{{noteTA

|T=zh-cn:镎; zh-tw:錼; zh-hk:錼;

|G1=Chemistry

}}

{{Elementbox

|name=錼

|enname=Neptunium

|number=93

|symbol=Np

|left=[[鈾]]

|right=[[鈽]]

|above=[[鉕]]

|below=(Uqp)

|series= 錒系元素

|group=3

|period=7

|block=f

|series color=ff99cc

|phase color=

|image name= neptunium2.jpg

|appearance=銀色的金屬光澤

|atomic mass= (237)

|electron configuration= &#91;[[氡|Rn]]&#93; 5f<sup>4</sup> 6d<sup>1</sup> 7s<sup>2</sup>

|electrons per shell= 2, 8, 18, 32, 22, 9, 2

|phase= 固態

|density gpcm3nrt= 20.45<ref name="critical1">[http://typhoon.jaea.go.jp/icnc2003/Proceeding/paper/2.14\_107.pdf Criticality of a <sup>237</sup>Np Sphere]</ref>

|melting point K=910

|melting point C=637

|melting point F=1179

|boiling point K=4273

|boiling point C=4000

|boiling point F=7232

|heat fusion= 3.20

|heat vaporization= 336

|heat capacity= 29.46

|vapor pressure 1= 2194

|vapor pressure 10= 2437

|vapor pressure 100= &nbsp;

|vapor pressure 1 k= &nbsp;

|vapor pressure 10 k= &nbsp;

|vapor pressure 100 k= &nbsp;

|vapor pressure comment=

|crystal structure=正交晶系

|oxidation states= 7, 6, '''5''', 4, 3<br />（[[兩性 (化學)|兩性]]氧化物)

|electronegativity= 1.36

|number of ionization energies=1

|1st ionization energy= 604.5

|atomic radius= 155

|covalent radius= 190±1

|magnetic ordering= [[順磁性]]<ref>[http://www-d0.fnal.gov/hardware/cal/lvps\_info/engineering/elementmagn.pdf Magnetic susceptibility of the elements and inorganic compounds], in Handbook of Chemistry and Physics 81st edition, CRC press. </ref>

|electrical resistivity= （22 °C）1.220 µ

|thermal conductivity= 6.3

|CAS number= 7439-99-8

|isotopes=

{{Elementbox\_isotopes\_decay2 | mn=235 | sym=Np

| na=[[放射性同位素|人造]] | hl=396.1 天

| dm1=[[α衰变|α]] | de1=5.192 | pn1=231 | ps1=[[鏷|Pa]]

| dm2=[[電子捕獲]] | de2=0.124 | pn2=235 | ps2=[[鈾|U]]}}

{{Elementbox\_isotopes\_decay3 | mn=236 | sym=Np

| na=人造 | hl=1.54&times;10<sup>5</sup> 年

| dm1=電子捕獲 | de1=0.940 | pn1=236 | ps1=U

| dm2=[[β衰变|β<sup>−</sup>]] | de2=0.940 | pn2=236 | ps2=[[鈈|Pu]]

| dm3=α | de3=5.020 | pn3=232 | ps3=Pa}}

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=237 | sym=Np

| na=[[痕量放射性同位素|痕量]] | hl=2.144&times;10<sup>6</sup> 年

| dm=[[自發裂變]]、[[α衰变|α]] | de=4.959 | pn=233 | ps=Pa}}

{{Elementbox\_isotopes\_decay | mn=239 | sym=Np

| na=痕量 | hl=2.356 天

| dm=β<sup>−</sup> | de=0.218 | pn=239 | ps=Pu}}

|isotopes comment=

|discovered by=[[埃德溫·麥克米倫]]和[[菲力普·艾貝爾森]]

|discovery date=1940

}}

'''錼'''（'''Neptunium'''，{{地区用词|译=1|台简=錼|台繁=錼|港简=錼|港繁=錼|陆简=镎|陆繁=鎿}}）是一種[[化學元素]]，符號為'''Np'''，[[原子序]]為93。錼是首個[[超鈾元素]]，屬於[[錒系元素|錒系]]金屬。錼具有放射性，其最穩定的[[同位素]]<sup>237</sup>Np是[[核反應爐]]和[[鈈]]生產過程的副產品，能夠用於製造中子探測儀。由於[[核嬗變]]反應，[[鈾]]礦當中存在著微量錼元素。<ref name=CRC>{{cite book| author = C. R. Hammond |title = The Elements, in Handbook of Chemistry and Physics 81st edition| publisher =CRC press| isbn = 0-8493-0485-7| year = 2004}}</ref>

