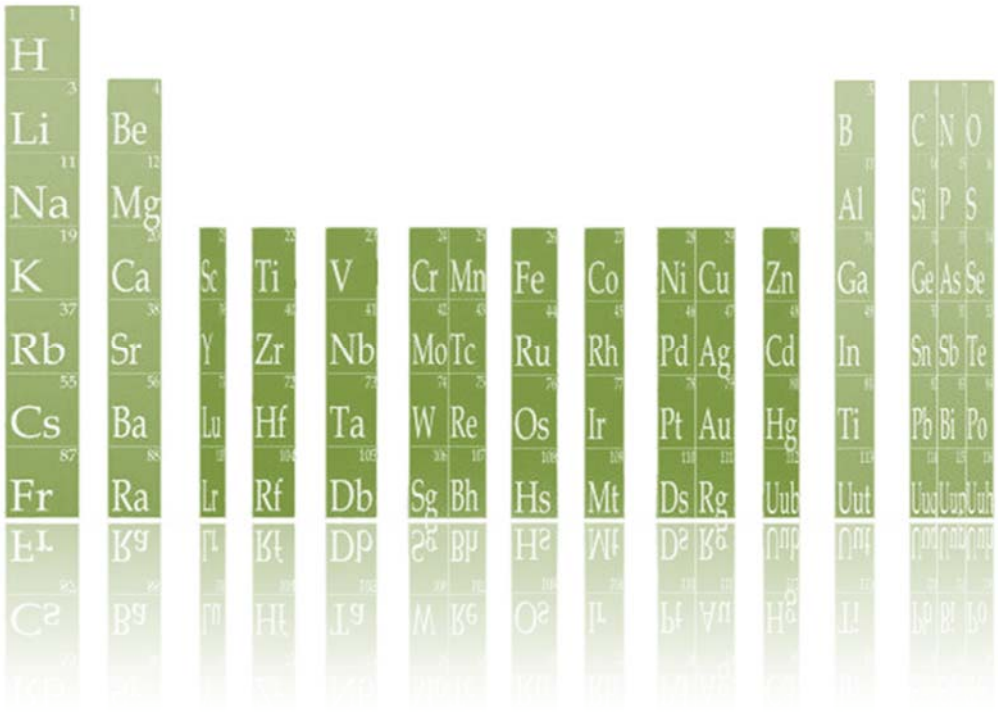
عبد الرحمن البشير

www.alchemy.sd

عـالم العنـاصـر

موسوعة العناصر الكيميائية



عبد الرحمن البشير

أستاذ مشارك

جامعة شندي

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ ثَمَرَٰتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَٰنُهَا ۚ
وَمِنَ ٱلْجِبَالِ جُدَدٌۢ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَٰنُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ
﴿٢٧﴾ وَمِنَ ٱلنَّاسِ وَٱلدَّوَآبِّ وَٱلْأَنْعَٰمِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَٰنُهُۥ كَذَٰلِكَ ۗ
إِنَّمَا يَخْشَى ٱللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ ٱلْعُلَمَٰٓؤُا۟ ۗ إِنَّ ٱللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾

سورة فـــاطر (27 - 28)

إهـــداء

إلى هدى ومنى...

إلى أحمد وعمر وكمال..

إلى أم كمال

تمهيد

الحمد لله الذي أحسن كل شئ خلقه وبدأ خلق الإنسان من طين. ثم الصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم وبعد ...

فإن للكون المادي أسراره البديعة التي تتجلى فيها قدرة الخالق. وإن للعناصر الكيميائية، وهي اللبنات المكونة لهذا الكون، حقائق مثيرة وجديرة بالتفكر. فهذه العناصر تشكل جميع مكونات الحياة وتؤثر تأثيراً مباشراً على حياة الإنسان وكافة الكائنات من حوله. وهي قبل ذلك مادة أجسامه وكسائه وهي المطعم والمشرب وهي الأرض والهواء والنار والماء وهي الداء والدواء...

من هذا المنطلق برزت فكرة تناول هذه المادة الهامة قصداً للتعرف على هذه العناصر وكشفاً لبعض أسرارها وتبياناً لفوائدها وتوعية بمضارها.

بدأت الفكرة لتأليف كتاب يشرح خصائص العناصرالكيميائية لطلاب العلوم. وبدأ جمع المعلومات من مصادر كثيرة ومتنوعة شملت الكتب المرجعية والمجلات العلمية والمحاضرات المنهجية وصفحات الشبكة الدولية للمعلومات وعدد من الموسوعات العلمية والتاريخية. وكانت الحصيلة كمّاً هائلاً من المعلومات العامة فضلاً عن الحقائق العلمية البحتة . توسع البحث وفاضت به المعلومات عن حاجة طالب العلوم البحتة وبدا للمؤلف أهمية إتاحة المعلومات العامة التي توفرت وعدم حجبها عن القارئ غير المتخصص لينتهي الحال باستبدال ' موسوعة العناصر' بالفكرة الحصرية لمشروع الكتاب. ولم يتبق لإنجاح الفكرة إلا فصل المعلومات و تنسيقها بعد أن تبلورت فكرة اتاحتها للجمهورالعام .

لقد استغرق البحث أكثر من خمسة أعوام سعياً لتحقيق الأهداف التالية:

الهدف الأول: توفيرمرجع منهجي للطلاب والباحثين في مجالات العلوم الطبيعية والعلوم الطبية والهندسية، وعلوم الأحياء والجيولوجيا. فالمعلومات المتوفرة والقوائم المشتملة على خصائص العناصر توفر قاعدة عريضة من المعلومات المساندة للطلاب والباحثين وتحفز للمزيد من البحث في هذا المضمار الحيوي.

الهدف الثاني: إتاحة معلومات مهمة لكل الفئات البحثية بصفة عامة وللباحثين في مجالات الكيمياء والفيزياء والجيولوجيا بصفة خاصة. هذه المعلومات تشمل:

أولاً : الطيف الخطي للعناصر وقد تكرم بإذن النسخ السيد نينو كيوتيك. ويوجد في الصفحة الأولى من جزئية كل عنصر.

ثانياً : المواقع الجغرافية لخامات العناصر قيد النظر في خارطة العالم وتوجد في الصفحة الأخيرة.وقد أتيحت هذه المادة حصرياً 'لموسوعة العناصر' من برنامج ' موسوعة دولوج للعناصر ' بموجب عقد مع شركة دولوج للبرمجيات (الرياض، المملكة العربية السعودية).

الهدف الثالث: إضافة مرجع للمكتبة العربية يوفر قاموساً معرفياً ثقافياً عن العناصر الكيميائية تقدم فيه هذه المادة باعتبارها مادة حيوية متعلقة بعامة الناس بتسلسل منطقي مفهوم حتى بالنسبة للقاريء غير المتخصص.

الدراسة تتيح الفرصة للإلمام بالخصائص العامة لمائة من العناصر الكيميائية و تهدف لتوفير مادة (علمية) موثقة المصادر للإجابة عن تساؤلات كثيرة مثل: ماهي العناصر الضرورية لحياة الإنسان؟ وماهي فوائدها ومضارها ؟ وما هي مصادرها ؟ .. وأسئلة مثل ما هو العنصر الأثقل أو الأصلب أو الأوفر في الطبيعة ؟. وتساؤلات من قبيل ما يسمع عن الزئبق الأحمر ؟ أو الكروم الأصفر أو الفرق بين الفسفور الأبيض والفسفور الأسود و بين يورانيوم مخصب وآخر منضب ؟.. وغير ذلك من معلومات مهمة وأسئلة كثيرة خاصة بالعناصر الكيميائية تتوفر الإجابة عنها في صفحات الموسوعة...

وقد وضع في الاعتبار تنسيق المادة لضمان تحقيق الأهداف في المحاور الثلاث دون أن تتأثر فئة مستهدفة بمادة لا تعنيها. فلكل فريق مدخله الخاص للموسوعة حيث رتبت المعلومات العلمية البحتة في صفحات بعينها ليتيسر تجاوزها بالنسبة للقارئ غير المعني دون أن يؤثر ذلك على تسلسل المادة.

الموسوعة مبوبة حسب التصنيف العام للعناصر الكيميائية الذي يضعها في ثلاث مجموعات رئيسة هي العناصر الفلزية والعناصر اللافلزية وأشباه فلزات. و جاء ترتيب العناصر حسب ورودها في الجدول الدوري أي حسب تسلسل أعدادها الذرية (تجاوزت الموسوعة عن عناصر 'ما بعد اليورانيوم' المحضرة مخبرياً بإعتبارها خارج نطاق موضوع البحث).

خصصت أربع صفحات لمعظم العناصر. في الصفحة الأولى اسم العنصر ورمزه. ويوجد الطيف الخطي أسفل الصفحة ملحقاً به رسماً بيانياً يوضح لون وقوة الضوء المنبعث.

الصفحة الثانية تحوي معلومات عن العنصر بأسلوب يناسب القارئ المتخصص وغير المتخصص. وفيها الصور الفوتوغرافية الخاصة بالعنصر أو بمصادره الطبيعية أوخاماته.

في الصفحة الثالثة قوائم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعنصر وفي الصفحة الرابعة والأخيرة مواقع الخامات الرئيسة للعنصر في خارطة العالم.

ويوجد في الصفحات الأخيرة عدد من الملحقات تتضمن تعريف بعض المصطلحات وقوائم خواص العناصر مرتبة تصاعدياً والجدول الدوري للعناصر. كما يوجد دليل للبحث في محتويات الموسوعة.

في الغلاف يجد القارئ عنوان موقع الموسوعة في شبكة المعلومات حيث تتاح العديد من الخدمات مثل البحث عن مواقع خامات العناصر أوالطيف الخطي أوآلية ترتيب خواص العناصر تصاعدياً أو تنازلياً .

الشكر للإخوة والأصدقاء الذين ما بخلوا بعلمهم أو بوقتهم في إثراء هذا العمل. وأخص بالشكر الاخوة في كلية العلوم بجامعة السودان والنيلين والخرطوم وفي إدارة متحف مصلحة الجيولوجيا وفي إدارة جامعة شندي و قسم الكيمياء بكلية العلوم والتقانة بجامعة شندي.

التقدير لأبنائي كمال وأحمد وقد كان لجهدهما أبلغ الأثر في إخراج هذا العمل خاصة فيما يلي أعمال البرمجة وتنسيق البحث وتصميم موقع الموسوعة في شبكة المعلومات.

المؤلف مدين لأشخاص ساهموا في هذا المشروع وهم السيد جون بتس صاحب موقع (المعادن الرائعة) ود. روب لافنسكي صاحب موقع (صور الصخور) وصاحب موقع (صور المعادن) بمنحهم الحق في استعمال صور الخامات والعناصر الخاصة بمواقعهم الإلكترونية دون مقابل.

أيضاً الشكر للسيد ماكس وايتبي صاحب موقع (العناصر الحرة) لتوفير عدد من صور العناصر الحرة بموجب عقد خاص . الشكر لمصورين وباحثين أتاحوا أعمالهم في موسوعة وكيبيديا الحرة تحت بند 'ملفات مرخصة تحت العموميات الخلاقة والمشاركة بالمثل' وهم السادة كريس رالف ، ديف دايت، دانيال شيوين، اندرياس فروه (أندل)، تور سفنسون وأرامجوتانج.

لقد أضفت هذه الأعمال الخلاقة مسحة من الجمال زينت صفحات الموسوعة . وبالتكامل مع المواقع الجغرافية للخامات تتيح هذه المادة مرجعاً منهجياً مهماً للطلاب والباحثين في علم الأرض (الجيولوجيا).

الآتية أسماؤهم شاركوا في تأليف هذا الكتاب

من جامعة شندي:

أ.د يحي فضل الله

د.عبد الرحمن الناجي

د. عصام الجيلي

الأستاذ محمد يسن

الأستاذ مبشر عوض الكريم

من جامعة السودان:

د.الفاتح أحمد حسن

د.المقداد أحمد علي

د.دفع الله محمد

من جامعة النيلين:

د. محمد أبوزيد

الأستاذ عبدالله العبد

المحتويات

تمهيد أ

فهرس المحتويات ه

مقدمة ط

الفصل الأول فلزات قلوية 1

1-1 ليثيوم 2

2-1 صوديوم 6

3-1 بوتاسيوم 11

4-1 روبيديوم 15

5-1 سيزيوم 19

6-1 فرانسيوم 22

الفصل الثاني : عناصر قلوية ترابية 25

1-2 بيريليوم 26

2-2 مغنيزيوم 30

3-2 كالسيوم 34

4-2 سترونتيوم 38

5-2 باريوم 42

6-2 راديوم 46

الفصل الثالث فلزات انتقالية 49

1-3 سكانديوم 50

2-3 تيتانيوم 53

3-3 فاناديوم. 57

4-3 كروم 61

5-3 منغنيز 65

6-3 حديد 69

7-3 كوبالت 74

8-3 نيكل 78

9-3 نحاس 82

10-3 خارصين 87

3-11	إتريوم	91
3-12	زركونيوم	95
3-13	نيوبيوم	99
3-14	موليبيدينيوم	103
3-15	تكنيتيوم	107
3-16	روثينيوم	110
3-17	روديوم	113
3-18	بالاديوم	116
3-19	فضة	119
3-20	كادميوم	123
3-21	هافنيوم	126
3-22	تانتالوم	129
3-23	تنغستن	133
3-24	رينيوم	137
3-25	أوزميوم	141
3-26	إريديوم	144
3-27	بلاتين	147
3-28	ذهب	151
3-29	زئبق	156

الفصل الرابع فلزات انتقالية داخلية 161

4-1 فلزات أتربة نادرة (لانثانيدات)

4-1-1	لانثانوم	162
4-1-2	سيريوم	166
4-1-3	براسيوديميوم	170
4-1-4	نيوديميوم	173
4-1-5	بروميثيوم	177
4-1-6	ساماريوم	180
4-1-7	يوروبيوم	184
4-1-8	جادولينيوم	188
4-1-9	تيربيوم	192
4-1-10	ديسبروسيوم	196
4-1-11	هولميوم	200
4-1-12	أربيوم	204
4-1-13	ثوليوم	208
4-1-14	إتيربيوم	212
4-1-15	لوتيتيوم	216

2-4 فلزات الأكتنويدات

1-2-4	أكتينيوم	220
2-2-4	ثوريوم	223
3-2-4	بروتكتينيوم	227
4-2-4	يورانيوم	230
5-2-4	نبتونيوم	234
6-2-4	بلتونيوم	237
7-2-4	أمريكيوم	240
8-2-4	كوريوم	243
9-2-4	بركليوم	246
10-2-4	كاليفورنيوم	492
11-2-4	أينشتاينيوم	252
12-2-4	فيرميوم	255

الفصل الخامس فلزات ضعيفة 258

1-5	ألمنيوم	259
2-5	جاليوم	264
3-5	إنديوم	268
4-5	قصدير	271
5-5	ثاليوم	275
6-5	رصاص	279
7-5	بزموث	284

الفصل السادس أشباه فلزات 288

1-6	بورون	289
2-6	سيليكون	294
3-6	جرمانيوم	299
4-6	زرنيخ	302
5-6	أنتمون	306
6-6	تيلوريوم	310
7-6	بولونيوم	313

الفصل السابع لافلزات 316

7-1 هيدروجين ولافلزات أخرى 317

7-1-1 هيدروجين 318

7-1-2 كربون 321

7-1-3 نيتروجين 326

7-1-4 أوكسجين 330

7-1-5 فسفور 333

7-1-6 كبريت 338

7-1-7 سيلينيوم 342

7-2 هالوجينات 345

7-2-1 فلور 346

7-2-2 كلور 350

7-2-3 بروم 353

7-2-4 يود 356

7-2-5 أستاتين 359

7-3 غازات نبيلة 362

7-3-1 هيليوم 363

7-3-2 نيون 366

7-3-3 أرجون 369

7-3-4 كريبتون 372

7-3-5 زينون 375

7-3-6 رادون 378

ملحقات: 381

ملحق 1 ترتيب العناصر حسب الكثافة 382

ملحق 2 ترتيب العناصر حسب درجة الإنصهار 385

ملحق 3 ترتيب العناصر حسب المقاومية الكهربية 388

ملحق 4 ترتيب العناصر حسب الموصلية الحرارية 391

ملحق 5 شرح مصطلحات 394

ملحق 6 رسوم بيانية 399

ملحق 7 السلسلة الإشعاعية لليورانيوم 238 401

الكاشف 405

مقدمة

العناصر الكيميائية هي اللبنات التي تنتظم لتشكل الكون بكل مكوناته الحياتية. ومانحس أو نرى من حولنا من أشياء، قريبها وبعيدها، صغيرها وعظيمها.. بدءاً من مادة هذا الكتاب، مروراً بكل ما تحتويه الأرض وما عليها وما يحيط بها وانتهاءاً بالكون المنظور بأجرامه وأفلاكه المتسقة... كل هذه الأشياء تتكون من أقل من 90 عنصراً كيميائياً تفاعلت واتحدت لتشكل مختلف أنماط الحياة المادية.

90 % من كتلة جسم الإنسان تكونها ثلاثة عناصر

بدأ الاهتمام بدراسة طبيعة المادة منذ فجر التاريخ وكانت أعمال السحر والتنجيم تسيطر على أذهان الفلاسفة والعلماء في القرون الوسطى. وقد تأثر الجميع بالفلسفة الإغريقية وبنظرية أرسطوطاليس في القرن الرابع قبل الميلاد التي افترض فيها أربعة عناصر مكونة للمادة هي النار والهواء والماء والتراب وأن طبيعة أي مادة لا تختلف إلا باختلاف نسب هذه العناصر. و ساد الاعتقاد بإمكانية تحويل المعادن الرخيصة مثل الحديد والنحاس الى الذهب والفضة وسيطرت الفكرة على الرحالة وطلاب الثراء وأصبحت هي الحافز للمزيد من البحث في طبيعة العناصر. وبالطبع لم تثمر هذه المحاولات البدائية في الحصول على المعدن النفيس، إلا أنها دون شك قد مهدت الطريق للعلماء والفلاسفة ليتواصل نشاطهم ولينتهي الحال بظهور نظريات علمية تطورت مع مرور الزمن لتشكل ما بين أيدينا الآن من النظريات والمعارف الحديثة.

ومما يجدر ذكره أنه قد أصبح الآن في مقدور الإنسان تحضير العناصرالتي لا توجد في الطبيعة وتحويل عنصر إلى عنصر آخر عن طريق التفاعلات النووية. وهكذا يتحقق أخيراً أحد أحلام العلماء، إلا أن أحلام المستثمرين ظلت بعيدة المنال إذ أن كلفة العنصر المحضر صناعياً تساوي أضعاف ثمن المعدن الطبيعي.

انهارت الحضارة الرومانية وتحول المسار المعرفي والتطور العلمي ناحية الدولة الإسلامية. وتواصلت جهود العلماء في البحث عن أصل المادة متأثرين بنظرية الأخلاط الأربعة وبإمكانية اكتشاف حجر الفلاسفة أو إكسيرالحياة الذي يشفي الأسقام ويحّول المعادن الرخيصة للذهب والفضة.

نشطت حركة الترجمة في القرن الثامن الميلادي وانتقلت الكيمياء بمفهومها الخاطئ إلى العلماء العرب الذين قدموا الفرضية العربية ومفهومها أن المادة تتكون من ثلاثة عناصر هي الكبريت والزئبق والملح. وكان العالم جابر بن حيان(721- 815م) من أوائل الرواد الذين غيروا تلك المفاهيم. وقد ذكر أنه قد تأثر في بداية حياته بالمفاهيم القديمة وبنظريات أرسطوطاليس وحجر الفلاسفة حتى سميت الفرضية العربية ب (ثلاثية جابر). ثم تطورت أساليب المعرفة مع ازدهار الحضارة وجهود العلماء الذين ما لبثوا أن رفضوا فرضيات أرسطوطاليس واستبعدوا فكرة تحويل العناصر. وكان جابر بن حيان أول من نادى باستخلاص المعلومات من خلال التجارب المعملية والاستنتاج العلمي واعتماد المنهج التجريبي في الدراسات العلمية. ومن أقواله لتلاميذه (عليك يا بني بالتجربة لتصل إلى المعرفة).

رسم لجابر بن حيان (أبو الكيمياء)
721- 815 م

وكانت أبحاث ابن حيان قد أثمرت عن ابتكار العديد من المعينات المعملية التي مهدت السبل لتحضير مجموعة من أهم المواد الكيميائية منها حمض الكبريتيك (زيت الزاج) وحمض الخليك والماء الملكي وغيرها مما ساعد في تنقية واستخلاص عناصر مثل الذهب والكبريت ليتم تصنيفها- لأول مرة -كعناصر كيميائية. ويعتقد بعض المؤرخين أن جابر هو مكتشف عنصري أنتمون وبزموث. وكان جابر أول من وضع اللبنة الأولى لتصنيف العناصر في ثلاث مجموعات هي مجموعة العناصر الطيارة مثل الزرنيخ والكبريت والزئبق ومجموعة الفلزات مثل الذهب والفضة والنحاس ثم مجموعة الحجارة وهي العناصر غير القابلة للطرق(اللافلزات).

واستبق جابر العالم الإنجليزي دالتون بألف عام بتقديمه وصفاً علمياً للاتحاد الكيميائي بأنه (تمازج عنصرين أوأكثر لتكوين مادة جديدة دون أن تفقد العناصر خصائصها الجوهرية).

تواصلت الدراسات الجادة على يد علماء أفذاذ أمثال يعقوب ابن اسحاق الكندي(805 - 873 م) مؤلف (رسالة في بطلان دعوى المدّعين صنعة الذهب والفضة وخدعهم) والطبيب العالم أبوبكر الرازي (865-925 م) والفيلسوف والعالم الفلكي والكيميائي ابن سينا (980-1037م) الذي قرر أنه (لا يمكن إحداث تغير في وحدة المواد بالرغم من إمكانية حدوث ظاهري لهذا التغيير) ممهداً بذلك للنظرية الذرية الحديثة.

شهد القرن التاسع تحرر الكيمياء عملياً من الدجل والأوهام وتم إرساء الأسس العلمية للكيمياء المعاصرة ونشطت حركة التأليف في مختلف مجالات العلوم وبلغت مؤلفات أبوبكر الرازي وحده أكثر من 200 مصنف كان أشهرها في الكيمياء كتاب (سر الأسرار) الذي ترجم لعدة لغات واعتمد كمرجع في الجامعات الأوربية حتى القرن السابع عشر.

يقول جورج سارتون أستاذ مادة تأريخ العلم بجامعة واشنطون متحدثاً عن المعجزة الحضارية العربية في كتابه "حياة العلم " (إن عملية خلق حضارة جديدة ذات صفة دولية خلال أقل من قرنين لهي من الأمور التي يتعذر شرحها) . وفي تصنيفه للعصور التاريخية أطلق سارتون على النصف الثاني من القرن الثامن الميلادي اسم (عصر جابر بن حيان) وعلى النصف الثاني من القرن التاسع الميلادي اسم(عصر الرازي).

نهاية القرن الثالث عشر الميلادي كانت البداية ما صار يعرف بعصر النهضة في أوربا الذى تزامن مع اضمحلال الحضارة الإسلامية وغروب شمس دويلاتها.

ازدهرت الحضارة الجديدة وتحول مسار التطور العلمي ناحية الغرب لكنه عاد هذه المرة علماً تجريبياً مبنياً على أسس علمية ومبرءاً من أعمال السحر و الدجل وخرافات القرون الوسطى.

استقلت الدول الأوربية بمسمياتها الحالية وتحررت المجتمعات من القوانين الإقطاعية وارتفعت وتيرة النمو الاقتصادي بعد اكتشاف " الدنيا الجديدة " واستعمار الأمريكتين واستغلال ثروات مناجمها الغنية بالذهب والفضة.

اعتمدت معظم الدول لغاتها الخاصة وأنشأت المعاهد والجامعات ونشطت أعمال الترجمة والبحث والتأليف وتحرر العلماء والفلاسفة من القيود الكنسية. وكان الألماني ماكس مايرهوف مؤلف كتاب (تراث الإسلام) والبروفسير جورج سارتون ومؤرخون آخرون قد وثقوا تاريخ القرن السابع والثامن وأطلقوا على النصف الثاني من القرن الثالث عشر اسم (عصر الترجمة من العربية إلى اللغات الأوربية).

في أواخر القرن السابع عشر دفع العالم الإنجليزي روبرت بويل(1627-1691) بماعرف وقتها بالنظرية الحديثة ومفادها أن المادة تحتوي على مكونات غير قابلة للتجزئة . ومع بداية القرن التاسع عشر اقترح العالم البريطاني جون دالتون(1766-1844) تفسيراً عرف بالنظرية الذرية وكانت أهم فرضياتها أن جميع العناصر تتكون من دقائق صغيرة غيرمنظورة وغيرقابلة للانقسام تسمى بالذرات. وأن ذرات العنصر الواحد متماثلة في شكلها وخواصها ومختلفة عن ذرات العناصرالأخرى وأن المركبات تتكون باتحاد ذرتين أوأكثر بنسب عددية بسيطة وذلك خلال تفاعلات كيميائية يعاد فيها ترتيب الذرات دون أن تفقد خصائصها.

مع نهاية القرن التاسع عشر كانت الدراسات قد اثبتت أن الذرة نفسها مكونة من دقائق متناهية في الصغر وكان العالم مايكل فارادي(1791 -1867) قد لاحظ (اثناء تجاربه في التحليل الكهربائي) العلاقة بين كمية الكهرباء وكمية المادة المترسبة من عنصر، وتحقق من العلاقة بين ذرات العناصر و وحدات الكهرباء التي سماها إلكترونات. تلى ذلك دراسات العلماء جوزيف تومسون (1856- 1940) لأشعة المهبط في انبوب التفريغ التي انتهت أيضاً بالتعرف على الإلكترون وخصائصه، ثم تمكن العالم ميليكان (1868 – 1953 م) من حساب شحنة الإلكترون المنفرد لأول مرة وأثبت أن هذه الشحنة مكماة (كمية ثابتة) وأن الشحن الصادرة تحمل مضاعفات بسيطة لشحنة الإلكترون وأن نسبة شحنة الإلكترون الى كتلته ثابتة ولا تعتمد على نوع الغاز في انبوب التفريغ. ثم وفي 1911 قدم (تلميذه) الفيزيائي رذرفورد النموذج النووي للذرة ومفاده أن الذرة تتكون من نواة مركزية تدور حولها الإلكترونات وتمثل 1 من 10,000 من حجم الذرة وأكثر من 99.95% من كتلتها. وأن النواة تحتوي على البروتونات التي تحمل شحن موجبة. ثم اكتشفت النيوترونات لاحقاً (1932) وهي دقائق متعادلة كهربائياً موجودة في النواة ولها نفس كتلة البروتون تقريباً وعددها صفة مميزة لكل عنصر (العدد الذري).

اتجه اهتمام العلماء لدراسة طبيعة الضوء وخصائصه وتأثيره على المادة. وكان اكتشاف التأثير الكهروضوئي والأطياف الذرية ومعرفة العلاقة بين تردد الضوء والطاقة هي المداخل التي فتحت الباب لفهم الترتيب الداخلي للذرة. وكان العالم الفيزيائي ماكس بلانـــك (1858- 1947) قد افترض أن الضوء يتصرف أحياناً وكانه يتكون من دقائق صغيرة. وأكد هذه الفرضية البرت انشتين (1905) بعد دراسة للتأثير الكهروضوئي وسميت هذه الدقائق كوانتا، وسميت فيما بعد بالفوتونات وهي وحدة الطاقة الممتصة او المنبعثة من جسم ما في هيئة اشعاع كهرومغناطيسي.

ديمتري مندليف

لاحظ العلماء أن الطاقة الضوئية تنبعث بفعل شرارة كهربائية على غاز مثل الهيدروجين أو بخار صوديوم أوبإثارة مادة بواسطة اللهب وأنه بتمرير الضوء المنبعث من العنصر المثار خلال منشور زجاجي فانه يسقط بأطوال موجية محددة ليكوّن الطيف الخطي(أو الطيف الذري) المميز لكل عنصر.

كان العالم نيلز بوهر (1885-1962) أول من قدم تصوراً للتركيب الداخلى للذرة بعد أن استخدم فكرة المدارات الإلكترونية لتفسير الطيف الخطي في ما يعرف بالنظرية الكمية . افترض بوهر أن الإلكترون (في ذرة الهيدروجين) يدور حول النواة في مسارات دائرية لها مستويات محددة من الطاقة تتناسب طردياً مع بعدها عن النواة . وأن هنالك تغيرات محددة (مسموح بها) يمكن ان تحدث داخل الذرات بحيث لا ينتقل الإلكترون من مدار الى مستوى أعلى أوأدنى في الطاقة إلا بأكتساب أو بفقد كمية محددة من الطاقة تعادل فرق الطاقة بين المدارين .

لقد أتاح التطور الهائل في وسائل التقنية مع استخدام الرياضيات الحديثة وتطور نظرية الكم (ميكانيكا الكم) الى فهم طبيعة التركيب الداخلى للذرات حيث تتفرد ذرات كل عنصر بمنظومة داخلية تحدد خصائصه وموقعه في الجدول الدوري.

سبقت ظهور هذه النظريات ثورة علمية شاملة أثمرت في الكشف عن عناصر جديدة. وقد بلغ عدد العناصر المكتشفة حتى أوائل القرن التاسع عشر أكثر من 40 عنصر كيمائي. ثم وفي العام 1869 م قام العالم الروسي مندليف (1834 -1907)

بترتيب 60 عنصراً حسب كتلها الذرية في قوائم عرفت فيما بعد بجدول مندليف ثم بالجدول الدوري للعناصر. وقد تنبأ مندليف بالعناصر التي لم تكن معروفة حينئذٍ وترك من أجلها خانات فارغة في الجدول.

حتي عام 2007 بلغ عدد العناصر الكيميائية المعروفة 117 عنصراً. العناصر بأعداد ذرية 83 أو أكثر عناصر غير مستقرة (نشطة إشعاعياً). والعناصر بأعداد ذرية أعلى من 95 عناصر مشعة لا توجد في الطبيعة وتحضر صناعياً من العناصر الثقيلة عن طريق التفاعلات النووية. العناصر من 83 وحتى 94 عناصر مشعة وغير مستقرة لكنها توجد في الطبيعة اما بسبب طول أعمارها أو لأنها تتوالد باستمرار نتيجة الإنحلال الإشعاعي لعناصر مشعة أخرى. العناصر بأعداد ذرية 83 أو أقل جميعها عناصر مستقرة عدا العنصر 43 (تكنيتيوم) والعنصر 61 (بروميثيوم).

المركبات تتكون نتيجة لإتحاد عنصرين أو أكثر ومعظم العناصر توجد في هيئة مركبات بإستثناء العناصر النبيلة والتي توجد في هيئتها الحرة مثل الذهب والبلاتين والغازات النبيلة، ويقدر عدد المركبات المعروفة الان بأكثر من 10 مليون مركب.

الجدول الدوري للعناصر

يرمز للعناصر في الجدول الدوري بحرف أو حرفين من الاسم الإنجليزي أو اللاتيني للعنصر. أهم الاختلافات بين الجدول الدوري الحديث وجدول مندليف يمكن تلخيصها في النقاط التالية:

1- الفراغات في جدول مندليف تمت تعبئتها في الجدول الحديث بالعناصر التي اكتشفت لاحقاً.

2- في جدول مندليف رتبت العناصر حسب الكتلة الذرية (الوزن الذري) مما أدى الى إزاحة بعض العناصر عن مواضعها الطبيعية لتقع ضمن مجموعات أخرى (لاحظ الوضع بالنسبة لعنصري كوبولت ونيكل وبالنسبة لأرجون وبوتاسيوم).

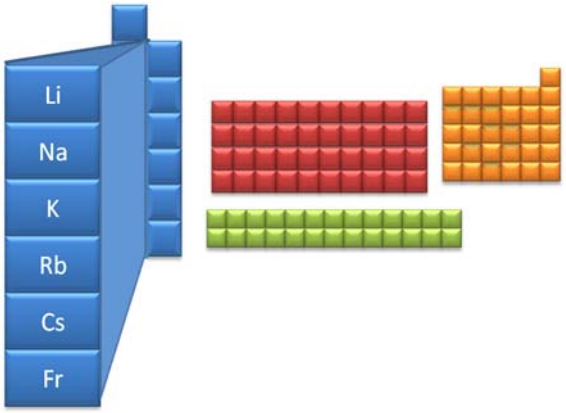
في الجدول الدوري الحديث العناصر مرتبة حسب أعدادها الذرية (أي حسب عدد البروتونات في ذرة العنصر). وقد أظهر هذا الترتيب أن خواص العناصر دالات دورية لأعدادها الذرية وهو ما يعرف بالقانون الدوري.

3- المجموعات في مندليف معرفة بالأرقام اللاتينية (I, II, III, IV...) بينما تستخدم في الجدول الدوري الحديث الأرقام العربية (1، 2، 3 ،4 ....) حسب توصية الإتحاد العالمي للكيمياء البحتة والتطبيقية.

بالإطلاع على الجدول الدوري تلاحظ 14 ‘مجموعة’ رأسية و7 ‘دورات’ أفقية وحسب القانون الدوري فإن خواص العناصر تتدرج مع الزيادة في العدد الذري من المجموعة 1، خلال الدورات وحتى المجموعة 14 ثم تعود لتبدأ بالمجموعة الأولى في نسق يضع كل عنصر في مكانه الطبيعي من مجموعته حيث تشترك عناصر كل مجموعة في خصائصها وفي التوزيع الإلكتروني لذراتها.

وبنظرة سريعة للجدول يلاحظ أن العناصر القلوية تقع كلها في المجموعة الأولى(عنصر الهيدروجين في هذه المجموعة يوجد بصورة استثنائية) وتوجد كل الهالوجينات في المجموعة 17 والغازات النبيلة ضمن المجموعة 18 وهكذا... تلاحظ أيضاً أن العناصر الفلزية تحتل المجموعات يمين ووسط الجدول بينما تقع العناصر اللافلزية في يسار الجدول وتتدرج الخواص لتحتل أشباه الفلزات الحدود الفاصلة وهي عناصر تتمتع بخواص فلزية ولافلزية.

فلزات قلوية



سلسلة عناصر المجموعة الأولى في الجدول الدوري. عناصر بيضاء- فضية تزداد خاصيتها الفلزية بالمرور من أعلى المجموعة إلى أسفلها وهذا هو النمط المشاهد في كل المجموعات في الجدول الدوري . فعنصر ليثيوم (رقم 3) هو الأضعف في صفته الفلزية وفرانسيوم (رقم 87) هوالأقوى والأنشط كيميائياً.

الهيدروجين عنصر لافلزي ينتمي لهذه العناصر بالإسم فقط ووضع على رأسها فقط بسبب عدده الذري.

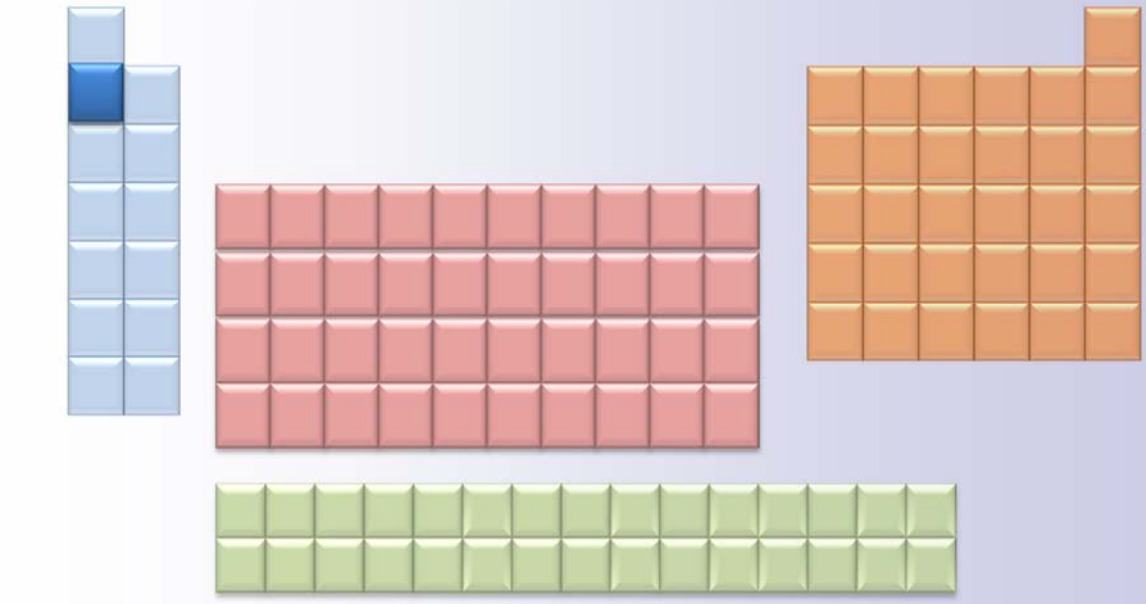
العناصر القلوية لا توجد حرة في الطبيعة ولكن في هيئة مركبات مثل كلوريد صوديوم (ملح المائدة). تتأكسد بسرعة في الهواء وتنفجر في الماء البارد مع تصاعد غاز الهيدروجين وتكوين محاليل شديدة القلوية.

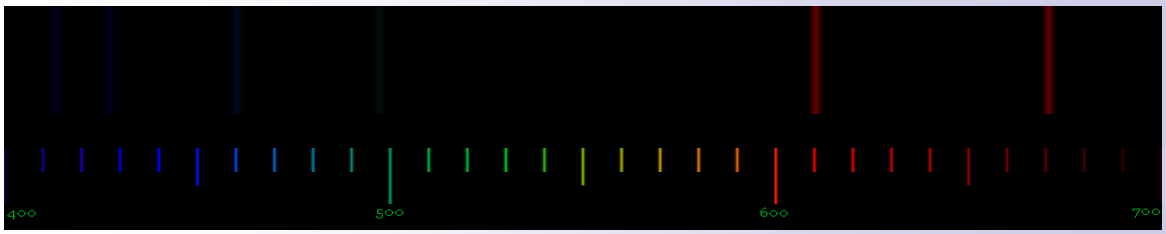
تتميز العناصر القلوية بقيم متدنية للكثافة ودرجات الانصهار. كما تتميز بأدني جهد تأين بين جميع العناصر.

الفلزات القلوية النقية تحضر في الصناعة بواسطة التحليل الكهربائي لمصهور الملح.

التعامل مع كل عناصر المجموعة يكون بحذر تام كما يجب حفظها في وسط جاف مثل جو من غاز خامل أو كيروسين جاف.

ليثيوم Li





مقدمة

فلز أبيض-فضي، طري، يكتسي بطبقة داكنة حال تعرضه للهواء الجوي . نشط جداً كيميائياً. يشتعل تلقائياً في الهواء في درجة حرارة 200 درجة مئوية ويتفاعل مع الماء البارد ولكن بصورة أهدأ من صوديوم و بوتاسيوم. وليثيوم هو العنصر الوحيد الذي يتفاعل مع النيتروجين في درجة الحراره العادية.

ليثيوم لا يوجد حراً في الطبيعة ولكن يوجد (متحداً) في الصخور البركانية . ويعتبر خام سبوديومين ومياه الينابيع المعدنية المصادر التجارية للعنصر حيث يحضر الفلز النقي بالتحليل الكهربائي لمصهور الكلوريد.

يتميز عنصر ليثيوم بأعلى قيمة حرارة نوعية وبأدنى كثافة بين جميع العناصر الصلبة (كثافة ليثيوم تعادل نصف كثافة الماء).

يستخدم ليثيوم ومركباته في صناعة السبائك الخفيفة والمراكم والزجاج والشحوم كما تستعمل بعض أملاحه (كربونات وسترات) في تركيب عقاقير مضادة للقلق والاكتئاب.

هيدروكسيد ليثيوم مادة قلوية قوية، تتحد مع الزيوت في صناعة صابون الليثيوم كما تستخدم في تنقية الهواء في الأماكن المغلقة (داخل الطائرات مثلاً) وذلك بامتصاص ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عمليات التنفس والتدخين وغيرها.

خام سبوديومين

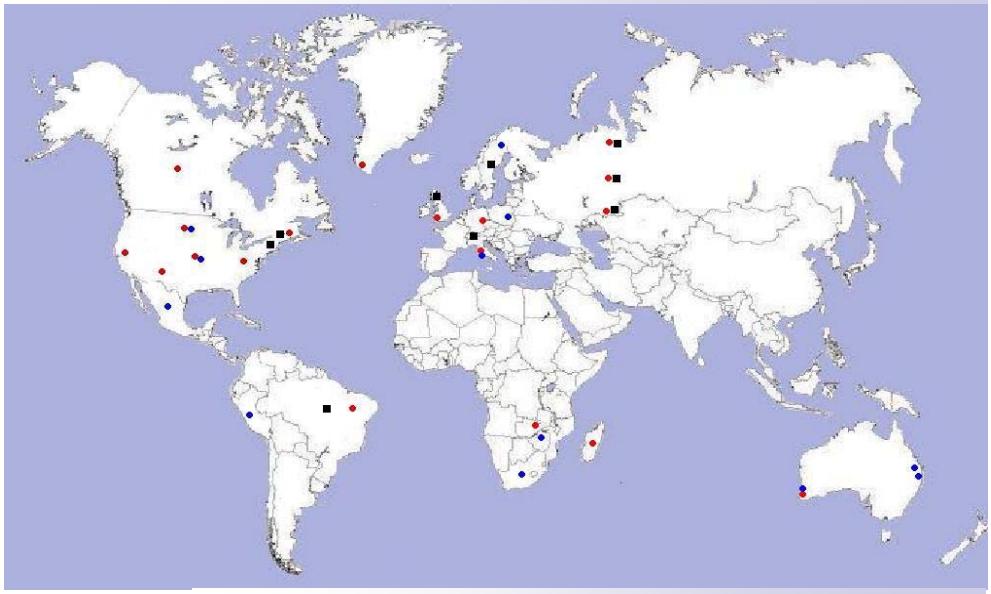
(سيليكات ليثيوم وألمنيوم)

-كاليفورنيا -

الخواص الفيزيائية والكيميائية

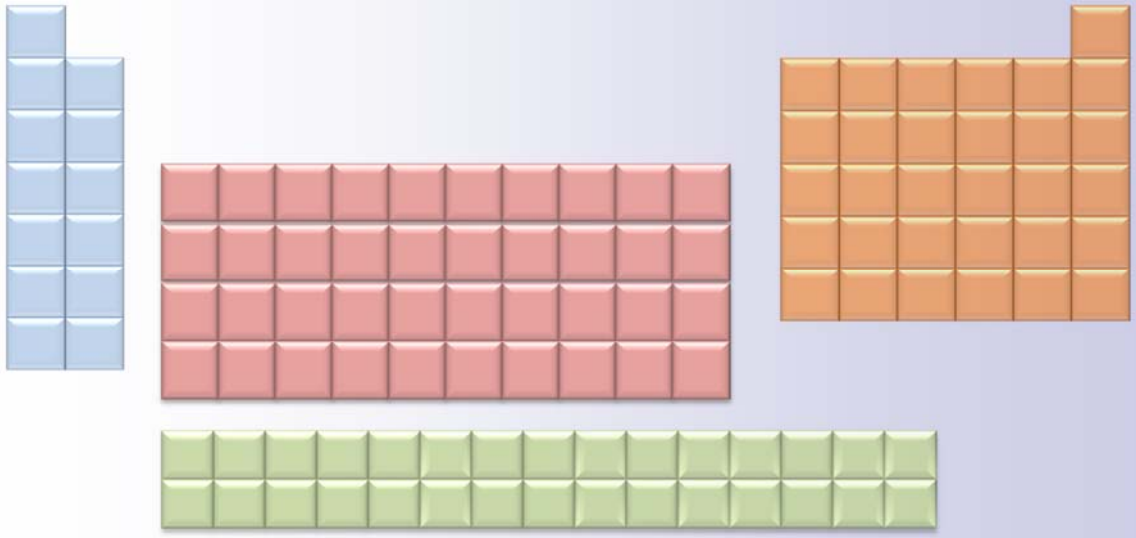
رمزالعنصر	Li	الكتلة الذرية النسبية	6.941
الرقم الذري	3	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	180.54
المجموعة	1	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1346.85
الدورة	2	الحرارة النوعية (جول\جم كلفن)	3.582
السلسلة	فلزات قلوية	أعداد الأكسدة	+1
الحالة الفيزيائة (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	0.98
نصف قطر الذرة (pm)	152	الموصلية الحرارية (واط \ متر. كلفن)	84.7
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	4.60
التوزيع الإلكتروني	$[He]2S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	134.7
حجم المول سم^3 \مول	13.00	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	513.3
الكثافة (جم سم3-)	0.534	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	7298.0
عدد النظائر	5	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	11814.8

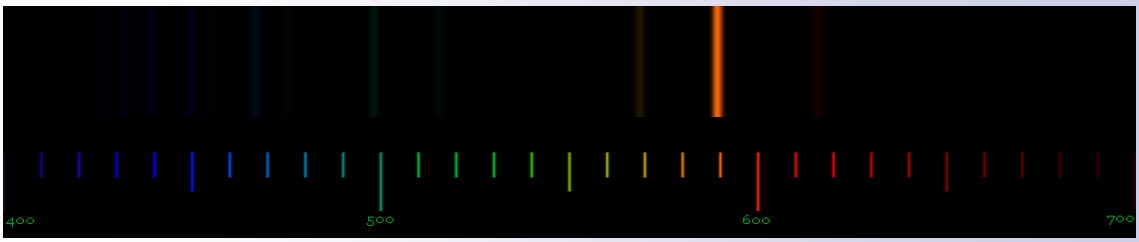
مواقع الخامات في العالم



● لبيدوليت ● بتاليت ■ سبوديومين

صوديوم Na





مقدمة

فلز أبيض فضي و طري، وهو أكثر العناصر القلوية وفرة في الطبيعة حيث تقدر نسبته في حدود 2.8 % من كتلة القشرة الأرضية.

الصوديوم لا يوجد حراً في الطبيعة ولكن في شكل مركبات ذائبة في مياه البحر وفي خامات صخرية أهمها خام هاليت أو ملح الصخور (كلوريد الصوديوم أو ملح المائدة).

العنصر نشط كيميائياً. ينفجر في الماء البارد مطلقاً غاز هيدروجين الذي يشتعل نتيجة لارتفاع درجة حرارة التفاعل (يحفظ الصوديوم مغموراً في الكيروسين أو في زيت معدني جاف) .

مركبات الصوديوم المهمة تجارياً تشمل الكلوريد أو ملح المائدة وهو الخام الرئيس لإنتاج الفلز صناعياً حيث يُحضّر بالتحليل الكهربائي لمصهور الكلوريد في خلية داونس ويحصل على غاز الكلور كناتج عرضي.

كلوريد الصوديوم يستخلص عادة من خام الهاليت (ملح الصخور) الذي يوجد في ترسبات البحيرات المالحة، أو من أحواض تجفيف مياه البحار.

كلوريد الصوديوم أو ملح المائدة استخدمه الإنسان في طعامه منذ القدم. وبسبب مفعوله المجفف القوي والقاتل للبكتيريا استخدم في التعقيم وفي حفظ الأطعمة وفي حفظ الجلود من التلف في المراحل الأولى لعملية الدباغة.

خام هاليت

يوجد في ترسبات البحيرات المالحة . البلورات تأخذ ألوان متعددة كاللون الأزرق والزهري والأصفر وذلك نتيجة احتوائها على مخلفات باكتيرية

المصدر م– 3

بلورات كلوريد الصوديوم

- ساحل البحر الأحمر -

المصدر م– 7

أيضاً يستعمل كلوريد الصوديوم في إذابة الثلوج في المناطق الباردة ويضاف للثلج للحصول على حمام بارد بدرجات حرارة أدنى من الصفر اعتماداً على التركيز.

كربونات الصوديوم تستعمل مع الرمل (السيليكا) في صناعة الزجاج وفي المنظفات الصناعية. والبيكربونات أو صودا الخبز تستعمل في الصناعات الغذائية.

هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية) تتفاعل مع الزيوت والشحوم في صناعة الصابون.

فوسفات الصوديوم تستعمل في المنظفات والصناعات الصيدلانية والكبريتات تستعمل في صناعة الزجاج والورق والمنظفات.

كثافة الإنبعاث الضوئي من العنصر أتاحت استخدام الصوديوم في صناعة المصابيح الضوئية (مصابيح بخار الصوديوم).

الصوديوم عنصر حيوي ووجوده مهم لموازنة الماء داخل الخلية الحية.

مصباح إنارة الطرق

(مصباح تفريغ غازي يحتوي على بخار صوديوم)

المصدر م-3

فلز صوديوم

المصدر م –7

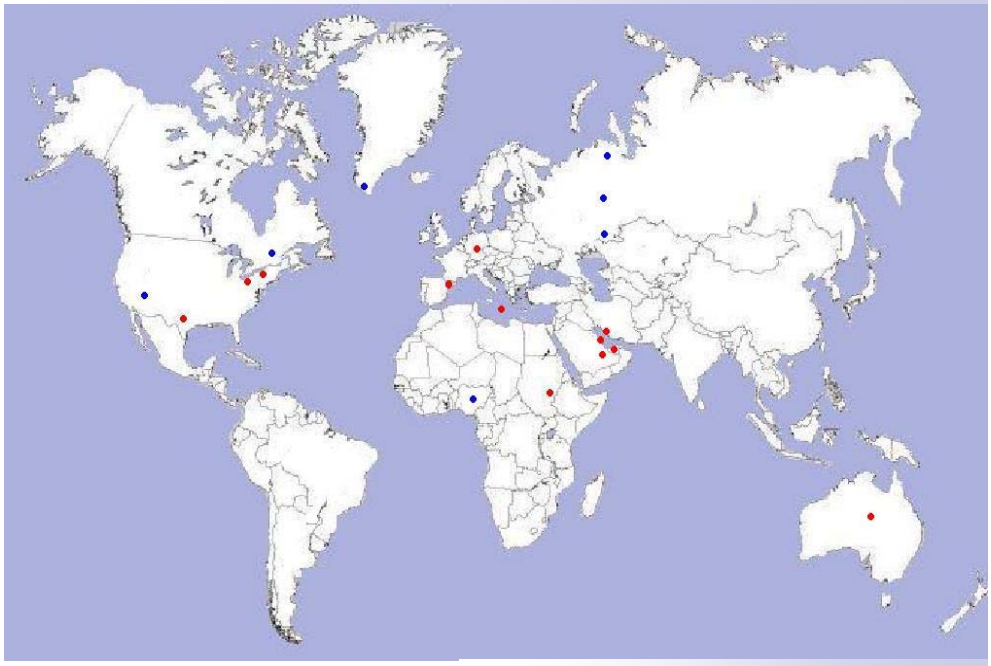
نسبة الأملاح في البحار والمحيطات تتراوح بين 3.1 و 3.8 % ومعظمها مكون من أيونات صوديوم وكلور (ملح المائدة).

في البحر الأحمر توجد أعلى نسبة ملوحة في البحار المفتوحة وذلك نتيجة لشدة التبخر مع عدم وجود مصبات لأنهار عذبة

الخواص الفيزيائية والكيميائية

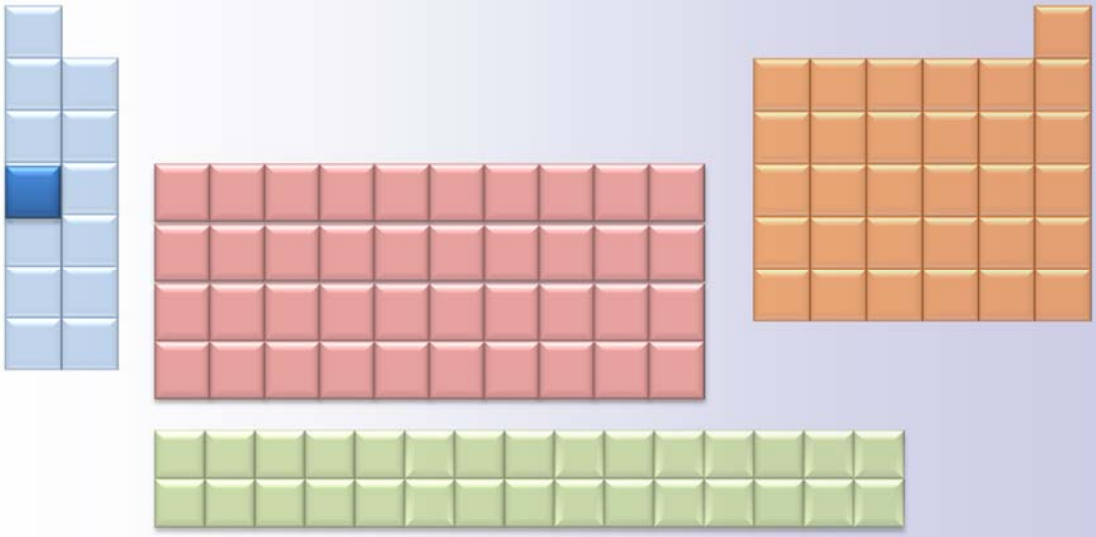
رمزالعنصر	Na	الكتلة الذرية النسبية	22.990
الرقم الذري	11	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	97.81
المجموعة	1	نقطة الغليان (درجة مئوية)	882.95
الدورة	3	الحرارة النوعية (جول\جم كلفن)	1.228
السلسلة	الفلزات القلوية	أعداد الأكسدة	+1
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	0.93
نصف قطر الذرة (pm)	153.7	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	141
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	2.64
التوزيع الإلكتروني	$[Ne]3S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	89.04
حجم المول(24K) سم^3\مول	23.68	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	495.8
الكثافة (جم سم-3)	1.444	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	4562.4
عدد النظائر	14	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	6912

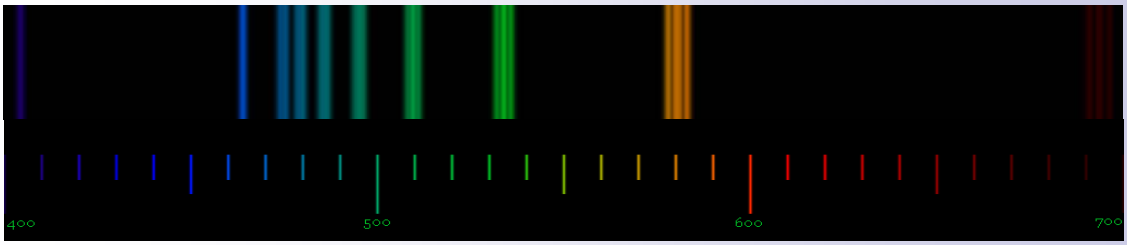
مواقع الخامات في العالم



• هاليت • كريوليت

بوتاسيوم K





مقدمة

فلز أبيض- فضي، طري. لا يوجد حراً في الطبيعة ولكن في هيئة أملاح في مياه الينابيع المعدنية وفي خامات صخرية أهمها كارناليت وسلفيت.

بوتاسيوم يتأكسد بسرعة في الهواء وينفجر في الماء البارد مكوناً الهيدروكسيد ومطلقاً غاز الهيدروجين الذي يشتعل نتيجة لارتفاع درجة حرارة التفاعل (الفلز يحفظ مغموراً في زيت معدني جاف أو كيروسين أوفي جو من غاز خامل).

لأملاح العنصر استخدامات هامة في عدد من المجالات الصناعة: نترات بوتاسيوم والكربونات والكلوريد تستعمل في صناعة الأسمدة،

والبروميد في صناعة التصوير، ويوديد وسترات بوتاسيوم مستخدمة في المجالات الطبية.

سيانيد بوتاسيوم مادة سامة قوية والبيرمنجنات عامل مؤكسد قوى وقاتل للبكتيريا. الكرومات وثنائي الكرومات عوامل مؤكسدة ومزيلات للألوان. كلورات

البوتاسيوم والنترات عوامل مؤكسدة قوية تستخدم في صناعة الذخيرة والمتفجرات.

بوتاسيوم عنصر حيوي بالنسبة للحيوان ولنمو النبات وهو العنصر الرئيس المتحكم في وظائف الخلايا العصبية والعضلات. وبوتاسيوم (مع صوديوم) ضروري للتحكم في موازنة الماء داخل الخلية الحية.

العنصر متوفر في معظم الأطعمة وعلى وجه الخصوص في الخضر والفواكه.

برومات بوتاسيوم استخدمت على نطاق واسع في تحسين الخبز والمعجنات قبل أن تحظر في معظم الدول بعد ادراجها في قائمة المواد المسرطنة.

خام سلفيت

(كلوريد بوتاسيوم)

- المانيا -

البطاطا والبندورة والموز من أهم المصادر الغذائية لعنصر بوتاسيوم

المصدر م – 7

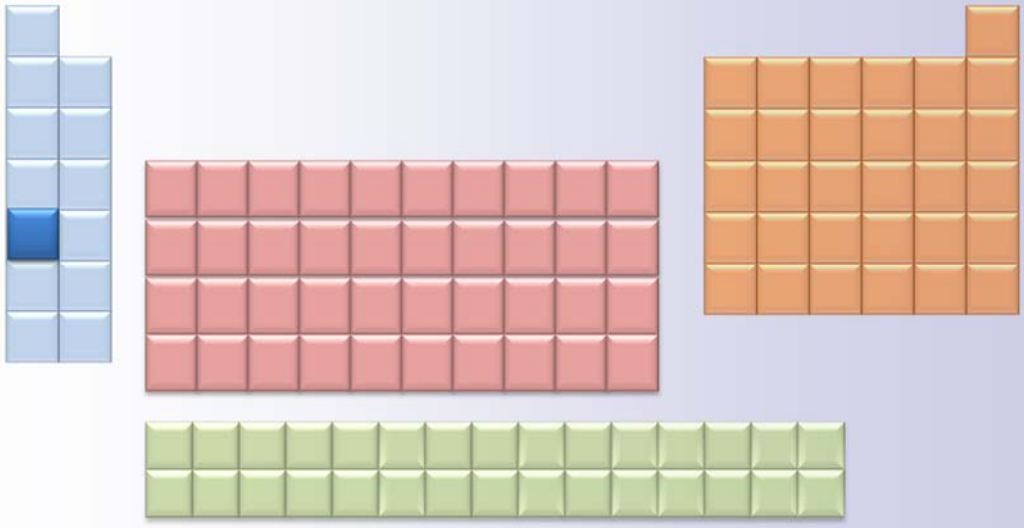
الخواص الفيزيائية والكيميائية

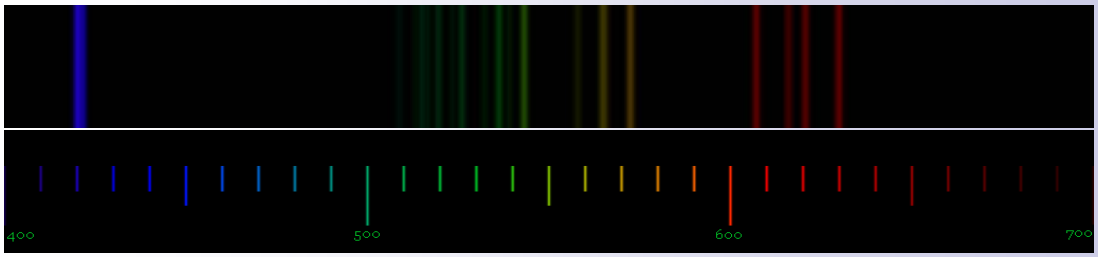
رمز العنصر	K	الكتلة الذرية النسبية	39.098
الرقم الذري	19	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	63.65
المجموعة	1	نقطة الغليان (درجة مئوية)	773.85
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.757
السلسلة	العناصر القلوية	أعداد الأكسدة	+1
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	0.82
نصف قطر الذرة (pm)	227	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	102.4
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	2.40
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]4S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	77.53
حجم المول (273 K) ($سم^3$\مول)	45.36	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	418.8
الكثافة (273 K) (جم دسم-3)	0.862	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	3051.4
عدد النظائر	18	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	4411

مواقع الخامات في العالم

● سلفيت ● كارناليت

روبيديوم Rb





مقدمة

فلز أبيض- فضي، طري، يحتل المرتبة الثانية (بعد سيزيوم) من حيث النشاط الكيمائي، القلوية والموجبية الكهربائية. يشتعل تلقائياً في الهواء ويتفاعل بعنف مع الماء البارد مطلقاً غاز الهيدروجين الذي يشتعل نتيجة لارتفاع حرارة التفاعل (يحتفظ بالفلز تحت زيت معدني جاف أو كيروسين أو في جو من غاز خامل).

روبيديوم يوجد - في هيئة أكسيد - في معية خامات سيزيوم خاصة خام بوليوسيت ولبيدوليت و تشكل خامات بوتاسيوم مصدراً إضافياً للعنصر.

العنصر - كغيره من العناصر القلوية - يُكوّن سبيكة مع الزئبق (ملغم) ويكون سبائك مع الذهب ومع سيزيوم، صوديوم بوتاسيوم.

روبيديوم مهم في تصميم مكونات الخلايا الكهروضوئية وفي عمليات استئصال الأكسجين والمخلفات الغازية الأخرى في الأسطوانات المفرغة.

أملاح روبيديوم تستخدم في صناعة أنواع خاصة من الزجاج كما تستعمل في الألعاب النارية لمنح اللون الأرجواني.

العنصر أحد خمسة الفلزات التي يمكن أن توجد في الحالة السائلة في درجات الحرارة العادية وهي جاليوم، روبيديوم، سيزيوم، زئبق وفرانسيوم.

خام لبيدوليت - البرازيل -

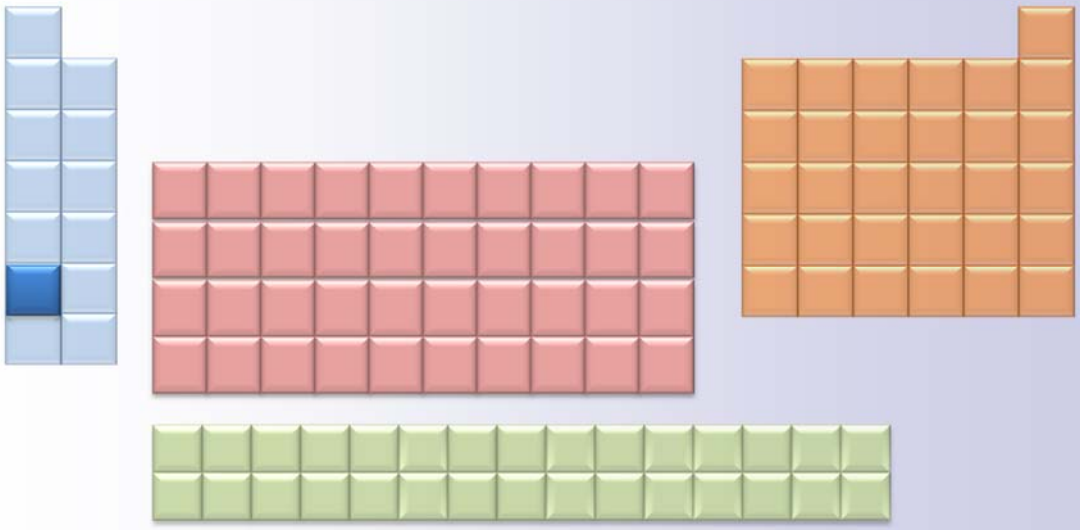
الخواص الفيزيائية والكيميائية

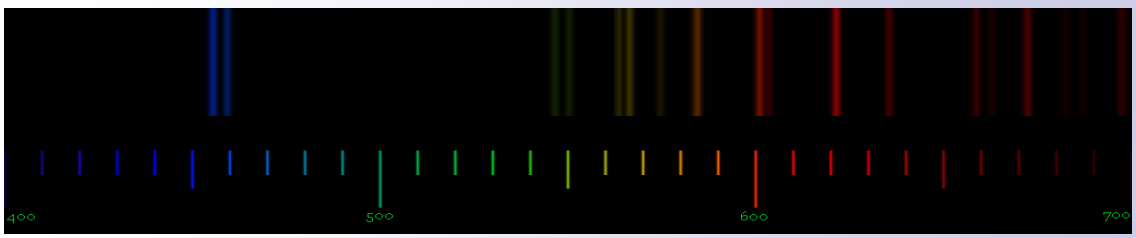
رمزالعنصر	Rb	الكتلة الذرية النسبية	85.468
الرقم الذري	37	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	39.05
المجموعة	1	نقطة الغليان (درجة مئوية)	687
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.363
السلسلة	فلزات قلوية	أعداد الأكسدة	+1
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	0.82
نصف قطر الذرة (pm)	247.5	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	58.2
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	2.20
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]\ 5S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	69.2
حجم المول (293K) (سم^3\مول)	55.79	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	403.0
الكثافة (جم سم-3)	1.532	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2632
عدد النظائر	30	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3900

مواقع الخامات في العالم

- لبيدوليت

سیزیوم Cs





مقدمة

فلز فضي، طري وقابل للطرق. يوجد في الطبيعة في خامات لبيدوليت وبولوسيت (سيليكات ألمنيوم وسيزيوم) ويستخلص العنصر عادة بالتحليل الكهربائي لمصهور السينيد.

سيزيوم أقوى عنصر موجب التأين بعد الفرانسيوم. نشط جداً كيميائياً وينفجر بمجرد ملامسة الماء البارد أو الثلج ويتفاعل مع الماء في درجات حرارة أدنى من 100 درجة مئوية تحت الصفر.

العنصر أحد خمسة الفلزات التي يمكن أن توجد في الحالة السائلة في درجات الحرارة العادية وهي جاليوم، روبيديوم، سيزيوم، زئبق وفرانسيوم. من أهم مركبات العنصر الكلوريد والنترات، ومنها الهيدروكسيد وهو أقوى مادة قلوية معروفة.

سيزيوم يستخدم لاستئصال الغازات في الأجهزة المغلقة والأنابيب الإلكترونية كما يستخدم الفلز كوسيط كيميائي (محفز) في عمليات هدرجة الزيوت النباتية.

سيزيوم شائع الاستعمال في الساعات الذرية المتميزة بالدقة الفائقة (انضباط في حدود 5 ثواني في كل 300 عام) حيث يعتمد حساب الوقت على مبدأ التذبذب (الرنين) بين النواة والإلكترونات في المدار الخارجي لذرة العنصر.

بوليوسيت

(سيليكات ألمنيوم وسيزيوم)

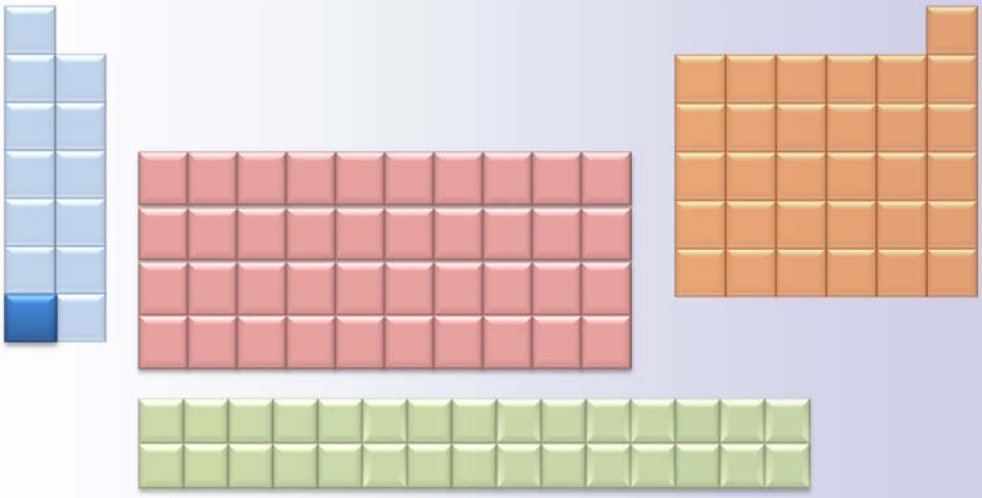
- فرنسا -

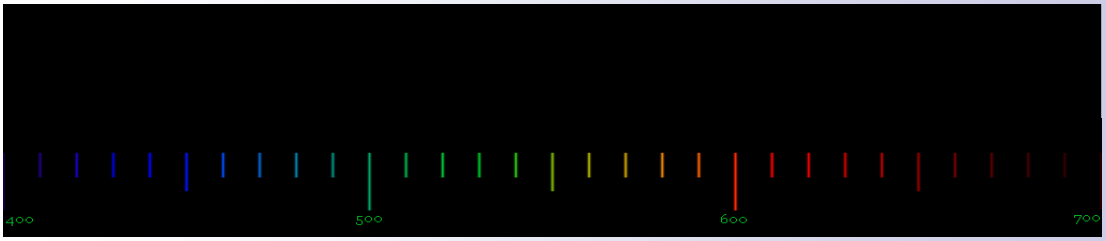
باستثناء فرانسيوم يتميز سيزيوم بأكبر عدد من النظائر بين جميع العناصر.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Cs	الكتلة الذرية	132.905
الرقم الذري	55	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	28.33
المجموعة	1	نقطة الغليان (درجة مئوية)	678.33
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.242
السلسلة	العناصر القلوية	أعداد الأكسدة	+1
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	0.79
نصف قطر الذرة (pm)	265.4	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	35.9
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	2.09
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]6S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	65.90
حجم المول (سم^3\مول)	70.96	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	375.7
الكثافة (161K) (جم سم-3)	1.873	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2420
عدد النظائر	40	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	?

فرانسيوم Fr





مقدمة

فرانسيوم هو العنصر الأقل استقراراً في الجدول الدوري حيث يبلغ نصف عمر نظيره الأكثر استقراراً أقل من دقيقتين

أحد أندر العناصر في الطبيعة.

نشط إشعاعياً ويوجد في شكل شوائب ضمن خامات يورانيوم وثوريوم حيث يتواصل توالد النظير فرانسيوم-223 ويتواصل تحلله ليضمحل إلى أستاتين وراديوم ورادون.

فرانسيوم آخر عنصر طبيعي يكتشف (عام 1939 م) وهو العنصر الأقل تركيزاً في القشرة الأرضية بعد أستاتين.

يمكن تحضير عنصر فرانسيوم صناعياً بعدة مسارات أهمها قذف ثوريوم بالبروتونات و قذف راديوم بالنيوترونات.

فرانسيوم أثقل العناصر القلوية وله أعلى وزن مكافئ من بين جميع العناصر وأدنى قيمة للسالبية الكهربائية وهو العنصر الأقل استقراراً في الجدول الدوري (أطول نظائره عمراً النظير فرانسيوم-223 وعمر نصفه 1.8 دقيقة).

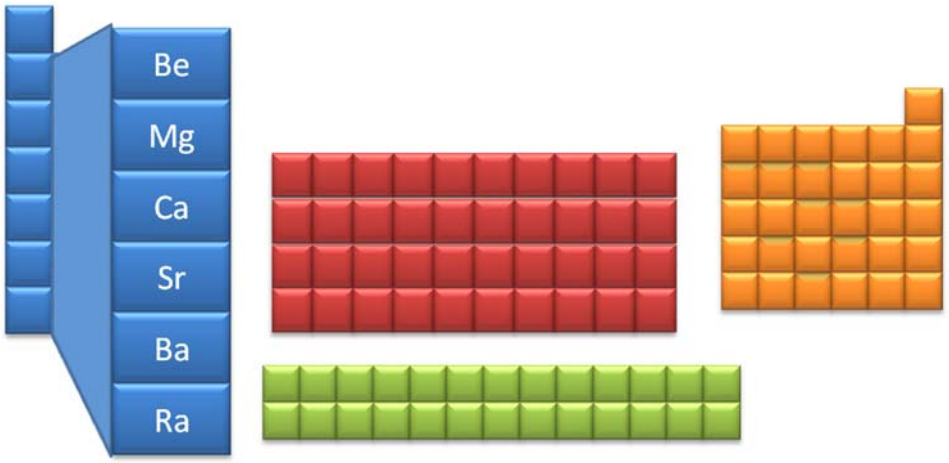
بسبب ندرته وعدم استقراره لا توجد استخدامات تجارية لفرانسيوم وتنحصر أهمية العنصر في المجالات البحثية البحتة.

العنصر أحد خمسة الفلزات التي يمكن أن توجد في الحالة السائلة في درجات الحرارة العادية وهي جاليوم، روبيديوم، سيزيوم، زئبق وفرانسيوم.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Fr	الكتلة الذرية	223
الرقم الذري	87	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	26.85
المجموعة	1	نقطة الغليان (درجة مئوية)	676.85
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	الفلزات القلوية	أعداد الأكسدة	+1
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	0.7
نصف قطر الذرة (pm)	270	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	15
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	####
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]7s^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	####
حجم المول (سم^3\مول)	####	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	392.96
الكثافة (جم سم-3)	1	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2100
عدد النظائر	30	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3100

فلزات قلوية ترابية

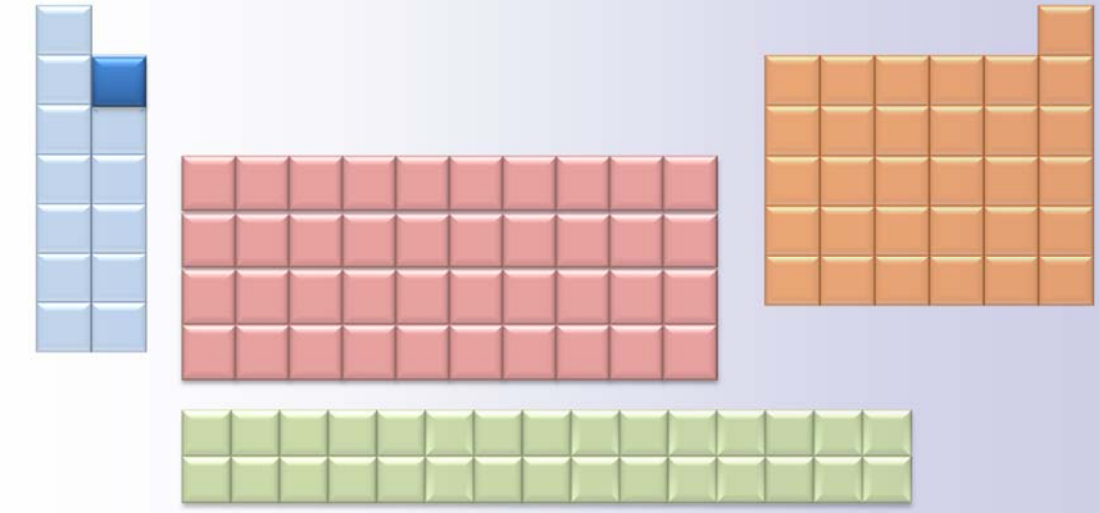


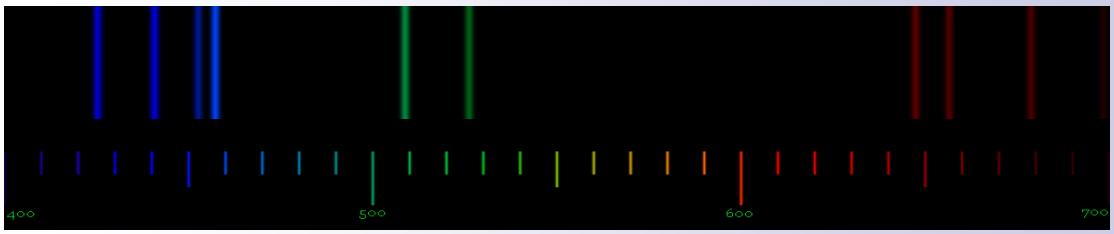
عناصر المجموعة الثانية في الجدول الدوري. عناصر فلزية، بيضاء - فضية, طرية, تتأكسد في الهواء الرطب و تتفاعل مع الماء ولكن بصورة أقل عنفاً من العناصر القلوية وتكوّن أكاسيدها محاليل شديدة القلوية.

أيضاً تزداد الخاصية الفلزية أسفل المجموعة، فعنصر باريوم سهل الذوبان في الماء البارد، وكالسيوم يذوب في الماء الحار بينما لا يتفاعل مغنيزيوم إلا مع بخار الماء ولا يتأثر بيريليوم حتى ببخار الماء بل يشذ كلياً عن المجموعة باكتساب خواص لافلزية بيّنة مثل قابلية الذوبان في القلويات.

كما هو الحال مع العناصر القلوية تحضر فلزات هذه المجموعة عن طريق التحليل الكهربائي لمصهور الأملاح.

بيريليوم Be





مقدمة

عنصر أبيض صلب. يوجد في خام بيريل (سيليكات ألمنيوم وبيريليوم) ويستخلص العنصر النقي عادة باختزال الكلوريد أو الفلوريد بواسطة كالسيوم أومغنيزيوم أو بالتحليل الكهربائي لمصهور فلوريد بيريليوم القاعدي.

بيريليوم خامل نسبياً بالمقارنة مع أفراد المجموعة. فهو لا يتأثر بالماء حتى في درجات الحرارة العالية ولا يتفاعل في الهواء إلا ببطء حيث تتكون على سطحه طبقة عازلة من الأكسيد الصلب، لكن مسحوق الفلز يشتعل تلقائياً في الهواء ليكون الأكسيد والنيتريد.

بيريليوم من أخف العناصر وهو مادة مثالية لصنع نوافذ الأشعة السينية. العنصر وأكسيده (بيريليا) من ضمن المواد المستعملة كوسائط مثبطة للنيوترونات في المفاعلات النووية.

الزمرد أحد أشكال خام بيريل. يكتسب اللون الأخضر نتيجة لوجود شوائب من كروم أو حديد ويعد من أقيم الأحجار الكريمة التي عرفت واستخدمت للزينة منذ فجر التأريخ.

سبائك بيريليوم مع النحاس وعدد من الفلزات تتميز بخفة الوزن مع المتانة والقدرة لتحمل للحرارة العالية ومقاومة التآكل.

مجالات استخدام سبائك العنصر تشمل صناعة المعدات الإلكترونية وأجزاء الطائرات والمركبات الفضائية.

غبار وأبخرة بيريليوم ومركباته سامة جداً ولها تأثيرات خطرة خاصة على الجلد والجهاز التنفسي، والعنصر وعدد من مركباته تصنف عادة ضمن المواد المسببة للسرطان.

بلورة الزمرد (الخضراء) فوق خام كالسيت - كولومبيا - المصدر م-1

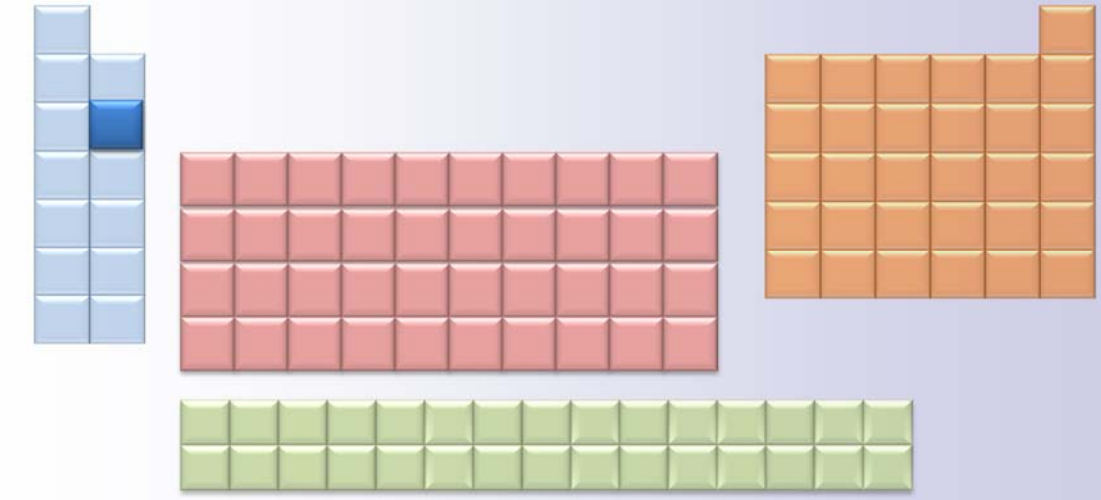
الخواص الفيزيائية والكيميائية

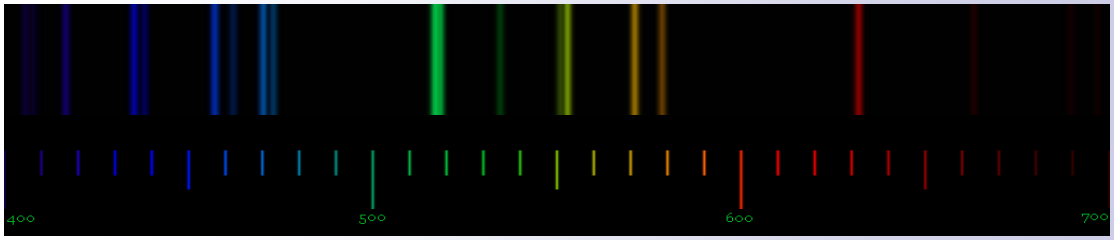
رمز العنصر	Be	الكتلة الذرية النسبية	9.012182
الرقم الذري	4	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1277.85
المجموعة	2	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2969.85
الدورة	2	الحرارة النوعية (جول\جم كلفن)	1.825
السلسلة	الفلزات القلوية الأرضية	أعداد الأكسدة	+2
الفيريائة الحالة (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.57
نصف قطر الذرة (pm)	113.3	الموصلية الحرارية (واط \ متر. كلفن)	200
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	9.80
التوزيع الإلكتروني	$[He]2S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	308.8
حجم المول (سم^3\مول)	4.88	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	899.5
الكثافة (جم دسم-3)	1.8548	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1757.1
عدد النظائر	6	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	14848

مواقع الخامات في العالم

- بيريل

مغنيزيوم Mg





مقدمة

فلز أبيض- فضي خفيف لا يوجد حراً في الطبيعة ولكن يوجد متحداً في خام دولوميت وعدد من الخامات الأخرى مُكوناً فى حدود 2 % من كتلة القشرة الأرضية.

مغنيزيوم يتأكسد ببط ء في الهواء ويتفاعل ببطء مع بخار الماء ولا يتفاعل مع الأكسجين ولا مع الماء أو القلويات في درجات الحرارة العادية لكن مسحوق الفلز يشتعل بلهب أبيض باهت عند تسخينه في الهواء. ومغنيزيوم أحد العناصر القليلة التى تتحد مباشرة مع النيتروجين.

يحضّر العنصر النقي صناعياً بالتحليل الكهربائي لمصهور الكلوريد (المستخرج من مياه البحار والآبار المالحة) أو باختزال أكسيد العنصر بواسطة الكربون.

لعنصر مغنيزيوم خاصية اختزال عدد من أكاسيد العناصر عند تسخينها مما يتيح استعماله على نطاق واسع في استخلاص عناصر مثل سيليكون، يورانيوم، فاناديوم وتيتانيوم من خاماتها.

الفلز يستخدم لحماية هياكل الحديد والصلب من التاكل (الحماية الكاثودية). ومغنيزيوم يشتعل ليصدر الضوء الساطع المستخدم في القنابل الضوئية والتصوير الفوتوغرافي.

هيدروكسيد المغنيزيوم (حليب المغنيزيا)، الكبريتات (ملح ابسوم)، الكلوريد والسترات جميعها تستخدم في المجالات الصيدلانية.

مغنيزيوم عنصر حيوي بالنسبة للحيوان والنبات ووجوده ضروري في عمليات حيوية داخل الخلية الحية أهمها عمليات بناء العظام والأسنان و موازنة معدلات عناصر صوديوم وبوتاسيوم في الجسم .

العنصر متوفر في مختلف أنواع الأطعمة ومن أهم مصادره نخالة القمح، الأرز الأسمر، الموز، البازلاء والفول السوداني.

