{{Elementbox

|name=錒

|enname=Actinium

|number=89

|symbol=Ac

|left=[[鐳]]

|right=[[釷]]

|above=[[鑭]]

|below=[[Uqu]]

|series=錒系金屬

|series comment=有時歸為[[過渡金屬]]

|group=3

|period=7

|block=f

|series color=ff99cc

|phase color=

|appearance=銀白色，發暗藍光<ref>{{cite web |url=http://pubs.acs.org/cen/80th/actinium.html |title=C&EN: It's Elemental: The Periodic Table - Actinium |author=Wall, Greg |date=8 September 2003 |work=C&EN: It's Elemental: The Periodic Table |publisher=Chemical and Engineering News |accessdate=2 June 2011}}</ref>

<includeonly>|image name=Actinium.jpg</includeonly>

|image name comment=

|image name 2=

|image name 2 comment=

|atomic mass=(227)

|atomic mass 2=

|atomic mass comment=

|electron configuration=&#91;[[氡]]&#93; 6d<sup>1</sup> 7s<sup>2</sup>

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

|color=

|phase=固態

|phase comment=

|density gplstp=

|density gpcm3nrt=10

|melting point K=（大約）1323

|melting point C=1050

|melting point F=1922

|boiling point K=3471

|boiling point C=3198

|boiling point F=5788

|triple point K=

|triple point kPa=

|critical point K=

|critical point MPa=

|heat fusion=14

|heat vaporization=400

|heat capacity=27.2

|vapor pressure 1=

|vapor pressure 10=

|vapor pressure 100=

|vapor pressure 1 k=

|vapor pressure 10 k=

|vapor pressure 100 k=

|vapor pressure comment=

|crystal structure=面心立方

|oxidation states=3

|oxidation states comment=氧化物呈中性

|electronegativity=1.1

|number of ionization energies=2

|1st ionization energy=499

|2nd ionization energy=1170

|atomic radius=

|covalent radius=215

|Van der Waals radius=

|magnetic ordering=無數據

|electrical resistivity=

|electrical resistivity at 0=

|electrical resistivity at 20=

|thermal conductivity=12

|thermal conductivity 2=

|thermal diffusivity=

|thermal expansion=

|thermal expansion at 25=

|speed of sound=

|speed of sound rod at 20=

|speed of sound rod at r.t.=

|Young's modulus=

|Shear modulus=

|Bulk modulus=

|Poisson ratio=

|Mohs hardness=

|Vickers hardness=

|Brinell hardness=

|CAS number=7440-34-8

|isotopes=

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=225 | sym=Ac

| na=[[放射性同位素|微量]] | hl=10天

| dm=[[α衰变]] | de=5.935 | pn=221 | ps=[[francium|Fr]] }}

{{Elementbox\_isotopes\_decay3 | mn=226 | sym=Ac

| na=[[放射性同位素|人造]] | hl=29.37小時

| dm1=[[β衰变|β<sup>−</sup>衰变]] | de1=1.117 | pn1=226 | ps1=[[釷|Th]]

| dm2=[[電子捕獲]] | de2=0.640 | pn2=226 | ps2=[[鐳|Ra]]

| dm3=[[α衰变]] | de3=5.536 | pn3=222 | ps3=[[鍅|Fr]] }}

{{Elementbox\_isotopes\_decay2 | mn=227 | sym=Ac

| na=[[放射性同位素|微量]] | hl=21.772年

| dm1=[[β衰变|β<sup>−</sup>衰变]] | de1=0.045 | pn1=227 | ps1=[[釷|Th]]

| dm2=[[α衰变]] | de2=5.042 | pn2=223 | ps2=[[鍅|Fr]] }}

|isotopes comment=

|discovered by=[[安德烈-路易·德貝爾恩]]、[[弗裡德里希·奧斯卡·吉塞爾]]

|discovery date=1899、1902

|first isolation by=安德烈-路易·德貝爾恩、弗裡德里希·奧斯卡·吉塞爾

|first isolation date=1899、1902

}}

'''錒'''是一種放射性[[化學元素]]，符號為'''Ac'''，[[原子序]]為89。錒在1899年被發現，是首個得到分離的非[[原始核素]]。雖然[[釙]]、[[鐳]]和[[氡]]比錒更早被發現，但是科學家到1902年才分離出這些元素。在[[元素週期表]]中，[[錒系元素]]始於錒，止於[[鐒]]，一共有15種元素。

錒是一種柔軟的銀白色[[放射性]][[金屬]]。在空氣中，錒會迅速與氧氣和水氣反應，在表面形成具保護性的白色氧化層。和大部份[[鑭系元素]]和錒系元素一樣，錒的[[氧化態]]一般是+3。在自然界中，只有少量的錒出現在[[鈾]]礦石當中，主要為[[同位素]]<sup>227</sup>Ac，並進行[[β衰變]]，[[半衰期]]為21.772年。每一[[噸]]鈾礦石約含0.2毫克的錒元素。由於錒和[[鑭]]的化學和物理特性過於接近，因此要從礦石中分離出錒元素並不現實。科學家則是在[[核反應爐]]中以中子照射[[鐳]]-226來產生錒的。

