{{CJK-New-Char|9FB2|289C0}}

{{Elementbox

|number=104

|symbol=Rf

|name=鑪

|enname=Rutherfordium

|left=[[鐒]]

|right=[[𨧀]]

|above=[[鉿]]

|below=(Uph)

|series= 過渡金屬

|group=4

|period=7

|block=d

|atomic mass= [267]

|appearance= 未知

|electron configuration= &#91;[[氡|Rn]]&#93; 5f<sup>14</sup> 6d<sup>2</sup> 7s<sup>2</sup><ref name=rsc/><ref name=Haire/>

|electrons per shell= 2, 8, 18, 32, 32, 10, 2

|phase= 固體

|phase comment=（預測）<ref name=rsc/><ref name=Haire/>

|density gpcm3nrt= 23（估值）<ref name=rsc>[http://www.rsc.org/chemsoc/visualelements/pages/data/rutherfordium\_data.html Chemical Data. Rutherfordium - Rf], Royal Chemical Society</ref><ref name=Haire/>

|melting point K=2400

|melting point C=2100

|melting point F=3800（估值）<ref name=rsc/><ref name=Haire/>

|boiling point K=5800

|boiling point C=5500

|boiling point F=9900（估值）<ref name=rsc/><ref name=Haire/>

|number of ionization energies=4

|1st ionization energy= 579.9（估值）<ref name=Haire>{{cite book| title = The Chemistry of the Actinide and Transactinide Elements| editor1-last = Morss|editor2-first = Norman M.| editor2-last = Edelstein| editor3-last = Fuger|editor3-first = Jean| last = Haire|first = Richard G.| chapter = Transactinides and the future elements| publisher = [[Springer Science+Business Media]]| year = 2006 | isbn = 1-4020-3555-1| location = Dordrecht, The Netherlands| edition = 3rd| ref = CITEREFHaire2006}}</ref>

|2nd ionization energy= 1389.4（估值）<ref name=Haire/>

|3rd ionization energy= 2296.4（估值）<ref name=Haire/>

|atomic radius=150（估值）<ref name=Haire/>

|covalent radius=157（估值）<ref name=rsc/>

|oxidation states= '''4''',<ref name=rsc/> 3（預測）<ref name=Haire/>

|oxidation states comment=實驗證實的氧化態以粗體顯示

|CAS number= 53850-36-5

|isotopes=<!--only those above 5 sec -->

{{Elementbox\_isotopes\_decay3 | mn=261 | sym=Rf | na=[[放射性同位素|syn]] | hl=70 s<ref name=nuclidetable>{{citeweb|url=http://www.nndc.bnl.gov/chart/reCenter.jsp?z=104&n=158|title=Interactive Chart of Nuclides|publisher=Brookhaven National Laboratory|author=Sonzogni, Alejandro|location=National Nuclear Data Center|accessdate=2008-06-06}}</ref>| dm1=>80% [[α衰變|α]] | de1=8.28 | pn1=257 | ps1=No |dm2=<15% [[電子捕獲|ε]] | de2= | pn2=261 | ps2=Lr |dm3=<10% [[自發裂變|SF]] | de3= | pn3=| ps3=}}

{{Elementbox\_isotopes\_decay2 | mn=263 | sym=Rf | na=syn | hl=15 min<ref name=nuclidetable/> | dm1=<100% SF | de1= | pn1= | ps1= |dm2=~30% α | de2=7.90 ? | pn2=259 | ps2=No }}

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=265 | sym=Rf | na=syn | hl=2.5 min<ref name=10El>{{cite journal|last1=Ellison|first1=P.|last2=Gregorich|first2=K.|last3=Berryman|first3=J.|last4=Bleuel|first4=D.|last5=Clark|first5=R.|last6=Dragojević|first6=I.|last7=Dvorak|first7=J.|last8=Fallon|first8=P.|last9=Fineman-Sotomayor|first9=C.|title=New Superheavy Element Isotopes: <sup>242</sup>Pu(<sup>48</sup>Ca,5n)<sup>285</sup>114|journal=Physical Review Letters|volume=105|year=2010|doi=10.1103/PhysRevLett.105.182701|bibcode = 2010PhRvL.105r2701E }}</ref> | dm=SF| de= | pn= | ps=}}

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=266 | sym=Rf? | na=syn | hl=10? h | dm=SF?/α? | de= | pn= | ps=}}

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=267 | sym=Rf | na=syn | hl=1.3 h<ref name=nuclidetable/> | dm=SF | de= | pn= | ps=}}

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=268 | sym=Rf? | na=syn | hl=6? h | dm=SF?/α? | de= | pn= | ps=}}

|isotopes comment=此處只列出半衰期超過5秒的同位素

{{Listen|filename=En-rutherfordium\_(2).oga|title=Rutherfordium|description=鑪（Rutherfordium）的英語發音|format=[[Ogg]]|plain=yes}}

|discovered by=[[聯合核研究所]]

|discovery date=1964

}}

'''鑪'''（'''Rutherfordium'''）是一種[[化學元素]]，符號為'''Rf'''，[[原子序]]為104。鑪是為紀念[[紐西蘭]]物理學家[[歐内斯特·盧瑟福]]而以他命名的。鑪是一種[[人工合成元素|人工合成]]的[[放射性]]元素，不出現在自然界中，但可以在實驗室內產生。其最穩定的已知[[同位素]]為<sup>267</sup>Rf，[[半衰期]]約為1.3小時。

在[[元素週期表]]中，鑪位於[[d區塊]]，是第一個[[錒系後元素]]。鑪屬於[[第7週期元素|第7週期]]、[[4族元素|4族]]。化學實驗已證實，鑪是比同為4族的[[鉿]]較重的化學[[同系物]]。人們對鑪的化學特性瞭解不全。鑪與其他的4族元素相似，不過某些計算指出，由於[[相對論量子化學|相對論性效應]]，它可能會具有很不同的化學屬性。

位於前[[蘇聯]]和[[美國]][[加州]]的實驗室在1960年代分別製造出少量的鑪。由於雙方發現鑪的先後次序不清，因此蘇聯和美國科學家們對其命名產生了爭議；直到1997年[[國際純粹與應用化學聯合會]]（IUPAC）才將「鑪」作為該元素的正式名稱。

==歷史==

===發現===

位於[[杜布納]]（當時位於前[[蘇聯]]）的[[聯合核研究所]]於1964年宣佈首次[[化學元素發現年表|發現]]鑪。研究人員以[[氖]]-22離子撞擊[[鈈]]-242目標，把產物與[[四氯化鋯]]（ZrCl<sub>4</sub>）反應後將其轉變為氯化物，再用溫度梯度色譜法把鑪從產物中分離出來。該團隊在一種具揮發性的的氯化物中探測到[[自發裂變]]事件，該氯化物具有類似於鉿的較重同系物的化學屬性。其半衰期數值最初並沒有被準確量度，但後來的計算則指出，衰變產物最可能為鑪-259：<ref name=93TWG>{{cite journal |title =Discovery of the transfermium elements. Part II: Introduction to discovery profiles. Part III: Discovery profiles of the transfermium elements |year = 1993 |last = Barber| first = R. C. |coauthors = Greenwood, N. N.; Hrynkiewicz, A. Z.; Jeannin, Y. P.; Lefort, M.; Sakai, M.; Ulehla, I.; Wapstra, A. P.; Wilkinson, D. H. |journal = Pure and Applied Chemistry| volume = 65 |issue = 8 |pages = 1757–1814 |doi = 10.1351/pac199365081757}}</ref>