خام دولوميت

(كربونات مغنيزيوم)

المصدر م– 3

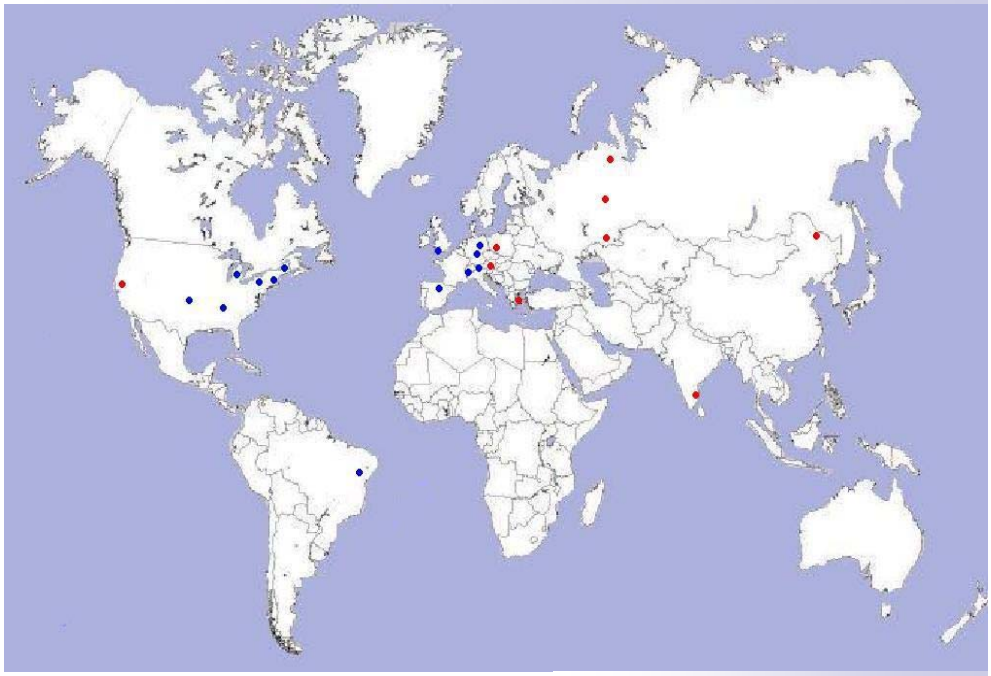
مغنيزيوم هو العنصر المركزي في بروتين اليخضور (الكلوروفيل) في حاملات الصبغات (البلاستيدات) النباتية حيث يصنع سكر الجلوكوز من الماء وثاني أكسيد الكربون في وجود الطاقة الضوئية (عملية التمثيل الضوئي)

المصدر م-7

الخواص الفيزيائية والكيميائية

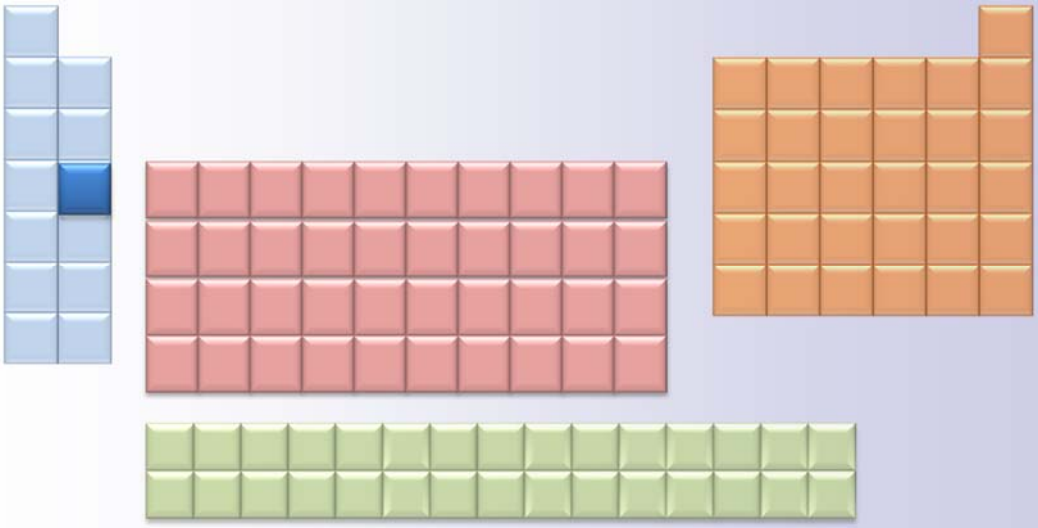
رمزالعنصر	Mg	الكتلة الذرية النسبية	24.305
الرقم الذري	12	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	648.85
المجموعة	2	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1089.85
الدورة	3	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	1.023
السلسلة	الفلزات القلوية الأرضية	أعداد الأكسدة	+2
الحالة الفيزيائية	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.31
نصف قطر الذرة (pm)	160	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	156
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	9.04
التوزيع الإلكتروني	$[Ne]3S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	128.7
حجم المول(24K) سم^3\مول	13.98	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	737.7
الكثافة (جم سم-3)	1.738	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1450.7
عدد النظائر	12	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	7732.6

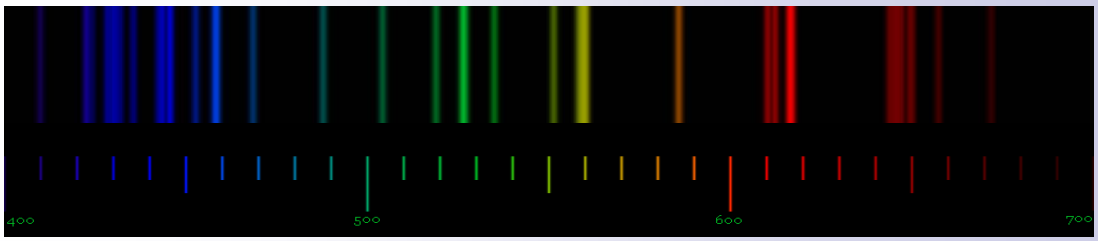
مواقع الخامات في العالم



● ماغنيزيت ● دولوميت

کالسیوم Ca





مقدمة

فلز أبيض- فضي شديد الصلابة. يفقد بريقه بسرعة في الهواء الرطب ويتفاعل بعنف مع الماء البارد ويحترق في الهواء مكوناً النتريد.

كالسيوم يحتل المرتبة الخامسة بين العناصر من حيث نسبة الوجود في القشرة الأرضية (في حدود 3.6 %) وهو العنصر الأكثر تركيزاً في المياه العذبة.

أهم خامات العنصر توجد في الصخور الرسوبية وتشمل الجبس، كالسيت ودولوميت . والفلز النقي يحضر صناعياً بالتحليل الكهربائي لمصهور الكلوريد.

يستخدم كالسيوم كعامل مختزل في عمليات استخلاص عناصر أخرى مثل ثوريوم ويورانيوم وفي صناعة السبائك خاصة مع ألمنيوم، نحاس و رصاص.

من مركبات العنصر المهمة في المجالات الصناعية الجير الحي (أكسيد كالسيوم) والجير المطفأ (هيدروكسيد كالسيوم) وهي من المكونات الرئيسة في مواد البناء وتنقية مياه المدن ومعالجة مياه الصرف.

الحجر الجيري والجبس هما المكونان الرئيسان للإسمنت البورتلاندي. الهيبوكلوريت مبيّض قوي والكربيد يتفاعل مع الماء في العملية الصناعية لإنتاج غاز أستلين.

عنصر كالسيوم مهم لبناء العظام والأسنان والأصداف وأوراق النباتات. ولأيون العنصردور حيوي في عمل القلب و تجلط الدم وعمل الجهاز العصبي.

الحليب ومنتجات الألبان واللوز والبندق والمشمش تشكل المصادر الطبيعية الرئيسة للعنصر.

الجبس

(كبريتات الكالسيوم)

-المكسيك -

المصدر م– 1

خام كالسيت

(كربونات الكالسيوم)

اللون الأحمر في البلورات ناتج عن شوائب هيماتيت(أكسيد حديد)

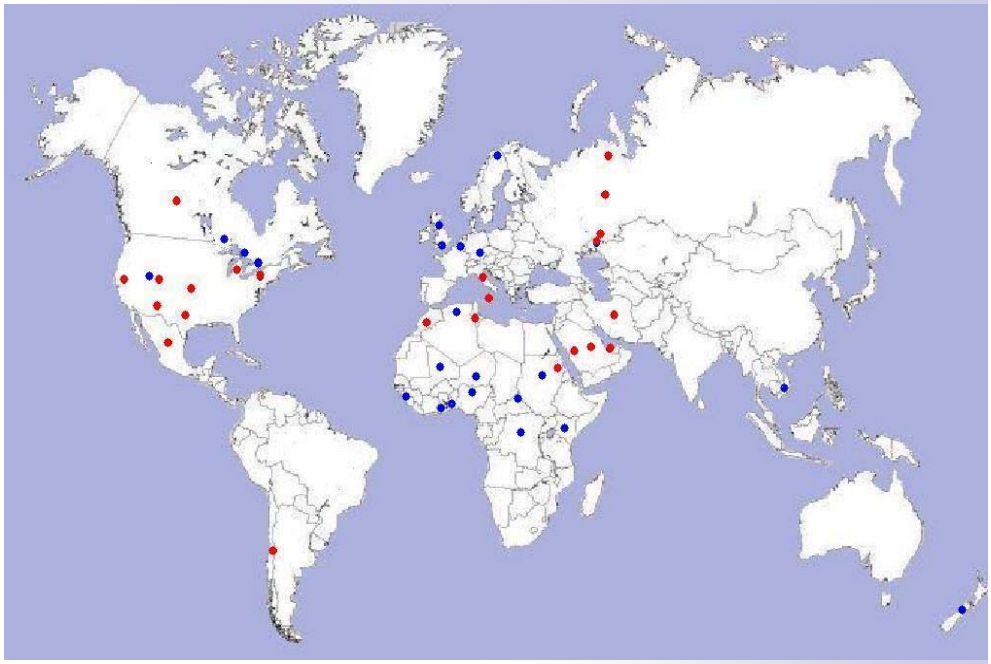
-انجلترا -

المصدر م– 1

الخواص الفيزيائية والكيميائية

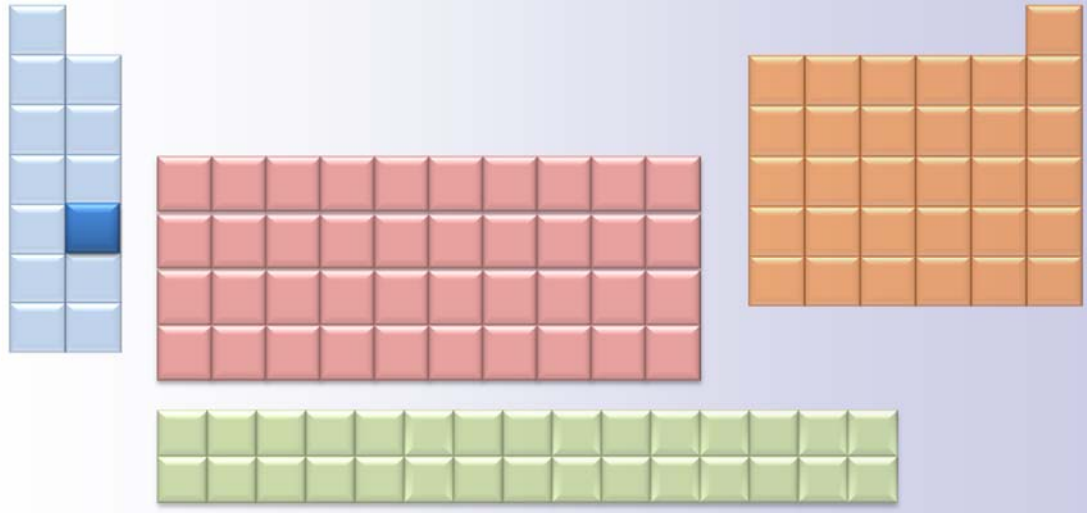
رمز العنصر	Ca	الكتلة الذرية النسبية	40.078
الرقم الذري	20	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	838.85
المجموعة	2	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1483.85
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.647
السلسلة	العناصر القلوية الأرضية	أعداد الأكسدة	+2
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.00
نصف قطر الذرة (pm)	197.3	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	200
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجهش	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	9.33
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]4S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	149.95
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	25.86	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	589.7
الكثافة (273 K) (جم دسم-3)	1.550	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1145
عدد النظائر	16	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	4910

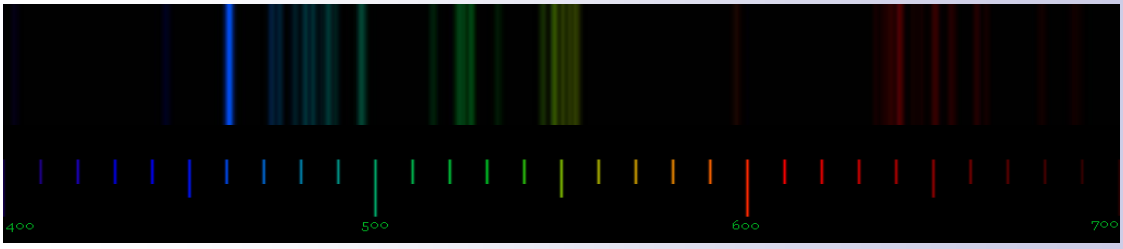
مواقع الخامات في العالم



● جبس ● حجر جيري

سترونشیوم Sr





مقدمة

فلز أبيض-فضي، لامع ونشط كيميائياً . يتأكسد بسرعة في الهواء ويكتسي بلون أصفر. يتفاعل بعنف مع الماء ويذوب في الأحماض المخففة مع تصاعد الهيدروجين. وفي درجات حرارة مرتفعة يتفاعل مع هيدروجين، أكسجين، نيتروجين ومع الهالوجينات (يحفظ الفلز عادة بغمره في زيت معدني أو كيروسين جاف).

سترونتيوم موجود بوفرة في الطبيعة (يحتل المرتبة 15 بين عناصر القشرة الأرضية). والعنصر يوجد في الصخور البركانية والرسوبية في هيئة كربونات (خام سترونتينيت) أو كبريتات (خام سليستين).

يستخدم سترونتيوم ومركباته في صناعة الألعاب النارية ويستخدم الهيدروكسيد في تنقية السكر .

خلال الانشطار الذري لعنصر يورانيوم تتولد مجموعة من نظائر سترونتيوم المشعة أهمها النظير سترونتيوم-89 (عمرنصف 50 يوماً) والنظير سترونتيوم-90 (عمر نصف 27.7 عام)، والأخير من أخطر المواد التي تهدد البيئة ومن أكثرها فاعلية في التلوث النووي حيث يتساقط النظيرعلى الأرض عقب الانفجارات النووية ويذوب في الماء ليجد طريقه ٍلى النباتات ومن ثم إلى الحيوان ليصل الإنسان مع الحليب.

وتكمن خطورة سترونتيوم في تشابه خواصه الكيميائية مع عنصر كالسيوم حيث يترسب ويستقر في العظام ليشكل مصدراً محلياً للإشعاعات النووية المدمرة.

سيليستين (كبريتات سترونتيوم)
- مدغشقر -
المصدر م– 1

سترونتيونيت كربونات سترونتيوم)
- كاليفورنيا -
المصدر م– 3

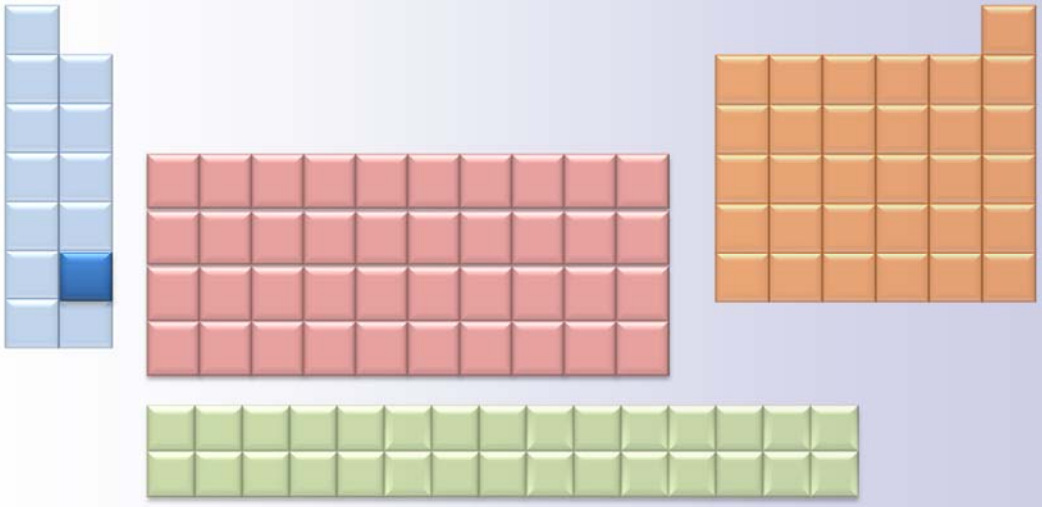
الخواص الفيزيائية والكيميائية

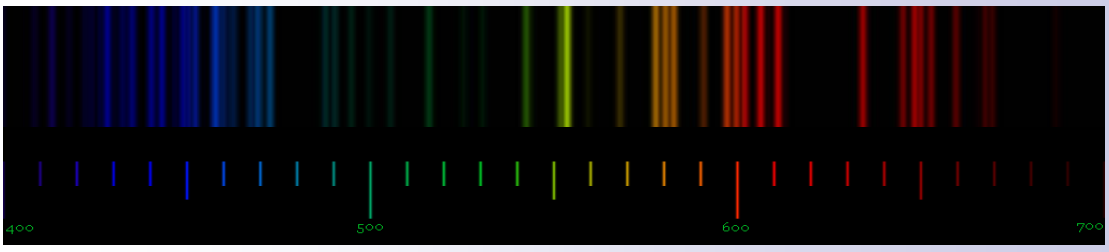
رمز العنصر	Sr	الكتلة الذرية النسبية	87.62
الرقم الذري	38	نقطة الإنصهار (درجة مئوية)	768
المجموعة	2	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1383
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.301
السلسلة	القلويات الأرضية	أعداد الأكسدة	+2
الحالةالفيزيائية (20°C)	صلب	السالبية الكهربية (باولنج)	0.95
نصف قطر الذرة (pm)	215.1	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	35.3
الشكل البلوري	نظام تكعيبي	حرارة الإنصهار (كجول مول-1)	9.16
التوزيع الإلكتروني	مركزي الجسم $[Kr]\ 5S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	138.91
حجم المول (سم^3\مول)	34.50	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	549.5
الكثافة (جم سم- 3)	2.540	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1064.2
عدد النظائر	23	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	4210

مواقع الخامات في العالم

• سيليستين • سترونتيانيت

باريوم Ba





مقدمة

فلز أبيض- فضى، طري. يقدر تركيزه في حدود 0.04 % من كتلة القشرة الأرضية.

يوجد في هيئة مركبات ويستخرج من خام بارايت (الكبريتات) وخام وزريت (الكربونات) ويحضر الفلز النقي بالتحليل الكهربائي لمصهور الكلوريد.

باريوم نشط جداً كيميائياً. يتأكسد بسرعة في الهواء الرطب ويتفاعل بقوة مع الماء (يحفظ بغمره في زيت معدني أوكيروسين جاف أو في جو من غاز خامل).

يستخدم عنصر باريوم فى صناعة سبائك التحميل وفي استئصال الأكسجين في الأسطوانات المفرغة وغيرها من الأجهزة التي تتاثر بالأكسجين. خام باريت يستخدم على نطاق واسع كعامل مبلل في سوائل حفر الآبار الجوفية.

الكبريتات من أهم مركبات باريوم وتستعمل في صناعة الدهانات البيضاء ويقدم محلولها المائي ' وجبة ' يتناولها المرضى قبيل التصوير بالأشعة السينية.

كربونات الباريوم مادة إضافية مهمة في مكونات الخزف والزجاج لكنها أيضاً مادة سامة مستعملة في مبيدات الفئران.

نترات الباريوم تستعمل في الألعاب النارية والبيروكسيد مادة مزيلة للألوان في صناعة الجلود وفي الصناعات النسجية.

جميع مركبات باريوم الذائبة في الماء أو في الأحماض مواد سامة.

خام باريت

(كبريتات باريوم)

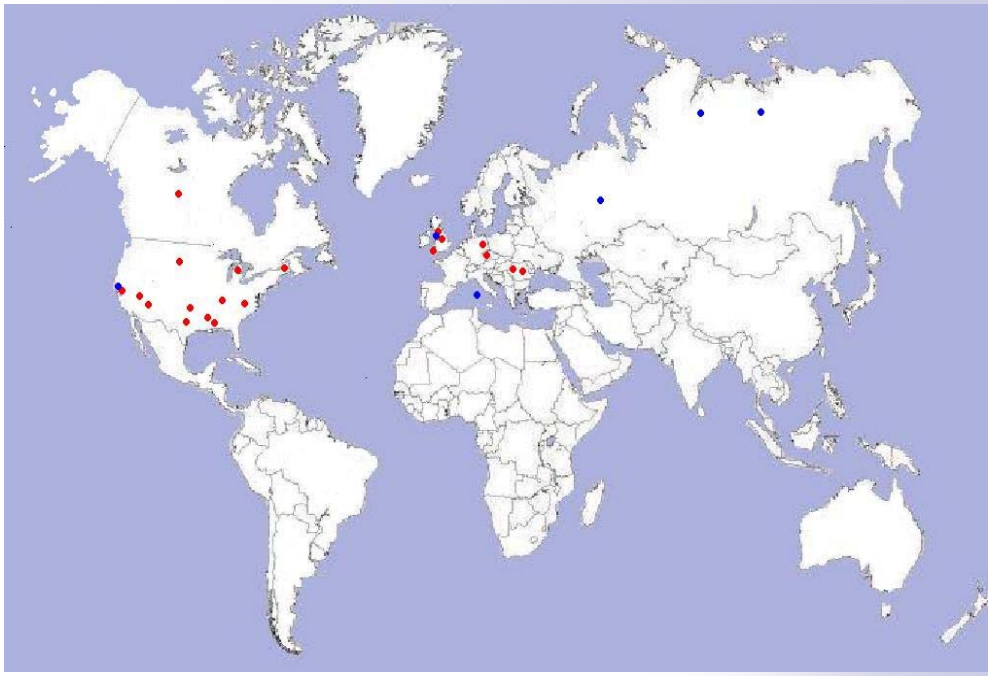
- كلورادو -

المصدر م– 1

الخواص الفيزيائية والكيميائية

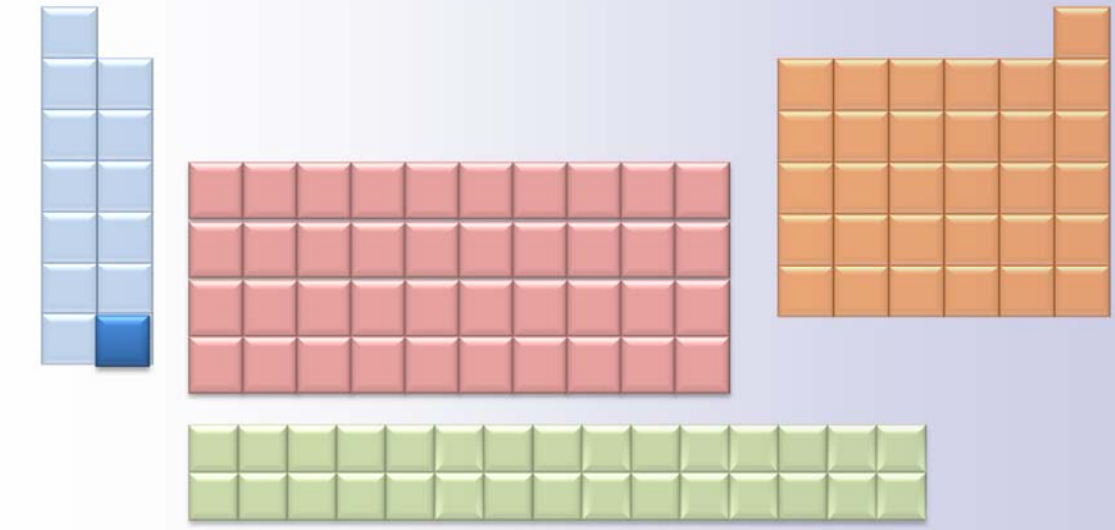
رمز العنصر	Ba	الكتلة الذرية	137.327
الرقم الذري	56	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	728
المجموعة	2	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1636
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.204
السلسلة	العناصر القلوية الأرضية	أعداد الأكسدة	+2
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	0.89
نصف قطر الذرة (pm)	217.3	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	18.4
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	7.66
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]6S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	150.9
حجم المول (سم^3\مول)	38.21	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	502.8
الكثافة (161K) (جم سم-3)	3.594	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	965.1
عدد النظائر	35	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	?

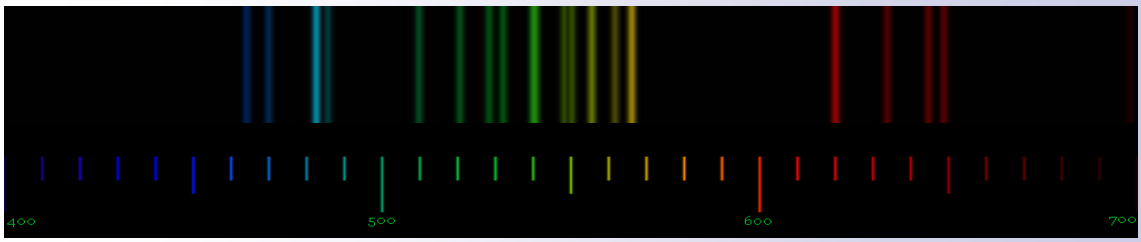
مواقع الخامات في العالم



• باريت • وزريت

رادیوم Ra





مقدمة

عنصر مشع، يعزى تواجده الطبيعي للتحلل التلقائي لعنصر يورانيوم الذي تشكل خاماته المصدر التجاري الرئيس للعنصر.

أكتشف عام 1898 م في خام بتشبلندي (أكسيد يورانيوم) وحضر العنصر النقي في 1902 م بواسطة التحليل الكهربائي لمحلول الكلوريد.

راديوم فلز أبيض- فضي، زاهٍ ومتوهج في الظلام (نتيجة لقوة إشعاعه)، وهو العنصر الأثقل في مجموعة عناصر الأتربة القلوية.

راديوم مشابه لعنصري باريوم وكالسيوم في الخواص والنشاط الكيميائي. يفقد بريقه في الهواء مكوناً طبقة سوداء من الأكسيد أو النيتريد و يتحلل في الماء البارد ليحرر الهيدروجين.

راديوم عنصر خطر ومشع لجسيمات ألفا وأشعة جاما وبيتا (قوة إشعاع الراديوم تعادل مليون ضعف قوة إشعاع يورانيوم). وراديوم يتحلل ليكون عنصر رادون الغازي والذي يشكل بدوره أحد أخطر مصادر التلوث الإشعاعي الطبيعي. وتكمن خطورة راديوم في تعامل الجسم معه معاملة الكالسيوم حيث يترسب حال امتصاصه ويستقر في العظام لتعمل إشعاعاته في تدمير خلايا النخاع وتشويه كريات الدم الحمراء.

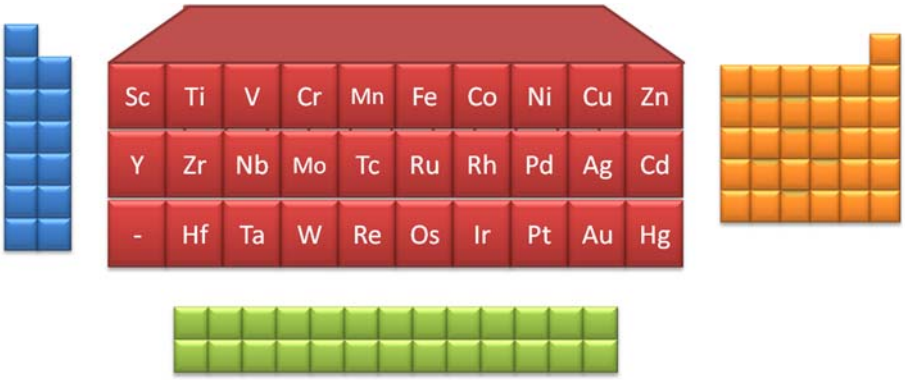
هذا وقد حظرت القوانين الدولية استعمال العنصر في عدد من المجالات شملت التشعيع العلاجي والاستعمال في مستحضرات التجميل وفي الدهانات ذات الإضاءة التلقائية المستخدمة في طلاء الساعات ومؤشرات أجهزة الطائرات والمعدات الإلكترونية.

تكمن خطورة راديوم في تعامل الجسم معه معاملة الكالسيوم حيث يترسب بعد امتصاصه ويستقر في العظام لتعمل إشعاعاته المدمرة في تدمير خلايا النخاع وتشويه كريات الدم الحمراء

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Ra	الكتلة الذرية	226.025
الرقم الذري	88	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	699.85
المجموعة	2	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1139.85
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	الفلزات القلوية الأرضية	أعداد الأكسدة	+2
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	0.89
نصف قطر الذرة (pm)	223	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	18.6
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	7.15
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]7s^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	136.8
حجم المول (سم^3\مول)	45.2	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	509.3
الكثافة (جم سم-3)	2	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	979.0
عدد النظائر	25	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3300

فلزات انتقالية



يطلق عليها أيضاً اسم عناصر انتقالية وهي 38 عنصراً تحتل المجموعات الواقعة بين المجموعة 2 والمجموعة 13 في الجدول الدوري. عناصر صلبة – عدا عنصر الزئبق- وتتميز بجميع الخواص الفلزية.

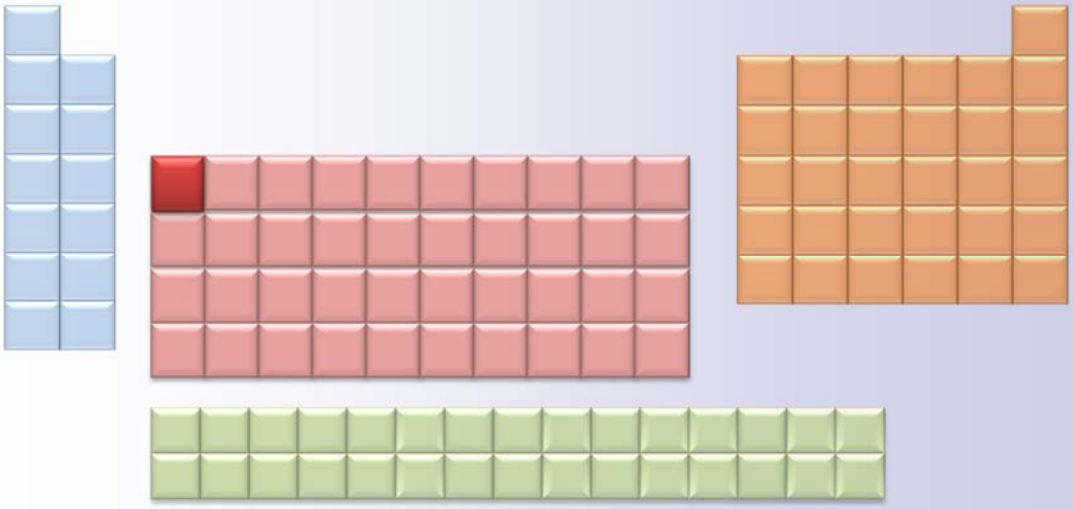
قابلة للطرق والسحب والموصلية الحرارية والكهربائي وذات مقاومة عالية للتآكل بالإضافة لكثافتها ودرجات انصهارها العالية.

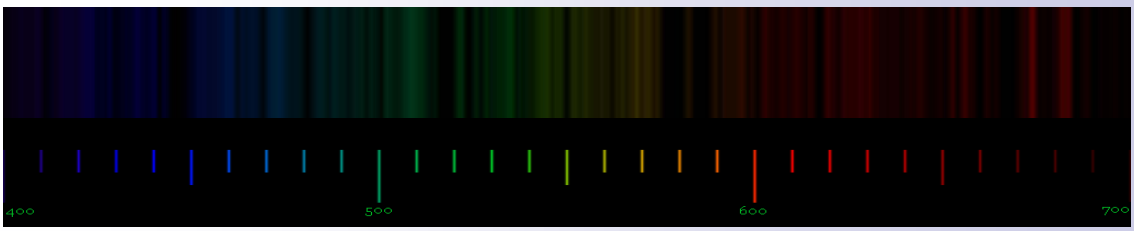
العناصر الانتقالية تضم معظم الفلزات المعروفة وأهمها وأقدمها استخداماً. فهي تضم مجموعة 'العناصر النبيلة' في المجموعة 11 وتشمل الفضة والنحاس والذهب وهذه العناصر، وبنفس الترتيب، أفضل الموصلات للكهرباء بين جميع العناصر.

أيضاً تضم العناصر الانتقالية أثقل العناصر المعروفة (بلاتين، إريديوم وأوزميوم) وفيها الفلزات المغناطيسية (حديد، كوبولت ونيكل). كما تضم طائفة من الفلزات الأوسع انتشاراً كعوامل وسيطة (عوامل محفزة) في المجالات الصناعية المختلفة.

باستثناء الذهب والنحاس تتصف الفلزات الانتقالية النقية بألوان بيضاء- فضية. من ناحية أخرى مركبات العناصر الانتقالية غالباً ما تكون ملونة وذلك نتيجة لوجود فراغات في مدارات الإلكترونات الخارجية. الإلكترونات تثار إلى هذه الفراغات نتيجة لامتصاص (موجات محددة) من الضوء الساقط وتنعكس باقي الموجات بذبذبات مختلفة وبالتالي تظهر ألوان مختلفة خاصة بالمركب.

سکاندیوم Sc





مقدمة

من العناصر النادرة في الطبيعة. اكتشف عام 1879 م وحضر الفلز النقي لأول مرة عام 1937م.

سكانديوم فلز أبيض- فضي،

شبيه في خصائصه الكيميائية بمعادن الأتربة النادرة ويوجد في معظم خاماتها وقد كان يصنف ضمن هذه المجموعة.

يتفاعل العنصر بقوة مع الأحماض ويتغير لونه إلى الأصفر أو الزهري عند تعرضه للهواء.

يستخلص سكانديوم من خام ثورتفيتيت المحتوي على سيليكات سكانديوم وإتريوم كما تتيح عمليات تنقية و تعدين عناصر يورانيوم ، تنغستن، قصدير و تانتالوم مصادر تجارية للعنصر حيث يستخلص كناتج عرضي .

للعنصر خصائص مميزة أهلته - بالرغم من ندرته - لاستخدامات عديدة في ميدان الصناعة. فمعظم المنتج التجاري من الفلز يستهلك في صناعة سبائك معدنية مع ألمنيومتتميز بالمتانة مع خفة الوزن والمقاومة العالية للحرارة مما يلبي حاجة الصناعات الفضائية والحربية بوجه خاص.

أكسيد سكانديوم يستخدم قي صناعة مصابيح كثيفة الإضاءة واليوديد يضاف لمصابيح بخار الزئبق لزيادة تألقها.

خام ثورتفيتيت

(سيليكات سكانديوم وإتريوم)

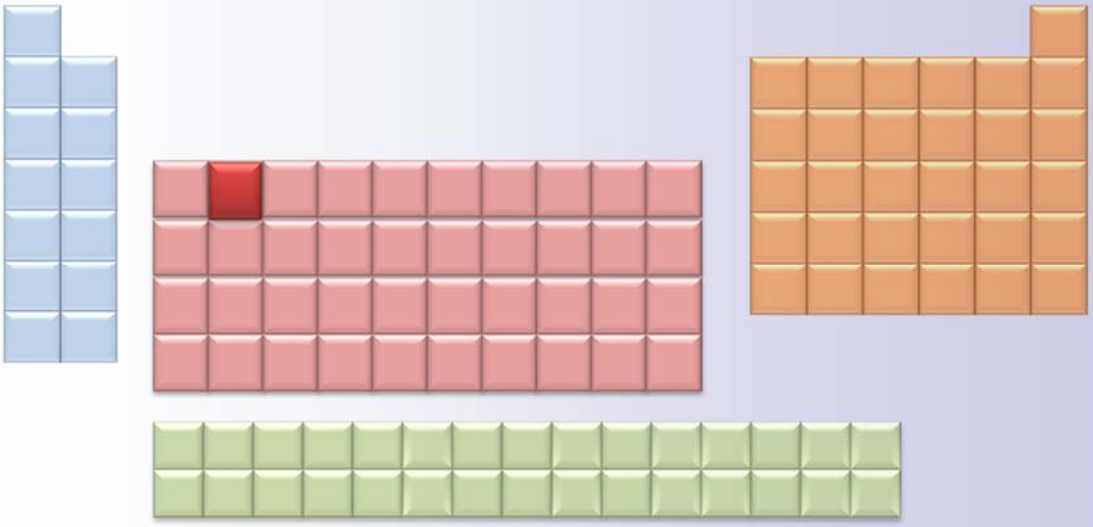
- سكسونيا ، المانيا -

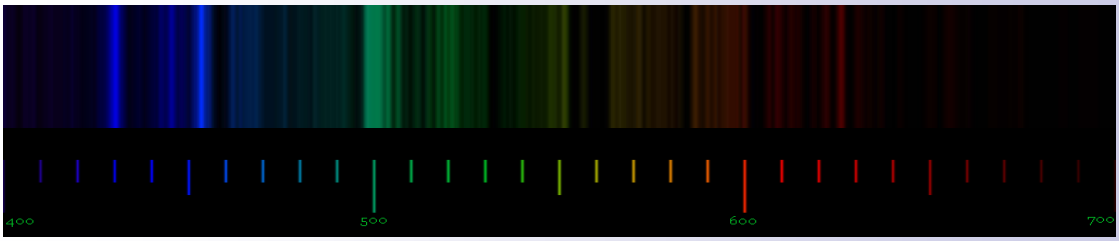
المصدر م-8

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Sc	الكتلة الذرية النسبية	44.956
الرقم الذري	21	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1540
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2830
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.568
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.36
نصف قطر الذرة (pm)	160.6	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	15.8
الشكل البلوري	نظام تكعيبي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	15.9
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^14S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	304.8
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	15.04	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	631
الكثافة (273 K) (جم دسم-3)	2.989	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1235
عدد النظائر	15	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2389

تيتانيوم Ti





مقدمة

فلز أبيض لامع، خفيف، قابل للطرق والسحب ومقاوم للتآكل. يحتل المرتبة التاسعة بين العناصر من حيث نسبة الوجود في القشرة الأرضية حيث يوجد بوفرة في الصخور البركانية والرسوبية ويستخلص عادة من خام المينيت (أكسيد حديد وتيتانيوم) وخام روتايل (ثاني أكسيد تيتانيوم).

لتيتانيوم متانة الفولاذ وأقل من نصف وزنه. سبائك الفلز مرغوبة عند الحاجة لسبيكة خفيفة ومتينة ومقاومة للحرارة كما هو الحال في صناعة أجزاء الطائرات والمركبات الفضائية حيث تستعمل سبائك العنصر مع حديد، ألمنيوم، كروم، نحاس ومنغنيز.ومن الفلز وسباثكه تشكل المراسي التي ترتكز عليها الأسنان الصناعية في مجال زراعة الأسنان.

بسبب تميزها بمقاومة عالية لتأثير المياه المالحة تعتبر سبائك تيتانيوم من أصلح المواد لتصميم محطات تحلية مياه البحر.

عنصر تيتانيوم ومركباته مستعملة كمحفزات (عوامل مساعدة) في العديد من التفاعلات الكيميائية وأكسيد تيتانيوم مركب غير سام ويعتبر مادة ملونة مثالية للاستعمال في مجال الصناعات الغذائية والصناعات البلاستيكية ومنتجات التجميل.

بلورات خام روتيل

- جنوب شرق البرازيل -

المصدر م-2

فلز تيتانيوم

المصدر م-3

خام المينيت

(فوق كوارتز)

- كارولينا الشمالية -

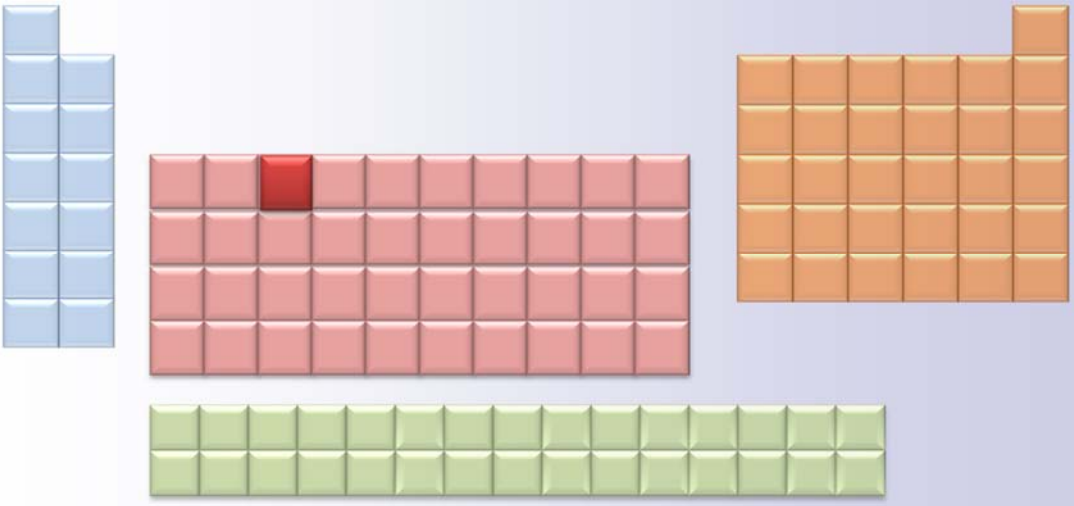
المصدر م-1

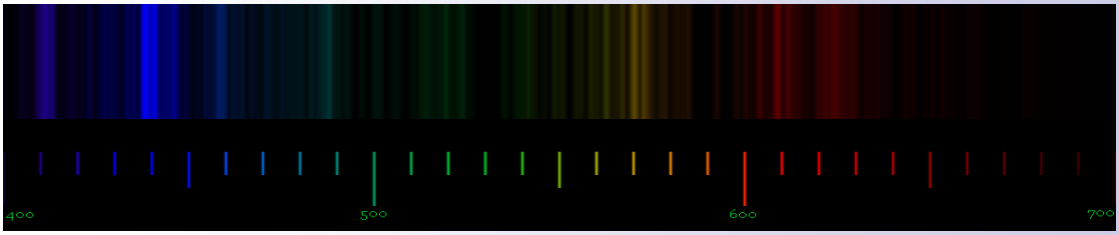
الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Ti	الكتلة الذرية النسبية	47.867
الرقم الذري	22	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1659
المجموعة	4	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3286
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.523
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2,+3,+4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.54
نصف قطر الذرة (pm)	144.8	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	21.9
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	20.9
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^2 4S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	428.9
حجم المول (273 K) (سم^{3}امول)	10.55	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	658
الكثافة (جم سم-3)	4.540	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1310
عدد النظائر	13	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2652

مواقع الخامات في العالم

فاناديوم V





مقدمة

فلز فضي، قابل للطرق والسحب. يتميز بمقاومة العالية للتآكل بمعظم الأحماض المعدنية والقلويات والمياه المالحة (يعزى السبب في ذلك لتكون طبقة من الأكسيد الصلب على سطح الفلز).

يوجد فاناديوم في أكثر من ستين خامة معدنية أهمها خام الكبريت (باترونيت)، خام الرصاص (فانادينيت)، وخام يورانيوم المشع (كارنوتيت). وعادة يحصل على العنصر كناتج عرضي من تعدين هذه الخامات.

عنصر فاناديوم النقي يحضر عادة باختزال الأكسيد بواسطة عناصر مغنيزيوم وكالسيوم.

يستخدم معظم المنتج التجاري من فاناديوم في صناعة سبائك فولاذ فاناديوم الذي يتمتع بميزات خاصة أهمها المقاومه العالية للأكسجين والنيتروجين. كما يستخدم الفلز في صناعة مغناطيسات مفرطة الموصلية.

مركبات فاناديوم عوامل محفزة فعالة خاصة في عمليات الأكسدة (خامس أكسيد فاناديوم مستخدم في الإنتاج الصناعي لحمض كبريتيك).

العنصر ومركباته مصنفة كمواد سامة. من ناحية أخرى يعتبر فاناديوم من العناصر الحيوية والضرورية لنمو فراخ الدواجن ويؤثر نقصه على نمو العظام والريش.

الأسماك الصدفية، البقدونس، الفجل والفلفل الأسود تمثل أهم المصادر الغذائية للعنصر.

أثبتت بعض الأبحاث فعالية تراكيز ضئيلة من مركبات فاناديوم في مساعدة الجسم للوصول لمعدلات طبيعية من السكر.

أيضاً طور أحد مراكز الأبحاث 24 عقاراً تحتوي على عنصر فاناديوم أثبتت التجارب المعملية الأولية فعاليتها في اجتثاث الخلايا السرطانية في الحيوان.

خام فانادينيت

- المغرب -

المصدر م-1

خام باترونيت

- بيرو -

المصدر م-9

خام كارنوتيت

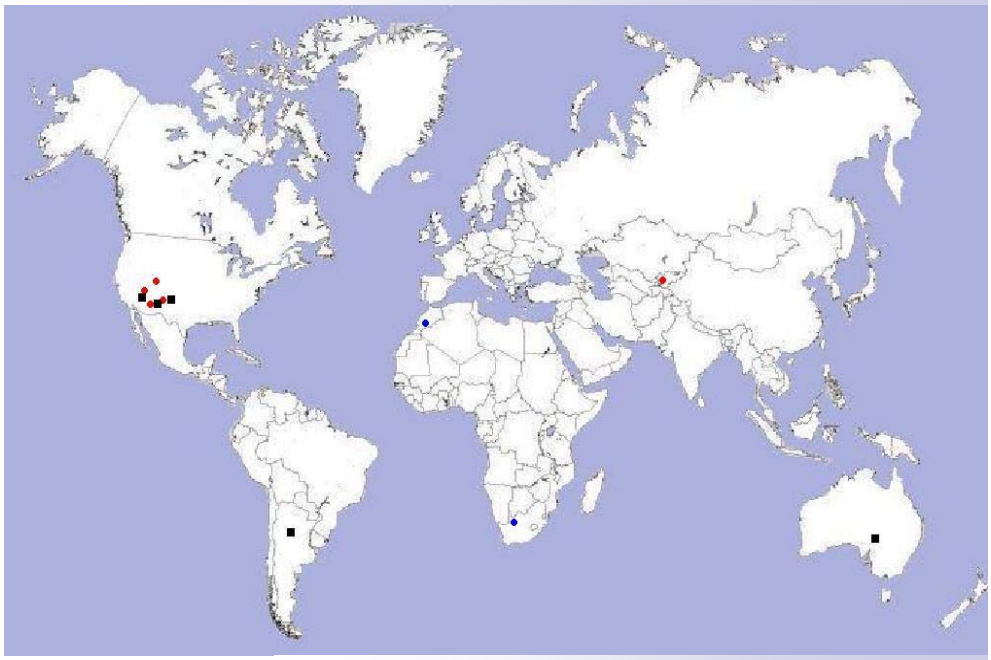
(فانيدات يورانيوم)

خام ثانوي لفاناديوم

الخواص الفيزيائية والكيميائية

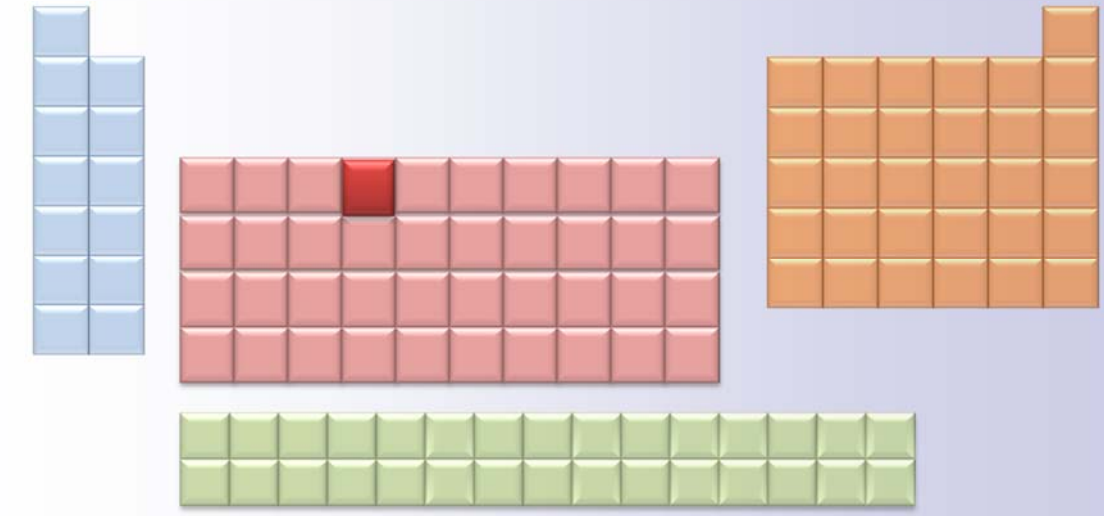
رمزالعنصر	V	الكتلة الذرية النسبية	50.942
الرقم الذري	23	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1886
المجموعة	5	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3376
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.489
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2,+3,+4,+5
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.63
نصف قطر الذرة (pm)	132.1	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	30.7
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	17.6
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^34S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	458.6
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	8.34	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	650
الكثافة (جم سم-3)	6.110	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1414
عدد النظائر	11	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2828

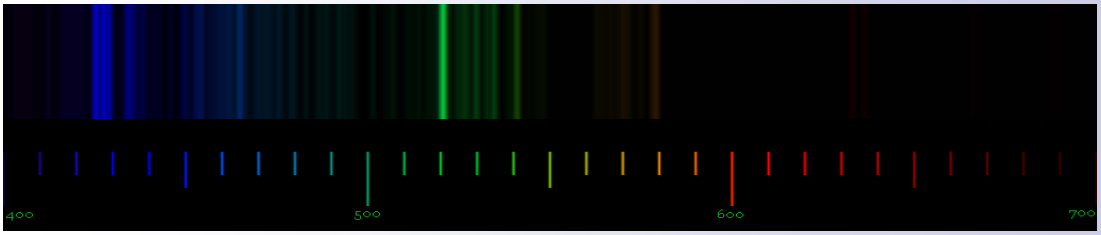
مواقع الخامات في العالم



• كارنوتيت • فانادينيت ▪ دسكلوزيت

كروم Cr





مقدمة

عنصر فولاذي صلب ولامع. يتميز بمقاومة جيدة للتآكلودرجة غليان عالية.

يستخلص من خام كروميت (أكسيد مزدوج لكروم، حديد ومغنيزيوم) وتعتبر دولة جنوب افريقيا المصدر الرئيس للعنصر في العالم.

ينتج الفلز النقي تجارياً باختزال الأكسيد بواسطة عنصر سيليكون أو عنصر ألمنيومفي درجات حرارة عالية.

يضاف الكروم (مع نيكل) في صناعة سبائك الفولاذ المتينة والمقاومة للصدأ كما يستعمل الفلز في طلاء المعادن بطبقة مضادة للتآكل (تتكون طبقة رقيقة وقاسية من أكسيد الكروم تعمل على حماية المعادن المطلية).

أملاح الكروم تستخدم في صناعة الطلاء، دباغة الجلود و في صناعة النسيج.

جميع مركبات الكروم ملونة وهي عادة مصنفة كمواد سامة. أهم هذه المركبات كرومات وثنائي كرومات صوديوم وبوتاسيوم وجميعها عوامل مؤكسدة قوية.

من ناحية أخرى يعتبر عنصر الكروم من العناصر الضرورية لحياة الإنسان ووجوده بتراكيز ضئيلة جداً ضروري للجسم السليم.

تكمن أهمية العنصر الحيوية في عمليات انتقال السكر من الدم الى داخل الخلايا الحية حيث إنتاج الطاقة.

أهم المصادر الطبيعية للكروم

تشمل الخميرة، اللحوم (الكبد)، الأجبان، الحبوب الكاملة، صفار البيض، الفلفل الأسود والخضر.

فلز الكروم

المصدر م-3

خام كروميت

(أكسيد مزدوج لكروم، حديد ومغنيزيوم)

- البانيا -

المصدر م-9

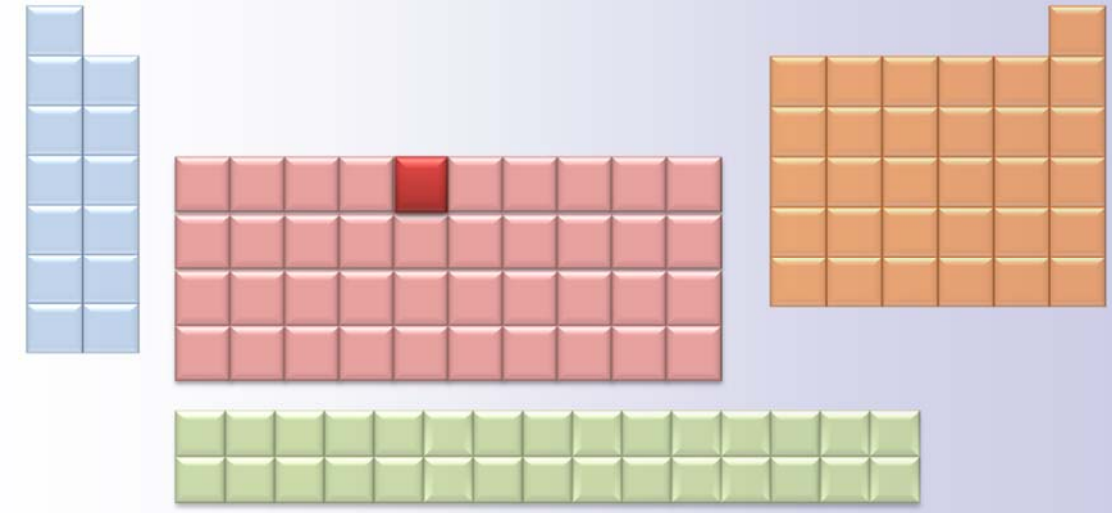
الخواص الفيزيائية والكيميائية

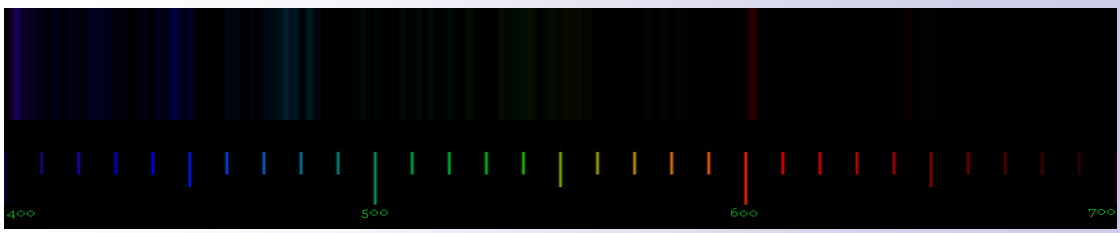
رمزالعنصر	Cr	الكتلة الذرية النسبية	51.996
الرقم الذري	24	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1856
المجموعة	6	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2671
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.449
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2,+3,+4,+5, +6
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.66
نصف قطر الذرة (pm)	124.9	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	93.7
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	15.3
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^5 4S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	348.78
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	7.23	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	652.7
الكثافة (جم سم-3)	7.190	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1592
عدد النظائر	13	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2987

مواقع الخامات في العالم

- كروميت

منغنيز Mn





مقدمة

عنصر فلزي رمادي، لامع، شبيه بالحديد إلا أنه قصف وأكثر صلابة. نشط كيميائياً، يُحلِل الماء البارد ببطء، ويتفاعل مع الهالوجينات ومع عناصر نيتروجين، فوسفور، سيليكون، كبريت وكربون.

منغنيز يكوّن في حدود 0.1 % من القشرة الأرضية و يوجد في عدد من الخامات أهمها تجارياً خامات الأكسيد والهيدروكسيد (بيرولوزيت ومنغنيت) . كما يوجد العنصر في الصخور النيزكية وفي هيئة هيدروكسيد في 'عقيدات المنغنيز' المتراكمة في قاع البحار .

الإنتاج التجاري للعنصر يتم بحرق الخام واختزال الأكسيد الناتج بواسطة ألمنيوم، كما ينتج العنصر بواسطة التحليل الكهربائي للكبريتات.

يستخدم منغنيز في إنتاج السبائك المغناطيسية مع فلزات مثل حديد، ألمنيوم وأنتيمون.

ثاني أكسيد منغنيز يستخدم كمزيل للاستقطاب في المراكم الجافة كما يستعمل لتنقية الزجاج من الألوان الخضراء الناتجة عن وجود مركبات الحديد.

برمنجنات بوتاسيوم عامل مؤكسد قوي وقاتل للبكتيريا وله استخدامات واسعة في مجال الكيمياء التحليلية (المعايرات) وفي المجالات الطبية.

عنصر منغنيز ضروري لنمو النبات ومن مكونات عدد من الخمائر (الإنزيمات) في الحيوان.

أهم المصادر الغذائية تشمل الحبوب والفاكهة والخضر.

خام بيرولوزيت

المصدر م-10

التمور من أهم المصادر الغذائية لعنصر منغنيز

المصدر م-7

خام مانغانيت

- المانيا -

المصدر م-2

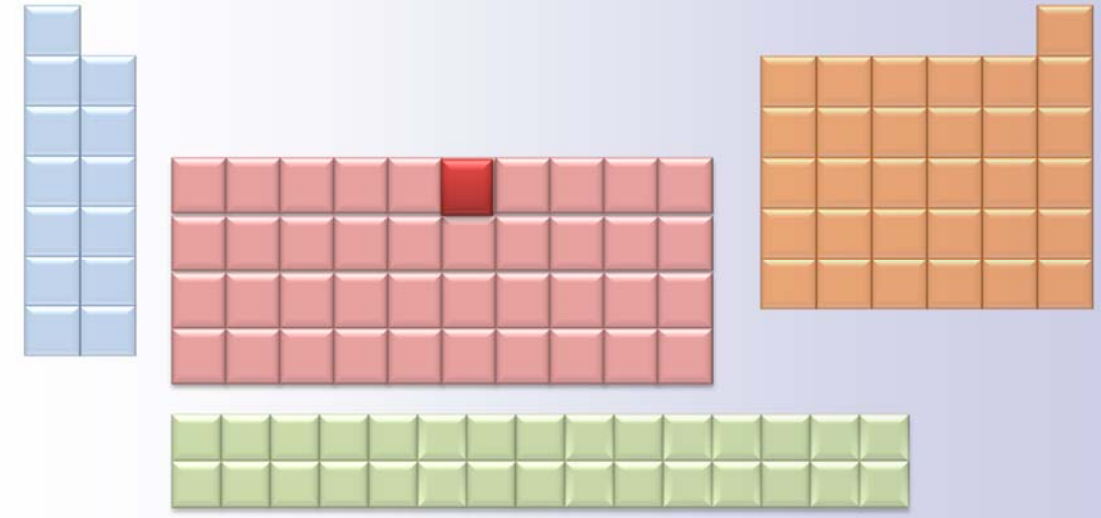
الخواص الفيزيائية والكيميائية

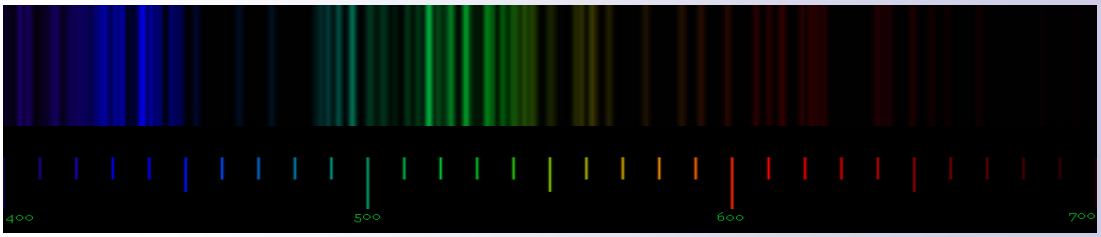
رمز العنصر	Mn	الكتلة الذرية النسبية	54.938
الرقم الذري	25	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1243
المجموعة	7	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1961
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.479
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2,+3,+4,+6, +7
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.55
نصف قطر الذرة (pm)	124	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	7.82
الشكل البلوري الجسم	نظام تكعيبي مركزي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	14.4
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^5 4S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	219.7
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	7.38	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	717.4
الكثافة (جم سم-3)	7.440	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1509.0
عدد النظائر	15	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3248.4

مواقع الخامات في العالم

• بيرولوزيت • رودوكروزيت ▪ منغنيت

حديد Fe





مقدمة

عنصرفلزي، وفي حالته النقية يبدو فضياً - رمادياً لامعاً ، قابلاً للطرق والسحب وموصلاً جيداً للحرارة. نشطاً كيميائياً، يذوب في الأحماض ويصدأ في الهواء الرطب ويتحد مباشرة مع كبريت، فسفور، كربون وسيليكون ومع الهالوجينات.

الحديد منتشر في الطبيعة ويحتل المركز الرابع بين العناصر والثاني بين الفلزات من حيث النسبة الوزنية في القشرة الأرضية. يوجد في خامات هيماتيت وماجنيتيت وسدريت وغيرها.

الحديد يحتل المركز الأول في الإنتاج التجاري للفلزات. يُكوّن أهم سبائكه مع الكربون حيث يُنتج الحديد الزهر بنسبة كربون 2 % أو أعلى وتتكون سبيكة الفولاذ بتركيز كربون أعلى من 0.05% في وجود عناصر أخرى مثل كبريت، فوسفور و سيليكون.

المغناطيسية من أهم خصائص الحديد. فالعنصر سهل المغنطة ويصبح مغناطيساً دائماً بإضافة فلزات مثل نيكل وألمنيوم وكوبالت. والحديد عنصر محوري في صناعة أهم المعدات الإلكترونية والمحركات الكهربائية.

خام ماجنيتيت
(أكسيد الحديد المغناطيسي)
- ساكسونيا، المانيا -
المصدر م - 4

الحديد هو العنصر الرئيس في الصبغة الناقلة للأكسجين في الدم (هيموجلوبين) ولعدد من الخمائر(إنزيمات).

أهم المصادر الغذائية تشمل البقوليات، نخالة القمح، الكبد، الفاصوليا، بدرة الكاكاو، السمسم، وصفار البيض .

نقص الحديد يسبب الأنيميا (فقر الدم).ومن أهم مثبطات امتصاصه في الجسم القهوة

خام هيماتيت
(أكسيد الحديد الثلاثي)
- البرازيل -
المصدر م-1

القهوة والشاي والسبانخ (رغم احتوائها على العنصر إلا أن السبانخ تحتوي أيضاً على حمض أكساليك الذي يرتبط بأيون الحديد ويمنع امتصاصه).

من ناحية أخرى أثبتت دراسات طبية أرتباط وثيق بين تراكم الحديد في الجسم وتعاطي الكحول المفضي لأمراض الكبد.

يرجح علماء الفلك وعلوم الأرض (الجيلوجيا) أن لا أصل للحديد في الأرض. وافترضوا أن كوكباً صخرياً قد انفجر أثناء المراحل الأولى لتكوين النظام الشمسي وبدأ يمطر الأرض بوابل من سبيكة الحديد والنيكل بصورة مكثفة وبنهج يومي.

وأقرالبروفيسور آرمسترونج من وكالة الفضاء الأمريكية ناسا بحقيقة تميز ذرة الحديد(والنيكل) بأعلى طاقة ربط بين جميع العناصر (هي الطاقة اللازمة لتكوين ذرة عنصر من الجسيمات الأساسية (البروتونات والنيوترونات والإلكترونات).

وأوضح آرمسترونج أن طاقة الربط لذرة الحديد تعادل أضعاف الطاقة المتوفرة في المجموعة الشمسية بأكملها. وذكر في خلاصة أبحاثه (لذلك يعتقد العلماء أن الحديد عنصر غريب وفد إلى الأرض ولم يتكون فيها)

ويلاحظ أنه بالرغم من أن طاقة الربط لعنصر نيكل هي الأعلى إلا أن الحديد أكثر وفرة في الكون النجمي.

(وأنزلنا الحديد فيه بأس شديد ومنافع للناس) صدق الله العظيم - سورة الحديد، الآية 25

نيزك هوبا

- منطقة هوبا، ناميبيا -

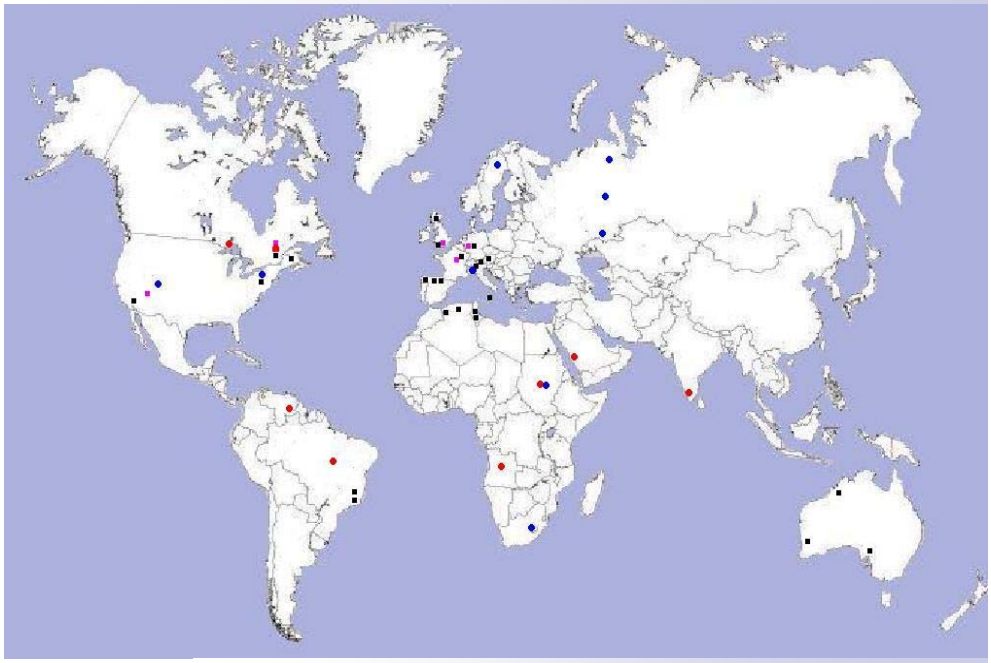
يتكون من سبيكة حديد (84%) ونيكل (16%) وكتلته تقدر ب 60 طن. وهي أكبر كتلة حديد صماء موجودة على سطح الأرض و يقدّر تأريخ سقوطها في حدود 80,000 عام

المصدر م –3

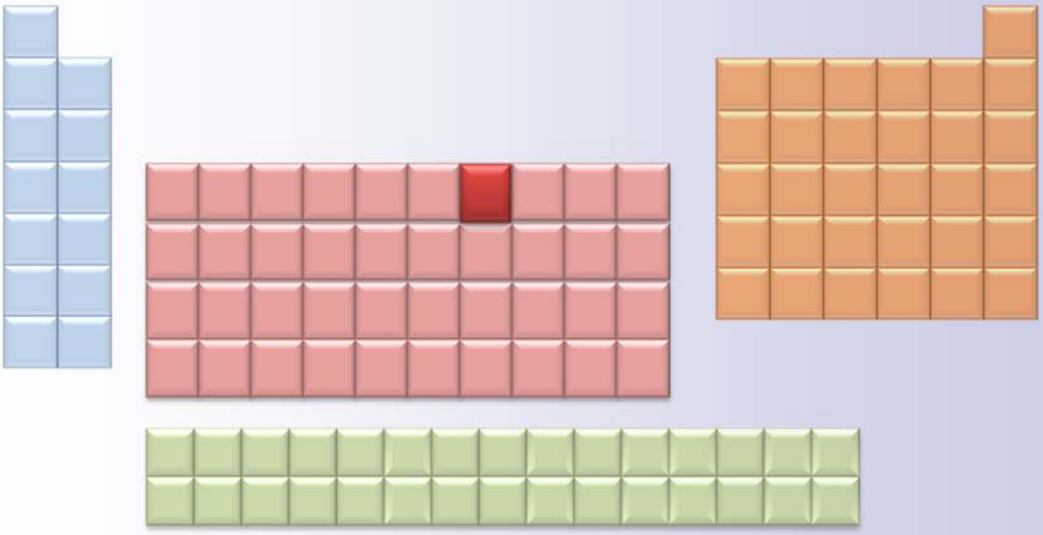
الصفات الفيزيائية والكيميائية

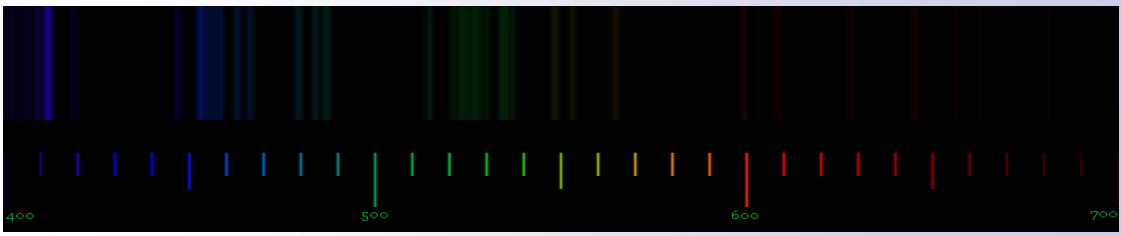
رمز العنصر	Fe	الكتلة الذرية النسبية	55.847
الرقم الذري	26	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1534
المجموعة	8	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2749
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.449
السلسلة	العناصر الأنتقالية	أعداد الأكسدة	+2,+3
الحالة الفيزيائية	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.83
نصف قطر الذرة (pm)	124.1	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	80.2
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	14.9
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^6 4S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	351.0
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	7.09	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	759.3
الكثافة (جم سم-3)	7.874	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1561
عدد النظائر	16	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2957

مواقع الخامات في العالم



کوبالت Co





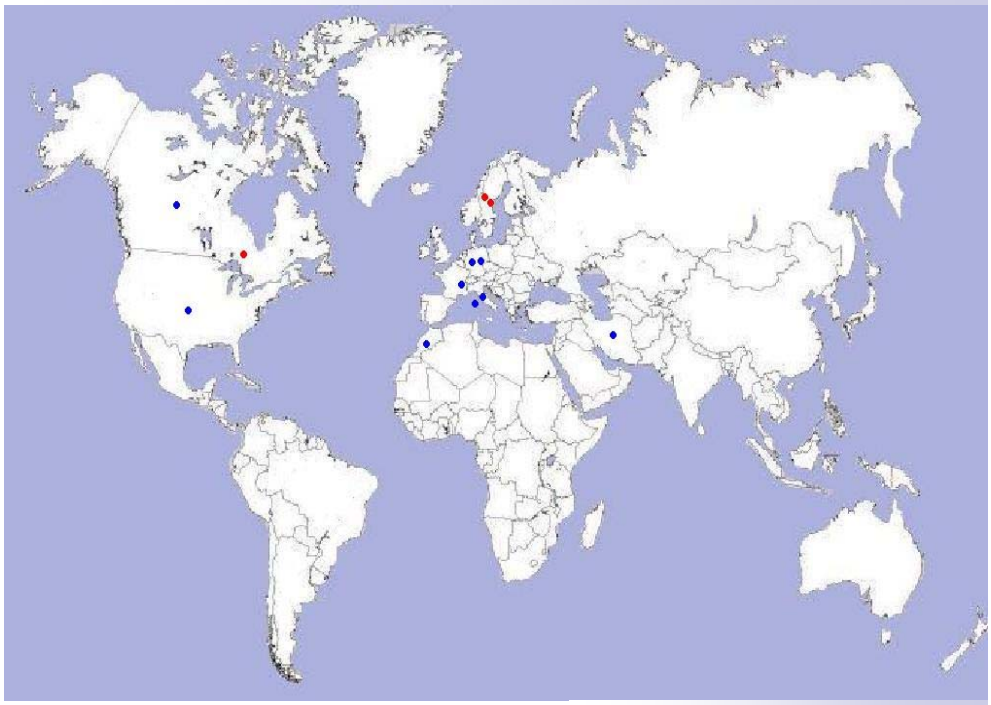
الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Co	الكتلة الذرية النسبية	58.933
الرقم الذري	27	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1494
المجموعة	9	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2869
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.421
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2,+3,+4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.88
نصف قطر الذرة (pm)	125.3	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	100
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	15.2
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^74S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	382.4
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	6.62	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	760.0
الكثافة (جم سم-3)	8.900	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1646
عدد النظائر	17	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3232

الخواص الفيزيائية والكيميائية

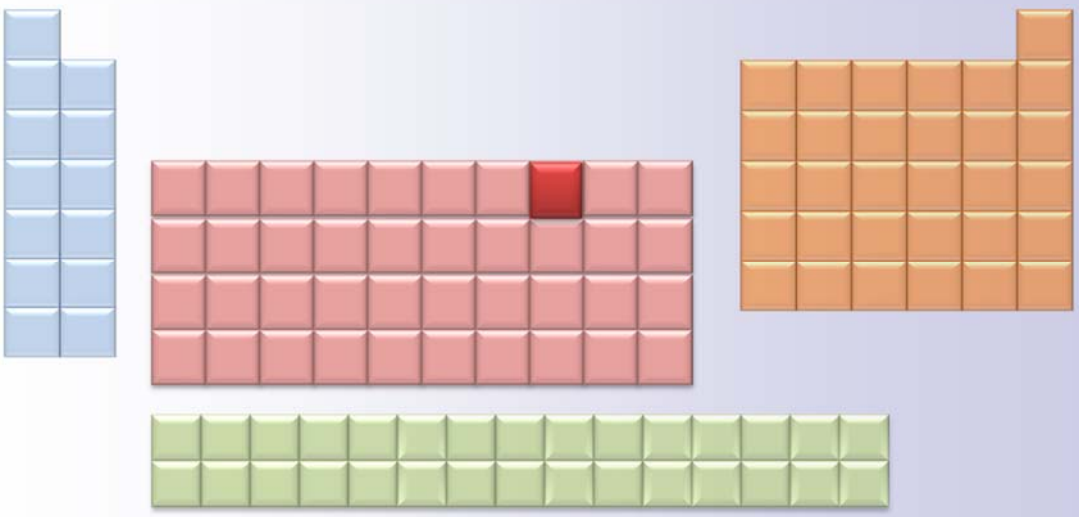
رمز العنصر	Co	الكتلة الذرية النسبية	58.933
الرقم الذري	27	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1494
المجموعة	9	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2869
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.421
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2,+3,+4
الحالة الفيزيائية	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.88
نصف قطر الذرة (20°C) (pm)	125.3	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	100
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	15.2
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^74S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	382.4
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	6.62	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	760.0
الكثافة (جم سم-3)	8.900	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1646
عدد النظائر	17	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3232

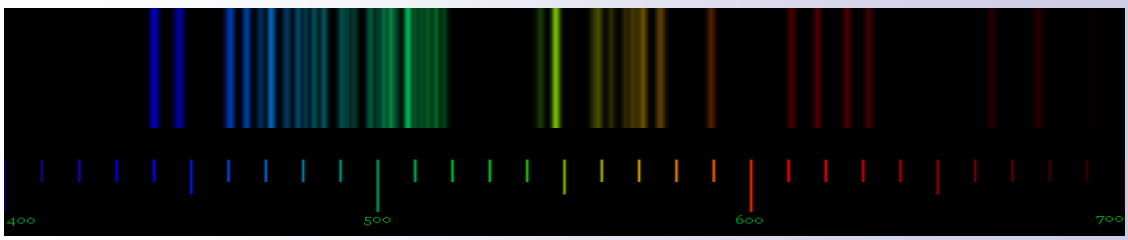
مواقع الخامات في العالم



● كوبالتيت ● أريثريت

نیکل Ni





مقدمة

فلز أبيض- فضي، قابل للطرق والسحب. موصل جيد للحرارة والتيار الكهربائي وأحد ثلاثة العناصر المغناطيسية (حديد، كوبولت ونيكل).

النيكل يوجد طبيعياً في هيئة سيليكات (خام جارناريت) وفي خامات الكبريتيد (بنتلانديت) في معية خامات الحديد والكبريت والزرنيخ.

يستخلص العنصر تقليدياً بحرق الخام ثم اختزال الأكسيد. يلي ذلك عمليات التنقية (طريقة موند) حيث يمررغاز أول أكسيد الكربون لتكوين كاربونيل النيكل الذي يتطاير تاركاً الشوائب في حالتها الصلبة ثم يتفكك لاحقاً ليترسب فلز نيكل عالي النقاوة (99.9 %).

العنصر لايتأثر بالهواء (يكون طبقة واقية من الأكسيد الصلب) ويتميز بمقاومة عالية للتآكل بواسطة القلويات، ولا يتأثر بالماء في الظروف العادية لكنه يذوب في الأحماض (عدا حمض النيتريك المركز).

يستخدم معظم المنتج التجاري للنيكل في صناعة الفولاذ والسبائك المقاومة للتآكل وفي سبائك العملات المعدنية كما يستعمل في طلاء المعادن وفي صناعة المراكم الجافة (بطاريات نيكل وكادميوم). والعنصر أحد الفلزات البيضاء (بالاديوم وفضة ونيكل) المستعملة في مجال صناعة الحلي لإنتاج سبيكة الذهب الأبيض. وحبيبات النيكل وسيط كيميائي (محفز) في عمليات هدرجة الزيوت النباتية.

خام جارنايريت (سيليكات نيكل ومغنيزيوم)

المصدر م-10

النيكل والعديد من مركباته مصنفة كمواد مسببة للسرطان. من ناحية أخرى أثبتت التجارب أن للعنصر دوراً مهماً في حياة الإنسان والنبات حيث يكون العديد من الخمائر (الإنزيمات) الحيوية في الجسم.

الخضر والفاكهة و الحبوب تشكل أهم المصادر الطبيعية للعنصر.

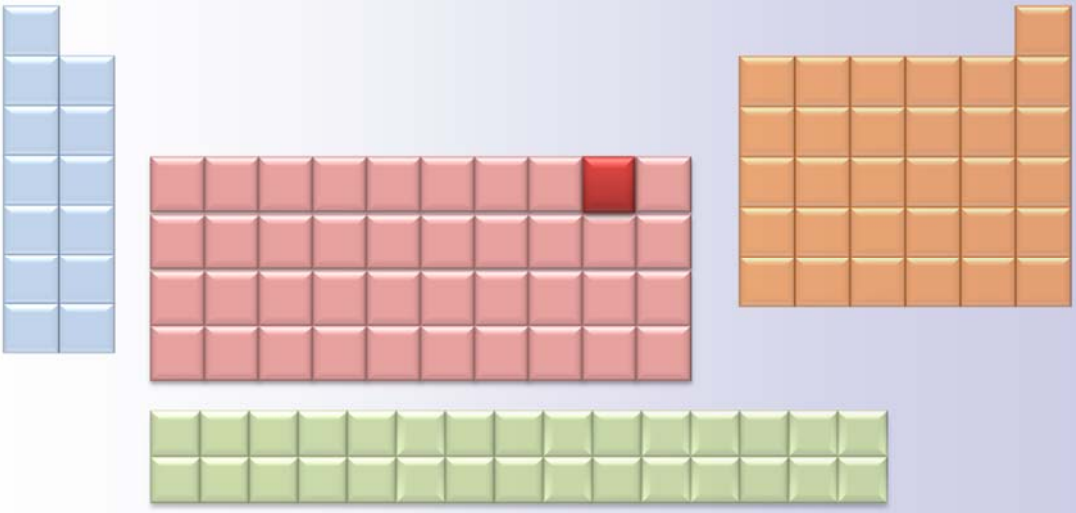
الخواص الفيزيائية والكيميائية

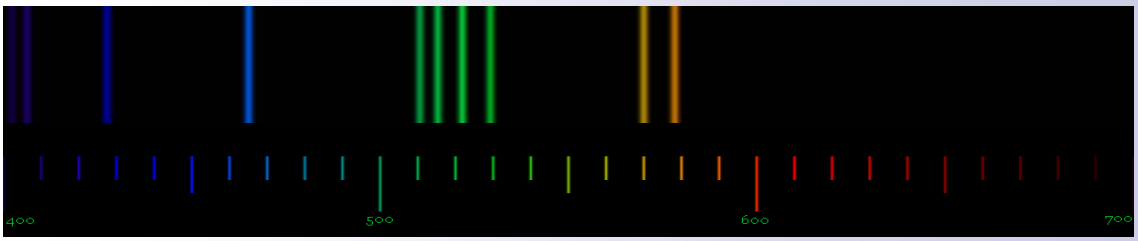
رمزالعنصر	Ni	الكتلة الذرية النسبية	58.693
الرقم الذري	28	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1452
المجموعة	10	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2731
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.444
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2,+3,+4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.91
نصف قطر الذرة (pm)	124.6	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	90.7
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	17.6
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^8 4S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	371.8
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	6.59	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	736.7
الكثافة (جم سم-3)	8.902	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1753.0
عدد النظائر	14	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3393

مواقع الخامات في العالم

• بنتلانديت ▪ جارنايريت

نحاس Cu





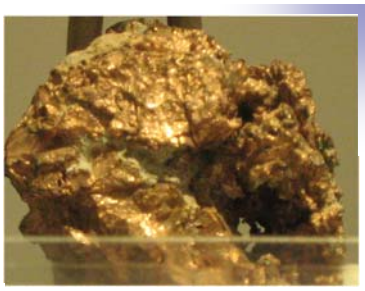
مقدمة

من أهم وأشهر العناصر المعروفة والمستعملة منذ أكثر من 3000 عام. عنصر لامع، محمر وقابل للطرق والسحب. موصل جيد للكهرباء (يحتل المرتبة الثانية بعد الفضة) ويجد أكثر استخداماته فى مجال الصناعات الكهربائية.

النحاس عنصر خامل نسبياً. لا يتأثر إلا بالأحماض المؤكسدة مثل حمض النتريك و يكتسي في الهواء بطبقة خضراء من الكربونات أو الكبريتات تشكل حماية ضد المزيد من التآكل.

أهم مصادر العنصر خامات الكبريتيد والكربونات كما يوجد العنصر في هيئته الحرة بكميات محدودة في عدد من مناطق العالم.

يستخلص العنصر بحرق الخام ثم اختزاله بواسطة الكربون. يلي ذلك عمليات التنقية بواسطة التحليل الكهربائي حيث يتكون قطب الخلية الموجب (المصعد) من ألواح العنصر الخام والقطب السالب (المهبط) من النحاس النقي . وتكون المحصلة النهائية للعملية تحول المهبط إلى كتلة من النحاس عالي النقاوة (99.9+) وترسيب الشوائب في قاع المصعد مكونة مخلفات ثانوية تحتوي على عناصر نبيلة أهمها فلزات ذهب وفضة وتليريوم.



فلز النحاس الحر

- حفرة النحاس ، السودان -

المصدر م-7

من أهم مركبات النحاس الأكسيد والكبريتات، ويستخدم الأخير في مبيدات الفطريات وفي تنقية المياه العذبة من الحشائش والطحالب وفي مجال الصناعات البترولية وصناعة الجلود. ومن المركبات المهمة محلول فهلنج المستعمل في العمليات التقليدية للكشف عن سكر الجلوكوز.

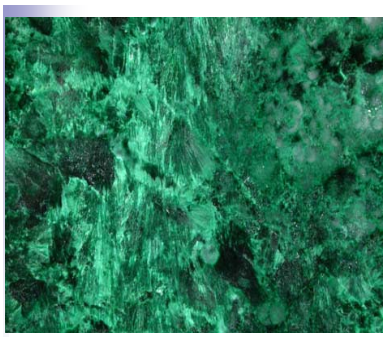
سبيكة البرونز(مع القصدير) وسبيكة الصفر (مع الخارصين) من أهم سبائك النحاس المعروفة والمستخدمة منذ القدم.

سبائك النحاس مع النيكل هي الأوسع انتشاراً في مجال العملات المعدنية.

النحاس مكون رئيس في العديد من الخمائر المنظمة لعمليات حيوية أهمها تنظيم امتصاص عنصر الحديد في بلازاما الدم وعمل الجهاز العصبي المركزي وتكوين الصبغة الملونة للشعر والجلد والعيون(الملانين).

أهم المصادر الغذائية للعنصرتشمل المحار والجوز والبقوليات الجافة.

جميع مركبات النحاس الذائبة في الماء سامة.



خام مالاشيت

(كربونات النحاس)

مع الكوارتز

- اريزونا -

المصدر م-1

خام بورنيت

(كبريتيد النحاس وحديد)

- كزاخستان -

المصدر م-2

بلورات كالكوبيريت

(كبريتيد نحاس)

مع بلورات دولوميت (الشفافة)

- كانساس -

المصدر م-1

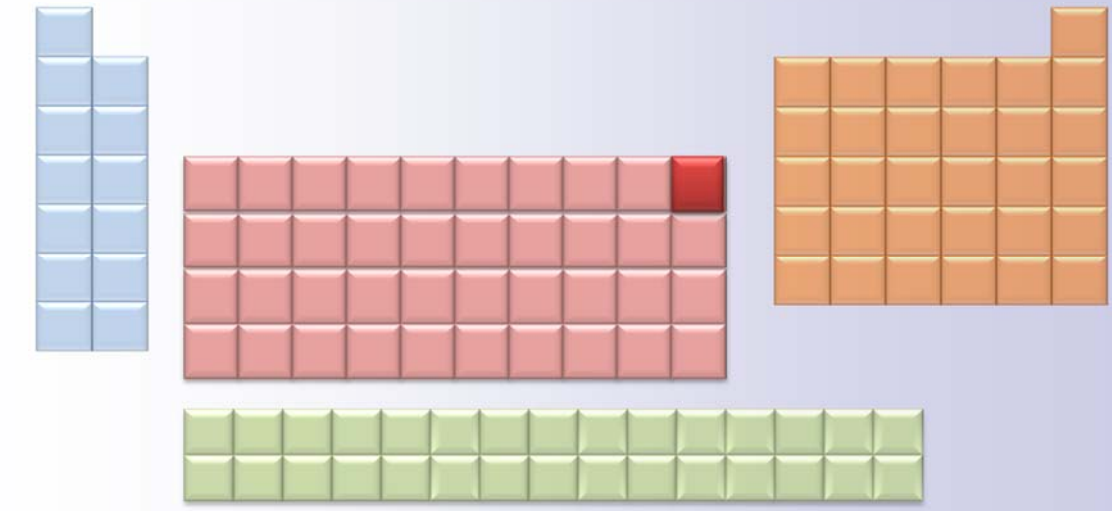
الخواص الفيزيائية والكيميائية

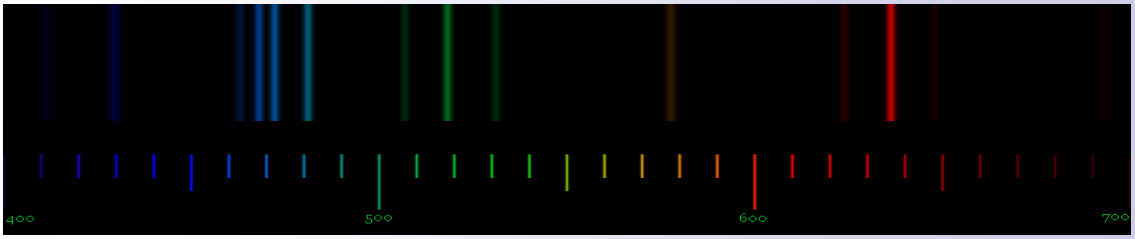
رمز العنصر	Cu	الكتلة الذرية النسبية	63.546
الرقم الذري	29	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1083.45
المجموعة	11	نقطة الغليان(درجة مئوية)	2566
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.385
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+1,+2,+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.90
نصف قطر الذرة (pm)	127.8	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	401
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	13.0
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^{10}4S^{1}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	304.6
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	7.09	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	745.4
الكثافة (جم سم-3)	8.960	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1658
عدد النظائر	18	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3554

مواقع الخامات في العالم

● النحاس الحر ● الأكسيد ■ بورنيت ◘ كالكوبيريت

خارصین Zn





مقدمة

عنصر أبيض ضارب إلى الزرقة وذو لمعة معدنية زاهية. قصِف

في درجات الحرارة العادية لكنه طري وقابل للطرق في درجات حرارة أعلى من 100 درجة مئوية. يحتل المركز الرابع في الإنتاج التجاري للفلزات (يلي حديد، ألمنيومونحاس).

خامات الخارصين تشمل زنسيت، وليميت، سميزونيت وسفاليريت. ويعتبر الأخير المصدر التجاري الرئيس للعنصر.

يستخدم الخارصين في صناعة عدد من السبائك المقاومة للتآكل أهمها سبيكة الفضة الألمانية،

سبيكة اللحام الطري وسبيكة النحاس(الصفر). ومن أهم وأقدم استخدامات الخارصين طلاء الحديد والفولاذ (الجلفنة) للحماية من التآكل وحماية الهياكل المعدنية للسفن والقوارب حيث يعمل الخارصين كمصعد (فدائي) يمنع تآكل الهيكل المعدني (المهبط).

أكسيد الخارصين مركب مهم في صناعة الدهانات، المنتجات الصيدلانية، البلاستيك، حبر الطباعة، مراكم الشحن، المنسوجات وغيرها. وللكبريتيد المستخدم في الطلاءات خاصية التوهج في الظلام.