==歷史==

[[德米特里·门捷列夫]]於1870年代出版的元素週期表在鈾之後的位置顯示的是一條橫線「－」，其他當時未發現的元素亦然。1913由[[卡西米爾·法揚斯]]（Kasimir Fajans）出版的已知放射性同位素列表中，也同樣在鈾之後留了空格。<ref>{{cite journal | last1 = Fajans | first1 = Kasimir | title = Die radioaktiven Umwandlungen und das periodische System der Elemente | journal = Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft | volume = 46 | pages = 422 | year = 1913 | doi = 10.1002/cber.19130460162}}</ref>

===誤報===

1934，奧多林·克布利奇（Odolen Koblic）從[[瀝青鈾礦]]的洗滌水中提取了一小部分物質。他認為這就是93號元素，並將其命名為Bohemium。然而在分析後，他才發現這一物質只是[[鎢]]和[[釩]]的混合物。1934，[[恩里科·費米]]試圖以中子撞擊鈾，產生93號和[[鈈|94號]]元素。雖然最後失敗了，但是他無意中發現了[[核裂變]]。1938，[[羅馬尼亞]]物理學家[[霍里亞·胡盧貝伊]]（Horia Hulubei）和[[法國]]化學家[[伊維特·哥舒瓦]]（Yvette Cauchois）聲稱通過對礦石進行[[光譜學]]分析，發現了93號元素，並將其命名為Sequanium。由於科學家當時認為這一元素必須人工製造，所以他們的發現遭到了反對。現在人們發現錼確實存在於自然界中，因此胡盧貝伊和哥舒瓦兩人有可能確實發現了錼元素。<ref name = "Nature's Building Blocks">John Emsley. ''Nature's Building Blocks''. Page 345–347</ref>

===實際發現===

在93號元素被發現之前，當時的元素週期表還沒有錒系這一行，因此釷、鏷和鈾分別位於鉿、鉭和鎢之下，93號元素也在錸之下。根據這一排位推測，93號元素的特性應該與錳和錸相似。這意味著這一元素不可能從礦石中提取出來，儘管人們於1952年在鈾礦中探測到了錼元素。<ref>{{cite journal | last1 =Peppard | first1 =D. F. | last2 =Mason | first2 =G. W. | last3 =Gray | first3 =P. R. | last4 =Mech | first4 =J. F. | journal =Journal of the American Chemical Society | volume =74 | pages =6081 | year =1952 | doi =10.1021/ja01143a074 | issue =23}}</ref>

費米相信對[[鈾]]進行中子撞擊，再經β衰變後，可產生93號元素。實驗產物具有短半衰期，因此費米於1934年宣佈發現了新元素，<ref name="Fermi">{{cite journal | doi =10.1038/133898a0 | title =Possible Production of Elements of Atomic Number Higher than 92 | year =1934 | author =Fermi, E. | journal =Nature | volume =133 | pages =898 | bibcode=1934Natur.133..898F | issue =3372}}</ref>然而這卻是錯誤的。後來人們猜測<ref>{{cite journal|author=Ida Noddack|authorlink=Ida Noddack|year=1934|pages=653|title=Über das Element 93|volume=47|journal=Zeitschrift für Angewandte Chemie|url=http://www.chemteam.info/Chem-History/Noddack-1934.html|doi=10.1002/ange.19340473707|issue=37}}</ref>並證實，<ref>{{cite journal|last1=Meitner|first1=Lise|last2=Frisch|first2=O. R.|doi=10.1038/143239a0|title=Disintegration of Uranium by Neutrons: a New Type of Nuclear Reaction|year=1939|pages=239|volume=143|journal=Nature|url=http://www.nature.com/physics/looking-back/meitner/index.html|bibcode=1939Natur.143..239M|issue=3615}}</ref>當時的產物是中子導致鈾進行[[核裂變]]所產生的。[[奧托·哈恩]]在1930年代末進行的<sup>239</sup>U衰變實驗中，產生了少量的錼。Hahn的團隊通過實驗生產並證實了<sup>239</sup>U的屬性，但未成功分離和探測到錼。<ref>{{cite journal|url=http://www.crownedanarchist.com/emc2/discovery\_of\_fission.doc|title=Discovery of fission|author=Otto Hahn|journal=Scientific American|year=1958}}</ref>

