{{Elementbox

|number=71

|symbol=Lu

|name=鑥

|enname=Lutetium

|left=[[鐿]]

|right=[[鉿]]

|above=[[釔]]

|below=[[鐒]]

|series= 鑭系元素

|series comment=有時歸為[[過渡金屬]]

|period=6

|block=d

|group=n/a

|image name=Lutetium\_sublimed\_dendritic\_and\_1cm3\_cube.jpg

|appearance=銀白色

|atomic mass= 174.9668(4)

|electron configuration= &#91;[[氙]]&#93; 6s<sup>2</sup> 4f<sup>14</sup> 5d<sup>1</sup>

|electrons per shell= 2, 8, 18, 32, 9, 2

|phase= 固體

|density gpcm3nrt= 9.841

|density gpcm3mp= 9.3

|melting point K=1925

|melting point C=1652

|melting point F=3006

|boiling point K=3675

|boiling point C=3402

|boiling point F=6156

|heat fusion= ca. 22

|heat vaporization= 414

|heat capacity= 26.86

|vapor pressure 1= 1906

|vapor pressure 10= 2103

|vapor pressure 100= 2346

|vapor pressure 1 k= (2653)

|vapor pressure 10 k= (3072)

|vapor pressure 100 k= (3663)

|vapor pressure comment=

|crystal structure= 六方密堆積

| oxidation states = 3, 2, 1<br />

（弱[[鹼性]]氧化物）

|electronegativity= 1.27

|number of ionization energies=3

|1st ionization energy= 523.5

|2nd ionization energy= 1340

|3rd ionization energy= 2022.3

|atomic radius= 174

|covalent radius= 187±8

|magnetic ordering= [[順磁性]]<ref name=magnet>{{cite book| url = http://www-d0.fnal.gov/hardware/cal/lvps\_info/engineering/elementmagn.pdf | title = Magnetic susceptibility of the elements and inorganic compounds, in Handbook of Chemistry and Physics| publisher = CRC press| isbn = 0849304814| year = 2000}}

</ref>

|electrical resistivity= （[[室溫]]）582 n

|thermal conductivity= 16.4

|thermal expansion= [[室溫]]）9.9

|Young's modulus= 68.6

|Shear modulus= 27.2

|Bulk modulus= 47.6

|Poisson ratio= 0.261

|Vickers hardness= 1160

|Brinell hardness= 893

|CAS number= 7439-94-3

|isotopes=

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=173 | sym=Lu

| na=[[放射性同位素|人造]] | hl=1.37年

| dm=[[電子捕獲|ε]] | de=0.671 | link1=鐿-173 | pn=173 | ps=Yb}}

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=174 | sym=Lu

| na=人造 | hl=3.31年

| dm=ε | de=1.374 | link1=鐿-174 | pn=174 | ps=Yb}}

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=175 | sym=Lu | na=97.41% | hl=- | dm=（[[α衰變|α]]） | de=1.6197 | link1=銩-171 | pn=171 | ps=Tm }}

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=176 | sym=Lu

| na=2.59% | hl=3.78&times;10<sup>10</sup> [[year|y]]

| dm=[[β衰變|β<sup>−</sup>]] | de=1.193 | link1=鉿-176 | pn=176 | ps=Hf}}

|isotopes comment=帶括號的衰變模式為理論預測，尚未有實驗觀測證實

|discovered by=[[喬治·於爾班]]和[[卡爾·奧爾·馮·威爾斯巴赫]]

|discovery date=1906

|first isolation by=卡爾·奧爾·馮·威爾斯巴赫

|first isolation date=1906

}}

'''鑥'''（'''Lutetium'''，-{zh-hans:（台湾称'''鎦''';zh-hk:（台灣稱'''鎦''';zh-tw:（中國大陸稱'''镥''';}-，舊譯作'''鏴'''）是一種[[化學元素]]，符號為'''Lu'''，[[原子序]]為71。鑥是一種銀白色[[金屬]]，在乾燥空氣中能抵抗腐蝕。鑥是最後一個[[鑭系元素]]，有時也算作第六週期首個[[過渡金屬]]，一般歸為[[稀土元素]]。