الخارصين من العناصر الحيوية للإنسان. فالعنصر من مضادات الأكسدة ويمثل عاملاً مهماً لحث الخمائر (الإنزيمات) التي تؤدي وظائف حيوية هامة مثل وظائف الكلى وجهاز المناعة وتكوين الأحماض النووية.

أهم المصادر الطبيعية للعنصر المحار يليه اللحوم ،البيض، منتجات الألبان، اللوز، الحبوب الكاملة، وحبوب زهرة دوار الشمس.

خام سفاليريت

(كبريتيد الخارصين)

- انديانا -

المصدر م-1

اليقطين (القرع)

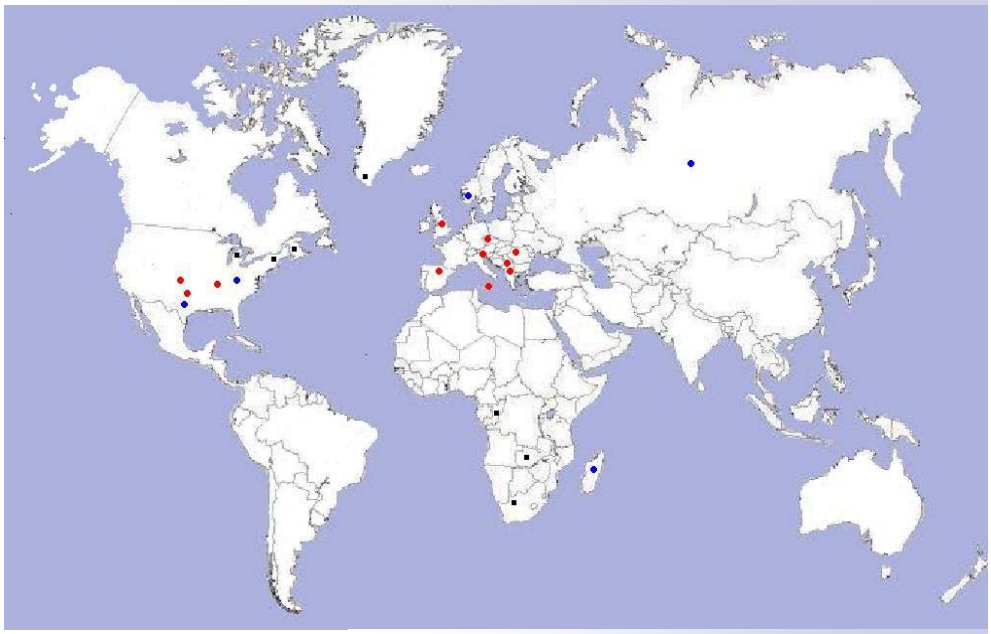
من المصادر الطبيعية لعنصر الخارصين

المصدر م-7

الخواص الفيزيائية والكيميائية

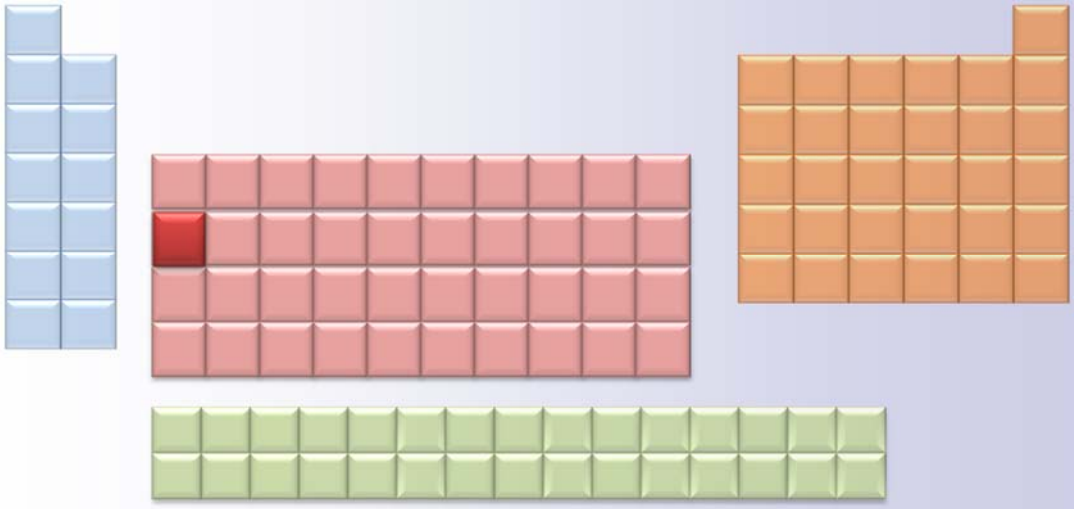
رمزالعنصر	Zn	الكتلة الذرية النسبية	65.39
الرقم الذري	30	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	419
المجموعة	12	نقطة الغليان (درجة مئوية)	906
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.388
السلسلة	العناصر الأنتقالية	أعداد الأكسدة	+2
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.65
نصف قطر الذرة (pm)	133.2	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	116
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	6.67
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^{10}4S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	115.3
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	9.17	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	906.4
الكثافة (جم سم-3)	7.133	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1733.3
عدد النظائر	23	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2832.6

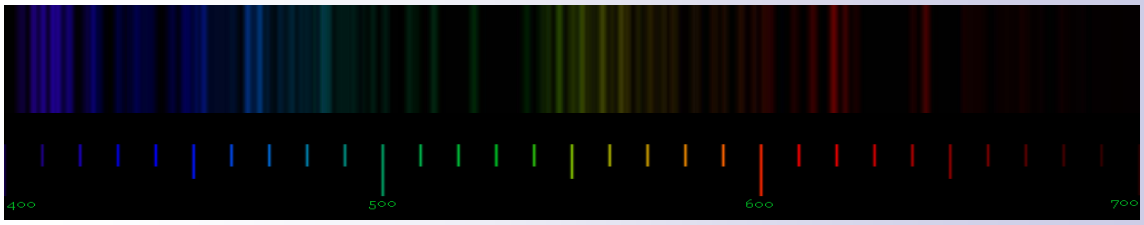
مواقع الخامات في العالم



• سفاليريت • زنسيت ▪ وليميت

إتريوم Y





مقدمة

عنصر فضي لامع وطري. كثير الشبه بعنصر سكانديوم . يوجد (في هيئة مركبات فقط) في خامات العناصر الترابية النادرة وخامات يورانيوم. والعنصر أحد نواتج الانشطار النووي ليورانيوم ومنأهم العناصر المستخلصة من الوقود النووي المنضب في محطات الطاقة الذرية.

إتريوم منتشر بتراكيز معتبرة في التربة وفي مياه البحر (نسبة وجوده تقارب 400 ضعف نسبة الفضة في القشرة الأرضية). أيضاً أثبتت تحاليل الصخور القمرية وجود العنصر بتراكيز عالية نسبياً.

العنصر نشط كيميائياً. يتفاعل مع معظم الأحماض ويذوب في الماء مطلقاً غاز الهيدروجين. وفي درجات الحرارة العالية يرتبط بالعديد من اللافلزات مثل كربون، سيليكون، فسفور، كبريت، سيلينيوم وعناصر الهالوجينات .

نتيجة لتكوين طبقة عازلة من الأكسيد يكتسب الإتريوم حماية ومقاومة نسبية للعوامل الجوية . من ناحية أخرى تشتعل برادة العنصر تلقائياً في الهواء.

يستخدم العنصر في الصناعات الإلكترونية والجواهر الصناعية ويستعمل كمثبت لأكسيد زركونيوم المستخدم في حشو الفراغات في مجال طب الأسنان. وللعنصر وأكسيده العديد من الاستخدامات المهمة في إنتاج السبائك المعدنية وكعوامل مساعدة في مجال الصناعة. بعض مركبات العنصر مواد متفسفرة وتستخدم -مع عنصر يوروبيوم -لإصدار اللون الأحمر في أنبوب التلفاز الملون.

فلز اتريوم

المصدر م-6

خام زينوتيم

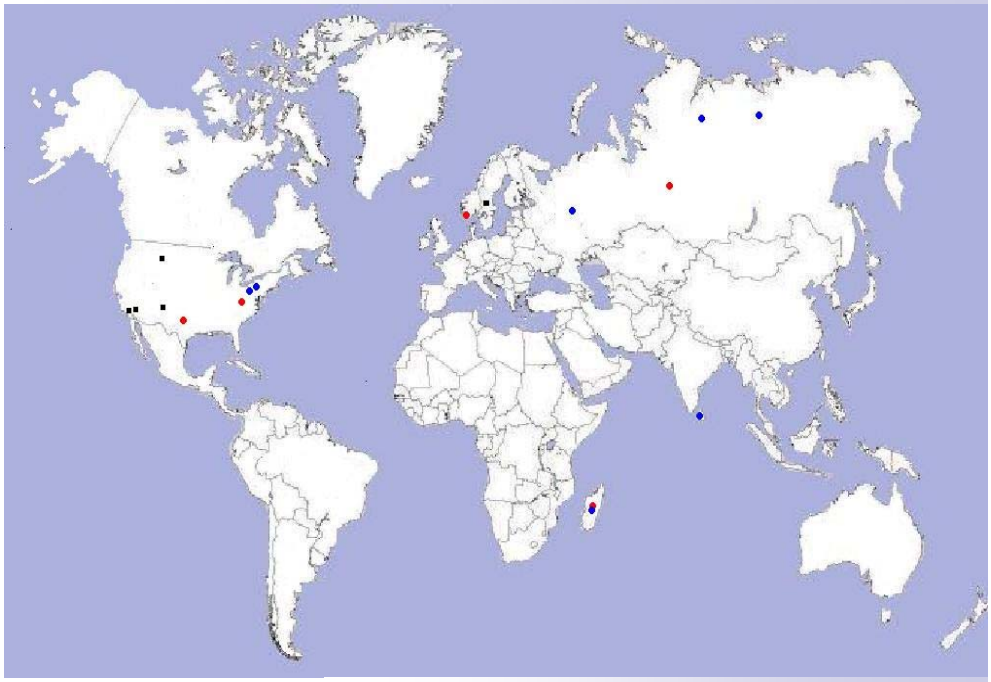
(يحتوي على فوسفات الإتريوم)

المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

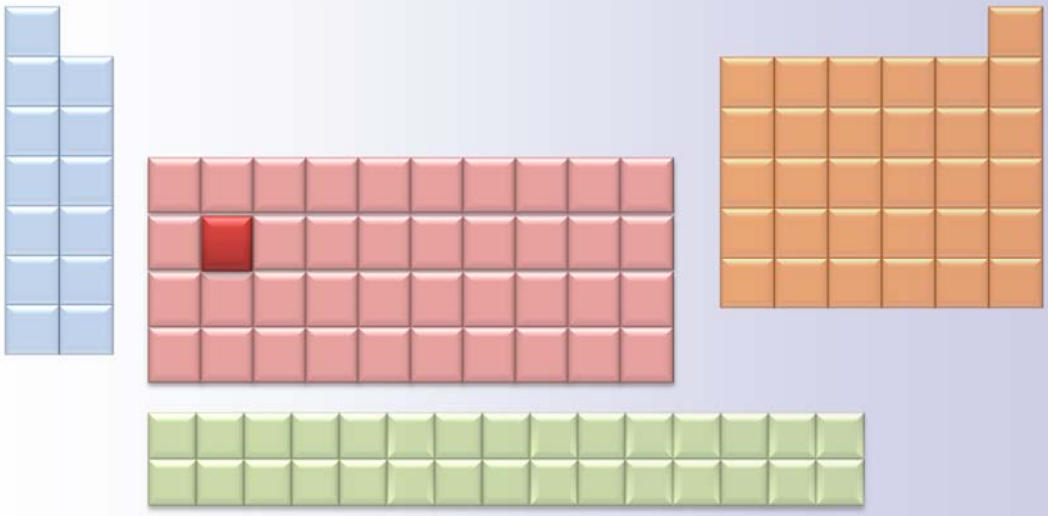
رمز العنصر	Y	الكتلة الذرية النسبية	88.906
الرقم الذري	39	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1521
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3337
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.298
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.22
نصف قطر الذرة (20°C)	181	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	17.2
الشكل البلوري (pm)	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	17.2
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^1\ 5S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	393.3
حجم المول ($سم^3$\مول)	19.89	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	616
الكثافة (جم سم-3)	4.469	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1181
عدد النظائر	32	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	1980

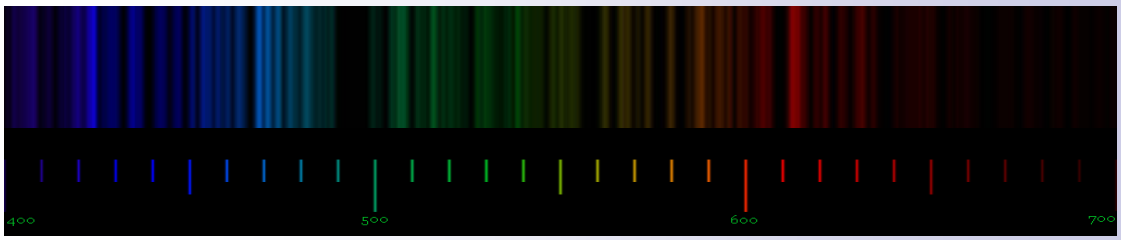
مواقع الخامات في العالم



• فيرجوسونيت • مونازيت ▪ باستناسيت

زرکونیوم Zr





مقدمة

عنصر أبيض - رمادي لامع وقابل للطرق والسحب.

منتشر بشكل واسع في القشرة الأرضية في هيئة سيليكات (زركون)مرافقاً لخامات تتانيوم وقصدير ويستخلص عادة - كناتج عرضي- في عمليات تعدين هذه الفلزات.

لزركونيوم مقاومة استثنائية للتآكل ولا يتأثر إلا بالماء الملكي أو حمض هيدروفلوريك .

في الحالة الصلبة لزركونيوم مقاومة عالية للحرارة لكن برادة العنصر تشتعل بلهب ناصع تصل درجة حرارته إلى 4930 درجة مئوية وهي من أعلى درجات الحرارة المعروفة.

من مركبات العنصر المهمة رابع الكلوريد ومنها ثلاثي وثنائي الكلوريد وهي عوامل مختزلة قوية. ومن مركباته أيضاً الأكسيد الموجود طبيعياً على هيئة بلورات صلبة (زركونيا) وهي مادة حرارية تنصهر عند 2960 درجة مئوية. لا تتأثر بالأحماض (باستثناء حمض هيدروفلوريك) ومن أهم استخداماتها صناعة بواتق الصهر والمجوهرات الصناعية وحشو الفراغات في مجال طب الأسنان.

أيضاً من مركبات العنصر المهمة تجارياً الكربونات المستخدمة في صناعة أحبار الطباعة والألوان.

زركونيوم يستخدم في المفاعلات النووية كمادة بناء وكمادة حاوية. ذلك بسبب الاحتمالية المنخفضة للامتصاص النيوتروني بالإضافة للمتانة الميكانيكية والمقاومة الاستثنائية للتآكل.

قضيب من فلز زركونيوم

المصدر م-3

بلورات زركون

(فوق مايكا وكوارتز)

- شمال باكستان -

المصدر م-2

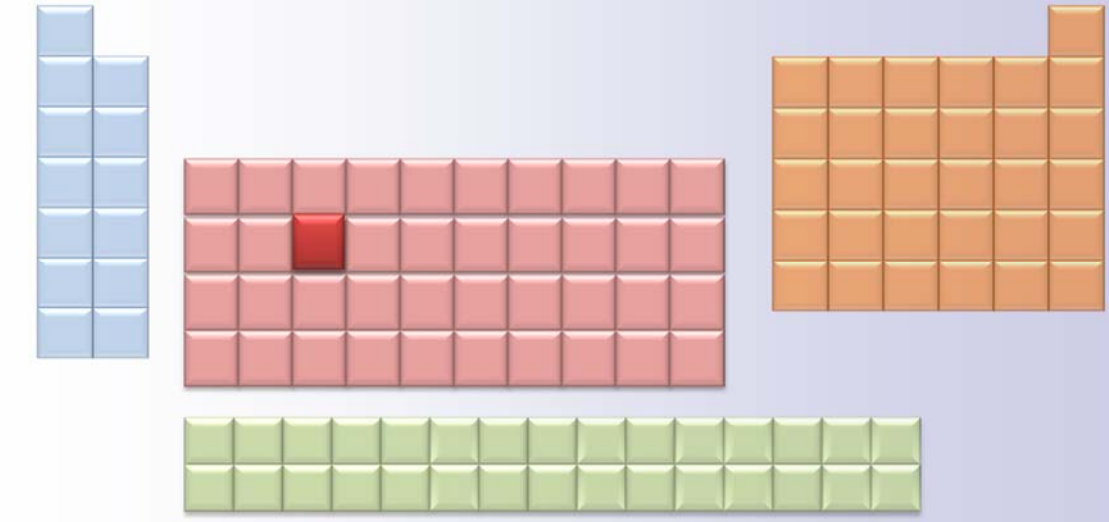
الخواص الكيميائية والفيزيائية

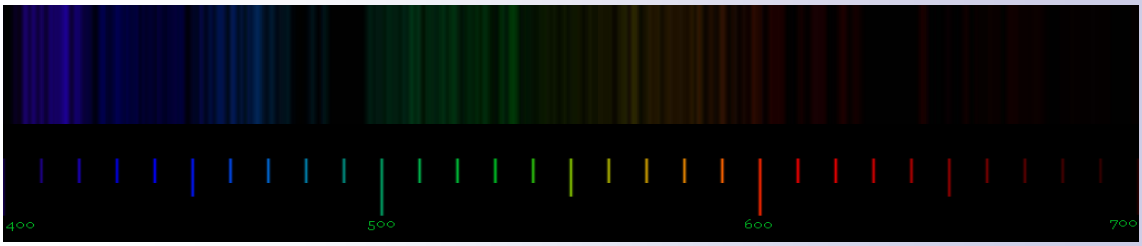
رمزالعنصر	Zr	الكتلة الذرية	91.224
الرقم الذري	40	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1851
المجموعة	5	نقطة الغليان (درجة مئوية)	4376
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.278
السلسلة	فلزات إنتقالية	أعداد الأكسدة	+4
الحالة الفيزيائية	صلب	سالبية كهربية	1.33
نصف قطر الذرة (20°C) (pm)	160	الموصلية الحرارية (باولنج)	22.7
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (واط \ متر . كلفن) (كجول مول-1)	23.0
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^2\ 5S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	581.6
حجم المول ($سم^3$\مول)	14.02	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	660
الكثافة (جم سم-3)	6.506	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1267
عدد النظائر	25	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2218

مواقع الخامات في العالم

- زركون

نيوبيوم Nb





مقدمة

عنصر فلزي يعرف أحياناً بإسم (كلومبيوم). شبيه في معظم خواصه الفيزيائية والكيميائية بعنصر تانتالوم بحيث يصعب التمييز بين العنصرين.

نيوبيوم عنصر نادر في الطبيعة و يوجد - بتراكيز ضعيفة - على هيئة مركبات في عدد من الخامات مرافقاً في معظمها لخامات تانتالوم. وتعتبر البرازيل الدولة الرائدة في الإنتاج التجاري العالمي للعنصر.

العنصر مقاوم لمعظم الأحماض وله قابلية للطرق والسحب مع لمعة فولاذية ناصعة سرعان ما تتبدد في الهواء ويكتسي سطح العنصر بمسحة زرقاء باهتة.

الاستخدام الرئيس للفلز في صناعة الفولاذ الكربوني وبصفة خاصة الفولاذ المستعمل في أنابيب نقل الغاز والزيت الخام. أيضاً يستعمل نيوبيوم في صناعة بعض السبائك المقاومة للحرارة (مع نيكل، كوبولت وحديد) للاستخدام في محركات الطائرات. وفي سبائك مع فاناديوم وتكنيتيوم لإنتاج مغناطيسات مفرطة الموصلية للإستخدام في أجهزة الرنين المغناطيسي.

للعنصر أهمية متزايدة في مجال الصناعات الإلكترونية ومواد الليزر والمجوهرات وفي بعض المجالات الطبية التي تتطلب مواد خاملة وقابلة للتشكيل كما هو الحال في صناعة منظمات القلب.

من مركبات نيوبيوم المهمة الكربيد البلوري الشديد الصلابة، والهيدريد مفرط الموصلية ، ومنها ثاني الأيوديد العامل المختزل القوي.

نيوبيوم

قضيب عالي النقاء

المصدرم-6

فلز نيوبيوم

المصدر م– 6

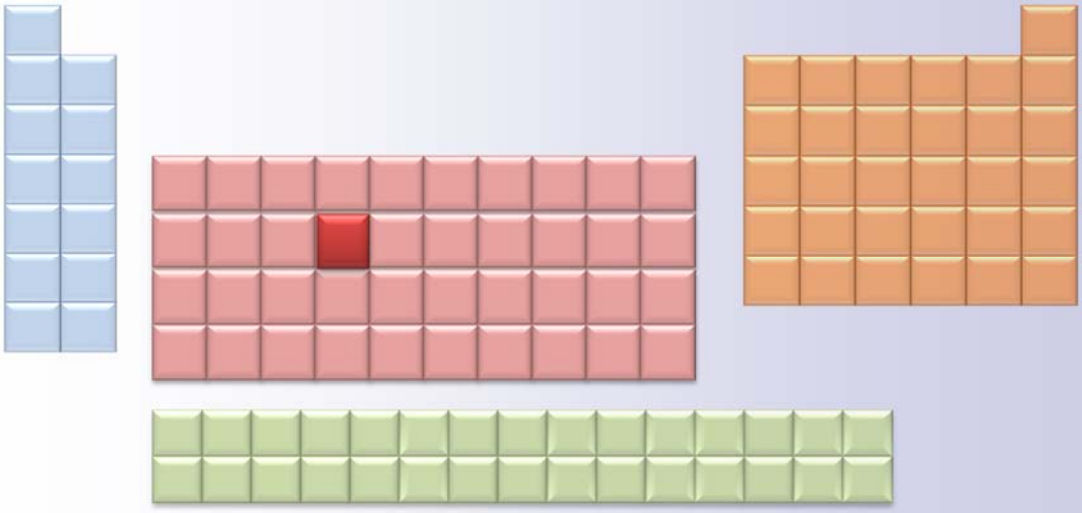
الخواص الفيزيائية والكيميائية

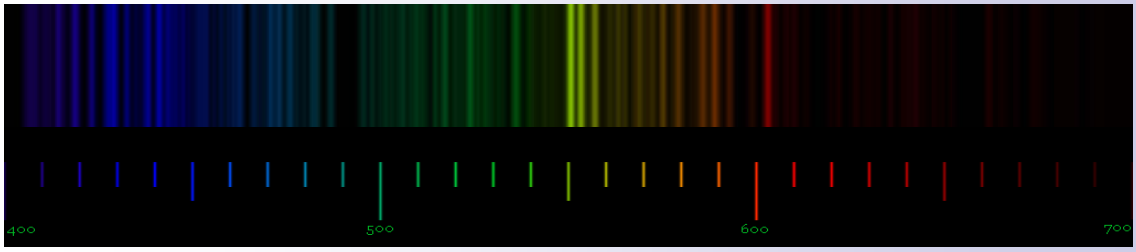
رمزالعنصر	Nb	الكتلة الذرية	92.906
الرقم الذري	41	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	2467
المجموعة	5	نقطة الغليان(درجة مئوية)	4741
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.278
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.6
نصف قطر الذرة (pm)	142.9	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	53.7
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	27.2
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^4\ 5S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	696.6
حجم المول (سم^3\مول)	10.84	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	664
الكثافة (جم سم-3)	8.570	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1382
عدد النظائر	31	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2416

مواقع الخامات في العالم

- كولومبيت-تانتاليت

مولييبدينيوم Mo





مقدمة

عنصر فلزي أبيض-فضي، شبيه بالبلاتين و يوجد عادة مرافقاً لخامات النحاس.

موليبيدينيوم يتأثر بالأحماض المعدنية ومصهور القواعد لكنه ثابت في الهواء ولا يتأكسد إلا في درجات حرارة مرتفعة (أعلى من 600 درجة مئوية).

تجارياً يستخرج العنصر من خام مولبدينيت وخام ولفينيت كما يستخلص العنصر - كناتج عرضي - من تعدين خامات نحاس وتنغستن.

الفلز النقي يستخلص عادة باختزال الأكسيد و يستخدم في صناعة سبائك الفولاذ وفي عمل أقطاب التسخين للأفران الكهربائية. (لموليبيدنيوم أعلى درجة انصهار بعد تانتالوم وتنغستن) من أهم مركبات العنصر الكبريتيد المستعمل في أغراض التشحيم في درجات الحرارة العالية حيث تتحلل الشحوم والزيوت العادية.

موليبيدينيوم من العناصر الضرورية لحياة الحيوان والنبات ويشكل العنصر الرئيس في تركيب العديد من الخمائر(الإنزيمات) المهمة.

المصادر الغذائية الرئيسة تشمل البطاطا، الحبوب، البقوليات وحبوب زهرة دوار الشمس.

ولفينيت

(مولبيدات الرصاص)

- شمال الصين -

المصدر م-1

مولبدينيت

(كبريتيد موليبيدينيوم)

المصدر م-3

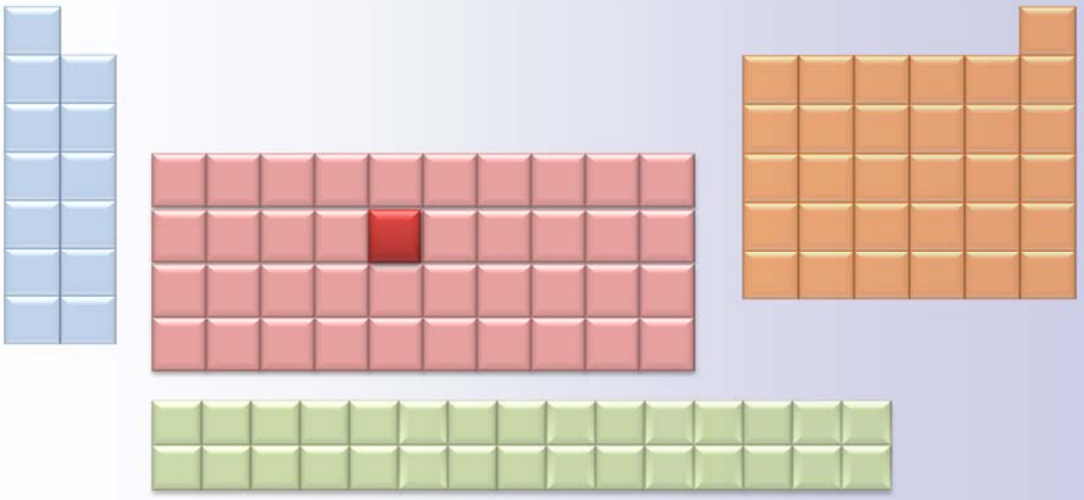
الخواص الفيزيائية والكيميائية

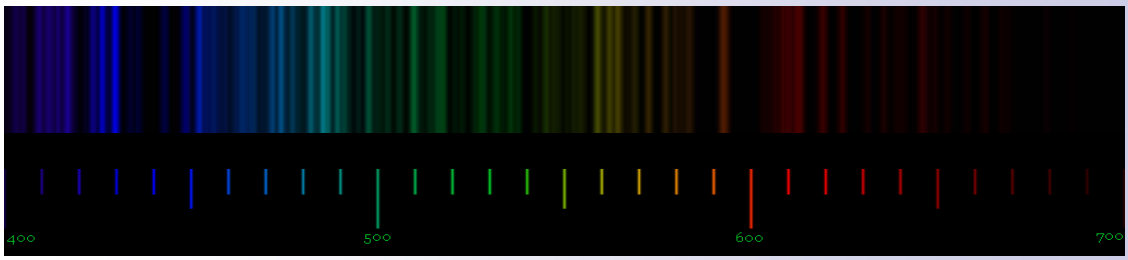
رمزالعنصر	Mo	الكتلة الذرية	95.94
الرقم الذرري	42	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	2616
المجموعة	6	نقطة الغليان (درجة مئوية)	4611
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.251
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+3,+4,+5,+6
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.16
نصف قطر الذرة (pm)	136.2	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	138
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	27.6
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^5\ 5S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	594.1
حجم المول (سم^3\مول)	9.39	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	685.0
الكثافة (جم سم-3)	10.220	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1558
عدد النظائر	23	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2621

مواقع الخامات في العالم

• مولبدينيت

تکنیتیوم Tc





مقدمة

عنصر مشع تنبأ بوجوده وبعدد من خصائصه العالم الروسي مندليف (1868م) وترك مكانه شاغراً في الجدول الدوري بين العنصر 42 (موليبيدنيوم) والعنصر 44 (روثينيوم).

اكتشف العنصرعام 1937م وكان أول عنصر يحضر صناعياً.

تكنيتيوم عنصر فضي - رمادي يفقد بريقه تدريجياً في الهواء الرطب و يذوب في أحماض نيتريك، والكبريتيك المركزة وفي الماء الملكي، لكنه عديم الذوبانية في جميع تراكيز حمض هيدروكلوريك. الجدير بالملاحظة أن عنصري تكنيتيوم وبروميثيوم تميزهما خاصية النشاط الإشعاعي دون سائر العناصر الخفيفة . ولا يوجد لتكنيتيوم نظير مستقر ولا يوجد العنصرفي الطبيعة إلا في هيئة شوائب ناتجة عن التحلل التلقائي لعنصر يورانيوم.

معظم المنتج التجاري من العنصر هو النظير تكنيتيوم– 99 ويستخلص - كناتج عرضي - من وقود يورانيوم المستنفد في الأفران الذرية.

العنصر يمنح خواص مميزة للفولاذ أهمها المقاومة العالية للتآكل، لكن كونه عنصراً مشعاً يقتصر استخدامه في الأنظمة المغلقة دون غيرها.

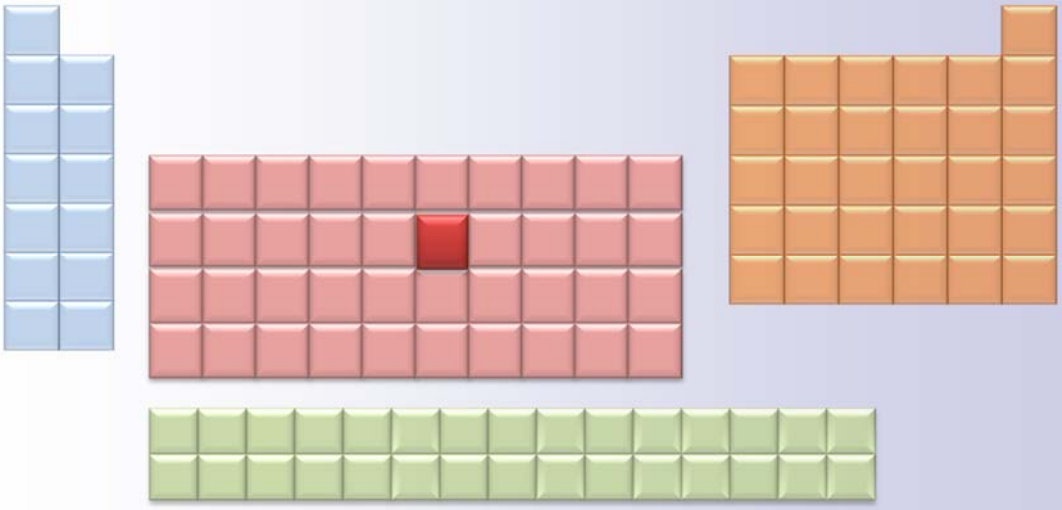
الحالة المثارة للنظير تكنيتيوم - 99 مشعة لأشعة جاما وتتميز بعمر نصف قصير جداً (6 ساعات) ما يجعل تكنيتيوم عنصراً مثالياً للتصوير بالأشعة في مجال التشخيص الطبي.

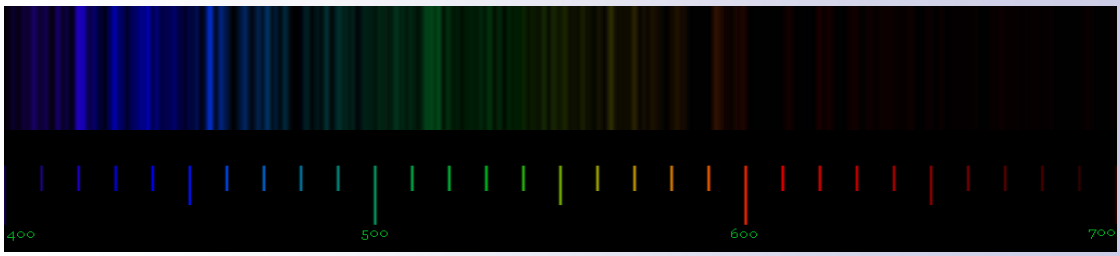
تكنيتيوم وبروميثيوم عنصران تميزهما خاصية النشاط الإشعاعي دون سائر العناصر الخفيفة

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Tc	الكتلة الذرية	98.906
الرقم الذري	43	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	2171
المجموعة	7	نقطة الغليان (درجة مئوية)	4876
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+4, +6 , +7
الحالة الفيزيائية	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.9
نصف قطر الذرة (pm)	135.8	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن) (20°C)	50.6
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	23.81
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^6\ 5S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	585.22
حجم المول (سم^3\مول)	8.6	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	702
الكثافة (جم سم-3)	11.50	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1472
عدد النظائر	25	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2850

روثینیوم Ru





مقدمة

أحد أفراد العائلة البلاتينية. عنصر أبيض، صلب، لايتأثر بالعوامل الجوية ولايتأكسد في الهواء في درجات حرارة أدنى من 800 درجة مئوية ولايتفاعل مع الأحماض الباردة أو الحارة ولا بالماء الملكي، لكنه يتأثر بالهالوجينات ويذوب في مصهور القلويات وينفجر بعنف في محلول كلورات بوتاسيوم.

روثينيوم أحد أندر العناصر في الطبيعة. يوجد - في هيئته الحرة -بتراكيز ضعيفة في معية العناصر البلاتينية ضمن عدد من السبائك أهمها سبيكة أزميريديوم. أيضاً يستخلص العنصر من الوقود النووي حيث يشكل في حدود 0.2 % من كتلة وقود يورانيوم المستنفد.

تستهلك نسبة مقدرة من المنتج التجاري في صناعة السبائك المعدنية حيث يضاف روثينيوم لمعادن بلاتين وبالاديوم وتتانيوم في صناعة سبائك تتميز بالمتانة والمقاومة العالية للتآكل (يمكن مضاعفة مقاومة تتانيوم للتآكل 100 مرة بإضافة 0.1 روثينيوم). أيضاً يضاف الفلز لسبائك كوبولت ونيكل وموليبيدينيوم ولسبائك الذهب في صناعة الحلي.

فلز روثينيوم

المصدر م– 6

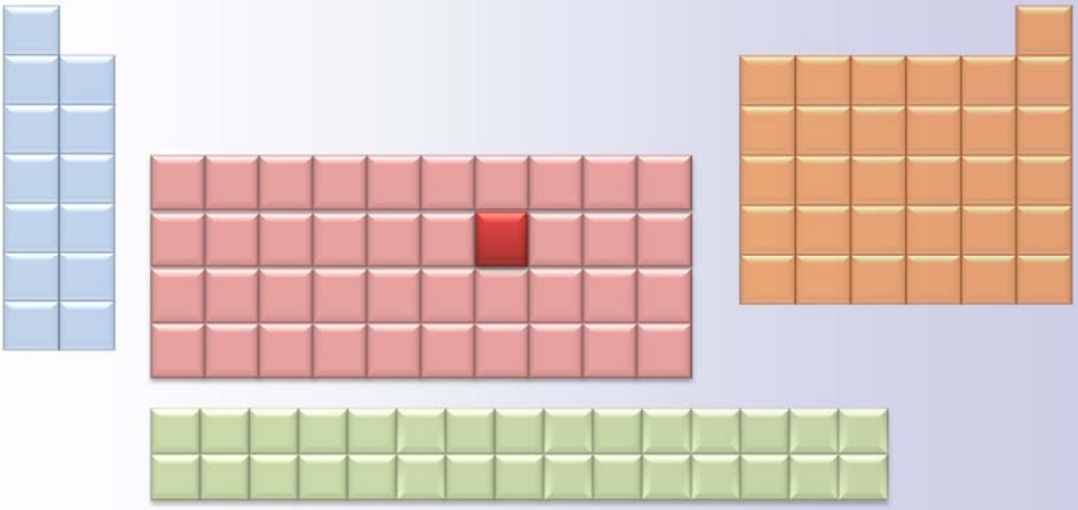
عنصر روثينيوم مهم في مجال الصناعات الإلكترونية (المقاومات والموصلات الكهربائية) وفي مجال الصناعات الكيميائية (أقطاب خلايا التحليل الكهربائي).

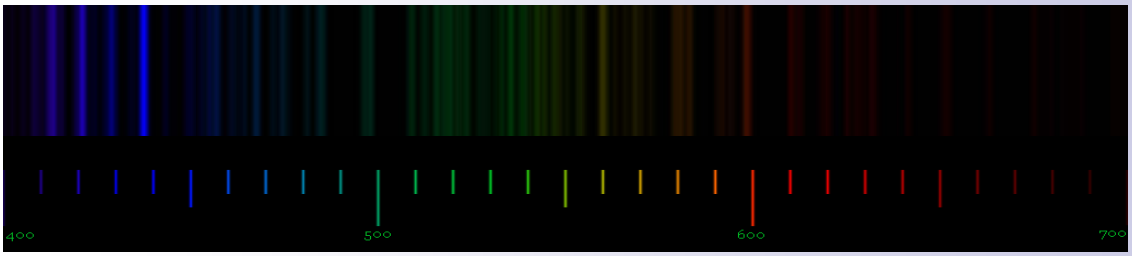
لمركبات روثينيوم دور مهم كعوامل محفزة في مجالات صناعية تشمل إنتاج النشادر من الغاز الطبيعي (الميثان) وحمض الخل من الكحول الميثيلي وفي الصناعات البترولية للتخلص من كبريتيد الهيدروجين. كما تستخدم بعض المركبات لتلوين الزجاج والسيراميك ولصبغ الأنسجة المرئية بالمجهر.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Ru	الكتلة الذرية	101.07
الرقم الذري	44	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	2309
المجموعة	8	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3899
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.238
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+3, +4 , +5
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.2
نصف قطر الذرة (pm)	134	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	117
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	23.7
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^7\ 5S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	567.8
حجم المول (سم^3\مول)	8.14	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	711
الكثافة (جم سم-3)	12.370	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1617
عدد النظائر	20	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2747

رودیوم Rh





مقدمة

من العناصر البلاتينية. يوجد حراً في الطبيعة – بتراكيز ضعيفة - في خامات البلاتين التي تشكل مصدره التجاري. أيضاً يستخلص العنصر من الوقود النووي حيث تبلغ نسبته 0.4 % من كتلة الوقود المستنفد.

روديوم عنصر أبيض- فضي صلب، يتميز بانعكاسية قوية ودرجة انصهار عالية. لايذوب في الأحماض ولا يتأثر بالماء الملكي إلا بدرجة ضعيفة. ولايتأكسد في الهواء إلا سطحياً حيث يتحول ببطء للأكسيد. والروديوم يصنف كأنبل وأثمن عنصر طبيعي.

الاستخدام الرئيس للعنصر في مجال صناعة السيارات حيث يستهلك معظم المنتج في تصنيع المحول المحفزالموصول بمحرك السيارة لتكسير غازات العادم الضارة مثل أكاسيد النيتروجين وتحويلها لغازات صديقة للبيئة (نيتروجين وأكسجين).

روديوم يرسب كهربائياً فوق سطح الذهب الأبيض والبلاتين في صناعة الحليّ والزخارف لمنحها انعكاسيه براقة.

عنصر روديوم يضاف لسبائك بلاتين وبالاديوم لمنح المزيد من المتانة والمُقاومة للتآكل. وللعنصر أيضاً أهمية صناعية كوسيط كيميائي (محفز) في عمليات هدرجة المركبات العضوية وفي صناعة حمض النيتريك وإنتاج حمض الخل من الكحول الميثيلي.

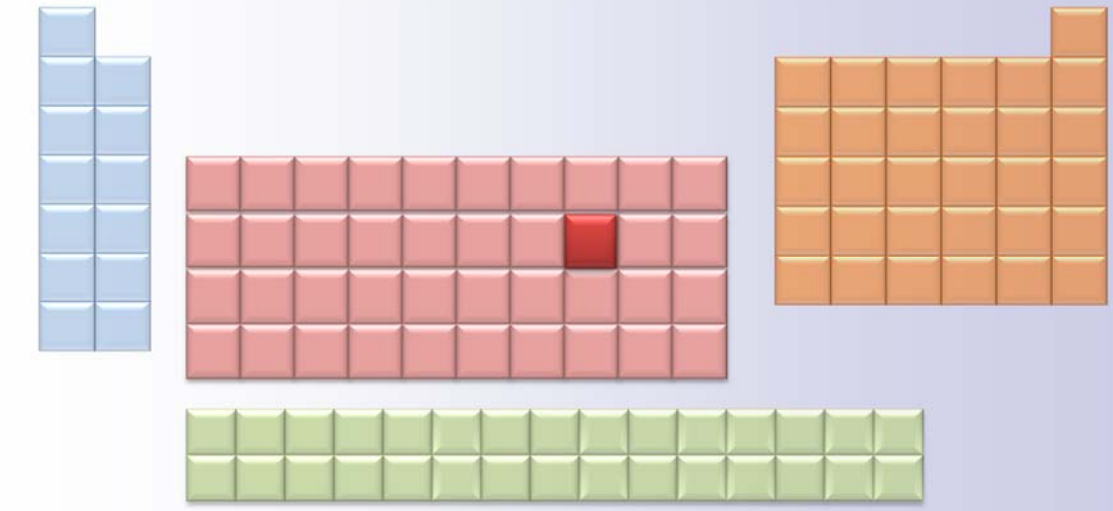
فلز روديوم فضي لامع وقابل للطرق والسحب

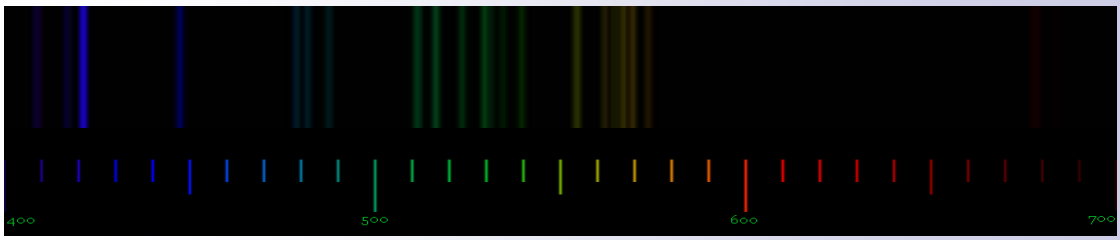
المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Rh	الكتلة الذرية	102.906
الرقم الذري	45	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1965
المجموعة	9	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3726
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.243
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+3, +4 , +5
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.28
نصف قطر الذرة (pm)	134.5	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	150
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	21.55
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^8\ 5S^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	495.4
حجم المول (سم^3\مول)	8.29	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	720
الكثافة (جم سم-3)	12.410	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1744
عدد النظائر	34	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2997

بالادیوم Pd





مقدمة

عنصر أبيض- فولاذي، طري وقابل للطرق والسحب. يوجد حراً في الطبيعة في سبائك العناصر البلاتينية ويستخلص تجارياً - كناتج عرضي - من تعدين خامات نيكل ونحاس.

بالاديوم لايتأثر بالعوامل الجوية ولكنه العنصر الأقل مقاومة للتغير الكيميائي من بين أفراد مجموعة البلاتين. يذوب في حمض نتريك المركز وحمض الكبريتيك الساخن، وهوالعنصرالأقل كثافة في المجموعة والأدنى في درجة الانصهار.

لعنصر بالاديوم خاصية مميزة تتمثل في القدرة على امتصاص 900 ضعف حجمه من غاز الهيدروجين أو غاز أستلين في درجة الحرارة العادية. وفي وجود مسحوق الفلز يتأكسد الهيدروجين ويتحول الى ماء في درجة الحرارة العادية.

هذه الخواص أتاحت استعمال بالاديوم كعامل تحفيز في المجال الصناعي خاصة في عمليات نزع الهيدروجين.

بالاديوم يستخدم في الصناعات الكهربائية وفي صناعة المعدات الطبية، وبلاديوم أحد ثلاثة الفلزات البيضاء (نيكل، بالاديوم وفضة) المستخدمة في صناعة سبيكة الذهب الأبيض في معامل إنتاج الحلي.

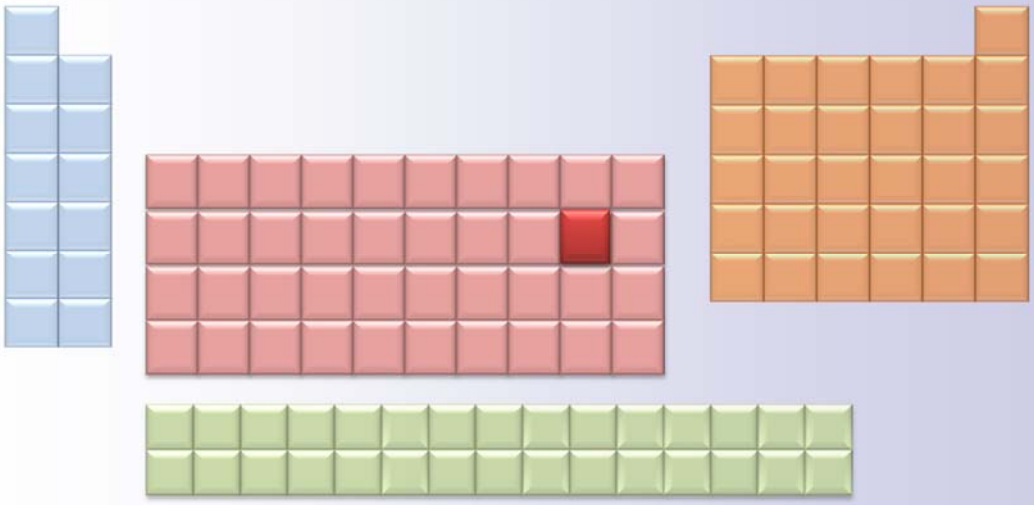
فلز بالاديوم

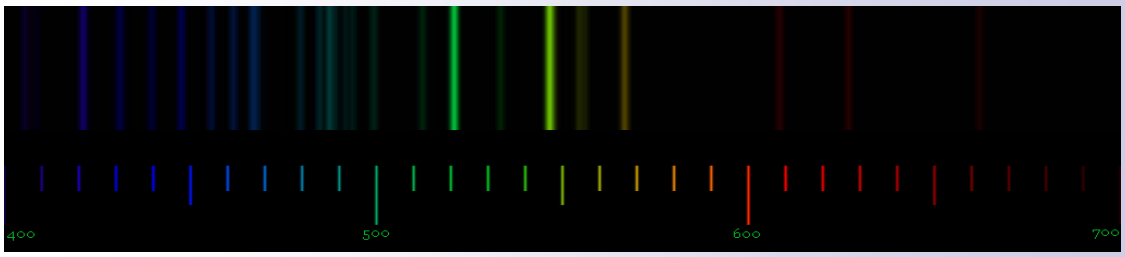
المصدر م-6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Pd	الكتلة الذرية	106.42
الرقم الذري	46	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1551
المجموعة	10	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3139
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.244
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2, +3 , +4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.20
نصف قطر الذرة (pm)	137.6	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	71.8
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	17.2
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^{10}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	393.3
حجم المول (سم^3\مول)	8.85	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	805
الكثافة (جم سم-3)	12.020	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1875
عدد النظائر	25	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3177

فضة Ag





مقدمة

من مجموعة الذهب. عنصر نفيس يتميز بلمعة معدنية بيضاء وزاهية. أصلب قليلاً من الذهب وله قابلية عالية للطرق والسحب. ثابت في الهواء وفي الماء لكنه يتأثر عند تعرضه لغاز الأوزون أو الهواء الرطب المحتوي على كبريتيد الهيدروجين. يذوب في حمض نتريك المخفف البارد وفي حمض كبريتيك المركز الساخن لكنه لا يتأثر (حتى بمصهور) القلويات.

عنصر الفضة يوجد حراً في الطبيعة مرافقاً- في معظم الأحيان - لمعادن الذهب والنحاس، كما يوجد في هيئة مركبات في عدد من الخامات أهمها خام أرجنتيت (الكبريتيد) والفضة القرنية (الكلوريد) والفضة الياقوتية (كبريتيد مزدج لفضة وأنتمون).

عمليات تعدين الذهب والرصاص والخارصين توفر مصادر تجارية رئيسة للعنصر حيث يستخلص كناتج عرضي.

الفضة أفضل موصل للكهرباء والحرارة من بين جميع العناصر.

سبائك الفضة مستخدمة في مجال الصناعات الكهربائية

وصناعة الحلي والعملات المعدنية. والعنصر يستعمل - مع كادميوم - في صناعة المراكم ذات السعات العالية. كما تستعمل عدد من مركبات الفضة كعوامل تحفيز في مجال الصناعة.

لنترات الفضة مفعول معقم وقاتل للبكتيريا وتستعمل كعلاج خارجي في المجال الطبي.

عنصر الفضة غير سام لكن معظم مركباته تصبح سامة وذلك نتيجة لوجود الأيونات السالبة في محاليل الأملاح.

فضة حرة (مع كالسيت)

- اسبانيا -

المصدر م-2

خام أرجنتيت

(كبريتيد لفضة)

المصدر م-1

الفضة أكثر الفلزات بياضاً وذات مقدرة استثنائية لعكس الضوء خاصة بعد ترسيبها على سطح الزجاج عن طريق التحليل الكهربائي كما يحدث في صناعة المرايا

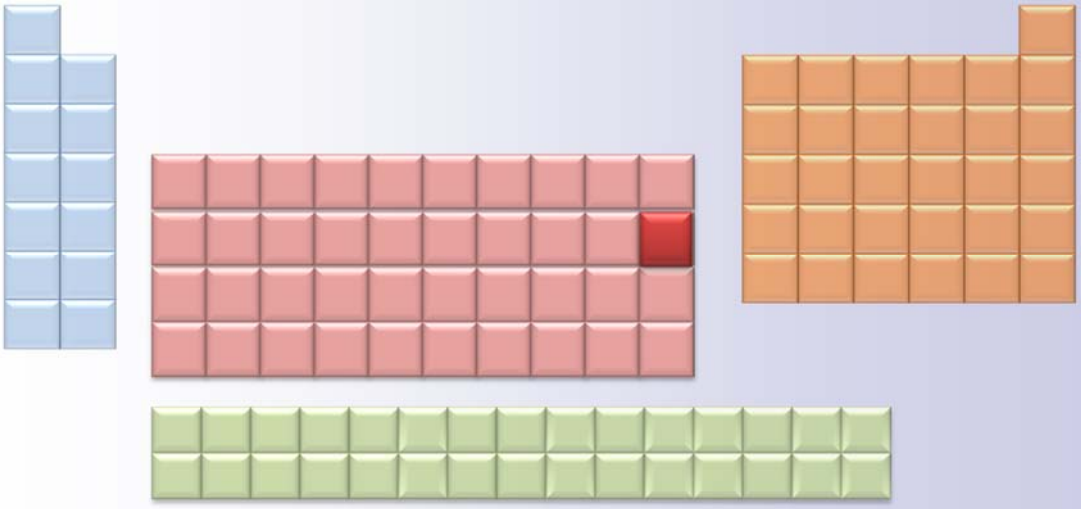
الخواص الفيزيائية والكيميائية

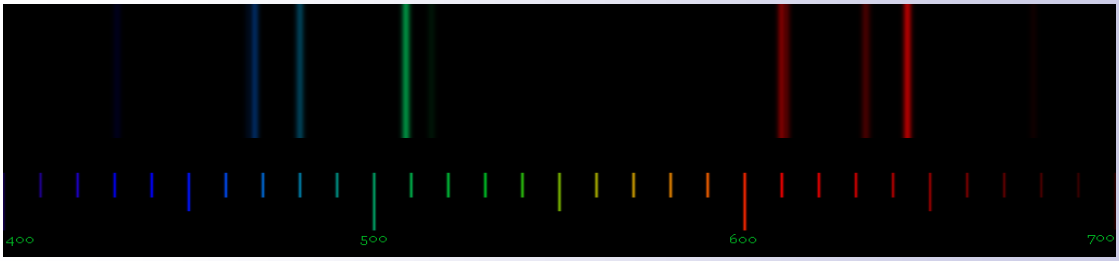
رمزالعنصر	Ag	الكتلة الذرية	107.868
الرقم الذري	47	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	961.95
المجموعة	11	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2211
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.235
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+1, +2, +3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.93
نصف قطر الذرة (pm)	144.4	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	429
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	11.3
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^{10}5S^{1}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	255.1
حجم المول (سم^3\مول)	10.27	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	731.0
الكثافة (جم سم-3)	10.500	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2073
عدد النظائر	46	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3361

مواقع الخامات في العالم

• أرجنتيت • فضة قرنية

كادميوم Cd





مقدمة

عنصر أبيض ضارب للزرقة، طري وقابل للطرق والسحب، وكثير الشبه بعنصر الخارصين في العديد من الخواص.

خامات الكبريتيد تشكل المصادر التجارية للعنصر و يستخلص بصورة رئيسة كناتج عرضي من عمليات تعدين وصهر خام سفاليريت (كبريتيد الخارصين) وخامات كبريتيد النحاس والرصاص .

معظم المنتج التجاري لكادميوم يستهلك في صناعة المراكم (مراكم نيكل - كادميوم)، وفي طلاء الحديد والفولاذ وصناعة السبائك مع نحاس وألمنيوموبزموث.

مركبات كادميوم - خاصة الكبريتيد والسيلينيد - تستعمل في صناعة ألوان المنتجات البلاستيكية والحراريات والزجاج ومكونات الألعاب النارية.

كادميوم منتشر في التربة وفي الهواء وفي مياه البحار. والعنصر ومركباته مواد سامة ومدرجة في قوائم مسببات السرطان.

مخاطر التلوث بالكادميوم تعزى لعوامل طبيعية مثل حرائق الغابات والبراكين وعوامل التعرية ولعوامل أخرى من صنع الإنسان أهمها عمليات تعدين الخارصين والحديد وصناعة المراكم وأسمدة الفوسفات والنفايات المنزلية ودخان التبغ الذي يعتبر أهم مصدر للعنصر في جسم الإنسان.

تفعيل القوانين الدولية الخاصة بتلوث كادميوم مع إعادة دورة إنتاج الفلز من أهم العوامل التي قد تعمل على درء مخاطر العنصر.

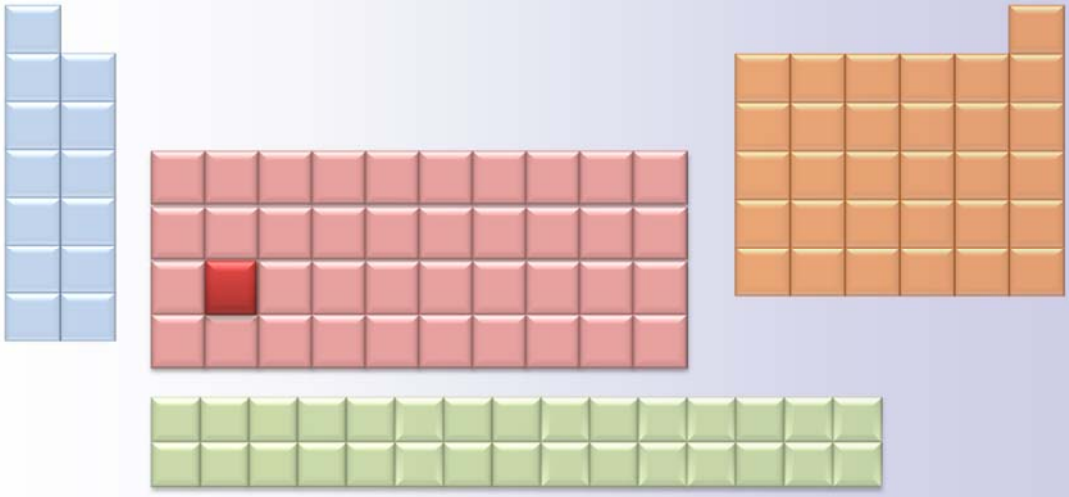
مراكم نيكل - كادميوم

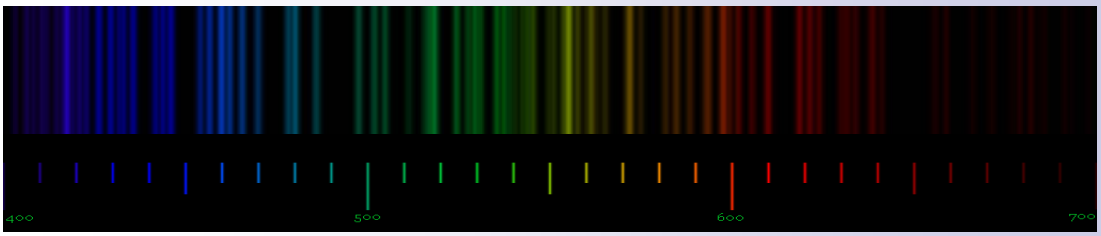
المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Cd	الكتلة الذرية	112.411
الرقم الذري	48	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	320
المجموعة	12	نقطة الغليان (درجة مئوية)	764
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.232
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.69
نصف قطر الذرة (pm)	148.9	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	96.8
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	6.11
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^{10}5S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	99.87
حجم المول (سم^3\امول)	13.00	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	867.6
الكثافة (جم سم-3)	8.650	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1631
عدد النظائر	31	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3616

هافنيوم Hf





مقدمة

عنصر فضي - رمادي، لامع وقابل للطرق والسحب.

تنبأ بوجوده العالم مندليف (1869م) وظل مكانه شاغراً في الجدول الدوري حتى تاريخ اكتشافه في الدنمارك عام 1923 م.

هافنيوم كثير الشبه بعنصر زركونيوم ويرافقه في خامات ألمنيت وروتيل (خامات تتانيوم) ويستخلص - كناتج عرضي - من عمليات تنقية التي تشكل مصادره التجارية.

عنصر هافنيوم ثابت في الهواء ومقاوم للتآكل ولا يتأثر بالقلويات المركزة لكنه يتفاعل مع الهلوجينات في درجات الحرارة العادية ومع عناصر أكسجين، نيتروجين، كبريت وكربون مع في درجات حرارة مرتفعة. من ناحية أخرى تشكل دقائق هافنيوم مادة متفجرة تشتعل تلقائياً في الهواء.

الاستخدامات التجارية للعنصر محدودة نسبة لندرته ولصعوبة فصله من عنصر زركونيوم.

تنحصر الاستخدامات في صناعة السبائك والأقطاب والدوائر التكاملية في مجال الصناعات الإلكترونية.

والعنصر يُكوّن سبائك مع عناصر تنغستن، تيتانيوم وحديد كما يستعمل (مع فلز زركونيوم) كمادة بناء وكماص للنيترونات في قضبان التحكم داخل الأفران الذرية.

كربيد هافنيوم من أكثر المركبات مقاومة للحرارة والصهر، ونيتريد الفلز يعتبر أقوى النيتريدات المعدنية ويستخدم كمادة حرارية تتميز بواحدة من أعلى درجات الانصهار المعروفة (3310 درجة مئوية).

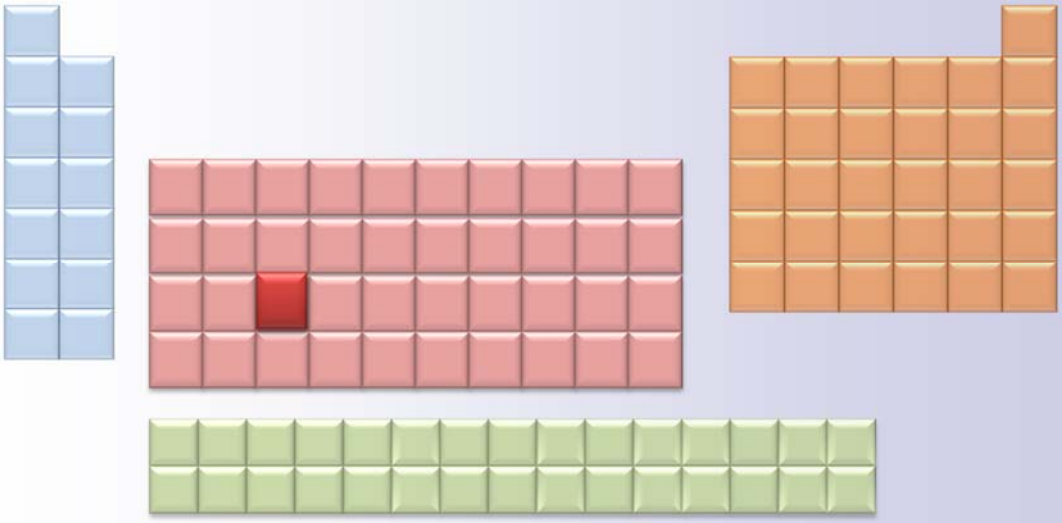
فلز هافنيوم

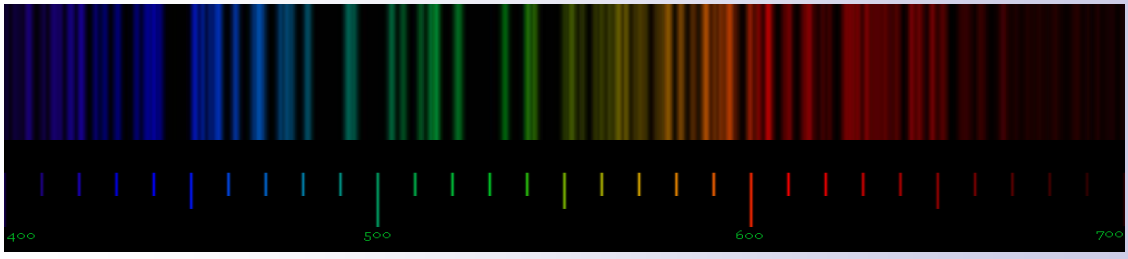
المصدر م - 6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Hf	الكتلة الذرية	178.49
الرقم الذري	72	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	2229
المجموعة	4	نقطة الغليان (درجة مئوية)	5196
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.144
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.3
نصف قطر الذرة (pm)	156.4	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	23.0
الشكل البلوري	نظام تكعيبي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	25.5
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{2}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	661.1
حجم المول (سم^3\مول)	13.41	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	642
الكثافة (جم سم-3)	13.310	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1440
عدد النظائر	34	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2250

تانتالوم Ta





مقدمة

عنصر رمادي، ثقيل وشديد الصلابة لكنه سهل التشكيل وقابل للطرق والسحب. موصل جيد للحرارة والكهرباء وذو مقاومة عالية للتآكل.

لا يذوب في الأحماض المنفردة (عدا حمض هيدروفلوريك) ولا في الماء الملكي ولا يتأكسد في درجات حرارة أقل من 150 درجة مئوية ولا يتأثر بالقلويات إلا قليلاً.

يستخلص العنصر من عدد من الخامات أهمها خامات تانتالايت (كولومبيت -تانتاليت) وميكرولايت، كما يجمع - كناتج عرضي - أثناء عمليات تعدين خامات القصدير.

يستخدم تانتالوم في صناعة مكونات المعدات الإلكترونية خاصة مكثفات الدوائر الإلكترونية المعروفة بمكثفات تانتالوم، كما يستخدم كبديل للبلاتين في معدات الجراحة والأطراف الصناعية.

أيضاً يستخدم العنصر في إنتاج سبائك متينة ومقاومة للحرارة والتآكل خاصة مع فلزات بلاتين، نحاس ونيكل.

كربيد تانتالوم من أقوى وأصلب المواد المصنعة ويستخدم في صنع الأطراف الحادة لآلات القطع السريعة.

خام تانتاليت
(أكسيد مزدوج لتانتالوم، حديد ومنغنيز)
- استراليا -
المصدر م-3

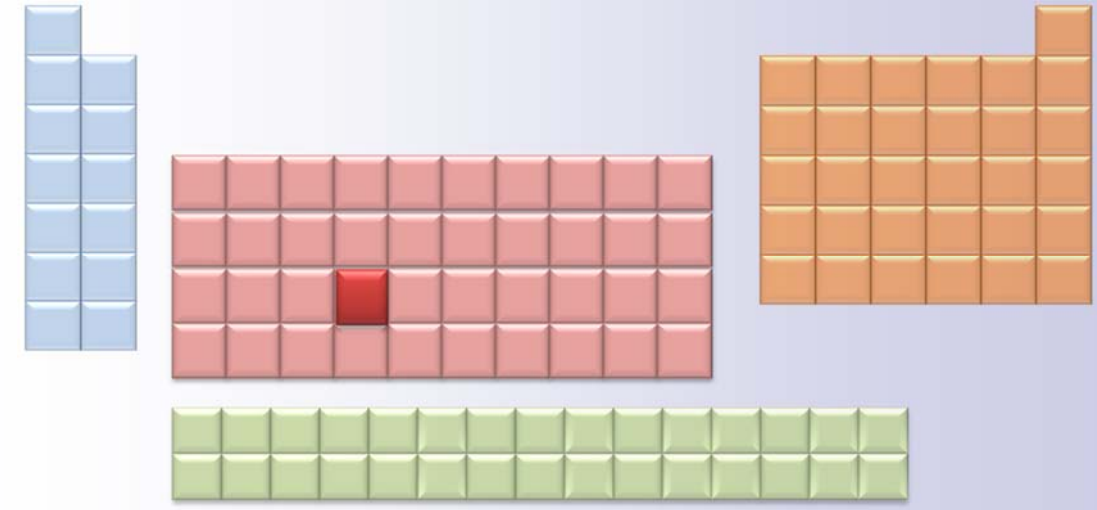
الخواص الفيزيائية والكيميائية

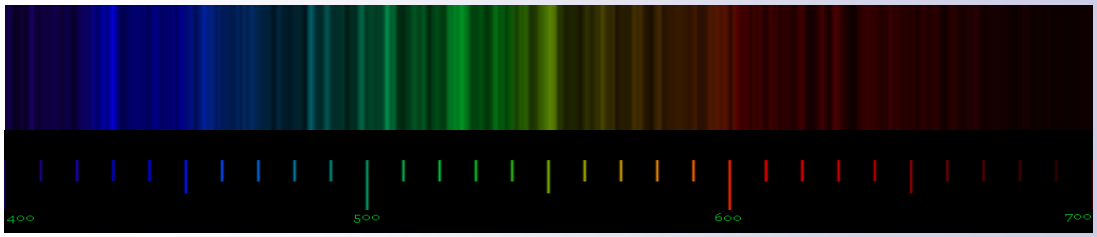
رمزالعنصر	Ta	الكتلة الذرية	180.948
الرقم الذري	73	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	2995
المجموعة	5	نقطة الغليان(درجة مئوية)	5424
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.140
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+3, +4, +5
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.5
نصف قطر الذرة (pm)	143	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	57.5
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	31.4
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{3}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	753.1
حجم المول (سم^3\مول)	10.87	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	761
الكثافة (جم سم-3)	16.654	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	28	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

مواقع الخامات في العالم

• كولومبيت - تانتاليت

تنغستن W





مقدمة

عنصر فلزي كثيف ، رمادي - فولاذي ، يطلق عليه أيضاً (ولفرام).

يوجد في عدد من الخامات أهمها تجارياً خام شيلايت ومنها فيربريت و ولفراميت.

العنصر الخام صلب وقصف وغير قابل للطرق لكنه يصير طرياً في حالته النقية بحيث يسهل قطعه وسحبه وتشكيله.

تنغستن يتميز بدرجة انصهار هي الأعلى بين جميع الفلزات والثانية (بعد الكربون) بين جميع العناصر. وللعنصر مقاومة عالية للتآكل وهو لا يتأثر إلا قليلاً بمعظم الأحماض المعدنية ولا يتأكسد في الهواء إلا في درجات الحرارة العالية.

يستخدم في إنتاج سبائك الفولاذ ذات القدرة العالية للتحمل والسبائك فائقة الصلابة مع السيليكون والبورون. كما يستعمل العنصر وسبائكه في العديد من المجالات الصناعية خاصة تلك المعنية بالاستخدام في درجات الحرارة العالية.

أهم المنتجات الصناعية تشمل فتائل المصابيح الكهربائية، الصمامات الإلكترونية، أقطاب أنابيب الأشعة السينية والأنابيب المفرغة. ومنها أجهزة التسخين المستخدمة في درجات الحرارة العالية و الدروع الواقية من الإشعاع في مجال الصناعات الصيدلانية.

كربيد تنغستن من أصلب الكربيدات المعروفة (درجة انصهاره 1770 درجة مئوية)، ويستعمل في تصنيع أدوات القطع والحفر.

مركبات تنغستن تستخدم في المجال الصناعي كمحفزات وأصباغ غير عضوية وفي أغراض التشحيم في درجات الحرارة العالية (كبريتيد التنغستن مادة جافة تستخدم في أغراض التشحيم في درجات حرارة تصل إلى 500°م).

فتيل المصباح المنير مكون من فلز تنغستن النقي

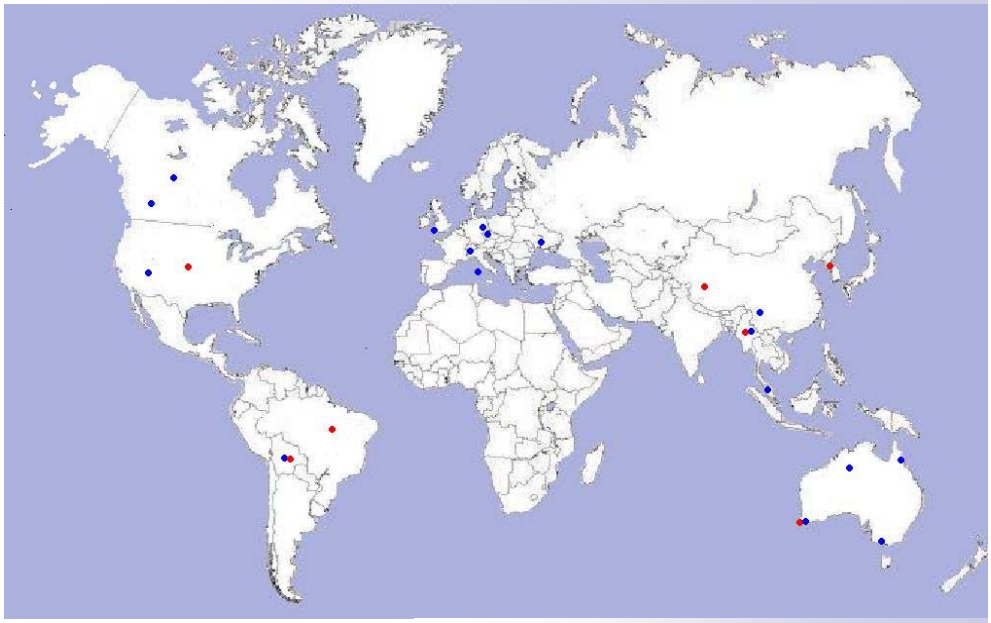
خام شيلايت (تنجستات كالسيوم)
المصدر م-3

خام فيربريت
(تنغستات حديد)
-البرتقال -
المصدر م-1

الخواص الفيزيائية والكيميائية

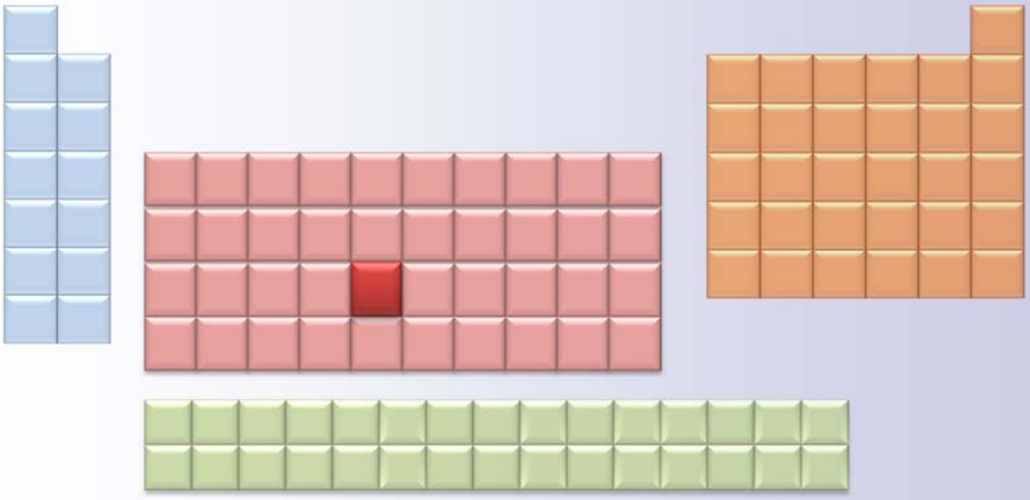
رمز العنصر	W	الكتلة الذرية	183.84
الرقم الذري	74	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	3406
المجموعة	6	نقطة الغليان(درجة مئوية)	5656
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.132
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+4, +5,+6
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.36
نصف قطر الذرة (pm)	137.0	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	174
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	35.2
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{4}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	799.1
حجم المول (سم^3\مول)	9.53	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	770
الكثافة (جم سم-3)	19.300	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	29	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

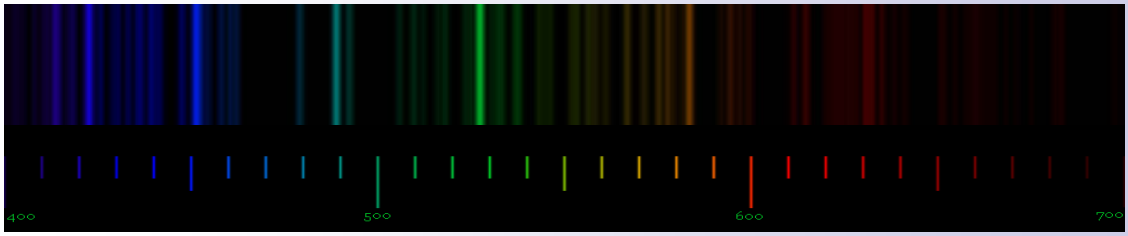
مواقع الخامات في العالم



• شيلايت • فيربريت

رينيوم Re





مقدمة

عنصر أبيض- فضي، لامع، وهو آخرعنصر طبيعي يكتشف (1925) وأحد العناصر الأقيم تجارياً والأندر وجوداً في الطبيعة. يوجد بتراكيز ضعيفة جداً مرافقاً في معظم الأحيان لخامات موليبيدنيوم ونحاس وعادة يستخلص- كناتج عرضي – أثناء عمليات تعدين وتنقية هذه العناصر.

رينيوم مقاوم للتآكل والأكسدة لكنه يصدأ في الهواء الرطب ويذوب في الأحماض المعدنية. والعنصر يتفرد بكثافة عالية جداً وبدرجة انصهارهي الأعلى بعد الكربون والتنغستن، كما يتميز بمقدرة فائقة على مقاومة التسمم بعناصر نيتروجين، كبريت وفسفور.

يضاف رينيوم لموليبيدينيوم في صناعة السبائك مفرطة الموصلية وبفضل قدرته على التحمل ومقاومته العالية للتآكل يستعمل في صناعة المزدوجات الحرارية (سبيكة رينيوم مع تنغستن تستعمل لقياس درجات حرارة تصل إلى 2200 درجة مئوية).

دقائق العنصر (الأكثر نشاطاً) تستخدم كعامل محفز في أكسدة الكحولات وفي عمليات الهدرجة.

سبيكة رينيوم مع بلاتين تستخدم كمحفز في عمليات (إعادة التشكيل) المستخدمة في الصناعات البترولية لتحويل النفط لمشتقات بترولية بعدد اوكتيني كبير (جازولين بكفاءة عالية وخالٍ من الرصاص).

ثنائي بروميد رينيوم مادة مفرطة الصلابة (تخدش الماس وتعد ثالث أصلب مادة معروفة).

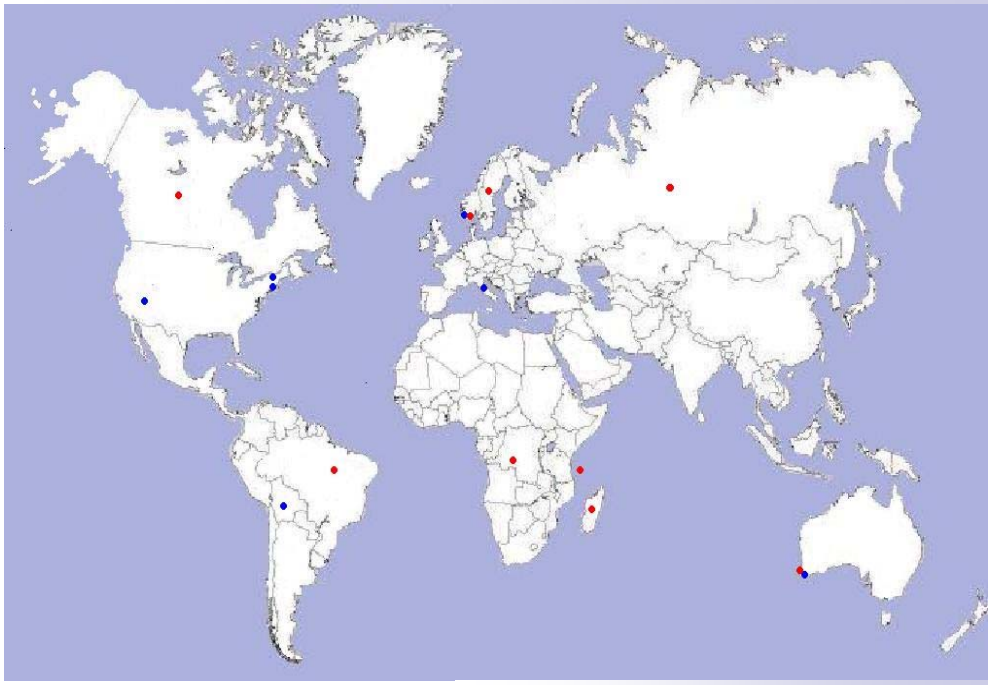
فلز رينيوم

المصدر م - 6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

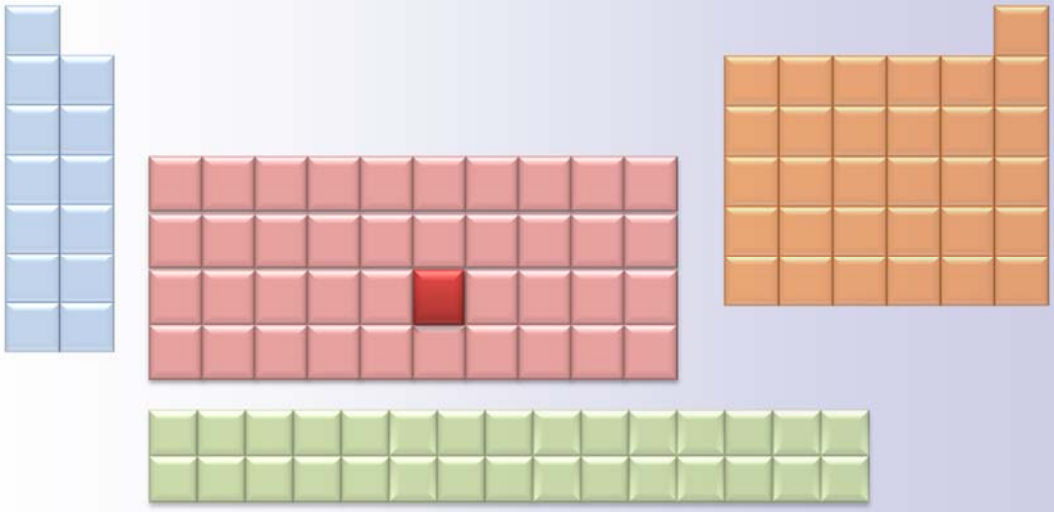
رمزالعنصر	Re	الكتلة الذرية	186.207
الرقم الذري	75	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	3179
المجموعة	7	نقطة الغليان (درجة مئوية)	5626
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.137
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+4, +5,+6,+7
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.9
نصف قطر الذرة (pm)	137.0	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	47.9
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	33.1
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{5}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	707.1
حجم المول (سم^3\مول)	8.86	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	760
الكثافة (جم سم-3)	21.020	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1260
عدد النظائر	34	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2510

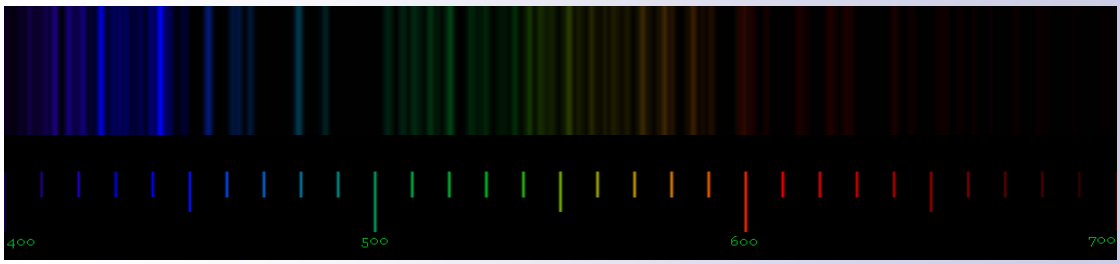
مواقع الخامات في العالم



• كولومبيت - تانتاليت • مولبدينيت

أوزميوم Os





مقدمة

من مجموعة العناصر البلاتينية. عنصر أبيض ضارب إلى الزرقة، شديد الصلابة، قصف وغير قابل للسحب حتى في درجات الحرارة العالية.

يوجد حراً في الطبيعة مكوناً سبائك طبيعية مع إريديوم وبلاتين ويستخرج تجارياً - كناتج عرضي - أثناء عمليات تنقية البلاتين.

أوزميوم وإريديوم أثقل العناصر على الإطلاق ولأوزميوم أعلى درجة انصهار وأدنى ضغط بخاري في مجموعة العناصر البلاتينية. وهو أحد العناصر الأكثر مقاومة للصدأ والتآكل حيث لايتأثر بالأحماض المركزة ولا بالماء الملكى (لكنه يذوب في مصهور القلويات).

مسحوق العنصر في الهواء يكوّن رابع أكسيد أوزميوم وهي مادة سامة جداً وعامل مؤكسد قوي.

تنحصر معظم استخدامات أوزميوم في إنتاج سبائك شديدة الصلابة وغير قابلة للصدأ مع بلاتين. وأوزميوم يكون مع إريديوم سبيكة أوزميريديوم التي تشكل لتصنيع بواتق الصهر، معدات الجراحة، معدات طب الأسنان و زراعة الأعضاء والأجهزة الإلكترونية الدقيقة.

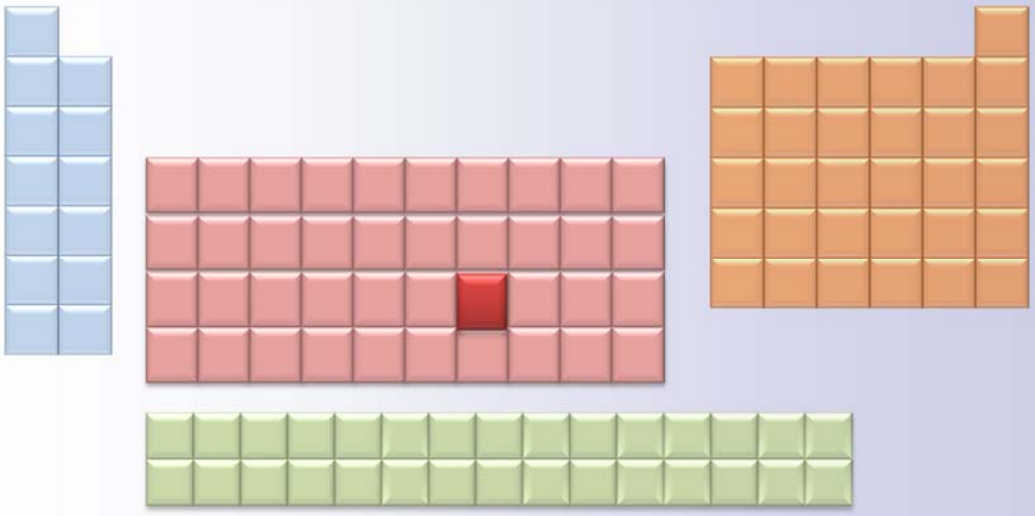
فلز أوزميوم

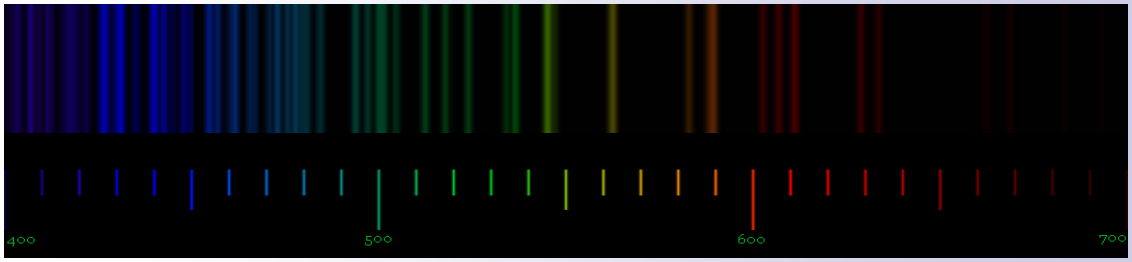
المصدر م– 6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Os	الكتلة الذرية	190.23
الرقم الذري	76	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	3053
المجموعة	8	نقطة الغليان (درجة مئوية)	5026
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.130
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+3, +4, +5, +6, +7
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.2
نصف قطر الذرة (pm)	135	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	87.6
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	29.3
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{6}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	627.6
حجم المول (سم^3\مول)	8.43	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	814.17
الكثافة (جم سم-3)	22.590	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	37	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

إريديوم Ir





مقدمة

من مجموعة العناصر البلاتينية. عنصر أبيض، صلب وقصف.

يوجد بحالة نقية (لكن بتراكيز محدودة) مرافقاً لأوزميوم والعناصر البلاتينية الأخرى في الترسبات الطمية وفي الصخور النيزكية. ويوجد بتركيز عالٍ في لب الكرة الأرضية.