[[埃德温·麦克米伦]]和[[菲力普·艾貝爾森]]於1940年在[[伯克利加州大學]]的伯克利輻射實驗室正式[[化學元素發現年表|發現]]了錼。錼（Neptunium）以[[海王星]]（Neptune）命名，它的前一元素鈾（Uranium）則以[[天王星]]（Uranus）命名。研究團隊以低速中子撞擊[[鈾]]，生成了錼[[同位素]]<sup>239</sup>Np（[[半衰期]]為2.4天）。錼是首個被發現，也是首個人工合成的[[錒系元素|錒系]][[超鈾元素]]。<ref name="EL93">{{cite journal| doi =10.1103/PhysRev.57.1185.2| title =Radioactive Element 93| year =1940| author =Mcmillan, Edwin| journal =Physical Review| volume =57| pages =1185| last2 =Abelson| first2 =Philip| issue =12|bibcode = 1940PhRv...57.1185M }}</ref>

:<math>\mathrm{^{238}\_{\ 92}U\ +\ ^{1}\_{0}n\ \longrightarrow \ ^{239}\_{\ 92}U\ \xrightarrow[23 \ min]{\beta^-} \ ^{239}\_{\ 93}Np\ \xrightarrow[2.355 \ d]{\beta^-} \ ^{239}\_{\ 94}Pu}</math>

==存量==

最穩定的錼同位素是<sup>237</sup>Np，半衰期為200萬年。這比[[地球年齡]]短得多，因此所有[[原始核素|原始]]的錼元素，也就是地球形成時就存在的錼，至今已衰變殆盡了。然而在[[鈾礦]]中，自然[[核嬗變]]反應會產生[[衰變產物]]，當中含有微量的錼-237至錼-240。<ref name=CRC/><ref name = "Nature's Building Blocks"/>

要產生<sup>237</sup>Np金屬，須將<sup>237</sup>NpF<sub>3</sub>與液態[[鋇]]或[[鋰]]在1200 °[[攝氏度|C]]高溫下反應。含錼的反應原料可從[[乏核燃料]]中作為[[鈈]]生產過程的副產品提取出來，單次提取量有數公斤。<ref name = "Nature's Building Blocks"/>

:2 {{chem|NpF|3}} + 3 Ba → 2 Np + 3 {{chem|BaF|2}}

依重量計，錼-237產量是鈈產量的5%，或所有乏核燃料的0.05%。<ref>{{cite web| format=PDF| url = http://www.isis-online.org/publications/fmct/book/New%20chapter%205.pdf| title = Separated Neptunium 237 and Americium| accessdate = 2009-06-06}}</ref>不過錼的年產量仍然超過50噸。<ref name="rsc">http://www.rsc.org/chemistryworld/podcast/interactive\_periodic\_table\_transcripts/neptunium.asp</ref>

==特性==

錼是一種[[金屬]]，外表呈銀色，化學活性很高。錼具有三種[[同素異形體]]： <ref name=CRC/>

\* α型：屬於[[正交晶系]]，密度20.45 g/cm<sup>3</sup>；<ref name = "alo">{{cite journal | last1 = Lee | first1 = J | last2 = Mardon | first2 = P | last3 = Pearce | first3 = J | last4 = Hall | first4 = R | title = Some physical properties of neptunium metal IIA study of the allotropic transformations in neptunium | journal = Journal of Physics and Chemistry of Solids | volume = 11 | pages = 177 | year = 1959 | doi = 10.1016/0022-3697(59)90211-2 | issue = 3–4|bibcode = 1959JPCS...11..177L }}</ref>