錒因為稀少、昂貴，且具放射性，所以沒有大的工業用途。目前錒被用作中子源，以及在[[放射線療法]]中作為輻射源。

==歷史==

[[法國]]化學家[[安德烈-路易·德貝爾恩]]（André-Louis Debierne）在1899年宣佈發現新元素。在[[瑪莉·居禮]]和[[皮埃爾·居禮]]從[[瀝青鈾礦]]中分離出[[鐳]]之後，德貝爾恩接著從殘留物中再分離出這一新元素。他認為該元素與[[鈦]]和[[釷]]相似，並將其命名為「actinium」。<ref>{{cite journal |title = Sur un nouvelle matière radio-active |first = André-Louis |last = Debierne |journal = Comptes rendus |volume = 129 |pages = 593–595 |year = 1899 |url = http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3085b/f593.table |language=French}}</ref><ref>{{cite journal |title = Sur un nouvelle matière radio-actif – l'actinium |first = André-Louis |last = Debierne |journal = Comptes rendus |volume = 130 |pages = 906–908 |year = 1900–1901 |url = http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3086n/f906.table |language=French}}</ref>[[德國]]化學家[[弗裡德里希·奧斯卡·吉塞爾]]（Friedrich Oskar Giesel）則在1902年獨立發現了錒元素。<ref>{{cite journal |title = Ueber Radium und radioactive Stoffe |first = Friedrich Oskar |last = Giesel |journal = Berichte der Deutschen Chemische Geselschaft |volume = 35 |issue = 3 |pages = 3608–3611 |year = 1902 |doi = 10.1002/cber.190203503187 |language=German}}</ref>他認為錒與[[鑭]]相似，並在1904年將其命名為「emanium」。<ref>{{cite journal |title = Ueber den Emanationskörper (Emanium) |first = Friedrich Oskar |last = Giesel |journal = Berichte der Deutschen Chemische Geselschaft |volume = 37 |issue = 2 |pages = 1696–1699 |year = 1904 |doi = 10.1002/cber.19040370280 |language=German}}</ref>科學家在比較德貝爾恩所得出的半衰期數據後，<ref>{{cite journal |title = Sur l'actinium |first = André-Louis |last = Debierne |journal = Comptes rendus |volume = 139 |pages = 538–540 |year = 1904 |language=French}}</ref>決定依最早發現者的意願把該元素正式定名為「actinium」。<ref>{{cite journal |title = Ueber Emanium |first = Friedrich Oskar |last = Giesel |journal = Berichte der Deutschen Chemische Geselschaft |volume = 37 |issue = 2 |pages = 1696–1699 |year = 1904 |doi = 10.1002/cber.19040370280 |language=German}}</ref><ref>{{cite journal |title = Ueber Emanium |first = Friedrich Oskar |last = Giesel |journal = Berichte der Deutschen Chemische Geselschaft |volume = 38 |issue = 1 |pages = 775–778 |year = 1905 |doi = 10.1002/cber.190503801130 |language=German}}</ref>

<!--發現者爭議Articles published in the 1970s<ref>{{cite journal |title = The Discovery of Actinium |first = Harold W. |last = Kirby |journal = Isis |volume = 62 |issue = 3 |pages = 290–308

|year = 1971 |jstor=229943 |doi =10.1086/350760}}</ref> and later<ref name="Adloff">{{cite journal |title = The centenary of a controversial discovery: actinium |first = J. P. |last = Adloff |journal = Radiochim. Acta |volume = 88 |pages = 123–128 |year = 2000 |doi = 10.1524/ract.2000.88.3-4.123 |issue = 3–4\_2000}}</ref> suggest that Debierne's results published in 1904 conflict with those reported in 1899 and 1900. This has led some authors to advocate that Giesel alone should be credited with the discovery.<ref>{{cite journal |last1 = Kirby |first1 = Harold W. |last2 = Morss |first2 = Lester R. |title = The Chemistry of the Actinide and Transactinide Elements |pages = 18 |year = 2006 |doi = 10.1007/1-4020-3598-5\_2 |chapter = Actinium |isbn = 978-1-4020-3555-5}}</ref> A less confrontational vision of scientific discovery is proposed by Adloff.<ref name="Adloff" /> He suggests that hindsight criticism of the early publications should be mitigated by the nascent state of radiochemistry, highlights the prudence of Debierne's claims in the original papers, and notes that nobody can contend that Debierne's substance did not contain actinium. Debierne, who is now considered by the vast majority of historians as the discoverer, lost interest in the element and left the topic. Giesel, on the other hand, can rightfully be credited with the first preparation of radiochemically pure actinium and with the identification of its atomic number 89.