法國科學家喬治·於爾班（Georges Urbain）、奧地利礦物學家卡爾·奧爾·馮·威爾斯巴赫（Carl Auer von Welsbach）男爵以及美國化學家查爾斯·詹姆士（Charles James）於1907年分別獨自發現了鑥元素。他們都是在[[氧化鐿]]礦物中，發現了含有鑥的雜質。發現者隨即爭論誰最早發現鑥。於爾班和馮·威爾斯巴赫互相指責對方是在受自己影響後，才出版論文的。1909年，命名權最終落在了於爾班的手上，因為他的論文出版時間更早。他提議命名為「Lutecium」，而在1949年名稱的拼法改成了目前的「Lutetium」。然而，許多德國科學家直到1950年代仍使用馮·威爾斯巴赫所提出的名稱「Cassiopeium」（後改為「Cassiopium」）。

鑥在地球地殼中的含量並不高，但仍比[[銀]]要常見得多。鑥-176是一種較常見的[[放射性同位素]]（佔所有鑥的2.5%），[[半衰期]]約為380億年，可用於測量[[隕石]]的年齡。鑥一般與[[釔]]一同出現，可作[[合金]]材料，以及為某些化學反應作[[催化劑]]。<sup>177</sup>Lu-[[DOTA-TATE]]可用於[[放射線療法]]，治療神經內分泌腫瘤。<!------------<ref>{{cite news| url=http://www.iupac.org/reports/provisional/abstract04/connelly\_310804.html|title =IUPAC Provisional Recommendations for the Nomenclature of Inorganic Chemistry (online draft of an updated version of the "''Red Book''" IR 3-6)| date =2004| accessdate = 2009-06-06}}</ref>----------------->

==性質==

===物理性質===

鑥原子含71個[[電子]]，其[[電子排布]]為&#91;[[氙]]&#93;&nbsp;4f<sup>14</sup>5d<sup>1</sup>6s<sup>2</sup>。<ref name=Cotton>{{Greenwood&Earnshaw|page=1223}}</ref>在進行化學反應時，它會失去兩個外層電子和一個5d電子。這較為特殊，因為其他的鑭系元素反應時都會用到f-層電子。由於[[鑭系收縮]]現象，鑥原子是所有鑭系元素中大小最小的。<ref>{{Cotton&Wilkinson5th|pages=776, 955}}</ref>因此鑥的密度、熔點和硬度都是鑭系元素之中最高的。<ref name="Parker">{{cite book| last=Parker | first= Sybil P.| title =Dictionary of Scientific and Technical Terms, 3rd ed| location = New York| publisher = McGraw-Hill| year = 1984}}</ref>另一原因是，鑥位於[[d區塊]]，所以性質與一些較重的過渡金屬相似。有時鑥也可以歸為過渡金屬，但[[國際純粹與應用化學聯合會]]把它歸為鑭系元素。

===化學性質與化合物===

{{category see also|鎦化合物}}

鑥在化合物中的[[氧化態]]是+3。除了碘化鑥(III)之外，大部份鑥鹽都呈白色晶體狀，在水溶液中無色。鑥的硝酸鹽、硫酸鹽和醋酸鹽在結晶時會形成水合物。其[[三氧化二鑥|氧化物]]、氫氧化物、氟化物、碳酸鹽、磷酸鹽和草酸鹽都不可溶於水。<ref name=patnaik/>

標準情況下，鑥金屬在空氣中稍稍不穩定，但在150&nbsp;°C下會迅速燃燒形成氧化鑥。氧化鑥可以吸收水份和[[二氧化碳]]，可在密閉空間裡用於移除水氣和二氧化碳。<ref name=aaaaaa>{{cite book| pages = 303–304| title = The history and use of our earth's chemical elements: a reference guide | last= Krebs| first= Robert E.| publisher =Greenwood Publishing Group| year = 2006| isbn =0-313-33438-2}}</ref>鑥與水的反應相似，且會形成氫氧化鑥（反應速度隨水溫提高而加快）。<ref name="ffff">{{cite web| url =https://www.webelements.com/lutetium/chemistry.html| title =Chemical reactions of Lutetium| publisher=Webelements| accessdate=2009-06-06}}</ref>鑥金屬可以和最輕的四個[[鹵素]]形成三鹵化物，除氟化物外都可溶於水。