:{{Nuclide|plutonium|242}} + {{Nuclide|neon|22}} → {{Nuclide|rutherfordium|264−''x''}} → {{Nuclide|rutherfordium|264−''x''}}Cl<sub>4</sub>

1969年，[[美國]][[加州大學伯克利分校]]以[[碳-12]]離子撞擊[[鉲]]，確定性地合成了鑪，並測量了<sup>257</sup>Rf 的α衰變：<ref name=69Gh01>{{cite journal |doi = 10.1103/PhysRevLett.22.1317 |title = Positive Identification of Two Alpha-Particle-Emitting Isotopes of Element 104 |year = 1969 |last = Ghiorso |first = A. |coauthors = Nurmia, M.; Harris, J.; Eskola, K.; Eskola, P. |journal = Physical Review Letters |volume = 22 |issue = 24 |pages = 1317–1320 |bibcode=1969PhRvL..22.1317G}}</ref>

:{{Nuclide|californium|249}} + {{Nuclide|carbon|12}} → {{Nuclide|rutherfordium|257}} + 4 {{SubatomicParticle|neutron}}

在美國進行的實驗於1973年得到獨立證實，其中通過觀測<sup>257</sup>Rf衰變產物——鍩-253——的[[K-α]] [[X光]]，確實了鑪為母衰變體。<ref name=73Be01>{{cite journal |doi =10.1103/PhysRevLett.31.647 |title =X-Ray Identification of Element 104 |year =1973 |author =Bemis, C. E. ''et al.'' |journal =Physical Review Letters |volume =31 |issue =10 |pages =647–650 |bibcode=1973PhRvL..31..647B}}</ref>

===命名爭議===

{{multiple image

| footer = 第104號元素最終以譽為[[原子核物理學]]之父的[[紐西蘭]]物理學家、化學家[[歐内斯特·盧瑟福]]（左）命名。該元素最初建議以譽為蘇聯原子彈之父的[[蘇聯]]原子核物理學家[[伊格爾·庫爾恰托夫]]（右）命名。

| align = left

| width1 = 125

| width2 = 95

| image1 = Ernest Rutherford2.jpg

| alt1 = alt1

| image2 = young Igor Kurchatov.jpg

| alt2 = alt2

}}

俄方科學家建議使用Kurchatovium作為該新元素命名，而美方科學家則建議使用Rutherfordium。<ref>{{cite web |url=http://www.rsc.org/chemistryworld/podcast/Interactive\_Periodic\_Table\_Transcripts/Rutherfordium.asp |title=Rutherfordium |publisher=Rsc.org |accessdate=2010-09-04}}</ref>1992年，[[國際純粹與應用化學聯合會|IUPAC]]/[[國際純粹與應用物理學聯合會|IUPAP]]鐨後元素工作組（TWG）評審了發現報告後，認為雙方是同時合成了第104號元素的，所以雙方應該共同享有這份名譽。<ref name=93TWG/>

美國的團隊其後回復了TWG，並稱TWG過分重視杜布納團隊的研究結果。他們也指出，俄方團隊曾在過去20年以內多次修改其報告細節，俄方對此沒有否認。他們還強調，TWG過於看重俄方團隊所進行的化學實驗，並指責TWG的委員會成員缺乏足夠的資歷。TWG隨後回應，稱已經審視過美方提出的各項意見，並認為沒有理由撤回先前有關發現順序的結論。<ref>{{cite journal |doi =10.1351/pac199365081815 |title =Responses on 'Discovery of the transfermium elements' by Lawrence Berkeley Laboratory, California; Joint Institute for Nuclear Research, Dubna; and Gesellschaft fur Schwerionenforschung, Darmstadt followed by reply to responses by the Transfermium Working Group |year =1993 |last = Ghiorso |first = A. |coauthors = Seaborg, G. T.; Organessian, Yu. Ts.; Zvara, I.; Armbruster, P.; Hessberger, F. P.; Hofmann, S.; Leino, M.; Munzenberg, G.; Reisdorf W.; Schmidt, K.-H. |journal =Pure and Applied Chemistry |volume =65 |issue = 8 |pages =1815–1824}}</ref>IUPAC最終使用了美國團隊所提出的名稱（Rutherfordium），這可能反映了其實際改變了決定。<ref name=97IUPAC>{{cite journal |doi =10.1351/pac199769122471 |title =Names and symbols of transfermium elements (IUPAC Recommendations 1997) |year =1997 |journal =Pure and Applied Chemistry |volume =69 |issue = 12 |pages =2471–2474}}</ref>

蘇聯的團隊稱其首次探測到該新元素，因此建議將其命名為Kurchatovium（Ku）以紀念[[伊格爾·庫爾恰托夫]]，其曾經領導過[[蘇聯原子彈計劃]]。[[東方集團]]國家的教科書都使用Kurchatovium作為該元素的正式命名。美國的團隊則提議用Rutherfordium（Rf）為新元素的命名，以紀念[[原子核物理學]]之父[[歐内斯特·盧瑟福]]。在確認正式命名之前，國際純粹與應用物理學聯合會（IUPAC）使用臨時[[IUPAC元素系統命名法|系統命名]]Unnilquadium（Unq）。該名稱源自數字1、0和4的[[拉丁文]]寫法。1994年，IUPAC建議使用Dubnium（𨧀的現名，名稱源自杜布納，Dubna）作為104號元素的名稱，因為Rutherfordium已被建議作為106號元素的名稱，而IUPAC也認為應該承認杜布納團隊對此領域研究的貢獻。然而，這時104至107號元素的名稱都具有爭議。1997年，有關的團隊解決了紛爭，並最終采用了現名Rutherfordium（中文譯為鑪）。Dubnium一名則成為了105號元素[[𨧀]]的名稱。<ref name=97IUPAC/>

==核合成==

{{Main|鑪的同位素}}

鑪等[[超重元素]]的合成方法是將兩種較輕的元素通過[[粒子加速器]]相互高速撞擊，並以此產生[[核聚變]]反應。多數鑪同位素都可以用這種方法合成，但某些較重的同位素則目前只在[[原子序]]更高的元素的衰變產物當中發現。<ref name=fusion>{{cite journal |last1=Barber |first1=Robert C. |last2=Gäggeler |first2=Heinz W. |last3=Karol |first3=Paul J. |last4=Nakahara |first4=Hiromichi |last5=Vardaci |first5=Emanuele |last6=Vogt |first6=Erich |title=Discovery of the element with atomic number 112 (IUPAC Technical Report) |journal=Pure and Applied Chemistry |volume=81 |issue=7 |page=1331 |year=2009 |doi=10.1351/PAC-REP-08-03-05}}</ref>

根據所用能量的高低，核合成分為「熱」和「冷」兩類。在熱核聚變反應中，低質量、高能的發射體朝着高質量目標（[[錒系元素]]）加速，產生處於高激發能的複核（約40至50 [[電子伏特|MeV]]），再裂變或蒸發出3至5顆中子。<ref name=fusion/>在冷核聚變反應中，聚變所產生的複核有着低激發能（約10至20 MeV），因此這些產物的裂變可能性較低。複核冷卻至[[基態]]時，會只射出1到2顆中子，因此產物的含中子量更高。<ref name=AM89>{{Cite journal |first=Peter |last=Armbruster |lastauthoramp=yes |first2=Gottfried |last2=Munzenberg |title=Creating superheavy elements |journal=Scientific American |volume=34 |pages=36–42 |year=1989}}</ref>冷核聚變一詞在此指的不是在室溫下發生的核聚變反應（見[[冷核聚變]]）。<ref>{{cite journal |doi=10.1016/0022-0728(89)80006-3}}</ref>

===熱核聚變===

位於杜布納的研究團隊在1964年首次嘗試合成鑪，所用的熱核聚變反應將[[氖]]-22發射體撞擊[[鈈]]-242目標：

:{{Nuclide|Link=yes|plutonium|242}} + {{Nuclide|Link=yes|neon|22}} → {{Nuclide|rutherfordium|264-x}} + x {{SubatomicParticle|link=yes|Neutron}} (x=3,5).