إريديوم وأوزميوم أثقل العناصر على الإطلاق، وإريديوم هو العنصر الأكثر مقاومة للصدأ والتآكل حيث لايتأثر بالأحماض المركزة ولا بالماء الملكى إلا عندما يكون في هيئة حبيبات لكنه يذوب في مصهور بعض الأملاح مثل كلوريد الصوديوم وسينيد البوتاسيوم.

من أهم استخدامات العنصر إنتاج سبائك غير قابلة للصدأ مع فلزات مثل بلاتين وأوزميوم (سبيكة أوزميريديوم) ذلك للاستعمالات الخاصة مثل صناعة معدات الجراحة والأجهزة الإلكترونية الدقيقة.

العنصر يستخدم أيضاً في مجال التشعيع العلاجي وفي مجالات أخرى تشمل صنع بواتق الصهر المستخدمة في درجات الحرارة العالية وكوسيط كيميائي (محفز) في صناعة حمض الخل من الكحول الميثيلي.

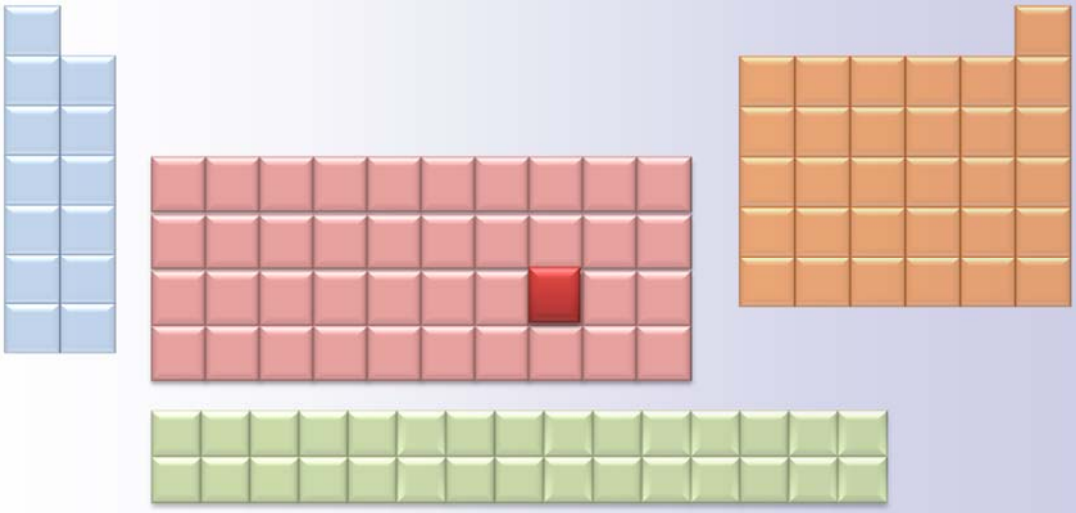
فلز إريديوم

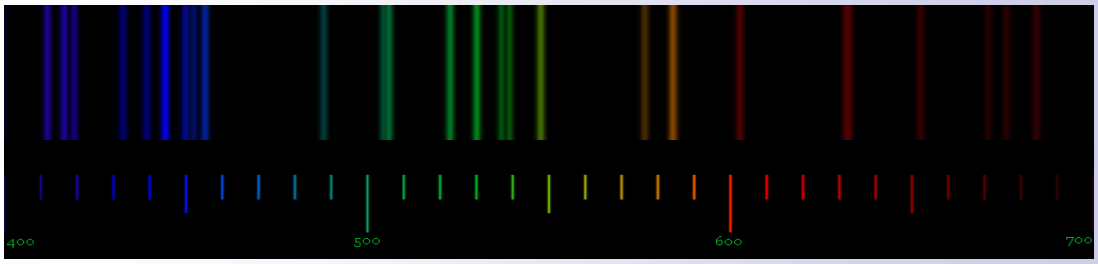
المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Ir	الكتلة الذرية	192.22
الرقم الذري	77	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	2409
المجموعة	9	نقطة الغليان (درجة مئوية)	4129
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.031
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+3, +4, +5,
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.20
نصف قطر الذرة (pm)	135.7	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	147
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	26.4
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{7}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	563.6
حجم المول (سم^3\امول)	8.57	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	865.19
الكثافة (جم سم-3)	22.420	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	40	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

بلاتین Pt





مقدمة

عنصر أبيض زاهٍ، كثيف وذو قابلية عالية للطرق والسحب. نادر الوجود في الطبيعة. يوجد في الهيئة الحرة مرافقاً لخامات نيكل ونحاس مع شوائب إريديوم، أوزميوم، بالاديوم وروثينيوم (مجموعة البلاتين). والعنصر يوجد في هيئة مركبات في عدد من الخامات أهمها تجارياً خام سبيريليت (مركب بلاتين وزرنيخ).

البلاتين لايتأكسد في الهواء حتى في درجات الحرارة العالية ولا يتفاعل مع الأحماض باستثناء الماء الملكي (ثلاثة أجزاء من حمض هيدروكلوريك المركز مع جزء من حمض النتريك المركز). لا يتأثر بالهالوجينات في درجات حرارة أدنى من 300 درجة مئوية لكنه يذوب في السينيدات ويتآكل بفعل الكبريت والقلويات الكاوية.

يستخدم البلاتين على نطاق واسع في صناعة الحلي وفي الصناعات الكهربائية والإلكترونية خاصة صناعة المزدوجات الحرارية وأقطاب التحليل الكهربائي. يستخدم الفلز أيضاً في المعدات والأواني المقاومة للتآكل والمستخدمة في المجالات الطبية والمعملية، وتتميز سبائك البلاتين مع الكوبالت بخواص مغناطيسية غير عادية.

للبلاتين جميع سمات العوامل المحفزة. فعلى سبيل المثال خليط من غاز هيدروجين وأكسجين ينفجر في وجود البلاتين. وسلك رفيع من الفلز يتوهج من شدة الحرارة في وسط من بخار الكحول الميثيلي. أيضاً للبلاتين خاصية امتصاص أحجام كبيره من الهيدروجين في درجات الحرارة العادية.

يستخدم العنصر كوسيط كيميائي في صناعة حمض كبريتيك (طريقة كونتاك) وحمض نتريك (طريقة أوستولد) وفي عمليات التقطير الهدام للمواد البترولية.

فلز بلاتين حر

خام سبيريليت

(زرنيخيد بلاتين)

- اونتاريو ، كندا -

المصدر م - 1

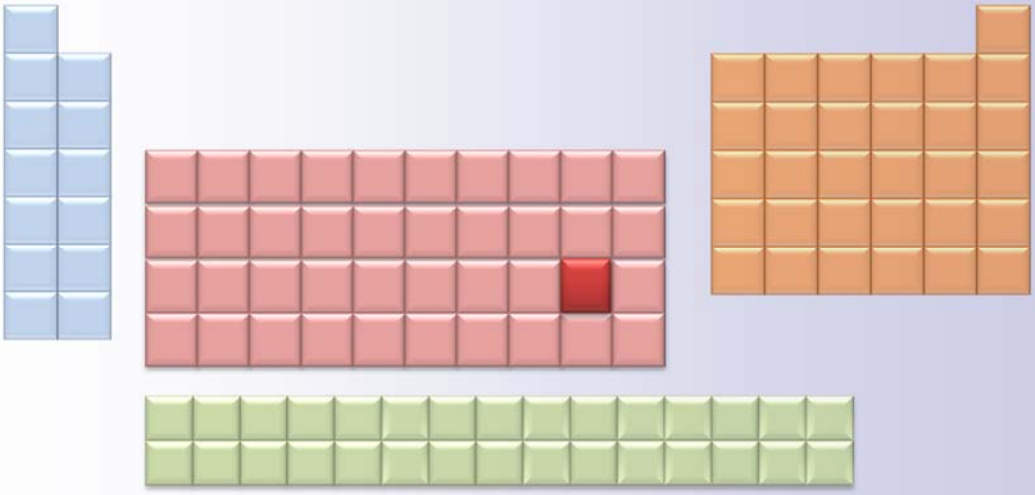
الخواص الفيزيائية والكيميائية

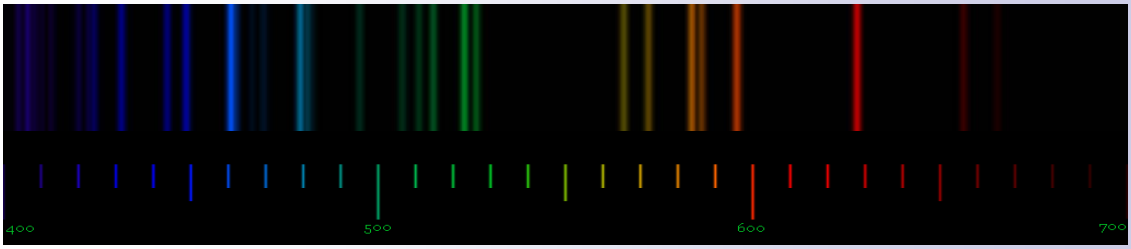
رمز العنصر	Pt	الكتلة الذرية	195.078
الرقم الذري	78	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1771
المجموعة	10	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3826
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.133
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+2, +4, +5,
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.28
نصف قطر الذرة (pm)	138	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	71.6
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	19.7
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{9}6S^{1}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	510.5
حجم المول (سم^3\مول)	9.10	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	864.39
الكثافة (جم سم-3)	21.450	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1791.07
عدد النظائر	36	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

مواقع الخامات في العالم

- بلاتين حر

ذهب Au





مقدمة

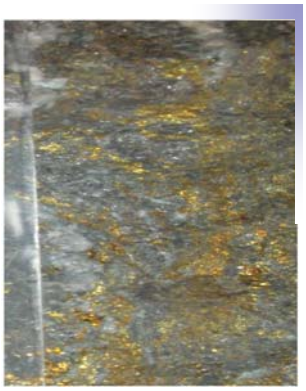
عنصر نفيس ومعروف منذ أقدم العصور. كثيف، أصفر زاهٍ في حالة الصلابة، وأسود أو بنفسجي في هيئة الحبيبات.

الذهب أكثر العناصر قابلية للطرق والسحب وأفضل موصل للحرارة والتيار الكهربائي بعد فلزي الفضة والنحاس.

العنصر يوجد بحالته الخالصة في الطبيعة، محتفظاً ببريقه على خلاف معظم العناصر الأخرى. يقاوم الأكسدة ولا يتأثر بالهواء ولايذوب في أي من الأحماض المنفردة (عدا حمض السيلينيك) لكنه يذوب في محاليل الكلور والبروم واليود وفي محاليل السينيدات القاعدية وفي الماء الملكي.

الذهب من أكثر العناصر إنتشاراً في القشرة الأرضية لكنه يوجد بتراكيز محدودة جداً، حيث يوجد في حالته النقية وفي شكل سبائك مع الفضة وأحياناً مع النحاس والبلاتين. عمليات تعدين الذهب تتم بعدة طرق أبسطها يتمثل في غسل الرمال والحصى المحتوي على العنصر بالماء حيث تطفو المكونات الخفيفة وتستقر حبيبات الذهب ليتم جمعها. جرى استخدم الزئبق في عمليات استخلاص الذهب على نطاق واسع حيث يفصل الذهب من المعادن المرافقة بمعالجة الرمال والصخور المجروشة للحصول على ملغم الزئبق (سبيكة ذهب وزئبق). ثم تجرى عمليات التقطير لاحقاً للتخلص من الزئبق الذي يتطاير بفعل الحرارة.

الزئبق عنصر سام ومن أخطر ملوثات الهواء والبيئة البرية والمائية وقد حظرت القوانين في معظم الدول كافة الممارسات المتعلقة باستخدامه.



ذهب خام (مع فضة ونحاس)

- مهد الذهب السعودية - المصدر م-7

طريقة السينيد من الوسائل الصناعية البديلة لاستخلاص الذهب. وفيها يعالج الخام بمحلول سينيد بوتاسيوم في وجود الأكسجين حيث يتكون مركب معقد يُختزل لاحقاً بالخارصين للحصول على العنصر.

من ناحية أخرى يستخلص الذهب – كناتج عرضي – من مخلفات تحميص وصهر الجالينا (خام الرصاص) ومن معادن المصعد في خلية التحليل الكهربائي للنحاس.

الذهب النقي طري جداً بحيث يصعب تشكيله ولذلك تستخدم سبائك الذهب مع فلزات أخرى أهمها الفضة والنحاس والنيكل.

ويُعبّر عن نقاوة الذهب بجزء من الألف أو بالقيراط حيث يقصد ب (عيار 24 قيراط) الذهب الخالص. و عيار 22 قيراط يعني 22 جزء من الذهب في 24 جزء من السبيكة . وتوجد 5 معايير قانونية هي : 22 ، 18 ، 15 ، 12 و 9 قيراط.

بجانب زيادة الصلابة فإن بعض المعادن تضاف لتضفي على الذهب ألوان محببة؛ فاللون الأزرق من الحديد والأرجواني من ألمنيوم، والذهب الأبيض من الفلزات البيضاء (نيكل، بالاديوم وفضة).

يستخدم الذهب في الحلي و في العملات ويشكل الاحتياطي النقدي والمعيار الدولي المعتمد لتبادل العملات.

يستعمل فلز الذهب وسبائكه في صناعة أجزاء المعدات الكهربائية والإلكترونية التي تتطلب مادة مقاومة للصدأ والتآكل وفي معدات الجراحة وطب الأسنان.

النظير ذهب - 198 يتميز بعمر نصف قصير (2.7 يوم) ويعتبر عنصراً مثالياً للاستعمال في المجال الصناعي كمعلم إشعاعي وفي المجال الطبي في التشخيص والتشعيع العلاجي.

ذهب فوق كوارتز

- ايطاليا -

المصدر م-1

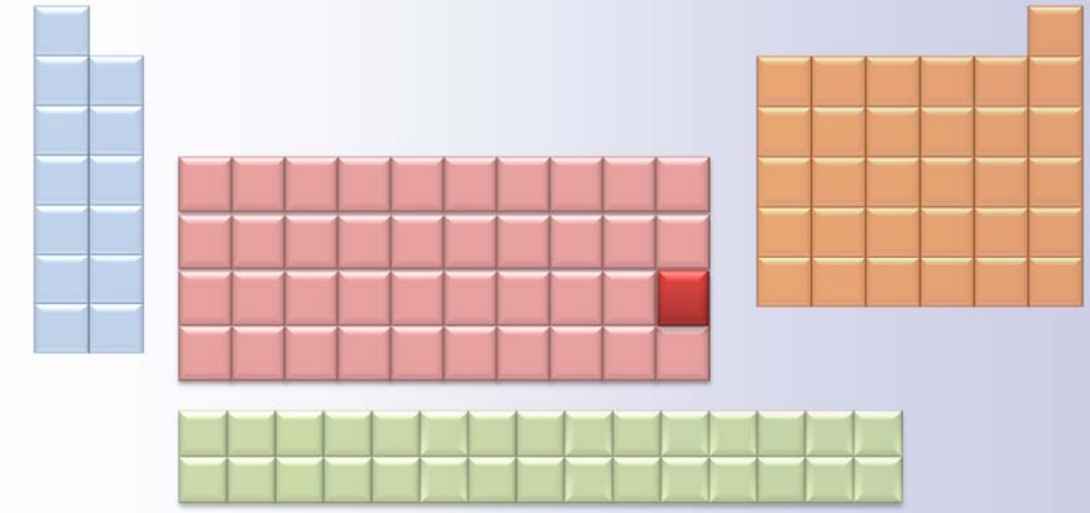
الخواص الفيزيائية والكيميائية

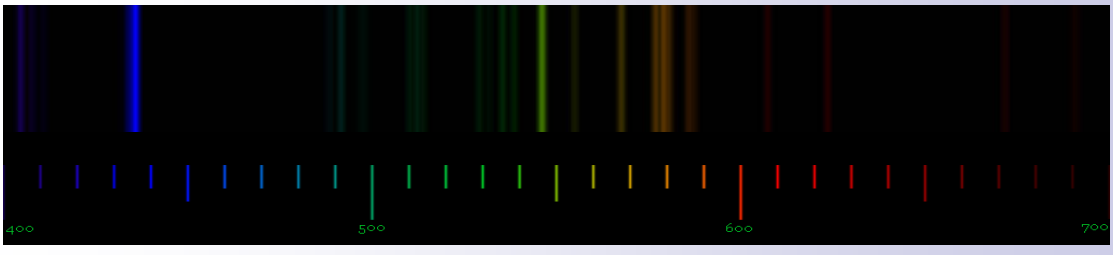
رمز العنصر	Au	الكتلة الذرية	196.967
الرقم الذري	79	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1064.43
المجموعة	11	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2806
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.129
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+1, +3, +5
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.54
نصف قطر الذرة (pm)	144.2	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	317
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	12.7
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6S^{1}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	324.4
حجم المول (سم^3\مول)	10.19	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	890.13
الكثافة (جم سم-3)	19.320	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1977.96
عدد النظائر	39	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

مواقع الخامات في العالم

ذهب حر

زئبق Hg





مقدمة

عنصر أبيض- فضي ونادر الوجود في القشرة الأرضية. يوجد في هيئة مرتبطة في خام سنيبار (كبريتيد الزئبق) كما توجد شوائب العنصر الخالص في معية فلز الفضة.

الزئبق موصل رديء للحرارة إلا أنه موصل جيد للكهرباء و هو العنصر الشائع الوحيد الذي يوجد في حالة السيولة في الظروف العادية والمتميز بأدنى درجة انصهار بين جميع الفلزات (-39 درجة مئوية).

عنصر الزئبق مقاوم للتآكل ولا يتأكسد في الهواء في درجة حرارة أدنى من300 درجة مئوية لكنه يذوب في الأحماض المعدنية ويتفاعل مع الكبريت في درجة الحرارة العادية.

باستثناء الحديد وعدد محدود من العناصر، يرتبط الزئبق- في الظروف العادية - بجميع العناصر مكوناً سبيكة تعرف بالملغم.

من استخدامات الزئبق الشائعة صناعة البارومتر الزئبقي و مقاييس الحرارة (الثيرمومترات) خاصة تلك المستعملة في درجات الحرارة العالية. كما يستخدم العنصر في صناعة المصابيح الكهربائية (مصابيح الزئبق).

كلوريد الزئبق (كالوميل) يستخدم في الأقطاب الكهروكيميائية، وفلمنايت الزئبق (الحساس للصدمات) يستعمل في مفجر العبوات الناسفة. مركب (ملغم) الفضة أو القصدير مع الزئبق يستخدم لملء الفراغات في مجال طب الأسنان.

خام سينابار

- نيفادا -

المصدر م-1

جميع أشكال المصابيح اللاصقة تحتوي على عنصر الزئبق السام

المصدر م – 3

الزئبق عنصر سام و يسهل امتصاصه عن طريق الجهاز التنفسي ومن خلال الجلد حيث يعمل كسمٍ تراكمي في جسم الإنسان. وقد أثارت نتائج الدراسات التي أثبتت خطورة العنصر ومشتقاته وتأثيراتها البيئية اهتمام الأوساط المعنية وفرضت الدول حظراً قانونياً بصورة كاملة أو مرحلية لعدد من الممارسات في المجال الصناعي شملت استعمال الزئبق في عمليات استخلاص الذهب والفضة، استعمال المهبط الزئبقي في خلايا التحليل الكهروكيميائي لإنتاج الصودا الكاوية والكلور واستعمال مركبات الزئبق في صناعة الألوان وفي المبيدات االحشرية ومبيدات الحشائش.

الزئبق مكوّن أساسي في جميع أنواع

المصابيح اللاصفة المستخدمة في المنازل وفي مصابيح التفريغ الكثيف المستعملة في إنارة الطرق وفي المجالات الصناعية.

المصباح يتكون من أنبوب زجاجي مطلي بمادة متفسفرة ويحتوي على زئبق وقطبين في نهايتي الأنبوب. بتمرير التيارالكهربائي فإن الأقطاب تنشط بخار الزئبق فيطلق أشعة فوق البنفسجية تمتصها المادة المتفسفرة وتستشعع لتبث الضوء المرئي.

في حالة تحطم المصباح تفرغ محتوياته من الزئبق في المحيط لتشكل مصدراً للتلوث يستدعي التعامل بخبرة وحذر مما حدا بكثير من الدول تشريع القوانين الخاصة بالتخلص السليم من مصابيح الزئبق أو إعادة دورة تصنيعها.

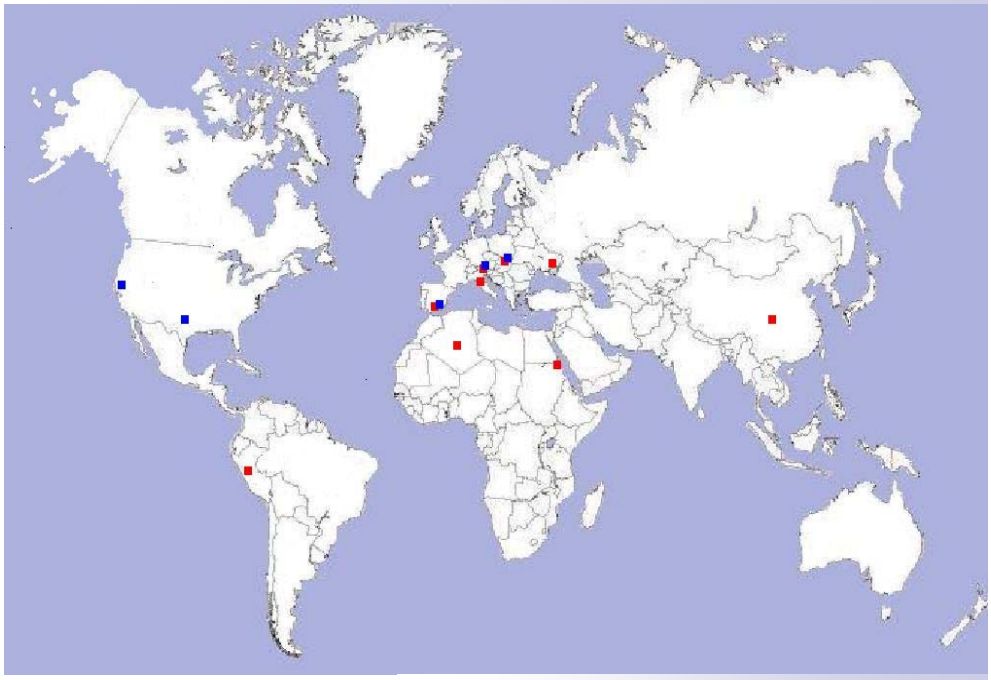
الزئبق الأحمر إسم مثير للجدل منذ ثمانينات القرن العشرين. وقد زعم أنه المادة البديلة ليورانيوم و بلوتونيوم لتصنيع أسلحة ذرية وقنابل نووية بحجم كرة اليد. وسادت اعتقادات وهمية أن الزئبق الأحمر يتعلق بأرواح ومخلوقات خفية حيث يمكن استخدامه لجلب الثراء وتدمير الأعداء.

لكن في حقيقة الأمر لا يوجد سند علمي لما يزعم من خصائص غير طبيعية لمركبات زئبق أو غيرها. ويرى معظم المختصين أن ما يسمى بالزئبق الأحمر ليس سوى مركبات زئبق عادية مثل الأكسيد (الأحمر) أو السنبار (الكبريتيد) أواليوديد أو مركبات عادية مرفقة بعلامات مضللة.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Hg	الكتلة الذرية	200.59
الرقم الذري	80	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-38.87
المجموعة	12	نقطة الغليان (درجة مئوية)	356.58
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.140
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+1, +2
الحالة الفيزيائية (20°C)	سائل	سالبية كهربية (باولنج)	2.00
نصف قطر الذرة (pm)	160	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	8.34
الشكل البلوري	نظام معيني	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	2.331
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	59.15
حجم المول (سم^3\مول)	14.81	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1007.07
الكثافة (جم سم-3)	13.546	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1809.69
عدد النظائر	37	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3299.82

مواقع الخامات في العالم

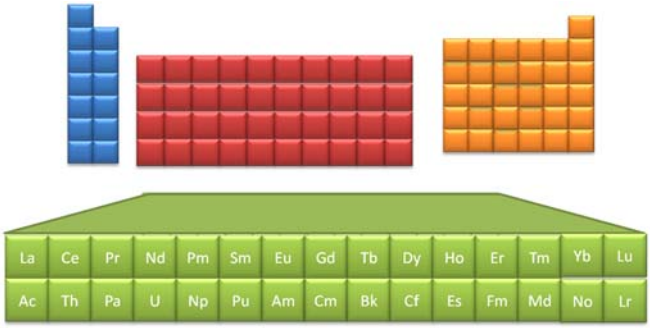


■ سينابار ■ زئبق حر

عناصر إنتقالية داخلية

العناصر الكيميائية المصفوفة أسفل الجدول الدوري وتضم مجموعة لانثانيدات (الأتربة النادرة) ومجموعة أكتنويدات (أكتنيدات). عناصر شديدة الشبه بالفلزات الانتقالية في خواصها الفلزية وفي معظم استخداماتها.

مجموعة لانثانيدات منسوبة لعنصر لانثانوم (رقم57) وأكتنويدات منسوبة لعنصر أكتنيوم (رقم89).



وضع المجموعتين أسفل الجدول الدوري جاء بالاتفاق وذلك بسبب اختلاف البنية الإلكترونية للذرات وأيضاً لتفادي جدول عريض.

عنصر بروميثيوم (رقم 61) بالإضافة لجميع عناصر'ما بعد اليورانيوم' في سلسلة أكتنويدات عناصر ليس لها وجود طبيعي وجميعها محضرة مخبرياً.

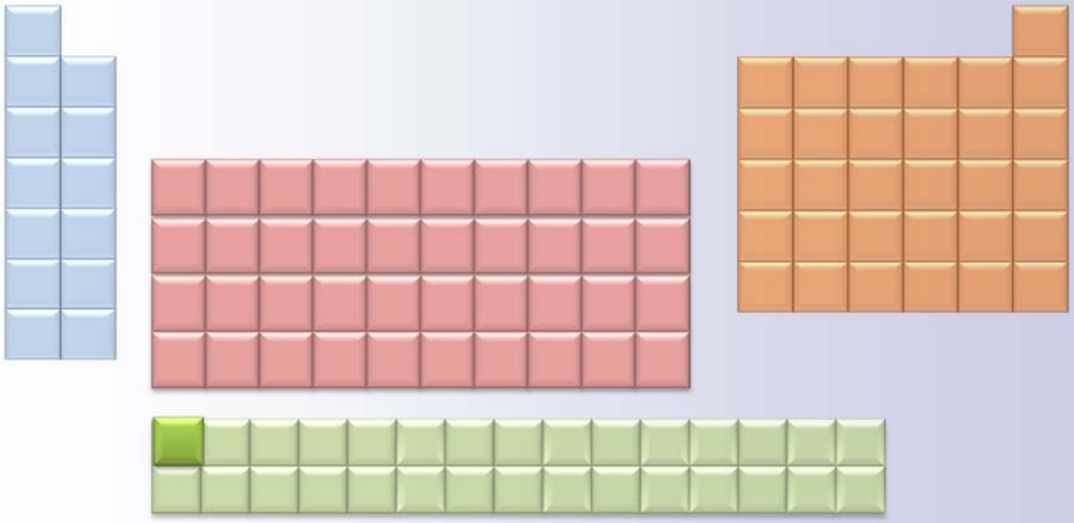
مجموعة لانثانيدات تضم 14 عنصراً مع لانثانوم هي:
لانثانوم، سيريوم، براسيوديميوم، نيوديميوم، بروميثيوم، ساماريوم، يوروبيوم، جادولينيوم، تيربيوم، ديسبروسيوم، هولميوم، اربيوم، ثوليوم، اتيربيوم ولوتيتيوم.

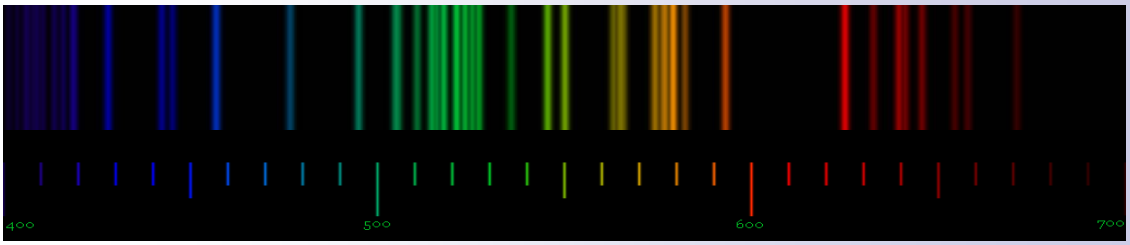
مونازيت وباستناسيت تمثل الخامات الرئيسة للأتربة النادرة وتعتبر دولة الصين المنتج الأول في العالم لعناصر لانثانيدات.

مجموعة أكتنويدات تحتل الصف الأخير أسفل لانثانيدات وتتكون من 14 عنصراً مشعاً تلى عنصر الأكتينيوم. أربعة فقط من هذه العناصر هي أكتينيوم، ثوريوم، بروتكتينيوم ويورانيوم توجد طبيعياً في القشرة الأرضية (أكتينيوم وبروتكتينيوم توجد بتراكيز ضعيفة ناتجة عن التحلل الإشعاعي للعناصرالأثقل). باقي عناصر المجموعة (10 عناصر) تحضر مخبرياً ويطلق عليها 'عناصر ما بعد اليورانيوم'.

تتميز معظم عناصر أكتنويدات بأعداد كبيرة من النظائر المشعة.

لانثانوم La





مقدمة

أحد عناصر الأتربة النادرة وهي مجموعة لانثانيدات المشتق اسمها من العنصر.

عنصر أبيض - فضي، طري، وذو قابلية للطرق والسحب. يوجد في الطبيعة في عدد من الخامات أهمها خامات مونوزيت وأباتيت.

يستخلص الفلز باختزال الثلاثي الكلوريد بواسطة كالسيوم في درجات حرارة عالية.

لانثانوم من أكثر عناصر الأتربة نشاطاً كيميائياً . يتأكسد بسرعة في الهواء الرطب ويتفاعل – ببطء - مع الماء البارد محرراً غاز الهيدروجين . والعنصر يتحد مباشرة مع الهالوجينات ومع كربون، نيتروجين، بورون، سيليسيوم، سيليكون، فسفور وكبريت (يحتفظ بالعنصر مغموراً في زيت معدني جاف أو في جو من غاز خامل).

يضاف لانثانوم لسبائك الفولاذ لتعزيز القابلية للطرق ويضاف أكسيد العنصر لمكونات الزجاج لمقاومة القلويات ولصناعة العدسات البصرية المستعملة في آلات التصوير والتلسكوب والعدسات الماصة للأشعة تحت الحمراء.

العنصر مستخدم كوسيط كيميائي (محفز) في عمليات تكرير الزيت الخام وكربونات لانثانوم تستخدم في المجال الطبي لامتصاص الفوسفات الزائدة في الجسم والناتجة من القصور الكلوي.

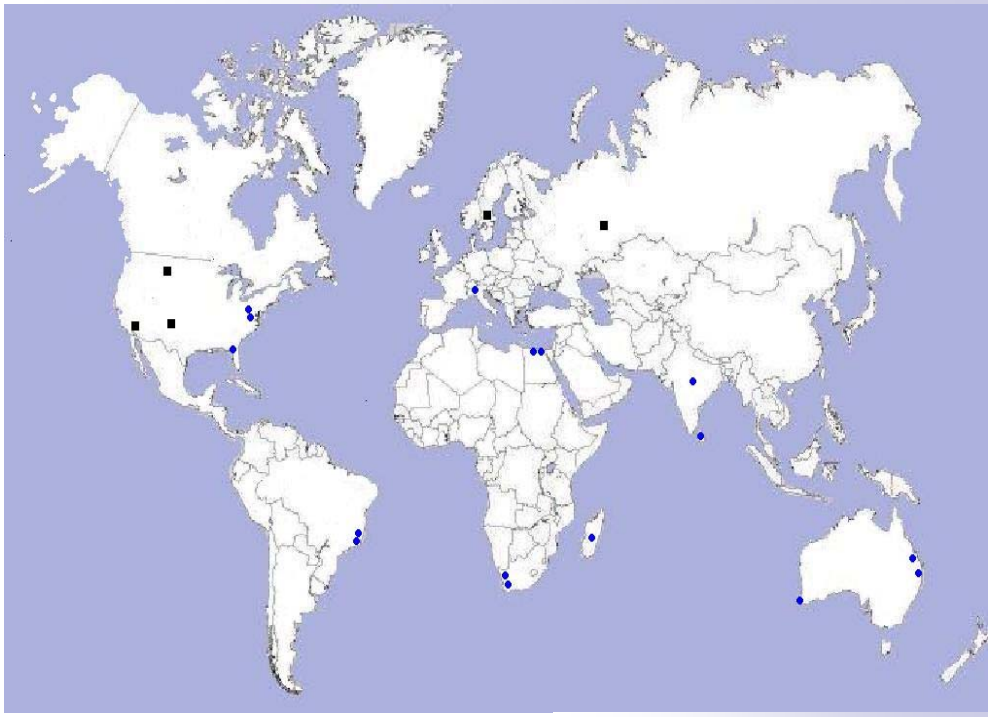
فلز لانثانوم

المصدر م-6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

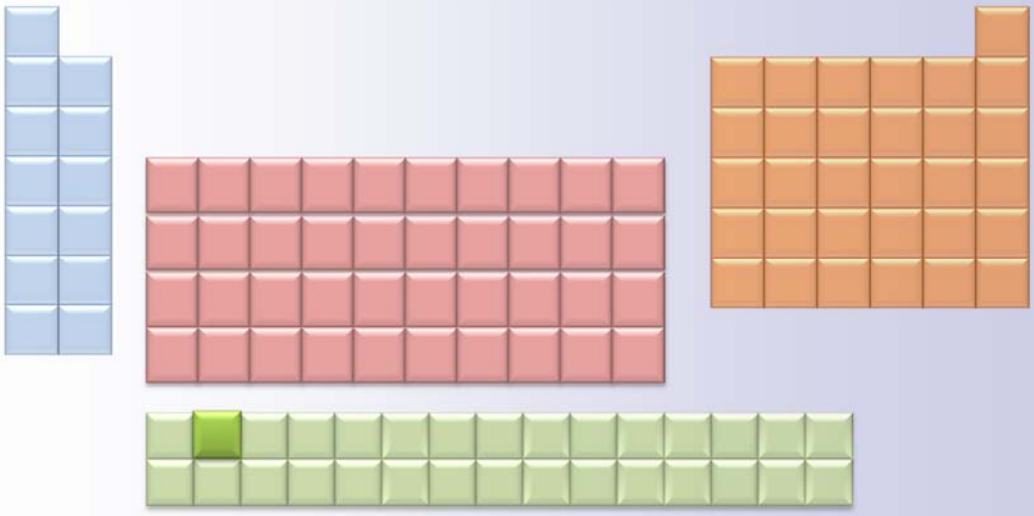
رمزالعنصر	La	الكتلة الذرية	138.906
الرقم الذري	57	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	920
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3456
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.195
السلسلة	فلزات الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.1
نصف قطر الذرة (pm)	187.7	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	13.5
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	10.04
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]5d^16S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	399.6
حجم المول (سم^3\مول)	22.60	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	538.1
الكثافة (جم سم-3)	6.145	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1067.14
عدد النظائر	26	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	1850.34

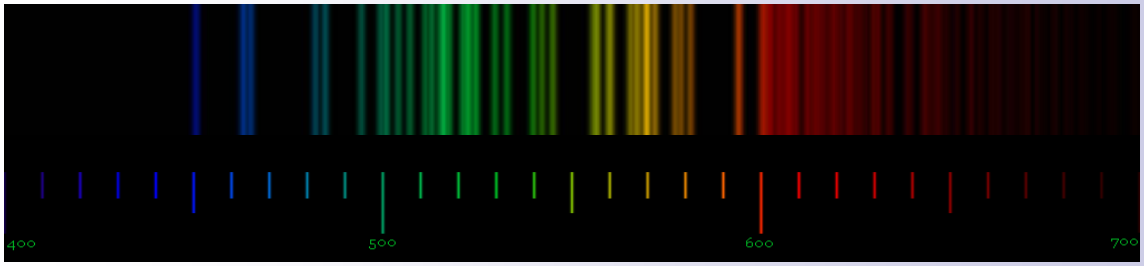
مواقع الخامات في العالم



• مونازيت ▪ باستناسيت

سیریوم Ce





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات. عنصر رمادي، لامع، طري وقابل للطرق. يوجد – مع أفراد المجموعة – في عدد من الخامات أهمها خامات مونازيت وباستناسيت و يستخلص العنصر النقي باختزال ثلاثي الكلوريد بواسطة كالسيوم.

سيريوم هو الأوفر طبيعياً في عناصر الأتربة النادرة، و (بعد يوروبيوم) هو العنصر الأنشط كيميائياً في المجموعة.

يذوب ببطء في الماء البارد ويتفاعل مع القلويات والأحماض المخففة والمركزة. يتأكسد في الهواء في درجات الحرارة العادية ويشتعل تلقائياً في درجات حرارة أعلى من 65 درجة مئوية. والعنصر النقي يمكن أن يشتعل في درجة الحرارة العادية بمجرد خدشه (يحفظ العنصر في جو من غاز خامل أو مغموراً في زيت معدني جاف).

يضاف الفلز لمكونات سبائك ألمنيوم ومغنيزيوم و يستعمل في صناعة الفولاذ للتخلص من غاز الأكسجين والكبريت الحر وشوائب العناصر الأخرى غير المرغوبة مثل الرصاص وأنتمون.

مركبات سيريوم مستعملة في عدد من المجالات الصناعية أبرزها صناعة الزجاج والصناعات البترولية. أكسيد السيريوم (سيريا) يستخدم في صناعة الخزف وفي صقل الزجاج، ولكونه عاملاً مختزلاً قوياً يستعمل كوسيط كيميائي (محفز) ملحق بعادم محركات السيارات لامتصاص أول أكسيد الكربون السام وتحويله لثاني أكسيد الكربون الأقل ضرراً على البيئة.

فلز سيريوم

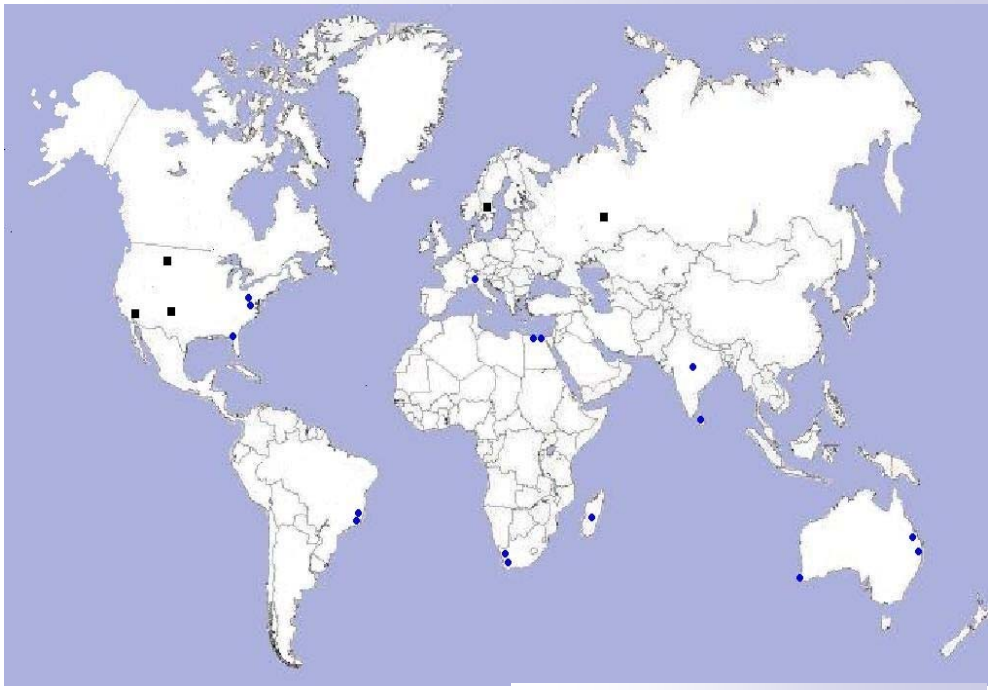
المصدر م-6

سبيكة سيريوم وحديد (فيروسيريوم)تطلق شرراً كثيفاً بمجرد الاحتكاك بسطح خشن وتعتبر مادة مثالية لصناعة حجر القداحات والمشاعل.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

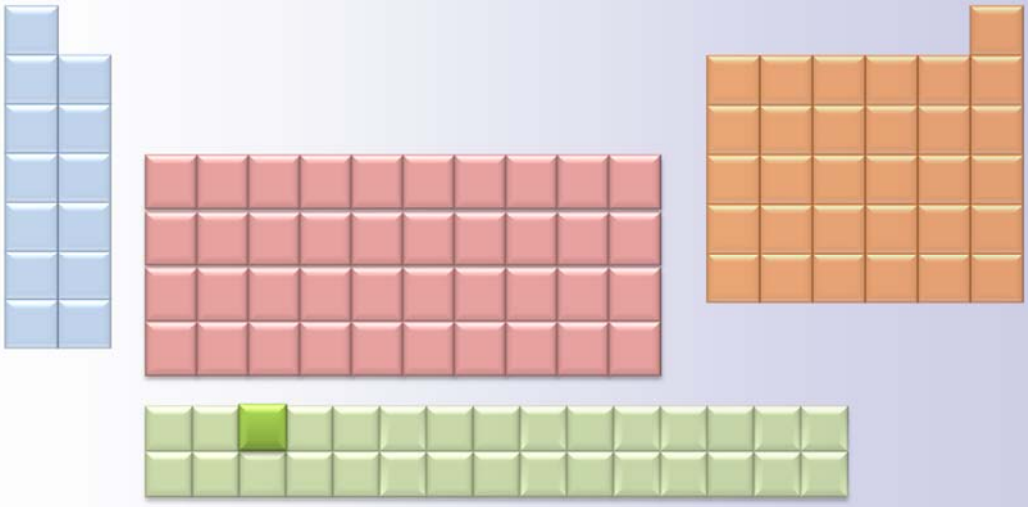
رمزالعنصر	Ce	الكتلة الذرية	140.116
الرقم الذري	58	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	798
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3425
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.192
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3, +4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.12
نصف قطر الذرة (pm)	182.5	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	11.4
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	8.87
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{2}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	313.8
حجم المول (سم^{3}\مول)	17.00	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	527.4
الكثافة (جم سم-3)	8.240	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1047
عدد النظائر	28	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	1949

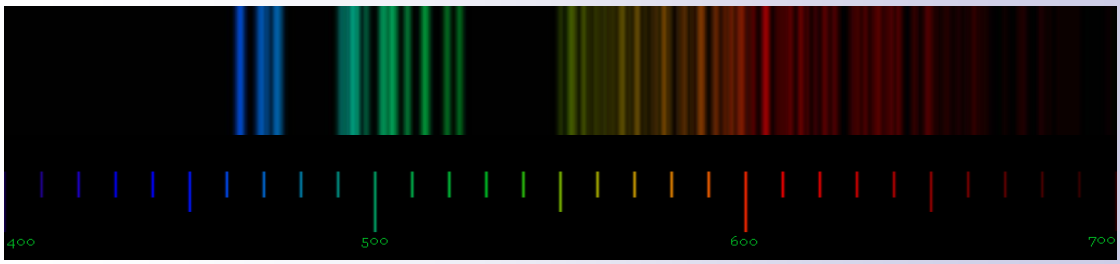
مواقع الخامات في العالم



• مونازيت ▪ باستناسيت

براسیودیمیوم Pr





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات.
عنصر فضي، قابل للطرق والسحب.

يتأكسد في الهواء مكوناً طبقة خضراء من الأكسيد تتشظى بسرعة تاركة سطح العنصر عرضة للمزيد من التآكل (يحفظ العنصر عادة بغمره في زيت معدني جاف أو بتغليفه في جو من غاز خامل).

براسيوديميوم يوجد طبيعياً بتراكيز محدودة في القشرة الأرضية ويكوّن في حدود 5% من عناصر لانثانيدات المتواجدة في خامات مونازيت وباستناسيت.

براسيوديميوم أحد مكونات سبيكة المش(المستخدمة في حجر القداحة) وعدد من السبائك المهمة الأخرى مثل سبيكة النيكل ذات خاصية 'التأثير المغناطيسي الحراري' بالاضافة لسبائك الفولاذ المتميزة بالصلابة وقوة التحمل والمستخدمة في صناعة محركات الطائرات.

العنصر يضاف لزركونيا ولمكونات الزجاج والمينا لمنح اللون الأصفر اللامع ويعتبر أكسيد الفلز - كغيره من أكاسيد الأتربة - من أفضل المواد الحرارية المعروفة.

عنصر براسيوديميوم من العناصر التي تثير اهتمام الباحثين في مجال التلوث البيئي حيث يعتقد أن للعنصر تأثيرات ضارة بصحة الإنسان.

أهم مصادر العنصر في البيئة تشمل الصناعات البترولية والمعدات المنزلية الإلكترونية والكهربائية المتواجدة ضمن نفايات المدن.

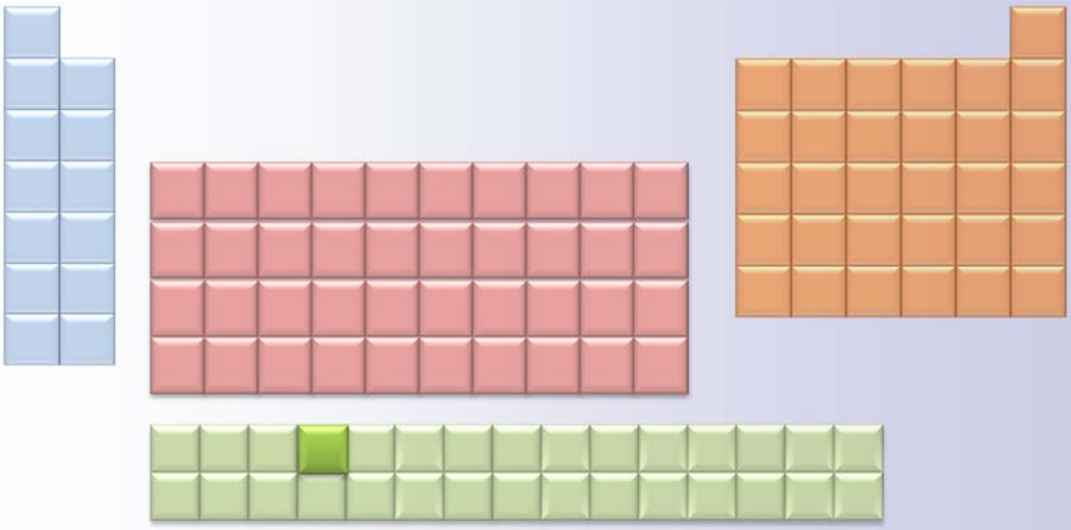
فلز براسيديميوم

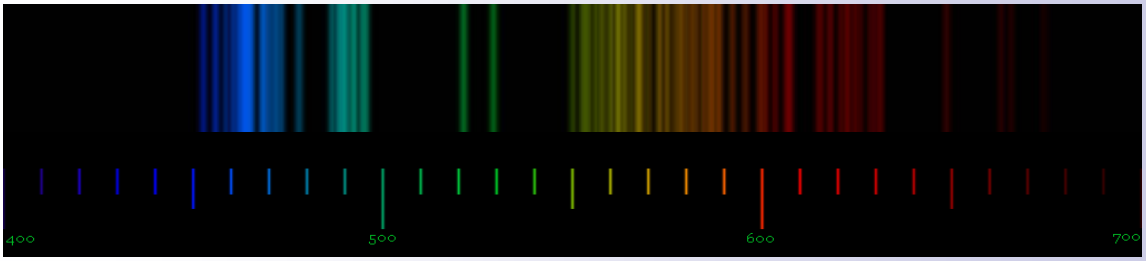
المصدر م-6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Pr	الكتلة الذرية	140.908
الرقم الذري	59	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	930
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3511
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.193
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3, +4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.13
نصف قطر الذرة (pm)	182.8	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	12.5
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	11.3
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{3}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	332.6
حجم المول (سم^3\مول)	20.80	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	523.1
الكثافة (جم سم-3)	6.773	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1018
عدد النظائر	26	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2086

نیودیمیوم Nd





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات. متوفر طبيعياً في القشرة الأرضية بنسبة تفوق معظم العناصر النادرة التي ينتمي اليها (هو العنصر الأوفر في الأتربة النادرة بعد عنصري سيريوم ولانثانوم).

نيوديميوم يوجد في الطبيعة - في هيئة مركبات فقط - في خامات مونازيت وباستناسيت في معية عناصر الأتربة النادرة الاخرى. استخلص بحالة نقية نسبياً لأولمرة في 1925م وهو أحد العناصر المكونة لسبيكة المش.

عنصر نشط كيميائياً ، ذو لمعة فضية زاهية سرعان ما تختفي في الهواء ويتغير لون الفلز نتيجة لتكون الأكسيد الذي يتشظى معرضاً سطح الفلز لمزيد من التآكل (فلز نيوديميوم يحفظ مغموراً في زيت معدني جاف أو في جو من غاز خامل).

سبائك فلز نيوديميوم مع حديد وبورون تكوّن أقوى المغناطيسات المعروفة و تتميز هذه السبائك - فضلاً عن فاعليتها كمغناطيسات دائمة - بخفة الوزن وهي الأنسب لصناعة معدات إلكترونية مثل مكبرات الصوت وسماعات الأذن والأقراص المدمجة.

مركبات نيوديميوم تستخدم في صناعة مواد الليزر والصناعات الإلكترونية (خاصة في الطلاءات العازلة وفي صناعة المكثفات متعددة الطبقات) وفي نقش وتلوين الزجاج والطلاءات (بلون بنفسجي مميز).

فلز نيوديميوم

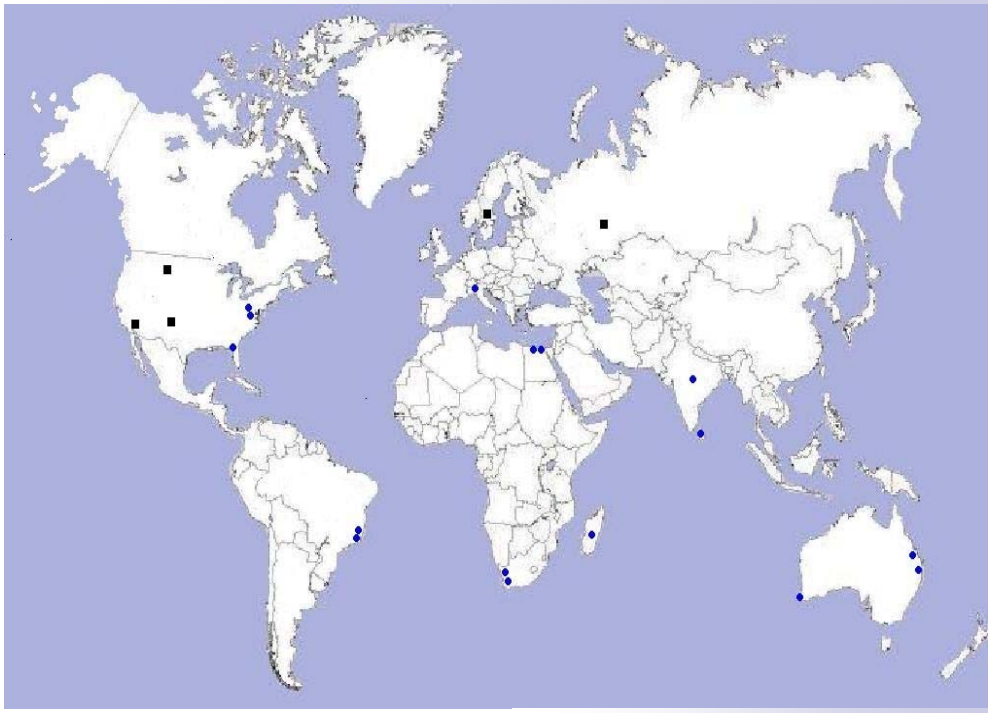
المصدر م-6

عناصر لانثانوم (في حدود 45 %) وسيريوم (في حدود 50 %) مع براسيوديميوم ونيوديميوم تكون سبيكة طبيعية تستخلص من الخامات المعدنية وتكتسب متانة وصلابة بإضافة أكاسيد الحديد وتستعمل في صناعة حجر القداحات والمشاعل .

الخواص الفيزيائية والكيميائية

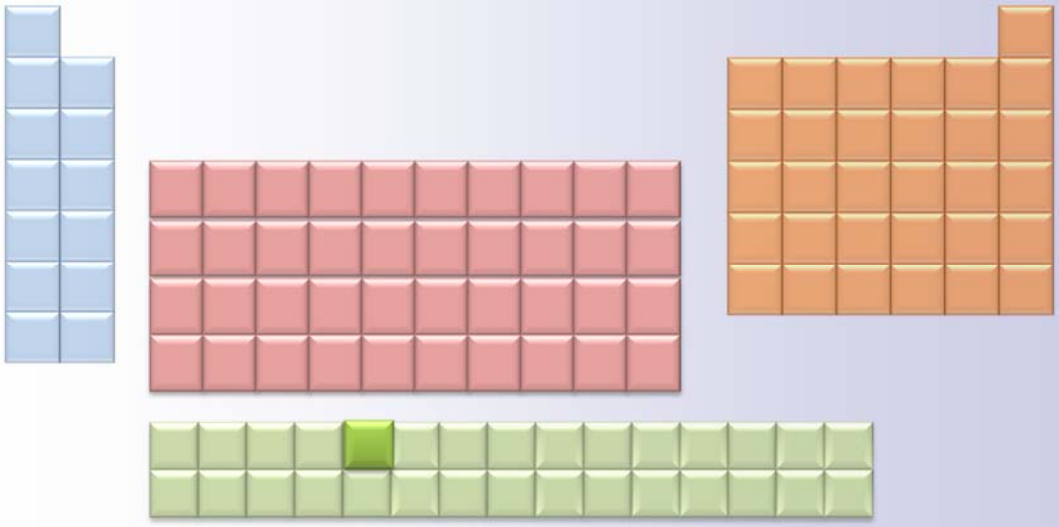
رمزالعنصر	Nd	الكتلة الذرية	144.24
الرقم الذري	60	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1020.85
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3067.85
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.190
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.14
نصف قطر الذرة (pm)	181.4	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	16.5
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	7.113
التوزيع الإلكتروني	$[XE]4f^{40}6s^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	283.7
حجم المول (سم^3\مول)	20.59	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	529.6
الكثافة (جم سم-3)	7.007	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1035
عدد النظائر	24	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2130

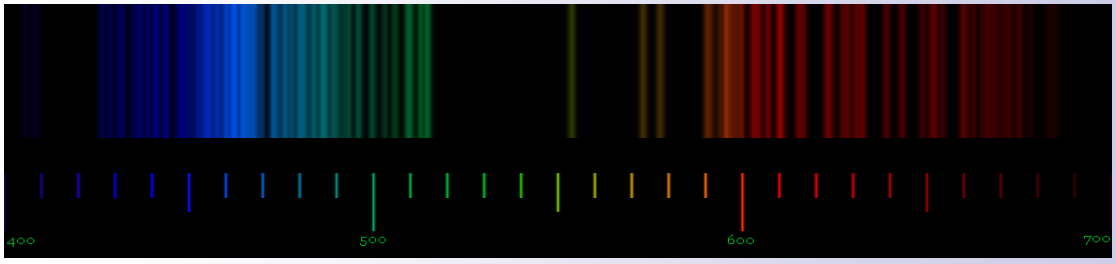
مواقع الخامات في العالم



• مونازيت ▪ باستناسيت

بروميثيوم Pm





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات. عنصر مشع وهو العنصر الوحيد المتفرد بهذه الخاصية في المجموعة.

أعلن عن اكتشاف بروميثيوم عام 1947 م أثناء عمليات فصل وتحليل مخلفات وقود اليورانيوم. وفي عام1963 م استخلصت بضع جرامات من العنصر من مخلفات الانشطار النووي باستخدام تقنيات التبادل الأيوني . تلى ذلك تحضير العنصر صناعياً بقذف النظير نيوديميوم - 146 بالنيوترونات داخل الأفران الذرية لينتج النظير المشع بروميثيوم -147.

الجدير بالملاحظة أن عنصري تكنيتيوم وبروميثيوم تميزهما خاصية النشاط الإشعاعي دون سائر العناصر الخفيفة ولا يوجد لبروميثيوم نظير مستقر ولا يوجد العنصرفي الطبيعة إلا بتراكيز ضعيفة ناتجة عن التحلل التلقائي لعنصر يورانيوم.

بروميثيوم-145 هوالنظير الأكثر استقراراً وعمر نصفه 17.7 عام.

النظير بروميثيوم- 146 يتحلل بإطلاق أشعة بيتا ويستخدم في المراكم الذرية حيث تقوم خلايا المركم باستقبال أشعة بيتا وتحويلها لتيار كهربائي (يتميز المركم الذري بصلاحية تصل الى 5 أعوام).

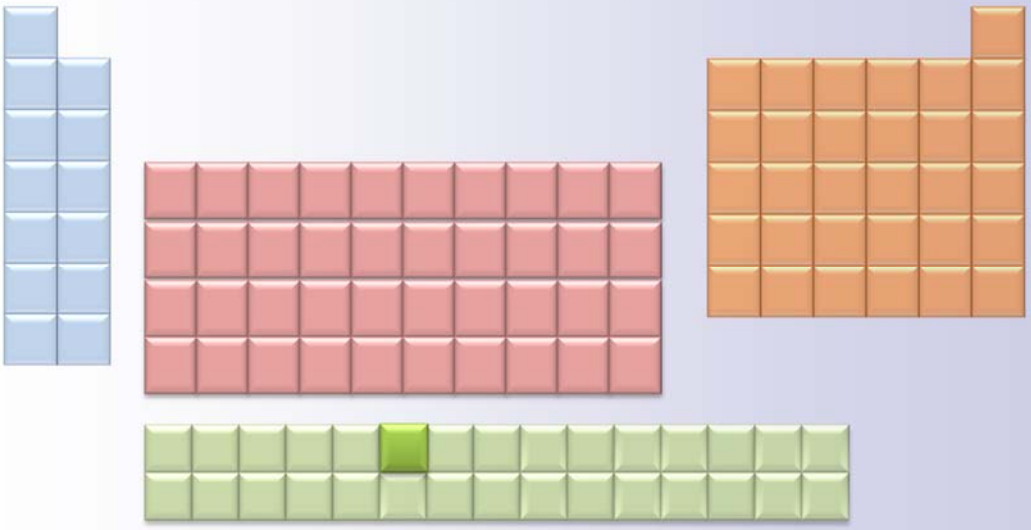
أملاح بروميثيوم تتوهج في الظلام بوهج أزرق أو أخضر فاتح نتيجة لإشعاعيتها القوية والعنصر يستخدم كمصدر لأشعة بيتا.

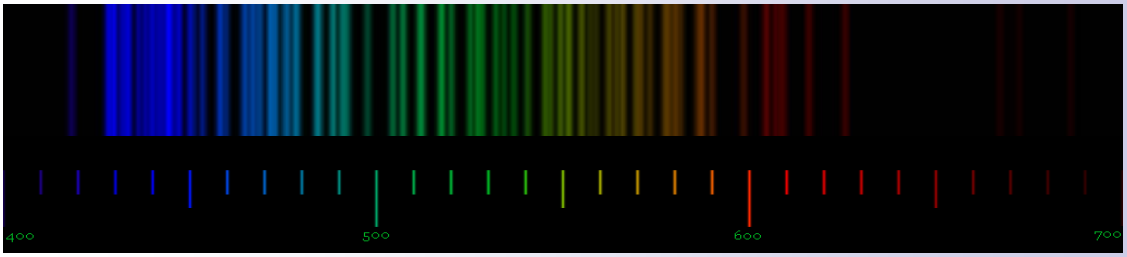
بروميثيوم هو العنصر الوحيد مع تكنيتيوم المتمير بخاصية النشاط الإشعاعي دون سائر العناصر الخفيفة

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Pm	الكتلة الذرية	144.913
الرقم الذري	61	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1167.85
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2726.85
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	###
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.07
نصف قطر الذرة (pm)	183.4	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	17.9
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	12.6
التوزيع الإلكتروني	$[XE]4f^{5}6s^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	###
حجم المول (سم^{3}\مول)	20.1	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	535.9
الكثافة (جم سم-3)	7.220	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1052
عدد النظائر	36	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2150

ساماریوم Sm





مقدمة

عنصر صلب، يتميز بلمعة فضية زاهية ومقاومة متوسطة للعوامل الجوية . يكتسي تدريجياً بطبقة من الأكسيد ويحترق تلقائياً في الهواء عند 150 درجة مئوية.

العنصر يوجد - في هيئة مركبات فقط - في خامات مونازيت وباستناسيت وعدد من الخامات الأخرى في معية عناصر الأتربة النادرة و يوجد في سبيكة المش(في حدود1 %).

يبدأ استخلاص ساماريوم من خاماته بإستخدام أحماض كبريتيك وهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم. بعد ذلك تجرى عمليات فصل العناصر عن طريق تقنيات التبادل الأيوني والاستخلاص بالمذيبات . أخيراً يحصل على العنصر النقي بواسطة التحليل الكهربائي لمصهور الكلوريد (في وجود مصهور كلوريد الصوديوم أو كلوريد الكالسيوم) في خلايا الجرافيت حيث يحصل على الكلور كناتج عرضي.

ساماريوم يكوّن مع كوبالت مغناطيس دائم يتميز بمقاومة استثنائية لفقد المغنطة كما يتميز العنصر بمقدرة عالية في امتصاص النيوترونات ويستخدم للتحكم في التفاعل المتسلسل داخل الأفران الذرية (قضبان التحكم في التفاعل النووي).

عنصر ساماريوم يستعمل في مصباح قوس الكربون وفي الصناعات الإلكترونية والفلوريد يستعمل في مجال صناعة الليزر.

فلز ساماريوم

المصدر م-6

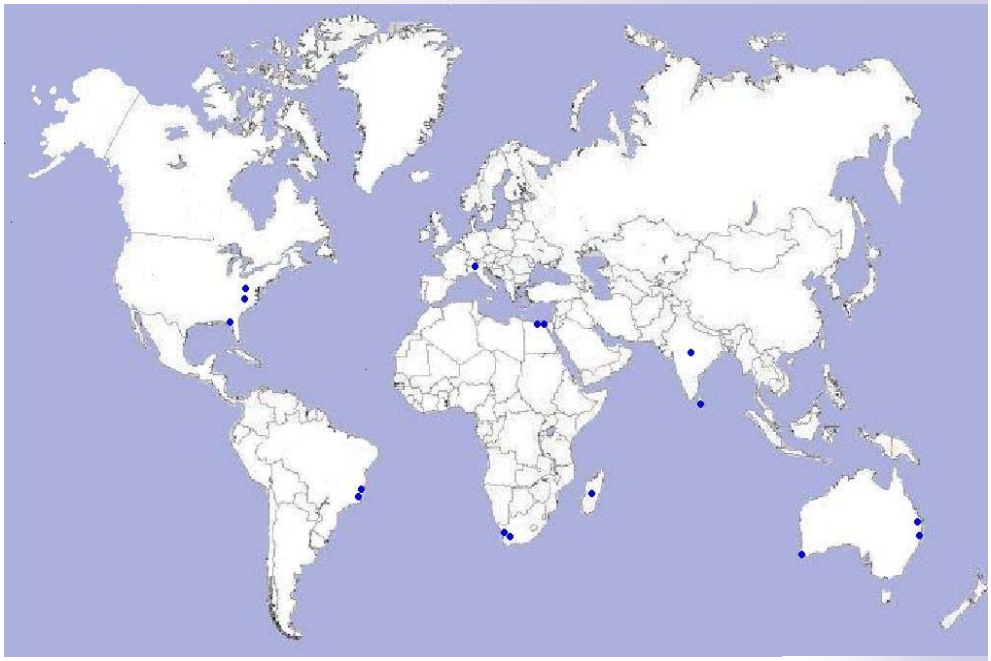
أكسيد ساماريوم يعمل كوسيط كيميائي (محفز) في عمليات إزالة الماء وعمليات نزع الهيدروجين من الإيثانول كما يضاف للزجاج المستعمل في صناعة العدسات الواقية من الأشعة تحت الحمراء.

النظير ساماريوم - 153 يستعمل في مجال التشعيع العلاجي.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

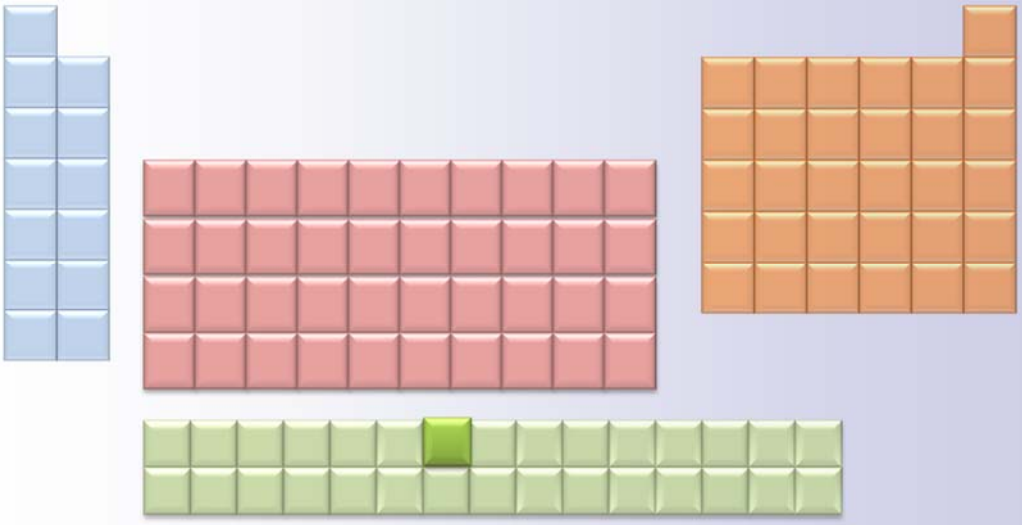
رمزالعنصر	Sm	الكتلة الذرية	150.36
الرقم الذري	62	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1076.85
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1790.85
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.197
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+2, +3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.17
نصف قطر الذرة (pm)	180.4	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	17.9
الشكل البلوري	نظام معيني	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	12.6
التوزيع الإلكتروني	$[XE]4f^{6}5d^{0}6s^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	####
حجم المول (سم^3\مول)	20.00	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	535.9
الكثافة (جم سم-3)	7.520	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1052
عدد النظائر	21	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2150

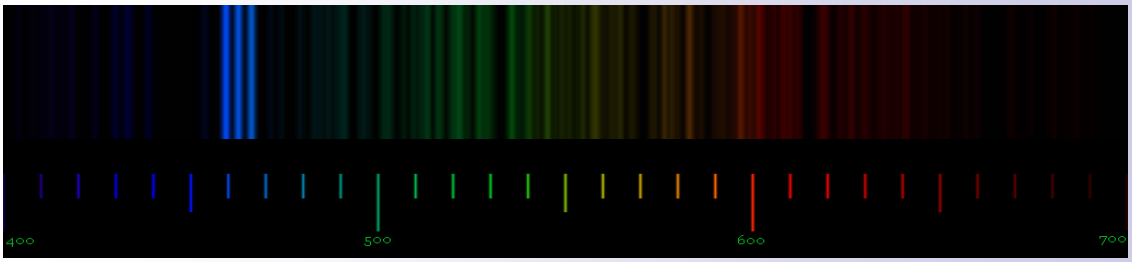
مواقع الخامات في العالم



- مونازيت

يوروبيوم Eu





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات. عنصر فضي، طري وقابل للطرق. اكتشف في 1901م وحضر بحالة نقية لأول مرة عام 1951 م.

يوجد في الطبيعة – برفقة عناصر الأتربة النادرة - في عدد من الخامات أهمها خامات مونازيت وباستناسيت والعنصر يستخلص تجارياً من خام مونازيت باستخدام عمليات التبادل الأيوني كما يستخلص من مخلفات الإنشطار النووي(الوقود المستنفد) لعناصر يورانيوم وبلوتونيوم في المفاعلات النووية.

العنصر يحضر صناعياً في بواتق تانتالوم باختزال أكسيد الفلز بواسطة عنصر لانثانوم تحت الضغط وفي درجات حرارة عالية حيث يترسب يوروبيوم النقي على سطح البوتقة .

يوروبيوم يتأكسد بسرعة في الهواء ويتفاعل بقوة مع الماء البارد وهو العنصر الأكثر نشاطاً بين جميع عناصر المجموعة (يوروبيوم يفقد بريقه المعدني ويكتسي بالأكسيد الأخضر المميز حتى في حالة وجوده مغموراً في زيت معدني جاف).

العنصر يتميز بمقدرة استثنائية على امتصاص النيوترونات مما يؤهله للاستخدام في قضبان التحكم في التفاعل النووي داخل الأفران النووية.

فلز يوروبيوم

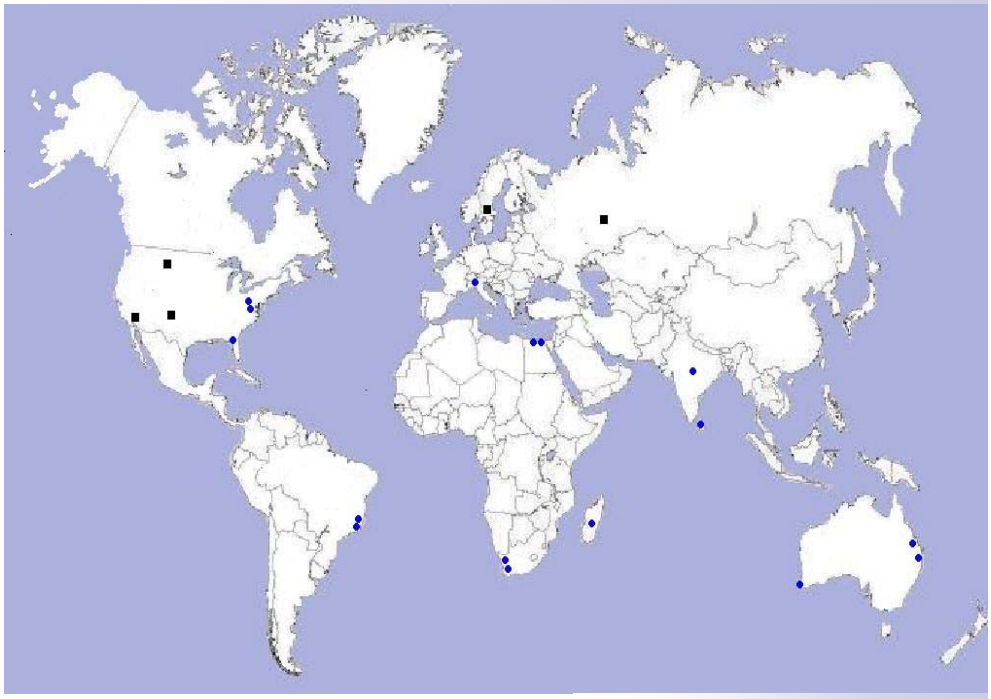
يوروبيوم من أندر وأقيم العناصر الطبيعية مما يحد من استخداماته التجارية. الاستخدام الرئيس للعنصر في المجالات البحثية كما يستعمل - مع عناصر أخرى - في إنتاج الليزر وفي أنبوب التلفاز الملون (لمنح اللون الأحمر واللون الأزرق).

أيضاً يفرض العنصر بتألقه المتميز عدداً من الإستعمالات المهمة في مجال الطب والجراحة وفي تطبيقات الكيمياء الحيوية.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

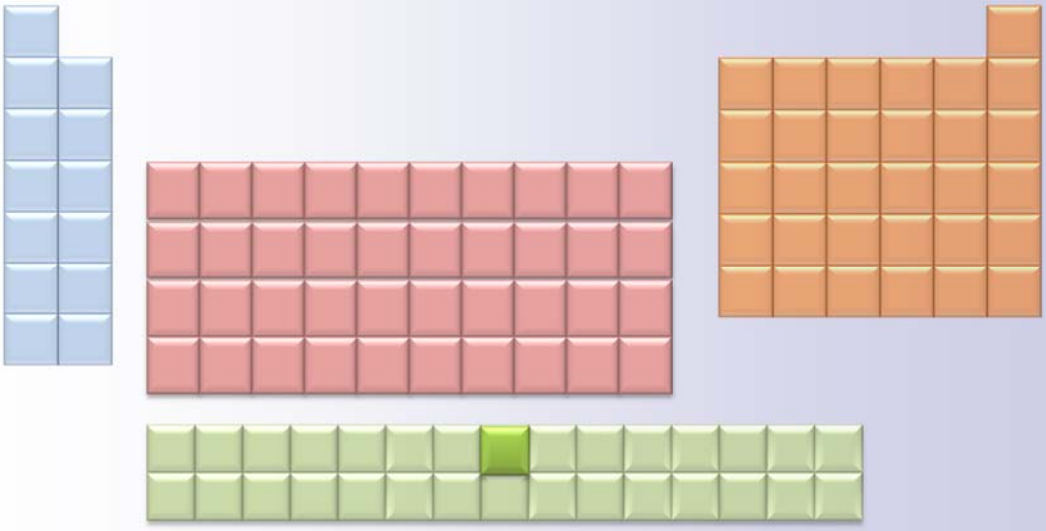
رمزالعنصر	Eu	الكتلة الذرية	151.965
الرقم الذري	63	نقطة الانصهار	821
المجموعة	3	(درجة مئوية) نقطة الغليان	1596
الدورة	6	(درجة مئوية) الحرارة النوعية	0.182
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	(جول/جم. كلفن) أعداد الأكسدة	+2, +3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.01
نصف قطر الذرة (pm)	204.2	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	13.9
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	10.5
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{7}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	175.7
حجم المول (سم^{3}\مول)	28.98	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	546.7
الكثافة (جم سم-3)	5.243	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1085
عدد النظائر	26	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2404

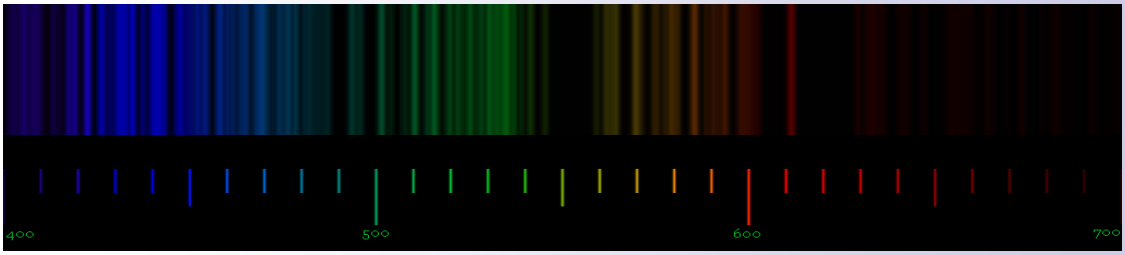
مواقع الخامات في العالم



• مونازيت ▪ باستناسيت

جادولينيوم Gd





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات. عنصر أبيض- فضي، قابل للطرق والسحب.

يوجد في الطبيعة – مع أفراد المجموعة – في خامات عديدة أهمها خامات مونازيت وجادولينيت.

للعنصر مقاومة نسبية للتفاعل لكنه يتأكسد بسرعة في الهواء الرطب مكوناً الأكسيد الذي يتشظى معرضاً سطح العنصر لمزيد من التآكل. يتفاعل ببطء مع الماء و يذوب في الأحماض المخففة محرراً غاز الهيدروجين.

من أهم استعمالات العنصر الإضافه لسبيكة فولاذ الكروم لمنح المزيد من المتانة والمقاومة لعوامل التآكل، والإستخدام في صناعة الأقراص المدمجة ومكونات الذاكرة في الحواسيب كما تستخدم بعض أملاح العنصر كمواد متفسفرة لمنح الألوان في أنبوب التلفاز الملون.

جادولينيوم عنصر عالي الإنفاذية المغناطيسية وللعنصر وبعض سبائكه (خاصة مع السيليكون والجرمانيوم) خاصية ‘التأثير المغناطيسي الحراري‘.

يتفوق النظير جادولينيوم - 157 على جميع النظائر (باستثناء زينون - 135) بمقدرته الفائقة على امتصاص النيوترونات مما أتاح استخدامه ضمن مكونات قضبان التحكم في التفاعل النووي المتسلسل داخل الأفران الذرية.

خام جادولينيت

المصدر م– 3

فلز جادولينيوم

المصدر م-6

التأثير المغناطيسي الحراري خاصية طبيعية انعكاسية تظهر في حالة تعرض مادة لمجال مغناطيسي متغير حيث ترتفع حرارة بعض المواد بتعرضها للمجال المغناطيسي وتعود لطبيعتها بزوال المجال المغناطيسي

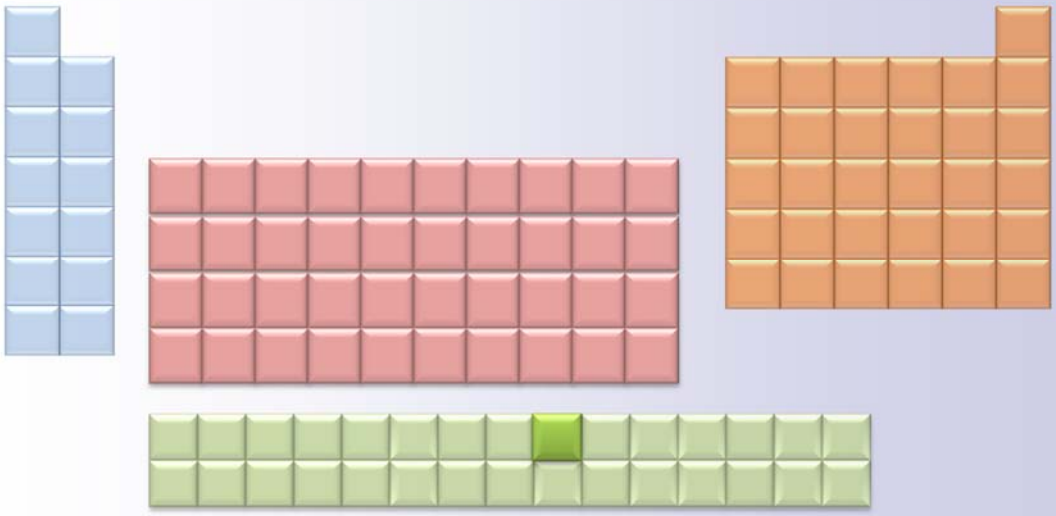
الخواص الفيزيائية والكيميائية

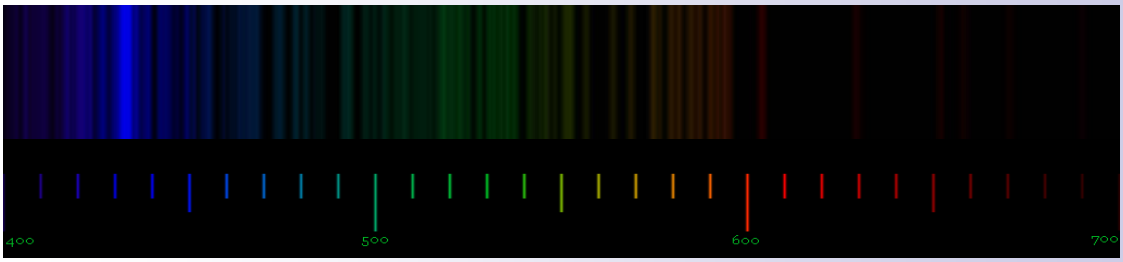
رمزالعنصر	Gd	الكتلة الذرية	157.25
الرقم الذري	64	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1312
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3265
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.236
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.20
نصف قطر الذرة (pm)	180.2	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	10.6
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	15.5
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^7\ 5d^16S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	311.7
حجم المول (سم^3\مول)	19.90	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	592.5
الكثافة (جم سم-3)	7.900	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1167
عدد النظائر	29	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	1990

مواقع الخامات في العالم

● جادولينيت ● مونازيت ■ باستناسيت

تیربیوم Tb





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات. فلز أبيض- فضي، طري وقابل للطرق والسحب وثابت في الظروف الجوية العادية.

يوجد في الطبيعة - في هيئة مركبات فقط – في خامات سيريت ، جادينوليت ومونازيت وفي عدد من الخامات المعدنية وخامات الأتربة النادرة الأخرى.

رغم انتماء تيربيوم لمجموعة الأتربة النادرة لكنه لا يعد من العناصر النادرة في الطبيعة ونسبته في القشرة الأرضية أعلى من نسبة فلزات مثل الفضة والزئبق.

يستخلص العنصر من خاماته عادة عن طريق التبادل الأيوني والاستخلاص بالمذيبات.

يستخدم تيربيوم في السبائك المعدنية الخاصة بصناعة المعدات الإلكترونية كما تستعمل بعض أملاح العنصر في إنتاج الليزر وفي مجال صناعة أشباه الموصلات.

تيربيوم مادة متفلورة (تطلق ضوءاً في حالة امتصاص أشعة من مصدر آخر)، وتستخدم تيربيا (أكسيد تيربيوم) لمنح اللون الأخضر في أنبوب جهاز التلفاز الملون، كما تستخدم في المصابيح اللاصفة وفي أجهزة الأشعة السينية.

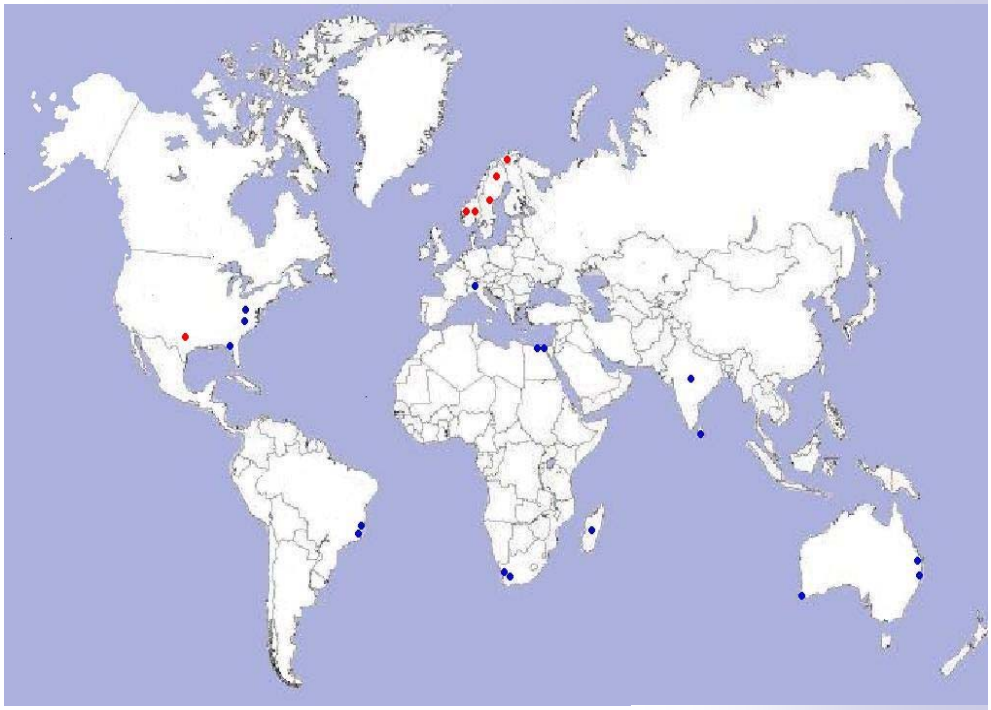
فلز تيربيوم

المصدر م-6

الخواص الكيميائية والفيزيائية

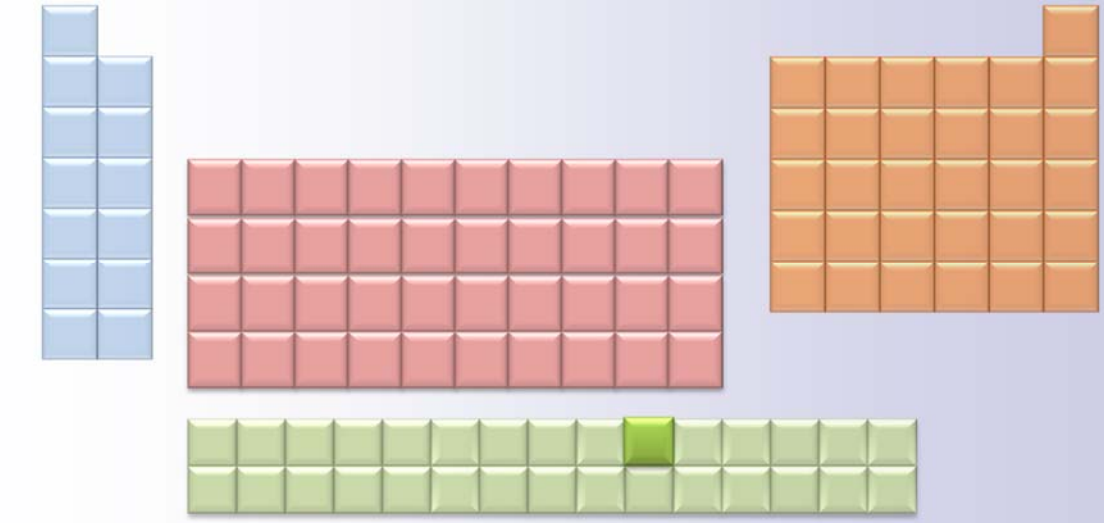
رمز العنصر	Tb	الكتلة الذرية	158.925
الرقم الذري	65	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1355
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3122
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.182
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3,+4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.10
نصف قطر الذرة (pm)	178.2	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	11.1
الشكل البلوري	نظام معيني مستقيم مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	16.3
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{9}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	391
حجم المول (سم^{3}\مول)	19.31	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	564.6
الكثافة (جم سم-3)	8.229	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1112
عدد النظائر	31	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2114

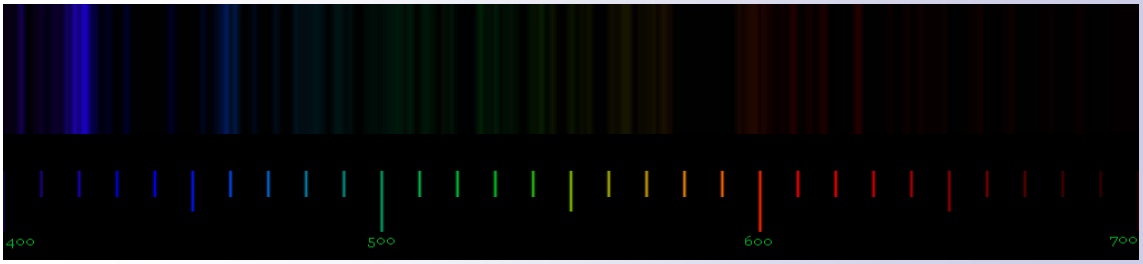
مواقع الخامت في العالم



• مونازيت • جادونيليت

دیسبروسیوم Dy





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات. عنصر طري، فضي لامع وقابل للطرق. يوجد طبيعياً في خام ديسبروسيا (أكسيد ديسبروسيوم) في معية خامات الأتربة النادرة مثل زينوتيم وباستناسيت و مونازيت. ويمثل الأخير المصدر التجاري الرئيس حيث يستخلص العنصر باختزال ثلاثي الفلوريد بواسطة كالسيوم وتكتمل التنقية باستخدام تقنيات التبادل الأيوني.