鑥能輕易溶解於弱酸<ref name=aaaaaa/>和稀[[硫酸]]中。溶液無色，其中的鑥離子與7個或9個水分子配位，平均公式為：[Lu(H<sub>2</sub>O)<sub>8.2</sub>]<sup>3+</sup>。<ref name="Persson2010">{{cite journal|last1=Persson|first1=Ingmar|title=Hydrated metal ions in aqueous solution: How regular are their structures?|journal=Pure and Applied Chemistry|volume=82|issue=10|year=2010|pages=1901–1917|issn=0033-4545|doi=10.1351/PAC-CON-09-10-22}}</ref>

:2&nbsp;Lu + 3&nbsp;H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → 2&nbsp;Lu<sup>3+</sup> + 3&nbsp;SO{{su|b=4|p=2–}} + 3&nbsp;H<sub>2</sub>↑

===同位素===

{{main|鑥的同位素}}

地球上的鑥由鑥-175和鑥-176兩種同位素組成，其中只有鑥-175是穩定的，所以鑥屬於[[單一同位素元素]]。鑥-176則會進行[[β衰變]]，[[半衰期]]為3.78&times;10<sup>10</sup>年，佔所有自然鑥元素的2.5%。<ref name="IS">{{cite journal| first = Audi| last = Georges|title = The NUBASE Evaluation of Nuclear and Decay Properties| journal = Nuclear Physics A| volume = 729| pages = 3–128| publisher = Atomic Mass Data Center| year = 2003| doi=10.1016/j.nuclphysa.2003.11.001| bibcode=2003NuPhA.729....3A| last2 = Bersillon| first2 = O.| last3 = Blachot| first3 = J.| last4 = Wapstra| first4 = A.H.}}</ref>至今鑥的人造[[放射性同位素]]共有32種，質量介乎149.973（鑥-150）至183.961（鑥-184）。當中較為穩定的有鑥-174（半衰期為3.31年）和鑥-173（1.37年）。<ref name="IS"/>其餘的放射性同位素半衰期都在9天以下，大部份甚至低於半小時。<ref name="IS"/>所有原子量比鑥-175低的同位素都會進行[[電子捕獲]]，產生[[鐿的同位素]]，並有少量進行[[α衰變]]和[[正電子發射]]；原子量比它高的則主要進行β衰變，產生[[鉿的同位素]]。<ref name="IS"/>

鑥還有42種[[同核異構體]]，質量分別有150、151、153至162以及166至180（有些同核異構體具相同的質量）。其中最穩定的有鑥-177m（半衰期為160.4天）和鑥-174m（142天）。這比鑥-173、174和176以外的所有基態放射性同位素的半衰期都要長。<ref name="IS"/>