於首次研究中，他們探測到兩次[[半衰期]]分別為0.3秒和8秒的[[自發裂變]]事件。前者之後被撤回，而後者則源自<sup>259</sup>Rf同位素。<ref name=93TWG/>1966年，該團隊重復進行了這條反應，並對具揮發性的氯化物產物進行了化學研究。他們辨認出一種揮發性氯化物，其屬性與鉿的較重化學同系物相似，並以自發裂變快速衰變。這是產生了RfCl<sub>4</sub>的有力證據。儘管其半衰期沒有被準確地測量出來，但是之後的證據指出產物最有可能是<sup>259</sup>Rf。團隊在接下來的幾年之內多次重復進行實驗，並於1971年把該同位素的自發裂變半衰期確定為4.5秒。<ref name=93TWG/>

1969年，以[[阿伯特·吉奧索]]為首，位於[[加州大學]]的團隊嘗試證實杜布納團隊所公佈的結果。在一次[[鋦]]-248和[[氧-16]]之間的反應中，他們未能證實杜布納團隊的結果，但卻探測到<sup>260</sup>Rf的自發裂變，其半衰期只有10至30 ms：

:{{Nuclide|Link=yes|curium|248}} + {{Nuclide|Link=yes|oxygen|16}} → {{Nuclide|rutherfordium|260}} + 4 {{SubatomicParticle|link=yes|Neutron}}.

1970年，美國團隊又再次研究了這條反應，但這次使用[[氧-18]]作為發射體，並探測到<sup>261</sup>Rf的自發裂變，半衰期長達65秒（之後修正為75秒）。<ref name=70Gh01>{{cite journal |doi =10.1016/0370-2693(70)90595-2 |title = <sup>261</sup>Rf; new isotope of element 104 |year =1970 |first = A. |last = Ghiorso |coauthor = Nurmia, M.; Eskola, K.; Eskola P.| journal =Physics Letters B |volume =32 |issue = 2 |pages =95–98 |bibcode = 1970PhLB...32...95G }}</ref><ref>{{Cite journal |author=Sylwester, E. R. ''et al.'' |title=On-line gas chromatographic studies of Rf, Zr, and Hf bromides |journal=Radiochimica Acta |volume=88 |issue=12\_2000 |page=837 |year=2000 |doi=10.1524/ract.2000.88.12.837}}</ref>之後在[[加州]][[勞倫斯伯克利國家實驗室]]進行的實驗得出一種短半衰期的<sup>262</sup>Rf同核異構體（其進行自發裂變，半衰期為47 ms）<ref>{{cite journal |doi =10.1103/PhysRevC.31.1801 |title =Spontaneous fission of rutherfordium isotopes |year =1985 |first =L. P. |last = Somerville |coauthor = M. J. Nurmia, J. M. Nitschke, and A. Ghiorso E. K. Hulet and R. W. Lougheed |journal =Physical Review C |volume =31 |issue =5| pages =1801–1815 |bibcode = 1985PhRvC..31.1801S }}</ref>及長半衰期的自發裂變事件，後者不確定地指向<sup>263</sup>Rf。<ref name=Rf263/>

[[File:Rutherfordium experimental setup.jpeg|thumb|350px|發現<sup>257</sup>Rf和<sup>259</sup>Rf的實驗裝置示意圖]]

吉奧索的團隊也研究了[[鉲]]-249與[[碳-13]]之間的反應，並合成了短半衰期的<sup>258</sup>Rf（其在11 ms後進行自發裂變）：<ref name=69Gh01/>

:{{Nuclide|Link=yes|californium|249}} + {{Nuclide|Link=yes|carbon|13}} → {{Nuclide|rutherfordium|258}} + 4 {{SubatomicParticle|link=yes|Neutron}}.

在轉用[[碳-12]]之後，他們更首次觀測到<sup>257</sup>Rf的[[α衰變]]。<ref name=69Gh01/>

杜布納的團隊於1977首次研究[[錇]]-249和[[氮]]-14之間的反應，並於1985年證實產生了<sup>260</sup>Rf同位素，該同位素在28 ms之後進行自發裂變：<ref name=93TWG/>

:{{Nuclide|Link=yes|berkelium|249}} + {{Nuclide|Link=yes|nitrogen|14}} → {{Nuclide|rutherfordium|260}} + 3 {{SubatomicParticle|link=yes|Neutron}}.

1996年，勞倫斯伯克利國家實驗室在進行鈈-244和氖-22的核聚變反應時，觀測到了同位素<sup>262</sup>Rf：

:{{Nuclide|Link=yes|plutonium|244}} + {{Nuclide|Link=yes|neon|22}} → {{Nuclide|rutherfordium|266-x}} + x {{SubatomicParticle|link=yes|Neutron}} (x=4, 5).

研究團隊將半衰期確定為2.1秒，而不是先前報告中的47 ms，這意味著兩個半衰期值可能是源自<sup>262</sup>Rf的兩種同核異構體的。<ref name=96La01>{{cite journal |doi =10.1103/PhysRevC.53.2893| title =Spontaneous fission properties of 104262Rf |year =1996 |author=Lane, M. R. ''et al.'' |journal =Physical Review C |volume =53 |issue = 6 |pages =2893–2899 |bibcode = 1996PhRvC..53.2893L }}</ref>杜布納的團隊也研究了該反應，並於2000年觀測到<sup>261</sup>Rf的α衰變及<sup>261m</sup>Rf的自發裂變。<ref name=j1>{{cite journal |author=Lazarev, Yu. ''et al.'' |title=Decay properties of 257No, 261Rf, and 262Rf |journal=Physical Review C |volume=62 |issue=6 |year=2000 |doi=10.1103/PhysRevC.62.064307 |bibcode = 2000PhRvC..62f4307L }}</ref>

杜布納團隊於2000年首次公佈了使用鈾目標體的熱核聚變反應：

:{{Nuclide|Link=yes|uranium|238}} + {{Nuclide|Link=yes|magnesium|26}} → {{Nuclide|rutherfordium|264-x}} + x {{SubatomicParticle|link=yes|Neutron}} (x = 3, 4, 5, 6).