\* β型：出現於280 °C以上，屬於[[四方晶系]]，313 °C時密度19.36 g/cm<sup>3</sup>；<ref name = "alo"/>

\* γ型：出現於577 °C以上，屬於[[立方晶系]]，600 °C時密度18 g/cm<sup>3</sup>。<ref name = "alo"/>

錼的液態溫度區間是所有元素間最高的，其熔點和沸點溫度差為3363 [[開氏度|K]]。

錼是所有錒系元素中密度最高的，在所有自然產生的元素中密度第五高。<ref>Theodore Gray. ''The Elements''. Page 215</ref>錼不存在生物作用，但會被消化系統吸收。如果注射到身體裏，錼會累積在[[骨骼]]當中，並慢慢減少。

==同位素==

{{Main|錼的同位素}}

已知的錼同位素有19種，全部都具有[[放射性]]。其中最穩定的包括：<sup>237</sup>Np，[[半衰期]]214萬年；<sup>236</sup>Np，半衰期152,000年；以及<sup>235</sup>Np，半衰期396.1天。所有剩餘的[[放射性同位素]]半衰期都在4.5天以下，大部分甚至在50分鐘以下。錼還有4種同核異構體，最穩定的是<sup>236m</sup>Np，半衰期22.5小時。

錼同位素的[[原子量]]在225.0339 [[原子質量單位|u]]（<sup>225</sup>Np）和244.068 u（<sup>244</sup>Np）之間。質量比最穩定的<sup>237</sup>Np低的同位素以[[電子捕獲]]的[[衰變模式|模式]]衰變（一部分也進行[[α衰變]]），比它高的同位素則進行[[β衰變]]。前者的衰變產物是鈾的各種同位素，後者則衰變為鈈同位素。

<sup>237</sup>Np能夠進行[[核裂變]]。<ref name="critical" />它衰變後會最終產生[[鉍]]-209和[[鉈]]-205，但其他重原子核的[[衰變鏈]]末端都是[[鉛的同位素]]。錼的特殊衰變鏈稱為[[錼衰變系]]。

==合成==

要製成錼金屬，須在1200 °C高溫下用鋇或鋰對三氟化錼（NpF<sub>3</sub>）進行[[氧化還原反應|還原]]。<ref name=CRC/>大部分的錼都是在核反應中產生的：

\* [[鈾-235]]原子在捕獲一顆中子後，會變為[[鈾-236]]的激化態。這些激化了的原子核有大約81%會進行裂變，剩餘的衰變為<sup>236</sup>U的基態，並釋放[[伽馬射線]]。再次[[中子捕獲|捕獲中子]]後，<sup>236</sup>U會變為<sup>237</sup>U，其半衰期為7天，並且會快速經[[β衰變]]形成<sup>237</sup>Np。在β衰變過程中，激化的<sup>237</sup>U原子核釋放一顆電子，[[弱交互作用]]再把一顆[[中子]]轉變為一顆[[質子]]，從而產生<sup>237</sup>Np。

::<math>\mathrm{^{235}\_{\ 92}U\ +\ ^{1}\_{0}n\ \longrightarrow \ ^{236}\_{\ 92}U\_m\ \xrightarrow[120 \ ns]{} \ ^{236}\_{\ 92}U\ +\ \gamma}</math>

::<math>\mathrm{^{236}\_{\ 92}U\ +\ ^{1}\_{0}n\ \longrightarrow \ ^{237}\_{\ 92}U\ \xrightarrow[6.75 \ d]{\beta^-} \ ^{237}\_{\ 93}Np}</math>

\* <sup>237</sup>U也可以通過[[鈾-238|<sup>238</sup>U]]的([[中子|n]],2n)反應產生，但這只在極高能中子的撞擊下才會發生。