ديسبروسيوم يتمتع بمقاومة نسبية للتغير في الظروف العادية إلا أن مسحوق أو رقائق العنصر في الهواء تشكل مادة متفجرة . والعنصر يتأثر بالماء ويذوب في الأحماض المعدنية المخففة والمركزة مع تصاعد غاز الهيدروجين.

القابلية الكبيرة لامتصاص النيوترونات مع التمتع بدرجة انصهار مرتفعة منحت العنصر أهمية خاصة ليصير ضمن مواد قضبان التحكم في التفاعل النووي المتسلسل داخل الأفران الذرية.

ديسبروسيوم يضاف لفانيديوم وعدد من العناصر الأخرى في صناعة مواد الليزر.

العنصر يتميز بين عناصر الأتربة النادرة بأعلى قيمة عزم مغناطيسي ومن أهم مجالات استخداماته صناعة سبيكة (الحديد -نيوديميوم - بورون) التي تعتبر من أقوى المغناطيسات الدائمة. كما أن سبيكة ديسبروسيوم مع حديد وتيربيوم تتميز بأعلى قيمة للتخصر المغناطيسي.

فلز ديسبروسيوم

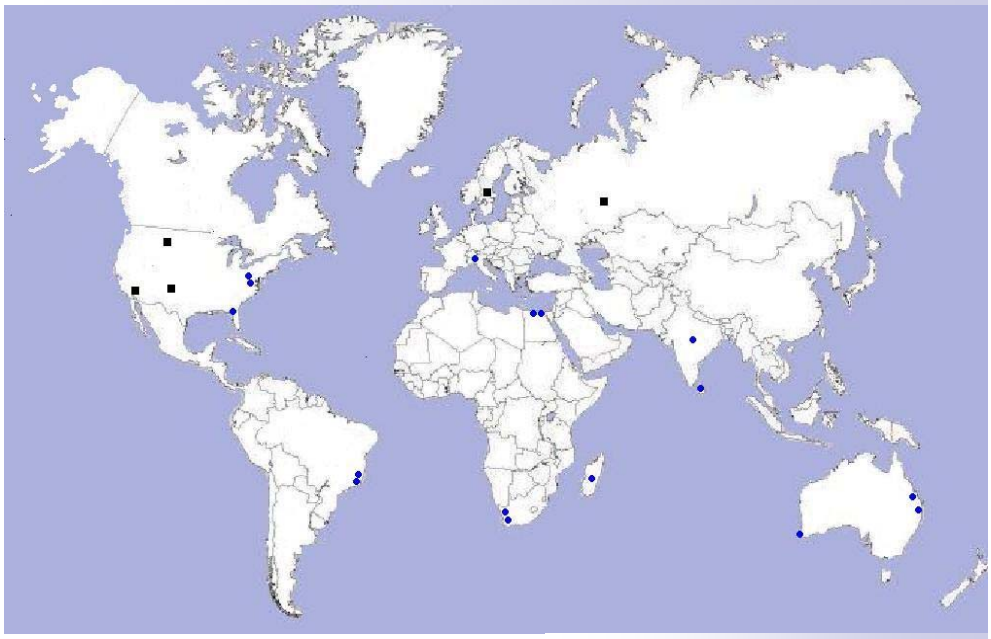
المصدر م –6

التخصر المغناطيسي أحد خواص المواد عالية النفاذية المغناطيسية ويقصد به تغير حجم بعض المواد عند تعرضها لمجال مغناطيسي

الخواص الفيزيائية والكيميائية

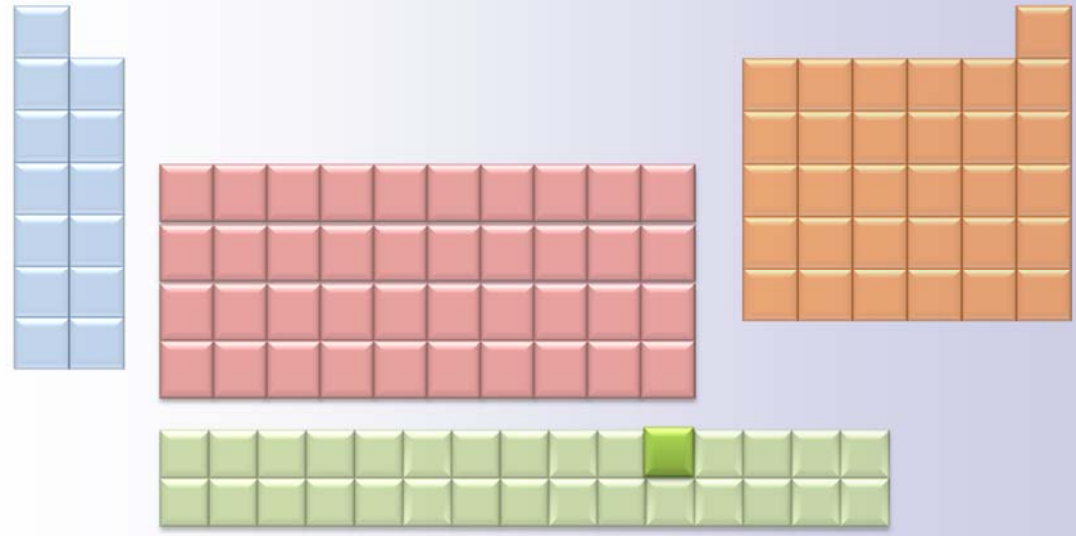
رمز العنصر	Dy	الكتلة الذرية	162.50
الرقم الذري	66	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1411
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2561
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.173
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+2,+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.22
نصف قطر الذرة (pm)	177.3	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	10.7
الشكل البلوري	نظام معيني مستقيم بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	17.2
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{10}6S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	293
حجم المول (سم^3\مول)	19.00	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	571.9
الكثافة (جم سم-3)	8.550	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1162
عدد النظائر	36	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2200

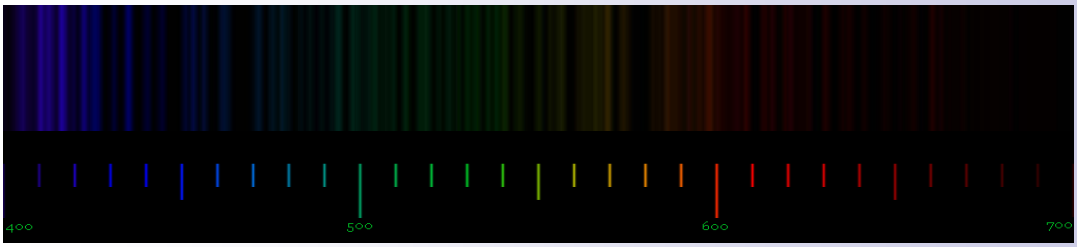
مواقع الخامات في العالم



• مونازيت ▪ باستناسيت

هولميوم Ho





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات ومن أندرها وجوداً في الطبيعة. عنصر أبيض-فضي، طري وقابل للطرق .

يوجد في خامات مونازيت وجادونيليت وخامات الأتربة النادرة الأخرى ويستخلص تجارياً بإستخدام تقنيات التبادل الأيوني من خامات المونوزيت.

هولميوم لايتأثر بالعوامل الجوية في الظروف العادية لكنه يتأكسد بسرعة في الهواء الرطب أو في درجات الحرارة العالية.

للعنصر خواص مغناطيسية غير عادية ويتميز بأكبر عزم مغناطيسي بين جميع العناصر الطبيعية، ويكون مع إتريوم مركبات عالية المغناطيسية.

أكسيد هولميوم يستخدم في صناعة الزجاج (لمنح اللون الأصفر) كما تستخدم سبائك الفلز مع حديد، ألمنيوم وعقيق في صناعة الليزر.

هولميوم من أندر العناصر وجوداً في الطبيعة لكن نسبته تقدر ب 20 ضعفاً مقارنة بنسبة الفضة في القشرة الأرضية

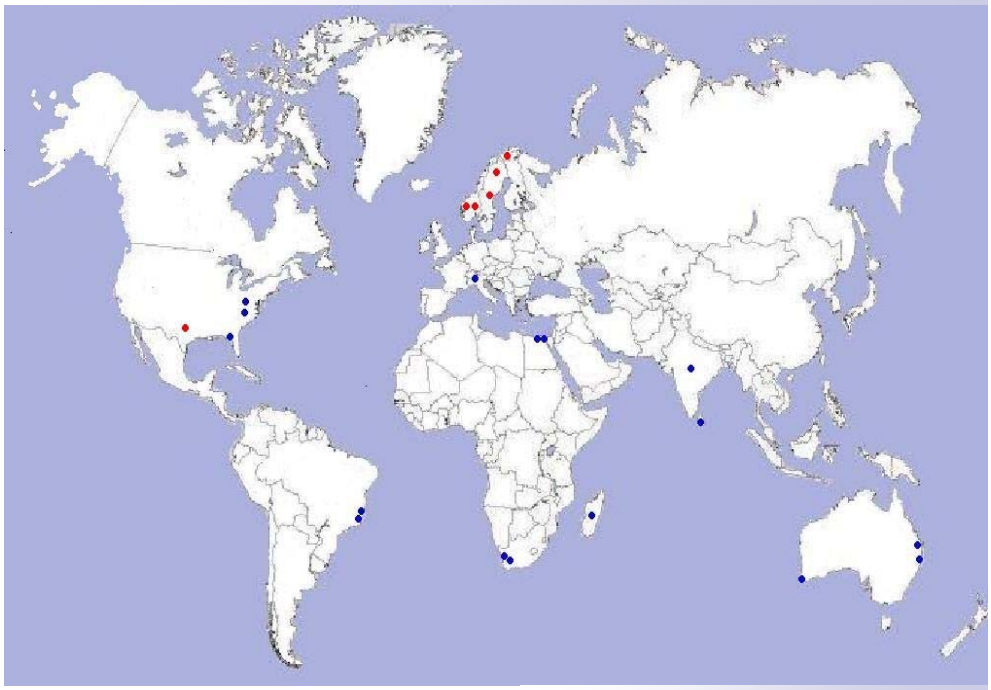
فلز هولميوم

المصدر م –6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

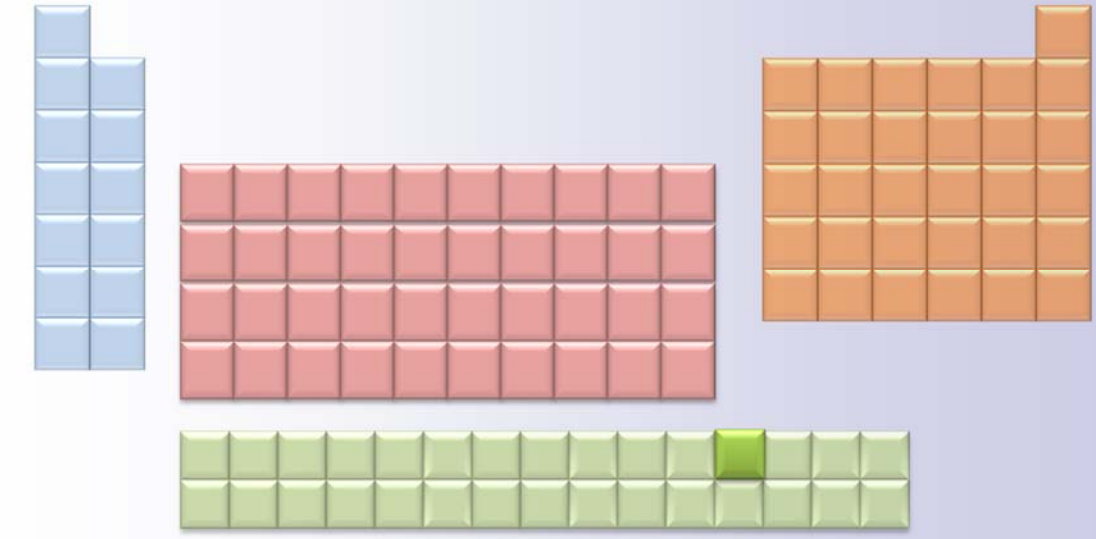
رمز العنصر	Ho	الكتلة الذرية	164.930
الرقم الذري	67	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1473
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2694
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.165
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.23
نصف قطر الذرة (pm)	176.6	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	16.2
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	17.2
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{11}6S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	251.0
حجم المول (سم^3\مول)	18.75	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	580.7
الكثافة (جم سم-3)	8.795	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1139
عدد النظائر	39	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2204

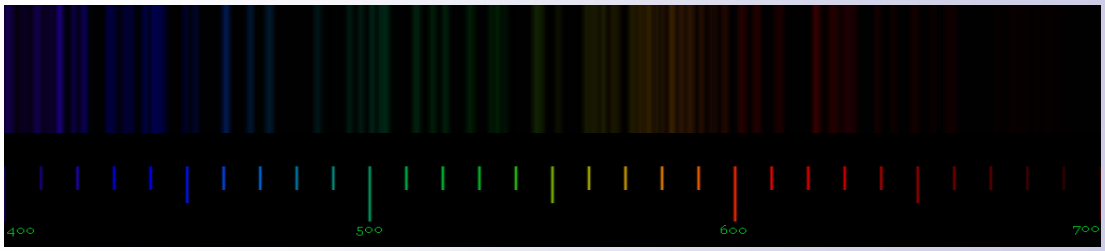
مواقع الخامات في العالم



• جادولينيت • مونازيت

إربيوم Er





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات ومن أندرها في الطبيعة. ذو لمعة فضية زاهية، طري وقابل للطرق ووهو العنصر الأكثر ثباتاً ومقاومة للأكسدة في عناصر الأتربة النادرة.

اربيوم يوجد - في هيئة مرتبطة فقط - في معية الأتربة النادرة في خامات مونازيت و جادولينيت وزينوتيم .

استخلص اربيوم في هيئة أكسيد نقي عام 1905م واستخلص الفلز بحالة نقية لأول مرة في 1934م.

إربيوم يضاف للسبائك المعدنية (خاصة سبائك فاناديوم) لمنح خصائص إضافية مثل خفض الصلابة وتيسير عمليات التشكيل.

الفلز يستخدم في صناعة المعدات الإلكترونية (كمضخم في الألياف الضوئية) وفي مواد الليزر (في التصوير الفوتوغرافي وفي مجال التصوير الجراحي وطب الأسنان). والعنصر يستخدم أيضاً ضمن المواد الماصة للنيترونات في قضبان التحكم داخل الأفران الذرية.

أكسيد إربيوم يستعمل كمادة ملونة في صناعة الزجاج والخزف والمجوهرات الاصطناعية (لمنح اللون الزهري).

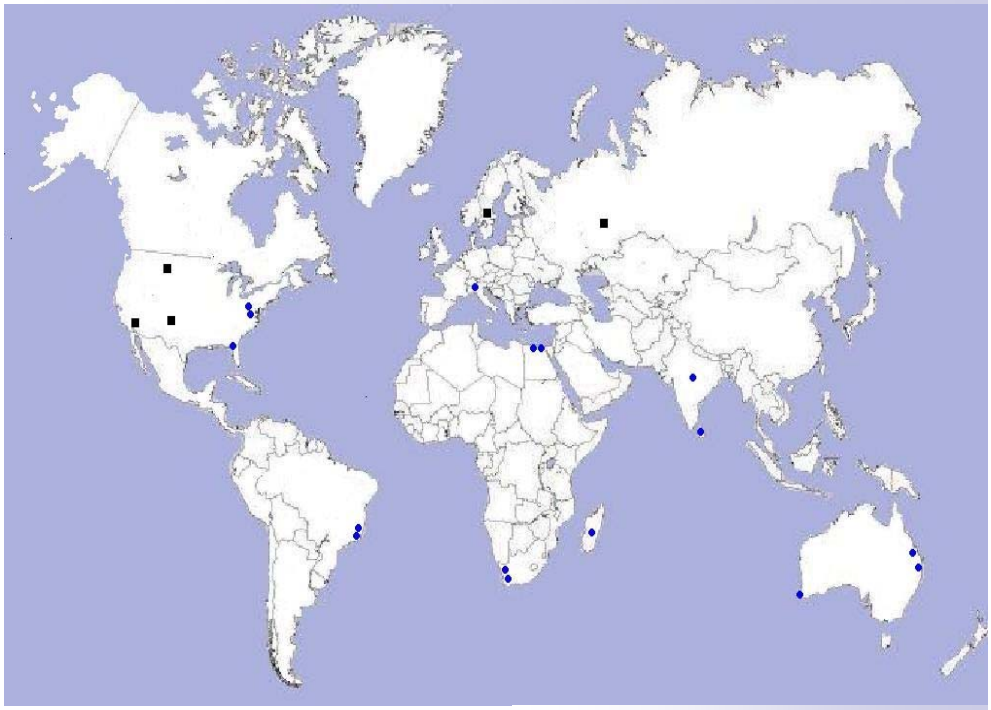
فلز إربيوم

المصدر م-6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

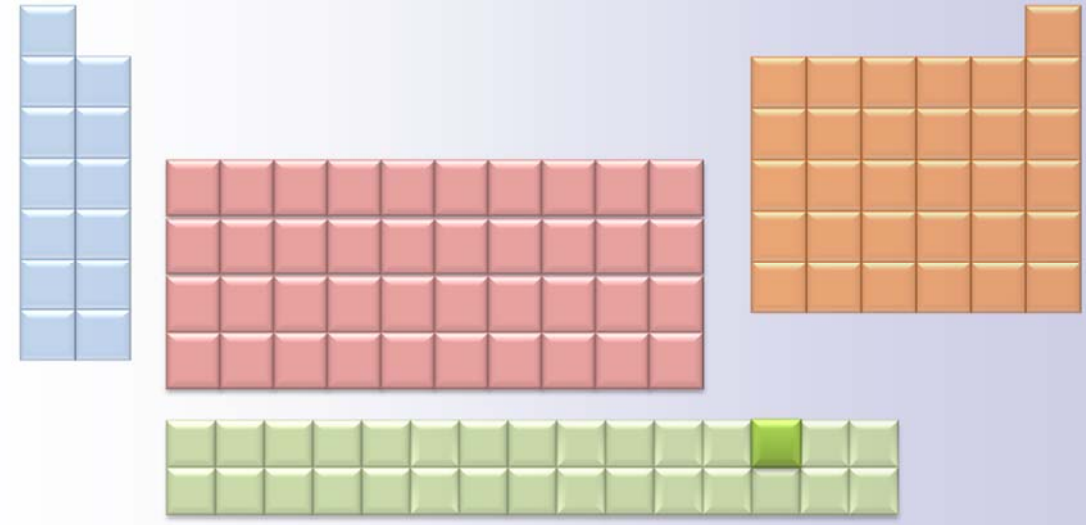
رمزالعنصر	Er	الكتلة الذرية	167.26
الرقم الذري	68	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1528
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2862
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.168
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.24
نصف قطر الذرة (pm)	175.7	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	14.3
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	17.2
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{12}6S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	292.9
حجم المول (سم^3\مول)	18.44	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	588.7
الكثافة (جم سم-3)	9.066	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1151
عدد النظائر	25	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2194

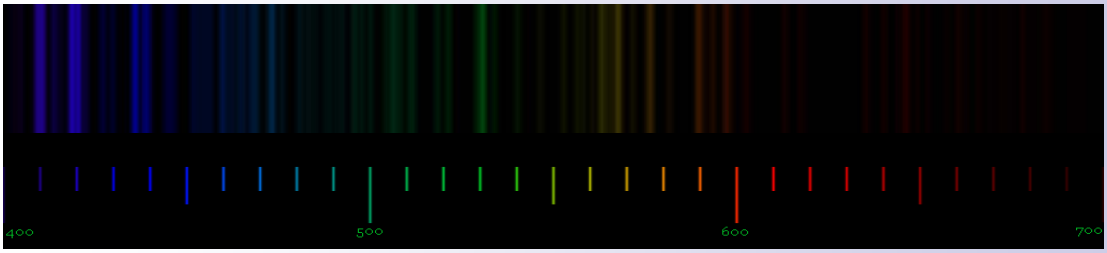
مواقع الخامات في العالم



• مونازيت ■ باستناسيت

ثوليوم Tm





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات ومن أندرها في القشرة الأرضية.

عنصر فضي-رمادي ، طري وقابل للطرق والسحب . ذو مقاومة نسبية في الظروف العادية لكن يفقد بريقه في الهواء الرطب ويشتعل مسحوق العنصر تلقائياً في الهواء.

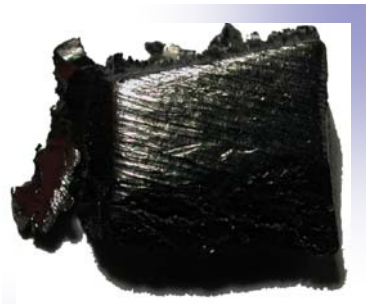
ثوليوم يوجد بتراكيز ضعيفة جداً في خامات الأتربة النادرة ويستخلص تجارياً من خام مونازيت حيث يبلغ تركيزه 7 جرامات في الطن المتري من الخام.

يحضر العنصر النقي باختزال الأكسيد (ثوليا) بواسطة عنصر لانثانوم أو كالسيوم.

العنصر الطبيعي يتكون من نظير واحد فقط هو النظير المستقر ثوليوم -169 . وللعنصر أكثر من 30 نظيراً مشعاً حضرت صناعياً معظمها بأعمار نصف لا تتجاوز بضع ساعات أو بضع دقائق.

بسبب ندرته وارتفاع كلفته لا توجد أهمية تجارية أو استخدام فعلي لثوليوم باستثناء استعمالات محدودة ضمن مواد صناعة الليزر وبعض الصناعات الإلكترونية وفي المجالات البحثية.

النظير ثوليوم - 170 يستعمل كمصدر للإلكترونات في أجهزة الأشعة السينية المتنقلة ، والنظير ثوليوم -171 (بعمر نصف 1.92 عام) يعتبر أحد المصادر الكامنة للطاقة.



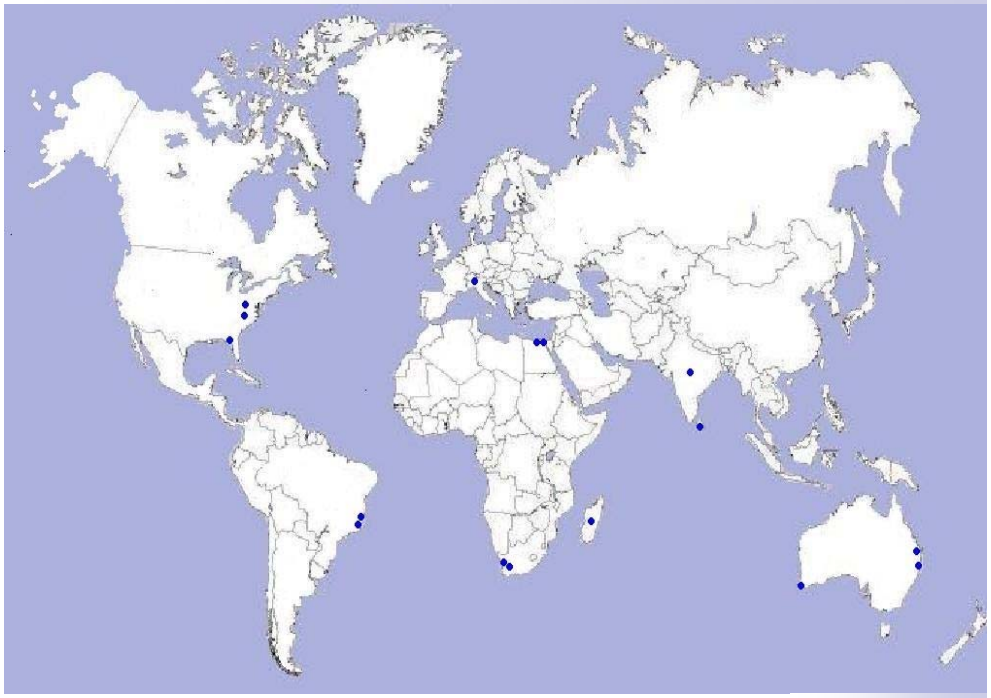
فلز ثوليوم

المصدر م-6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

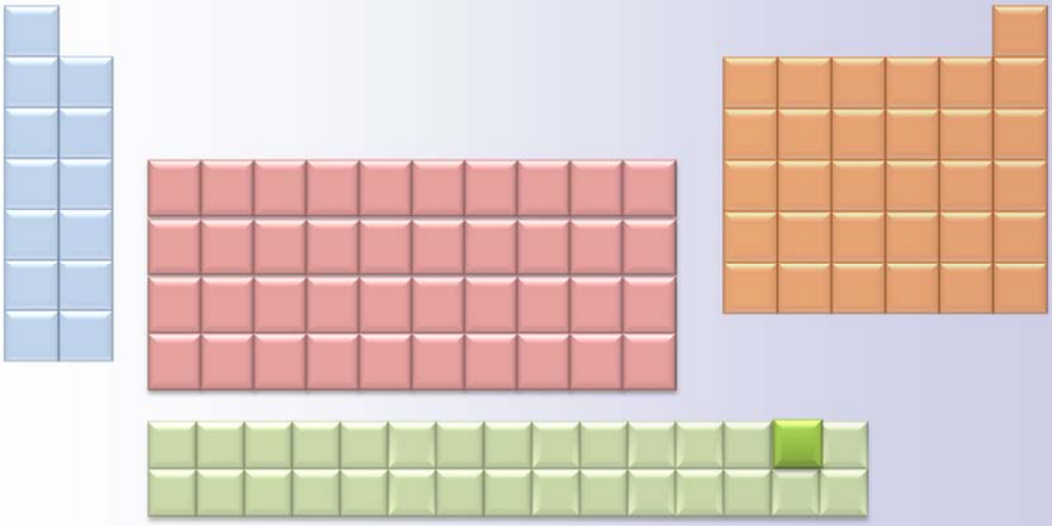
رمزالعنصر	Tm	الكتلة الذرية	168.934
الرقم الذري	69	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	1544
المجموعة	3	نقطة الغليان(درجة مئوية)	1946
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.160
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+2,+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.25
نصف قطر الذرة (pm)	174.6	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	16.8
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	18.6
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{13}6S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	247
حجم المول (سم^3\امول)	18.12	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	596.7
الكثافة (جم سم-3)	9.321	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1163
عدد النظائر	32	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2285

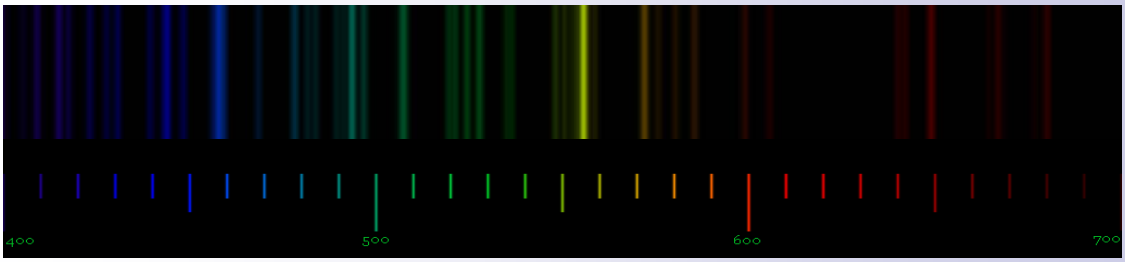
مواقع الخامات في العالم



● مونازيت

إتيربيوم Yb





مقدمة

من مجموعة لانثانيدات وأول عنصر يكتشف في المجموعة (1794م). . عنصر فضي لامع ، طري وقابل للطرق والسحب.

يوجد طبيعياً في خامات عناصر الأتربة النادرة وخامات يورانيوم ويستخلص معظم المنتج التجاري من خام مونازيت.

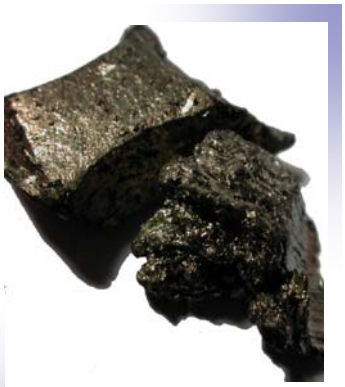
إتيربيوم عنصر نشط كيميائياً. يتأكسد في الهواء ، ويتفاعل بسرعة مع الأحماض المعدنية وببطء مع الماء البارد ليحرر الهيدروجين.

العنصر يستخدم في تقنيات التضخيم في الألياف الضوئية وفي خلايا السيليكون الضوئية لتحويل الضوء مباشرة لتيار كهربائي.

لأكسيد إتيربيوم استخدامات عديدة أهمها إضافته لسبائك مغنيزيوم وألمنيوم لمنحها المتانة، والمشج بحديد وألمنيوم لتكوين مغناطيسات بمواصفات خاصة ومع ألمنيوم لإنتاج الماس الصناعي.

أكسيد إتيربيوم من مكونات المادة المتفسفرة الحمراء في أنبوب أشعة الكاثود في التلفاز الملون وعامل وسيط (محفز) في عمليات بلمرة إيثيلين لإنتاج البلاستيك (بولي إيثلين).

للفلز خاصية فريدة تتمثل في حدوث زيادة في المقاومة الكهربائية حال التعرض لإجهاد شديد. يستفاد من هذه الخاصية في أجهزة مراقبة التشوهات الأرضية الناتجة عن الزلازل أو الانفجارات.



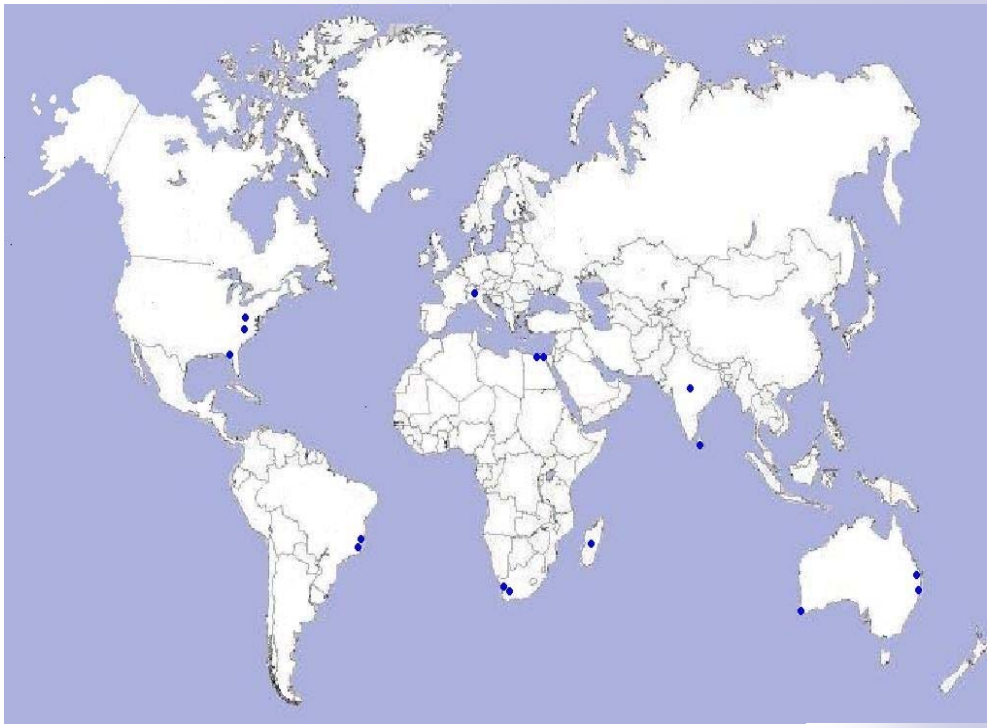
فلز اتيربيوم

المصدر م-6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

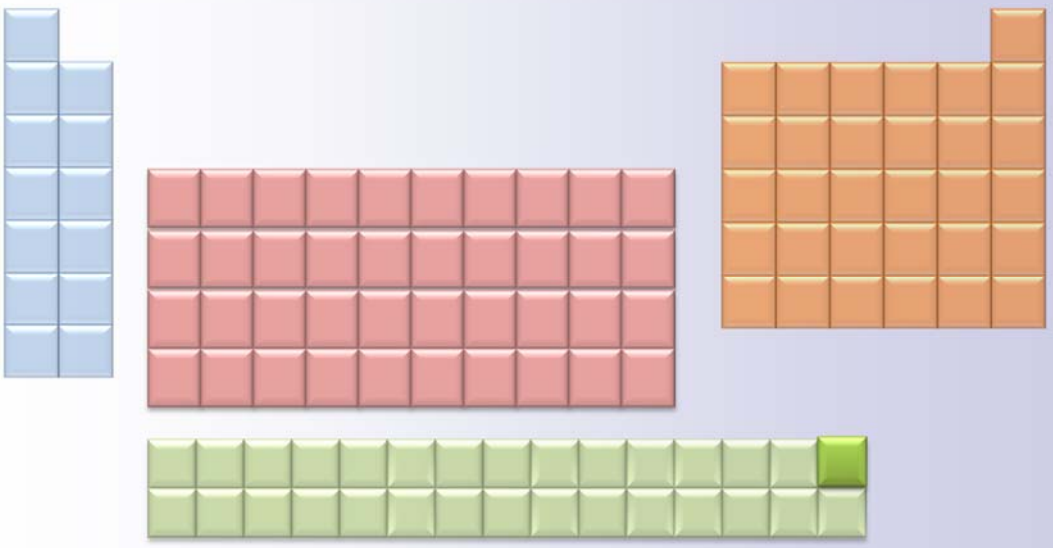
رمزالعنصر	Yb	الكتلة الذرية	173.04
الرقم الذري	70	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	823
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1192
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.155
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+2,+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.06
نصف قطر الذرة (pm)	194	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	34.9
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	9.20
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}6S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	159
حجم المول (سم^3\مول)	24.84	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	603.4
الكثافة (جم سم-3)	6.965	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1176
عدد النظائر	29	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2415

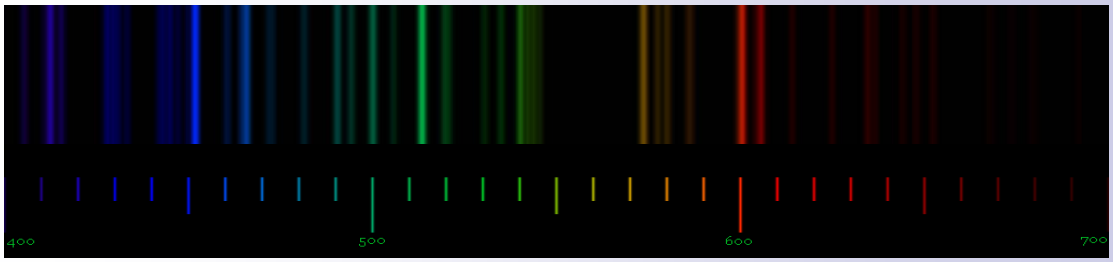
مواقع الخامات في العالم



• مونازيت

لوتيتيوم Lu





مقدمة

العنصر الأخير في سلسلة لانثانيدات. اكتشف عام 1957م. عنصر أبيض - فضي، ثابت نسبياً ومقاوم للأكسدة في الهواء. وهو العنصر الأثقل والأكثر صلابة والأعلى درجة انصهار في المجموعة.

لوتيتيوم يوجد طبيعياً - بنسب ضعيفة - في معية خامات الأتربة النادرة (عادة في مرافقة عنصر إتريوم) . ويعتبر خام مونازيت المصدر التجاري الرئيس للعنصر.

نسبة لصعوبة عمليات فصل العنصر من الخام وتعقيد عمليات التنقية من العناصر المرافقة أصبح لوتيتيوم من أندر الفلزات ومن أعلاها كلفة (كلفته أكثر من 5 أضعاف كلفة الذهب).

استخدامات العنصر محدودة ، أهمها إضافته لمكونات بعض سبائك الفلزات واستخدامه كمحفز (عامل مساعد) في عمليات صناعية مثل البلمرة والهدرجة والتكسير الحراري للبترول.

نظير العنصر لوتيتيوم -177 مشع لأشعة بيتا ويعتبر من المواد الواعدة في مجال العلاج بالتشعيع الذري.

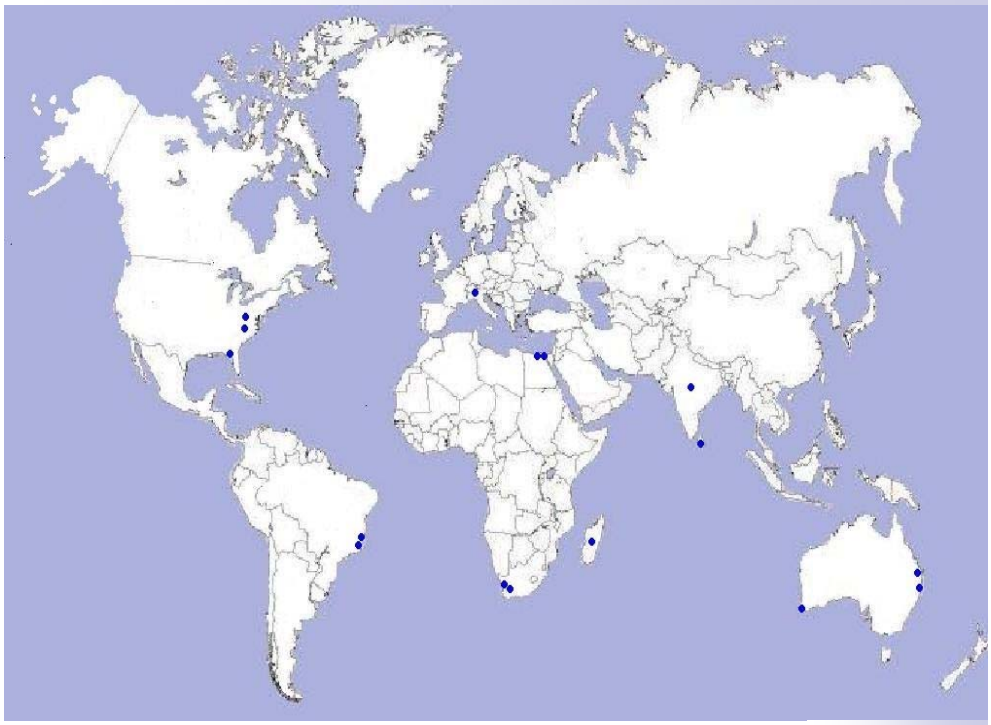
فلز لوتيتيوم

المصدر م– 6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

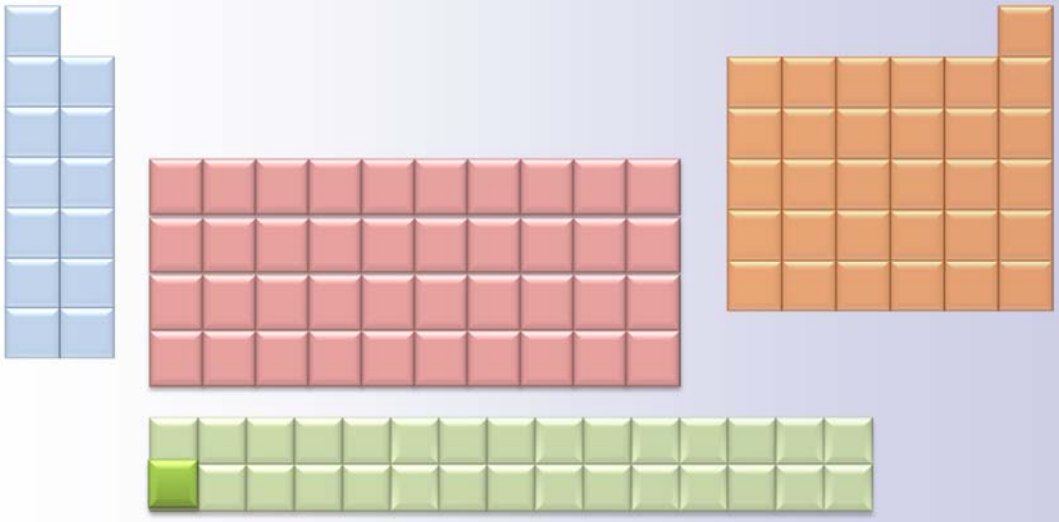
رمز العنصر	Lu	الكتلة الذرية	174.967
الرقم الذري	71	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1662
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3394
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.154
السلسلة	عناصر الأتربة النادرة	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.27
نصف قطر الذرة (pm)	173.4	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	16.4
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	19.2
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{1}6S^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	428
حجم المول (سم^3\مول)	17.78	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	523.5
الكثافة (جم سم-3)	9.840	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1340
عدد النظائر	41	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2022

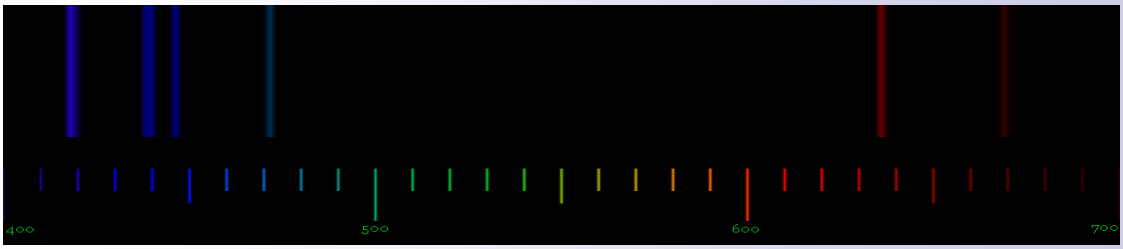
مواقع الخامات في العالم



- مونازيت

أكتينيوم Ac





مقدمة

فلز مشع من مجموعة أكتنويدات التي يشتق اسمها منه. عنصر أبيض- فضي، نشط كيميائياً ومتوهج في الظلام بضوء أزرق خافت نتيجة لإشعاعه الكثيف.

نظير العنصر الأكثر إستقراراً هو أكتينيوم– 227 وله عمر نصف في حدود 22 عاماً فقط.

العنصر يوجد في الطبيعه - في هيئة شوائب - ناتجة عن التحلل التلقائي لعناصر ثوريوم ويورانيوم، وتشكل خامات الأخير المصدر التجاري للعنصر (يوجد في حدود 100 مليجرام في كل طن متري من خام يورانيوم).

من ناحية أخرى يحضر العنصر صناعياً بالتشعيع النيوتروني للنظير راديوم – 126 في المفاعلات النووية.

أكتينيوم سام جداً وخطر على البيئة، والعنصر مشع قوي لجسيمات ألفا (أيونات هيليوم) المدمرة، ونظرًا لهذا النشاط الإشعاعي فقد استخلص عدد محدود من مركباته.

العنصر يستخدم كمصدر متنقل للنيوترونات، والنظير أكتينيوم - 225 مستخدم كمعلم متابعة في عدد من المجالات الطبية والبحثية.

عنصر أكتينيوم خطر على البيئة وهو مشع قوي لجسيمات ألفا (أيونات هيليوم) المدمرة

أكتنيوم

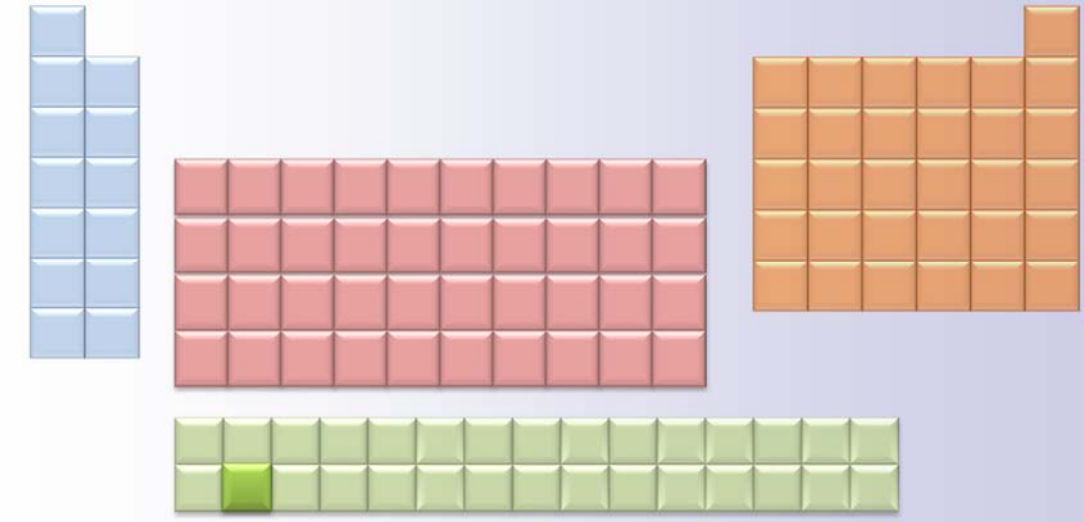
أخطر من بلوتونيوم وفعاليته الإشعاعية تعادل 150 ضعف فعالية الراديوم.

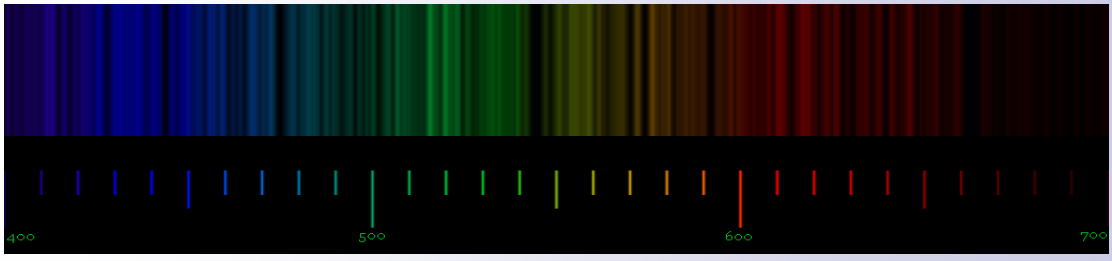
المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Ac	الكتلة الذرية	227.028
الرقم الذري	89	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1046.85
المجموعة	38	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3196.85
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.120
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.1
نصف قطر الذرة (pm)	187.8	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	12
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	14.2
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]6d^17s^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	293
حجم المول (سم^3\مول)	22.6	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	499
الكثافة (جم سم-3)	0.3	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1170
عدد النظائر	36	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	1900

ثوريوم Th





مقدمة

من مجموعة الأكتنويدات. عنصر مشع يعزى وجوده في الطبيعة لطول عمر النظير ثوريوم -232 (نصف عمره 14 بليون عام) بالإضافة لتوفر النظير ثوريوم-234 الناتج من التحلل الطبيعي ليورانيوم . العنصر يستخلص عادة من خامات ثوريت ومونازيت وثوريانيت.

ثوريوم فلز أبيض- فضي ، طري وذو قابلية عالية للطرق والسحب. نشط كيميائياً، يتأكسد تدريجياً في الهواء ويذوب في الماء البارد والأحماض المخففة و مسحوقه قابل للإشتعال.

أكسيد ثوريوم (ثوريا) مادة حرارية تنصهر في درجة حرارة 3300 درجة مئوية وهي أعلى درجة انصهار لأكسيد معدني على الإطلاق.

الفلز يستخدم في صنع البواتق المعملية المستعملة في درجات الحرارة العالية وفي إنتاج عدد من السبائك المهمة خاصة مع مغنيزيوم.

عنصر ثوريوم من أهم مصادر الطاقة النووية الكامنة. يعزى ذلك لوفرة العنصر في الطبيعة (تقدر بثلاثة أضعاف احتياطي يورانيوم).

النظير ثوريوم-232 يمكن تحويله بالقذف النيوتروني إلى النظير المشع يورانيوم -233 في المفاعلات النووية التكاثرية (حيث يكون إنتاج الطاقة النووية مصحوباً بتوليد المزيد من الوقود النووي).

عنصر ثوريوم من أهم مصادر الطاقة النووية الكامنة . يعزى ذلك لوفرته في الطبيعة والتي تقدر بثلاثة أضعاف إحتياطي يورانيوم

خام ثوريت

(سيليكات ثوريوم)

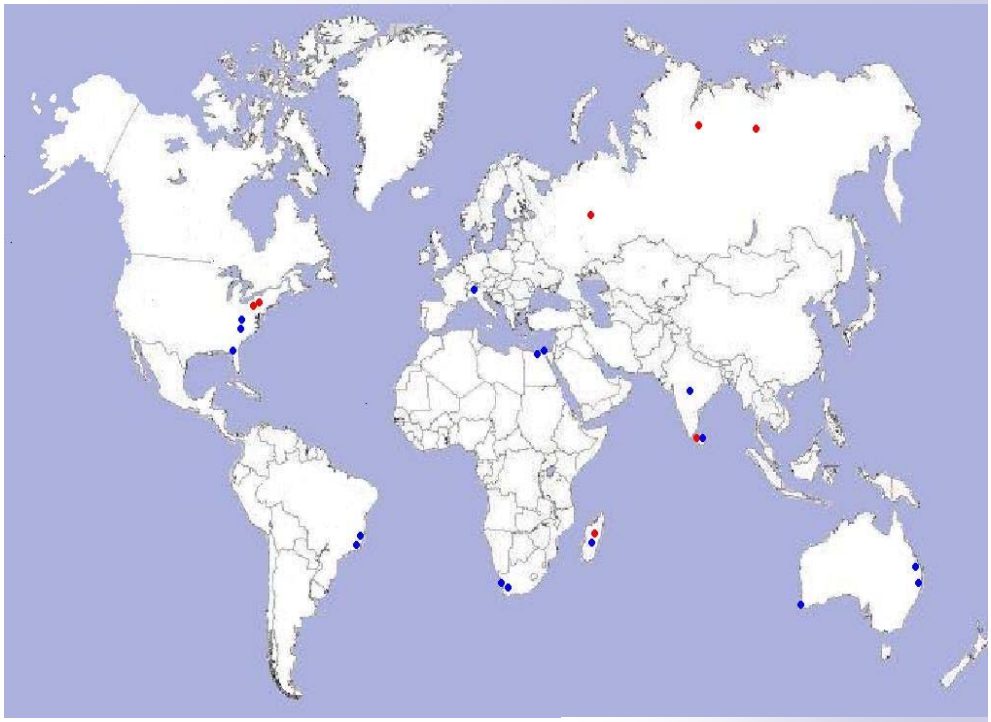
- أونتاريو ، كندا -

المصدر م – 2

الخواص الفيزيائية والكيميائية

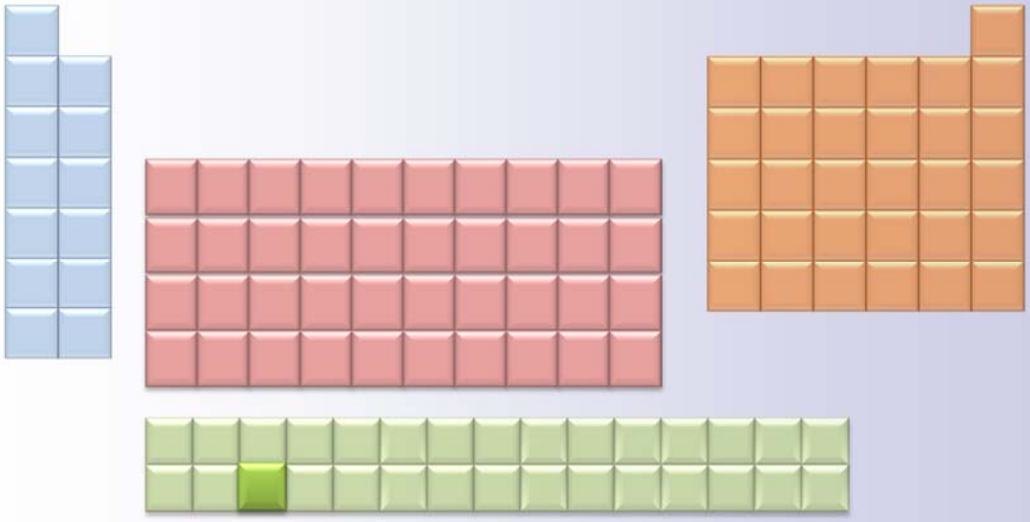
رمز العنصر	Th	الكتلة الذرية	232.038
الرقم الذري	90	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	1749
المجموعة	3	نقطة الغليان(درجة مئوية)	4786
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.133
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3,+4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.3
نصف قطر الذرة (pm)	179.8	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	54.0
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	19.2
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]6d^27s^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	543.9
حجم المول (سم^3\مول)	19.80	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1	587
الكثافة (جم سم-3)	11.720	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1110
عدد النظائر	27	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	1978

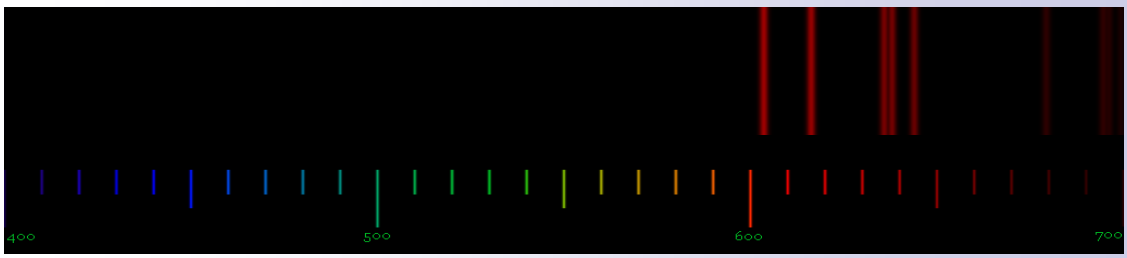
مواقع الخامات في العالم



• ثوريانيت • مونازيت

بروتكتينيوم Pa





مقدمة

بروتكتينيوم عنصر مشع ويعتبر من أندر وأثمن العناصر الطبيعية

من مجموعة أكتنويدات .اكتشف عام 1913م. عنصر مشع، يوجد طبيعياً في خامات يورانيوم التي تشكل مصدره التجاري الرئيس. والعنصر يحضر في المفاعلات النووية بالقذف النيوتروني لعنصر ثوريوم .

في عام 1961م حضرت كمية تجارية (125 جم) من العنصر النقي بعد معالجة 60 طناً من مخلفات الوقود النووي.

بروتكتينيوم عنصر سام جداً ومشع قوي لجسيمات ألفا (أيونات هيليوم) وهو بذلك يشكل مصدراً حقيقياً للخطر.

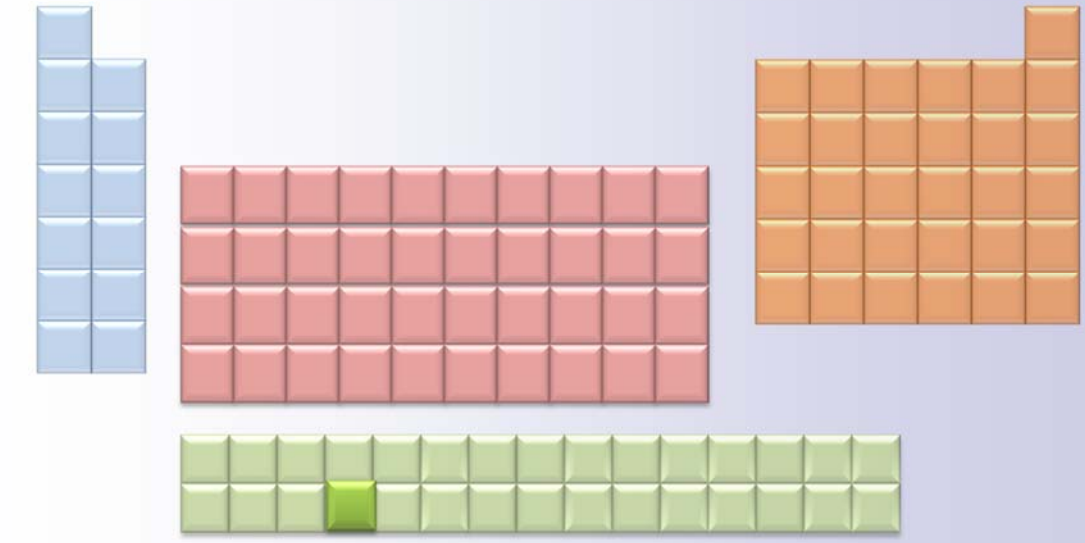
النظير بروتكتينيوم-231 (عمر النصف 32,760 عاماً) هو الأكثر استقراراً وللعنصر أكثر من 20 نظير لا يتجاوز عمر النصف لمعظمها عدة ثواني.

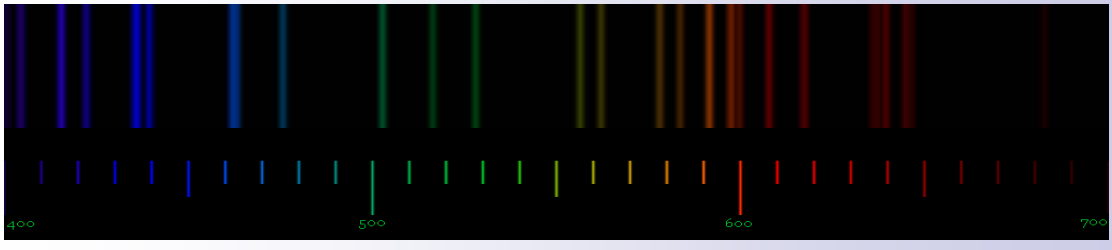
يعتبر بروتكتينيوم أحد أندر وأثمن العناصر الطبيعية ولا توجد استخدامات خاصة به إلا في المجالات البحثية البحتة.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Pa	الكتلة الذرية	231.036
الرقم الذري	91	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1839
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	4026
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3,+4,+5
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.5
نصف قطر الذرة (pm)	160.6	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	47
الشكل البلوري	هرم رباعي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	16.7
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^{2}6d^{1}7s^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	481
حجم المول (سم^3\مول)	15.0	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	568.30
الكثافة (جم سم-3)	15.370	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	21	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

یورانیوم U





مقدمة

من مجموعة أكتنويدات. عنصر مشع، أبيض- فضي وقابل للطرق والسحب. ثقيل ويتميز بأعلى عدد ذري (92) وأكبر كتلة ذرية (238) لعنصر طبيعي.

يورانيوم عنصر نشط جداً كيميائياً. يتفاعل مع الأكسجين في درجة الحرارة العادية و تشتعل حبيباته تلقائياً في الهواء في 100 درجة مئوية.

خامات يورانينيت، بتشبلندي وكارنوتيت تمثل المصادر التجارية الرئيسة للعنصر حيث يستخلص بالتحليل الكهربائي للفلوريد أو باختزال الأكسيد بواسطة كالسيوم أو كربون (فحم الكوك) في درجات حرارة عالية.

جميع نظائر يورانيوم مشعة والنظير يورانيوم-238 يشكل أكثر من 99 % من العنصر الطبيعي.

يورانيوم من أهم عناصر الوقود النووي المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية و في مجال التسليح الحربي. العنصر الطبيعي (يورانيوم-238) مشع لكنه غير منشطر، ولإستخدامه كوقود نووي تمارس عمليات التخصيب بأستخدام اسطوانات الطرد المركزي لزيادة تركيز النظير المنشطر يورانيوم-235 ورفع نسبة من المعدل الطبيعي لتصبح في حدود 3-5 %.

كيلوجرام واحد من يورانيوم مخصب يمكن أن ينتج طاقة تقارب 20 تريليون جول وهذه بدورها تعادل الطاقة المنتجة من 1500 طن من الفحم الحجري.

اليورانيوم المنضب يستخلص من مخلفات الوقود النووي بعد نفاد معظم يورانيوم-235 وتدني نسبته إلى أقل بكثير من نسبته في الطبيعة. اليورانيوم المنضب يستخدم في صنع الذخيرة المدفعية التي تتميز بقوة خارقة للتدمير والاختراق والتي تؤدي إلى تلوث بيئي خطر خاصة التلوث الناتج عن أكسيد اليورانيوم السام.

خام يورانينيت

(أكسيد اليورانيوم)

المصدر م-3

خام كارنوتيت

المصدر م-4

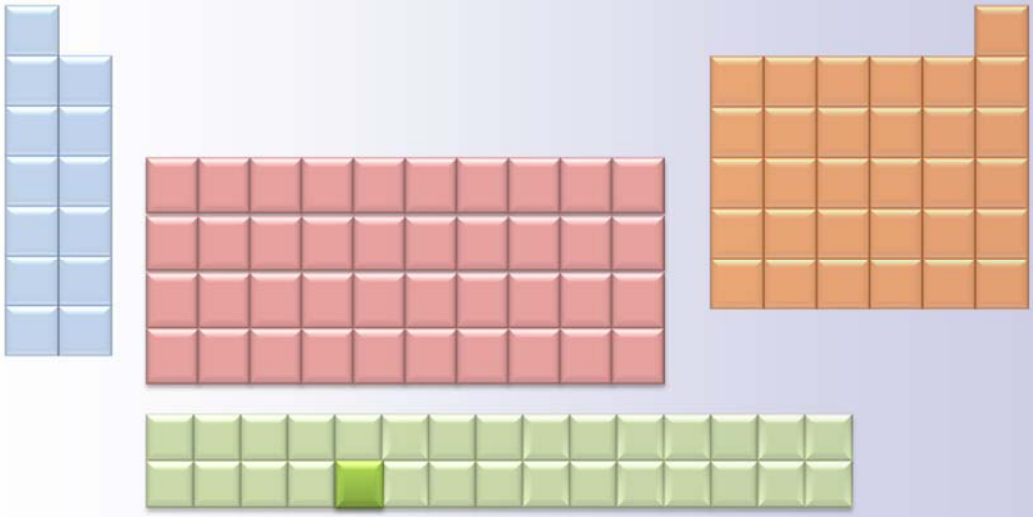
الخواص الفيزيائية الكيميائية

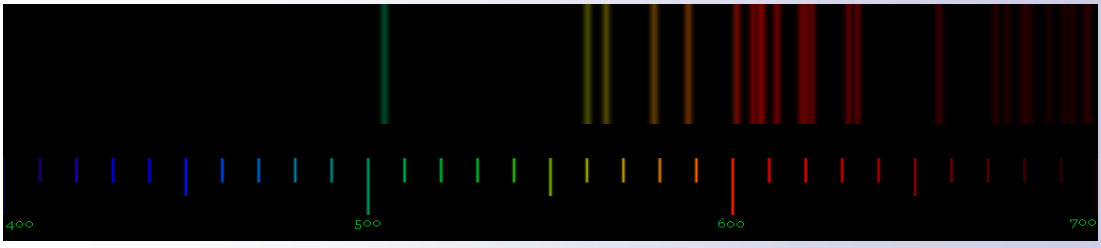
رمز العنصر	U	الكتلة الذرية	238.029
الرقم الذري	92	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	1132
المجموعة	3	نقطة الغليان(درجة مئوية)	3744
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.116
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3, +4, +5, +6
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.38
نصف قطر الذرة (pm)	138.5	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	27.6
الشكل البلوري	هرم رباعي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	15.5
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^{3}6d^{1}7s^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	422.6
حجم المول (سم^3\مول)	12.56	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	597.64
الكثافة (جم سم-3)	18.950	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1420
عدد النظائر	17	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

مواقع الخامات في العالم

• بتشبلندي • كارنوتيت ▪ اوتيونيت

نبتونيوم Np





مقدمة

من عناصر أكتينويدات والأول في عناصر ‘ما بعد يورانيوم’. عنصر فلزي فضي، مشع ومشابه في خواصه الكيميائية لعنصر يورانيوم.

حضر لأول مرة في 1940 حيث انتج النظير نبتونيوم-239 (عمر النصف 2.4 يوماً) بالقذف النيوتروني لعنصر يورانيوم.

العنصر يوجد طبيعياً - في هيئة شوائب - في خامات يورانيوم والنظير نبتونيوم – 237 (عمر النصف 2.14 مليون عام) يستخلص – كناتج عرضي - من مخلفات الوقود النووي في المفاعلات النووية لإنتاج بلوتونيوم.

فلز نبتونيوم النقي يحضر باختزال الفلوريد بواسطة باريوم أو ليثيوم عند 1200 درجة مئوية.

استخدم نبتونيوم-237 في انتاج النظير النادر بلوتونيوم -238 المستعمل في أغراض حربية وفي مجال صناعة الطيران. أيضاً يستخدم النظير نبتونيوم-237 ضمن مكونات أجهزة الكشف عن النيوترونات وفي أجهزة الكشف عن الدخان وإطفاء الحريق.

عدا ذلك لا توجد أهمية للعنصر إلا في المجالات البحثية خاصة تلك المتعلقة بالطاقة النووية والمواد مفرطة الموصلية.

فلز نبتونيوم

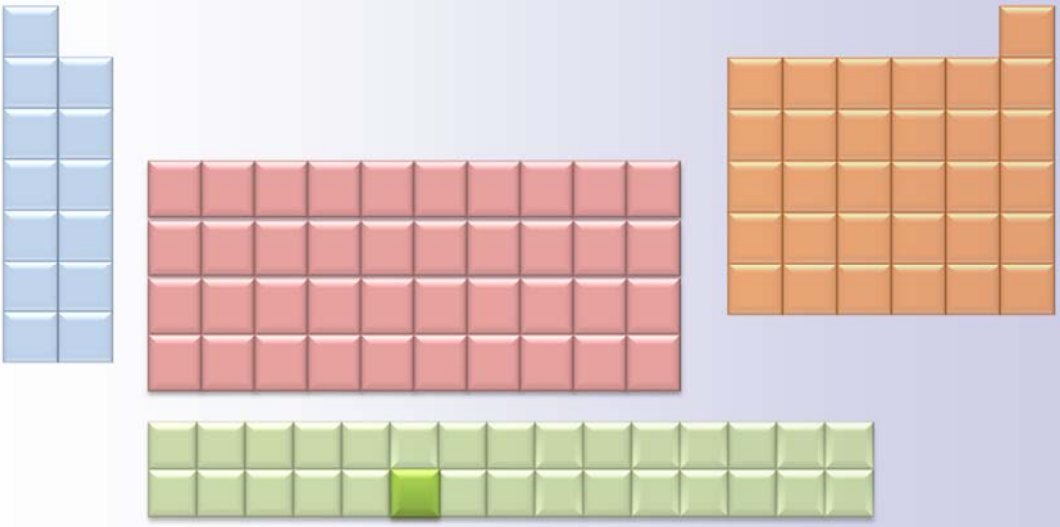
كاشف الدخان

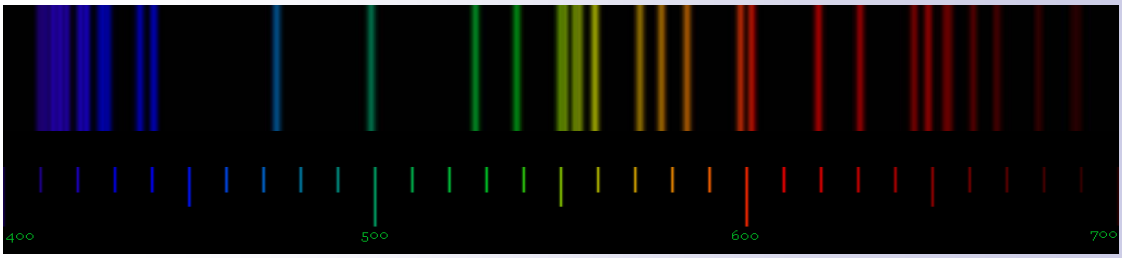
المصدر م - 3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Np	الكتلة الذرية	237.0482
الرقم الذري	93	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	644
المجموعة	3	نقطة الغليان(درجة مئوية)	3900
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.12
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3, +4, +5, +6
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.36
نصف قطر الذرة (pm)	131	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	6.3
الشكل البلوري	هرم رباعي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	9.46
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^{4}6d^{1}7s^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	336.6
حجم المول (سم^3\مول)	11.62	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	597
الكثافة (جم سم-3)	20.45	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	18	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

بلوتونيوم Pu





مقدمة

أحد عناصر مجموعة أكتنويدات. عنصر فلزي مشع ونشط كيميائياً. أُنتج بصورة نقية لأول مرة عام 1941م.

الفلز النقي أبيض-فضي يكتسب مسحة صفراء حال تعرضه للهواء الرطب ويتحول لمسحوق من الهيدريد والأكسيد المتفجر تلقائياً.

النظير بلوتونيوم -244 هوالنظير الأكثراستقراراً . له عمر نصف في حدود80 مليون سنة وهو السبب في الوجود الطبيعي للعنصر (في هيئة شوائب ضمن خامات عنصر يورانيوم).

بولونيوم هو العنصر الأكثر استخداماً في صناعة الأسلحة النووية وفي بعض مفاعلات الطاقة النووية المنتجة للطاقة الكهربائية.

أهم نظائر العنصر في هذا الخصوص النظير المنشطر بلوتونيوم - 239. عمر النصف لهذا النظير في حدود 24110 عاماً ويحضر بتشعيع اليورانيوم الطبيعي (يورانيوم-238)في المفاعلات النووية.

قذف بلوتونيوم-239 بالنيوترونات يولد طاقة حرارية هائلة مع أشعة جاما فضلاً عن انتاج نيوترونات إضافية تحفز استمرار تفاعل نووي متسلسل طالما توفرت الكتلة الحرجة (الحد الأدنى من كتلة نظير منشطر لبدء تفاعل نووي).

طاقة كيلوجرام واحد من بلوتونيوم تعادل 22 مليون كيلوواط\ساعة من الطاقة الحرارية وتكافيء الطاقة الناتجة من 20,000 طن من المتفجرات الكيميائية التقليدية.

بلوتونيوم من أخطر المواد المعروفة ويطلق إشعاعاته القوية في شكل جسيمات ألفا (أيونات هيليوم). وللعنصر أهمية قصوى كمادة متفجرة وكوقود نووي

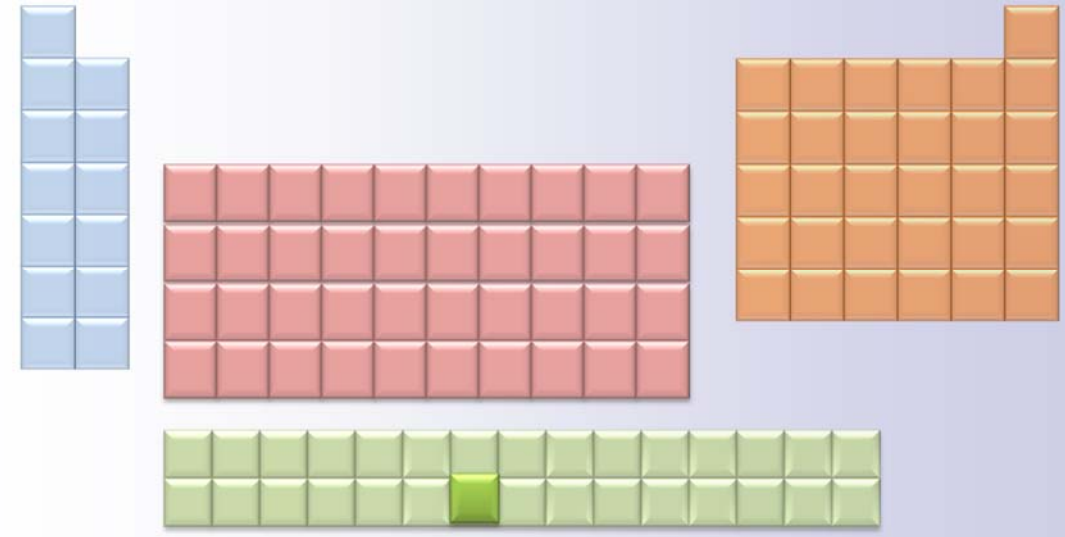
مدينة ناجازاكي اليابانية دمرت عام 1945 م بقنبلة نووية أساسها بلوتونيوم - 239

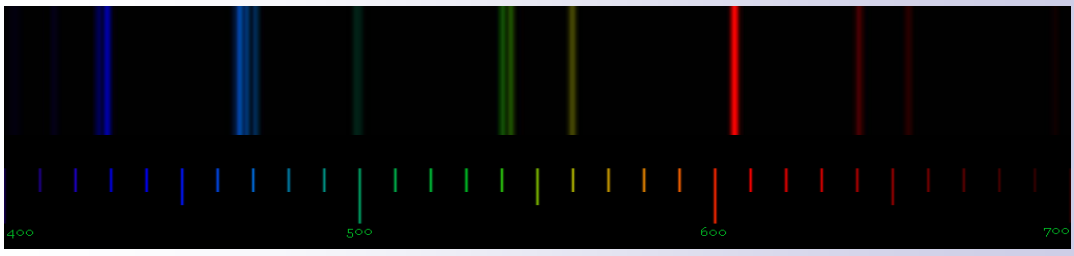
المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Pu	الكتلة الذرية	244.064
الرقم الذري	94	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	640
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3231
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3,+4,+5,+6
الحالة الفيزيائية	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.28
نصف قطر الذرة (pm)	151	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	6.74
الشكل البلوري	نظام احادي الميل مركزي القاعده	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	2.8
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^{6}7s^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	343.5
حجم المول (سم^{3}\مول)	12.3	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	585
الكثافة (جم سم-3)	19.840	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	20	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

أمريكيوم Am





مقدمة

من مجموعة أكتنويدات. عنصر مشع، اكتشف عام 1944 م وحضر النظير أمريكيوم-241 بقذف بلوتونيوم –239 بواسطة النيوترونات.

عنصر أبيض - فضي لامع و قابل للطرق والسحب. يفقد بريقه المعدني في الهواء الجاف ويتغير لونه تدريجياً إلى اللون الداكن نتيجة لتكون طبقة من أكسيد الفلز.

أمريكيوم يستخلص من الوقود النووي المستنفد في محطات الطاقة النووية حيث ينتج العنصر من التحلل الإشعاعي للنظير بلوتونيوم-241 (عمر النصف 14 عاماً).

نظائر العنصر الأكثر استقراراً هي أمريكيوم-243 بعمر نصف مقداره 7370 عاماً ، وأمريكيوم-241 بعمر نصف 433 عاماً. والأخير مصدر لإشعاع كثيف لجسيمات ألفا (أيونات هيليوم) وله ثلاثة أضعاف قوة عنصر الراديوم الإشعاعية. كل نظائرالعنصر الأخرى لها أعمار نصف لا تتجاوز 51 ساعة.

النظير أمريكيوم - 241 يستخدم كمصدر محمول لأشعة جاما وأشعة ألفا في التشخيص الطبي وفي أجهزة التصوير بالأشعة للكشف عن الشروخ في أجزاء الطائرات والمعدات الحساسة، كما يستخدم العنصر كمصدر للأشعة المؤينة في بعض أجهزة إنذار الحريق المنزلية الحساسة للدخان.

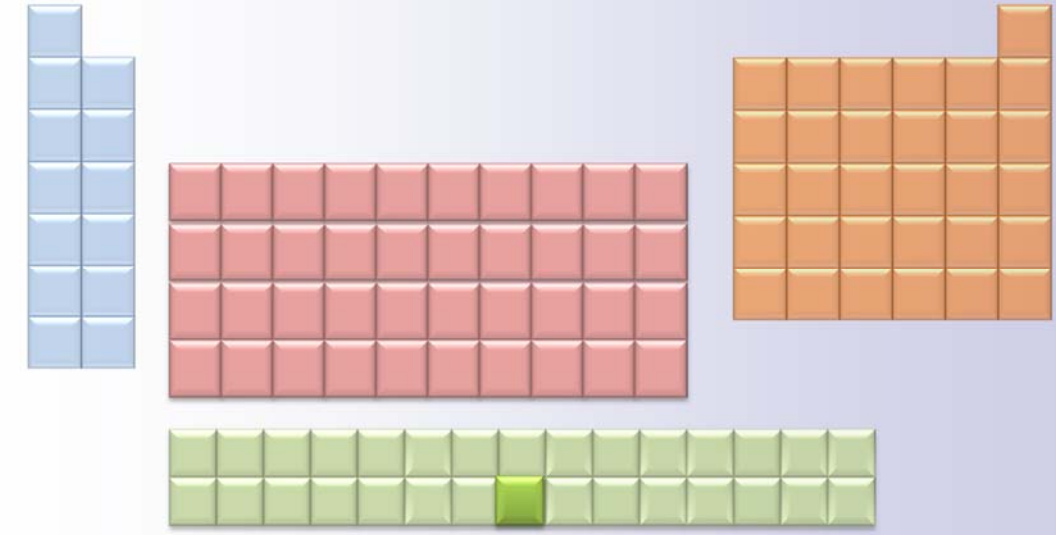
لتفادي انتشار أسلحة 'دمار شامل' يستخدم النظير أمريكيوم - 241 لتثبيط بلوتونيوم المخصص لإنتاج الطاقة النووية في دول العالم الثالث(النامية) بحيث يكون صالحاً كوقود (سلمي) في محطات الطاقة النووية ويتعذر استعماله كمادة متفجرة في إنتاج سلاح نووي.

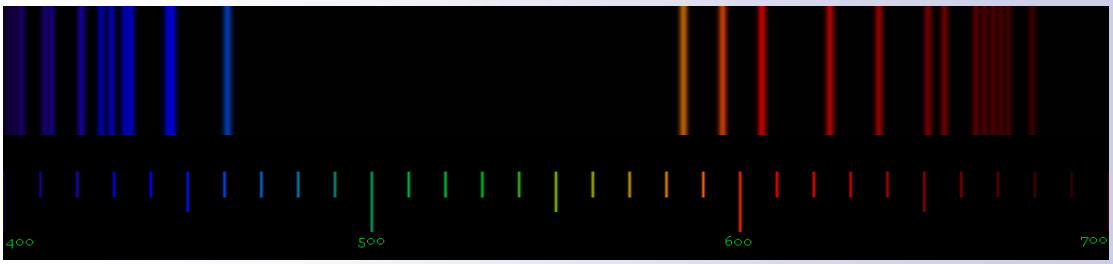
ذلك يتماشى مع استراتيجية 'النظام الدولي' حيث يتاح إنتاج الأسلحة النووية ويحصر في نطاق 'الدول النووية' الخمسة

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Am	الكتلة الذرية	243.061
الرقم الذري	95	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	948
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2606
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.033
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+6,+5,+4,+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.3
نصف قطر الذرة (pm)	151.3	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	10
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	14.4
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^{7}7s^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	238.5
حجم المول (سم^3\مول)	17.78	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	578.2
الكثافة (جم سم-3)	13.670	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	18	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

کوریوم Cm





مقدمة

من مجموعة أكتنويدات. عنصر مشع محضر صناعياً. اكتشف وأمكن تحضيره بعد تشعيع النظير بلوتونيوم-239 بجسيمات ألفا في متسارع مداري (سيكلوترون)عام 1944 م. بعد ذلك أمكن تحضير كميات معتبرة من النظير كوريوم - 244 بالقذف النيوتروني لعنصر بلوتونيوم مما هيأ الظروف لدراسة خصائص العنصر الطبيعية والكيميائية.

كوريوم-247 هو نظير العنصر الأكثر إستقراراً (عمر النصف 16 مليون عام).

العنصر النقي أمكن تحضيره لأول مرة عام 1951 م عن طريق اختزال الفلوريد بواسطة الباريوم ومن أهم خصائصه اللون الأبيض الفضي، القابلية للطرق والنشاط الكيميائي حيث يتفاعل مع الماء البارد ويتأكسد بسرعة في الهواء في درجة الحرارة العادية.

عنصر كوريوم يشكل مصدراً إشعاعياً بالغ الخطورة، و كغيره من عناصر أكتنويدات- في حالة إمتصاصه في الجسم- يستقر في العظام حيث تعمل الإشعاعات على تدمير الخلايا المنتجة لكريات الدم الحمراء في نخاع العظام.

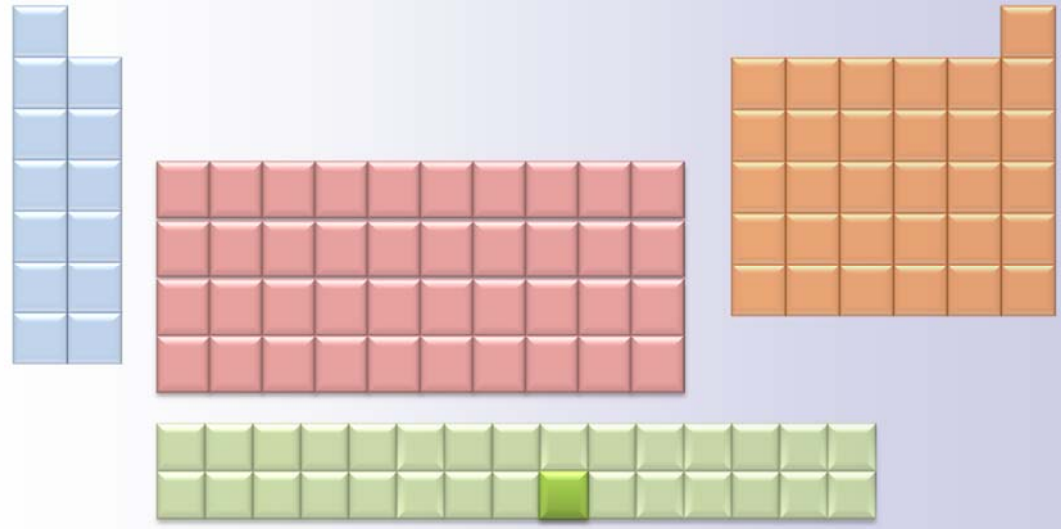
من خصائص العنصر توليد طاقة حرارية مرافقة لنشاطه الإشعاعي، مما يتيح استخدام نظائر مثل كوريوم– 242 كمصدر متنقل للطاقة الحرارية في المحطات الفضائية وفي المناطق النائية .

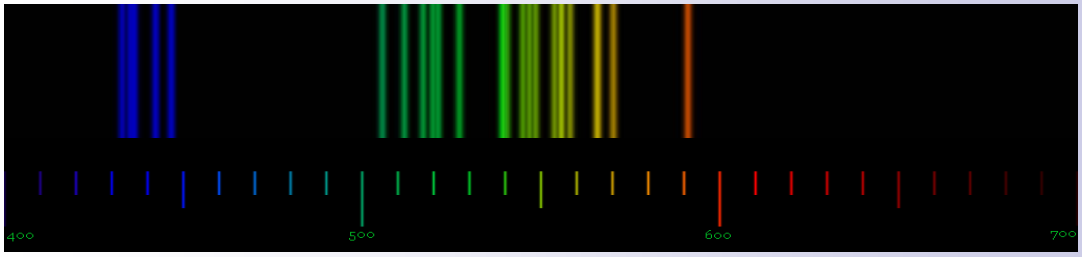
كوريوم عنصر كثيف الإشعاعية . مفعوله تراكمي ،يستقر في خلايا العظام وتعمل إشعاعاته المدمرة على إتلاف الخلايا المنتجة لكرويات الدم الحمراء .

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Cm	الكتلة الذرية	247
الرقم الذري	96	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	####
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	####
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3, +4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.3
نصف قطر الذرة (pm)	174	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	10
الشكل البلوري	غير معروف	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	####
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^7\ 6d^17s^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	####
حجم المول (سم^3\مول)	18.6	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	581
الكثافة (جم سم-3)	13.300	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	19	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

برکلیوم Bk





مقدمة

أحد عناصر مجموعة أكتنويدات المشعة والمحضرة صناعياً.

اكتشف عام 1949 م وحضر عدد من ذرات النظير بركليوم-243 (عمر النصف 4.6 ساعة) بتشعيع أمريكيوم -241 بجسيمات ألفا في متسارع مداري (سيكلوترون).

تلى ذلك تحضير عدد من النظائر تراوحت كتلها الذرية من 242 إلى 251 من ضمنها النظير بركليوم-247 وهو النظير الأكثر استقراراً حيث يبلغ عمر النصف 1380 عاماً.

لا توجد عينة نقية للعنصر الخالص لكن أمكن تحضير أحد مركبات العنصر ولأول مرة عام 1962 حيث أثمرت الأبحاث عن تحضير عينة من كلوريد بركليوم لم تتجاوز كتلتها واحداً من البليون جزء من الجرام.

لا يعرف الكثير عن العنصر، فبركليوم من أندر العناصر ولا توجد استخدامات خاصة به إلا في المجالات البحثية البحتة.

الخصائص المحتملة للعنصر أن يكون أبيض- فضياً، نشطاً كيميائياً، قابلاً للذوبان في الأحماض المعدنية وللتأكسد في الهواء في درجات الحرارة العادية.

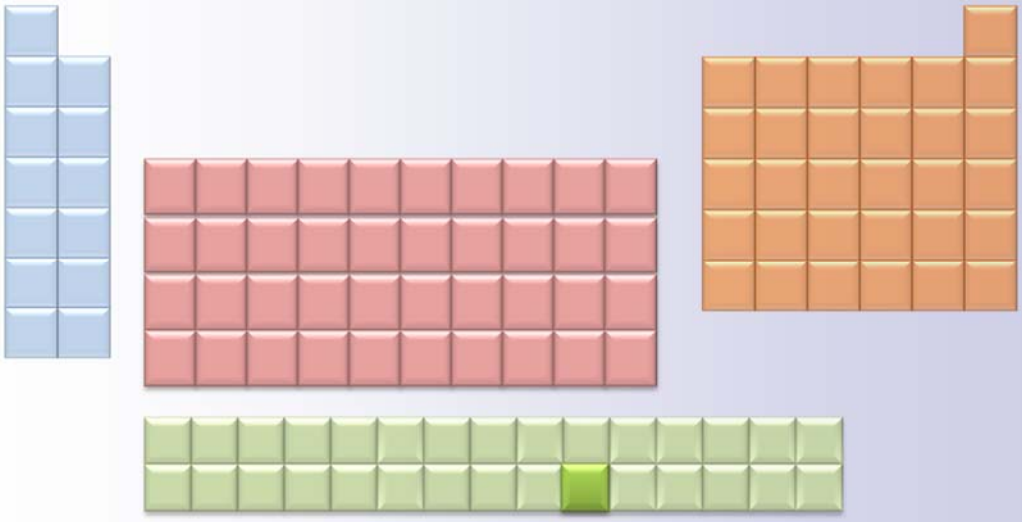
بركليوم أحد أندر العناصر لكنه يشكل مصدراً إشعاعياً بالغ الخطورة .