-->

錒的原文名稱「actinium」源自[[古希臘語]]中的「ακτίς」、「ακτίνος」（「aktis」、「aktinos」），意為光線。<ref name=CRC/>其[[化學符號]]為Ac，但Ac也同時是其他化學品的縮寫，如[[乙酰基]]、[[乙酸鹽]]<ref>{{cite book |author1=Gilley, Cynthia Brooke |author2=University of California, San Diego. Chemistry |title=New convertible isocyanides for the Ugi reaction; application to the stereoselective synthesis of omuralide |url=http://books.google.com/books?id=vJQPInUTy3QC&pg=PR11 |accessdate=12 August 2011 |year=2008 |publisher=ProQuest |isbn=978-0-549-79554-4 |page=11}}</ref>和[[乙醛]]，但錒與這些並無關係。<ref>{{cite book |author=Reimers, Jeffrey R. |title=Computational Methods for Large Systems: Electronic Structure Approaches for Biotechnology and Nanotechnology |url=http://books.google.com/books?id=Ca9z4\_cH-W8C&pg=PA575 |accessdate=12 August 2011 |date=20 July 2011 |publisher=John Wiley and Sons |isbn=978-0-470-48788-4 |page=575}}</ref>

==屬性==

錒是一種柔軟的銀白色<ref name="blueglow"/><ref name=brit>''Actinium'', in Encyclopædia Britannica, 15th edition, 1995, p. 70</ref>[[放射性]][[金屬]]。其[[剪切模量]]估計與[[鉛]]相近。<ref>Frederick Seitz, David Turnbull [http://books.google.com/books?id=F9V3a-0V3r8C&pg=PA289 Solid state physics: advances in research and applications], Academic Press, 1964 ISBN 0-12-607716-9 pp. 289–291</ref>錒的放射性很強，它放射出的高能粒子足以把四周的空氣[[電解]]，因而發出暗藍色光。<ref>{{cite book |author=Richard A. Muller |title=Physics and Technology for Future Presidents: An Introduction to the Essential Physics Every World Leader Needs to Know |url=http://books.google.com/books?id=jMWCDsJesbcC&pg=PA136 |accessdate=12 August 2011 |date=12 April 2010 |publisher=Princeton University Press |isbn=978-0-691-13504-5 |pages=136–}}</ref>錒的化學屬性與包括[[鑭]]在內的鑭系元素相近，因此要將錒從鈾礦石中分離出來十分困難。分離過程一般使用溶劑萃取法和[[離子層析法]]。<ref>{{cite journal |title = Chemistry of the Actinide Elements Annual Review of Nuclear Science |volume = 1 |pages = 245–262 |year = 1952 |first = J. J. |last = Katz |doi = 10.1146/annurev.ns.01.120152.001333 |journal = Annual Review of Nuclear Science |last2 = Manning |first2 = W M |bibcode = 1952ARNPS...1..245K }}</ref>

[[錒]]是首個[[錒系元素]]。這些元素的特性比鑭系元素更多元化，因此直到1945年，[[格倫·西奧多·西博格]]才提出為[[元素週期表]]加入錒系元素。這是自從[[德米特里·門捷列夫]]創造元素週期表以來對週期表最大的變動之一。<ref>{{cite journal |title = The Transuranium Elements |first = Glenn T. |last = Seaborg |journal = Science |volume = 104 |issue = 2704 |year = 1946 |pages = 379–386 |jstor=1675046 |doi = 10.1126/science.104.2704.379 |pmid = 17842184 |bibcode = 1946Sci...104..379S }}</ref>

錒在空氣中會與氧氣和水氣迅速反應，在表面產生白色的保護性氧化層。<ref name="blueglow">{{cite journal |title = Preparation of Actinium Metal |first = Joseph G. |last = Stites |journal = J. Am. Chem. Soc. |year = 1955 |volume = 77 |issue = 1 |pages = 237–240 |doi = 10.1021/ja01606a085 |last2 = Salutsky |first2 = Murrell L. |last3 = Stone |first3 = Bob D.}}</ref>與大部份鑭系和錒系元素一樣，錒的[[氧化態]]通常是+3；Ac<sup>3+</sup>離子在溶液中無色。<ref name=bse/>錒的[[電子排布]]是6d<sup>1</sup>7s<sup>2</sup>，所以當失去3個[[電子]]後，就會形成穩定的閉殼層，與[[稀有氣體]][[氡]]一樣。<ref name=brit/>錒的+2態只出現在二氫化錒（AcH<sub>2</sub>）中。<ref name=ach/>

==化合物==

已知的錒化合物非常少，其中有三氟化錒（AcF<sub>3</sub>）、三氯化錒（AcCl<sub>3</sub>）、三溴化錒（AcBr<sub>3</sub>）、氟氧化錒（AcOF）、氯氧化錒（AcOCl）、溴氧化錒（AcOBr）、三硫化二錒（Ac<sub>2</sub>S<sub>3</sub>）、氧化錒（Ac<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）和磷酸錒（AcPO<sub>4</sub>）等。除AcPO<sub>4</sub>以外，這些化合物都具有+3氧化態，且都有相對應的鑭化合物。<ref name=bse/><ref>{{cite journal |title = The Preparation and Identification of Some Pure Actinium Compounds |journal = Journal of the American Chemical Society |last = Sherman |first = Fried |pages = 771–775 |doi = 10.1021/ja01158a034 |year =1950 |volume = 72 |last2 = Hagemann |first2 = French |last3 = Zachariasen |first3 = W. H. |issue = 2}}</ref>對應的鑭和錒化合物在[[晶格常數]]上的差異不超過百分之十。<ref name=j2/>

{| Class = "wikitable collapsible collapsed" style = "text-align: center"

! 化學式

! 顏色

! 對稱

! [[空間群]]

! 空間群數

! [[皮爾遜符號]]

! ''a''（pm）

! ''b''（pm）

! ''c''（pm）

! ''Z''