==歷史==

法國科學家喬治·於爾班（Georges Urbain）、奧地利礦物學家卡爾·奧爾·馮·威爾斯巴赫（Carl Auer von Welsbach）男爵以及美國化學家查爾斯·詹姆士（Charles James）於1907年分別獨自發現了鑥元素。<ref>{{cite web|url=http://acswebcontent.acs.org/landmarks/landmarks/rareearth/discovery.html|title=Separation of Rare Earth Elements}}</ref>他們都是在[[氧化鐿]]礦物中，發現了含有鑥的雜質。瑞士化學家讓-夏爾·加利薩·德馬里尼亞（Jean Charles Galissard de Marignac）曾以為該礦物完全由鐿組成。<ref name="1st">{{cite journal|title=Un nouvel élément: le lutécium, résultant du dédoublement de l'ytterbium de Marignac|journal=Comptes rendus …|volume=145|year=1907|url=http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3099v/f759.image.langEN|pages=759–762|last= Urbain|first= G.}}</ref>發現者各自對鐿和鑥提出命名方案：於爾班建議「Neoytterbium」（即「新鐿」的意思）和Lutecium（取自[[巴黎]]的拉丁文名[[盧泰西亞]]，Lutetia），<ref name="Fra">{{cite journal|title=Lutetium und Neoytterbium oder Cassiopeium und Aldebaranium -- Erwiderung auf den Artikel des Herrn Auer v. Welsbach|year=1909|journal=Monatshefte für Chemie|volume=31|issue=10|doi=10.1007/BF01530262|first=G. |last=Urbain|page=1}}</ref>而威爾斯巴赫則選擇「Aldebaranium」和「Cassiopeium」。<ref name="Deu">{{cite journal|title=Die Zerlegung des Ytterbiums in seine Elemente|journal=Monatshefte für Chemie|volume=29|issue=2|year=1908|doi=10.1007/BF01558944|pages=181–225|first=Carl A.|last=von Welsbach}}</ref>兩者都指責對方的論文是在看過自己的論文後才發表的。

國際原子量委員會當時負責審理新元素的命名，於1909年認定於爾班為最先發現者，並因為他最先從德馬里尼亞的鐿樣本中分離出鑥，因此元素以他的提議命名。<ref name="1st"/>在於爾班的命名受到公認之後，「Neoytterbium」一名就被鐿的現名「Ytterbium」淘汰了。直到1950年代，一些德國化學家仍然採用威爾斯巴赫的名稱「Cassiopeium」。1949年，元素的拼法從「Lutecium」改為「Lutetium」。

威爾斯巴赫1907年製備的鑥樣本純度很高，而於爾班同年製成的樣本只含有微量的鑥。<ref name="rare-earth-handbook">{{cite book|last1=Thyssen|first1=Pieter|last2=Binnemans|first2=Koen|editor1-last=Gschneider|editor1-first=Karl A., Jr.|editor2-last=Bünzli|editor2-first=Jean-Claude|editor3-last=Pecharsky|editor3-first=Vitalij K.|chapter=Accommodation of the Rare Earths in the Periodic Table: A Historical Analysis|title=Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths|year=2011|page=63|publisher=Elsevier|location=Amsterdam|isbn=978-0-444-53590-0|oclc=690920513|url=http://books.google.com/books?id=8SstnPFSzb0C&pg=PA66#v=onepage&q&f=false|accessdate=2013-04-25}}</ref>這使得於爾班以為他發現了第72號元素，並將其稱為「Celtium」，但這其實只是純度更高的鑥元素。<ref name="rare-earth-handbook"/>查爾斯·詹姆士迴避了這一爭議，轉而大規模發展生產，並成為了當時最大的鑥供應商。<ref name="Emsley240">{{cite book| pages=240–242| url =http://books.google.com/?id=Yhi5X7OwuGkC&pg=PA241| title =Nature's building blocks: an A-Z guide to the elements|first =John|last=Emsley| publisher=Oxford University Press| isbn = 0-19-850341-5| year=2001}}</ref>1953年，科學家首次製成純鑥金屬。<ref name="Emsley240"/>

==存量及生產==

[[Image:Monazit - Mosambik, O-Afrika.jpg|thumb|獨居石]]

鑥並不單獨存在於自然中，而是與其他稀土金屬一同出現，因此其分離過程非常困難。最主要的商業來源是稀土磷化物礦物[[獨居石]]：([[鈰|Ce]],[[鑭|La]],…)[[磷|P]][[氧|O]]<sub>4</sub>，其中含有0.0001%的鑥。<ref name=aaaaaa/>地球地殼中鑥的含量在0.5&nbsp;mg/kg左右。主要產國有[[中國]]、[[美國]]、[[巴西]]、[[印度]]、[[斯里蘭卡]]和[[澳洲]]。全球鑥年產量約為10噸（以氧化物形態開採）。<ref name="Emsley240"/>純鑥金屬的製備十分困難，是稀土金屬中最稀有也最昂貴的，每公斤售價約為1萬美元，即[[金]]的四分之一左右。<ref>{{cite news| publisher = USGS| title =Rare-Earth Metals| author = James B. Hedrick| accessdate = 2009-06-06| url =http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\_earths/740798.pdf}}</ref><ref>{{cite news| publisher =|title =Rare Earth Elements| author = Stephen B. Castor and James B. Hedrick| accessdate = 2009-06-06| url =http://www.rareelementresources.com/i/pdf/RareEarths-CastorHedrickIMAR7.pdf}}</ref>

