

الهليوم

لمحة تاريخية :

يعد الهليوم عنصراً فريداً من نوعه من نوع : سوف يرد ذكرها مؤخراً في هذا الفصل . ولقد عرف الهليوم وثبت وجوده قبل التمكن من فصله بحوالى ٣٠ سنة . وقد شوهدت خطوط الطيف (أى الصورة الطيفية المميزة للعناصر التى تنبعث من جسم ساخن) الخاصة به لأول مرة فى عام ١٦٨٠ . وفى خلال كسوف كلى للشمس عام ١٨٦٨ لاحظ العالم هانسن خطوطاً لم يسبق مشاهدتها . وأرجع أحد العلماء تلك الخطوط إلى عنصر مجهول أسماه « هليوم » . وقد ذكر فى فصل سابق اكتشاف « رامزى » للغازات الخاملة فى الفترة من ١٨٩٣ حتى ١٨٩٥ ، وتبين مطابقة خطوط الطيف هذه بالخطوط الخاصة بأحد الغازات الخاملة . ووجد فى نفس الآونة أن بعض الخامات المعدنية مثل الكلثيت (فى الترويج) واليورانيث (فى الولايات المتحدة الأمريكية) تحتوى على غازات متصاعدة غنية بالهليوم . ثم لوحظ أن بعض الغازات الطبيعية فى كندا والولايات المتحدة تحتوى على الهليوم بكميات تصل أحياناً إلى ١ - ٦ ٪ ، أى ١٠.٠٠٠ - ٦٠.٠٠٠ جزء من المليون بالمقارنة بنسبة

خمس أجزاء من المليون في الهواء الجوى . وقد استخدمت هذه الغازات لإنتاج الهليوم بكميات محسوسة .

ثم أنشئ أول مصنع لفصل الهليوم في بلدة هاملتون بأونتاريو عام ١٩١٧ ، بغرض إمداد بريطانيا بالغاز اللازم للمناطيد والبالونات . ثم نقل المصنع إلى جزيرة « بو » بالقرب من كالجارى عام ١٩٠٨ لرداءة المواد الخام ، وأخيراً أغلق أبوابه عام ١٩٢٠ . وعلى الرغم من نشوء صناعة فصل الهليوم في وقت متأخر نسبياً في الولايات المتحدة ، إلا أنها كانت في وضع أفضل بكثير سواء من ناحية الجودة أو كمية الغازات الغنية بالهليوم . واتسع إنتاج الولايات المتحدة بصورة منتظمة حتى أصبحت المورد الوحيد للهيدم في سبى أرجاء العالم حتى عام ١٩٦٣ حيث أنشئ مصنع في كندا لاستعلان العار الغنى بالهليوم عند « سوفيت كازنت » .

وقامت حكومة الولايات المتحدة بتشغيل برنامج لحفظ الهليوم وظلت الحكومة نفسها هى المنتج الوحيد للهليوم في الولايات المتحدة . واستهلك معظم الهليوم في الأغراض الحكومية للأبحاث والتكنولوجيا الحديثة . ومارست الحكومة رقابة تشريعية كاملة على صادرات الهليوم ، كما شجعت إنتاجه خاصة من الغاز الطبيعى الذى يجرى ضخه لأغراض الاحتراق ، ويضيع الهليوم من جراء ذلك في الهواء الجوى . ولا تحتوى معظم أنواع الغازات الطبيعية على الهليوم بكمية كافية تناسب استخلاصه منها بطريقة اقتصادية . وتختلف الأنواع التى تحتوى عليه اختلافاً بيناً في التركيب الكيميائى كما يشاهد من استعراض تحليلين نمطين لغازات يجرى استخلاص الهليوم منها :

الغاز ، ثم تكتث المواد القابلة للتكثيف بسهولة مثل بخار الماء وثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين أو تزال بواسطة مذيب مناسب كأحادي إيثانول أمين . وبالإمرار خلال ألومينا منشطة يجرى التخلص من آثار بخار الماء . ويرد الغاز الذى تمت تنقيته بالتبادل الحرارى مع غاز سبقت إسالته . ويتحقق مزيد من التبريد بتمدد الغاز الطبيعى ذاته من ناحية ، وبدورة نetroجين استكمالية من ناحية أخرى . ويستحيل تحقيق الفصل الكامل خلال مرحلة واحدة ، لذلك يستخدم عادة ثلاث مراحل يحتوى المنتجان الوسيطان منها على ٩٠ ، ٩٨ ٪ من الهليوم . وتبلغ درجة نقاوة الأنواع العادية من الهليوم التى تستخدم على نطاق تجارى ٩٩,٩٥ ، ٩٩,٩٩٥ ، ١٠٠ ٪ .