! 密度（<br />g/cm<sup>3</sup>）

|-

| Ac

| 銀白色

| ''[[立方晶系|fcc]]''<ref name=ach>{{cite journal |doi=10.1016/0022-1902(61)80369-2 |last1=Farr |year=1961 |first1=J |pages=42 |volume=18 |journal=Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry |title=The crystal structure of actinium metal and actinium hydride |last2=Giorgi |first2=A.L. |last3=Bowman |first3=M.G. |last4=Money |first4=R.K.}}</ref>

| Fm{{overline|3}}m

| 225

| cF4

| 531.1

| 531.1

| 531.1

| 4

| 10.07

|-

| AcH<sub>2</sub>

|

| 立方晶系<ref name=ach/>

| Fm{{overline|3}}m

| 225

| cF12

| 567

| 567

| 567

| 4

| 8.35

|-

| Ac<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

| 白色<ref name="blueglow"/>

| [[三方晶系]]<ref name=aco>{{cite journal |doi=10.1107/S0365110X49001016 |last1=Zachariasen |year=1949 |first1=W. H. |pages=388 |volume=2 |journal=Acta Crystallographica |title=Crystal chemical studies of the 5f-series of elements. XII. New compounds representing known structure types |issue=6}}</ref>

| P{{overline|3}}m1

| 164

| hP5

| 408

| 408

| 630

| 1

| 9.18

|-

| Ac<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

|

| 立方晶系<ref name=acs>{{cite journal |doi=10.1107/S0365110X49000126 |last1=Zachariasen |year=1949 |first1=W. H. |pages=57 |volume=2 |journal=Acta Crystallographica |title=Crystal chemical studies of the 5f-series of elements. VI. The Ce2S3-Ce3S4 type of structure}}</ref>

| I{{overline|4}}3d

| 220

| cI28

| 778.56

| 778.56

| 778.56

| 4

| 6.71

|-

| AcF<sub>3</sub>

| 白色<ref name=m71>Meyer, p. 71</ref>

| [[六方晶系]]<ref name=j2/><ref name=aco/>

| P{{overline|3}}c1

| 165

| hP24

| 741

| 741

| 755

| 6

| 7.88

|-

| AcCl<sub>3</sub>

|

| 六方晶系<ref name=j2/><ref name=accl>{{cite journal |doi=10.1107/S0365110X48000703 |last1=Zachariasen |year=1948 |first1=W. H. |pages=265 |volume=1 |journal=Acta Crystallographica |title=Crystal chemical studies of the 5f-series of elements. I. New structure types |issue=5}}</ref>

| P6<sub>3</sub>/m

| 165

| hP8

| 764

| 764

| 456

| 2

| 4.8

|-

| AcBr<sub>3</sub>

| 白色<ref name=j2/>

| 六方晶系<ref name=accl/>

| P6<sub>3</sub>/m

| 165

| hP8

| 764

| 764

| 456

| 2

| 5.85

|-

| AcOF

| 白色<ref name=m87/>

| 立方晶系<ref name=j2/>

| Fm{{overline|3}}m

|

|

| 593.1

|

|

|

| 8.28

|-

| AcOCl

|

| [[四方晶系]]<ref name=j2/>

|

|

|

| 424

| 424

| 707

|

| 7.23

|-

| AcOBr

|

| 四方晶系<ref name=j2/>

|

|

|

| 427

| 427

| 740

|

| 7.89

|-

| AcPO<sub>4</sub>·0.5H<sub>2</sub>O

|

| 六方晶系<ref name=j2/>

|

|

|

| 721

| 721

| 664

|

| 5.48

|}

上表中的''a''、''b''和''c''為晶格常數，''Z''為每[[晶胞]]所含的化學式單元數。密度並非實驗數據，而是從晶體參數中計算得出的。

===氧化物===

在真空中把[[氫氧化物|氫氧化錒]]加熱至500°C或把[[草酸鹽|草酸錒]]加熱至1100°C，可製成[[氧化錒]]（Ac<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）。氧化錒的晶體結構與大部份三價[[稀土金屬]]的氧化物同型。<ref name=j2/>

===鹵化物===

三氟化錒的合成反應可以在液態或固態下進行。前者在室溫下進行，需將[[氫氟酸]]加入含有錒離子的溶液中。後者需對錒金屬施以[[氟化氫]]氣體，反應要在700°C下進行，並必須使用全[[鉑]]製器材。在900至1000°C下，三氟化錒會和[[氫氧化銨]]反應形成[[氟氧化物|氟氧化錒]]（AcOF）。雖然三氟化鑭在空氣中以800°C燃燒一小時後就可以產生氟氧化鑭，但是類似的方法無法產生氟氧化錒，而是會把三氟化錒熔解。<ref name=j2/><ref name=m87>Meyer, pp. 87–88</ref>

:AcF<sub>3</sub> + 2 NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O → AcOF + 2 NH<sub>4</sub>F

氫氧化錒或草酸錒與[[四氯化碳]]在960°C以上溫度反應會產生三氯化錒。同樣，三氯化錒與氫氧化銨在1000°C反應會形成[[氯氧化物|氯氧化錒]]。但與氟氧化錒不同的是，三氯化錒在[[氫氯酸]]溶液中用[[氨]]點燃就可以產生氯氧化錒。<ref name=j2/>