他們觀測到<sup>260</sup>Rf和<sup>259</sup>Rf的衰變，之後又觀測到<sup>259</sup>Rf的衰變。在一系列利用鈾目標體的實驗中，勞倫斯伯克利國家實驗室的團隊於2006年探測到了<sup>261</sup>Rf。<ref name=j1/><ref name=uranium>{{cite web |url = http://rnc.lbl.gov/nsd/annualreport2005/contributions/Gregorich\_LE.pdf| title = Systematic Study of Heavy Element Production in Compound Nucleus Reactions with <sup>238</sup>U Targets |author= Gregorich, K.E. ''et al.'' |publisher = LBNL annual report |year = 2005 |accessdate = 2008-02-29}}</ref><ref>{{cite journal |doi =10.1103/PhysRevC.77.034603 |title =Synthesis of rutherfordium isotopes in the <sup>238</sup>U(<sup>26</sup>Mg,xn)<sup>264−x</sup>Rf reaction and study of their decay properties |journal =Physical Review C |volume =77 |issue =3 |year =2008 |author = Gates, J. M. ''et al.'' |bibcode = 2008PhRvC..77c4603G }}</ref>

===冷核聚變===

首次合成鑪的冷核聚變反應是於1974年在杜布納進行的，反應將[[鈦-50]]射向鉛-208同位素目標：

:{{Nuclide|Link=yes|lead|208}} + {{Nuclide|Link=yes|titanium|50}} → {{Nuclide|rutherfordium|258-x}} + x {{SubatomicParticle|link=yes|Neutron}} (x = 1, 2, 3).

測量到的自發裂變事件源自<sup>256</sup>Rf，<ref>{{cite journal |doi =10.1016/0375-9474(75)91140-9 |title =Experiments on the synthesis of neutron-deficient kurchatovium isotopes in reactions induced by <sup>50</sup>Ti Ions |year = 1975 |last =Oganessian |first = Yu. Ts. |coauthors = Demin, A. G.; Il'inov, A. S.; Tret'yakova, S. P.; Pleve, A. A.; Penionzhkevich, Yu. É.; Ivanov M. P.; Tret'yakov, Yu. P.| journal =Nuclear Physics A |volume =38 |issue = 6 |pages =492–501 |bibcode = 1975NuPhA.239..157O }}</ref>而其後在[[重離子研究所]]（GSI）進行的實驗則測量了<sup>257</sup>Rf和<sup>255</sup>Rf的衰變屬性。<ref>{{cite journal |doi =10.1007/BF01493453 |title =Study of evaporation residues produced in reactions of <sup>207</sup>,<sup>208</sup>Pb with <sup>50</sup>Ti |year =1985 |author = Heßberger, F. P. ''et al.'' |journal =Zeitschrift für Physik A |volume =321 |issue =2 |page =317 |bibcode = 1985ZPhyA.321..317H }}</ref><ref name=97He01>{{cite journal |doi =10.1007/s002180050422 |title =Spontaneous fission and alpha-decay properties of neutron deficient isotopes <sup>257−253</sup>104 and <sup>258</sup>106 |year =1997 |last = Heßberger |first = F. P. |coauthors = Hofmann, S.; Ninov, V.; Armbruster, P.; Folger, H.; Münzenberg, G.; Schött, H. J.; Popeko, A. K.; Yeremin, A. V. ; Andreyev, A. N.; Saro, S. |journal =Zeitschrift für Physik A |volume =359 |issue =4 |page =415 |bibcode = 1997ZPhyA.359..415A }}</ref>

1974年，杜布納的研究人員研究了[[鉛-207]]和鈦-50之間的反應，並產生了<sup>255</sup>Rf。<ref name=Rf255>{{cite journal |title = Decay properties of neutron-deficient isotopes <sup>256,257</sup>Db, <sup>255</sup>Rf, <sup>252,253</sup>Lr"] |first = F.P. |last = Heßberger |coauthor = Hofmann, S.; Ackermann, D.; Ninov, V.; Leino, M.; Münzenberg, G.; Saro, S.; Lavrentev, A.; Popeko, A.G.; Yeremin, A.V.; Stodel, Ch. |journal = European Physical Journal A |volume = 12 |issue=1 |pages = 57–67 |year = 2001 |doi=10.1007/s100500170039 |bibcode = 2001EPJA...12...57H }}</ref>1994年重離子研究所的一項研究使用鉛-206同位素，並探測到<sup>255</sup>Rf和<sup>254</sup>Rf。同年轉用鉛-204後則探測到<sup>253</sup>Rf。<ref name=97He01/>

===衰變===

大部分[[質量數]]低於262的同位素都會出現於[[原子序]]更高的元素的衰變產物中，這能夠使之前探測的屬性有更準確的數值。較重的鑪同位素只出現在更重元素的衰變產物中。比如，自2004年起，在[[鐽]]-279[[衰變鏈]]中多次觀測到有通過α衰變形成<sup>267</sup>Rf的事件：

:{{Nuclide|darmstadtium|279}} → {{Nuclide|hassium|275}} + {{SubatomicParticle|alpha}} → {{Nuclide|seaborgium|271}} + {{SubatomicParticle|link=no|alpha}} → {{Nuclide|rutherfordium|267}} + {{SubatomicParticle|link=no|alpha}}.

這又繼續進行自發裂變，半衰期約為1.3小時。<ref name="springerlink1">{{cite book |author=Hofmann, S. |title=The Euroschool Lectures on Physics with Exotic Beams, Vol. III Lecture Notes in Physics |publisher=Springer |year= 2009 |pages=203–252 |doi=10.1007/978-3-540-85839-3\_6 |volume=764}}</ref><ref>{{cite journal |doi=10.1103/PhysRevC.70.064609 |year= 2004 |issue=6 |volume=70 |journal=Physical Review C |title=Measurements of cross sections and decay properties of the isotopes of elements 112, 114, and 116 produced in the fusion reactions U233, 238, Pu242, and Cm248+Ca48 |author=Oganessian, Yu. Ts. ''et al.'' |bibcode = 2004PhRvC..70f4609O }}</ref><ref>{{cite journal |last1=Oganessian |first1=Yuri |title=Heaviest nuclei from 48Ca-induced reactions |journal=Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics |volume=34 |issue=4 |pages=R165 |year=2007 |doi=10.1088/0954-3899/34/4/R01 |bibcode = 2007JPhG...34..165O }}</ref>

[[伯爾尼大學]]於1999年對[[𨧀]]-263同位素的合成進行了研究，並發現了符合通過[[電子捕獲]]形成<sup>263</sup>Rf的事件。產物中的鑪被分離出來，期間觀測到的有長半衰期（15分鐘）的自發裂變事件，以及半衰期大約為10分鐘的α衰變。<ref name=Rf263>{{cite journal |url=http://www.ulrich-rieth.de/publikationen/RCA0301\_059.PDF |format=PDF| title=An EC-branch in the decay of 27-s<sup>263</sup>Db: Evidence for the new isotope<sup>263</sup>Rf| author=Kratz, J. V. ''et al.'' |journal=Radiochim. Acta |volume=91 |issue=1-2003 |pages=59–62 |year=2003 |doi=10.1524/ract.91.1.59.19010}}</ref>2010年有關[[Fl]]-285衰變鏈的報告中顯示了5個連續的α衰變，在產生<sup>265</sup>Rf之後，再進行自發裂變，半衰期為152秒。<ref name=10El>{{cite journal |last1=Ellison |first1=P. |last2=Gregorich |first2=K. |last3=Berryman |first3=J. |last4=Bleuel |first4=D. |last5=Clark |first5=R. |last6=Dragojević |first6=I. |last7=Dvorak |first7=J. |last8=Fallon |first8=P. |last9=Fineman-Sotomayor |first9=C. |title=New Superheavy Element Isotopes: ^{242}Pu(^{48}Ca,5n)^{285}114 |journal=Physical Review Letters |volume=105 |year=2010 |doi=10.1103/PhysRevLett.105.182701 |bibcode=2010PhRvL.105r2701E}}</ref>

2004年進行的實驗初步顯示，在[[Uup]]的衰變鏈中存在一種質量更高的同位素，<sup>268</sup>Rf：

:{{Nuclide|ununpentium|288}} → {{Nuclide|ununtrium|284}} + {{SubatomicParticle|link=no|alpha}} → {{Nuclide|roentgenium|280}} + {{SubatomicParticle|link=no|alpha}} → {{Nuclide|meitnerium|276}} + {{SubatomicParticle|link=no|alpha}} → {{Nuclide|bohrium|272}} + {{SubatomicParticle|link=no|alpha}} → {{Nuclide|dubnium|268}} + {{SubatomicParticle|link=no|alpha}} ? → {{Nuclide|rutherfordium|268}} + {{SubatomicParticle|link=yes|Electron Neutrino}}.