وتنتج كميات قليلة من الهليوم فى كثير من البلدان كمنتج ثانوى من عملية فصل النيون من الهواء .

ويبلغ الإنتاج السنوى الحالى من الهليوم فى الولايات المتحدة (كمثال) ٢٩ - ٣٠ مليون متر مكعب ، كما يبلغ الاستهلاك ٢٤ - ٢٨ مليون متر مكعب .

نظائر الهليوم :

للهليوم نظيران ، ويبلغ الوزن الذرى لأكثرهما شيوعاً ٤ والأقل شيوعاً وزنه الذرى ٣ . وتبلغ نقطة غليان النظير الأول - ٢٦٨,٩٣ م والآخر - ٢٦٩,٩٨ م . وما يستحق الذكر أن نسبة توافر النظيرين أى هـ ٤ / هـ ٣ / تتغير مع مصدر الهليوم :

١٠ - ٧	١٢	جو الأرض
١٠ - ٧	٥,٠ - ٣,٠	١٢ من آبار الغاز الطبيعى
		٥ من الخامات المعدنية ذات
١٠ - ٧	٣,٠	النشاط الإشعاعى

لذلك يفضل الباحثون الذين يحتاجون إلى الهليوم ٣ أن يبدأوا عملهم بالهليوم المستخلص من الهواء الجوي كلما تيسر ذلك . ومن الممكن الحصول على الهليوم ٣ من عمليات معينة ذات نشاط إشعاعي . ويتغير كثير من خواص الهليوم السائل بدرجة ملحوظة عندما تقل درجة الحرارة عن - ٢٧١ م ويسلك الهليوم حينئذ كما لو كان عنصراً آخر مختلفاً تماماً . ويسمى الهليوم تحت هذه الدرجة بالهليوم ٢ .

استخدامات غاز الهليوم :

أنشئ أول مصنع لإنتاج الهليوم - كما سبق ذكره - لتوفير غاز غير قابل للاحتراق تملأ به البالونات والمناطيد . ورغم أن كثافة الهليوم تبلغ ضعف كثافة الهيدروجين إلا أنها $\frac{1}{7}$ كثافة الهواء ، بالإضافة إلى توافر الأمان الكامل عند الاستخدام ، وقد انتهى عهد استخدام المناطيد ، ولكن البالونات ما زالت قيد الاستخدام في عديد من الأغراض مثل مراقبة الطقس والدراسات الخاصة بالأنشطة الكونية .

وقد سبقت الإشارة في الفصل السابق إلى استخدام الهليوم كبديل للأرجون في اللحام بالقوس الكهربائي مع غاز واق وإلى استخدامه كوقاية لبعض الفلزات غير الحديدية في أثناء تصنيعها . ولكنه لا يستطيع الصمود في ميدان المنافسة بصورة اقتصادية إلا في بعض الأحوال في كندا أو في الولايات المتحدة .

وحينما يهبط الغواصون إلى أعماق البحار فإنهم يتنفسون غازاً تحت ضغط مساو للضغط الذى يتعرضون له على أى عمق . ويذوب النتروجين في الدم - تحت هذه الظروف بكمية كبيرة ، ثم يعاود الخروج من الدم عند الارتفاع إلى سطح البحر ثانية مسبباً آلاماً شديدة خلف المفاصل مثل الركبة والمرفق ، ويعرف هذا الألم « بانحناءات الغطاس » . ولكن الهليوم أقل ذوباناً في الدم

من النروجين ، ولذلك يستخدم خليط من ٨٠٪ من الهليوم مع ٢٠٪ من الأكسجين لتنفس الغواص تقادياً لما يتعرض له من آلام .
كما يستخدم الهليوم لنفخ عجالات الطائرات الضخمة بدلا من الهواء لخفض حمولة الطائرة وإعطاء الفرصة نحو استبدال فرق الحمولة بركاب .

الهليوم السائل :

ترتبط أهم خواص الهليوم وأكثرها غرابة بانخفاض درجة الحرارة ووجوده في الحالة السائلة . وهناك عدد من الاستخدامات التجارية على الرغم من قصر هذه الاستخدامات على أمثلة قليلة . وتوجد عدة آلاف من العلماء ومساعدتهم يقومون بأبحاث في بلدان عديدة بخصوص الهليوم السائل ، ومن المتوقع أن يكون لهذا الجهد آثار جانبية في هيئة استخدامات عملية ستخرج إلى حيز الوجود . وتعرض الفقرات التالية وصفاً لهذه الآثار .

