوم يعيد الحياة للكتب المتهاكلة
64	المراجع و المصادر
65	صور ملونة لفلزات المغنزيوم
69	كشاف إنكليزي عربي لفلزات المغنزيوم
71	الفهرس