不過衰變鏈的最後一個步驟仍待確認。在5個α衰變事件產生[[𨧀]]-268之後，研究人員又觀測到了長半衰期的自發裂變事件。目前未知這些事件是否來自<sup>268</sup>Db 的直接自發裂變，還是<sup>268</sup>Db進行長半衰期的[[電子捕獲]]而產生<sup>268</sup>Rf。如果後者在產生後進行短半衰期的衰變，那麼這兩種情況是無法分辨的。<ref name="autogenerated1">{{cite journal |last1=Oganessian |first1=Yury Ts |last2=Dmitriev |first2=Sergey N |title=Superheavy elements in D I Mendeleev's Periodic Table |journal=Russian Chemical Reviews |volume=78 |issue=12 |page=1077 |year=2009 |doi=10.1070/RC2009v078n12ABEH004096 |bibcode = 2009RuCRv..78.1077O }}</ref>假設沒有探測到<sup>268</sup>Db的電子捕獲，則這些自發裂變事件就可能源自<sup>268</sup>Rf，那麼這個同位素的半衰期就不得而知了。<ref name=db268/><ref>{{cite book |url=http://books.google.com/?id=yb9xTj72vNAC&pg=PA344 |author=Krebs, Robert E. |title=The history and use of our earth's chemical elements: a reference guide |page=344 |publisher=Greenwood Publishing Group |accessdate=2010-09-19 |isbn=978-0-313-33438-2 |year=2006}}</ref>

根據2007年一項有關合成[[Uut]]的報告，同位素<sup>282</sup>113進行類似的衰變，並形成<sup>266</sup>Db，其再進行自發裂變，半衰期為22分鐘。假設沒有探測到<sup>266</sup>Db的電子捕獲，則這些自發裂變事件就可能源自<sup>266</sup>Rf，那麼這個同位素的半衰期就不得而知了。<ref name=Rf266>{{cite journal |doi=10.1103/PhysRevC.76.011601 |year=2007 |issue=1 |volume=76 |journal=Physical Review C |title=Synthesis of the isotope 282113 in the Np237+Ca48 fusion reaction |author=Oganessian, Yu. Ts. ''et al.'' |bibcode = 2007PhRvC..76a1601O }}</ref><ref>{{cite book |author=Hofmann, S. |title=The Euroschool Lectures on Physics with Exotic Beams, Vol. III Lecture Notes in Physics |publisher=Springer |year= 2009 |page=229 |doi=10.1007/978-3-540-85839-3\_6 |volume=764}}</ref>

{{-}}

==同位素==

<div style="float:right; margin:0; font-size:85%;">

{| class="wikitable sortable"

|+同位素半衰期及發現年份<br>（ε：[[電子捕獲]]；α：[[α衰變]]；SF：[[自發裂變]]）

! 同位素 !! 半衰期<ref name=nuclidetable/> !! 衰變方式<ref name=nuclidetable/> !! 發現年份 !! 所用反應

|-

| <sup>253</sup>Rf || {{sort|000000048|48 μs}} || α, SF || 1994年|| <sup>204</sup>Pb(<sup>50</sup>Ti,n)<ref name=97He01/>

|-

| <sup>254</sup>Rf || {{sort|000000023|23 μs}} || SF || 1994年|| <sup>206</sup>Pb(<sup>50</sup>Ti,2n)<ref name=97He01/>

|-

| <sup>255</sup>Rf || {{sort|00023|2.3 s}} || ε?, α, SF || 1974年|| <sup>207</sup>Pb(<sup>50</sup>Ti,2n)<ref name=Rf255/>

|-

| <sup>256</sup>Rf || {{sort|0000064|6.4 ms}} || α, SF || 1974年|| <sup>208</sup>Pb(<sup>50</sup>Ti,2n)<ref name=Rf255/>

|-

| <sup>257</sup>Rf || {{sort|00047|4.7 s}} || ε, α, SF || 1969年|| <sup>249</sup>Cf(<sup>12</sup>C,4n)<ref name=69Gh01/>

|-

| <sup>257m</sup>Rf || {{sort|00041|4.1 s}} || ε, α, SF || 1969年||<sup>249</sup>Cf(<sup>12</sup>C,4n)<ref name=69Gh01/>

|-

| <sup>258</sup>Rf || {{sort|0000147|14.7 ms}} || α, SF || 1969年|| <sup>249</sup>Cf(<sup>13</sup>C,4n)<ref name=69Gh01/>

|-

| <sup>259</sup>Rf || {{sort|00032|3.2 s}} || α, SF || 1969年|| <sup>249</sup>Cf(<sup>13</sup>C,3n)<ref name=69Gh01/>

|-

| <sup>259m</sup>Rf || {{sort|00025|2.5 s}} || ε || 1969年|| <sup>249</sup>Cf(<sup>13</sup>C,3n)<ref name=69Gh01/>

|-

| <sup>260</sup>Rf || {{sort|000021|21 ms}} || α, SF || 1969年|| <sup>248</sup>Cm(<sup>16</sup>O,4n)<ref name=93TWG/>

|-

| <sup>261</sup>Rf || {{sort|00013|78 s}} || α, SF || 1970年|| <sup>248</sup>Cm(<sup>18</sup>O,5n)<ref name=70Gh01/>

|-

| <sup>261m</sup>Rf || {{sort|00004|4 s}} || ε, α, SF || 2001年|| <sup>244</sup>Pu(<sup>22</sup>Ne,5n)<ref name=Rf261ab/>

|-

| <sup>262</sup>Rf || {{sort|00023|2.3 s}} || α, SF || 1996年|| <sup>244</sup>Pu(<sup>22</sup>Ne,4n)<ref name=96La01/>

|-

| <sup>263</sup>Rf || {{sort|015|15 min}} || α, SF || 1999年|| <sup>263</sup>Db({{SubatomicParticle|link=yes|Electron}},{{SubatomicParticle|link=yes|Electron Neutrino}})<ref name=Rf263/>

|-

| <sup>263m</sup>Rf ? || {{sort|000080|8 s}} || α, SF || 1999年|| <sup>263</sup>Db({{SubatomicParticle|link=yes|Electron}},{{SubatomicParticle|link=yes|Electron Neutrino}})<ref name=Rf263/>