تعتبر إسالة الهليوم أكثر صعوبة من إسالة أى غاز آخر . فإذا طرح احتمال الإفادة من ظاهرة جول طومسون . لأصبح لزماً تبريد الغاز أولاً تحت درجة حرارة الانعكاس وهي - ٢٣٣°م . ولا يمكن التوصل إلى ذلك بغير مغطس من الهيدروجين السائل . وتبلغ درجة حرارة انعكاس الهيدروجين بدوره - ٦٩°م ، مما يعنى ضرورة تبريده هو الآخر إلى أقل من هذه الدرجة في مغطس مناسب ولكن من النروجين السائل . لذلك استدعى الأمر استخدام ماكينات تمديد لبذل شغل خارجي ضمن معدات الإسالة التجارية . وبالرغم من انعدام الحاجة إلى تبريد مبدئي ، فهناك عدد من المشاكل الميكانيكية التي يعوق استخدام ماكينات التمديد عند هذه الدرجات المنخفضة من الحرارة .

وقد سبق في فصل سابق وصف الطرق التي تستخدم لتخزين الهليوم السائل .

الموصلية الفائقة :

تنخفض المقاومة الكهربائية لأي فلز مع انخفاض درجة حرارته ، ويعنى ذلك ازدياداً في موصلية الفلز . وتنخفض قيمة المقاومة في حالة بعض الفلزات والسبائك حتى الصفر عندما تصل درجة الحرارة إلى بضع درجات فوق درجة الصفر المطلق ويتحول الفلز إلى حالة من التوصيل الفائق . وتختلف درجة الحرارة الفعلية التي يحدث عندها ذلك من فلز لآخر ولكنها تقع جميعاً في المدى الأقل من - ٢٥٥ م . وتنال هذه الظاهرة اهتماماً بالغاً في عدد من المجالات مع افتراض التغلب على عدة مشاكل عملية .

وكانت أولى التطبيقات خلال الحرب العالمية الثانية في مقياس للطاقة الحرارية الإشعاعية (بولومتر) الاستدلال على الأشعة دون الحمراء . ويعتبر البولومتر أداة حساسة لقياس درجة الحرارة تعمل بامتصاص الطاقة المشعة في فلز تقاس مقاومته . فإذا أمكن التحكم في درجة حرارة الفلز عندما تبدأ الموصلية الفائقة في الظهور ، يصبح التغير في المقاومة لكل وحدة من الحرارة المتصصة مرتفعاً للغاية ، ويمكن عمل أداة شديدة الحساسية . وقد استخدمت مثل هذه الأداة التي تعمل على شريط من نيتريد النيوبيوم عند درجة - ٢٥٨ مئوية للاستدلال على وجود جنود العدو ومعداته .

ومما استحوذ على اهتمام العاملين في هذا المجال إمكانية تشغيل مغنطيس كهربائي في حالة توصيل فائق ، بحيث يمر التيار الكهربائي بلا انقطاع ويكون المجال المغنطيسي دائماً . وعلى أية حال فمن الممكن إحداث تيار التوصيل الفائق على مدى طبقة سطحية رقيقة ، ومن السهولة تدمير الموصلية الفائقة بالمجال المغنطيسي . ويطلق على هذه المواد - التي تشمل على الألومنيوم والقصدير والزئبق والرصاص - اسم الموصلات الفائقة الطرية . ولكن هناك موصلات فائقة صلدة مثل المركبات الفلزية الوسيطة - ومنها : النيوبيوم - قصدير ، والنيوبيوم - تيتانيوم ، والفاناديوم - جاليوم حيث تحمل التيار

داخل شعيرات رقيقة خلال التركيب ويمكنها نسبياً مقاومة المجالات المغناطيسية .