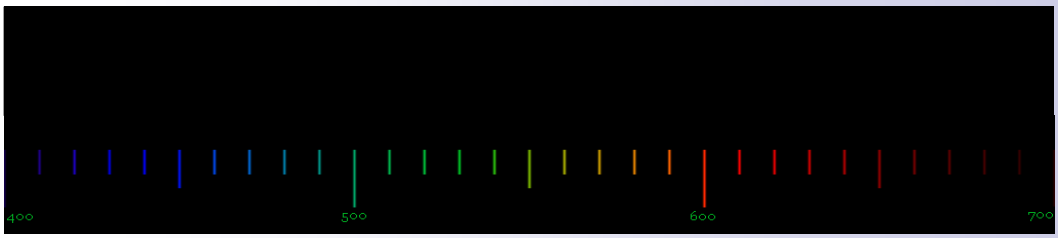
و(كغيره من الأكتنويدات) في حالة امتصاصه في الجسم يتراكم في العظام وتعمل إشعاعاته في تدمير الخلايا المنتجة لكريات الدم الحمراء في نخاع العظام

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Bk	الكتلة الذرية	247.070
الرقم الذري	97	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	####
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	####
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3,+4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.3
نصف قطر الذرة (pm)	170	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	10
الشكل البلوري	####	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	####
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^{9}7s^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	####
حجم المول (سم^{3}\مول)	16.70	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	601
الكثافة (جم سم-3)	14.790	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	19	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

كاليفورنيوم Cf





مقدمة

كاليفورنيوم عنصر شديد الخطورة ومشع قوي لأشعة ألفا المدمرة ويتطلب التعامل معه أقصى درجات الحذر

عنصر مشع ومحضر مخبريًا. وهو العنصر رقم 6 المكتشف من عناصر 'ما بعد اليورانيوم'.

النظير كاليفورنيوم-245 (نصف العمر 44 دقيقة) أمكن تحضيره لأول مرة عام 1950م بقذف نظيركوريوم-242 بجسيمات ألفا (أيونات هيليوم) في متسارع مداري (سيكلوترون).

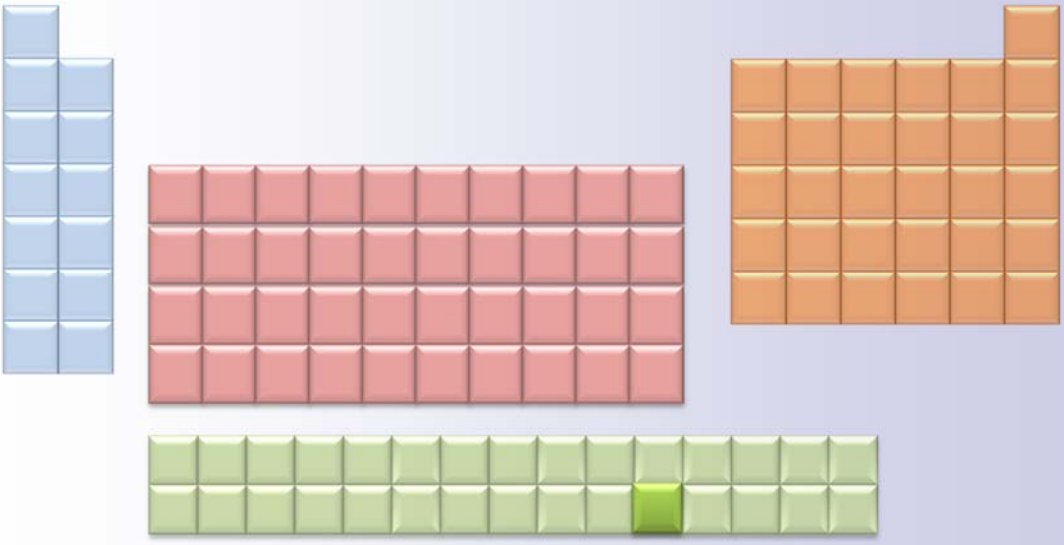
عنصر كاليفورنيوم نشط جداً اشعاعياً وتنحصر معظم استخداماته كمصدر للنيوترونات. ميكروجرام واحد من النظير كاليفورنيوم-252 يطلق 170 مليون نيوترون في الدقيقة . هذا النظير (عمر النصف 2.5 عام) يستخدم في مجال التشعيع الطبي وفي أجهزة الفحص الروتيني للأعطاب والثقوب في أجزاء الطائرات وفي تقنية استكشاف المعادن النفيسة في باطن الأرض وتحديد محتويات الطبقات الأرضية من المياه والبترول.

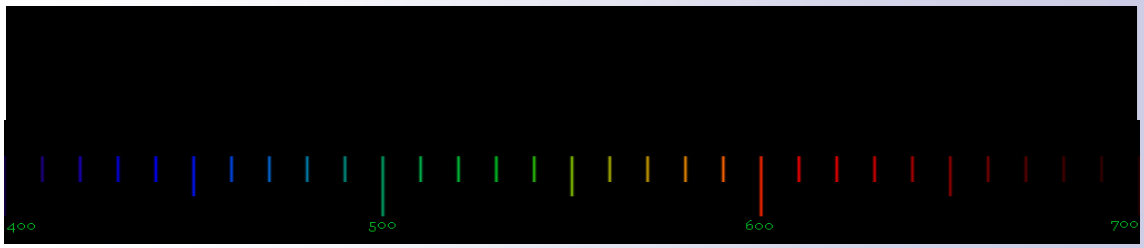
كاليفورنيوم- 251 هو النظير الأكثر إستقراراً (نصف العمر 900 عام). هذا النظير يحضر بواسطة التشعيع النيوتروني ليورانيوم وهو عنصر سام جداً وخطر على البيئة كما أنه يتميز بكتلة حرجة صغيرة (5 كيلوجرامات) قد تشجع لاستعمالة في المجالات الحربية.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Cf	الكتلة الذرية	251.08
الرقم الذري	98	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	####
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	####
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3, +4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.3
نصف قطر الذرة (pm)	186	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	10
الشكل البلوري	نظام تكعيبي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	####
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^{10}7s^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	####
حجم المول (سم^3\مول)	####	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	607.86
الكثافة (جم سم-3)	####	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	16	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

أينشتاينيوم Es





مقدمة

أينشتاينيوم-252 بعمر نصف 472 يوماً هو نظير العنصر الأكثر استقراراً

عنصر مشع من مجموعة أكتنويدات وأحد العناصر المحضرة مخبرياً. اكتشف في مخلفات أولى التفجيرات النووية الحرارية (القنبلة الهيدروجينية) عام 1952م. وقد استخلص من تلك المخلفات النظير أينشتاينيوم-253 (عمر النصف في حدود 20 يوماً).

بعد ذلك وعن طريق قذف عنصر بلوتونيوم بالنيوترونات حضر عدد من نظائر العنصر تراوحت كتلها الذرية من 240.07 إلى 258.1 وحدة كتلة ذرية.

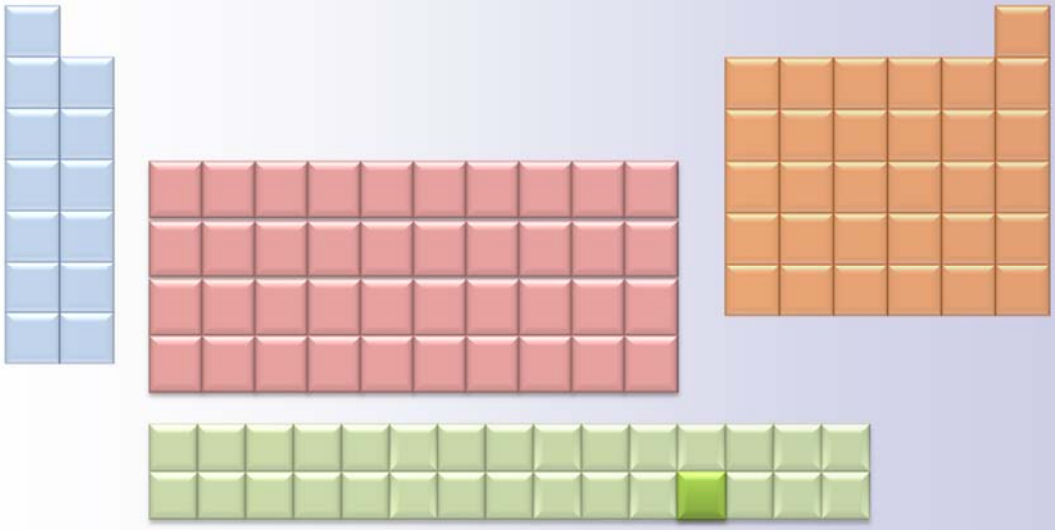
النظير أينشتاينيوم-252 (نصف العمر 472 يوماً) هو النظير الأكثر استقراراً. معظم النظائر الأخرى لا يتجاوز عمر نصفها 30 دقيقة.

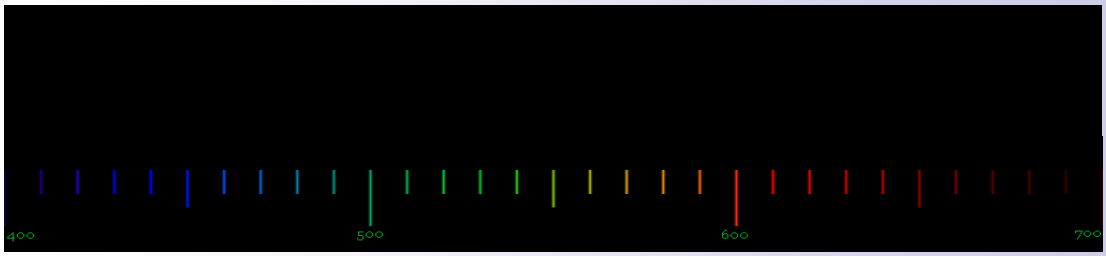
أمكن تحضير عدد من مركبات أينشتاينيوم شملت الكلوريد والبروميد واليوديد والأكسيد ، لكن يبقى الحال دون وجود استخدامات خاصة بالعنصر عدا استعماله في الأنشطة البحثية.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Es	الكتلة الذرية	252.083
الرقم الذري	99	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	####
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	####
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3, +4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.3
نصف قطر الذرة (pm)	186	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	10
الشكل البلوري	غير معروف	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	####
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^{11}7s^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	####
حجم المول (سم^3\مول)	####	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	619.44
الكثافة (جم سم-3)	####	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	19	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

فيرميوم Fm





مقدمة

أحد عناصر أكتنويدات المحضرة مخبرياً. عنصر كثيف الإشعاعية اكتشف واستخلص عام 1952 م من نفايا أولى التفجيرات النووية الحرارية (القنبلة الهيدروجينية) حيث تكون النظير فيرميوم-255 نتيجة اتحاد 17 نيوترون مع يورانيوم -238 في تفاعل نووي نتج عن الظروف العنيفة من الضغط والحرارة.

بعد ذلك أمكن تحضير عدد من نظائر العنصر بقذف العناصر الأخف (خاصة عنصري يورانيوم وبلوتونيوم) بواسطة النيوترونات داخل المفاعلات النووية.

فيرميوم-257 (عمر النصف في حدود 100 يوم) هو النظير الأكثر استقراراً لعنصر الفيرميوم.

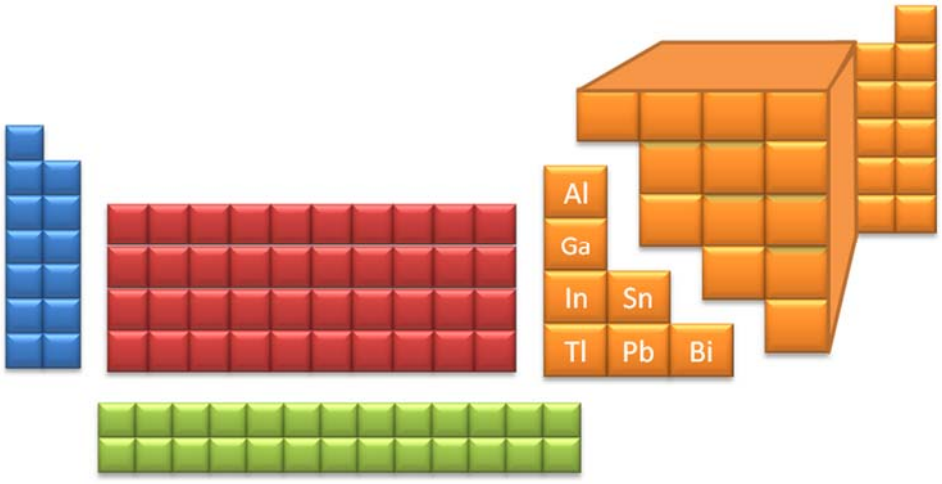
نسبة لندرة الكميات المحضرة من العنصر وقصر أعمار جميع النظائر لايعرف الكثير من خصائص فيرميوم ولا توجد له أهمية تجارية أو استخدامات إلا في المجالات البحثية البحتة.

فيرميوم-257 (عمر النصف في حدود 100 يوم) هو النظير الأكثر استقراراً للعنصر

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Fm	الكتلة الذرية	257.095
الرقم الذري	100	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	####
المجموعة	3	نقطة الغليان (درجة مئوية)	####
الدورة	7	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	الأكتنويدات	أعداد الأكسدة	+3, +4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.3
نصف قطر الذرة (pm)	####	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	10
الشكل البلوري	غير معروف	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	####
التوزيع الإلكتروني	$[Rn]5f^{12}7s^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	####
حجم المول ($سم^3$\مول)	####	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	627.16
الكثافة (جم سم-3)	####	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	18	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

فلزات ضعيفة

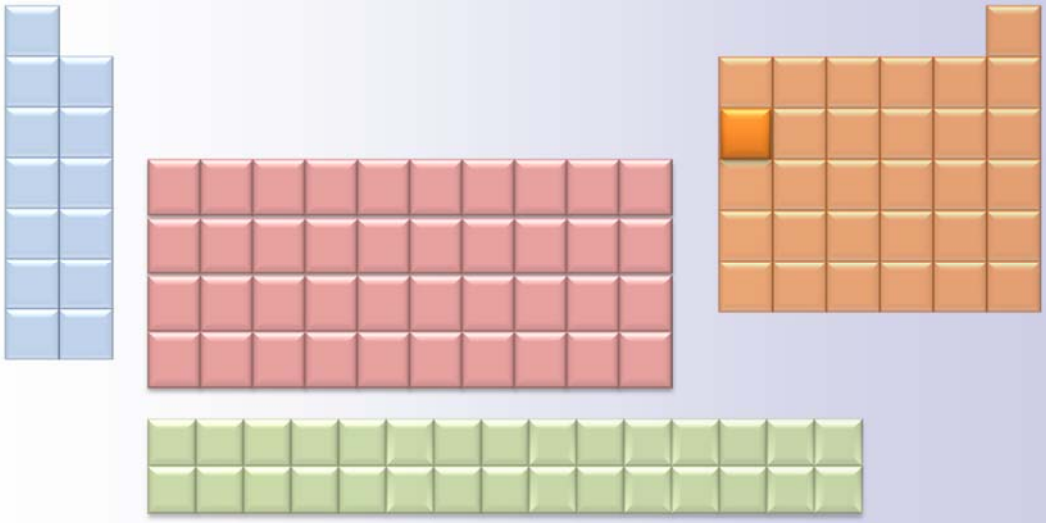


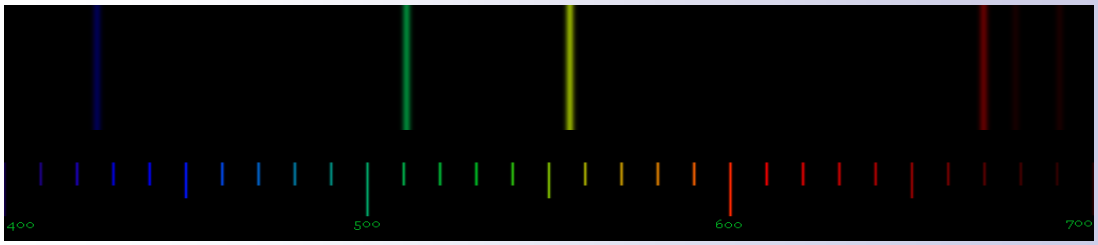
يطلق عليها أيضاً ' فلزات ما بعد الانتقالية ' أو ' فلزات أخرى ' ، وهي 7 عناصر تحتل المواقع يسار الفلزات الإنتقالية.

الفلزات الضعيفة تتميز بخواص العناصر الانتقالية (الخواص الفلزية) وتختلف عنها في التوزيع الإلكتروني للذرات وفي كونها أقل صلابة وأعلى سالبية كهربائية.

العناصر الضعيفة هي ألمنيوم، جاليوم، انديوم، قصدير، ثاليوم، رصاص وبزموث.

ألمنيوم Al





مقدمة

عنصر فضي يتميز بخفة الوزن والمقاومة العالية للشد. يوجد في الصخور الرملية والطفل بنسبة وزنية تقدر ب 8.13 % من كتلة القشرة الأرضية (وهي أعلى نسبة لعنصر فلزي).

ينتج العنصر في الصناعة بالتحليل الكهربائي لخام بوكسيت في خلية هول حيث تصل نقاوة العنصر 99%.

بالرغم من قابلية ألمنيوم للتفاعل مباشرة مع الماء والهواء إلا أن له مقاومة كبيرة للعوامل الجوية والتآكل وذلك نتيجة لتكون طبقة واقية رقيقة وشفافة من الأكسيد الصلب على سطح الفلز.

ألمنيوم يذوب في الأحماض المعدنية وفي القلويات الساخنة ويتفاعل مصهور العنصر بقوة مع الماء . والعنصر يتفاعل بعنف مع عدد من أكاسيد الفلزات التي تختزل لعناصرها.

من أهم استخدامات العنصر صنع سبائك مع النحاس وعدد من المعادن تتميز بالقوة وخفة الوزن مع المقاومة العالية للتآكل. أيضاً يستعمل ألمنيوم في صنع الكابلات الكهربائية والفلز من أكثر المواد المستخدمة في أدوات الطبخ وتغليف الأطعمة. ورغم التحذيرات من التسمم بألمنيوم فإن تكوّن طبقة الأكسيد العازلة قد يكون عاملاً مهماً في تحييد التلوث المحتمل.

من ناحية أخرى توجد تحذيرات جادة من استعمال مزيلات العرق المحتوية على عنصر ألمنيوم.

من مركبات العنصر المهمة أكسيد ألمنيوم أو خام كورونـدوم الطبيعي الشديد الصلابة والذي

الياقوت

أحد أشكال كورونـدوم. يكتسب اللون الأحمر من وجود الكروم

- تنزانيا -

المصدر م- 2

الزبرجد

(سيليكات ألمنيوم)

- البرازيل -

المصدر م-8

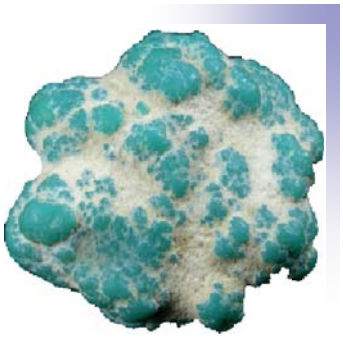
يتشكل ليكوّن عدداً من الأحجار الكريمة أهمها الياقوت المستخدم في الزينة وفي مجال صناعة الليزر.

ومن مركبات العنصر الطبيعية المهمة الزبرجد والتوركواز (الفيروز).

الزبرجد من الأحجار الكريمة التي تتكون من سيليكات ألمنيوم وفلور في الصخور النارية القاعدية والصخور الجيرية. والتوركواز حجر كريم يتكون من فوسفات ألمنيوممع النحاس وشوائب الحديد. ومن مركبات ألمنيوم الطبيعية أيضاً تانزانيت المتميز بلونه الأزرق - البنفسجي الزاهي وهو من أندر الأحجار الكريمة التي توجد فقط في سفوح جبال كالامنجارو في تنزانيا.

الشب (كبريتات ألمنيوم) من مركبات ألمنيوم المستخدمة على نطاق واسع في تنقية مياه المدن ومعالجة مياه الصرف.

تفاعل برادة ألمنيوم مع أكسيد الحديد تصل حرارته 3000 درجة مئوية ويستفاد منه في عمليات قطع المعادن وفي عدد من المجالات الصناعية.



توركواز (فيروز)

حجر كريم يتكون من فوسفات ألمنيوم ويكتسب اللون الزاهي من النحاس وشوائب الحديد

- أريزونا -

المصدر م-1

تانزانيت

(سيليكات كالسيوم وألمنيوم)

من الأحجار الكريمة النادرة والمتميزة بخواص فريدة تتمثل في عكس الضوء في كل الاتجاهات

المصدر م-1

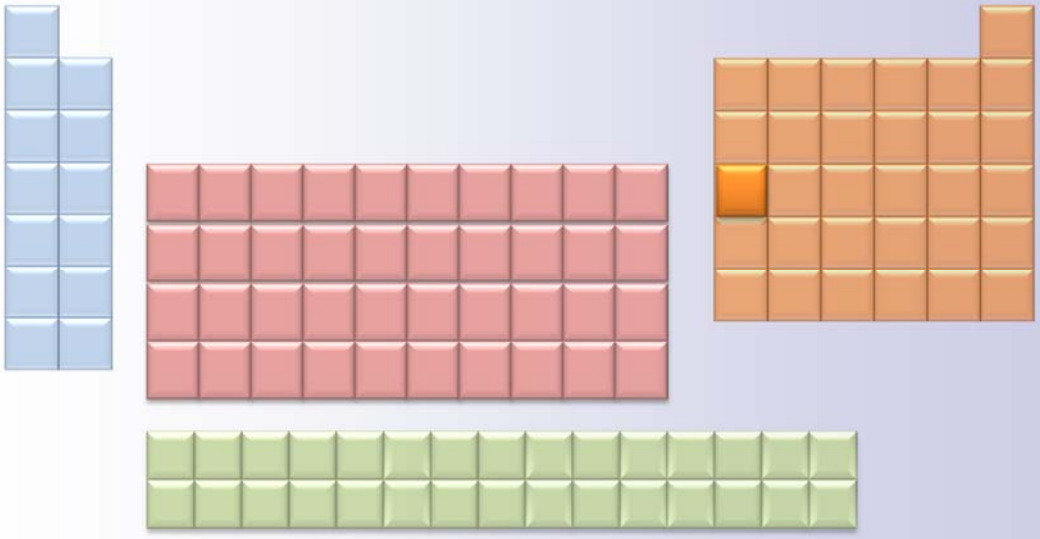
الخواص الفيزيائية والكيميائية

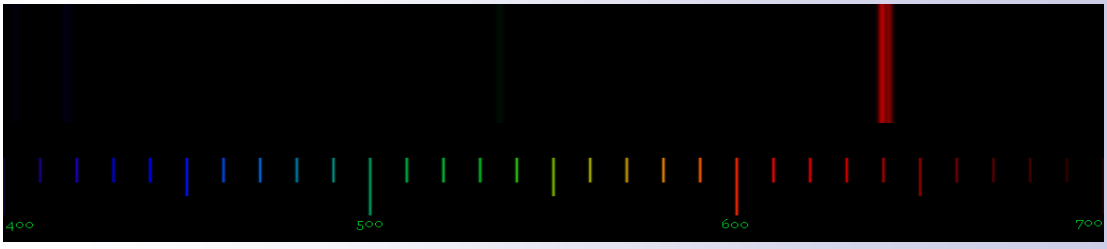
رمز العنصر	Al	الكتلة الذرية النسبية	26.982
الرقم الذري	13	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	660.35
المجموعة	13	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2466.85
الدورة	3	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.897
السلسلة	الفلزات	أعداد الأكسدة	+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.61
نصف قطر الذرة (pm)	143.1	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	237
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	10.67
التوزيع الإلكتروني	$[Ne]3S^2 3P^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	293.72
حجم المول(24K) سم^3\مول	10.00	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	577.4
الكثافة (جم سم-3)	2.698	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1816.6
عدد النظائر	11	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2744.6

مواقع الخامات في العالم

- بوكسيت

جاليوم Ga





مقدمة

عنصر فلزي، فضي وطري. لا يوجد في خام معين لكن يجمع - كناتج عرضي - من مخلفات صهر ألمنيوم وخارصين.

العنصر أحد الفلزات الخمسة التي يمكن أن توجد في الحالة السائلة في درجات الحرارة العادية وهي زئبق، سيزيوم، روبيديوم، فرانسيوم وجاليوم. وقد أتاح ذلك استعمال العنصر في مقاييس درجات الحرارة العالية (يتميز جاليوم عن باقي العناصر بالبقاء في حالة السيولة لأطول مدى من درجة الحرارة).

جاليوم لايتفاعل مع الأكسجين في درجات الحرارة العادية لكنه يتفاعل بسرعة مع الهالوجينات ومع حمض هيدروكلوريك المخفف. والعنصر يذوب ببط ء في القلويات مع تصاعد غاز الهيدروجين.

بفضل توفره تجارياً بحالة عالية من النقاوة(99.9999+) أصبح جاليوم من أهم العناصر في مجال الصناعات الإلكترونية حيث تنتج أشباه الموصلات من نيتريد وأرسينيد جاليوم ومن سبائك العنصر مع ألمنيوم وذهب.

النظير جاليوم-67 باعث لأشعة جاما وله عمر نصف في حدود 78 ساعة ويستخدم في مجال التشخيص الطبي.

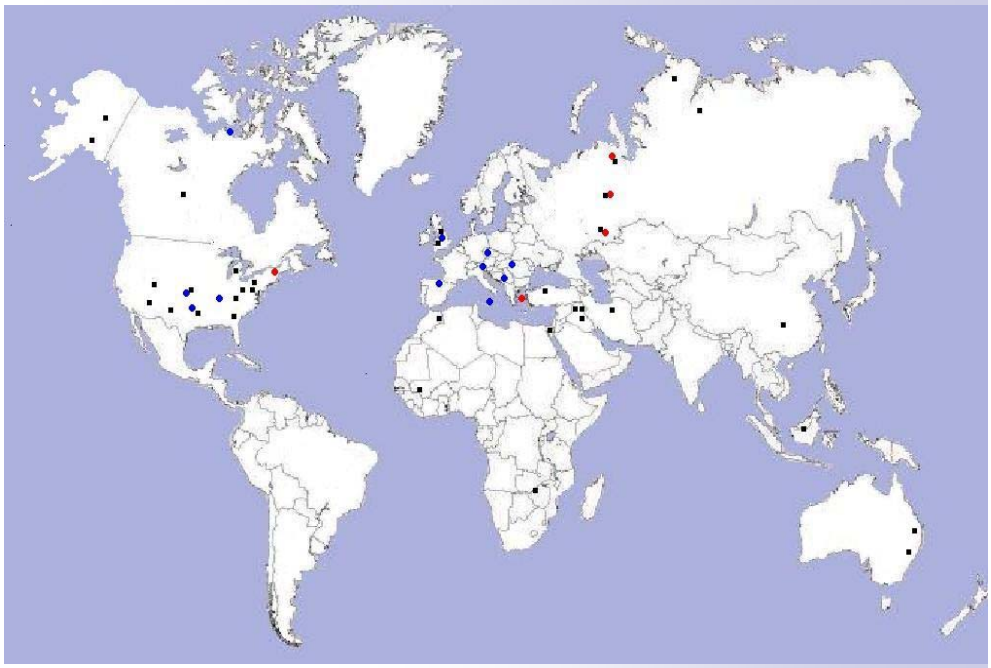
فلز جاليوم

المصدر م- 6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

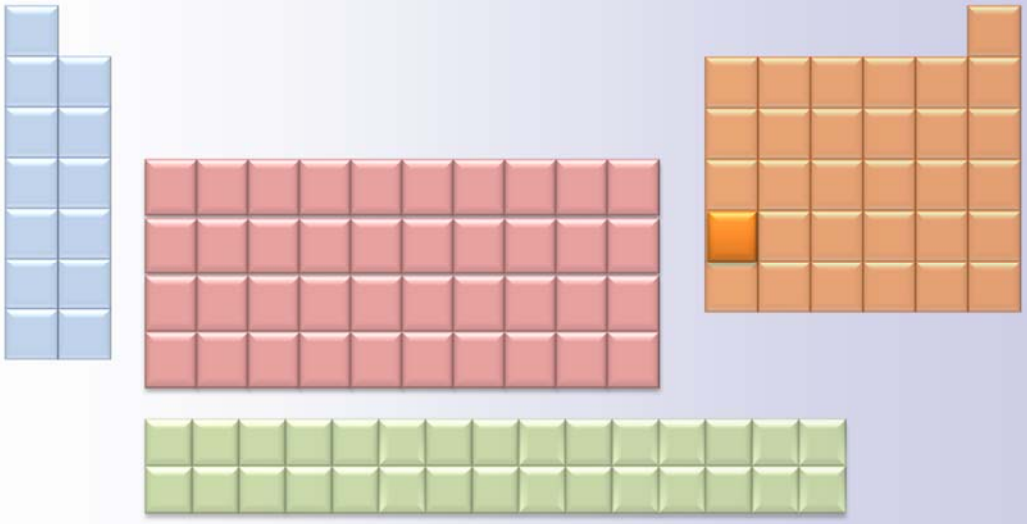
رمزالعنصر	Ga	الكتلة الذرية النسبية	69.723
الرقم الذري	31	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	29.78
المجموعة	13	نقطة الغليان(درجة مئوية)	2402
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.371
السلسلة	العناصر الأنتقالية	أعداد الأكسدة	+2,+3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.81
نصف قطر الذرة (pm)	133.2	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	40.6
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	5.59
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^{10}4S^{2}4P^{1}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	256.1
حجم المول (273 K) (سم^3\امول)	11.81	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	578.8
الكثافة (جم سم-3)	5.907	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1979
عدد النظائر	23	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2963

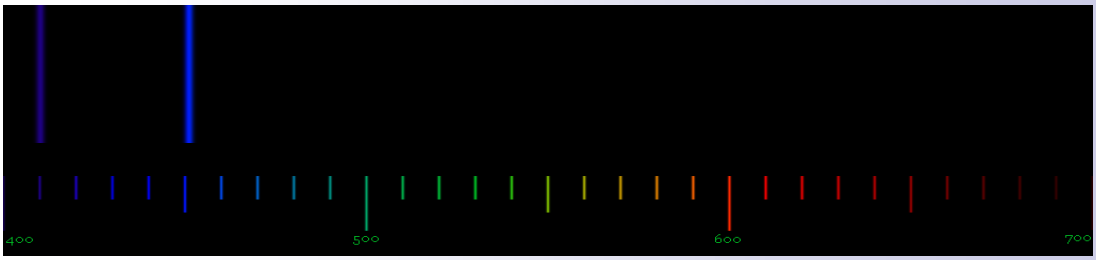
مواقع الخامات في العالم



● دایاسبور ● سفالیریت ■ فحم حجري

إنديوم In





مقدمة

أحد العناصر النادرة في الطبيعة. عنصر أبيض-فضي، لامع وطري. يوجد - في هيئة شوائب - مرافقاً لخامات النحاس والخارصين و الرصاص ويستخلص معظم المنتج التجاري – كناتج عرضي – من عمليات تعدين الخارصين (مناجم كولومبيا البريطانية في كندا هي المصدر الرئيس للعنصر).

إنديوم لا يتأثر بالهواء ولا يتأكسد إلا في درجات حرارة عالية. يستخدم في صنع سبائك تتميز بدرجات انصهار منخفضة (سبيكة إنديوم مع جاليوم سائلة في درجة الحرارة العادية).

مركبات إنديوم مع أنتمون (أنتمونيد) ومع فسفور (فوسفيد) ومع نيتروجين (نتريد) جميعها أشباه موصلات مستخدمة في مجال الصناعات الإلكترونية.

أيضاً من استخدامات إنديوم المهمة إضافته لأكسيد الخارصين في صناعة الأقطاب الشفافة المستخدمة في شاشات الكرستال السائل (ش. ك. س.) الملحقة بأجهزة التلفاز والحاسوب.

أيضاً يستخدم إنديوم مع نيتريد وفوسفيد جاليوم في صناعة صمامات الليزر والصمامات الثنائية الباعثة للضوء كما يستخدم الفلز في مجالات أخرى أهمها طلاء المعادن و طلاء الزجاج حيث يُكوّن مرآة مضادة للعوامل الجوية.

النظير إنديوم - 113 (عمر النصف 99.8 دقيقة) يستخدم في مجال التشخيص الطبي.

فلز إنديوم

المصدر م - 6

سلك من إنديوم

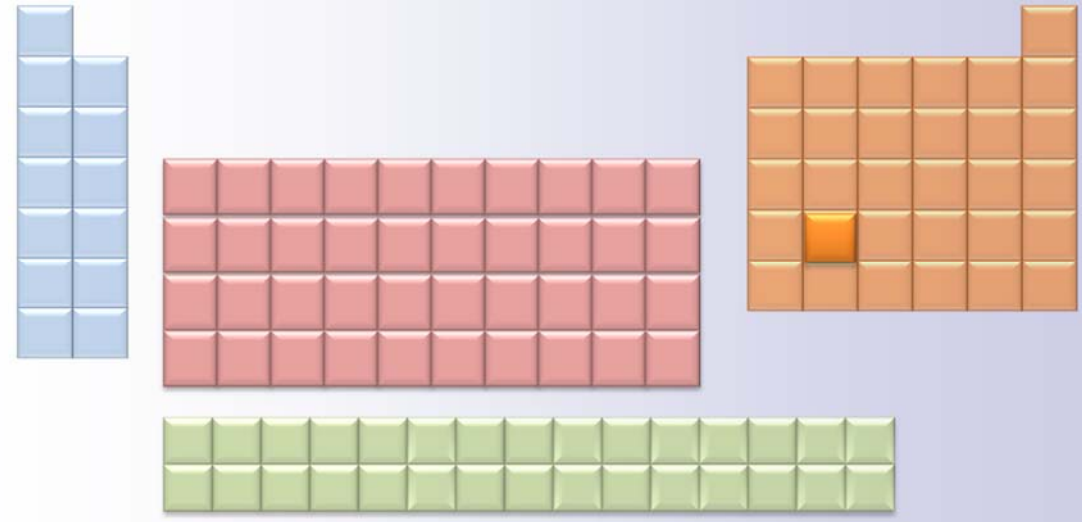
(إنديوم فلز طري جداً وقابل للسحب)

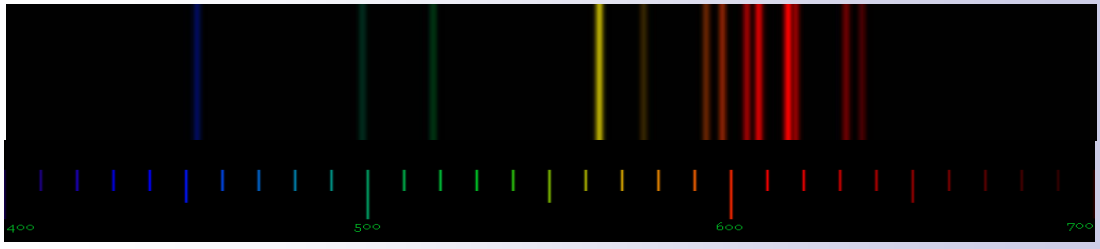
المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	In	الكتلة الذرية	114.818
الرقم الذري	49	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	156.17
المجموعة	13	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2079
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.233
السلسلة	الفلزات	أعداد الأكسدة	+1, +2, +3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.78
نصف قطر الذرة (pm)	162.6	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	81.6
الشكل البلوري	هرم رباعي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	3.27
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^{10}5S^{2}5P^{1}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	226.4
حجم المول (سم^3\مول)	15.71	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	558.3
الكثافة (جم سم-3)	7.310	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1820.6
عدد النظائر	59	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2704

قصدیر Sn





مقدمة

عنصر أبيض لامع، معروف ومستخدم منذ أقدم العصور. يستخلص من خام كازيتيريت (أكسيد قصدير) الذي يشكل المصدر التجاري الرئيس للعنصر.

القصدير قابل للطرق وله قابلية متوسطة للسحب. مقاوم للتآكل في الماء لكنه يتاثر بالأحماض المركزة والأملاح الحمضية والقواعد.

للعنصر ثلاث صور متآصلة هي القصدير الأبيض (ثابت في درجة الحرارة العادية) والقصدير الرمادي (يتكون في درجات حرارة أدنى من 13.2 درجة مئوية) والقصدير القصف (يتكون في درجات حرارة أعلى من 161 درجة مئوية).

يستخدم القصدير في طلاء الفلزات الأخرى خاصة الحديد والفولاذ للحماية من التآكل كما يستخدم العنصر في صناعة العديد من السبائك، أهمها وأعرقها سبيكة البرونز (سبيكة القصدير مع النحاس) ومنها سبيكة اللحام الطري والفسفور البرونزي.

أملاح القصدير المنثورة على الزجاج تستخدم للحصول على طبقة موصلة للكهرباء.

من مركبات العنصر المهمة الكلوريد المستخدم كعامل مختزل وكمثبت للألوان، والأكسيد المستخدم في صقل المعادن والزجاج.

خام كازيتيريت (أكسيد قصدير) - يوانان ، الصين - المصدر م-4

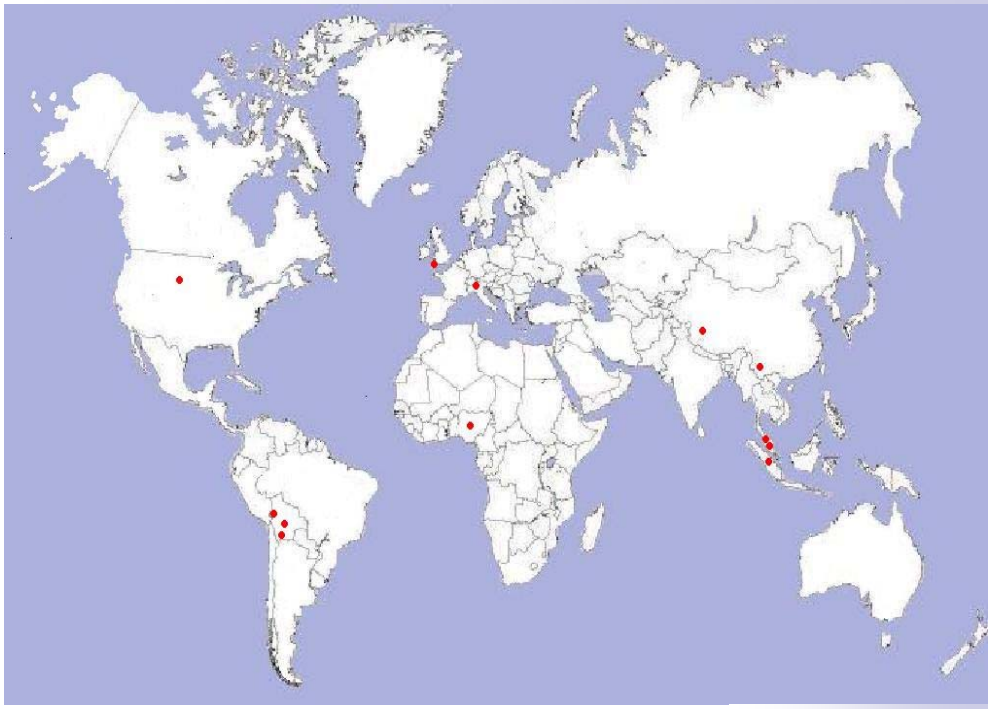
عنصر قصدير

المصدر م-7

الخواص الفيزيائية والكيميائية

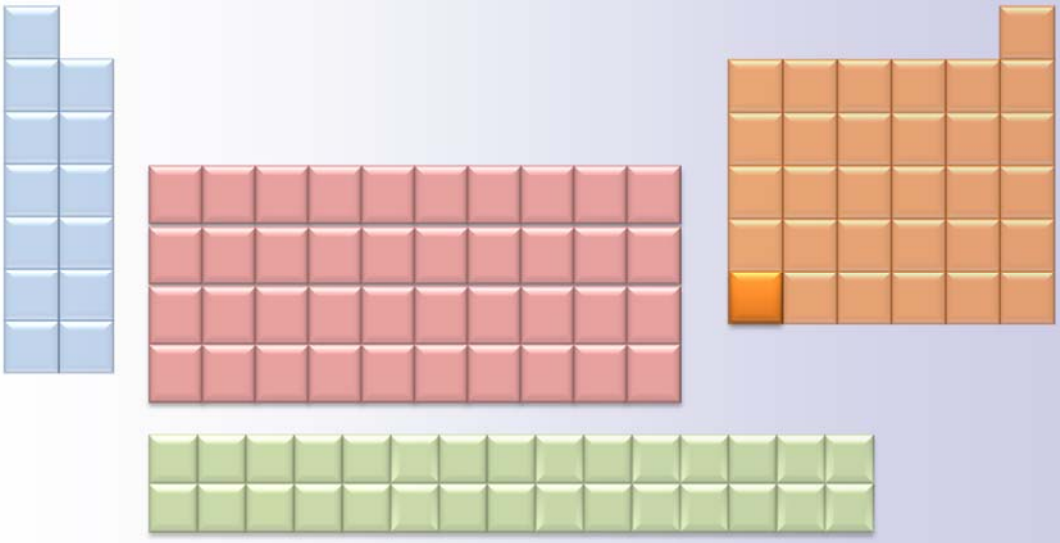
رمزالعنصر	Sn	الكتلة الذرية	118.710
الرقم الذرري	50	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	232
المجموعة	14	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2269
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.228
السلسلة	الفلزات	أعداد الأكسدة	+2, +4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.96
نصف قطر الذرة (pm)	140.5	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	66.6
الشكل البلوري	هرم رباعي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	7.20
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^{10}5S^{2}5P^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	293.4
حجم المول (سم^3\مول)	16.24	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	708.6
الكثافة (جم سم-3)	7.310	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1411.8
عدد النظائر	37	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2943.0

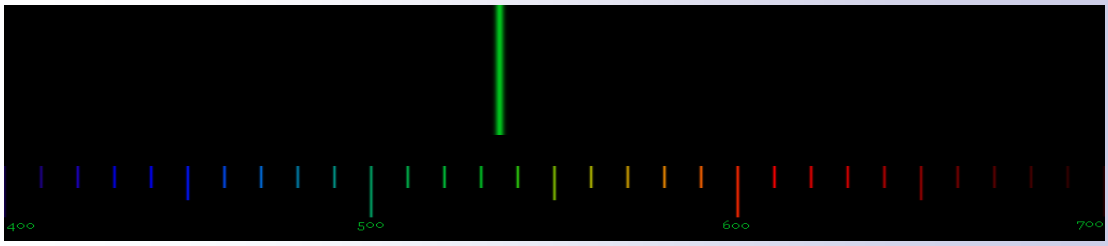
مواقع الخامات في العالم



- كازيتيريت

ثاليوم Tl





مقدمة

عنصر أزرق-رمادي، طري و قابل للطرق والسحب. يوجد في الطبيعة - في هيئة مركبات - مرافقاً لعناصر النحاس والفضة. ويستخلص من مداخن صهر الرصاص والقصدير ومن مخلفات تصنيع حمض كبريتيك حيث تشكل خامات بيريت (كبريتيدات الفلزات) مصادرها الطبيعية.

ثاليوم نشط كيميائياً وسرعان ما يفقد لمعته المعدنية في الهواء ويكتسي بطبقة ثقيلة من الأكسيد . يتفاعل مع الماء ويذوب في الأحماض المعدنية ويرتبط مباشرة مع الهالوجينات، ومع كبريت سيلينيوم، فسفور، زرنيخ وأنتيمون.

معظم الإنتاج التجارى لثاليوم يستهلك في مجال الصناعات الإلكترونية وصناعة الزجاج.

كبريتات ثاليوم مادة سامة عديمة الطعم والرائحة استخدمت كمادة قاتلة للفئران وفي المبيدات الحشرية.

الخطورة الناتجة من العنصر ومركباته والمتمثلة في إتاحة هذه المواد السامة للاستعمال في عالم الجريمة وكونها قد تكون مواد مسرطنة حدت من تداولها في معظم الدول.

النظير ثاليوم-201 مشع ومستخدم في مجال التشخيص الطبي.

فلز ثاليوم

المصدر م – 6

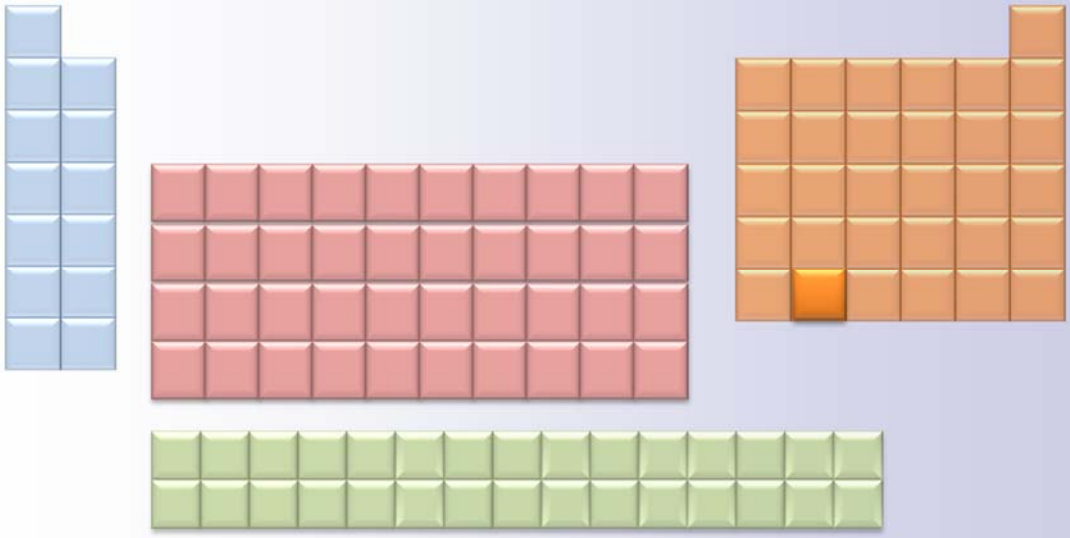
الخواص الفيزيائية والكيميائية

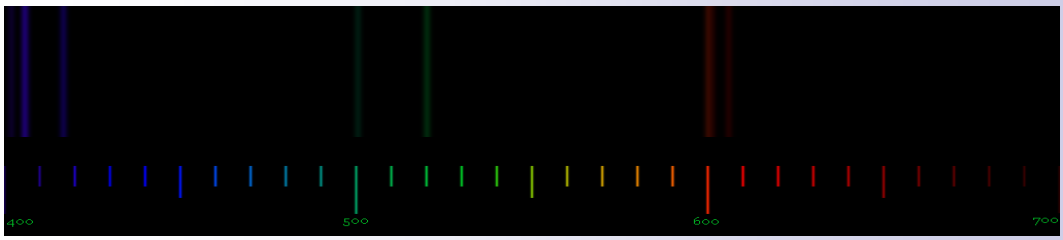
رمزالعنصر	Tl	الكتلة الذرية	204.383
الرقم الذري	81	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	303.45
المجموعة	13	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1456
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.129
السلسلة	العناصر الإنتقالية	أعداد الأكسدة	+1, +3
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.62
نصف قطر الذرة (pm)	170.4	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	46.1
الشكل البلوري	نظام تكعيبي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	4.31
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6S^{2}6P^{1}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	162.1
حجم المول (سم^3\امول)	17.24	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	589.36
الكثافة (جم سم-3)	11.850	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1971.02
عدد النظائر	41	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2878.18

مواقع الخامات في العالم

• بيريت

رصاص Pb





مقدمة

عنصر فضي- رمادي لامع، طري وقابل للطرق والسحب. معروف ومستخدم منذ أقدم العصور، يوجد بشكل حر في الطبيعة ولكن في أماكن محدودة وبتراكيز ضعيفة.

العنصر الطبيعي خليط من أربعة نظائر ثابتة تمثل النواتج النهائية في سلسلة التحولات النووية للعناصر الطبيعية المشعة (سلاسل يورانيوم، أكتينيوم وثوريوم).

أهم مصادر العنصر الطبيعية خامات بورنونيت، أنجليسيت وجالينا. والأخير يشكل المصدر التجاري الرئيس حيث يبدأ التعدين بتحميص خام الجالينا يليه اختزال الأكسيد بواسطة الكربون (فحم الكوك). وتستخدم لاحقاً عمليات التحليل الكهربائي لتحقيق درجات أعلى من النقاوة.

تحتوى خامات الرصاص على شوائب معدنية ذات جدوى اقتصادية وتجرى عمليات استخلاص عناصر مثل الذهب والفضة والبزموث بعد انتهاء عمليات التحميص والصهر.

للرصاص مقاومة عالية للتآكل. فالعنصر لا يتأثر كثيراً بالأحماض المعدنية لكنه يذوب في حمض النتريك وتضعف مقاومته مع زيادة الحرارة أو في وجود الأكسجين ليتفاعل حتى مع الماء.

خام جالينا
(كبريتيد رصاص)
مع كوارتز
- بلغاريا -
المصدر م-2

خام بورنونيت
(كبريتيد مزدوج لرصاص، نحاس وأنتمون)
فوق كوارتز ومايكا
- انجلترا -
المصدر م-2

يستعمل الرصاص في عدد من السبائك أهمها سبيكة اللحام كما يستخدم في صناعة المراكم الحاشدة وفي طلاء الكابلات الكهربائية (الرصاص موصل رديء للتيار الكهربائي). أيضاً يستخدم العنصر في صناعة الذخيرة وكعازل للصوت ويشكل الرصاص أفضل درع واقٍ من الأشعة السينية والأشعة النووية.

مركبات الرصاص سامة وعنصر الرصاص خطر جداً على البيئة ومفعوله تراكمي في جسم الإنسان حيث يعمل على تدمير الخلايا العصبية خاصة عند الأطفال.

نتيجة تحذيرات متكررة من جهات صحية ومنظمات حقوقية شرعت معظم الدول قوانين صارمة للحد من المنتجات الصناعية المحتوية على الرصاص واستبدال مواد مثل اللدائن (البلاستيك) وألمنيوم وحديد وقصدير وفضة بالرصاص ومركباته.

ومن الاستخدامات التي جرى حظرها بصورة كاملة أو جزئية استخدام العنصر في أنظمة مياه الشرب وفي الأواني الفخارية، وفي تصنيع المنتجات البلاستيكية الخاصة بتغليف الأطعمة ولعب الأطفال.

ومن أهم الإجراءات التي ساعدت في تقليص تسرب العنصر في البيئة استبدال مركب الأثير العضوي (ام .ت. ب. إي) برباعي إيثيل الرصاص المضاف للجازولين كمانع للخبط واستبدال كادميوم الأصفر (سلفيد كادميوم) المستخدم في الطلاءات بالرصاص الأصفر (كرومات رصاص).

بيرومورفيت

(كلوروفوسفات رصاص)

أحد خامات الرصاص الثانوية المعدنة تجارياً في بعض مناطق العالم

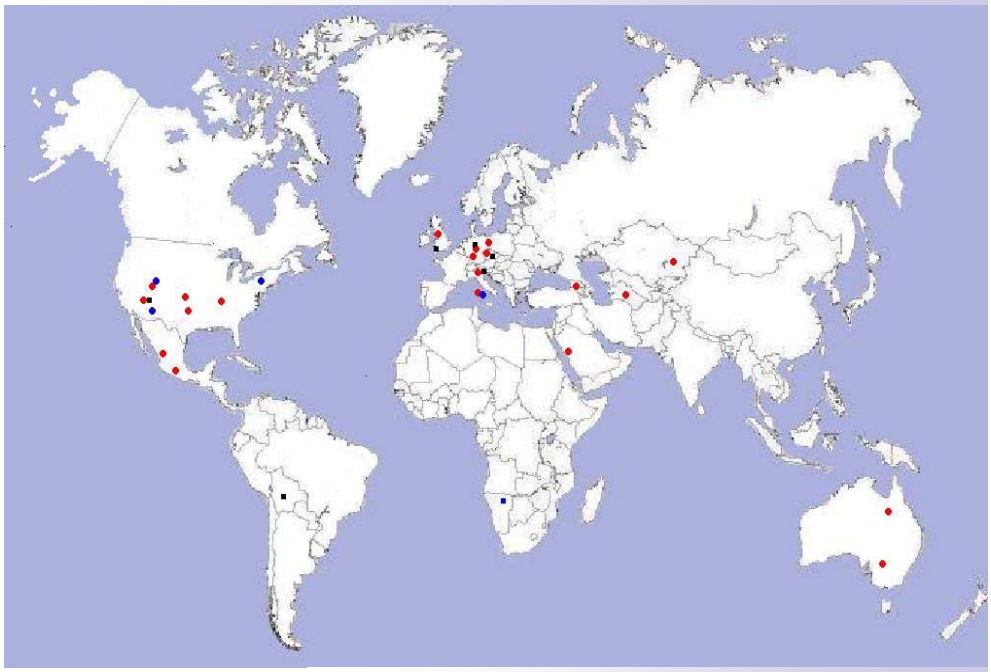
- المكسيك -

المصدر م - 1

الخواص الفيزيائية والكيميائية

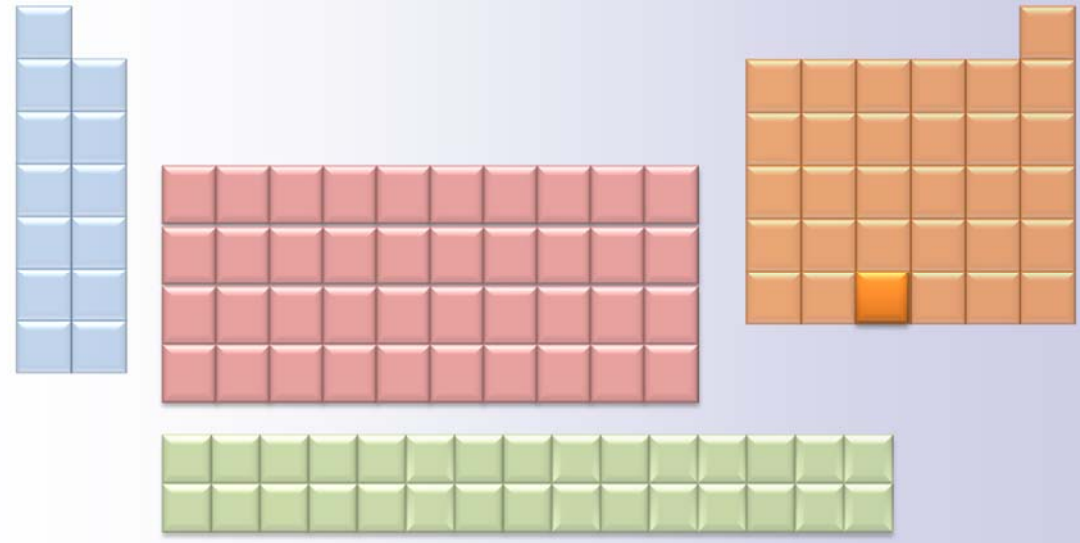
رمزالعنصر	Pb	الكتلة الذرية	207.19
الرقم الذرري	82	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	327.5
المجموعة	4A	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1739.85
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.129
السلسلة	فلزات	أعداد الأكسدة	+2 +4
الحالة الفيزيائية	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.33
نصف قطر الذرة (pm) (20°C)	175.0	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	35.3
الشكل البلوري	####	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	5.121
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^{2}6p^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	179.4
حجم المول (سم^3\مول)	18.26	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	715.5
الكثافة (جم سم-3)	11.350	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1450.4
عدد النظائر	41	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3081.5

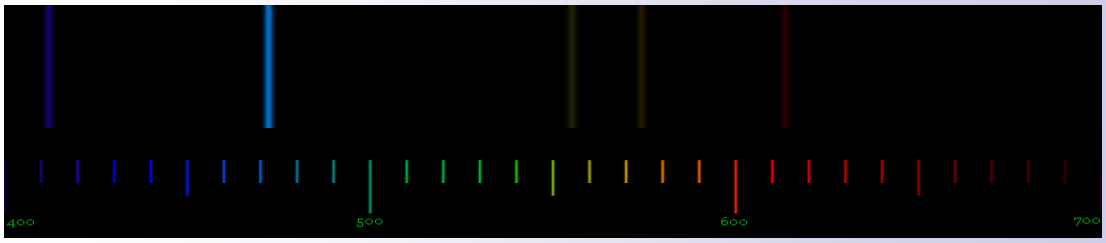
مواقع الخامات في العالم



• جالينا • أنجليسيت ■ بورنونيت

بزموث Bi





مقدمة

عنصر أبيض محمر، قصف ونادر الوجود في القشرة الأرضية. توجد شوائب العنصر الحر مرافقة لعناصر زرنيخ وتيلوريوم كما يوجد العنصر في هيئة مركبات أهمها الكبريتيد (خام بزموثينيت) في معية خامات نحاس، قصدير، رصاص، فضة وذهب وهذه تمثل مصادر العنصر التجارية حيث يجمع كناتج عرضي أثناء عمليات التعدين والتنقية.

بزموث أثقل عنصر طبيعي غير مشع وله أعلى عدد ذري وكتلة ذرية لعنصر غير مشع. لا يتأثر بالأكسجين ولا بالماء، لكنه يذوب في الأحماض المعدنية المركزة.

للعنصر خواص مغناطيسية متميزة ويتفرد بأدنى موصلية حرارية بين العناصر.

سبيكة بزموث مع فلز منغنيز تكون مغناطيس دائم يتمتع بقهرية مغناطيسية عالية، وسبائك الفلز مع الكادميوم، الرصاص والخارصين تتميز بدرجات انصهار منخفضة تصل إلى أقل من 50 درجة مئوية ولها العديد من الاستخدامات خاصة في مجال تقنيات السلامة مثل أجهزة انزار الحريق .

عنصر بزموث غير سام ويتزايد استخدامه كبديل للرصاص في السبائك المعدنية.

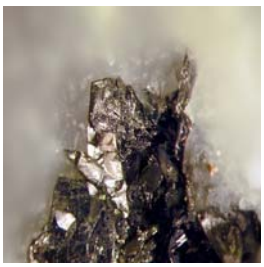
مركبات بزموث سامة لكن كونها عديمة الذوبانية في الوسط المائي أدى لاستعمالها في مجال العقاقير الطبية وفي مواد التجميل.

يعتبر بثموث - 209 أثقل نظير مستقر، لكن دراسات حديثة أثبتت أنه مشع لجسيمات ألفا ولكن بعمر نصف في حدود 20 ترليون عام !

بزموثينيت

(كبريتيد بزموث)

المصدر م-3



بزموث حر

- سيريلانكا -

المصدر م-3

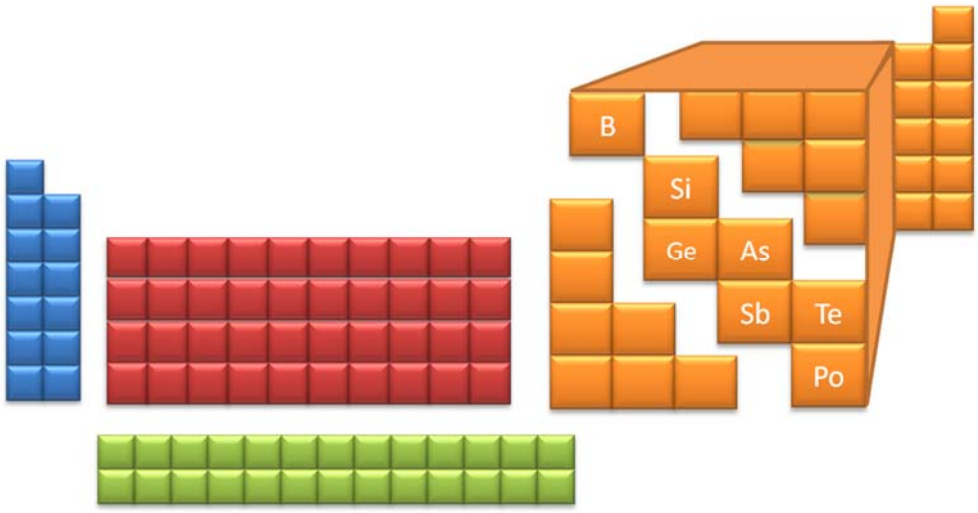
الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Bi	الكتلة الذرية	208.980
الرقم الذري	83	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	327.5
المجموعة	15	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1739
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.129
السلسلة	أشباه فلزات	أعداد الأكسدة	+4 +2
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.33
نصف قطر الذرة (pm)	155	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	35.3
الشكل البلوري	نظام معيني	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	5.121
التوزيع الإلكتروني	[Xe] $4f^{14}5d^{10}6S^{2}6P^{3}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	179.4
حجم المول (سم^3\مول)	21.44	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	715.60
الكثافة (جم سم-3)	9.747	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1450.40
عدد النظائر	35	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3081.50

مواقع الخامات في العالم

● بزموثينيت ● بزموث حر

أشباه فلزات

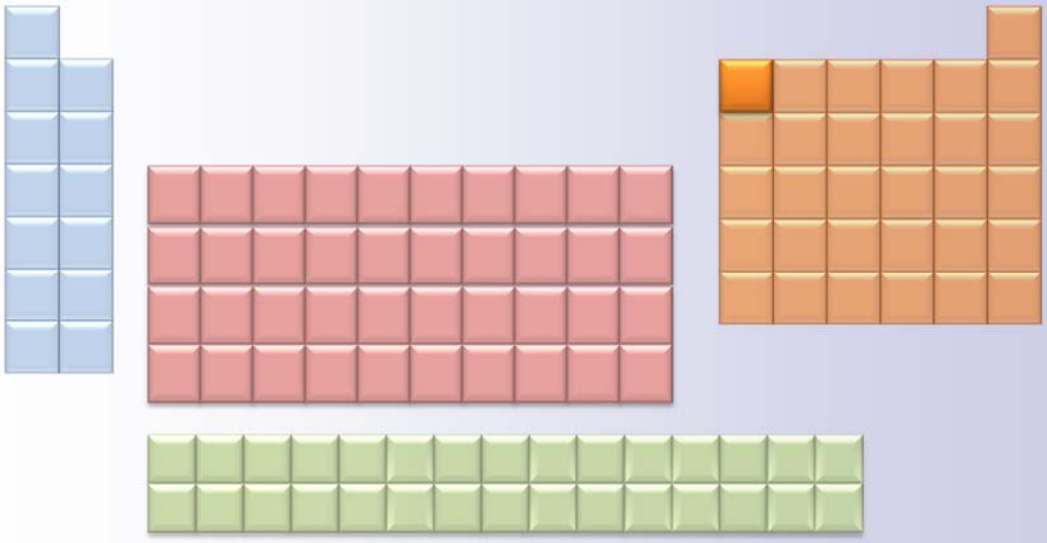


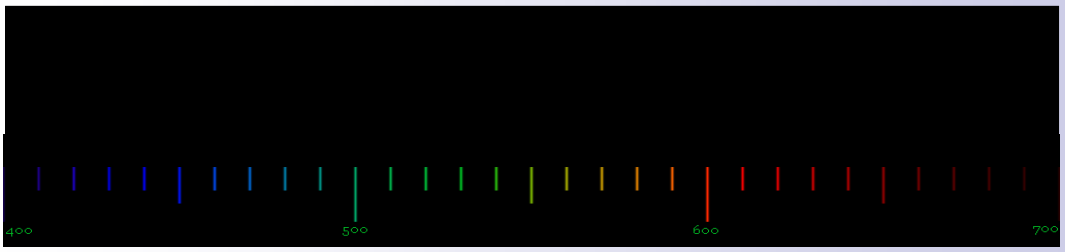
تتدرج الخواص الفلزية للعناصر بالاتجاه من يمين إلى يسار الجدول الدوري حيث مواقع اللافلزات. وفي الحدود بين الفلزات واللافلزات تقع 7 عناصر على خط متعرج يبدأ بعنصر البورون وينتهي بعنصر بولونيوم. هذه هي أشباه الفلزات وقد أطلق عليها الاسم لتفردها بخصائص وسط بين الفلزات واللافلزات.

أهم ما يميز أشباه الفلزات كونها عادة من أشباه الموصلات وأهم خصائصها الكيميائية مقدرة أكاسيدها للتفاعل مع الأحماض والقواعد على السواء أي أن هذه المركبات تجمع بين خواص الأحماض والقواعد.

عناصر أشباه الفلزات هي بورون، سيليكون، جرمانيوم، زرنيخ، أنتمون، تيلوريوم، وبولونيوم.

بورون B





مقدمة

عنصر صلب وقصف. خامل نسبياً ولا يتأكسد في الهواء إلا ببطء، ولا يتأثر حتى بالأحماض القوية إلا بدرجة ضعيفة. يحضر العنصر النقي بالتحليل الكهربائي للأكسيد.

البورون لا يوجد حراً في الطبيعة ولكن في هيئة مركبات في خامات بوراكس وكيرنيت وكوليمانيت التي تمثل مصادره التجارية الرئيسة. وتتصدردولة تركيا دول العالم باحتوائها على أكثر من 70 % من الاحتياطي العالمي للمعدن.

تغلب على البورون الصفة اللافلزية كما هو متوقع من موقعه في الجدول الدوري (على رأس المجموعة) والعنصر يوجد في أكثر من هيئة (شكل متآصل) أهمها الشكل اللابلوري الأسمر كما يوجد في هيئة بلورات سوداء قاسية ذات مقاومة كبيرة للتيار الكهربائي. والالبورون يكوّن مركبات شديدة الصلابة مع كربون ونيتروجين (كربيد ونتريد). من ناحية أخرى فإن هيدريدات البورون (بورونات) مواد غير ثابتة تنفجر تلقائياً في الهواء الرطب.

تضاف (شوائب) البورون لعنصر السيليكون عالي النقاوة وعدد من أشباه الموصلات الأخرى للتحكم في خصائصها الكهربائية. وتستخدم سيليكات البورون على نطاق واسع في صناعة الحراريات والأدوات.

الزجاجية ذات القدرة على تحمل التغير في درجة الحرارة (منتجات بايركس وديوران).

خام كيرنيت
(هيدروكسيد بورات الصوديوم)

خام بوراكس
(بورات صوديوم)
- كاليفورنيا -
المصدر م-1

بيربورات الصوديم تستخدم في المنظفات والمطهرات. وبورات الخارصين تعمل كمضادات للحريق تضاف للمكونات في صناعة الأدوات البلاستيكية والمطاطية والقطنية.

يعتبر البورون عنصراً حيوياً ويرجح أن وجوده بنسب ضعيفة ضروري لنمو النبات والحيوان.

من مركبات عنصر البورون حمض البوريك وهى مادة صلبة متبلرة ذات ملمس دهني مميز

ولها خواص مضادة للبكتريا وتستخدم في صناعة مراهم الجروح ومحاليل غسيل الفم والعيون.

نسبة لمقدرته الهائلة على امتصاص النيترونات يستخدم البورون في صناعة الدروع الواقية من النيوترونات وفي قضبان التحكم للسيطرة على التفاعل النووي المتسلسل داخل الأفران الذرية.

زجاج سيليكات البورون

(منتجات بايركس وديوران)

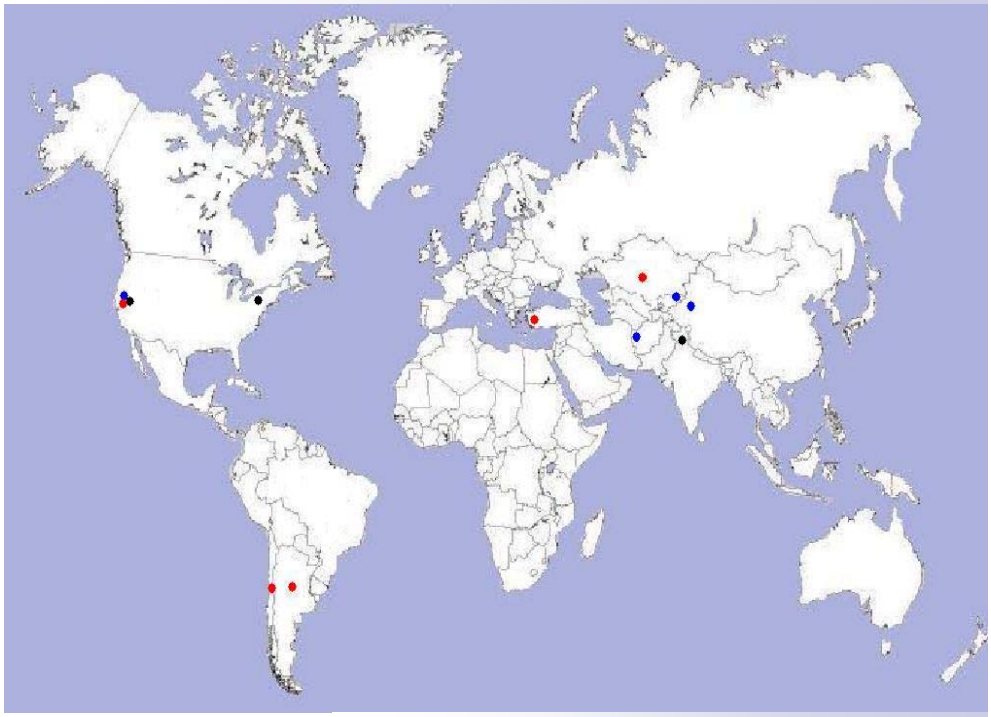
يتميز بأدنى قيمة لمعامل التمدد الحراري بين جميع أنواع الزجاج ويستخدم في صناعة الأدوات المقاومة للتغير في الحرارة والمستعملة في أدوات الطبخ وأدوات المعامل

المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

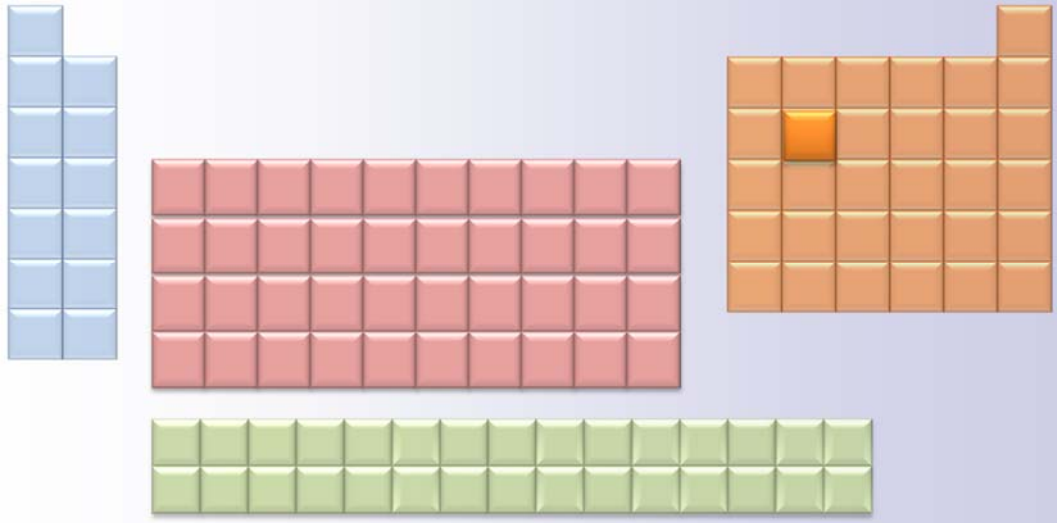
رمزالعنصر	B	الكتلة الذرية النسبية	10.811
الرقم الذري	5	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	2299.85
المجموعة	13	نقطة الغليان (درجة مئوية)	3657.85
الدورة	2	الحرارة النوعية (جول\جم كلفن)	1.026
السلسلة	أشباه فلزات	أعداد الأكسدة	+3
الفيريائةالحالة (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.04
نصف قطر الذرة (pm)	83	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	27.0
الشكل البلوري	نظام آحادي الميل مركزي القاعدة	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	22.2
التوزيع الإلكتروني	$[He]2S^2 2P^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	538.9
حجم المول سم^3	4.62	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	800.6
الكثافة (جم سم-3)	2.340	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2427
عدد النظائر	6	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3660

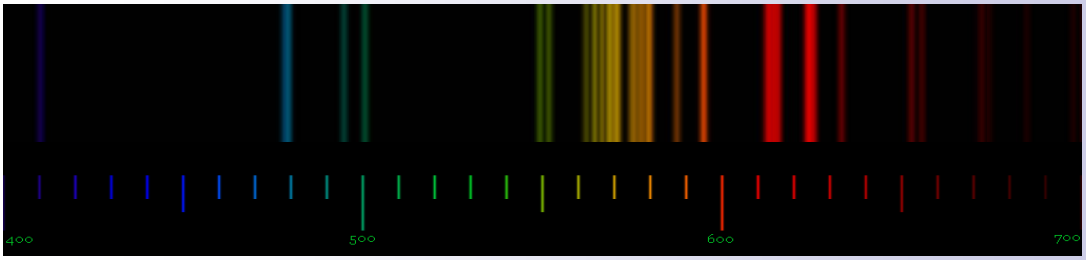
مواقع الخامات في العالم



• كوليمانيت • بوراكس • كيرنيت

سیلیکون Si





مقدمة

عنصر صلب، يحتل المرتبة الثانية (بعد الأكسجين) من حيث نسبة الوجود في القشرة الأرضية (في حدود 26 % بالوزن). يوجد في الطبيعة في هيئة مركبات أهمها ثاني أكسيد السيليكون (الرمل والكوارتز)، وسيليكات (جرانيت، أسبستوس، طفل ومايكا).

يستخلص عنصر السيليكون النقي باختزال مصهور السيليكا (الرمل) بواسطة الكربون (فحم الكوك) أو مغنيزيوم داخل الأفران الكهربائية.

السيليكون عنصر خامل نسبياً. لايتأثر بالأحماض (عدا حمض هيدروفلوريك) لكنه يتأثر بالقلويات المخففة والهالوجينات.

أهم ما يميز العنصر قابليته للارتباط بعناصر أخرى لتكوين سلاسل (معظمها مع الأكسجين حيث تكون السلسلة عبارة عن ذرات سيليكون وأكسجين متبادلة).

السيليكونات من المركبات الصناعية المهمة وتحضر بحلمأة بعض مركبات السيليكون العضوية مثل (السايلينات) لتستخدم في صناعة المطاط الصناعي والسوائل الهيدروليكية وفي أغراض التشحيم.

مايكا

(سيليكات ألمنيوم مع هيدروكسيدات قلوية) .

لها مقدرة للانقسام في هيئة صفائح رقيقة

وأهم ما يميزها المقدرة الفريدة للعزل وتستخدم في الصناعات الكهربائية والإلكترونية (سمك ملم واحد من المايكا يؤمن السلامة من ضغط كهربائي أعلى من 1000 فولت)

المصدر م-1

السيليكا (ثاني أكسيد السيليكون) مكوّن رئيس في صناعة الزجاج، وكربيد سيليكون- الذي يحضر بصهر السيليكون مع الكربون في درجة حرارة 2000 درجة مئوية - من أصلب المواد المعروفة ويتحمل درجات حرارة أعلى من 2000 درجة مئوية.

السيليكون من أشباه الموصلات والعنصر عالي النقاوة (بنسبة شوائب تقل عن 0.1 جزء من المليون) يستخدم في صناعة الخلايا الضوئية، الترانزستورات والمقاومات.

والسيليكون أيضاً عنصر أساسي في صناعة الفولاذ الصلب ، وفي هيئة رمل أو طَفل مهم في صناعة المواد الحرارية و مواد البناء والفخار.

والسيليكون من العناصر الحيوية للإنسان ووجوده ضروري لنمو أنسجة العظام والأنسجة الرابطة في الجسم.

العقيق

نوعية متبلرة من الكوارتز (ثاني أكسيد سيليكون) الموجود في الصخور البركانية . وهي أحجار كريمة عرفت منذ آلاف السنين واشتهرت بها اليمن وصقلية لكن معظم الإنتاج التجاري الحالي مصدره من جنوب البرازيل.

يتميز العقيق بالنعومة وصفاء اللون و تأخذ خطوطه الألوان الخضراء والحمراء وغيرها حسب الشوائب المعدنية في البلورات وهي عادة أكاسيد حديد ومنغنيز.

يستعمل العقيق في صناعة الحلي ونسبة لصلابته ومقاومته للأحماض يستعمل في الهاونات والمدقات المستخدمة للطحن في معامل الكيمياء وغيرها

المصدر م-1

كوارتز

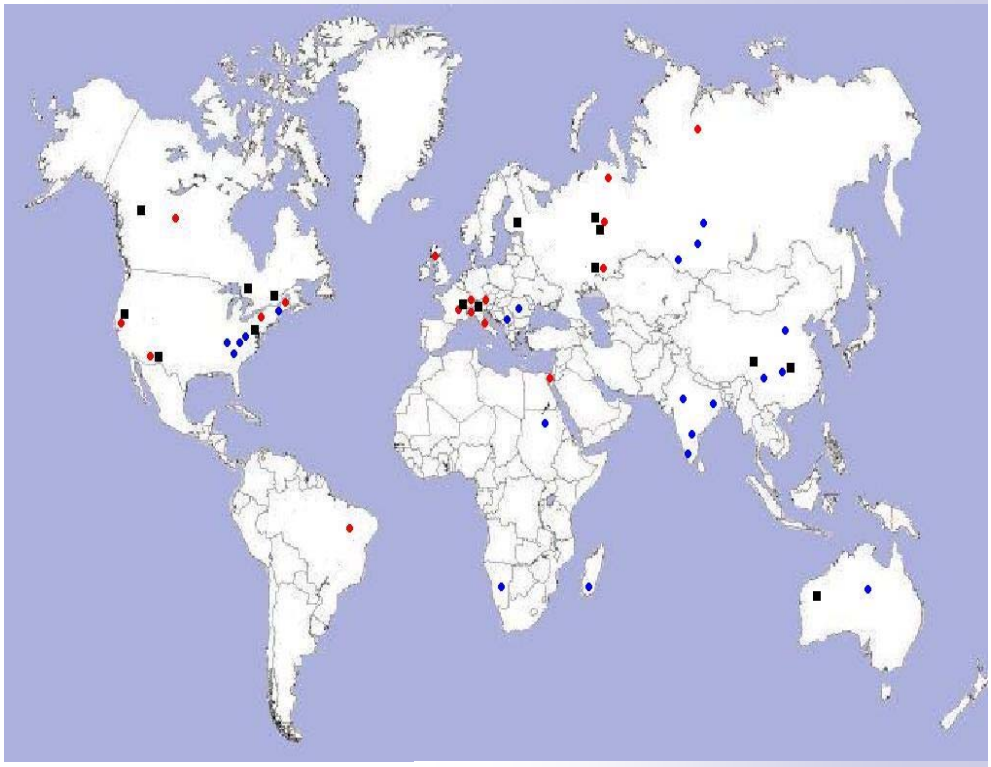
يتكون من بلورات ثاني أكسيد السيليكون وهي المادة الأوفر في القشرة الأرضية والمنتشرة في جميع أنواع الصخور كمكون رئيس أو ثانوي

المصدر م-1

الخواص الفيزيائية والكيميائية

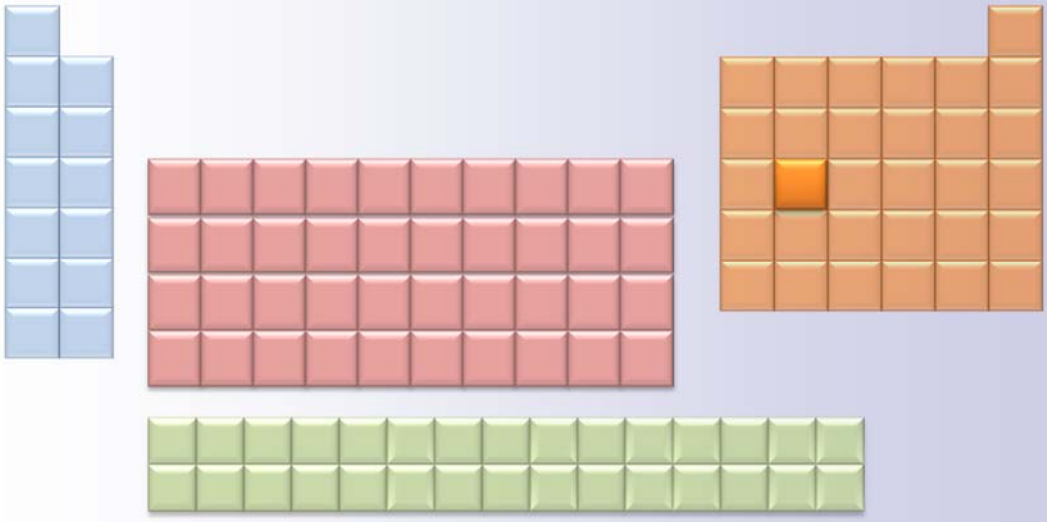
رمز العنصر	Si	الكتلة الذرية النسبية	28.086
الرقم الذري	14	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	1409
المجموعة	14	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2354
الدورة	3	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.705
السلسلة	أشباه فلزات	أعداد الأكسدة	-4, +2, +4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	1.90
نصف قطر الذرة (pm)	117.6	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	148
الشكل البلوري	نظام تكعيبي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	39.6
التوزيع الإلكتروني	$[Ne]3S^2 3P^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	383.3
حجم المول(24K) سم^3\مول	12.06	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	786.5
الكثافة (جم دسم-3)	2.329	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1577.1
عدد النظائر	11	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3231.4

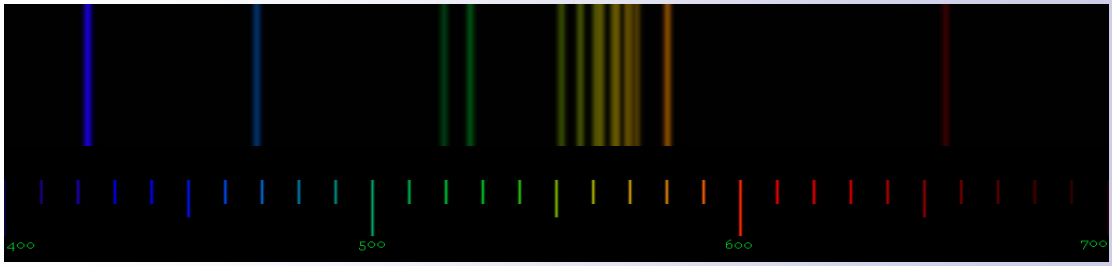
مواقع الخامات في العالم



• كوارتز • مايكا ■ اسبستوس

جرمانيوم Ge





مقدمة

من أشباه الفلزات النادرة في الطبيعة. عنصر أبيض-رمادي، وفي الحالة النقية بلوري وقصف. يحتفظ بلمعته في الهواء في درجات الحرارة العادية.

يوجد في خام جرمانيت لكنه يستخلص تجارياً - كناتج عرضي - خلال العديد من عمليات التعدين خاصة من مخلفات حرق الفحم ومن غبار مداخن صهر الخارصين.

يفصل جرمانيوم وينقى من الشوائب المعدنية بواسطة التقطير التجزيئي لرباعي الكلوريد المتطاير. ويعتبر جرمانيوم عالي النقاوة وسبائكه مع السيليكون وبعض العناصر الأخرى من أفضل أشباه الموصلات المستخدمة في مجال الصناعات الإلكترونية خاصة صناعة الترانزستورات والدوائر التكاملية.

يستجيب عنصر جرمانيوم بكفاءة عالية للأشعة تحت الحمراء (خلافاً لمعظم أشباه الموصلات) ويستعمل في مطياف وكاشفات الأشعة تحت الحمراء في الأجهزة البصرية الحساسة.

العنصر يستعمل كمادة متألقة (متفسفرة) في المصابيح الكهربائية وفي الخلايا الضوئية، وكعامل مساعد لتحفيز بعض التفاعلات الكيميائية وفي مجال الصناعات الصيدلانية كمكون لبعض العقاقير المضادة للبكتيريا.

عنصر جرمانيوم

المصدر م- 9

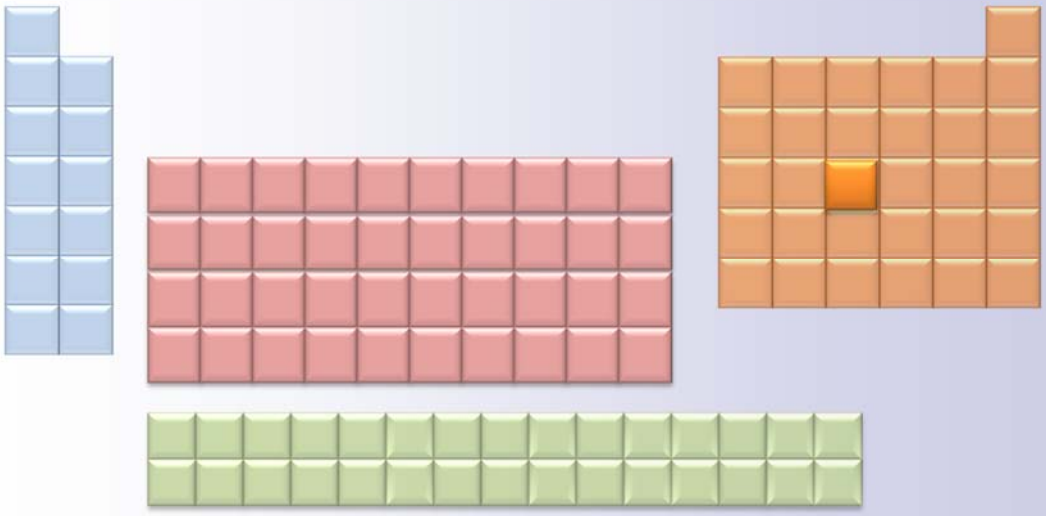
معدل الاستهلاك اليومي من جرمانيوم في طعام الفرد يقدر بواحد مليجرام. وهنالك ادعاءات بأن للعنصر دور في تقوية المناعة والمساعدة في التخلص من السموم والميكروبات وفي تشكيل حماية ضد الإشعاعات.