[[溴化鋁]]與氧化錒反應後，會形成三溴化錒：

:Ac<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 2 AlBr<sub>3</sub> → 2 AcBr<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

在500°C加入氫氧化銨，可以產生溴氧化錒（AcOBr）。<ref name=j2/>

===其他化合物===

三氯化錒在300°C下經[[鉀]]還原後，可形成氫化錒，其結構可從氫化鑭（LaH<sub>2</sub>）的結構推測而得。該反應中氫的來源不明。<ref>Meyer, p. 43</ref>

在含錒的氫氯酸溶液中加入[[磷酸二氫鈉]]（NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>），會產生白色的半水合磷酸錒（AcPO<sub>4</sub>·0.5H<sub>2</sub>O）。草酸錒和[[硫化氫]]氣體在1400°C受熱幾分鐘，會產生黑色的硫化錒（Ac<sub>2</sub>S<sub>3</sub>）。<ref name=j2/>

==同位素==

{{main|錒的同位素}}

自然產生的錒元素由[[放射性同位素]]{{chem|227|Ac}}組成。錒一共有36種已知[[同位素]]，全部都具有[[放射性]]。這些同位素的[[原子量]]介乎206&nbsp;[[原子質量單位|u]]（{{chem|206|Ac}}）和236&nbsp;u（{{chem|236|Ac}}）。<ref name ="nubas"/>其中最穩定的有：{{chem|227|Ac}}（[[半衰期]]為21.772年）、{{chem|225|Ac}}（10.0天）和{{chem|226|Ac}}（29.37小時）。其餘的同位素的放射性半衰期都小於10小時，大部份甚至小於1分鐘。壽命最短的錒同位素是{{chem|217|Ac}}，其半衰期只有69納秒，會進行[[α衰變]]和[[中子捕獲]]。錒擁有兩個亞穩態（[[同核異構體]]）。<ref name ="nubas">{{cite journal |last = Audi |first = 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>

純化後的{{chem|227|Ac}}在185天後與衰變產物達成平衡。它主要進行[[β衰變]]（98.8%），以及少量的[[α衰變]]（1.2%）。<ref name=bse>[http://bse.sci-lib.com/article008169.html Actinium], [[Great Soviet Encyclopedia]] (in Russian)</ref>這些衰變的產物都屬於[[衰變鏈|錒衰變系]]。{{chem|227|Ac}}發射的β粒子能量較低（46 [[電子伏特|keV]]），α輻射的強度較低，可用樣本也一般很少，所以很難直接探測到{{chem|227|Ac}}。因此科學家一般以探測其衰變產物的方法來推算{{chem|227|Ac}}的量。<ref name=bse/>

{| class="wikitable" style="text-align:center"

!同位素

!合成反應

!衰變形式

!半衰期

|-

|<sup>221</sup>Ac

|<sup>232</sup>Th(d,9n)<sup>225</sup>Pa(α)→<sup>221</sup>Ac

|α

|52毫秒

|-

|<sup>222</sup>Ac

|<sup>232</sup>Th(d,8n)<sup>226</sup>Pa(α)→<sup>222</sup>Ac

|α

|5.0秒

|-

|<sup>223</sup>Ac

|<sup>232</sup>Th(d,7n)<sup>227</sup>Pa(α)→<sup>223</sup>Ac

|α

|2.1分鐘

|-

|<sup>224</sup>Ac

|<sup>232</sup>Th(d,6n)<sup>228</sup>Pa(α)→<sup>224</sup>Ac

|α

|2.78小時

|-

|<sup>225</sup>Ac

|<sup>232</sup>Th(n,γ)<sup>233</sup>Th(β<sup>−</sup>)→<sup>233</sup>Pa(β<sup>−</sup>)→<sup>233</sup>U(α)→<sup>229</sup>Th(α)→<sup>225</sup>Ra(β<sup>−</sup>)<sup>225</sup>Ac

|α

|10天

|-

|<sup>226</sup>Ac

|<sup>226</sup>Ra(d,2n)<sup>226</sup>Ac

|α、β<sup>−</sup>、電子捕獲

|29.37小時

|-

|<sup>227</sup>Ac

|<sup>235</sup>U(α)→<sup>231</sup>Th(β<sup>−</sup>)→<sup>231</sup>Pa(α)→<sup>227</sup>Ac

|α、β<sup>−</sup>

|21.77年

|-

|<sup>228</sup>Ac

|<sup>232</sup>Th(α)→<sup>228</sup>Ra(β<sup>−</sup>)→<sup>228</sup>Ac

|β<sup>−</sup>

|6.15小時

|-

|<sup>229</sup>Ac

|<sup>228</sup>Ra(n,γ)<sup>229</sup>Ra(β<sup>−</sup>)→<sup>229</sup>Ac

|β<sup>−</sup>

|62.7分鐘

|-

|<sup>230</sup>Ac

|<sup>232</sup>Th(d,α)<sup>230</sup>Ac

|β<sup>−</sup>

|122秒

|-

|<sup>231</sup>Ac

|<sup>232</sup>Th(γ,p)<sup>231</sup>Ac

|β<sup>−</sup>

|7.5分鐘

|-

|<sup>232</sup>Ac

|<sup>232</sup>Th(n,p)<sup>232</sup>Ac

|β<sup>−</sup>

|119秒

|}

==存量及合成==

[[File:Uraninite-39029.jpg|150px|thumb|[[瀝青鈾礦]]中含有少量的錒元素。]]