|-

| <sup>264</sup>Rf || {{sort|060|1? h}} || α ? || 未知 || — <!---這本2006年的書目卻說已知： http://books.google.com/books?id=yb9xTj72vNAC&pg=PA342&lpg=PA342&dq=rutherfordium+isotope+264&source=bl&ots=iuWUCWuBZe&sig=Y-EV5PqlyTM4FvmvgsX5xWdaN5Y&hl=en&ei=IyyWTO\_4M4H68Abml4yNDA&sa=X&oi=book\_result&ct=result&resnum=8&ved=0CDQQ6AEwBzgK#v=onepage&q&f=false --->

|-

| <sup>265</sup>Rf || {{sort|0025|2.5 min}} || SF || 2010年 || <sup>269</sup>Sg(—,α)<ref name=10El/>

|-

| <sup>266</sup>Rf || {{sort|600|10 h ?}} || α, SF ? || 2007年?|| <sup>266</sup>Db({{SubatomicParticle|link=yes|Electron}},{{SubatomicParticle|link=yes|Electron Neutrino}})?<ref name=Rf266/>

|-

| <sup>267</sup>Rf || {{sort|080|1.3 h}} || SF || 2004年|| <sup>271</sup>Sg(—,α)<ref name="springerlink1"/><!---page 228--->

|-

| <sup>268</sup>Rf || {{sort|360|6 h ?}} || α, SF ? || 2004年?|| <sup>268</sup>Db({{SubatomicParticle|link=yes|Electron}},{{SubatomicParticle|link=yes|Electron Neutrino}})?<ref name=db268>{{cite web |url=http://cdsweb.cern.ch/record/831577 |title=CERN Document Server: Record#831577: Chemical Identification of Dubnium as a Decay Product of Element 115 Produced in the Reaction $\rm {^{48}Ca}+{^{243}Am}$ |publisher=Cdsweb.cern.ch |accessdate=2010-09-19}}</ref>

|}</div>

{{Main|鑪的同位素}}

鑪沒有穩定或自然產生的同位素。鑪的一些同位素已在實驗室中成功合成，所用方法有兩種：高速撞擊兩種原子核以產生核聚變，或製造出更高的元素並觀測其衰變產物。目前已知的同位素共有15種，質量數從253到268不等（264除外），大部分通過自發裂變進行衰變。<ref name=nuclidetable>{{cite web |url=http://www.nndc.bnl.gov/chart/reCenter.jsp?z=104&n=158 |title=Interactive Chart of Nuclides |publisher=Brookhaven National Laboratory |author=Sonzogni, Alejandro |location=National Nuclear Data Center |accessdate=2008-06-06}}</ref><ref name=isotopes>{{cite web |url=http://newscenter.lbl.gov/news-releases/2010/10/26/six-new-isotopes/ |title=Six New Isotopes of the Superheavy Elements Discovered " Berkeley Lab News Center |publisher=Newscenter.lbl.gov |date= |accessdate=2011-02-27}}</ref>

===半衰期===

較輕的鑪同位素一般具有較短的半衰期：<sup>253</sup>Rf和<sup>254</sup>Rf的為50 μs。<sup>256</sup>Rf、<sup>258</sup>Rf和<sup>260</sup>Rf更為穩定，半衰期在10 ms左右；<sup>255</sup>Rf、<sup>257</sup>Rf、<sup>259</sup>Rf和<sup>262</sup>Rf的半衰期介乎1至5秒，而<sup>261</sup>Rf、<sup>265</sup>Rf和<sup>263</sup>Rf則較穩定，半衰期分別為1、1.5和10分鐘。最重的同位素最為穩定，其中<sup>267</sup>Rf的約為1.3小時。<ref name=nuclidetable/>

低質量的同位素有兩種生成方式：兩種原子直接經過核聚變產生，或作為更重元素的衰變產物。通過直接核聚變產生的最重的同位素為<sup>262</sup>Rf，比其質量更高的同位素則只在其他元素的衰變產物中出現，其中已證實的只有<sup>267</sup>Rf一種。同位素<sup>266</sup>Rf和<sup>268</sup>Rf也曾被發現於衰變產物中，半衰期可能分別長達10小時和6小時，但它們是通過系統化研究間接探測的。雖然<sup>264</sup>Rf仍待發現，但預計半衰期長達1小時。<ref name=nuclidetable/>在被發現之前，<sup>265</sup>Rf曾被預測擁有13小時的長半衰期，<ref name=nuclidetable/>但實際只有2.5分鐘。<ref name=10El/>

1999年，位於美國加州伯克利的科學家宣佈成功合成3顆<sup>293</sup>118原子。<ref>{{cite journal |last=Ninov |first=Viktor |coauthors=''et al.'' |title=Observation of Superheavy Nuclei Produced in the Reaction of {{SimpleNuclide|Link=yes|Krypton|86}} with {{SimpleNuclide|Link=yes|Lead|208}}|journal=[[Physical Review Letters]] |volume=83 |issue=6 |pages=1104–1107 |year=1999 |doi=10.1103/PhysRevLett.83.1104 |bibcode=1999PhRvL..83.1104N}}</ref>他們稱這些原子核先後射出7顆α粒子，並形成<sup>265</sup>Rf原子核，但在2001年撤回了這一項結果。<ref>{{citenews |url=http://enews.lbl.gov/Science-Articles/Archive/118-retraction.html |publisher=Berkeley Lab |author=Public Affairs Department |title=Results of element 118 experiment retracted |date=2001-07-21 |accessdate=2008-01-18}}</ref>

===同核異構體===

[[File:257Rf decay scheme 2006.png|thumb|220px|目前提出的<sup>257</sup>Rf<sup>g,m</sup>衰變能級圖<ref>{{cite journal |author=Streicher, B. ''et al.'' |title=Alpha-gamma decay studies of 261Sg and 257Rf |journal=The European Physical Journal A |volume=45 |issue=3 |page=275 |year=2010 |doi=10.1140/epja/i2010-11005-2 |bibcode = 2010EPJA...45..275S }}</ref>]]

最初有關合成<sup>263</sup>Rf的研究指出，該[[核素]]主要是以自發裂變方式衰變的，半衰期為10至20分鐘。近期對[[𨭆]]同位素的研究也同時產生了<sup>263</sup>Rf原子，其半衰期較短，約為8秒。這兩種衰變方式意味著存在兩種不同的同核異構體，但由於觀測到的事件太少，未能確定同核異構體的屬性。<ref name=Rf263/>

在利用<sup>244</sup>Pu(<sup>22</sup>Ne,5n)<sup>261</sup>Rf這條反應研究鑪同位素的合成時，人們發現反應的產物進行了8.28 MeV的α衰變，半衰期為78秒。之後[[重離子研究所]]在研究[[鎶]]和𨭆的合成時，卻得到了不同的數據：衰變鏈中的<sup>261</sup>Rf進行8.52 MeV的α衰變，半衰期為4秒。後來的結果指出，該核素主要進行裂變。這些矛盾使人們對鎶的合成產生了懷疑。第一種同核異構體為<sup>261a</sup>Rf（或直接記為<sup>261</sup>Rf），第二種為<sup>261b</sup>Rf（或記為<sup>261m</sup>Rf）。不過，一般認為前者屬於高自旋基態，而後者則屬於低自旋亞穩態。<ref name=Rf261ab>{{cite journal| url=http://lch.web.psi.ch/files/anrep01/B-02heavies.pdf |format=PDF| title=Evidence for isomeric states in <sup>261</sup>Rf| author=Dressler, R. and Türler, A. |publisher=PSI Annual Report 2001 |accessdate=2008-01-29}}</ref>同核異構體<sup>261b</sup>Rf的發現及確認最終使鎶的發現在1996年得到了肯定。<ref>{{Cite journal |journal=[[Pure Appl. Chem.]] |year=2009 |title=Discovery of the element with atomic number 112 |format=IUPAC Technical Report |url=http://media.iupac.org/publications/pac/2003/pdf/7510x1601.pdf |doi=10.1351/PAC-REP-08-03-05 |volume=81 |issue=7 |page=1331 |author1=Barber, R.C |author2=Gaeggeler, H.W |author3=Karol, P.J |author4=Nakahara, H |author5=Vardaci, E |author6=Vogt, E}}</ref>