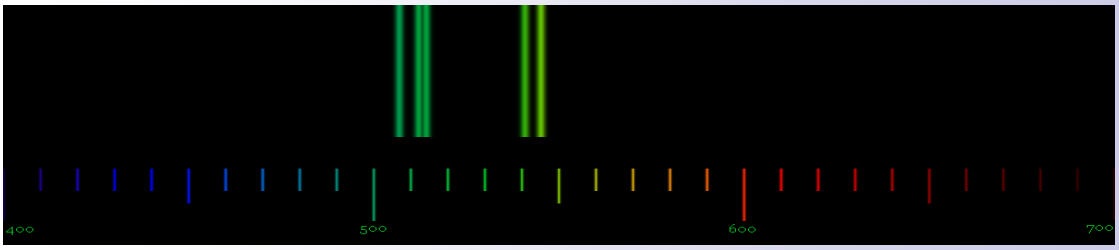
إلا أن المعلومات هذه غير مدعومة علمياً بل وتوجد تحذيرات من تناول جرعات إضافية من العنصر

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Ge	الكتلة الذرية النسبية	72.61
الرقم الذري	32	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	937.45
المجموعة	14	نقطة الغليان (درجة مئوية)	2829
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.320
السلسلة	أشباه فلزات	أعداد الأكسدة	-4,+2,+4
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.01
نصف قطر الذرة (pm)	122.5	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	59.9
الشكل البلوري	نظام تكعيبي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	34.7
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^{10}4S^{2}4P^{2}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	334.3
حجم المول (273 K) (سم^3\مول)	13.64	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	762.1
الكثافة (جم سم-3)	5.323	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1537
عدد النظائر	24	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3302

زرنیخ As





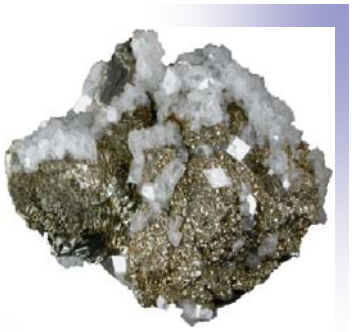
مقدمة

عنصر رمادي لامع، بلوري، صلب وقصف. يوجد حراً في الطبيعة بتراكيز ضعيفة وفى عدد من الأشكال المتآصلة. يوجد أيضاً في هيئة مركبات منها الكبريتيد والأكسيد ومنها مركبات نحاس ورصاص (زرنيخات). ويستخرج معظم الإنتاج التجاري- كناتج عرضي- من تعدين هذه الخامات .

الزرنيخ شبيه بعنصر فسفور في خواصه الكيميائية: يتأكسد بفعل حمض نتريك المركز مكوناً حمض الزرنيخ (وهو بقوة حمض الفسفوريك)، ومثل الفسفور يكوّن هيدريد غازي غير مستقر.

من أهم مركبات العنصر أكسيد الزرنيخ (الزرنيخ الأبيض) الذي يشكل المصدر الرئيس لمعظم مركبات العنصر التجارية، ومركب الكبريتيد البلوري الأحمر المستخدم فى صناعة الألوان وفي بعض الصناعات الجلدية كمزيل للشعر. أيضاً من المركبات المهمة زرنيخات الكالسيوم والرصاص المستعملة في صناعة المبيدات الحشرية. والزرنيخ يضاف لمكونات الزجاج لإزالة الألوان غير المرغوبة والناتجة عن شوائب مركبات الحديد.

الزرنيخ والعديد من مركباته من الملوثات الخطرة في البيئة وهي عادة مواد سامة ومصنفة ضمن مسببات للسرطان. ويعتقد أن المبيدات الحشرية والأسمدة المستخدمة في زراعة التبغ توفر مصدراً للزرنيخ الموجود في دخان التبغ حيث تشير الدراسات لكونه أحد العوامل المسببة لسرطان الرئة.



بلورات ارسينوبيريت (كبريتيد حديد وزرنيخ) مع كالسيت (الشفاف) - البرتقال -

المصدر م- 4

وجود الزرنيخ بصورة طبيعية في التربة وفي المياه الجوفية يشكل مصدراً للخطر في عدد من المناطق الجغرافية حيث يتعدى تركيزه في مياه الشرب أضعاف الحدود المسموح بها والواردة في لوائح منظمة الصحة العالمية (10 أجزاء لكل بليون جزء)

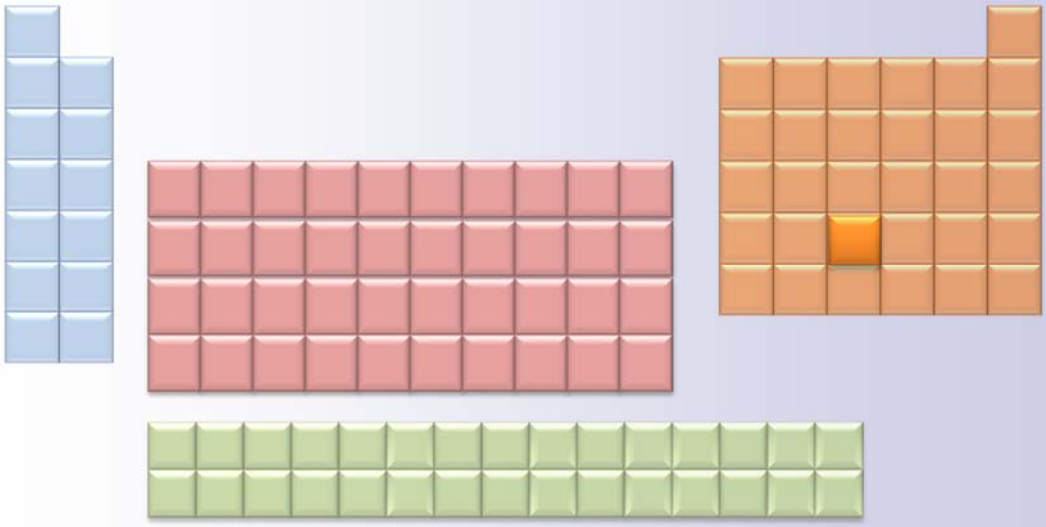
الخواص الفيزيائية والكيميائية

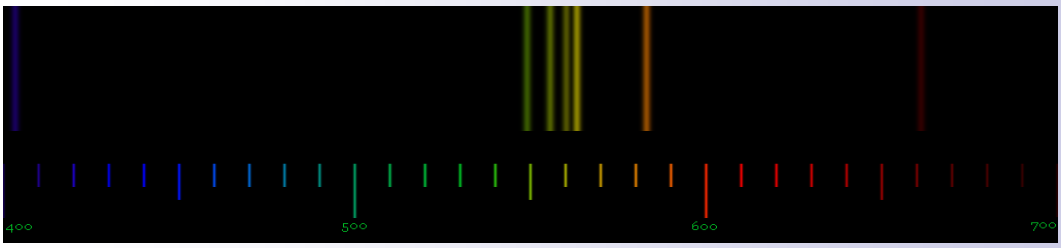
رمز العنصر	As	الكتلة الذرية النسبية	74.922
الرقم الذري	33	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	816
المجموعة	15	نقطة الغليان (درجة مئوية)	615
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.329
السلسلة	أشباه فلزات	أعداد الأكسدة	-3,+3,+5
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.18
نصف قطر الذرة (pm)	125	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	50.0
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	27.7
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^{10}4S^{2}4P^{3}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	31.9
حجم المول (ألفا) (سم^3\مول)	12.95	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	947.0
الكثافة (جم سم-3)	5.780	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1798
عدد النظائر	21	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2735

مواقع الخامات في العالم

● ارسينوبيريت ● زرنيخ حر

أنتمون Sb





مقدمة

عنصر أبيض-فضي قصف وموصل رديء للحرارة والتيار الكهربائي.

يوجد طبيعياً في هيئة كبريتيد أو خام استبنيت (حجر الكحل) المعروف والمستخدم في العقاقير والزينة منذ أقدم العصور. والعنصر يوجد طبيعياً في هيئتة الحرة ولكن بتراكيز ضعيفة.

في عمليات الإنتاج الصناعي للعنصر يحرق خام الكبريتيد ويختزل الأكسيد الناتج بواسطة الحديد أو كربونات الصوديوم وكربون (فحم الكوك). والعنصر يستخلص - كناتج عرضي في عمليات تعدين خامات النحاس والرصاص.

أنتيمون ثابت في الهواء ولا يتأثر بالماء ولا بالأحماض الضعيفة لكنه يذوب في حمض النتريك المركز ليكون حمض الأنتمون، ويحترق فى الهواء في درجات حرارة عالية ليكون الأكاسيد، كما يتفاعل بعنف مع الهالوجينات ليكون الهاليدات.

الاستخدام الرئيس للعنصر فى مجال أشباه الموصلات (الصمامات الثنائية وكواشف الأشعة تحت الحمراء وغيرها). كما يستخدم في السبائك المستعملة في صناعة المراكم

وفي مواد اللحام كبديل لعنصر الرصاص.

بعض مركبات الأنتمون تستعمل فى صناعة الألوان وفي مضادات الحريق.

عنصر الأنتمون

- المكسيك -

المصدر م-4

حجر الكحل (كبريتيد أنتمون)

عرفته الحضارات القديمة ومازال يستخدم في الزينة وكمادة معقمة ومرطبة للعيون.

وقد ورد عن ابن عباس أن النبي صلى الله عليه وسلم قال (اكتحلو بالإثمد فإنه يجلو البصر وينبت الشعر).

وذكر أن العالم العربي جابربن حيان هو أول من اكتشف عنصر الأنتمون وأطلق عليه إسم الإثمد والذي حرف ليصبح أثموديوم ثم ليعرف أخيراً بالإسم اللاتيني (انتمونى)

المصدر م-7

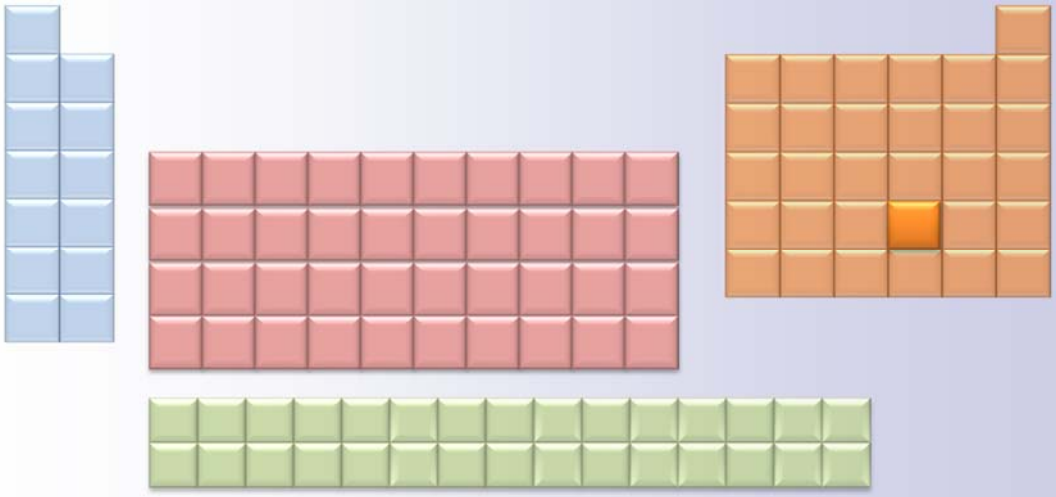
الخواصث الفيزيائية والكيميائية

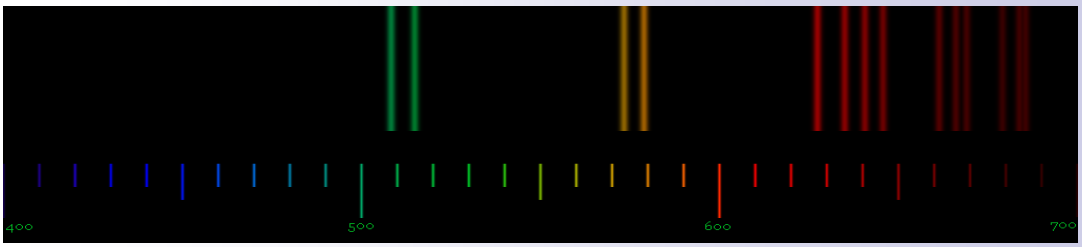
رمزالعنصر	Sb	الكتلة الذرية	121.757
الرقم الذري	51	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	630.75
المجموعة	15	نقطة الغليان (درجة مئوية)	1634
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.207
السلسلة	أشباه فلزات	أعداد الأكسدة	-3, +3, +5
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.05
نصف قطر الذرة (pm)	182	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	24.3
الشكل البلوري	نظام معيني	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	20.9
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^{10}5S^{2}5P^{3}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	77.14
حجم المول (سم^3\مول)	18.20	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	833.7
الكثافة (جم سم-3)	6.691	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1794
عدد النظائر	40	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2443

مواقع الخامات في العالم

• استبنيت • أنتمون حر

تیلوریوم Te





مقدمة

عنصر أبيض - فضي، لامع وقصِف.

من أندر العناصر وجوداً في القشرة الأرضية. يوجد في الهيئة الحرة - بتراكيز ضعيفة - مرافقاً للذهب وبعض العناصر الأخرى.

يستخلص تجارياً – كناتج عرضي- من معادن المصعد في خلية التحليل الكهربائي للنحاس ومن غبار أفران صهر الرصاص.

يشتعل تيلوريوم في الهواء بلهب أزرق مكوناً الأكسيد ويتحد مباشرة مع الهالوجينات ويذوب في أحماض نتريك وكبريتيك.

تيلوريوم من أشباه الموصلات وتحدث زيادة طفيفة في موصلية العنصر مع زيادة درجة الإضاءة (توصيل ضوئي).

إضافة شوائب من فلزات مثل الذهب أو الفضة أو النحاس تمنح العنصر خواص متميزة جعلت الاستخدام الرئيس للعنصر في مجال الصناعات الإلكترونية.

للعنصر أيضاً أهمية تجارية في صناعة السبائك المعدنية ذات المقاومة العالية للتآكل والاحتكاك مع عناصر حديد ورصاص ونحاس. أيضاً يستعمل العنصر في صناعة الخزف والكبسولات المتفجرة.

تيلوريوم ومركباته مواد سامة.

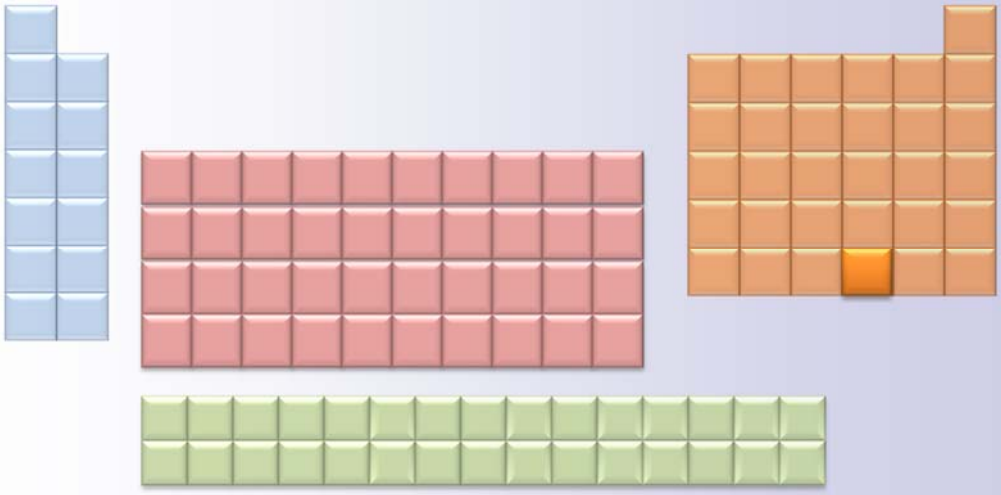
فلز تيلوريوم

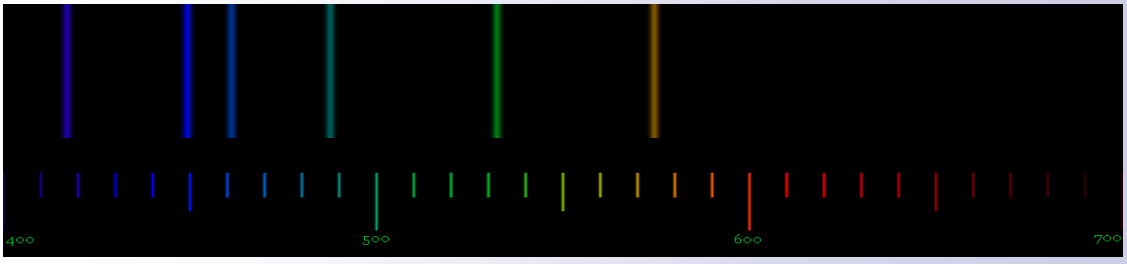
المصدر م-6

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Te	الكتلة الذرية	127.60
الرقم الذري	52	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	449.55
المجموعة	16	نقطة الغليان (درجة مئوية)	986
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.202
السلسلة	أشباه فلزات	أعداد الأكسدة	-2, +4, +6
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.1
نصف قطر الذرة (pm)	143.2	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	2.35
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	13.5
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^{10}5S^{2}5P^{4}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	50.63
حجم المول (سم^3\مول)	20.45	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	869.2
الكثافة (جم سم-3)	6.240	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1795
عدد النظائر	39	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2698

بولونيوم Po



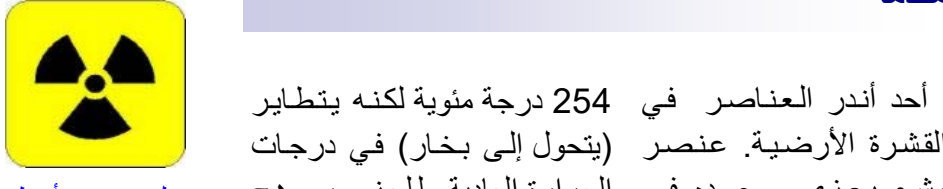


مقدمة

أحد أندر العناصر في القشرة الأرضية. عنصر مشع يعزى وجوده في الطبيعة للتحلل الإشعاعي للعناصر الثقيلة مثل راديوم ويورانيوم ويوجد في خام يورانيوم بنسبة في حدود 100 ميكروجرام في الطن المتري.

بولونيوم شبيه في خواصه الكيميائية بعنصري تيلوريوم و بزموث لكنه عنصر غير مستقر وجميع نظائره مشعة. وبولونيوم من أخطر العناصر المعروفة، فبالإضافة لكونه مادة سامة قوية وفتاكة (تفوق سميته سمية سينيد الهيدروجين بآلاف المرات) فهو عنصر منشطر يتحلل مطلقاً أشعة جاما وجسيمات ألفا بفعالية تضاهي أضعاف فعالية عنصر راديوم. ولبولونيوم خواص طبيعية مميزة. فالعنصر صلب ودرجة انصهاره في حدود 254 درجة مئوية لكنه يتطاير (يتحول إلى بخار) في درجات الحرارة العادية وللعنصر وهج أزرق مميز ناتج من تأين الهواء المحيط.(استخدم النظير بولونيوم – 210 كمصدر حرارة متنقل لتشغيل الخلايا الكهرو-حرارية في مجال الفضاء وفي المناطق النائية).

أسمدة الفوسفات المستعملة في مزارع التبغ تحتوي على نسبة معتبرة من النظير بولونيوم-210 الذي يأخذ طريقه إلى الأوراق خلال جذور النبات ويستنشق مع دخان التبغ ليستقر في رئة المدخن أو جليسه ويشكل مصدراً محلياً لأشعة ألفا المدمرة.



بولونيوم من أخطر العناصر المعروفة ، وهو عنصر سام ومنشطر يتحلل تلقائياً مطلقاً أشعة جاما وجسيمات ألفا بفعالية تضاهي أضعاف فعالية عنصر راديوم

النظير المشع بولونيوم-210 يصل إلى رئة المدخن(وجليسه) مع دخان التبغ ليشكل مصدراً محلياً لأشعة ألفا المدمرة.

أسمدة الفوسفات المستعملة في مزارع التبغ توفر مصدر العنصر

المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Po	الكتلة الذرية	208.982
الرقم الذري	84	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	253.85
المجموعة	16	نقطة الغليان (درجة مئوية)	961.85
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول\جم. كلفن)	--------
السلسلة	أشباه فلزات	أعداد الأكسدة	+2, +4, +6
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.0
نصف قطر الذرة (pm)	167	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	20
الشكل البلوري	نظام تكعيبي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	10
التوزيع الإلكتروني	[Xe] $4f^{14}5d^{10}6S^{2}6P^{4}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	100.8
حجم المول (سم^3\مول)	22.4	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	812
الكثافة (جم سم-3)	9.320	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1800
عدد النظائر	33	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2700

لافلزات

العناصر الكيميائية التي تحتل الجانب الأيسر من الجدول الدوري بإستثناء عنصر هيدروجين المنتمي لهذه المجموعة لكنه يقع على رأس مجموعة العناصر القلوية (المجموعة 1) فقط بسبب عدده الذري.

أهم خصائص لافلزات الكيميائية والفيزيائية التي تميزها عن الفلزات: كونها رديئة الموصلية الحرارية ورديئة التوصيل الكهربائي (باستثناء الجرافيت)، ليس لها قابلية للطرق (غير قابلة للتشكيل) وتتميز بسالبية كهربائية عالية.

العناصر اللافلزية ذات طبيعة غازية أو صلبة هشة تتميز بكثافة منخفضة ودرجات انصهار وغليان منخفضة. معظمها يفتقد الشكل البلوري والبريق المعدني المميز للفلزات، وأكاسيدها تكوّن محاليل حمضية.

اللافلزات تشكل أقل من 15 % من مجموع العناصر الكيميائية الطبيعية لكنها تكوّن معظم مادة الكائنات الحية ومعظم كتلة القشرة الأرضية والغلاف الجوي والأنهار والبحار (هيدروجين وهيليوم يكونان في حدود 99 % من مادة الكون المنظور).

عناصر لافلزات تشمل:

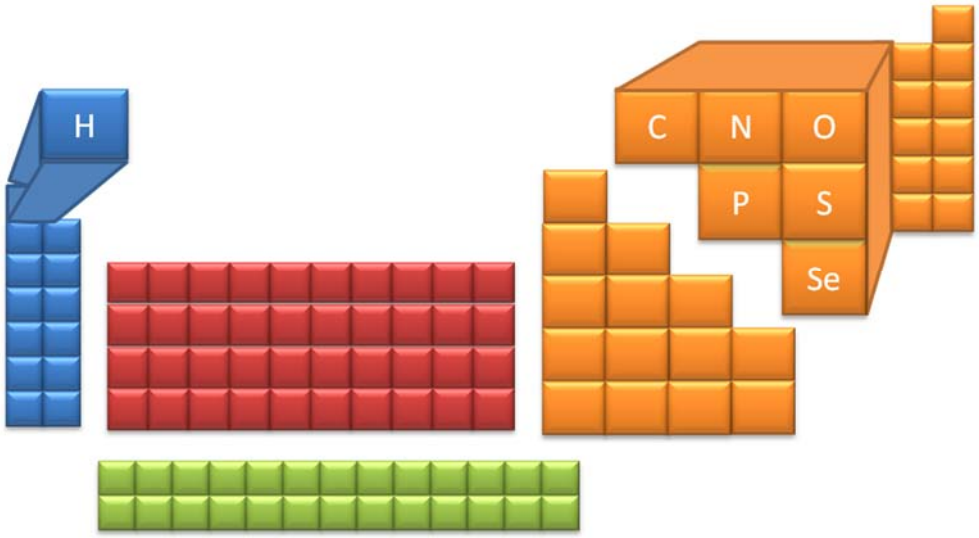
1 – عنصر هيدروجين

2- عناصر كربون، نيتروجين، أكسجين، كبريت وفسفور

3 –الهالوجينات (فلور، كلور، بروم ، يود وأستاتين)

4 – الغازات النبيلة (هيليوم، نيون، كربتون، زينون ورادون)

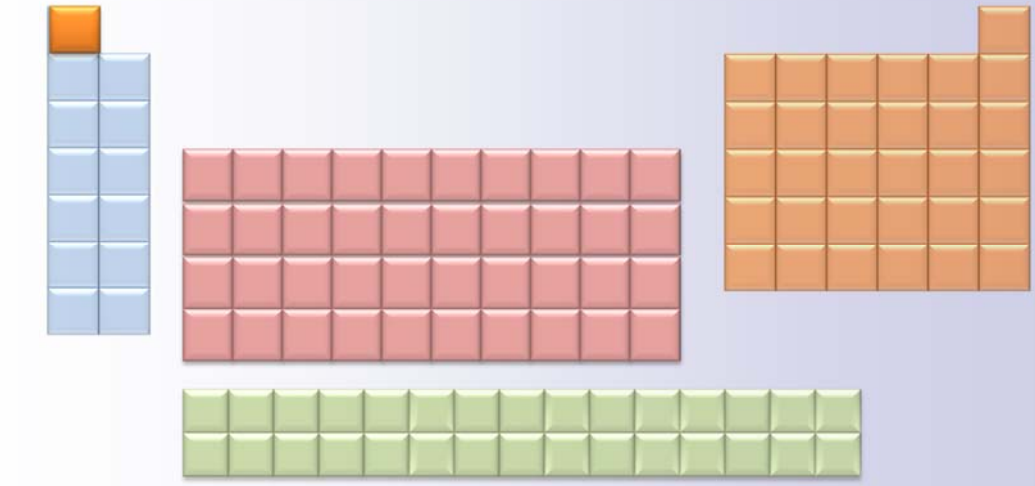
هيدروجين ولافلزات أخرى

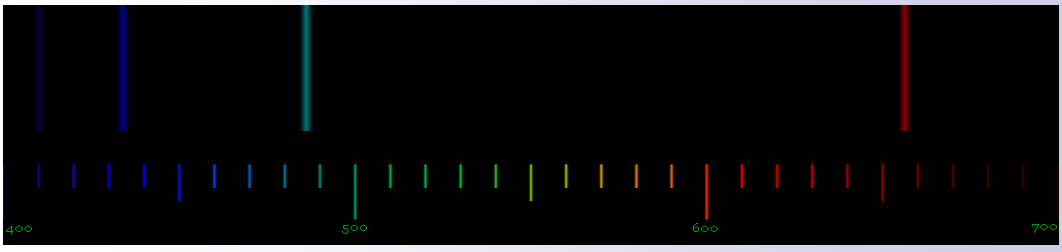


ستة عناصر لافلزية تشمل هيدروجين (المجموعة 1) وعنصر كربون(المجموعة 14) وعناصر أكسجين، كبريت وسيلينيوم (المجموعة 16 أو كالكوجينات)، مع عنصري نيتروجين وفسفور (المجموعة 15 أو مجموعة نيتروجين).

أربعة من هذه العناصر هي أكسجين وكربون ونيتروجين وهيدروجين تكوّن معظم مادة القشرة الأرضية والأجسام الحية.

هیدروجین H





مقدمة

عنصر غازي سريع الاشتعال، لا لون له ولا رائحة ولا طعم. يوجد حراً في الغلاف الجوي للأرض بنسبة أقل من جزء لكل مليون جزء ولكنه العنصر الأكثر وجوداً في المجموعة الشمسية. يوجد الهيدروجين في الطبيعة متحداً مع الأكسجين (الماء) وفي المواد العضوية كالنباتات والبترول والفحم. والهيدروجين هو المكون الرئيس للنجوم والاندماج النووي لذرات العنصر(لتكوّن الهيليوم) يوفر الطاقة الحرارية لهذه الأجرام.

يفاعل الهيدروجين مع النيتروجين في الصناعة لتحضير النشادر (طريقة هابر)، ويستخدم في هدرجة الزيوت النباتية وفي إنتاج الكحول الميثيلي وحمض هيدروكلوريك. والهيدروجين يستخدم لاختزال الخامات المعدنية وكوقود للصواريخ والمركبات الفضائية كما يستعمل (مع الأكسجين) في لحام المعادن.

يحضر الهيدروجين في الصناعة بعدة طرق أهمها التحليل الكهربائي للماء وتفاعل بخار الماء مع الكربون الساخن(لإنتاج أول أكسيد الكربون والهيدروجين). أيضاً ينتج الغاز في عمليات التكسير والتقطير الهدام للبترول وفي عمليات إعادة تشكيل غاز الميثان بواسطة بخار الماء تحت الضغط و درجات الحرارة العالية.

للعنصر نظيران مستقران هما الهيدروجين-1 (الهيدروجين العادي) والهيدروجين-2 (ديوتيريوم). والأخير يتحد مع الأكسجين ليكون الماء الثقيل. وللهيدروجين نظير طبيعي مشع هو الهيدروجين-3 (تريتيوم) وله عمر نصف مقداره 12.5 عام .

تفجير القنبلة الهيدروجينية الأولى الولايات المتحدة الأمريكية

1953 م

مركب ديوتيريوم مع ليثيوم (ديوتريد ليثيوم) هو الأساس في صنع القنبلة الهيدروجينية (تفجير نووي حراري)

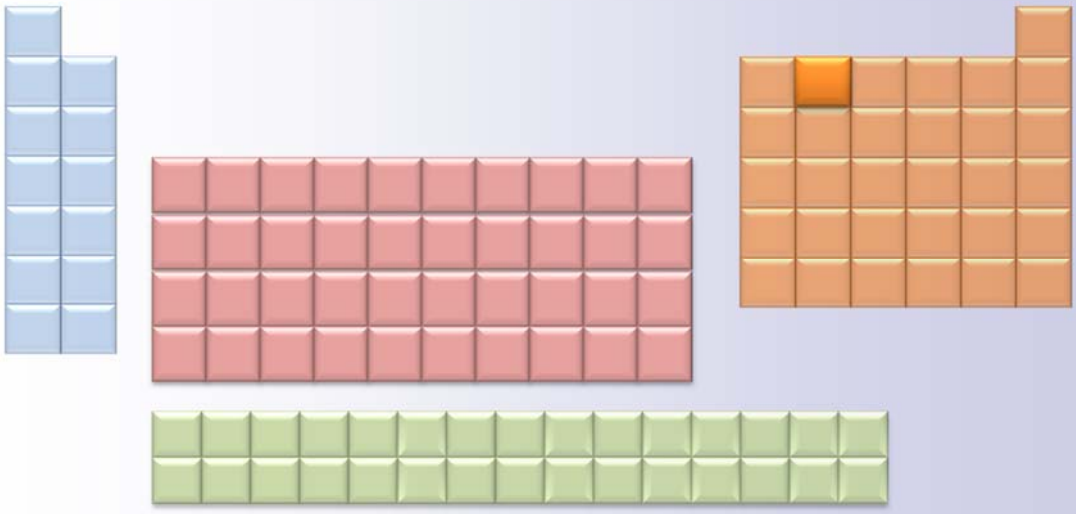
المصدر م– 3

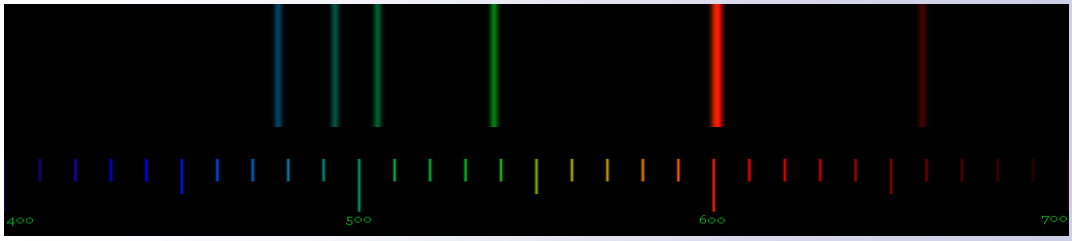
التحليل الكهربائي لمياه البحار والإندماج النووي الحراري وسيلتان ينظر إليهما ضمن الحلول المستقبلية لمشكلة الطاقة.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	H	الكتلة الذرية النسبية	1.008
الرقم الذري	1	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-259.14
المجموعة	1	نقطة الغليان (درجة مئوية)	-252.87
الدورة	1	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	14.304
السلسلة	لافلزات	أعداد الأكسدة	-1, +1
الحالة الفيزيائية (20°C)	غاز	سالبية كهربية (باولنج)	2.2
نصف قطر الذرة (pm)	78	الموصلية الحرارية (واط \ متر. كلفن)	0.01815
الشكل البلوري	هرم رباعي مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	0.12
التوزيع الإلكتروني	$1s^1$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	0.46
حجم المول سم^3 \مول	13.26	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1312.06
الكثافة (جم دسم3- 293 كلفن-1 ض ج)	0.076	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	3	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

کربون C





مقدمة

عنصر لافلزي واسع الانتشار في الطبيعة في هيئة مركبات وفي الهيئة العنصرية الخالصة.

الكربون الحر يوجد في ثلاث صور متآصلة تتميز بدرجات انصهار عالية وهي الجرافيت والماس والكربون اللابلوري، والأخير يشمل الفحم والسناج.

الجرافيت من أكثر المواد المعروفة نعومة وطراوة والماس من أشدها صلابة وقسوة.

الفوليرين صورة رابعة من تآصلات عنصر الكربون اكتشفت في 1985م خلال تجارب كانت تجرى على العنصر في الفضاء. جزيء الفوليرين المكتشف يتكون من 60 ذرة كربون مترابطة في أشكال سداسية وخماسية متناسقة ومكونة كرة مجوفة. بعد ذلك اكتشفت أشكال بلورية أخرى من الفوليرين بأعداد مختلفة من الذرات وأنماط هندسية مسطحة أو مطوية في شكل أنابيب . هذا و ينتظر أن يحدث اكتشاف عائلة الفوليرين طفرة علمية في مجالات الكيمياء العضوية وكيمياء الصغائر وتقنيات الإلكترونيات والضوء.

عنصر الكربون يتميز عن جميع العناصر بمقدرته على تكوين مجموعات كبيرة ومتنوعة من المركبات من بينها مئات الآلاف من المركبات العضوية الأساسية للحياة. يعزى ذلك لخاصية فريدة في العنصر تتمثل في مقدرته على تكوين سلاسل متصلة ومتفرعة وخلق روابط مزدوجة ومضاعفة.

من أهم مركبات الكربون في الطبيعة الحجر الجيري، البترول والغاز الطبيعي.

الماس

أصلب مادة معروفة

-البرازيل -

المصدر م-1

جرافيت

من أنعم المواد المعروفة

- نيويورك -

المصدر م-1

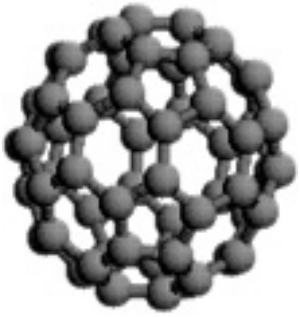
ثاني أكسيد الكربون يكوّن في حدود 0.03 % من حجم الهواء الجوي ويوفر عامل محوري للحياة فوق سطح الأرض.ففي عملية التمثيل الضوئي يتكون سكر الجلوكوز الذي يمثل أساس كل المواد السكرية والنشوية وينطلق الأكسجين - كناتج عرضي للعملية الحيوية - فيحتفظ الهواء الجوي بمعدله الطبيعي من الغاز. العملية تحدث داخل بلاستيدات النبات الخضراء حيث يوجد بروتين الكلوروفيل (اليخضور) الذي يمتص الطاقة الضوئية ويحفز ذرات ثاني أكسيد الكربون وذرات الماء لتتفاعل وتكوّن الجلوكوز.

الماس من أثمن الأحجار الكريمة المستخدمة في الزينة وفي صناعة أطراف معدات قطع المعادن. والماس يتميز بأعلى مقدرة للتوصيل الحراري من بين جميع العناصر.

الجرافيت مادة قاتمة تكوّن فيها ذرات الكربون طبقاتسداسية مسطحة وواهية الترابط ببعضها بحيث يسهل انزلاقها فوق بعضها البعض.

الجرافيت موصل جيد للكهرباء لكنه رديء التوصيل للحرارة. يستخدم في صناعة الأقطاب الكهربائية، أقلام الرصاص والأصباغ وفي أغراض التشحيم في درجات الحرارة العالية.

بحساب نسبة نظير الكربون المشع (كربون-14) الموجود في الغلاف الجوي يمكن تقدير أعمار الصخور والعينات الأثرية. من ناحية أخرى فقد تقرر بواسطة الاتحاد العالمي للكيمياء البحتة والتطبيقية اعتماد النظير كربون-12 كمعيار قياسي لحساب الكتل الذرية للعناصر الأخرى وحددت لكتلته القيمة (12.0000) وحدة كتلة ذرية.



أحد أشكال الفوليرين

مصدر م-3

الفحم

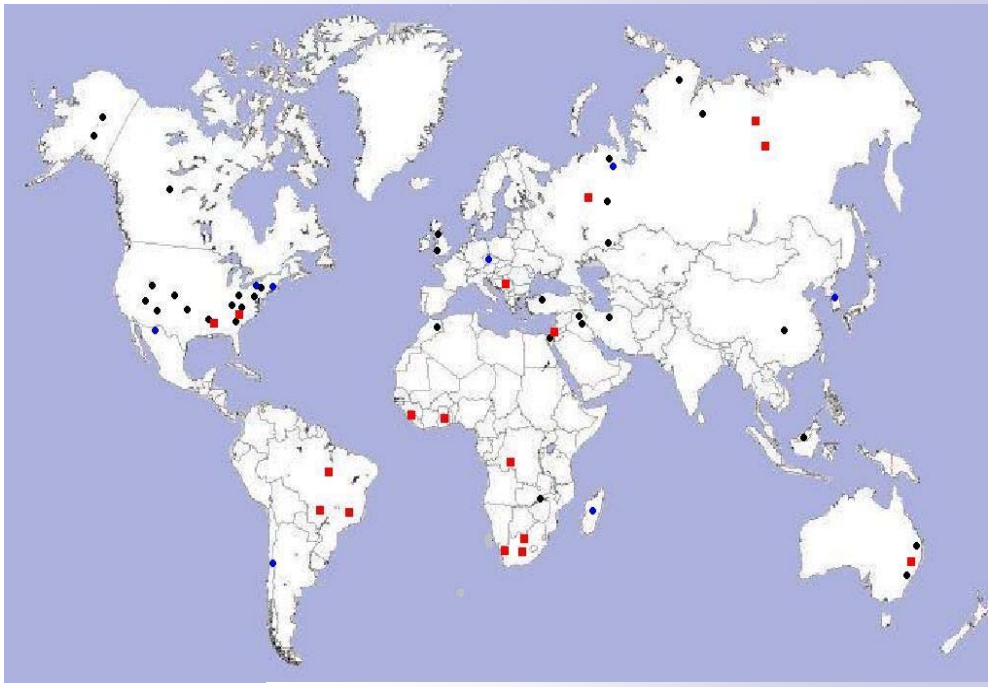
من صور الكربون المتآصلة

المصدر م-1

الخواص الفيزيائية والكيميائية

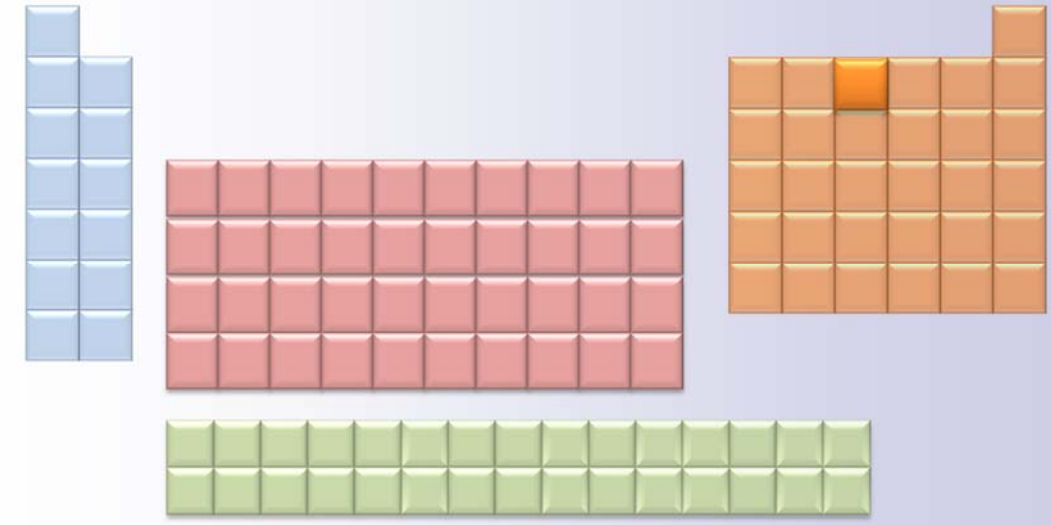
رمزالعنصر	C	الكتلة الذرية النسبية	12.011
الرقم الذري	6	نقطة الانصهار (°C)	3546.85
المجموعة	14	نقطة الغليان (درجة مئوية)	4826.85
الدورة	2	الحرارة النوعية (جرافيت) (جول\جم كلفن)	0.709
السلسلة	لافلزات	أعداد الأكسدة	-4, +2, +4
الفيريائةالحالة (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.55
نصف قطر الذرة (pm)	77.2	الموصلية الحرارية (الماس) (واط \ متر . كلفن)	900-2320
الشكل البلوري	نظام تكعيبي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	105.0
التوزيع الإلكتروني	$[He]2S^2 2P$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	710.9
حجم المول(الماس) سم^3 \مول	3.42	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	461086.
الكثافة(الماس) (جم سم-3)	3.513	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2352.65
عدد النظائر	8	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	4620.50

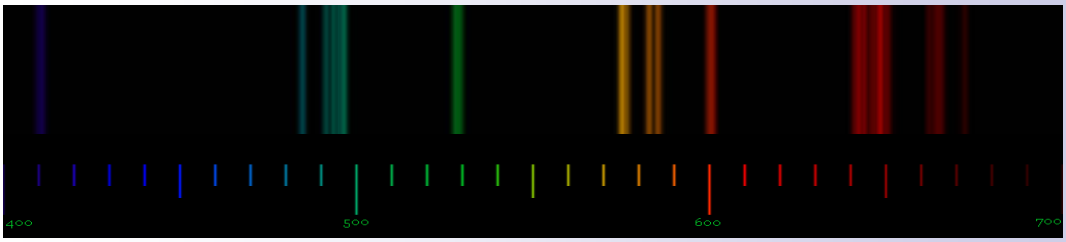
مواقع الخامات في العالم



• فحم حجري • جرافيت • الماس

نیتروجین N





مقدمة

غاز لالون له ولا رائحة ولا طعم. يُكوّن 78% من حجم الهواء الجوى وهو عنصر أساسى في تكوين الأحماض الأمينية (اللبنات المكونة للبروتين النباتي والحيواني).

نيتروجين خامل كيميائياً لكنه يتحد مباشرة مع فلز ليثيوم في درجة الحرارة العادية ومع فلزات مغنيزيوم وكالسيوم في درجات حرارة عالية.

يحضر الغاز في الصناعة بالتقطير التجزيئي للهواء المسال حيث يتبخر نيتروجين (- 195 درجة مئوية) تاركاً أكسجين (- 182 درجة مئوية).

بالرغم من وفرة النيتروجين في الهواء الجوي إلا أن تركيز العنصر في القشرة الأرضية ضئيل بحيث لا يتناسب مع حاجة النباتات الخضراء.

تثبيت النيتروجين (توفير العنصر في التربة على هيئة مركبات نيتروجينية) جزئية هامة في دورة النيتروجين الطبيعية ويحدث في الطبيعة بعدة طرق أهمها يحدث بفعل البرق على نيتروجين الهواء الجوي. ففي أثناء هطول الأمطار وبفعل شرارة كهربائية من البرق يتحد نيتروجين الهواء مع الأكسجين ويتكون أكسيد نيتروجين الذي يتفاعل بدوره مع الأكسجين والماء مكوناً أحماض النيتروجين التي تشكل مصادر أملاح النترات في التربة.

النيتروجين السائل

يغلي في درجة حرارة 196 درجة مئوية تحت الصفر

المصدر م– 3

عقيدات جذور البقوليات تبنيها بكتيريا (أزوتوباكتر) وتشكل أحد الوسائل الطبيعية لتثبيت النيتروجين في التربة

المصدر م - 3

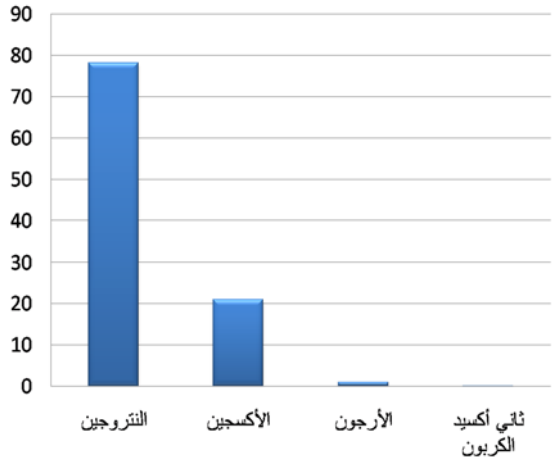
أيضاً يثبت نيتروجين في التربة بفعل باكتيريا خاصة في جذور البقوليات حيث تقوم الباكتريا ببناء عقيدات وتفرز إنزيمات خاصة تحول عنصر النيتروجين لمركبات نيتروجينية تبقى في التربة بعد انتهاء دورة النبات .

بالطرق الصناعية يثبت نيتروجين عن طريق تصنيع النشادر التي تشكل المادة الأولية للأسمدة النيتروجينية.

في العملية الصناعية لتحضير النشادر (الأمونيا) بطريقة هابر يتحد خليط من أحجام متساوية من غاز نيتروجين وغاز هيدروجين تحت ضغط أكبر من 300 ضغط جوي وفي درجات حرارة في حدود 500 درجة مئوية مع وجود وسيط كيميائي (محفز) من حديد.

وتعتبر طريقة هابر أهم الطرق الصناعية لتثبيت النيتروجين في التربة حيث تشكل النشادر المادة الأولية الرئيسة لمعظم الأسمدة النيتروجينية.

يستخدم النيتروجين السائل في مجالات التبريد الصناعي كما يستخدم الغاز كدرع واقٍ يمنع التأكسد أثناء عمليات صهر وقطع المعادن أو تحضير مواد حساسة للهواء

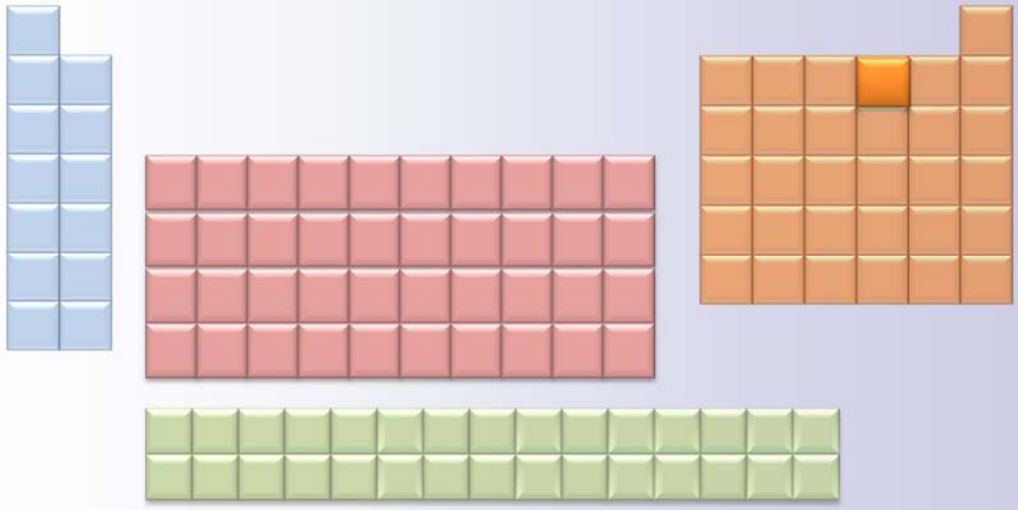


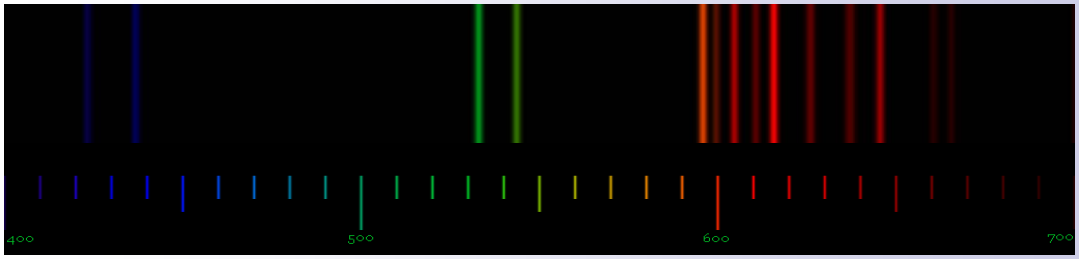
غاز نيتروجين يكوّن 78 % من حجم الهواء الجوي

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	N	الكتلة الذرية النسبية	14.007
الرقم الذري	7	نقطة الانصهار (°C)	-209.86
المجموعة	15	نقطة الغليان (°C)	-195.79
الدورة	2	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	1.040
السلسلة	لافلزات	أعداد الأكسدة	-3,-2,-1,+1,+2
الحالة الفيزيائية (20°C)	غاز	سالبية كهربية (باولنج)	3.04
نصف قطر الذرة (pm)	71	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	0.02598
الشكل البلوري	نظام تكعيبي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	0.720
التوزيع الإلكتروني	$[He]2S^2 2P^3$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	5.577
حجم المول سم^3	13.65	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1402.3
الكثافة (جم دسم3- 293 كلفن-1 ض ج)	1.026	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2856.1
عدد النظائر	8	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	4578

أكسجين O





مقدمة

عنصر غازي لا لون له ولا رائحة. يُكوّن 21 % من حجم الهواء الجوي وهو العنصر الأكثر شيوعاً في القشرة الأرضية اذ تقدر نسبته في حدود 45 % من كتلة القشرة الأرضية.

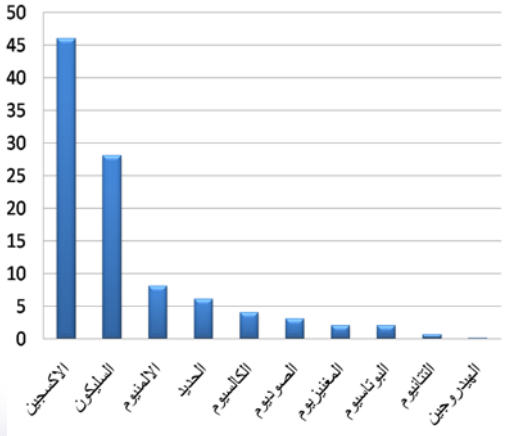
يحضر الأكسجين في الصناعة بالتقطير التجزيئي للهواء المسال حيث يتبخر النيتروجين (-195درجة مئوية) تاركاً الأكسجين (-182درجة مئوية).

الأكسجين عنصر نشط ويتحد مع معظم العناصر وهو العنصر الأساسي في مئات الآلاف من المركبات العضوية والعنصر الحيوي في عمليات تنفس الكائنات الحية وفي جميع عمليات الاحتراق.

الأكسجين هو الغاز الوحيد الذي يوجد في أشكال متاصلة هي الأكسجين العادي والأكسجين الثلاثي (الأوزون). والأخير شكل متآصل نشط للعنصر وهو مادة سامة يمكن تحضيرها من الأكسجين بفعل شرارة كهربائية أو بفعل الأشعة فوق البنفسجية.

والأوزون عامل مؤكسد قوي يستخدم في تعقيم الهواء والماء حيث تتحلل جزيئاته إلى أكسجين دون أن تترك مخلفات ضارة.

يمتص الأوزون الأشعة فوق البنفسجية ليتفكك مكوناً الأكسجين. ووجوده في الطبقات العليا من الغلاف الجوي (طبقة الأوزون) ضروري لمنع الأشعة فوق البنفسجية الضارة (الصادرة من الشمس) من الوصول إلى سطح الأرض.

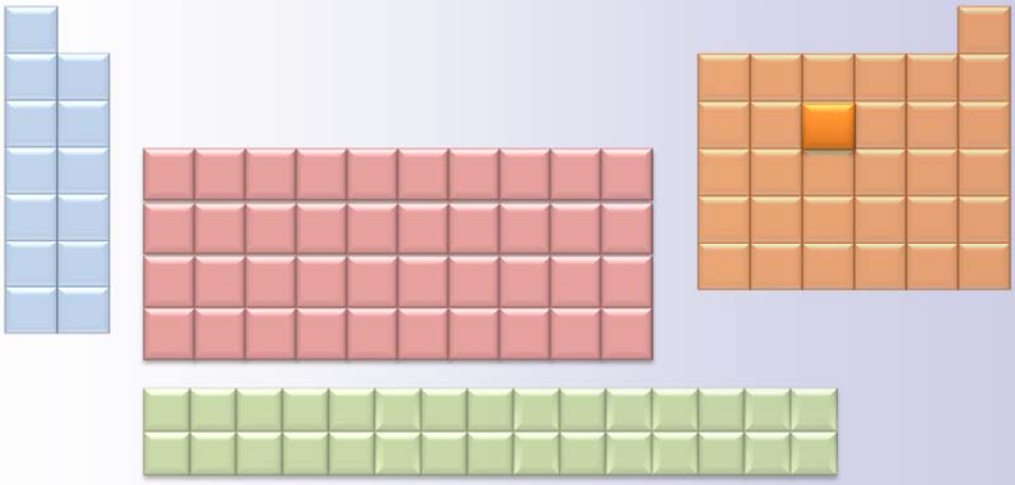


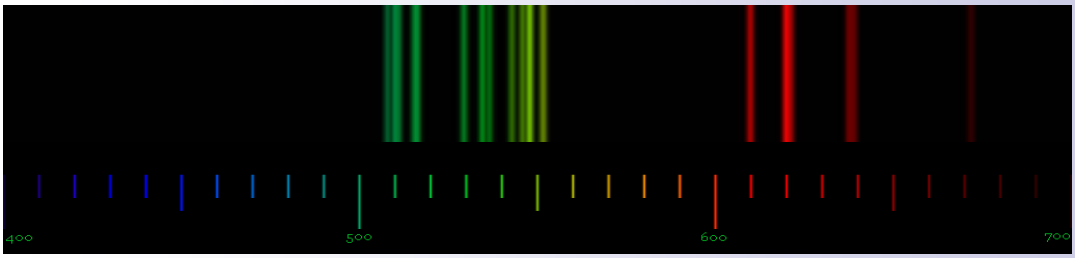
الأكسجين يكون في حدود 45 % من كتلة القشرة الأرضية

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	O	الكتلة الذرية النسبية	15.999
الرقم الذري	8	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-218.35
المجموعة	16	نقطة الغليان (درجة مئوية)	-182.96
الدورة	2	الحرارة النوعية (جول\جم كلفن)	0.918
		أعداد الأكسدة	-2
السلسلة	لافلزات	سالبية كهربية (باولنج)	3.44
الحالة الفيزيائية (20°C)	غاز	الموصلية الحرارية (واط \ متر. كلفن)	0.2674
نصف قطر الذرة (pm)	60.4	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	0.444
الشكل البلوري	نظام معيني مستقيم مركزي الجسم	حرارة التبخر (كجول مول-1)	6.82
التوزيع الإلكتروني	$[He]2S^2 2P^4$	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1313.9
حجم المول سم^3 \مول	8.00	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	3388.2
الكثافة (جم دسم3- 293 كلفن,1 ض ج)	2.000	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	5300.3

فسفور P





مقدمة

عنصر لافلزي يوجد عادة في الصخور الفسفورية والتي يحتوي معظمها على فوسفات كالسيوم (خام أباتيت). يحضر العنصر النقي بحرق الخام مع الرمل (ثاني أكسيد سيليكون) وفحم الكوك (الكربون) في الأفران الكهربائية.

يوجد العنصر على هيئة ثلاث صور متآصلة هي الفسفور الأبيض والأسود والفسفور الأحمر.

الفسفور الأبيض (ويطلق عليه أيضا الفسفور الأصفر) مادة شمعية قابلة للذوبان في ثاني كبريتيد الكربون، زيت الزيتون والبنزين لكنها عديمة الذوبان في الماء والكحول.

الفسفور الأبيض نشط كيميائياً ويتفاعل مع معظم الفلزات واللافلزات و يشتعل تلقائياً في الهواء عند 34 درجة مئوية مكونا خامس أكسيد الفسفور. والفسفور الأبيض مادة سامة جداً ومتفجرة تستخدم في القنابل المضيئة أو المدخنة لتسهيل الرؤية أولتغطية تحركات المشاة في الحرب البرية. المادة حارقة ونيرانها لا تخمد حتى نفاذ كميتها أو نفاذ الأكسجين، وتتسبب في حروق من الدرجة الثانية أو الثالثة وتخترق الجسم خلال المناطق المحروقة لتفتك بالأعضاء الداخلية للجسم.

الفسفور الأبيض مادة سامة جداً ، حارقة ومتفجرة يجب التعامل معها بحذر والاحتفاظ بالعنصر تحت الماء بصورة دائمة

أيضاً تحدث الإصابات القاتلة في حالات استنشاق دخان الفسفور أو وصول المادة للإمعاء.

استخدم الفسفور الأبيض في تدمير أفراد المشاة والمدنيين في هيئة قنابل وذخائر مدفعية و قذائف صاروخية في الحرب العالمية الأولى وفي فيتنام والعراق وافغانستان وأخيراً في فلسطين.

آثار قنابل الفسفور الأبيض الحارقة

(مدينة الفلوجة 2004)

المصدر م-3

الفسفور الأحمر أقل نشاطاً وأقل سمية. لا يذوب في ثاني كبريتيد الكربون ولا يشتعل في الهواء في درجة حرارة أدنى من 240 درجة مئوية.

الفسفور الأسود يتكون من بلورات لامعة وهو أكثر الأشكال استقراراً وأقلها ذوبانية.

من مركبات الفسفور المهمة صناعياً حمض الفسفوريك المستخدم في صناعة الأسمدة و فوسفات الصوديوم المستخدمة في صناعة المنظفات والصناعات الغذائية والصيدلانية.

الفسفور مكوّن مهم في سبائك الفولاذ والبرونز وفي صناعة أعواد الثقاب (الفسفورالأحمر فقط).

مركبات الفسفور العضوية تستخدم في تحضير مبيدات الأعشاب و في الأسلحة الكيميائية (غازالأعصاب) وعنصر الفسفور مادة أساسية في تركيب بروتوبلازم الخلايا الحية والأنسجة العصبية والعظمية وله دور محوري في العمليات الحيوية داخل الخلية الحية.

اللحوم ومنتجات الألبان تشكل أهم المصادر الغذائية للفسفور.

عنصر الفسفور

المصدر م– 6

خام أباتيت

(فوسفات الكالسيوم)

- ولاية ميين ، أمريكا -

المصدر م-1

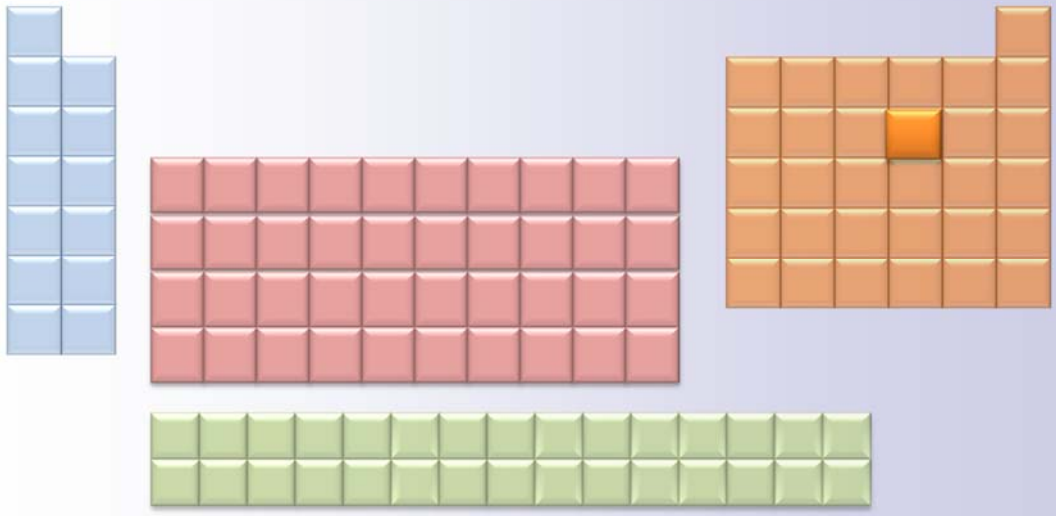
الخواص الفيزيائية والكيميائية

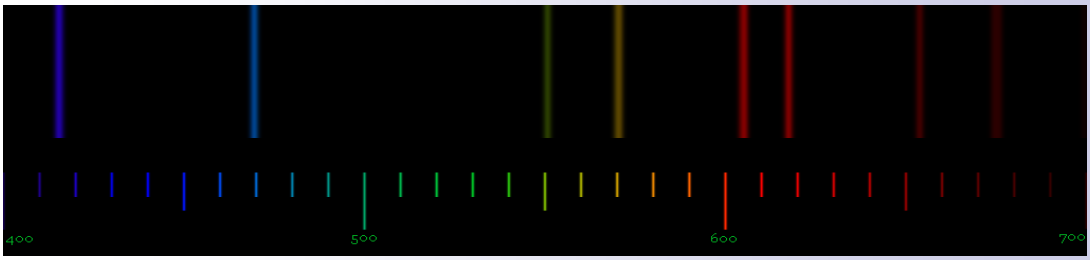
رمز العنصر	P	الكتلة الذرية النسبية	30.974
الرقم الذري	15	نقطة الانصهار(الأبيض) (درجة مئوية)	44.15
المجموعة	15	نقطة الغليان (درجة مئوية)	279.9
الدورة	3	الحرارة النوعية (الأبيض) (جول/جم. كلفن)	0.769
السلسلة	الفلزات	أعداد الأكسدة	-3,+3,+4,+5
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.19
نصف قطر الذرة (الأحمر) (pm)	115	الموصلية الحرارية (الأبيض) (واط \ متر . كلفن)	0.235
الشكل البلوري	نظام آحادي الميل بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	2.51
التوزيع الإلكتروني	$[Ne]3S^23P^3$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	51.9
حجم المول(الأبيض) (سم^3\مول)	17.02	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1011.7
الكثافة (جم سم-3)	1.820	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1903.2
عدد النظائر	10	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2912

مواقع الخامات في العالم

- اباتيت

کبریت S





مقدمة

عنصر لافلزي، صلب وقصِف. أصفر باهت لا طعم له ولا رائحة محسوسة (رائحة االبيض الفاسد في الكبريت ناتجة عن شوائب غاز كبريتيد الهيدروجين المرافق).

الكبريت لا يذوب في الماء لكنه يذوب في ثاني كبريتيد الكربون وفي رابع كلوريد الكربون.

الكبريت الحر يوجد طبيعياً في عدة صور متآصلة كما يوجد العنصر متحداً في عدد من الخامات أهمها الجبس (كبريتات كالسيوم) وبيريت (كبريتيد الحديد). وتمثل هذه الخامات المصادر الرئيسة لغاز ثاني أكسيد الكبريت المستخدم في الصناعة لإنتاج حمض الكبريتيك (طريقة كونتاك). الكبريت يوجد أيضاً - بنسب متفاوتة - في جميع أصناف الزيت الخام (البترول).

حمض الكبريتيك يحتل المرتبة الأولى في الإنتاج الصناعي العالمي للمواد الكيميائية.

الاستخدامات الصناعية للحمض تشمل تنقية البترول وتعبئة مراكم السيارات وإنتاج الأسمدة. عنصر الكبريت يستخدم في تقسية المطاط الطبيعي(الفلكنة) وفي صناعة الذخيرة والمبيدات.

عنصر الكبريت ضروري للعديد من العمليات الحيوية داخل الخلايا الحية خاصة عمليات نمو العظام كما أنه مكون رئيس في تركيب البروتينات.

أهم مصادر العنصر تشمل البيض، المشمش، التين، البصل، الكرنب والبقوليات.

خام بيريت

(كبريتيد حديد)

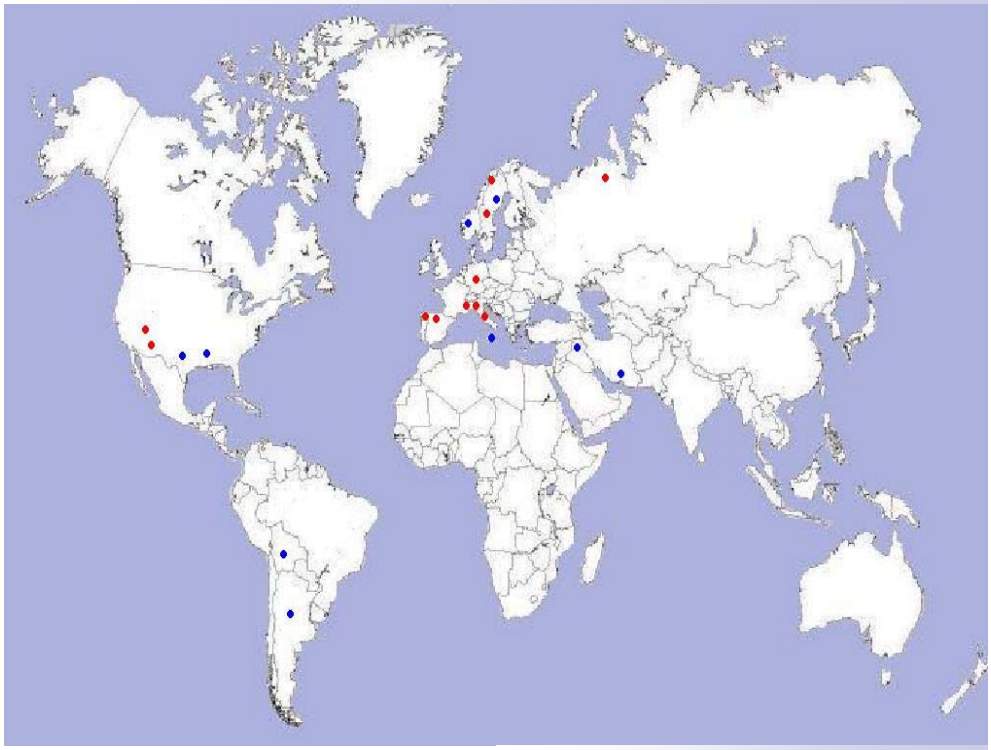
أطلق عليه 'ذهب المغفل' لشبهه الشديد بالذهب

بلورات كبريت حر

الخواص الفيزيائية والكيميائية

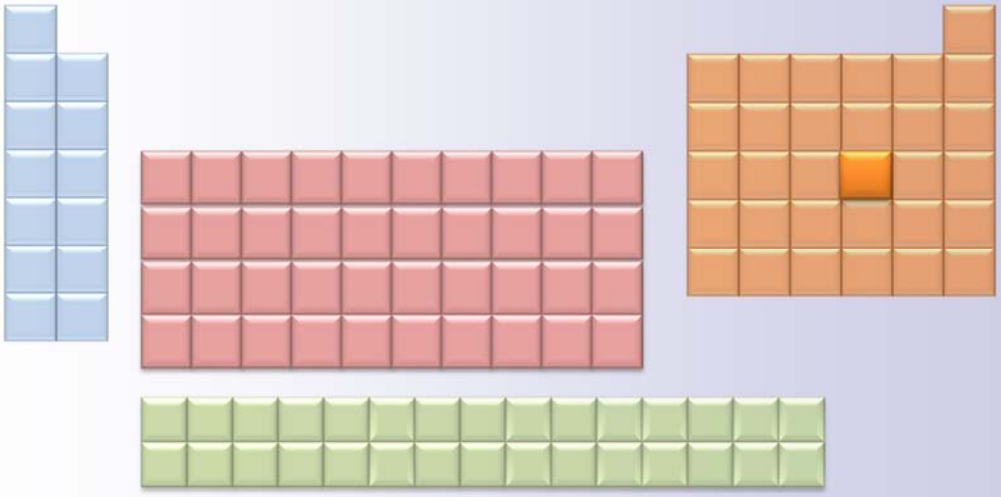
رمزالعنصر	S	الكتلة الذرية النسبية	32.066
الرقم الذري	16	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	112
المجموعة	16	نقطة الغليان (درجة مئوية)	444.67
الدورة	3	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.710
السلسلة	لافلزات	أعداد الأكسدة	-2, +2, +4, +6
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.58
نصف قطر الذرة (pm)	104	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	0.269
الشكل البلوري	نظام معيني مستقيم مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	1.23
التوزيع الإلكتروني	$[Ne]3S^23P^4$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	9.62
حجم المول (سم^3\مول)	15.49	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	999.6
الكثافة (جم سم-3)	2.070	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2251
عدد النظائر	11	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3361

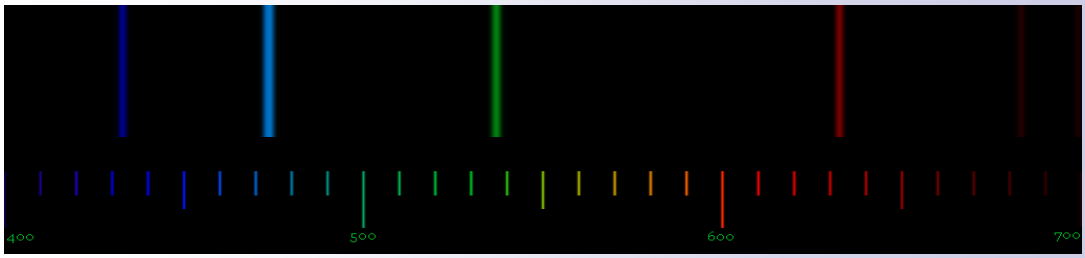
مواقع الخامات في العالم



• بيريت الحديد • كبريت حر

سیلینیوم Se





مقدمة

عنصر لافلزي من عائلة الأكسجين (مجموعة كالكوجينات). شديد الشبه بعنصر الكبريت في مظهره وخواصه الكيميائية و وجوده في عدد من الأشكال المتآصلة.

خامات الكبريتيد تشكل المصادر التجارية للعنصر، حيث يجمع - كناتج عرضي - في عمليات التعدين. وتعتبر صناعة حمض كبريتيك وعمليات التحليل الكهربائي لتنقية النحاس من أهم تلك المصادر.

يتميز عنصر سيلينيوم بخواص كهربي-ضوئية (حيث تتحول الطاقة الضوئية مباشرة الى طاقة كهربائية) و بموصلية ضوئية حيث تنخفض المقاومة الكهربائية بزيادة كثافة الضوء الساقط. للعنصر أيضاً خاصية تحويل التيار الكهربائي المتردد الى تيار مباشر.

هذه المزايا وغيرها منحت عنصر سيلينيوم أهمية في مجال الصناعات الإلكترونية خاصة صناعة الخلايا الضوئية والمقاومات.

أيضاً من استخدامات العنصر المهمة إضافته للمكونات الأساسية لصناعة الزجاج والخزف والمطاط.

سيلينيوم من العناصر الضرورية للحياة. العنصر مضاد للأكسدة ومكون مركزي في العديد من الخمائر (الإنزيمات) المنظمة لوظائف الخلية المتعلقة بمقاومة العديد من الأمراض الخطرة في الإنسان والحيوان.

المصادر الغذائية الرئيسة للعنصر تشمل المنتجات البحرية، اللحوم، الفاصوليا والحبوب الكاملة.

الثوم والعنب من المصادر الطبيعية لعنصر سيلينيوم

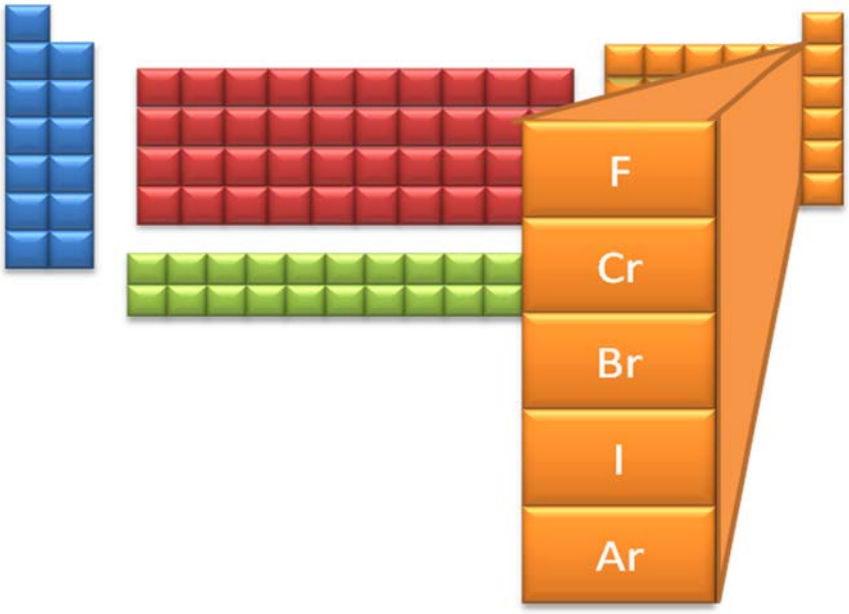
المصدر م-7

التوصيل الكهربائي لسيلينيوم النقي يمكن أن يتضاعف ألف مرة في حالة نقل عينة من الظل الى ضوءساطع

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Se	الكتلة الذرية النسبية	78.96
الرقم الذري	34	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	216
المجموعة	16	نقطة الغليان (درجة مئوية)	684
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.321
السلسلة	لافلزات	أعداد الأكسدة	-2,+4,+6
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.55
نصف قطر الذرة (pm)	215.2	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	2.04
الشكل البلوري	نظام احادي الميل مركزي القاعده	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	5.1
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^{10}4S^{2}4P^{4}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	37.7
حجم المول (رمادي) (سم^3\مول)	16.48	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	940.9
الكثافة (سيلينيوم رمادي) (جم سم-3)	4.790	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2044
عدد النظائر	26	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2974

هالوجينات



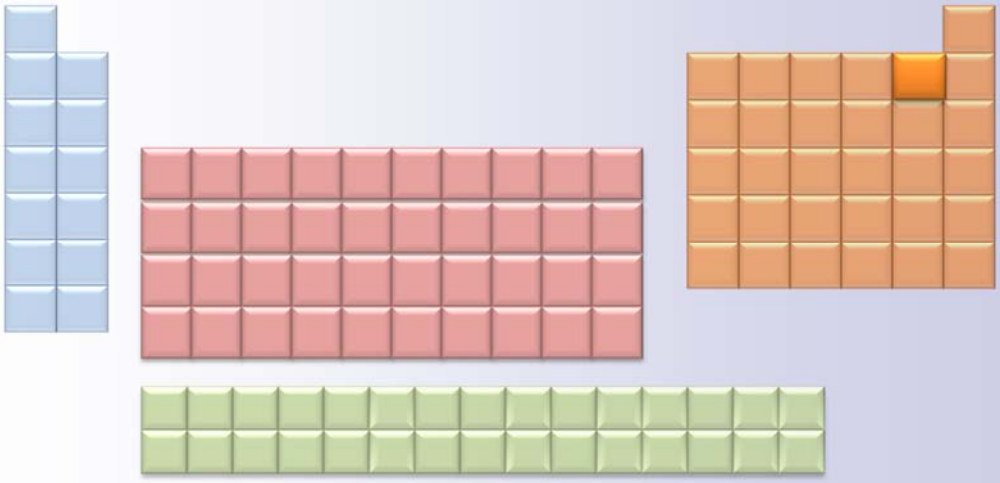
سلسلة عناصر لافلزية تحتل المجموعة 17 وهي المجموعة الوحيدة في الجدول الدوري التي تظهر فيها حالات المادة الثلاث في الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة. فعنصري فلور وكلور عناصر غازية، وعنصر بروم سائل، وعنصري يود وأستاتين عناصر صلبة.

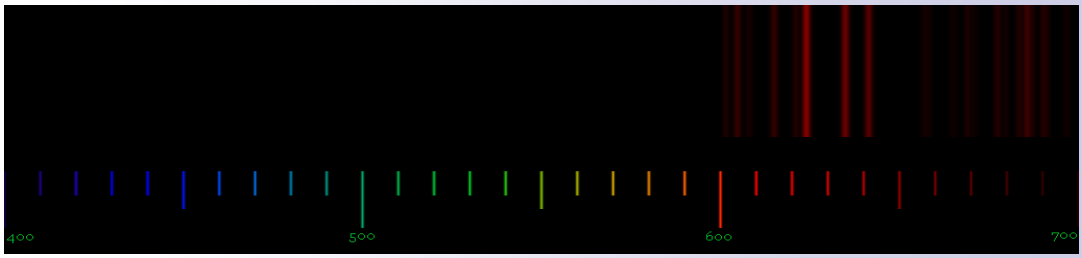
الهالوجينات نشطة كيميائياً وعنصر فلور- على رأس المجموعة - أنشط العناصرالمعروفة ويتفاعل مع جميع المواد العضوية واللاعضوية.

بالاتجاه الى أسفل يقل نشاط العناصر تدريجياً كما ترتفع درجات الانصهار والغليان.

بالإضافة لمقدرتها على التفاعل مع العناصر الأخرى، للهالوجينات المقدرة للاتحاد مع بعضها البعض لتكون مايعرف بالمركبات 'بين الهالوجينية'.

فلور F





مقدمة

غاز أصفر باهت وحارق، يوجد في الطبيعة في عدد من الخامات أهمها خام فلوروسبار(فلوريت).

يحضر العنصر النقي بالتحليل الكهربائي لمصهور خليط من فلوريد الهيدروجين وفلوريد البوتاسيوم حيث ينطلق غاز الفلور عند المصعد وغاز الهيدروجين عند المهبط .

للفلور أعلى قيمة للسالبية الكهربية بين جميع العناصر، وهو أنشطها كيميائياً على الإطلاق. والعنصر من أقوى العوامل المؤكسدة و يتفاعل مع جميع المركبات العضوية والغير عضوية (برادة المعادن، الزجاج، السيراميك، الكربون وحتى الماء، جميعها تحترق في الفلور بلهب ناصع !). والفلور يتحد مباشرة مع جميع العناصر عدا هيليوم ونيون وأرجون.

من أهم استخدامات العنصر التجارية صناعة اللدائن المقاومة للحرارة وانتاج حمض هيدروفلوريك ذو القدرة على إذابة الرمل والزجاج. ومنها انتاج مركبات الفلور والكلور مع الهيدروكربونات (الفريونات) والتي تتميز بثباتها الكيميائي ومقاومتها العالية للحرارة وتستخدم في أعمال التكييف والتبريد لكنها من أخطر عوامل تلوث البيئة.

فلوريد الصوديوم يستعمل في صناعة المبيدات وكمادة حافظة للأخشاب .

الفلور عنصر سام جداً ورائحة قابضة ومميزة بحيث يمكن الإحساس بها في تراكيز أقل من 20 جزء في بليون جزء من الهواء (الحد المصرّح به 1 - 5 جزء في المليون).

من ناحية أخرى يعتبر العنصر (في هيئة الفلوريد) أحد المكونات الرئيسة في تركيب أنسجة العظام والأسنان.

الأسماك والمنتجات البحرية والملح الخام ومياه المدن المفلورة وأوراق الشاي تمثل أهم مصادر العنصر الغذائية.

خام فلوريت
- فرنسا -
المصدر م-2

يضاف الفلور بتراكيز ضعيفة لمياه شرب المدن ضمن الخطط الصحية لمكافحة تسوس الأسنان .

أيضاً يضاف فلوريد القصدير لمكونات معجون الأسنان لمكافحة التسوس .

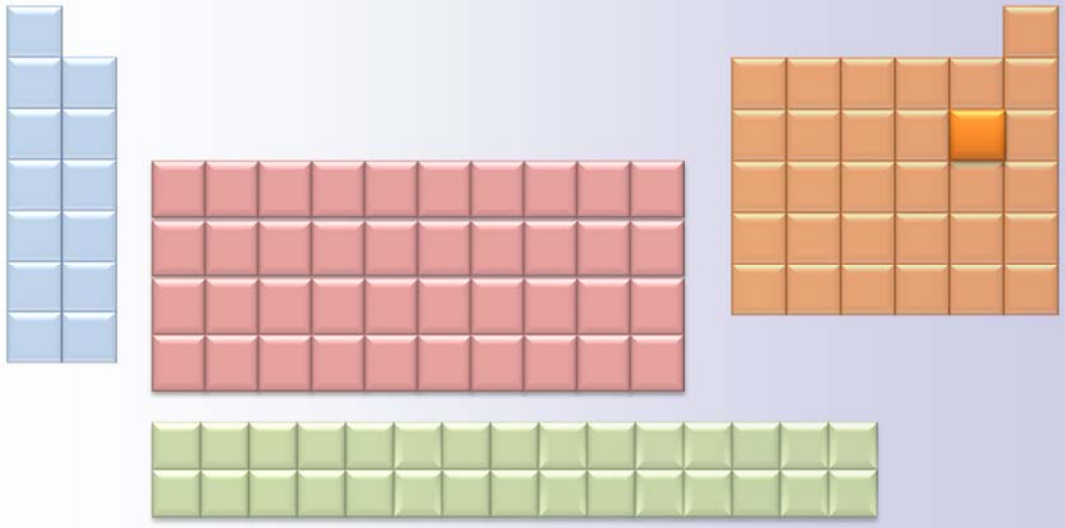
الخواص الفيزيائية والكيميائية

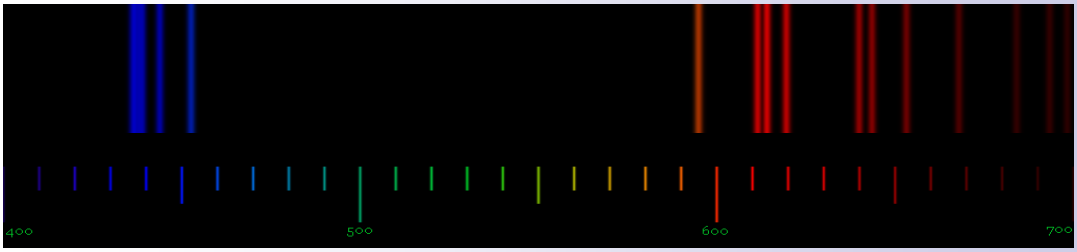
رمز العنصر	F		الكتلة الذرية النسبية	18.998
الرقم الذري	9		نقطة الانصهار	-219.62
المجموعة	17		نقطة الغليان	-188.14
الدورة	2		الحرارة النوعية	0.824
السلسلة	لافلزات		أعداد الأكسدة	-1, +7
الحالة الفيزيائية	غاز		سالبية كهربية	3.98
نصف قطر الذرة (pm)	70.9		(باولنج) الموصلية الحرارية (واط \ متر. كلفن)	0.0279
الشكل البلوري	نظام بسيط	آحادي	الميل	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	5.10
التوزيع الإلكتروني	$^{5}1S2^{2}S^{2}2P$			حرارة التبخر (كجول مول-1)	6.548
حجم المول(24K) سم^{3}\مول	18.05			جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1681
الكثافة (جم دسم3- 293 كلفن،1 ض ج)	1.516			جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	3374
عدد النظائر	7			جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	6050

مواقع الخامات في العـالم

• فلوروسبار • كريوليت

کلور Cl





مقدمة

غاز أصفر- مخضر، يمكن تسييله بسهولة بزيادة الضغط في درجة الحرارة العادية. يوجد في الطبيعة (في حالة مرتبطة فقط) في عدد من المركبات أهمها كلوريد الصوديوم (خام هاليت) وكلوريد البوتاسيوم.

الكلور عنصر نشط جداً كيميائياً ويتحد مباشرة مع جميع العناصر باستثناء الغازات النبيلة وعناصر كربون، نيتروجين وأكسجين .

يحضر الكلور تجارياً بالتحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم (خلية داون) كما يجمع - كناتج عرضي - في عملية الإنتاج الصناعي للصودا الكاوية (هيدروكسيد صوديوم) في خلايا التحليل االكهروكيميائية.

يستخدم الغاز في تحضير كلوريد الفينيل وهي المادة الأولية لصناعة أشهر اللدائن (بلاستيك بي- في -سي). كما يستخدم على نطاق واسع في تطهير مياه شرب المدن ومياه الصرف الصحي. والكلور عنصر مهم في صناعة الورق، الأصباغ، المطهرات، الصناعات البترولية، المبيدات الحشرية والصناعات الغذائية.

هيبوكلوريت الصوديوم مادة مؤكسدة قوية تستخدم في التنظيف والتعقيم وتحتوي على صوديوم وكلور وأكسجين.

محلول هيبوكلوريت الصوديوم المنزلي (تركيزه 3 - 6 %) مطهر فعال ومبيض مزيل للألوان لكنه يتأثر بالحرارة ويفقد خواصه المبيضة والمعقمة في درجات الحرارة العالية أو بإضافة ماء أو حمض.

هيبوكلوريت الكالسيوم مزيل للألوان ومعقم مستخدم في تطهير المياه.

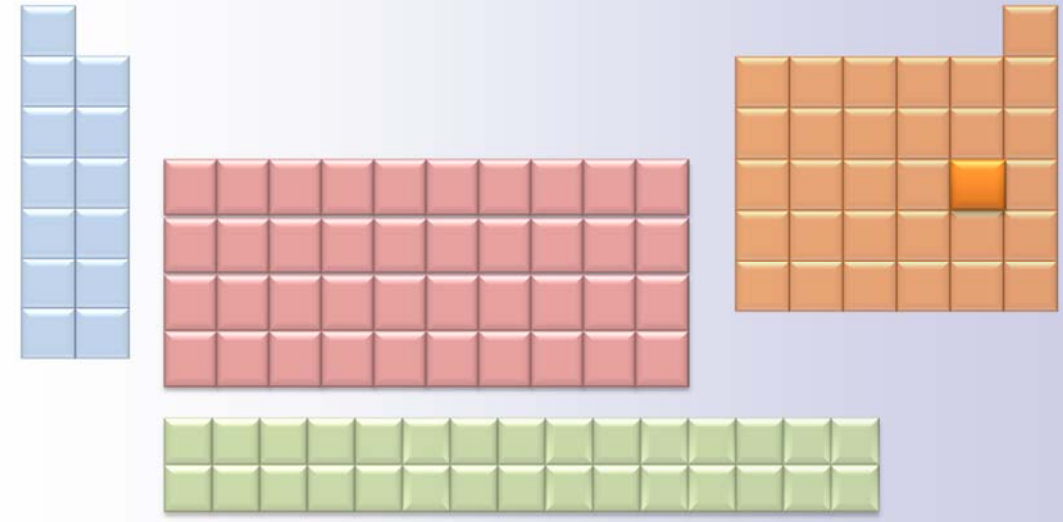
المحاليل المنزلية المبيضة تحتوي على هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة تبلغ 5.25 % لكنها تتأثر بالحرارة وتفقد فعاليتها في درجة حرارة 40 درجة مئوية أو أعلى

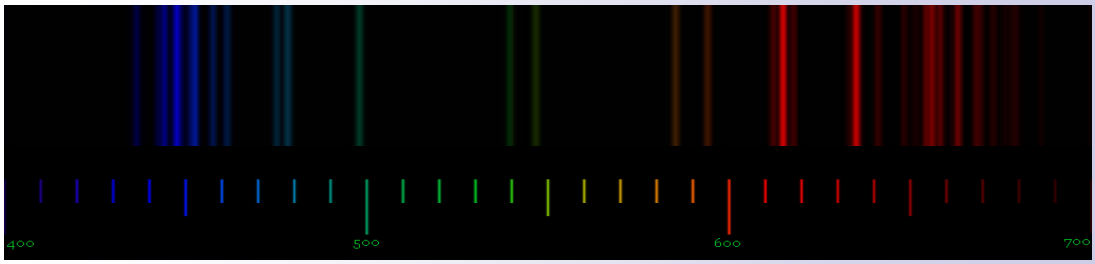
الكلور غاز سام جداً ولا يجب التعرض له بنسبة تتعدى جزءاً واحداً لكل مليون جزء من الهواء.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	CL	الكتلة الذرية النسبية	35.453
الرقم الذري	17	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-100.95
المجموعة	17	نقطة الغليان (درجة مئوية)	-34.55
الدورة	3	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.479
السلسلة	الهلوجينات	أعداد الأكسدة	-1,+1,+3,+5,+7
الحالة الفيزيائية (20°C)	غاز	سالبية كهربية (باولنج)	3.16
نصف قطر الذرة (pm)	99.4	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	0.0089
الشكل البلوري	هرم رباعي بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	6.41
التوزيع الإلكتروني	$[Ne]3S^23P^5$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	20.4033
حجم المول (113 K) (سم^3\مول)	17.46	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1251.1
الكثافة (113 K) (جم دسم-3)	2.030	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2297
عدد النظائر	13	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3826

بروم Br





مقدمة

سائل أحمر داكن، ثقيل، و أبخرته حمراء قابضة وسامة. والبروم هوالافلز الوحيد الموجود في حالة السيولة في الظروف العادية.