鑥礦物的加工過程如下。礦石壓碎之後，與熱濃[[硫酸]]反應，形成各種稀土元素的水溶硫酸鹽。氫氧化[[釷]]會沉澱出來，可直接移除。剩餘溶液需加入[[草酸銨]]，將稀土元素轉化為不可溶的草酸鹽。經[[退火]]後，草酸鹽會變為氧化物，再溶於[[硝酸]]中。這可移除主要成份[[鈰]]，因為其氧化物不可溶於硝酸。[[硝酸銨]]可將包括鑥在內的多個稀土元素以雙鹽的形態結晶分離出來。[[離子交換]]法可以把[[鑥]]萃取出來。在這一過程中，稀土元素離子吸附在合適的離子交換樹脂上，並會與樹脂中的氫、銨或者[[銅]]離子進行交換。利用適當的配合劑，可將鑥單獨洗出。要產生鑥金屬，可以用[[鹼金屬]]或[[鹼土金屬]]對無水Lu[[氯|Cl]]<sub>3</sub>或Lu[[氟|F]]<sub>3</sub>進行[[還原反應]]。<ref name=patnaik>{{cite book|last =Patnaik|first =Pradyot|year = 2003|title =Handbook of Inorganic Chemical Compounds|publisher = McGraw-Hill|page = 510|isbn =0-07-049439-8|url= http://books.google.com/?id=Xqj-TTzkvTEC&pg=PA243|accessdate = 2009-06-06}}</ref>

:2 LuCl<sub>3</sub> + 3 Ca → 2 Lu + 3 CaCl<sub>2</sub>

==應用==

由於鑥相當稀有，價格昂貴，所以商業用途不多。穩定的鑥可以用作[[石油]][[裂化反應]]中的[[催化劑]]，另在烷基化、[[氫化]]和[[聚合]]反應中也有用途。

[[鑥鋁石榴石]]（Al<sub>5</sub>Lu<sub>3</sub>O<sub>12</sub>）可能可以用於高[[折射率]][[浸沒式光刻技術]]，作鏡片材料。<ref>{{cite book| page=12| url=http://books.google.com/?id=Sx39H8XR1FcC&pg=PA12| title =Advanced Processes for 193-NM Immersion Lithography| author =Yayi Wei, Robert L. Brainard| publisher=SPIE Press| year = 2009| isbn =0-8194-7557-2}}</ref>[[磁泡存儲器]]中用到的[[釓鎵石榴石]]當中也含有少量的鑥，其功用為[[摻雜劑]]。<ref>{{cite journal|title = Three garnet compositions for bubble domain memories|journal = Journal of Electronic Materials|volume = 3|issue = 3|year = 1974|doi = 10.1007/BF02655293|pages = 693–707|author = J. W. Nielsen, S. L. Blank, D. H. Smith, G. P. Vella-Coleiro, F. B. Hagedorn, R. L. Barns and W. A. Biolsi|bibcode = 1974JEMat...3..693N }}</ref>摻鈰氧正矽酸鑥是目前[[正電子發射計算機斷層掃描]]（PET）技術中的首選探測器物質。<ref>{{cite book| author = Wahl RL|chapter = Instrumentation| title = Principles and Practice of Positron Emission Tomography| location = Philadelphia: Lippincott| publisher = Williams and Wilkins| year= 2002| page =51}}</ref><ref>{{cite journal|title =Evaluation of cerium doped lutetium oxyorthosilicate (LSO)scintillation crystals for PET|journal = Nuclear Science|year =1993|volume = 40|issue = 4|pages = 1045–1047|doi = 10.1109/23.256710|author = Daghighian, F. Shenderov, P. Pentlow, K.S. Graham, M.C. Eshaghian, B. Melcher, C.L. Schweitzer, J.S.|bibcode = 1993ITNS...40.1045D }}</ref>鑥也被用作[[發光二極體]]當中的螢光體。<ref>{{cite journal|title = A19 LED bulbs: What's under the frosting?|journal = EE Times|issue = July 18|year = 2011|issn = 0192-1541|pages = 44–45|author = Martine Simard-Normandin}}</ref>