وتنحصر القدرة الوحيدة المطلوبة في حالة الموصلات الفائقة الصلدة - والمغناطيس عند شدته الكاملة - في القدرة المطلوبة للاحتفاظ بالمغناطيس بارداً ، أى القدرة المطلوبة لتعويض الفيض الحرارى الداخلى . وبغض النظر عن الاقتصاد في القدرة ، فهناك خفض كبير في رأس المال المطلوب نتيجة انخفاض حجم المغناطيس . ومن الأمثلة التى أجريت حساباتها مغناطيس يعطى ١٠٠,٠٠٠ مثل شدة المجال المغناطيسى الأرضى . وقد يحتوى مغناطيس كهربائى تقليدى على قلب من الحديد يزيد أطناناً عديدة ، بالإضافة إلى ملف من النحاس لتيار الضغط العالى . ويتطلب الأمر ٥٠ كيلووات من القدرة يتحول معظمها إلى حرارة يلزم تبريدها . ويزيد مغناطيس التوصيل الفائق المكافئ عدة مئات قليلة من الأرتال ، بما فيها المبرد الخاص به ، ولن يحتاج إلا لقدرة أكبر بقليل عن القدرة المستخدمة في التبريد . وقد تم إنشاء مئات عديدة من مغناطيسات التوصيل الفائق على المستوى العملى ونصف الصناعى وقد يصبح الاستخدام التجارى لها في مجال المعدات الكهربائية شائعاً عما قريب .

كما أنه من الاستخدامات الهامة للموصلية الفائقة التى ينتظر لها مستقبل مبشر في مجال المعدات الكهربائية اللازمة للمحركات الكهربائية . وتخلو هذه المحركات أساساً من فقد الميكانيكى والكهربائى المميز للمحركات الكهربائية العادية .

ويتبقى تطبيق آخر للموصلية الفائقة تم بحثه في مجال نقل القدرة الكهربائية حيث يصل الفقد إلى حوالى ١٥٪ في الأساليب الحالية بين موضع توليد الكهرباء وموضع استخدامها . فإذا احتفظ بخطوط نقل القدرة عند درجة حرارة الهليوم السائل فإن ذلك لن يؤدي إلى خفض الفقد بدرجة كبيرة فحسب

وإنما ستنخفض تكلفة رأس المال كذلك ، حيث ستستخدم خطوط أحف في الوزن . وتتضح أهمية ذلك بمعرفة أن هناك مقادير أعظم من القدرة سيكون مطلوباً نقلها في المستقبل . ويدو من المحتمل تعاضم هذا الوفرة عن تكلفة التبريد اللازم عند مثل هذه الدرجة المنخفضة .

ومن الواضح أنه إذا ما قدر لإحدى هذه الأفكار أن يتحقق لها التطبق عملياً . فسيصبح من السمات الأساسية للمعدات وجود مبردات بالهليوم مطلقاً الأمان . جنباً إلى جنب مع إمكانية أعمال الصيانة عند درجة حرارة الهليوم السائل .

تطبيقات آخر للهليوم السائل :

لا تعتمد جميع التطبيقات الممكنة للهليوم السائل على الموصية الفائقة فهناك بعض الأدوات الألكترونية التي تعمل بدرجة أكبر كفاءة عند درجات الحرارة المنخفضة . ومن أمثلة ذلك « الميزر » وهو أداة لتكبير الموجات الدقيقة بالانبعاث المنبه للإشعاع . وتتكون الأداة المستخدمة لاستقبال الإشارات في هذه الطريقة من الياقوت المخلوق . وهي ألومينا تحتوى على مقادير محسوبة من أيونات الكروم . فإذا تم تشغيل الأداة عند درجة حرارة الهليوم السائل . يمكن القضاء على التداخل من الذبذبات الحرارية للذرات في البلورة . وهناك أداة بديلة تؤدي نفس العرض وهي المكبر البارامترى . وتحتوى على مكثف لا تتناسب شحنته المخزونة خطياً مع الجهد المستخدم ، وحين تكون هناك عدة جهود متعبرة يصبح بالإمكان تحديبل الطاقة من تردد لآخر وينخفض السطح المشترك بالتشغيل عند درجات حرارة منخفضة مثل درجة حرارة الهليوم السائل . وتعتمد الأقمار الصناعية للاتصالات على الأدوات المبردة لاستقبال الإشارات مثل المحطة البريطانية القائمة في كورنول . ومن الأدوات التي يتحسن أداؤها بانخفاض درجة الحرارة بحس الاستشعار

على الأشعة دون الحمراء ، ومن أمثلتها البولومتر السابق ذكره . وهو أداة أبسط وأصغر بكثير من الرادار ويمكنه أداء نفس المهمة . ولكنه يتميز بعدم وجود حد أدنى لبعـد التشغيل ومن الصعوبة التشويش عليه . وكلما انخفضت درجة الحرارة التي يعمل عندها ازدادت حساسيته ومداه .

وأخيراً ينبغي الإشارة إلى أن للهليوم السائل عدداً من الاستخدامات في الفيزيكا النووية وفيزيكا الطاقة المرتفعة خاصة عند دراسة الحوادث النووية والذرية دون تداخل من الحركة الحرارية للذرات