錒元素在地球上十分稀少，只有痕量的<sup>227</sup>Ac同位素出現在[[鈾]]礦石中：每噸鈾礦石只含有大約0.2毫克的錒。<ref name=j1>{{cite journal |doi=10.1021/ja01158a033 |last1=Hagemann |year=1950 |first1=French |pages=768 |volume=72 |journal=Journal of the American Chemical Society |title=The Isolation of Actinium |issue=2}}</ref><ref name=g946>{{Greenwood&Earnshaw2nd|page=946}}</ref><sup>227</sup>Ac是[[衰變鏈|錒衰變系]]中的其中一個短暫存在的同位素。該衰變鏈始於[[鈾-235|<sup>235</sup>U]]（或[[鈈-239|<sup>239</sup>Pu]]），止於穩定同位素[[鉛的同位素|<sup>207</sup>Pb]]。<sup>225</sup>Ac則是[[鎿]]衰變系中短暫存在的同位素。該衰變鏈始於[[鎿的同位素|<sup>237</sup>Np]]（或[[鈾-233|<sup>233</sup>U]]），止於[[鉈]]（<sup>205</sup>Tl）和近似穩定的[[鉍]]（<sup>209</sup>Bi）。

含有錒的礦石中也同時含有鑭及其他鑭系元素。然而這些元素的化學、物理特性與錒非常接近，再加上錒含量更為稀少，因此從礦石中分離出錒元素的做法並不具實際性，科學家也從未完全分離出錒。<ref name=j2>{{cite journal |doi=10.1021/ja01158a034 |last1=Fried |year=1950 |first1=Sherman |pages=771 |volume=72 |journal=Journal of the American Chemical Society |last2=Hagemann |first2=French |last3=Zachariasen |first3=W. H. |title=The Preparation and Identification of Some Pure Actinium Compounds |issue=2}}</ref>錒元素則通常是在[[核反應爐]]中用中子照射<sup>226</sup>[[鐳|Ra]]產生的，每次產量以毫克計。<ref name=g946/><ref>{{cite book |author=Emeleus, H. J. |title=Advances in inorganic chemistry and radiochemistry |url=http://books.google.com/books?id=K5\_LSQqeZ\_IC&pg=PA16 |accessdate=12 August 2011 |date=July 1987 |publisher=Academic Press |isbn=978-0-12-023631-2 |pages=16–}}</ref>

:<math>\mathrm{^{226}\_{\ 88}Ra\ +\ ^{1}\_{0}n\ \longrightarrow \ ^{227}\_{\ 88}Ra\ \xrightarrow[42.2 \ min]{\beta^-} \ ^{227}\_{\ 89}Ac}</math>

該反應的錒產量約為鐳重量的2%。<sup>227</sup>Ac可再捕獲中子，形成少量的<sup>228</sup>Ac。合成過後，錒需從鐳以及其他的衰變產物中分離出來，這些產物包括釷、釙、鉛和鉍。第一種分離法使用噻吩甲酰三氟丙酮和[[苯]]的混合溶液。調整該溶液的[[pH值]]，可從含衰變產物的溶液中萃取出特定的元素（錒需要pH 6.0左右）。<ref name=j1/>另一種分離法是在[[硝酸]]中以適當的[[樹脂]]進行負離子交換法，先把鐳和錒與釷分離開來（分離係數為1百萬），再用正離子交換樹脂和硝酸洗脫液把錒從鐳中提取出來（係數為100）。<ref name=sep/>

[[德國]]和[[澳洲]]的科學家在2000年首次人工合成<sup>225</sup>Ac。[[德國]]超鈾元素研究所所使用的是[[迴旋加速器]]，而[[澳洲]]的研究人員則使用位於[[悉尼]]聖喬治醫院的[[直線加速器]]。<ref>{{cite journal |doi = 10.1016/j.apradiso.2008.11.012 |year = 2009 |author = Melville, G; Allen, Bj |title = Cyclotron and linac production of Ac-225 |volume = 67 |issue = 4 |pages = 549–55 |pmid = 19135381 |journal = Applied radiation and isotopes}}</ref>其合成方法為，對鐳-226目標體進行20至30 [[電子伏特|MeV]]能量[[氘]]離子撞擊。這一反應同時會產生半衰期為29小時的<sup>226</sup>Ac同位素，但由於<sup>225</sup>Ac的半衰期有10天，所以前者不會對後者造成不純。<sup>225</sup>Ac是一種稀有的同位素，在[[放射線療法]]中有潛在的用途。<ref>Russell, Pamela J.; Jackson, Paul and Kingsley, Elizabeth Anne [http://books.google.com/books?id=K1y6k5bdlWkC&pg=PA336 Prostate cancer methods and protocols], Humana Press, 2003, ISBN 0-89603-978-1, p. 336</ref>