鑥的放射性同位素也有幾項用途。鑥-176具有合適的半衰期和衰變模式，因此被用作純β粒子射源，其中的鑥要先經過[[中子活化]]過程。用於測量[[隕石]]年齡的鑥鉿[[放射性定年法|定年法]]也用到這一同位素。<ref>{{cite book| page=51| url=http://books.google.com/?id=3uYmP0K5PXEC&pg=PA52| title =Lectures in Astrobiology| author = Muriel Gargaud, Hervé Martin, Philippe Claeys|publisher= Springer|year = 2007| isbn =3-540-33692-3}}</ref>與[[奧曲肽]]鹽結合的鑥-177同位素（類[[體抑素]]）可用於針對[[神經內分泌腫瘤]]的[[放射線療法]]。<ref>{{cite book| page=98| url=http://books.google.com/?id=ZtRdbUNbPn8C&pg=PA98| title =Metal complexes in tumor diagnosis and as anticancer agents| author=Helmut Sigel| publisher=CRC Press| year =2004| isbn =0-8247-5494-8}}</ref>

[[鉭酸鑥]]（LuTaO<sub>4</sub>）是已知密度最高的白色穩定物質（9.81 g/cm<sup>3</sup>），<ref name=lu1>{{cite doi|10.1016/0925-8388(94)91069-3}}</ref>所以是理想的[[X光]]螢光體載體材料。<ref>{{cite book| url = http://books.google.com/?id=lWlcJEDukRIC&pg=PA846| page=846|title = Phosphor handbook| author = Shigeo Shionoya| publisher= CRC Press| year = 1998| isbn =0-8493-7560-6}}</ref><ref name=appl>{{cite book| page = 32| url = http://books.google.com/?id=F0Bte\_XhzoAC&pg=PA32| title = Extractive metallurgy of rare earths| author = C. K. Gupta, Nagaiyar Krishnamurthy| publisher =CRC Press| year = 2004| isbn =0-415-33340-7}}</ref>白色物質中，只有[[二氧化釷]]的密度比它更高（10 g/cm<sup>3</sup>），但其中的釷具有放射性。

==安全==

和其他稀土金屬一樣，鑥的毒性較低，但其化合物則須小心處理。比如，氟化鑥會刺激皮膚，吸入人體後十分危險。<ref name=aaaaaa/>硝酸鑥也具有危險性：它在加溫之後可能會爆炸或燃燒。氧化鑥粉末具有毒性，須避免吸入或進食。<ref name=aaaaaa/>

和其他[[3族元素]]及鑭系元素相似，鑥沒有任何生物功用。不過人體之內可發現鑥元素，特別累積在骨骼中，少量在肝臟和腎臟中。<ref name="Emsley240"/>鑥在人體內的含量是所有鑭系元素中最低的。<ref name="Emsley240"/>並沒有數據記錄人類的鑥攝入量，但經估算約為每年數微克，主要經植物食物進入體內。可溶的鑥鹽具微毒性，但不可溶的鑥鹽則沒有毒性。<ref name="Emsley240"/>

==參考資料==

{{Reflist|2}}

<!--\*''Guide to the Elements - Revised Edition'', Albert Stwertka, (Oxford University Press; 1998) ISBN 0-19-508083-1-->

{{元素週期表}}

[[Category:镧系元素]]

[[Category:第6周期元素|6Q]]

[[Category:化学元素|6Q]]

[[Category:鎦|\*]]

{{Link GA|en}}

{{Link FA|de}}