\* <sup>237</sup>Np也是[[鋂-241|<sup>241</sup>Am]]經[[α衰變]]後的產物。

較重的錼同位素迅速衰變，而較輕的錼同位素則無法通過[[中子捕獲]]形成，因此從乏核燃料中化學提取出的錼幾乎完全由<sup>237</sup>Np組成。

==化學特性==

[[File:Np ox st .jpg|thumb|溶液中的錼離子]]

錼在溶液中具有4種離子[[氧化態]]：

\* Np<sup>3+</sup>（淡紫色），相似於稀土元素離子Pm<sup>3+</sup>

\* Np<sup>4+</sup>（黃綠色）

\* {{chem|NpO|2|+}}（藍綠色）

\* {{chem|NpO|2|2+}}（淡粉紅色）

氫氧化錼(III)不溶於水和過鹼溶液中。錼(III)在空氣中會氧化為錼(IV)。<ref>{{cite book | url = http://books.google.de/books?id=1lArAAAAYAAJ | title = Radiochemistry of neptunium | author1 = Burney, G. A | author2 = Harbour, R. M | author3 = Subcommittee On Radiochemistry, National Research Council (U.S.) | author4 = Technical Information Center, U.S. Atomic Energy Commission | year = 1974}}</ref><ref>{{cite book | url =http://books.google.de/books?id=UnQ\_NQAACAAJ | title =The migration chemistry of neptunium | isbn =978-87-550-1535-7 | author1 =Nilsson, Karen | year =1989}}</ref>

錼可以形成三[[鹵化物]]和四鹵化物，如NpF<sub>3</sub>、NpF<sub>4</sub>、NpCl<sub>4</sub>、NpBr<sub>3</sub>和NpI<sub>3</sub>等，以及類似於鈾氧化合物系統的各種[[氧化物]]，包括Np<sub>3</sub>O<sub>8</sub>和[[二氧化錼|NpO<sub>2</sub>]]。

[[六氟化錼]]（NpF<sub>6</sub>）是一種類似於[[六氟化鈾]]的揮發性物質。

錼和鏷、鈾、鈈和[[鋂]]一樣，能夠形成線形二氧錼芯（NpO<sub>2</sub><sup>n+</sup>），其中的錼原子呈5+或6+氧化態。錼會與[[氧]]、[[蒸汽]]和[[酸]]產生劇烈反應，但不被[[鹼]]侵蝕。<ref name = "Nature's Building Blocks"/>

\* NpO<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub><sup>–</sup>

\* NpO<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sup>–</sup>

\* NpO<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>3–</sup>

\* NpO<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub><sup>5–</sup>

==應用==

===生產鈈-238===

用中子對<sup>237</sup>Np進行照射，可形成[[鈈-238|<sup>238</sup>Pu]]。鈈-238釋放[[α粒子]]，可在航天和軍事上的[[放射性同位素熱電機]]中作發電之用。<sup>237</sup>Np會捕獲一顆中子形成<sup>238</sup>Np，經[[β衰變]]之後變為<sup>238</sup>Pu（半衰期約為2天）。<ref>{{cite journal|doi = 10.1016/j.enconman.2007.10.028|pages = 393–401|title = Review of recent advances of radioisotope power systems|year = 2008|author = Lange, R|journal = Energy Conversion and Management|volume = 49|last2 = Carroll|first2 = W|issue = 3}}</ref>

:<math>\mathrm{^{237}\_{\ 93}Np\ +\ ^{1}\_{0}n\ \longrightarrow \ ^{238}\_{\ 93}Np\ \xrightarrow[2.117 \ d]{\beta^-} \ ^{238}\_{\ 94}Pu}</math>

[[乏核燃料]]當中也含有可稱量的<sup>238</sup>Pu，但這須從其他的錼同位素中分離出來。

===武器===

錼可進行[[核裂變]]，理論上可用作[[快中子反應爐]]或[[核武器]]的燃料，其[[臨界質量]]大約為60公斤。<ref name="rsc" />1992年，[[美國能源部]]解密部分文件，其中包括「錼-237可用於製造核子爆炸裝置」一句。<ref name="RDD-7">[http://www.fas.org/sgp/othergov/doe/rdd-7.html "Restricted Data Declassification Decisions from 1946 until Present"], accessed Sept 23, 2006</ref>沒有證據顯示歷史上曾出現過含錼核武器。截至2009年，商業核發電反應爐所產生的鈈-237每年超過臨界質量的1000倍，然而要將該同位素從燃料中萃取出來卻需要巨大的規模和技術。