在1100至1300°C間以[[鋰]]氣體對氟化錒進行還原反應，可以產生錒金屬。太高的溫度會使產物氣化，而太低溫則會導致反應不能完全進行。鋰的氟化物揮發性比其他[[鹼金屬]]的高，因此最適合用於這一反應中。<ref name=CRC>Hammond, C. R. ''The Elements'' in {{RubberBible86th}}</ref><ref name="blueglow"/>

==應用==

由於存量稀少，價格昂貴，所以錒目前並無重要的工業用途。<ref name=CRC/><!--http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti\_id=4066566-->

<sup>227</sup>Ac放射性很強，因此有潛力用於[[放射性同位素熱電機]]中，應用範圍包括[[航天器]]。<sup>227</sup>Ac的氧化物和[[鈹]]壓製後可以作為高效能[[中子源]]，其活度高於一般的[[鋂]]﹣鈹和鐳﹣鈹中子源。<ref name=b1>Russell, Alan M. and Lee, Kok Loong [http://books.google.com/books?id=fIu58uZTE-gC&pg=PA470 Structure-property relations in nonferrous metals], Wiley, 2005, ISBN 0-471-64952-X, pp. 470–471</ref>這些應用利用的其實是<sup>227</sup>Ac的衰變產物。進行β衰變後所產生的同位素會釋放[[α粒子]]，而鈹則用於捕獲這些α粒子，並放出中子。鈹的(α,n)[[核反應]][[截面 (物理)|截面]]較高，因此能高效地將α粒子轉換為中子。該反應的公式如下：

: <math>\mathrm{^{9}\_{4}Be\ +\ ^{4}\_{2}He\ \longrightarrow \ ^{12}\_{\ 6}C\ +\ ^{1}\_{0}n\ +\ \gamma}</math>

<sup>227</sup>AcBe可用於[[中子水份儀]]中，以測量土壤中的水份以及在建造公路時進行濕度、密度的質量檢驗。<ref>Majumdar, D. K. [http://books.google.com/books?id=hf1j9v4v3OEC&pg=PA108 Irrigation Water Management: Principles and Practice], 2004 ISBN 81-203-1729-7 p. 108</ref><ref>Chandrasekharan, H. and Gupta, Navindu [http://books.google.com/books?id=45IDh4Lt8xsC&pg=PA203 Fundamentals of Nuclear Science – Application in Agriculture], 2006 ISBN 81-7211-200-9 pp. 202 ff</ref>這類探測儀在測井、[[中子照相]]、[[斷層攝影術]]及其他放射性化學範疇中都有應用的空間。<ref>{{cite journal |title = Neutron Spectrum of an Actinium–Beryllium Source |first = W.R. |last = Dixon |journal = Can. J. Phys./Rev. Can. Phys. |volume = 35 |issue = 6 |pages = 699–702 |year = 1957 |url = http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cgi-bin/rp/rp2\_abst\_e?cjp\_p57-075\_35\_ns\_nf\_cjp |doi = 10.1139/p57-075 |last2 = Bielesch |first2 = Alice |last3 = Geiger |first3 = K. W.|bibcode = 1957CaJPh..35..699D }}</ref>

[[File:DOTA polyaminocarboxylic acid.png|thumb|150px|在放射線療法中用於運輸<sup>225</sup>Ac的[[DOTA (螯合劑)|DOTA]]載體的化學結構。]]

<sup>225</sup>Ac在醫學中用於製造<sup>213</sup>[[鉍|Bi]]，<ref name=sep>{{cite journal |doi = 10.1016/j.apradiso.2004.12.003 |year = 2005 |volume = 62 |issue = 5 |pages =667–679 |title = Production of actinium-225 for alpha particle mediated radioimmunotherapy |last = Bolla |first = Rose A. |journal = Applied Radiation and Isotopes |pmid = 15763472 |last2 = Malkemus |first2 = D |last3 = Mirzadeh |first3 = S}}</ref>或直接作[[放射線療法]]的輻射源。<sup>225</sup>Ac的半衰期為10天，比<sup>213</sup>Bi的46小時更適合作放射線治療。<sup>225</sup>Ac及其衰變產物所釋放的α粒子可以殺死身體內的癌細胞。最大的困難在於，簡單的錒配合物經[[靜脈注射]]進入體內後，會積累在骨骼和肝臟中，並停留數十年。持續的輻射在殺死癌細胞後，會引發新的[[突變]]。要避免這種問題，可將<sup>225</sup>Ac與[[螯合劑]]結合，例如[[檸檬酸]]、[[乙二胺四乙酸]]（EDTA）和[[噴替酸|二乙烯三胺五乙酸]]（DTPA）。這可降低錒在骨骼中的積累，但從身體排泄的量仍然不高。改用HEHA<ref>{{cite journal |title=Improved in Vivo Stability of Actinium-225 Macrocyclic Complexes}}</ref>或耦合至[[曲妥珠單抗]]的[[DOTA (螯合劑)|DOTA]]（1,4,7,10-四氮雜環十二烷-1,4,7,10-四羧酸）等螯合劑可以增加錒的排泄量。曲妥珠單抗是一種[[單株抗體]]，能夠干擾[[HER2/neu]][[受體 (生物化學)|受體]]。科學家把錒與DOTA結合後注射到老鼠體內，發現療法有效對抗[[白血病]]、[[淋巴瘤]]、[[乳癌]]、[[卵巢癌]]、[[神經母細胞瘤]]和[[前列腺癌]]。<ref>{{cite journal|last1=McDevitt|first1=Michael R.|last2=Ma|first2=Dangshe|last3=Lai|first3=Lawrence T.|last4=Simon|first4=Jim|last5=Borchardt|first5=Paul|last6=Frank|first6=R. Keith|last7=Wu|first7=Karen|last8=Pellegrini|first8=Virginia|last9=Curcio|first9=Michael J.|last10=Miederer|first10=Matthias|last11=Bander|first11=Neil H.|last12=Scheinberg|first12=David A.|displayauthors=3|title=Tumor Therapy with Targeted Atomic Nanogenerators|year=2001|journal=Science|volume=294|issue=5546|pages=1537–1540|doi=10.1126/science.1064126|bibcode=2001Sci...294.1537M|pmid=11711678|url=http://www.studybusiness.com/HTML/Bio/10021/10021-04-2003-BIO-04-E.pdf}}</ref><ref>{{cite journal |url=http://cancerres.aacrjournals.org/content/63/16/5084.full.pdf |title=Targeted Actinium-225 in Vivo Generators for Therapy of Ovarian Cancer |author=Borchardt, Paul E. et al. |journal=Cancer Research |volume=63 |issue=16 |pages= 5084–5090 |year=2003 |pmid=12941838}}</ref><ref>{{cite journal |author=Ballangrud, A. M. ''et al.'' |title=Alpha-particle emitting atomic generator (Actinium-225)-labeled trastuzumab (herceptin) targeting of breast cancer spheroids: efficacy versus HER2/neu expression |journal=Clinical cancer research : an official journal of the American Association for Cancer Research |volume=10 |issue=13 |pages=4489–97 |year=2004 |pmid=15240541 |doi=10.1158/1078-0432.CCR-03-0800}}</ref>