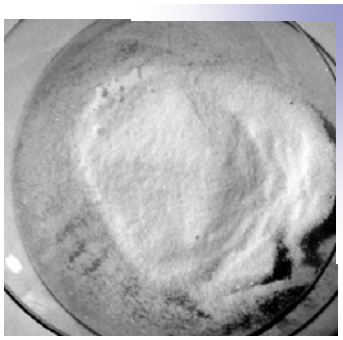
العنصر نادر الوجود في اليابسة لكنه متوفر في البحار والبحيرات المالحة التي تشكل مصدره التجاري الرئيس حيث يستخلص (مع عنصر اليود الموجود في نفس المصدر) عن طريق الأكسدة بواسطة الكلور.

البروم نشط جداً كيميائياً (أنشط من اليود وأقل نشاطاً من الفلور). يُكوّن بروميدات مع الكثير من العناصر بما فيها الهالوجينات الأخرى ويتفاعل بسرعة مع المركبات العضوية غير المشبعة ويعمل في المحاليل المائية كعامل مؤكسد قوي.

مركبات البروم تستخدم في المبيدات الحشرية ، مضادات الحريق وفي مجال الصناعات الصيدلانية والأفلام الفوتوغرافية.

بروميد بوتاسيوم ملح أبيض سام ومسرطن وعامل مؤكسد قوي لكنه يتفكك بالحرارة.

استخدمت البرومات على نطاق واسع في تحسين الخبز والمعجنات قبل أن تدرج ضمن المواد المسببة للسرطان ويحظر استخدامها في أوروبا عام 1990م ثم في معظم دول العالم .



برومات بوتاسيوم

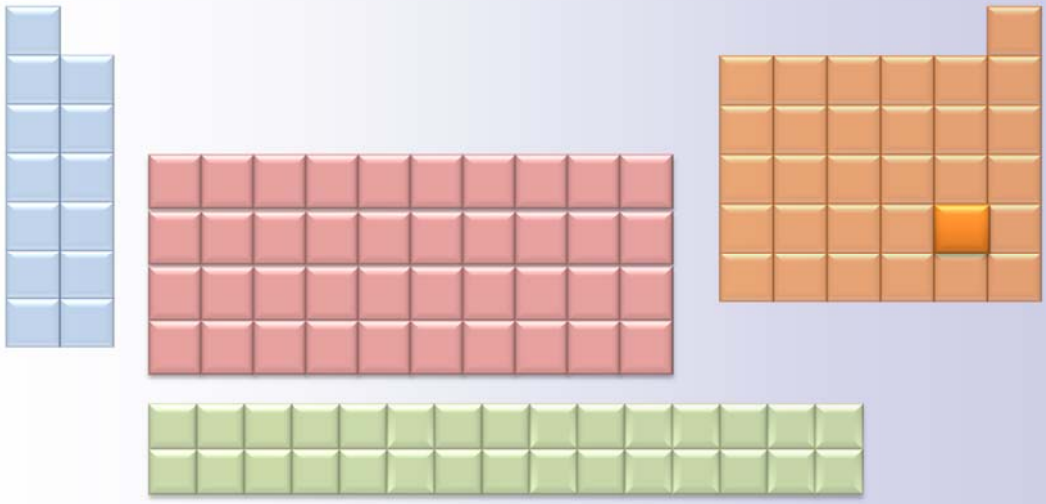
ملح أبيض سام ومسرطن وعامل مؤكسد قوي

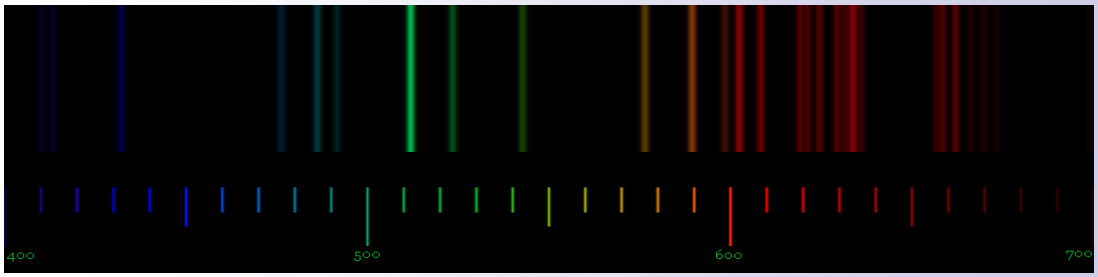
المصدر م - 3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Br	الكتلة الذرية النسبية	79.904
الرقم الذري	35	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-7.25
المجموعة	17	نقطة الغليان (درجة مئوية)	58.75
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.226
السلسلة	هالوجينات	أعداد الأكسدة	-1,+1,+5,+7
الحالة الفيزيائية (20°C)	سائل	سالبية كهربية (باولنج)	2.96
نصف قطر الذرة (pm)	114.5	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	0.122
الشكل البلوري	نظام معيني مستقيم بسيط	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	10.8
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^{10}4S^{2}4P^{5}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	30.0
حجم المول (123K) (سم^3\مول)	19.73	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1139.9
الكثافة (123K) (جم سم-3)	4.050	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2104
عدد النظائر	28	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3500

یود I





مقدمة

عنصر صلب، لامع، أزرق مائل للسواد، يتصاعد في درجة الحرارة العادية في هيئة أبخرة زرقاء بنفسجية مهيّجة.

اليود نادر الوجود في القشرة الأرضية ومصادره الرئيسة في مياه البحار والبحيرات المالحة حيث يستخلص العنصر – مع البروم الموجود في نفس المصادر – عن طريق الأكسدة بواسطة غاز الكلور.

من أهم مركبات العنصر يودات ويوديد صوديوم . والأخير يستخدم في صناعة بعض العقاقير، ومحلوله مع اليود في الكحول (صبغة اليود) يستعمل كمطهر للجروح الخارجية.

للعنصر الطبيعي نظير واحد فقط هو يود - 127، وقد أمكن تحضير العديد من النظائر المشعة ذات أعمار نصف تتراوح من عدة دقائق إلى عدة أيام.

وتستعمل نظائر اليود المشعة على نطاق واسع في الأبحاث العلمية والتطبيقية وفي المجالات الطبية خاصة في تشخيص وعلاج أمراض القلب والبنكرياس واضطرابات الغدة الدرقية.

اليود من العناصر الضرورية للحياة وهو أحد مكونات هرمون ثيروكسين الموجود في الغدة الدرقية، ونقص العنصر يتسبب في تضخم الغدة مع اضطرابات خطيرة في وظائف الجسم. يضاف اليود لملح المائدة (كلوريد الصوديوم) التجاري لتعويض النقص في العنصر خاصة عند الأطفال.

المأكولات البحرية ، البيض، والخضر ومنتجات الألبان تشكل المصادر الغذائية الطبيعية للعنصر.

عنصر اليود

يطلق أبخرة بنفسجية في درجة الحرارة العادية

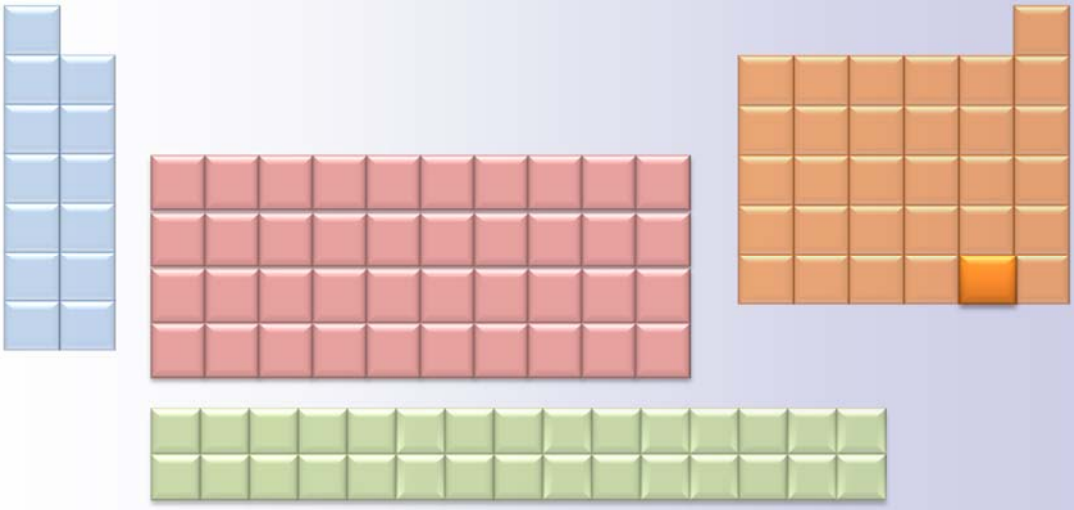
المصدر م-7

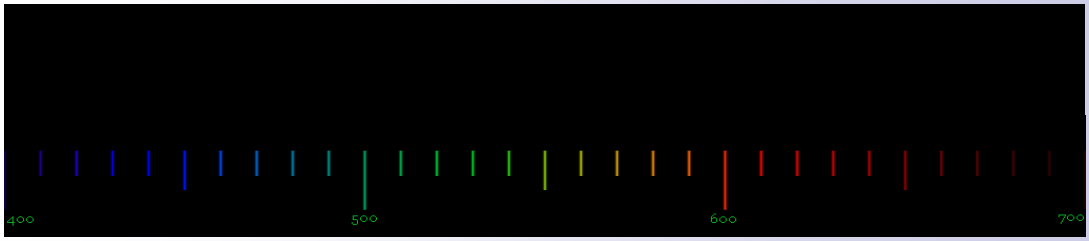
يستخدم اليود في الكشف عن النشاء حيث يدل اللون الأزرق الداكن على وجود النشا

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	I	الكتلة الذرية	126.904
الرقم الذري	53	نقطة الانصهار(درجة مئوية)	113.55
المجموعة	17	نقطة الغليان(درجة مئوية)	184.35
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.145
السلسلة	هالوجينات	أعداد الأكسدة	-1, +1, +5,+7
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.66
نصف قطر الذرة (pm)	133.1	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	0.449
الشكل البلوري	نظام معيني مستقيم مركزي الجسم	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	15.27
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^{10}5S^{2}5P^{5}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	41.67
حجم المول (سم^3\مول)	25.74	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1008.4
الكثافة (جم سم-3)	4.930	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1845.9
عدد النظائر	37	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3200

أستاتين At





مقدمة

هالوجين صلب وعنصر مشع تنبأ بوجوده العالم مندليف في 1868 م وترك مكانه شاغراً في الجدول الدوري للعناصر.

حضّر أستاتين صناعياً عام 1940م بقذف النظير بيزموث-209 بواسطة جسيمات ألفا (نويات هيليوم) حيث نتج عدد من نظائر العنصر القصيرة العمر.

يوجد استاتين في الطبيعة مرافقاً لخامات يورانيوم فى هيئة شوائب من نظائر - قصيرة العمر- تتوالد باستمرار نتيجةً التحلل الإشعاعي البطيء لعنصر يورانيوم.

يعرف للعنصر 33 نظيراً تتراوح كتلها الذرية من 191 ألى 223 وحدة كتلة ذرية . أهم هذه النظائر أستاتين - 210 والنظير أستاتين-211 (أعمار نصفها 8 ساعات و7 ساعات على التوالي).

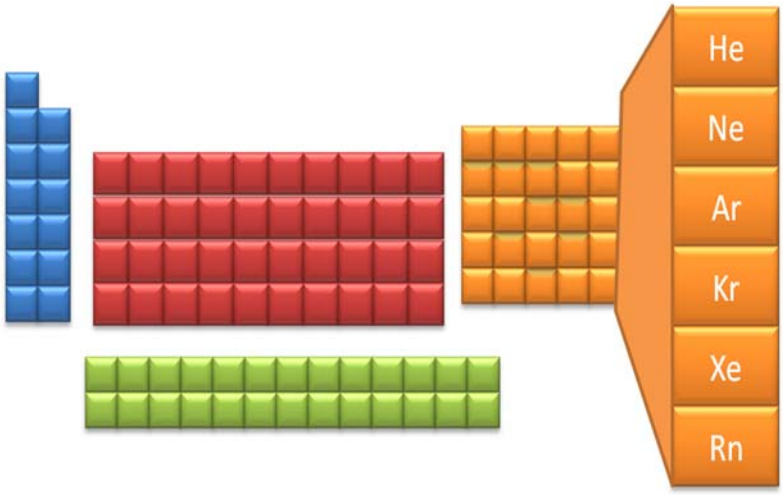
لا توجد استخدامات عملية لأستاتين عدا في مجال الأبحاث العلمية البحتة ، ذلك لكونه عنصراً خاملاً ونادراً في الطبيعة بالإضافة لقصر أعمار جميع نظائره (أكثر نظائر العنصر استقراراً هو النظير استاتين -210).

أستاتين عنصر خامل ونادر الوجود في الطبيعة وأطول نظائره عمراً استاتين –210 وله عمر نصف مقداره 8 ساعات

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	At	الكتلة الذرية	209.987
الرقم الذري	85	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	301.85
المجموعة	17	نقطة الغليان (درجة مئوية)	336.85
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	####
السلسلة	الهالوجينات	أعداد الأكسدة	-1, +1, +5, +7
الحالة الفيزيائية (20°C)	صلب	سالبية كهربية (باولنج)	2.2
نصف قطر الذرة (pm)	145	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	1.7
الشكل البلوري	####	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	23.8
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6S^{2}6P^{5}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	####
حجم المول (سم^3\مول)	####	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	930
الكثافة (جم سم-3)	####	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	1600
عدد النظائر	33	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	2900

غازات نبيلة



سلسلة العناصر في المجموعة 18 ويطلق عليها أيضاً 'الغازات الخاملة'. وقد ساد الاعتقاد بأنها خاملة تماماً حتى منتصف القرن العشرين عندما ثبت عملياً أنها ليست كذلك وبالفعل حضّر العديد من مركباتها –خاصة مركبات زينون- مع الفلور والأكسجين.

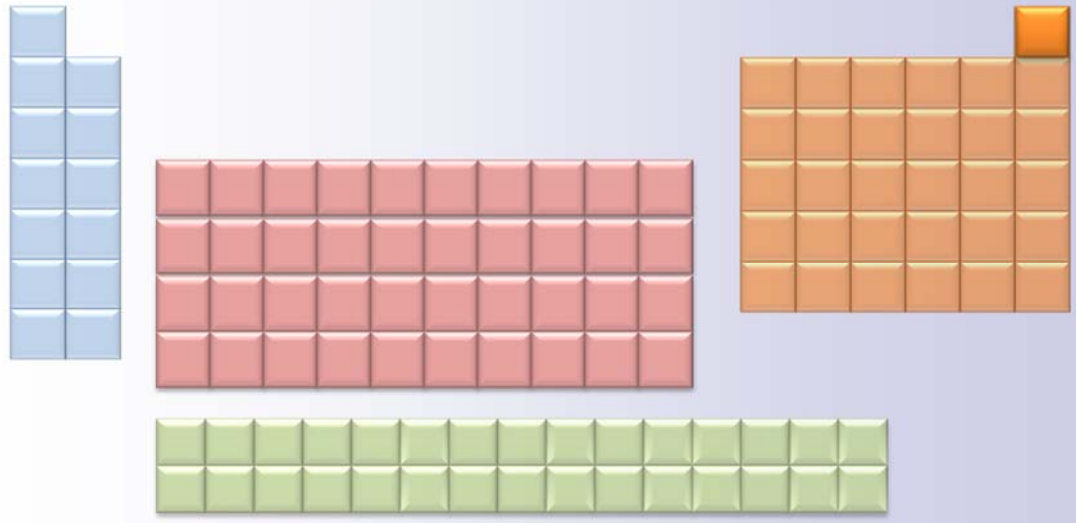
عناصر هذه المجموعة، لا لون لها ولا طعم ولا رائحة، خاملة وغير قابلة للاشتعال وجميعها غازات أحادية الذرة في الظروف العادية.

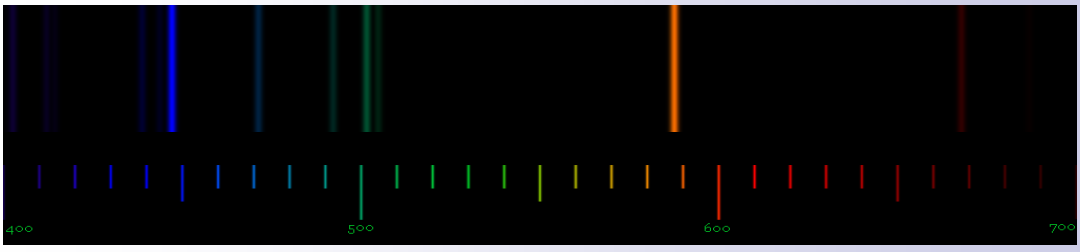
استخدامات الغازات النبيلة تشمل صناعة الليزر وكونها خاملة كيميائياً تستخدم في تعبئة المصابيح الكهربائية وكغطاء واقٍ أثناء لحام المعادن الحساسة للهواء.

عنصر أرجون هو الأوفر في جو الأرض ويشكل أكثر من 1% من كتلة الغلاف الجوي.

باستثناء هيليوم يشكل الهواء الجوي المصدر التجاري الرئيس للغازات النبيلة حيث تحضر صناعياً بواسطة التقطير التجزيئ للهواء المسال.

هيليوم He





مقدمة

عنصر غازي لا لون له ولا طعم ولا رائحة. خامل كيميائياً وغير قابل للاشتعال. من أندر العناصر في جو الأرض، ونسبته في حدود جزء لكل 200 ألف جزء من الهواء الجوي، لكنه العنصر الأعلى وفرة (بعد عنصر هيدروجين) على نطاق الكون المعروف.

يعزى وجود غاز الهيليوم في محيط الأرض للتحلل التلقائي لعنصري يورانيوم وثوريوم والعناصر المشعة الأخرى التي تطلق نوى ذرات هيليوم (جسيمات ألفا).

يعتبرالغاز الطبيعي مصدر العنصر التجاري الرئيس حيث يستخلص عقب تسييل الغازات المرافقة.

يتميز الهيليوم بأعلى قيمة موصلية حرارية بين الغازات وبأدنى درجة تجمد بين جميع العناصر، والهيليوم السائل أبرد مادة معروفة وفي وجوده تتحول جميع الغازات والسوائل إلى مواد صلبة.

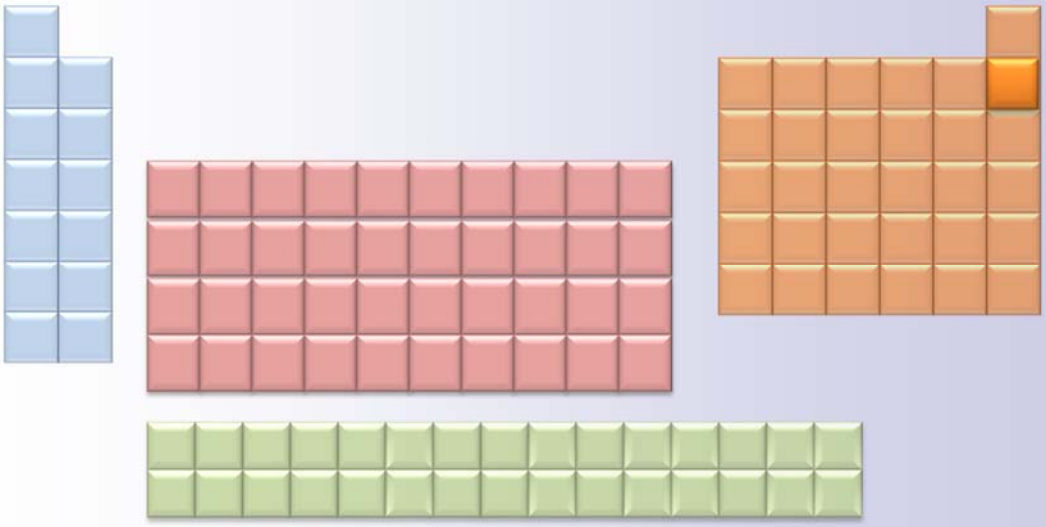
يستخدم الهيليوم السائل (269 درجة تحت الصفر) في أغراض التبريد، ونظراً لكونه لا يتأثر بالإشعاعات فانه يستخدم في تبريد المفاعلات النووية. وغاز هيليوم يوفر الغطاء الضروري للوقاية من الأكسدة أثناء لحام الفلزات الخفيفة مثل مغنيزيوم وألمنيوم.

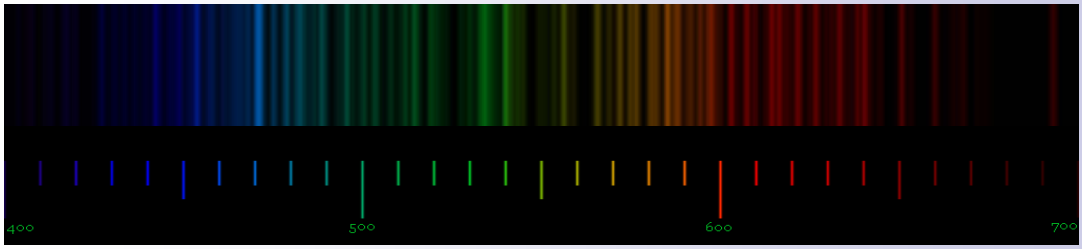
بالرغم من أن لهيليوم ضعف كثافة الهيدروجين إلا أن قدرته على الحمل تساوي 98% من قدرة الهيدروجين. لهذا السبب وأيضاً لأنه البديل الأكثر سلامة من الهيدروجين (حيث لا يحترق ولا ينفجر) يستخدم هيليوم في تعبئة البالونات والمناطيد الهوائية.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	He	الكتلة الذرية النسبية	4.003
الرقم الذري	2	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-272.2
المجموعة	18	نقطة الغليان (درجة مئوية)	-268.934
الدورة	1	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	5.193
السلسلة	لا فلز	أعداد الأكسدة	0
الحالة الفيزيائية	غاز	سالبية كهربية (باولنج)	0
نصف قطر الذرة (pm)	128	الموصلية الحرارية (واط \ متر. كلفن)	0.152
الشكل البلوري	نظام سداسي	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	0.021
التوزيع الإلكتروني	$1S^2$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	0.082
حجم المول (سم^3 \مول)	32.07	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	2372.2
الكثافة (جم دسم3- 293 كلفن-1 ض ج)	0.125	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	5250.4
عدد النظائر	5	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

نیون Ne





مقدمة

غاز نبيل مثالي، عديم اللون والرائحة. من أندر العناصر في جو الأرض (تقدر نسبته في حدود 0.0015 % من الهواء الجوي)، لكنه من أوفر العناصر في الكون المنظور، وتعزى ندرته في محيط الأرض لخفة وزنه مع خموله الكيميائي.

نيون يستخلص عادة - كناتج عرضي - في مصانع إنتاج الهواء المسال حيث ينتج أكسجين ونيتروجين بالاضافة لأرجون وكريبتون وزينون. وتكتمل التنقيه بتطبيق تقنية الامتزاز الانتقائي على سطح الفحم المنشط.

نيون أقل الغازات النبيلة نشاطاً وهو بالتالي الأقل نشاطاً بين جميع العناصر الكيميائية.

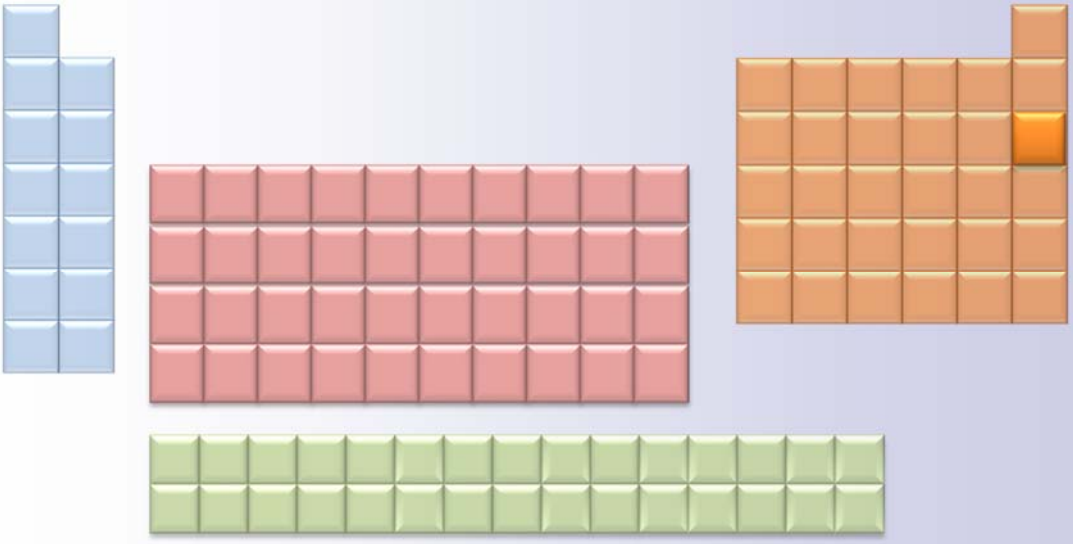
تفريغ شحنة كهربائية خلال الغاز تحت ضغط منخفض يسفر عن توهج نيون بضوء برتقالي- محمر مميز يستخدم في عمل لافتات النيون المتوهجة وفي أنابيب شاشات العرض المرئي.

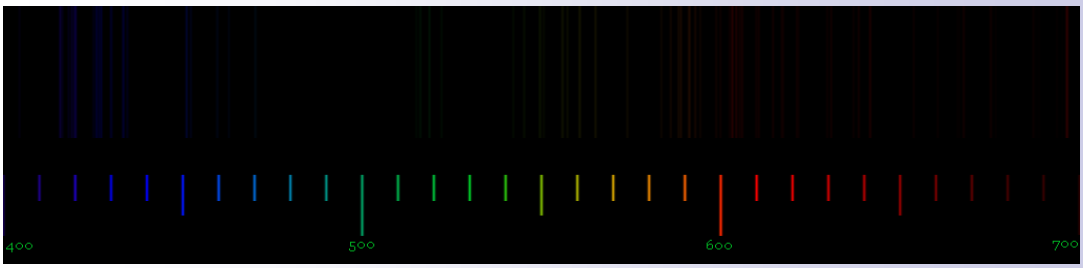
نيون يستخدم (مع هيليوم) لتوليد أشعة الليزر وفي أغراض التبريد.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Ne	الكتلة الذرية النسبية	20.179
الرقم الذري	10	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-248.67
المجموعة	18	نقطة الغليان (درجة مئوية)	-246.05
الدورة	2	الحرارة النوعية (جول\جم كلفن)	1.030
السلسلة	لافلزات	أعداد الأكسدة	0
الحالة الفيزيائية (20°C)	غاز	سالبية كهربية (باولنج)	0
نصف قطر الذرة (pm)	154	الموصلية الحرارية (واط \ متر. كلفن)	0.0493
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	0.324
التوزيع الإلكتروني	$[He]2S^2 2P^6$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	1.736
حجم المول(24K) سم^3\مول	13.97	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	2080.6
الكثافة (جم دسم-3 293 كلفن,1 ض. ج)	1.444	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	3952.2
عدد النظائر	9	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	6122

أرجون Ar





مقدمة

غاز لا لون له ولا رائحة ولا طعم، وهو أول عنصر يكتشف في مجموعة الغازات النبيلة (1893 م).

أرجون موجود بوفرة في الطبيعة. يحتل المرتبة الأولى في مجموعته والثالثة بين غازات الغلاف الجوي (يلي نيتروجين وأكسجين) ويقارب تركيزه 1 % من حجم الهواء الجوي. ويعزى وجود أرجون الطبيعي للتحلل التلقائي للنظير بوتاسيوم- 40 (يستفاد من هذه الظاهرة في تقدير أعمار الصخور).

أرجون عنصر خامل كيميائياً ولا تعرف له مركبات مستقرة وثابتة في الظروف العادية.

عمليات التقطير التجزيئي للهواء المسال تشكل المصدر التجاري للغاز الذي يستخلص - كناتج عرضي - مع غازات نبيلة الأخرى(نيون، كريبتون وزينون).عقب إنتاج أكسجين ونيتروجين.

يعتبر أرجون الغاز النبيل الأرخص والأكثر استخداماً.

أهم استخدامات أرجون في تعبئة المصابيح الكهربائية وفي الدروع الواقية أثناء عمليات لحام الفلزات الحساسة للعوامل الجوية مثل ألمنيوم والفولاذ، وفي أعمال الليزر(اصدار ضوء الليزر الأزرق). أيضاً للغاز أهمية خاصة في عمليات إطفاء الحرائق خاصة في حالات وجود أغراض أو معدات حساسة للحركة في موقع الحريق.

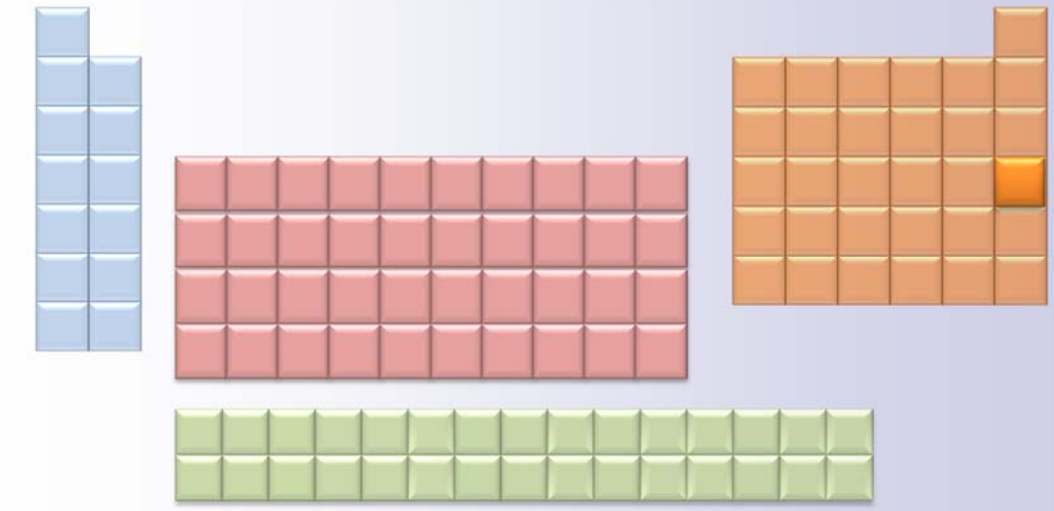
يستعمل غاز أرجون في أنبوب التفريغ الكهربائي مع بخار الزئبق لمنح الوهج الأزرق

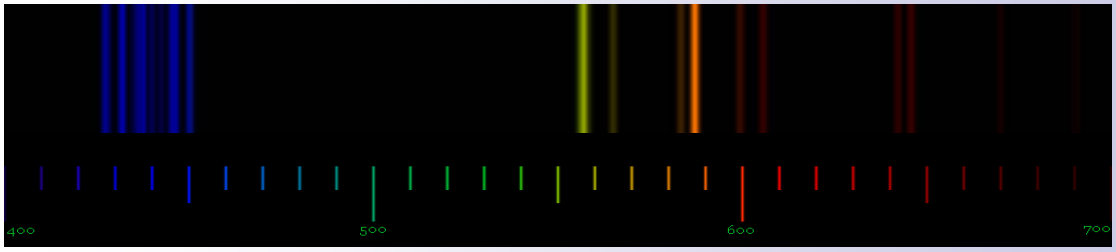
المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Ar	الكتلة الذرية النسبية	39.948
الرقم الذري	18	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-189.35
المجموعة	18	نقطة الغليان (درجة مئوية)	-185.85
الدورة	3	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.520
السلسلة	غازات نبيلة	أعداد الأكسدة	0
الحالة الفيزيائية (20°C)	غاز	سالبية كهربية (باولنج)	0
نصف قطر الذرة (pm)	174	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	0.0177
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	1.21
التوزيع الإلكتروني	$[Ne]3S^23P^6$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	6.53
حجم المول (40 K) (سم^3\مول)	24.12	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1520.4
الكثافة (1, 273 K ض.ج) (جم دسم-3)	1.656	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2665.2
عدد النظائر	15	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3928

کریپتون Kr





مقدمة

غاز لا لون له ولاطعم ولا رائحة . يوجد في الهواء بنسبة جزء لكل مليون جزء تقريباً ، ويجمع- كناتج عرضي- من عمليات التقطير التجزيئى للهواء المسال. أيضاً تستخلص بعض نظائر العنصر المشعة من مخلفات وقود الأفران الذرية.

لا يعتبر كريبتون عنصراً نبيلاً مثالياً، فقد أمكن إجراء عدد من التفاعلات وحضّر عدد من مركباته المستقرة مثل ثنائي الفلوريد الذي أمكن تحضيره بعدة طرق لاستعماله في إنتاج أشعة ليزر تتميز بموجات قصيرة وحزم ضوئية متسقة.

يستخدم غاز كريبتون (مع غاز أرجون) في تعبئة المصابيح المتوهجة والأنابيب الضوئية اللاصفة.

النظير كريبتون -85 المشع (بعمر نصف 10.76 عاماً) يستعمل للكشف عن الثقوب والتسرب في المعدات والأجهزة الحساسة كأجزاء الطائرات

في 1960 اعتمد الاتحاد العالمي للمقاييس عنصر كريبتون لتعريف وحدة قياس الأطوال (المتر) بحيث يكون طول واحد متر يساوي 1650,763.73طول موجة (في الفراغ) للخط الأحمر- برتقالي للنظير كربتون– 33.

كريبتون المتأين في أنابيب التفريغ يبعث ضوءاً أبيض ناصعاً يستخدم في مجال التصوير.

الغاز (مع أرجون) يستعمل في تعبئة المصابيح والأنابيب الضوئية اللاصفة، وفي علامات النيون المتعددة الألوان.

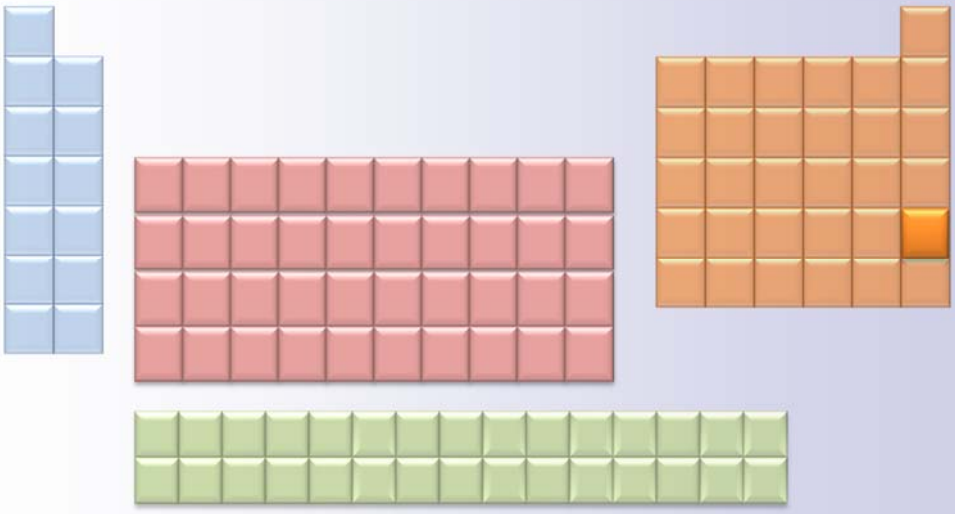
كريبتون (مع زينون) يستخدم في المصابيح المتوهجة لإطالة عمر سيليك تنغستن مع إتاحة رفع درجة الحرارة لزيادة قوة الضوء

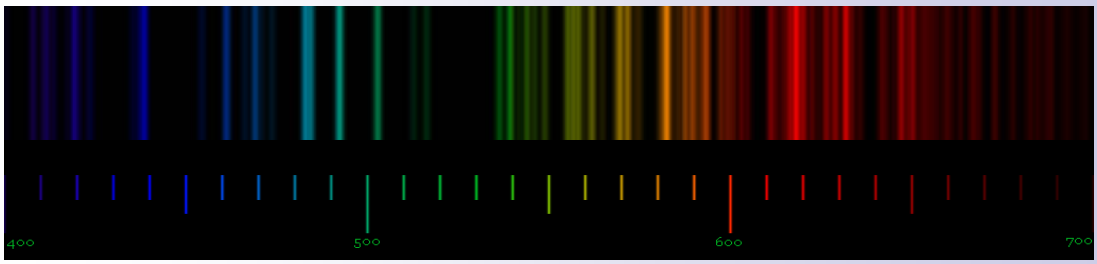
المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Kr	الكتلة الذرية النسبية	83.80
الرقم الذري	36	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-156
المجموعة	18	نقطة الغليان (درجة مئوية)	-152
الدورة	4	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.248
السلسلة	غازات نبيلة	أعداد الأكسدة	0
الحالة الفيزيائية (20°C)	غ ز	سالبية كهربية (باولنج)	0
نصف قطر الذرة (pm)	202	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	0.0095
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	1.64
التوزيع الإلكتروني	$[Ar]3d^{10}4S^{2}4P^{6}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	9.05
حجم المول (116K) (سم^3\مول)	29.68	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1450.7
الكثافة (116K) (جم دسم-3)	2.823	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2350
عدد النظائر	27	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3565

زینون Xe





مقدمة

غاز ثقيل لا لون له ولا رائحة. نادر في الغلاف الجوي للأرض وتقدر نسبته بجزء واحد لكل 11 مليون جزء من الهواء. وتوجد شوائب من الغاز ضمن الغازات المنبعثة من الينابيع المعدنية.

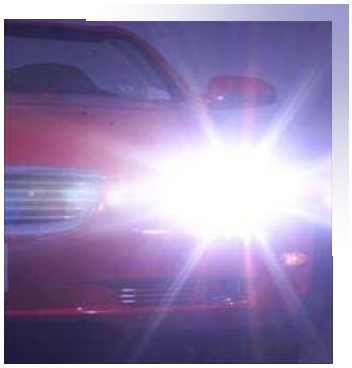
الوجود الطبيعي للعنصر يعزى للتحلل التلقائي لنظائر يورانيوم.

يستخلص الغاز في الصناعة - كناتج عرضي - من عمليات تحضير الأكسجين والنيتروجين بالتقطير التجزيئي للهواء المسال، حيث يتبخر نيتروجين (-195 درجة مئوية) ويبقى زينون (وكربتون) مع الأكسجين ليتم الفصل لاحقاً بواسطة التقطير التجزيئي وتقنيات الفصل بجل السيليكا.

لا يعتبر زينون غازاً نبيلاً مثالياً. فهو يتحد مع أكسجين والعناصر القلوية مكوناً الأكسيد والأملاح على التوالي، ويتفاعل زينون مباشرة مع الفلور ليكون الفلوريدات التى تتحلمأ (تتحلل في الماء) لتنتج محلولاً حمضياً يحتوي على مادة متفجرة هي ثالث أكسيد زينون.

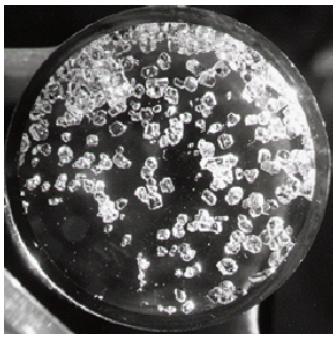
يستخدم الغاز في مصابيح الزينون ذات الكثافة الضوئية الحادة ومن أهمها مصباح تفريغ زينون عالي الكثافة المستخدم في المصباح الأمامي للسيارات.

زينون-133 نظير مشع يبعث أشعة بيتا وأشعة جاما ويتميز بعمر قصير (نصف عمر 5.3 يوم فقط) مما أتاح استعماله في مجال التشخيص الطبي.



مصباح تفريغ غاز زينون عالي الكثافة يصدر الضوء من النهاية الزرقاء للطيف حيث أعلى حساسية للعين أثناء الليل

المصدر م-3



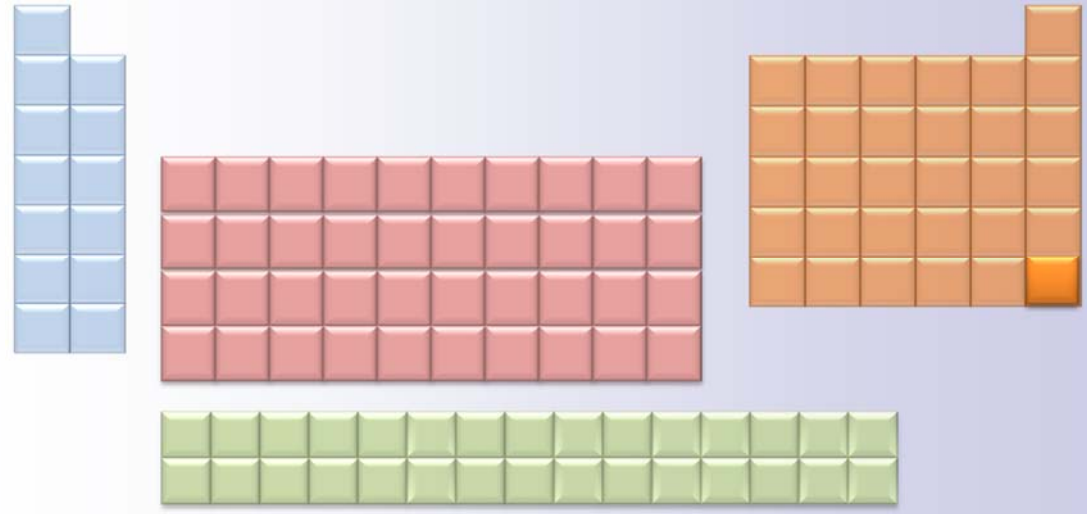
بلورات رابع فلوريد زينون

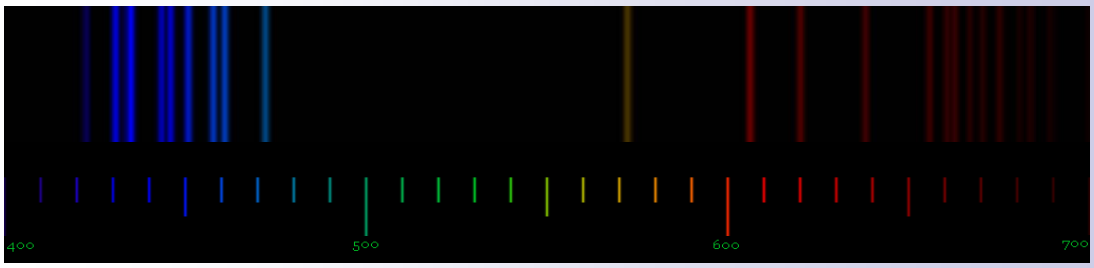
المصدر م-3

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمزالعنصر	Xe	الكتلة الذرية	131.29
الرقم الذرري	54	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-111.97
المجموعة	18	نقطة الغليان (درجة مئوية)	-107.05
الدورة	5	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.158
السلسلة	غازات نبيلة	أعداد الأكسدة	0
الحالة الفيزيائية (20°C)	غاز	سالبية كهربية (باولنج)	0
نصف قطر الذرة (pm)	218	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	0.00569
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	3.1
التوزيع الإلكتروني	$[Kr]4d^{10}5S^{2}5P^{6}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	12.65
حجم المول (161K) (سم^3\مول)	37.09	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1170.4
الكثافة (161K) (جم دسم-3)	3.540	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	2046
عدد النظائر	35	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	3097

رادون Rn





مقدمة

عنصر غازي مشع، اكتشف عام 1900م. يحتل المرتبة الأخيرة في مجموعة الغازات النبيلة المعروفة ويعزى وجوده في الطبيعة للتحلل التلقائي لعنصري راديوم وثوريوم.

رادون عنصر خامل كيميائياً. يوجد في الهواء وفي مياه بعض الينابيع وهو أثقل الغازات المعروفة على الإطلاق.

يستخلص الغاز- كناتج عرضي - من تعدين خامات يورانيوم وتجرى عمليات تنقية للتخلص من الأكسجين والهيدروجين والهيليوم والغازات المرافقة الأخرى.

رادون غاز سام. ينبعث من القشرة الأرضية، ويشكل - رغم تركيزه المتدني في الهواء - أحد أخطر الملوثات المهددة للبيئة على نطاق العالم. النظير رادون- 222 (عمر النصف أقل من 4 أيام) يستنشق مع هواء التنفس ويبدأ في التحلل ليتحول خلال دقائق مكوناً عنصر بولونيوم الصلب والنشط إشعاعياً (بولونيوم-218) الذي يترسب داخل الأنسجة الحيّة ليشكل مصدراً محلياً لإشعاعات ألفا المدمرة (نويات هيليوم).

تكمن خطورة رادون في كونه عنصراً غازياً خاملاً لا يتأثر بالعوامل الجوية ولا لون له ولا طعم ولا رائحة. يتسرب من مصادره الطبيعية إلى الهواء الجوي ليتركز في المناطق المنخفضة وداخل المباني السكنية.

بسبب قصر عمره يستخدم النظير رادون-222 (وهو النظير الأطول عمراً) في التشعيع العلاجي.

رادون عنصر سام ويشكل أحد أخطر الملوثات المهددة للبيئة على نطاق العالم

يعتقد أن وجود رادون في الهواء الجوي يأتي في المرتبة الثانية (بعد التدخين) كعامل مسبب لسرطان الرئة.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

رمز العنصر	Rn	الكتلة الذرية	222.018
الرقم الذري	86	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	-71.15
المجموعة	18	نقطة الغليان (درجة مئوية)	-61.75
الدورة	6	الحرارة النوعية (جول/جم. كلفن)	0.094
السلسلة	الغازات النبيلة	أعداد الأكسدة	0
الحالة الفيزيائية (20°C)	غاز	سالبية كهربية (باولنج)	####
نصف قطر الذرة (pm)	240	الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)	0.00364
الشكل البلوري	نظام تكعيبي مركزي الوجه	حرارة الانصهار (كجول مول-1)	2.7
التوزيع الإلكتروني	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6S^{2}6P^{6}$	حرارة التبخر (كجول مول-1)	18.1
حجم المول(211 K) (سم^3\مول)	50.5	جهد التأين(الأول) (كجول مول-1)	1037.08
الكثافة (211 K) (جم دسم-3)	4.400	جهد التأين(الثاني) (كجول مول-1)	####
عدد النظائر	34	جهد التأين(الثالث) (كجول مول-1)	####

الملحقات

ملحق 1: ترتيب العناصر تصاعدياً حسب الكثافة (جم \ سم 3)

1	هيدروجين	0.076×10^{-3}
2	هيليوم	0.125×10^{-3}
3	نيتروجين	1.026×10^{-3}
4	نيون	1.444×10^{-3}
5	فلور	1.516×10^{-3}
6	أرجون	1.656×10^{-3}
7	أكسجين	2×10^{-3}
8	كلور	2.03×10^{-3}
9	كريبتون	2.823×10^{-3}
10	زينون	3.54×10^{-3}
11	رادون	4.4×10^{-3}
12	ليثيوم	0.534
13	بوتاسيوم	0.862
14	صوديوم	0.971
15	روبيديوم	1.532
16	كالسيوم	1.55
17	مغنيزيوم	1.738
18	فسفور	1.82
19	بيريليوم	1.8548
20	سيزيوم	1.873
21	كبريت	2.07
22	سيليكون	2.329
23	بورون	2.34
24	سترونتيوم	2.54
25	ألمنيوم	2.698
26	سكانديوم	2.989
27	كربون	3.513
28	باريوم	3.594
29	بروم	4.05
30	اتريوم	4.469
31	تيتانيوم	4.54
32	سيلينيوم	4.79
33	يود	4.93
34	راديوم	5
35	يوروبيوم	5.243

36	جرمانيوم	5.323
37	زرنيخ	5.78
38	جاليوم	5.907
39	فاناديوم	6.11
40	لانثانوم	6.145
41	تيلوريوم	6.24
42	زركونيوم	6.506
43	أنتمون	6.691
44	براسيوديميوم	6.773
45	إتيربيوم	6.965
46	نيوديميوم	7.007
47	خارصين	7.133
48	كروم	7.19
49	بروميثيوم	7.22
50	إنديوم	7.31
51	قصدير	7.13
52	منغنيز	7.144
53	ساماريوم	7.52
54	حديد	7.874
55	جادولينيوم	7.9
56	تيربيوم	8.229
57	سيريوم	8.24
58	ديسبروسيوم	8.55
59	نيوبيوم	8.57
60	كادميوم	8.65
61	هولميوم	8.795
62	كوبالت	8.9
63	نيكل	8.902
64	نحاس	8.96
65	أربيوم	9.066
66	بولونيوم	9.32
67	ثوليوم	9.321
68	بزموث	9.747
69	لوتيتيوم	9.84
70	أكتينيوم	10.06

ملحق 1: ترتيب العناصر تصاعدياً حسب الكثافة (جم \ سم3)

71	موليبيدينيوم	10.22
72	فضة	10.5
73	رصاص	11.35
74	تكنيتيوم	11.5
75	ثوريوم	11.72
76	ثاليوم	11.85
77	بالاديوم	12.02
78	روثينيوم	12.37
79	روديوم	12.41
80	كوريوم	13.3
81	هافنيوم	13.31
82	زئبق	13.546
83	أمريكيوم	13.67
84	بركليوم	14.79
85	بروتكتينيوم	15.37
86	تانتالوم	16.654
87	يورانيوم	18.95
88	تنغستن	19.3
89	ذهب	19.32
90	بلوتونيوم	19.84
91	نبتونيوم	20.25
92	رينيوم	21.02
93	بلاتين	21.45
94	إريديوم	22.42
95	أوزميوم	22.59

ملحق 2: ترتيب العناصر تصاعدياً حسب درجة الإنصهار (درجة مئوية)

1	هيليوم	-272.2
2	هيدروجين	-259.14
3	نيون	-248.67
4	فلور	-219.62
5	أكسجين	-218.35
6	نيتروجين	-209.89
7	أرجون	-189.35
8	كريبتون	-156.55
9	زينون	-111.85
10	كلور	-100.59
11	رادون	-71.15
12	زئبق	-38.78
13	بروم	-7.25
14	فرانسيوم	26.85
15	سيزيوم	28.45
16	جاليوم	29.78
17	روبيديوم	39.05
18	فسفور	44.15
19	بوتاسيوم	63.65
20	صوديوم	97.81
21	كبريت	112.85
22	يود	113.55
23	إنديوم	156.17
24	ليثيوم	180.54
25	سيلينيوم	216.16
26	قصدير	231.968
27	بولونيوم	253.35
28	بزموث	271.25
29	إستاتين	301.85
30	ثاليوم	303.45
31	كادميوم	320.95
32	رصاص	327.5
33	خارصين	419.58
34	تيلوريوم	449.55
35	أنتمون	630.75

36	نبتونيوم	639.85
37	بلوتونيوم	640.85
38	مغنيزيوم	648.85
39	المنيوم	660.35
40	راديوم	699.85
41	باريوم	728.85
42	سترونتيوم	768.85
43	سيريوم	798.85
44	زرنيخ	816.85
45	روبيدوم	821.85
46	إتيربيوم	823.85
47	كالسيوم	838.85
48	لانثانوم	920.85
49	براسيوديميوم	930.85
50	جرمانيوم	973.45
51	أمريكيوم	948.85
52	فضة	961.95
53	نيوديميوم	1020.85
54	أكتينيوم	1046.85
55	ذهب	1064.43
56	ساماريوم	1076.85
57	نحاس	1083.45
58	يورانيوم	1132.35
59	بروميثيوم	1167.85
60	منغنيز	1243.85
61	بيريليوم	1277.85
62	جادولينيوم	1312.85
63	تيربيوم	1355.85
64	سيليكون	1409.85
65	ديسبروسيوم	1411.85
66	نيكل	1452.85
67	هولميوم	1473.85
68	كوبالت	1494.85
69	إتريوم	1521.85
70	أربيوم	1528.85

71	حديد	1534.85
72	سكانديوم	1540.85
73	ثوليوم	1544.85
74	بالاديوم	1551.85
75	تيتانيوم	1659.85
76	لوتيتيوم	1662.85
77	ثوريوم	1749.85
78	بلاتين	1771.85
79	بروتكتينيوم	1839.85
80	زركونيوم	1851.85
81	كروم	1856.85
82	فاناديوم	1886.85
83	روديوم	1965.85
84	تكنيتيوم	2171.85
85	هافنيوم	2229.85
86	بورون	2299.85
87	روثينيوم	2309.85
88	إريديوم	2409.85
89	نيوبيوم	2467.85
90	موليبيدينيوم	2616.85
91	تانتالوم	2995.85
92	أوزميوم	3053.85
93	رينيوم	3179.85
94	تنغستن	3406.85
95	كربون	3546.85

ملحق 3: ترتيب العناصر تصاعدياً حسب المقاومة الكهربية (أوم)

1	فضة	1.59×10^{-8}
2	نحاس	1.68×10^{-8}
3	ذهب	2.35×10^{-8}
4	ألمنيوم	2.67×10^{-8}
5	كالسيوم	3.43×10^{-8}
6	بيريليوم	4.0×10^{-8}
7	صوديوم	4.2×10^{-8}
8	مغنيزيوم	4.38×10^{-8}
9	روديوم	4.51×10^{-8}
10	موليبيدينيوم	5.2×10^{-8}
11	إريديوم	5.3×10^{-8}
12	تنغستن	5.65×10^{-8}
13	خارصين	5.92×10^{-8}
14	بوتاسيوم	6.15×10^{-8}
15	كوبالت	6.24×10^{-8}
16	كادميوم	6.83×10^{-8}
17	نيكل	6.84×10^{-8}
18	روثينيوم	7.6×10^{-8}
19	أوزميوم	8.12×10^{-8}
20	إنديوم	8.37×10^{-8}
21	ليثيوم	8.55×10^{-8}
22	حديد	9.17×10^{-8}
23	بلاتين	10.6×10^{-8}
24	بالاديوم	10.8×10^{-8}
25	قصدير	11.0×10^{-8}
26	تانتالوم	12.45×10^{-8}
27	روبيديوم	12.5×10^{-8}
28	نيوبيوم	12.5×10^{-8}
29	كروم	12.7×10^{-8}
30	ثوريوم	13.0×10^{-8}

31	بروتكتينيوم	17.7×10^{-8}
32	ثاليوم	18.0×10^{-8}
33	رينيوم	19.3×10^{-8}
34	سيزيوم	20.0×10^{-8}
35	رصاص	20.65×10^{-8}
36	تكنيتيوم	22.6×10^{-8}
37	لسترونتيوم	23.0×10^{-8}
38	فاناديوم	24.8×10^{-8}
39	زرنيخ	26×10^{-8}
40	جاليوم	27×10^{-8}
41	إتيربيوم	29.0×10^{-8}
42	يورانيوم	30.8×10^{-8}
43	هافنيوم	35.1×10^{-8}
44	أنتمون	39.0×10^{-8}
45	تيتانيوم	42.0×10^{-8}
46	زركونيوم	42.1×10^{-8}
47	باريوم	50×10^{-8}
48	بروميثيوم	50×10^{-8}
49	إتريوم	57.0×10^{-8}
50	ديسبروسيوم	57×10^{-8}
51	لانثانوم	57.10×10^{-8}
52	سكانديوم	61.0×10^{-8}
53	نيوديميوم	64.0×10^{-8}
54	براسيوديميوم	68×10^{-8}
55	أمريكيوم	68×10^{-8}
56	سيريوم	73×10^{-8}
57	ثوليوم	79.0×10^{-8}
58	لوتيتيوم	79.0×10^{-8}
59	هولميوم	87.0×10^{-8}
60	إربيوم	87×10^{-8}

61	يوروبيوم	90.0×10^{-8}
62	ساماريوم	94.0×10^{-8}
63	زئبق	94.1×10^{-8}
64	راديوم	100×10^{-8}
65	بزموث	106.8×10^{-8}
66	تيربيوم	114×10^{-8}
67	نبتونيوم	122×10^{-8}
68	جادولينيوم	134.0×10^{-8}
69	بولونيوم	140×10^{-8}
70	بلوتونيوم	146×10^{-8}
71	منغنيز	185.0×10^{-8}
72	كربون	1.375×10^{-5}
73	سيليكون	0.001
74	تيلوريوم	4.36×10^{-3}
75	سيلينيوم	0.01
76	جرمانيوم	0.46
77	بورون	18000
78	يود	1.37×10^{7}
79	فسفور	1×10^{9}
80	كبريت	2×10^{15}

ملحق 4: ترتيب العناصر تصاعدياً حسب الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)

1	رادون	0.00364
2	زينون	0.00569
3	كلور	0.0089
4	كريبتون	0.00949
5	أرجون	0.0177
6	نيتروجين	0.02598
7	فلور	0.0279
8	نيون	0.0493
9	بروم	0.122
10	هيليوم	0.152
11	هيدروجين	0.1815
12	فسفور	0.235
13	أكسجين	0.2647
14	كبريت	0.269
15	يود	0.449
16	إستاتين	1.7
17	سيليريوم	2.04
18	تيلوريوم	2.35
19	نبتونيوم	6.3
20	بلوتونيوم	6.74
21	منغنيز	7.82
22	بزموث	7.87
23	زئبق	8.34
24	أمريكيوم	10
25	كوريوم	10
26	بركليوم	10
27	كاليفورنيوم	10
28	أينشتاينيوم	10
29	فيرميوم	10
30	مندليفيوم	10
31	نوبليوم	10
32	لورنسيوم	10
33	جادولينيوم	10.6
34	ديسبروسيوم	10.7
35	تيربيوم	11.1

36	سيريوم	11.4
37	أكتينيوم	12
38	براسيوديميوم	12.5
39	ساماريوم	13.3
40	لانثانوم	13.5
41	يوروبيوم	13.9
42	إربيوم	14.3
43	فرانسيوم	15
44	سكانديوم	15.8
45	هولميوم	16.2
46	لوتيتيوم	16.4
47	نيوديميوم	16.5
48	ثوليوم	16.8
49	إتريوم	17.2
50	بروميثيوم	17.9
51	باريوم	18.4
52	راديوم	18.6
53	بولونيوم	20
54	تيتانيوم	21.9
55	زركونيوم	22.7
56	فهنيوم	23
57	أنتمون	24.3
58	بورون	27
59	يورانيوم	27.6
60	فاناديوم	30.7
61	إتيربيوم	34.9
62	سترونتيوم	35.3
63	رصاص	35.3
64	سيزيوم	35.9
65	جاليوم	40.6
66	ثاليوم	46.1
67	بروتكتينيوم	47
68	رينيوم	47.9
69	زرنيخ	50
70	تكنيتيوم	50.6

ملحق 4: ترتيب العناصر تصاعديا حسب الموصلية الحرارية (واط \ متر . كلفن)

71	نيوبيوم	53.7
72	ثوريوم	54
73	تانتالوم	57.5
74	روبيديوم	58.2
75	جرمانيوم	59.9
76	قصدير	66.6
77	بلاتين	71.6
78	بالاديوم	71.8
79	حديد	80.2
80	إنديوم	81.6
81	ليثيوم	84.7
82	أوزميوم	87.6
83	نيكل	90.7
84	كروم	93.7
85	كادميوم	96.8
86	كوبالت	100
87	بوتاسيوم	102.4
88	خارصين	116
89	روثينيوم	117
90	موليبيدينيوم	138
91	صوديوم	141
92	إريديوم	147
93	سيليكون	148
94	روديوم	150
95	مغنيزيوم	156
96	تنغستن	174
97	بيريليوم	200
98	كالسيوم	200
99	ألمنيوم	237
100	ذهب	317
101	نحاس	401
102	فضة	429
103	كربون(الماس)	990-2320

التوزيع الإلكتروني:

التوزيع المداري للإلكترونات في الذرة. المدار يمثل احتمال تواجد إلكترون في نقطة معينة من الفضاء. التوزيع الإلكتروني يوصف بأربع أعداد كمية تشير الى: 1- مستوى الطاقة، 2- الشكل، 3- التوجيه في الفضاء،

و4- الدوران المغزلي.

توزيع العناصر في الجدول الدوري يتوافق مع التوزيع الإلكتروني في الذرات فالدورة الأولى تبدأ باقل قيمة للعدد الكمي الرئيس (يساوي 1) و تمثل أدنى مستوى للطاقة وللدورات التالية القيم 2، 3، 4 .... حتى الدورة السابعة حيث يأخذ العدد الكمي الرئيس القيمة 7.

الحماية الكاثودية

تقنية تستخدم لحماية الهياكل المعدنية، خاصة هياكل الحديد والفولاذ، في السفن أو في أنابيب نقل الماء والغاز وغيرها.

عملية التآكل عبارة عن عملية كهروكيميائية تحدث في وجود الماء والأكسجين . تتكون خلية التآكل نتيجة لفرق الجهد بين منطقتين وتسري الإلكترونات من المصعد (الأنود) في اتجاه المهبط (الكاثود) ويؤدي فقدان الإلكترونات من منطقة الأنود إلى تحول ذرات الفلز إلى أيونات موجبة سرعان ما تتفاعل مع الأكسجين وجزيئات الماء لتكون هيدروكسيد الفلز (الصدأ).

لحماية فلز من التآكل يمكن وصله مع أقطاب من عناصر ذات جهد كهربائي أكثر سلباً (ترتيبها أعلى في السلسلة الكهروكيميائية) وهكذا يمكن حماية النحاس بوصله مع الحديد كما يمكن حماية الحديد بوصله مع مغنيسيوم أو ألمنيوم أو خارصين (عادة تستخدم سبائك العناصر الثلاث مجتمعة لحماية هياكل الحديد والفولاذ) .

في هذه الحالة يكوّن الحديد كاثود الخلية الجلفانية وتسري الإلكترونات من الأنود الذي يتآكل بالتدريج (مرور أمبير واحد لمدة عام يكفي لتآكل 9 كيلوجرام من

السالبية الكهربية:

ميل الذرة لجذب زوج من الإلكترونات. تزداد قيمة السالبية الكهربية عبر الدورات مع زيادة قوة الجذب بين الشحنة الموجبة المتنامية في النواة والالكترنات في المدارات الخارجية. وتنقص أسفل المجموعة وهكذا فلعنصر الفلور سالبية كهربائية أكبر من الكلور أسفله ومن الأكسجين في يساره.

السالبية الكهربية هي العامل الرئيس في تكوين الروابط بين الذرات ومن ثم في حدوث التفاعلات الكيميائية وتكوين المركبات.

طاقة التأين (جهد التأين)

مقدار الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون الأقل ارتباطاً وإزالته من الذرة التي تتحول الى أيون موجب الشحنة.

جهد التأين الأول يخص إزالة أول إلكترون من الذرة . يليه جهد التأين الثاني والثالث. قيمة جهد التأين الأول أدنى من الثاني وهذه أدنى من قيمة جهد التأين الثالث والسبب أن نزع إلكترون من ذرة متعادلة يكون أيسر من نزعه من أيون موجب . طاقة التأين تعكس مقدار طاقة الربط للإلكترون الخارجي وبالتالي مدى قابلية الذرة للتفاعل مع ذرات أخرى. تزداد قيمتها مع زيادة العدد الذري، وتتناقص أسفل المجموعة (مع زيادة حجم الذرة).

طاقة الربط النووي

الطاقة التي تنطلق عندما تندمج نواتان من عناصر خفيفة لتكون نواة أثقل كما يحدث في جوف الشموس والنجوم وفي التفجير النووي الحراري - القنبلة الهيدروجينية - من اندماج نواتي هيدروجين لتكوين نواة هيليوم. أيضاً طاقة الربط تساوي الطاقة المنطلقة من انشطار نواة ثقيلة (مثل يورانيوم)

يسفر عن نواتين أخف (كما يحدث في القنبلة الذرية أوالمفاعلات النووية).

طاقة الربط تكافيء الفرق في الكتلة بين النواة (الأنوية) المتكونة والنواة (الأنوية) الأم وتحسب بمعادلة اينشتين (حيث الطاقة تساوي حاصل ضرب الكتلة في مربع سرعة الضوء).

الطيف الخطي

يطلق عليه أيضاً الطيف الذري أو طيف الانبعاث الذري.

في حالة إثارة الذرة بواسطة لهب أو بمفعول شرارة كهربائية على مادة غازية (مثل غاز الهيدروجين أو بخار الصوديوم) فإن الإلكترونات الموجودة في مدارات ثابتة حول النواة تمتص طاقة وتنتقل إلى مدارات أعلى ثم تفقد طاقة وتهبط إلى مستوى أدنى . هذه الطاقة المفقودة والتي تعادل الفرق بين المدارين تظهر في شكل انبعاث ضوئي بذبذبات (او أطوال موجات) مميزة لكل عنصر.

عدد الأكسدة:

مقياس الشحنة في ذرة أو مجموعة وهو دلالة على التغير في عدد الإلكترونات حالة حدوث تفاعل كيميائي. بالنسبة لأيون بسيط عدد الأكسدة يساوي الشحنة على الأيون ويساوي صفراً بالنسبة لذرة متعادلة. بالنسبة لمجموعة يكون مجموع أعداد الأكسدة مساوياً للشحنة على المركب.

الكتلة الذرية:

متوسط الكتلة لجميع النظائرالطبيعية للعنصر مقارنة بكتلة النظير كربون-12 التي حددت قيمتها بالاتفاق لتكون 12.0000 وحدة ذرية. يشار للكتلة الذرية برقم ثانوي أعلى ويسار رمز النظير.

متوسط الكتلة الذرية يحسب بجمع حاصل ضرب الكتلة في نسبة الوجود لنظائر العنصر الطبيعية. الكتل الذرية للعناصر تعين بدقة متناهية بواسطة جهاز مطياف الكتلة.

الماء الملكي

محلول مكون من حمض هيدروكلوريك المركز (3 أجزاء حجمية) و حمض النتريك المركز (حجم واحد). لمحلول الماء الملكي القدرة على إذابة العناصر النبيلة التي تستعصي إذابتها في الأحماض المنفردة.

الموصلية الحرارية:

القابلية لنقل الحرارة خلال جسم دون حدوث تغير في التركيب البلوري للمادة . الفلزات أفضل موصلات للحرارة واللافلزات عموماً موصلات رديئة للحرارة. الموصلية الحرارية تقاس بوحدة واط \ متر.كلفن.

نصف قطر الأيون:

تقدير لحجم الأيون ويساوي نصف المسافة بين مركز أيون سالب وأيون موجب متجاورين في مركب أيوني صلب. نصف قطر الأيون يقدر عادة بواسطة الأشعة السينية.

نصف قطر الذرة:

تقدير حجم الذرة بافتراض أنها مستديرة الشكل ويساوي نصف المسافة بين مركز الذرتين بالنسبة للجزيئات البسيطة ثنائية الذرات. تزداد قيمة نصف القطر أسفل المجموعة نتيجة لزيادة عدد المدارات الإلكترونية والمزيد من حجب النواة عن الإلكترونات . ويتناقص حجم الذرة عبر الدورات بسبب الزيادة في قوة الجذب الناتجة عن ازدياد عدد الإلكترونات في نفس الدورة.

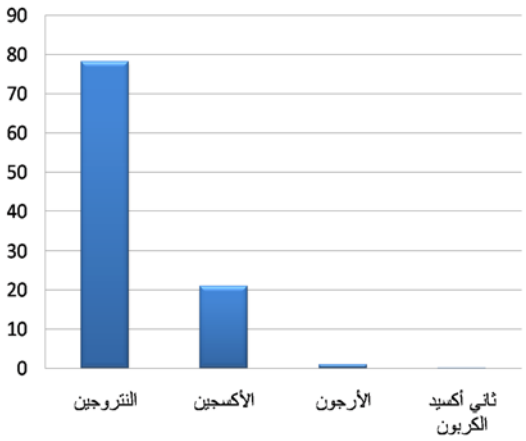
الهدرجة

عملية صناعية تتم فيها إضافة حفزية للهيدروجين . تستخدم في الصناعات البترولية والصيدلانية وغيرها وتستخدم في الصناعات الغذائية لتحويل الدهون الغير مشبعة (الزيوت السائلة) لدهون مشبعة (صلبة).

من الأخطار المحتملة في هذا الخصوص عدم اكتمال الهدرجة أي تحويل جزئي للمركب الغير مشبع حيث تتشكل مركبات (متشابهات) من الجزيئات الغير مشبعة ذات علاقة معلومة بأمراض القلب والشرايين.

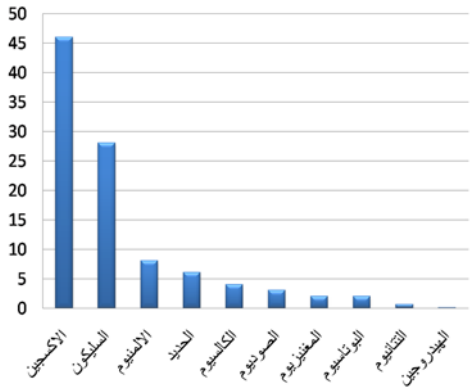
مكونات الهواء الجوي

العنصر	النسبة % بالوزن
النيتروجين	78.08
الأكسجين	20.94
الأرجون	0.94
ثاني أكسيد الكربون	0.033
النيون	0.0018
الهيليوم	0.0005
الكريبتون	0.0001
الزينون	0.000009
الرادون	6x10-18



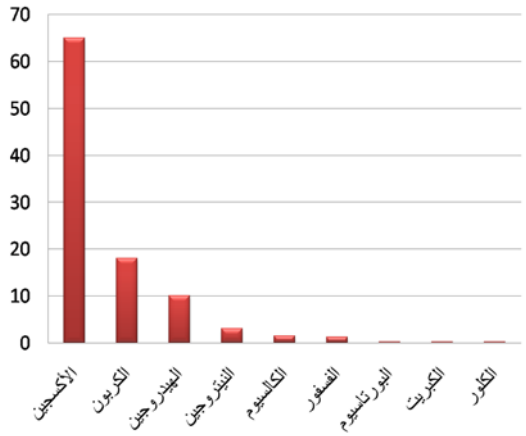
العناصر الأكثر وفرة في القشرة الأرضية

العنصر	النسبة % بالوزن
الاكسجين	46
السيليكون	28
الالمنيوم	8
الحديد	6
الكالسيوم	4
الصوديوم	3
المغنيزيوم	2
البوتاسيوم	2
التتانيوم	0.6
الهيدروجين	0.1

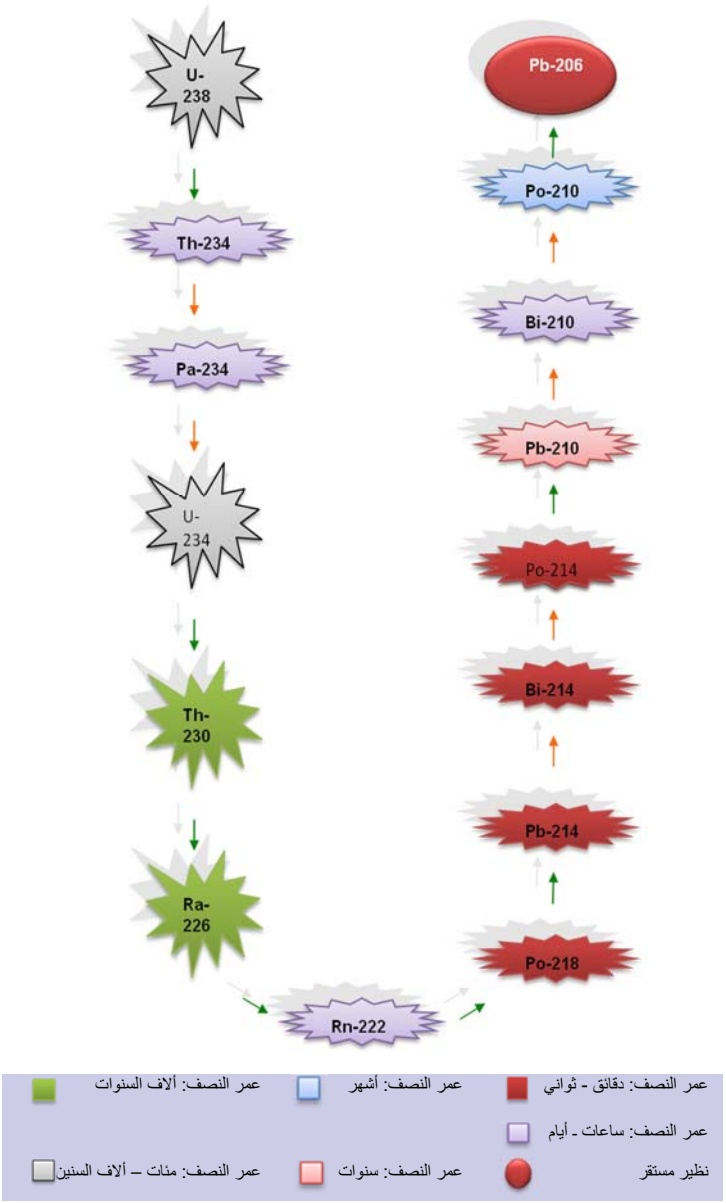


العناصر المكونة لجسم الإنسان

العنصر	النسبة % بالكتلة
الأكسجين	65
الكربون	18
الهيدروجين	10
النيتروجين	3
الكالسيوم	1.5
الفسفور	1.2
البورتاسيوم	0.2
الكبريت	0.2
الكلور	0.2
الصوديوم	0.1
المغنيزيوم	0.05
الحديد	0.05 >
الكوبالت	0.05 >
النحاس	0.05 >
الخارصين	0.05 >
اليود	0.05 >
السيلينيوم	0.01 >
الفلور	0.01 >



السلسلة الإشعاعية لليورانيوم-238



أ

أباتيت 334، 335، 337
أبوبكر الرازي ى
أحماض أمينية
أرجنتيت 120، 122
أرجون 370 ،382-399
أسبستوس 275
أسلحة نووية 238،241
أسمدة 12 ،327-339
أشباه فلزات ن،و،ب،288،300
أشباه موصلات 265 ،269 ،288-307
أشعة تحت الحمراء
163،181،300،307
أشعة جاما 47 ،75 ،108 ،238، 314
أشعة
سينية27،43،134،193،395
أشعة فوق البنفسجية 158،331
أشعة كاثود 213
أكتينيوم 221 ،383-392
أكسجين331
أكسدة 58 ،88 ،138 ،354-364
ألعاب نارية 16،39،43،124
ألمنيوم 260،261
أمريكيوم 241 ،384 - 391
أنتمون ط ، 307 ،383 - 392
أنديوم 269 ،383-393
أوزميريديوم 142،145
أوزميوم 142 ،384-393
أوزون120،331
إتريوم 92 ،382-392
إتيربيوم 213 ،383-392
إربيوم 205 ،383-392
إريديوم 49، 142، 145، 148
إستلين 35،117
الماس138،213،322،323،324
إمتزاز 367
إنجليزيت 280، 283

ب

باترونيت 58
باريت 43، 45
باريوم 43 ،382 –392
باستناسيت 94، 161-197
باكتيريا 327
بالاديوم 117 ،384-393
بايركس290،291

بترول 217 ،250 ،319، 339
بتشبلندي 231 ، 233
براسيوديميوم 171 ،383-392
بركليوم 247،384،391
برمنجنات بوتاسيوم 66
بروتكتينيوم 228 ،384-392
بروم 354 ،382-392
برومات 12،354
بروميثيوم 178 ،383-392
برونز 83،272،335
بزموث ط،285 ،383-391
بزموثينيت 285، 287

بقوليات 70،84،104،327،339
بلاتين م، 148 ،385-393
بلوتونيوم 238 ،384-391
بنتلانديت 79، 81
بوتاسيوم ن ،12 ،382-399
بورات 290
بوراكس 290 ، 293
بورونات 290
بورنونيت 280، 283
بورنيت 83، 84
بورون 290 ،291 ،382-392
بوكسيت 263
بولونيوم 314 ،383-392
بولي إيثلين 213
روبرت بويل ك
أشعة بيتا 178،217
بيربورات 290
بيرولوزيت 66، 68
بيرومورفيت 281
بيريت 276،339،341
بيريل 29
بيريليا 27
بيريليوم 27 ،382-393

ت

تانتالوم 130 ،384-393
تانتاليت 130
تانزانيت 361
تأثير مغناطيسي حراري 171 ، 189
تبغ 124،303،314
تخصر مغناطيسي 197
ترتيب إلكتروني ن،394
تريتيوم 319
تشعيع 47 ،145 ،153 ،181
تفجير ذري 319

تفجير نووي حراري 253 ،256 ،319
تقطير 148 ،152 ،300 - 379
تكنيتيوم 108 ،384-387
تيلوريوم 311 ،383-391
تمثيل ضوئي 31،323
تنغستن 134 ،384-393
توركواز260،261
توصيل حراري 49،316،394
تيتانيوم 54 ،56 ،382-392
تيتانيت 54، 56
تيربيا 193
تيربيوم 193 ،383-391

ث

ثاليوم 130 ،384-393
ثوريا224
ثوريت 224
ثوريانيت 224، 226
ثوريوم 224 ،384-393
ثورتفيتيت 51
ثوليوم 161، 209
ثيروكسين357

ج

جادولينيوم 189 ،383-391
جادولينيت 189، 191
جارنايريت 79، 81
جازولين 138،281
جاليوم 265 ،383-392
جالينا 280، 283
جبس 35، 37

جرافيت 181 ،316 ،322-325
جرمانيوم 300 ،383-393
جرمانيت 300

جسيمات ألفا 47 ،221 ،228 ،238
جير حي 35
جوثيت 73
جير مطفأ 35

ح

حجر الفلاسفة ط
حجر جيري 35،37
حجر الكحل 307
حديد 400-383,71,70
حليب 35
حليب المغنيزيا 31
حماية كاثودية31،397
حمض بوريك 291
حمض كبريتيك ط ،58، 148، 339
حمض نتريك 148، 395
حمض هيدروكلوريك 148، 319، 395

خ

خارصين 88، 285-300
خزف 43،167،205،311،343
خلايا التحليل الكهروكيميائي 158،351
خلايا عصبية 12
خلايا سيليكون 213
خلايا كهروضوئية16
خلايا كهروحرارية314
خلايا كهربائية
خلية هول 260
خلية داونس 7، 351
خمائر 60-88، 104، 343

د

دالتون ي، ك
دارياسبور 267
دباغة 62،7
دسكلوزيت 60
دهون 397،75
دولوميت 31
ديسبروسيوم 161، 197
ديوتيريوم 319

ذ

ذهب ح ،ى ،152-154، 384-393

ر

رادون 379-399
راديوم 47، 382-392
رباعي إيثيل الرصاص
رصاص 35-167، 258-285، 303-323
روبيديوم 16، 393 - 400
روتيل 54، 56
روثينيوم 111، 384 - 393
روديوم 114، 384-393
رينيوم 138، 384-392

ز

زئبق ط ،157-160، 384-391
زئبق أحمر ب
زبرجد 260
زجاج 7، 8، 167، 276، 291، 295
زركون 96، 98
زركونيا 96،171
زركونيوم 96، 383-392
زرنيخ 303، 305، 383-392
زهرة دوار الشمس 88،104
زنسيت 88، 90
زينون 376، 382-399
زينوتيم 92

س

سالبية كهربائية 258، 316، 394
ساماريوم 181 , 383-392,
سبوديومين 3
سبيكة الصفر83،88
سبيريليت 148
ستنبيت 307، 309
سترات 3،12،31
سترونتيوم 39 382 -392
سترونتيوتين 39، 41
سدريت 70، 73
سفاليريت 88، 90
سكانديوم 51 ,382-392
سلسلة التحلل النووي 401
سلفيت 12،14
سناج 322
سيريا 167
سيريوم 167، 382-392
سيزيوم 20، 382-392
سيليكون 295، 296، 386-399
سيليستين 39، 41
سيلينيوم 343
سينابار 157، 160
سينيد 20،145،152،314

ش

شب 261
شيلايت 134، 136

ص

صابون 3،8
صبغة يود 357
صخور بركانية 3،39،54،296
صناعة الحلي 79، 111-120، 148، 153، 296
صناعة الطلاء 88، 174، 281
صودا كاوية 8،158
صوديوم 7 ،8، 382-400

ط

طاقة التأين 396
طاقة نووية 224،235،238،241
طريقة أوستولد 148
طريقة كونتاك 148،339
طريقة موند 79
طريقة هابر 319،328

ع

عدد الأكسدة395
عقيق 296

غ

غازات ببيلة 362
غاز طبيعي 111،364
غدة درقية 357

ف

فاناديوم 58، 382-392
فانادينيت 58 ، 60
فحم الكوك 231
فحم حجري 325
فريونات 347
فسفور ب، 334 ,382-400
فسفور أبيض 334
فسفور أحمر 334، 335
فسفور أسود 335

فضة ح،ط،ى، 120، 122، 384-393
فلزات أخرى 258
فلزات بيضاء 79
فلزات قلوية 1
فلزات قلوية ترابية 25
فلزات انتقالية 49
فلزات ضعيفة 258
فلكنة 339
فلور 347 ،382– 400
فيربيريت 134، 136
فيرجوسينيت 94

فلوروسبار 347،349
فبوريت 347
فوسفات 8 ،163 ،314 ،335
فولاذ 62 ،70 ،79 ،134
،296
فوليرين 323
فيروز (ابحث توركواز)

ق

قصدير 272 ،383-393
قنبلة
238،253،256،319،398
قيراط 153

ك

كادميوم 124 ،383-393
كالكوجينات 317،343
كارناليت 12
كارنوتيت 58، 60
كازيتيريت 272، 274
كالسيت 27،35،120،303
كالسيوم 35 ،382-400
كالكوبريت 83، 84، 86
كالوميل 157
كبريت ط ،339 ،341 ،382-400
كبريتيد هيدروجين 111،339
كتلة ذرية 398
كحول 70 ،145 ،319 ،357
كربون 322 ،323 ،382-400
كربيد سيليكون 295
كروم 62 ،383-393
كروميت 62،64
كريبتون 373 ،382-399
كريولیت 10، 349
كلور 351 ،382-400
كلوروفيل 31،323
كوارتز 295-298
كوبالت 75 ،383-400
كوبالتيت 75، 77
كوريوم 244 ،384-391

ل

لافلزات 316
لافلزات أخرى 317
لانثانوم 163 ،383-392
ليبدوليت 16
لحام 88 ،272 ،280
لدائن 281،347،351
لوتيتيوم 217 ،383-392
ليثيوم 3 ،327 ،382-393

م

ماجنيتيت 70،73
ماغنيزيت 33
مالاشيت 83، 84
مانغانيت 66، 68
مايكا 96،280،295،298
مبيدات 83 ،158 ،335-354
متفجرات
مجوهرات
محار 84،88
مركم 178
مزدوجات حرارية
مصابيح الزئبق 51،157،158
مصابيح بخار الصوديوم 8،51
مصابيح كهربائية 134،157،300
مصابيح لاصفة158،193
مصابيح زينون 376
مصعد 83،88،347،396
مطاط 295،339،343
معايرات 66
معلّم 153،221
مغنيزيا 31
مغنيزيوم 31,382-400
مفاعلات نووية 96 ،224 ،238
مقاييس الحرارة 157
مكثفات 130 ،174
ملح إبسوم 31
ملغم 16،152،157
معادن المصعد 153،311
مندليف ل،م،ن،108،127،360
منغنيز 66 ،383-391
مولبدينيت 104، 106، 140
موصلية حرارية 285
موصلية ضوئية 343
موليبيدينيوم 104 ،384-393
مونازيت
مياه جوفية

ن

نبتونيوم 235 ،384-391
نتريد 35،269،290
نحاس 83 ،383-400
نشادر 111،319،327،328،
نفط 138
نيازك 71
نيتروجين 327 ،382-400
نيكل 71 ،79 ،383-393
نيوبيوم 100 ،383-393
نيوديميوم 174 ،383-392
نيون 367 ،382-399

هـ

هافنيوم 127 ,384-389
هالوجينات 345
هاليت 7،10،351
هدرجة 79 ،114 ،138 ،319
هولميوم 201 ،383-392
هيدروجين 319 ،382-400
هيليوم 364 ،382-399
هيماتيت 35،70،73
هيموجلوبين 70

و

وزريت 43، 45
وقود نووي 231 ،238
وليفينيت 104
وليميت 88، 90

ي

ياقوت 260
يود
35،382،383،385،390،391،400
،7
يورانيوم
231،384،386،389،392،398
يورانينيت 231
يوروبيوم 92، 161، 167، 185

الجدول الدوري للعناصر

مجموعة / دورة	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																		2 He
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca		21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr		39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo

لانثانيدات	*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
اكتانيدات	**	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No

المؤلف

عبد الرحمن البشير محمد

بكالاريوس الكيمياء العامة (مرتبة الشرف) جامعة الخرطوم، 1974 م

دبلوم دراسات عليا في علم الكيمياء معهد شمال شرق وياز بريطانيا، 1979 م

ماجستير كيمياء تحليلية جامعة سالفورد انجلترا، 1980 م