對利用<sup>208</sup>Pb(<sup>50</sup>Ti,n)<sup>257</sup>Rf這條反應的詳細光譜分析確認了<sup>257</sup>Rf的一種同核異能態。分析發現<sup>257g</sup>Rf有著具15條α譜線的複雜光譜，並算出了兩種同核異構體的能級結構圖。<ref name=Rf257>{{cite journal |author=Qian, J. ''et al.'' |title=Spectroscopy of Rf257 |journal=Physical Review C |volume=79 |issue=6 |page=064319 |year=2009 |doi=10.1103/PhysRevC.79.064319 |bibcode = 2009PhRvC..79f4319Q }}</ref>類似的同核異構體也被發現存在於<sup>256</sup>Rf中。<ref name=rf256>{{cite journal |author = Jeppesen, H. B. ''et al.'' |title = Multi-quasiparticle states in<sup>256</sup>Rf |doi =10.1103/PhysRevC.79.031303 |journal = Physical Review C |year=2009 |volume=79 |issue = 3 |page = 031303(R) |bibcode = 2009PhRvC..79c1303J }}</ref>

==預測的屬性==

<!---http://www.rsc.org/chemistryworld/podcast/Interactive\_Periodic\_Table\_Transcripts/Rutherfordium.asp--->

===化學屬性===

鑪是第一個[[錒系後元素]]，也是第二個6d系過渡金屬。對鑪以及其離子態的[[電離能]]、[[原子半徑]]等屬性的計算指出，鑪與[[鉿]]相似，但與[[鉛]]相異。人們依此推斷，鑪的基本屬性會和其他的[[4族元素]]（[[鈦]]、[[鋯]]及鉿）相似。<ref name="Kratz03" /><ref name=Rf263/>它的一些屬性是通過氣態及水溶化學實驗而取得的。同族前兩個元素的唯一穩定氧化態為+4，因此鑪也應會有+4氧化態。<ref name="Kratz03" />另外，鑪也預計會產生較不穩定的+3態。<ref name=Haire/>

對鑪化學屬性的計算指出，相對論性效應足以使[[原子軌域|p軌域]]的能級比d軌域的要低，[[價電子]]排布將為6d<sup>1</sup> 7s<sup>2</sup> 7p<sup>1</sup>或甚至為7s<sup>2</sup> 7p<sup>2</sup>，因此與鉿相比，[[鉛]]會和鑪更為相似。然而通過更準確的計算及對鑪化合物的化學研究指出，鑪的屬性與[[4族元素]]的相符。<ref name="Kratz03">{{cite journal |doi = 10.1351/pac200375010103 |url =http://stage.iupac.org/originalWeb/publications/pac/2003/pdf/7501x0103.pdf |title = Critical evaluation of the chemical properties of the transactinide elements (IUPAC Technical Report) |year = 2003 |last1 = Kratz |first1 = J. V. |journal = Pure and Applied Chemistry |volume = 75 |issue = 1 |page = 103}}</ref><ref name=Haire/>

與鋯和鉿相似，鑪預計會形成一種非常穩定的高熔點氧化物RfO<sub>2</sub>。它會和[[鹵素]]反應形成四鹵化物RfX<sub>4</sub>，在與水接觸後會水解成氧鹵化物RfOX<sub>2</sub>。這些四鹵化物都是具揮發性的固體，在呈氣態時為單體四面體分子。<ref name="Kratz03"/>

在水溶狀態時，Rf<sup>4+</sup>離子的水解程度較Ti<sup>4+</sup>低，但與鋯和鉿的相約。鑪的鹵化物與鹵素離子混合時，會促進形成絡離子。使用氯離子和溴離子時，反應會產生{{chem|RfCl|6|2-}}和{{chem|RfBr|6|2-}}。鋯和鉿會形成七氟及八氟絡合物，因此更大的鑪離子應該可以形成{{chem|RfF|6|2-}}、{{chem|RfF|7|2-}}和{{chem|RfF|8|4-}}。<ref name="Kratz03"/>

===物理及原子屬性===

鑪在一般狀態下預計會是一種固體，<ref name=bcc>{{cite journal|doi= 10.1103/PhysRevB.84.113104|title= First-principles calculation of the structural stability of 6d transition metals|year= 2011|last1= Östlin|first1= A.|last2= Vitos|first2= L.|journal= Physical Review B|volume= 84|issue= 11|bibcode = 2011PhRvB..84k3104O }}</ref>其密度會很高，約為23&nbsp;g/cm<sup>3</sup>。相比之下，已知密度最高的元素——[[鋨]]——的密度為22.61&nbsp;g/cm<sup>3</sup>。這是由於鑪擁有高原子量，以及由於[[鑭系收縮|鑭系、錒系收縮]]和[[相對論量子化學|相對論性效應]]。實際產生足夠的鑪來測量這些屬性卻是不切實際的，而且就算製成了，樣本也會迅速衰變。鑪的原子半徑預測約為150&nbsp;[[皮米|pm]]。相對論性效應使鑪的7s軌域具有穩定性，而6d軌域則有不穩定性，因此Rf<sup>+</sup>和Rf<sup>2+</sup>離子會失去6d電子，而非7s電子。這是和同族的較輕元素相反的。<ref name=Haire/>

==實驗化學==

<div style="float: right; margin: 2px">

{| class="wikitable"

|+鑪的化合物及絡離子

! 公式

! 名稱

|-

| RfCl<sub>4</sub>

| 四氯化鑪

|-

| RfBr<sub>4</sub>

| 四溴化鑪

|-

| RfOCl<sub>2</sub>

| 氯氧化鑪

|-

| [RfCl<sub>6</sub>]<sup>2−</sup>

| hexachlororutherfordate(IV)

|-

| [RfF<sub>6</sub>]<sup>2−</sup>

| hexafluororutherfordate(IV)

|-

| K<sub>2</sub>[RfCl<sub>6</sub>]

| potassium hexachlororutherfordate(IV)

|}</div>

===氣態===

[[File:RfCl4.png|thumb|100px|RfCl<sub>4</sub>分子的四面體形]]

早期對鑪的化學研究主要集中於使用氣態熱力色譜法及對相對沉積溫度吸附曲線的測量。最早在這一方面的研究是由杜布納進行的，他們希望以此確認鑪的發現。這些實驗使用了<sup>261m</sup>Rf同位素。實驗假設鑪是第一個6d系元素，因此會形成四氯化物。<ref name="Kratz03"/><ref name="autogenerated1"/><ref>{{cite journal |doi = 10.1016/S0925-8388(98)00072-3 |title =Evidence for relativistic effects in the chemistry of element 104 |first9 = D. |last9 = Piguet |first8 = V.Ya. |last8 = Lebedev |first7 = D.T. |last7 = Jost |first6 = S. |last6 = Hübener |first5 = M. |last5 = Grantz |first4 = H.W. |last4 = Gäggeler |first3 = B. |last3 = Eichler |first2 = G.V. |year = 1998 |last2 = Buklanov |last1 = Türler| first1 = A| journal = Journal of Alloys and Compounds |volume = 271–273 |page = 287}}</ref>四氯化鑪比[[四氯化鉿]]（HfCl<sub>4</sub>）揮發性更高，因為其中的化學鍵更似[[共價鍵]]。<ref name=Haire/>