<sup>227</sup>Ac的半衰期為21.77年，可用來研究海水的緩慢垂直混合作用。這種水流的速度大約為每年50米，因此直接測量是無法得到足夠的精度的。科學家通過探測各同位素在不同深度的相對比例變化，可以推算出混合作用的發生速率。具體的物理原理如下。海水含有均衡分佈的<sup>235</sup>U。其衰變產物<sup>231</sup>Pa會慢慢沉澱到海底，所以其濃度會隨深度增加，並在一定的深度以下維持恒等。<sup>231</sup>Pa再衰變成<sup>227</sup>Ac。混合作用會把海底的<sup>227</sup>Ac提升上來，因此<sup>227</sup>Ac的濃度隨深度一直增加至海底。科學家分析<sup>231</sup>Pa和<sup>227</sup>Ac的濃度﹣深度關係，可以間接研究海水的混合作用。<ref>{{cite journal |last1=Nozaki |first1=Yoshiyuki |title=Excess 227Ac in deep ocean water |journal=Nature |volume=310 |pages=486 |year=1984 |doi=10.1038/310486a0 | issue=5977 | bibcode = 1984Natur.310..486N}}</ref><ref>{{cite journal |last1=Geibert |first1=W. |last2=Rutgers Van Der Loeff |first2=M.M. |last3=Hanfland |first3=C. |last4=Dauelsberg |first4=H.-J. |title=Actinium-227 as a deep-sea tracer: sources, distribution and applications |journal=Earth and Planetary Science Letters |volume=198 |pages=147 |year=2002 |doi=10.1016/S0012-821X(02)00512-5 |bibcode=2002E&PSL.198..147G}}</ref>

==安全==

<sup>227</sup>Ac的放射性很強，因此有關的實驗都必須在專業實驗室的[[手套箱]]中進行。當三氯化錒經靜脈注射進入老鼠體內後，約33%的錒元素積累在骨骼中，50%進入肝臟。其毒性比鋂和鈈稍低。<ref>{{cite journal |doi = 10.2172/4406766 |title = Toxicology of Actinium Equilibrium Mixture |first2 = J. |last = Langham |last2 = Storer |first = W. |year = 1952 | journal = Los Alamos Scientific Lab.: Technical Report}}</ref>

==參考資料==

{{Reflist|30em}}

==書目==

\* Meyer, Gerd and Morss, Lester R. [http://books.google.com/books?id=bnS5elHL2w8C&pg=PA87 Synthesis of lanthanide and actinide compounds], Springer, 1991, ISBN 0-7923-1018-7

==外部鏈接==

\* [http://www.periodicvideos.com/videos/089.htm Actinium] at ''The Periodic Table of Videos''（諾丁漢大學）

\* [http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/r?dbs+hsdb:@term+@na+@rel+actinium,+radioactive NLM Hazardous Substances Databank – Actinium, Radioactive]

\* [http://radchem.nevada.edu/classes/rdch710/files/actinium.pdf Actinium] in {{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.

| publisher = Springer

| year = 2006

| isbn = 1-4020-3555-1

| location = Dordrecht, The Netherlands

| edition = 3rd

}}

{{元素週期表}}

[[Category:锕系元素]]

[[Category:锕|\*]]

[[Category:第7周期元素|7C]]

[[Category:化学元素|7C]]

{{Link GA|es}}

{{Link FA|ro}}

{{Link GA|en}}