一系列的實驗已經證實，鑪具有典型的4族元素特性，會形成RfCl<sub>4</sub>和RfBr<sub>4</sub>，以及一種氯氧化物RfOCl<sub>2</sub>。在使用固態而非氣態的[[氯化鉀]]時，所產生的{{chem|RfCl|4}}的揮發性降低了。這表示產生了不揮發的{{chem|K|2|RfCl|6}}混合鹽。<ref name="Kratz03"/><ref name=Rf263/><ref>{{cite web |url = http://lch.web.psi.ch/files/lectures/TexasA&M/TexasA&M.pdf |title = Lecture Course Texas A&M: Gas Phase Chemistry of Superheavy Elements |date= 2007-11-05 |format=PDF |accessdate = 2010-03-30 |first = Heinz W. |last = Gäggeler}}</ref>

===水溶態===

鑪的電子排布預計為[Rn]5f<sup>14</sup> 6d<sup>2</sup> 7s<sup>2</sup>，因此會具有[[鉿]]的4族同系物的屬性。它會在強酸中形成Rf<sup>4+</sup>水合離子，並在[[氫氯酸]]、[[氫溴酸]]或[[氫氟酸]]中形成絡合物。<ref name="Kratz03"/>

至今最具確定性的鑪水溶化學研究是由[[日本原子能研究所]]進行的，使用的為<sup>261m</sup>Rf放射性同位素。實驗分別用鑪、鉿、鋯及[[釷]]在氫氯酸中進行提取，並證實了鑪不具備錒系元素的特性。在和其同系物對比之下，鑪能夠肯定地歸為4族元素。在氯離子溶液中，鑪會形成六氯化鑪絡離子，這與鉿和鋯相似。<ref name="Kratz03"/><ref>{{cite journal |doi =10.1524/ract.2005.93.9-10.519 |title =Chemical studies on rutherfordium (Rf) at JAERI |year =2005| author= Nagame, Y. ''et al.'' |journal =Radiochimica Acta |volume =93 |issue =9-10\_2005 |page=519 |url = http://wwwsoc.nii.ac.jp/jnrs/paper/JN62/jn6202.pdf}}</ref>

:<sup>261m</sup>Rf<sup>4+</sup> + 6 {{chem|Cl|-}} → [<sup>261m</sup>RfCl<sub>6</sub>]<sup>2-</sup>

在氫氟酸中的情況類似。鑪對氟離子的親和力較弱，並會形成六氟化鑪絡離子，而鉿和鋯則在同樣的氟離子濃度下產生了七氟甚至八氟絡離子：<ref name="Kratz03"/>

:<sup>261m</sup>Rf<sup>4+</sup> + 6 {{chem|F|-}} → [<sup>261m</sup>RfF<sub>6</sub>]<sup>2-</sup>

==參考資料==

{{Reflist|colwidth=30em}}

==外部鏈接==

\*[http://www.webelements.com/webelements/elements/text/Rf/index.html WebElements.com – Rutherfordium]

{{Clear}}

{{元素週期表}}

[[Category:人工合成元素]]

[[Category:第7周期元素|7R]]

[[Category:化学元素|7R]]

[[Category:過渡金屬]]

{{Link GA|en}}

[[am:ሩተርፎርዲየም]]

[[an:Rutherfordio]]

[[ar:رذرفورديوم]]

[[az:Rezerfordium]]

[[be:Курчатовій]]

[[be-x-old:Рэзэрфорд]]

[[bg:Ръдърфордий]]

[[bn:রাদারফোর্ডিয়াম]]

[[br:Rutherfordiom]]

[[bs:Raderfordij]]

[[ca:Rutherfordi]]

[[ceb:Ruterfordyo]]

[[ckb:ڕەدەرفۆرتیۆم]]

[[co:Rutherfordiu]]

[[cs:Rutherfordium]]

[[cv:Резерфорди]]

[[cy:Rutherfordiwm]]

[[da:Rutherfordium]]

[[de:Rutherfordium]]

[[el:Ραδερφόρντιο]]

[[en:Rutherfordium]]

[[eo:Ruterfordio]]

[[es:Rutherfordio]]

[[et:Rutherfordium]]

[[eu:Rutherfordio]]

[[fa:رادرفوردیم]]

[[fi:Rutherfordium]]

[[fr:Rutherfordium]]

[[fur:Rutherfordi]]

[[ga:Rutarfoirdiam]]

[[gl:Rutherfordio]]

[[gv:Rutherfordium]]

[[hak:Lù (鑪)]]

[[he:רתרפורדיום]]

[[hif:Rutherfordium]]

[[hr:Raderfordij]]

[[hu:Radzerfordium]]

[[hy:Ռեզերֆորդիում]]

[[ia:Rutherfordium]]

[[id:Rutherfordium]]

[[io:Ruterfordio]]

[[is:Rutherfordín]]

[[it:Rutherfordio]]

[[ja:ラザホージウム]]

[[jbo:jinmlruterfordi]]

[[jv:Rutherfordium]]

[[kk:Резерфордий]]

[[kn:ರುದರ್ಫೋರ್ಡಿಯಮ್]]

[[ko:러더포듐]]

[[ku:Ruterfordiyûm]]

[[kv:Резерфордий]]

[[la:Rutherfordium]]

[[lb:Rutherfordium]]

[[lij:Rutherfordio]]

[[lt:Rezerfordis]]

[[lv:Rezerfordijs]]

[[mk:Радерфордиум]]

[[ml:റുഥർഫോർഡിയം]]

[[mr:रुदरफोर्डियम]]

[[mrj:Резерфордий]]

[[ms:Ruterfordium]]

[[nl:Rutherfordium]]

[[nn:Rutherfordium]]

[[no:Rutherfordium]]

[[pa:ਰੂਥੇਨੀਅਮ]]

[[pl:Rutherford (pierwiastek)]]

[[pnb:رتھرفورڈیم]]

[[pt:Rutherfórdio]]

[[qu:Rutherfordyu]]

[[ro:Rutherfordiu]]

[[ru:Резерфордий]]

[[scn:Rutherfordiu]]

[[sh:Raderfordijum]]

[[simple:Rutherfordium]]

[[sk:Rutherfordium]]

[[sl:Raderfordij]]

[[sr:Радерфордијум]]

[[stq:Rutherfordium]]

[[sv:Rutherfordium]]

[[sw:Rutherfordi]]

[[th:รัทเทอร์ฟอร์เดียม]]

[[tr:Rutherfordiyum]]

[[ug:رۇزېرفوردىي]]

[[uk:Резерфордій]]

[[ur:ردرفورڈیئم]]

[[vep:Rezerfordii]]

[[vi:Rutherfordi]]

[[war:Rutherfordyo]]

[[xal:Резерфордиум]]

[[yo:Rutherfordium]]

[[zh-yue:鑪]]