2002年9月，美國的[[洛斯阿拉莫斯國家實驗室]]短暫地創造了首個達到臨界質量的含錼物體，當中還含有[[濃縮鈾]]（[[鈾-235]]）。實驗發現，用錼-237製造的裸露球體的臨界質量在60公斤左右，<ref name="critical1"/>用作炸彈用途的話，並不比鈾-235優勝很多。<ref name="critical">{{cite web|last = Weiss|first = P.|title = Little-studied metal goes critical – Neptunium Nukes?| publisher = [[Science News]] |date = October 26, 2002|url = http://www.findarticles.com/p/articles/mi\_m1200/is\_17\_162/ai\_94011322|accessdate = 2006-09-29}}</ref>

===物理應用===

<sup>237</sup>Np被用於高能中子探測器中。<ref>{{cite book| page =236| title =Experimental techniques in nuclear physics|

author = [[Dorin N Poenaru]], [[Walter Greiner]]| publisher =Walter de Gruyter| year = 1997| isbn =3-11-014467-0}}</ref>

<!--{{cite journal|doi = 10.1016/0375-9474(72)90778-6|title = The energy dependence of the fissionability of neptunium isotopes and the level density of highly deformed nuclei|year = 1972|author = Bishop, C|journal = Nuclear Physics A|volume = 198|pages = 161 |bibcode = 1972NuPhA.198..161B|last2 = Halpern|first2 = I.|last3 = Shaw|first3 = R.W.|last4 = Vandenbosch|first4 = R. }} {{cite book|url = http://books.google.com/?id=V1cwK1ehoYcC&pg=PT40|isbn = 978-3-527-32065-3|author = Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger ; translated by José Oliveira.|year = 2007|publisher = Wiley-VCH|location = Weinheim|title = World of the elements : elements of the world}} -->

==作為核廢料==

錼-237是受[[深地質處理]]的[[錒系元素]]中可動性最高的。<ref>{{cite web| url = http://www.fas.org/sgp/othergov/doe/lanl/pubs/00818052.pdf| title= Yucca Mountain| accessdate = 2009-06-06}}</ref>因此它需要和[[鋂-241]]一起通過[[核嬗變]]轉化為其他污染性較弱的同位素。<ref>{{cite journal| doi =10.1016/S0029-5493(03)00034-7| title =Deep-Burn: making nuclear waste transmutation practical| year =2003| author =Rodriguez, C| journal =Nuclear Engineering and Design| volume =222| pages =299| issue =2–3| last2 =Baxter| first2 =A.| last3 =McEachern| first3 =D.| last4 =Fikani| first4 =M.| last5 =Venneri| first5 =F.}}</ref>家居[[電離室]][[煙霧探測器]]含有的鋂-241（一般有0.2[[微克]]）會衰變成錼。鋂-241的半衰期為432年，因此在20年後有3%變為錼，100年後則有15%變為錼。

錼的半衰期很長，所以它在一萬年以內會是核廢料中輻射的主要來源。為了避免日後（數千年後）廢料容器破裂時造成的大範圍核污染，錼需要先從廢料中提取出來。<ref>{{cite web|url = http://newscenter.lbl.gov/feature-stories/2005/11/29/getting-the-neptunium-out-of-nuclear-waste/|date =2005-11-29| title = Getting the Neptunium out of Nuclear Waste|first = Lynn|last = Yarris|publisher = Berkeley laboratory, U.S. Department of Energy|accessdate = 05-12-2008}}</ref><ref>{{cite web|url = http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical\_reports/PNNL-14307.pdf|title = Existing Evidence for the Fate of Neptunium in the Yucca Mountain Repository|author = J. I. Friese; E. C. Buck; B. K. McNamara; B. D. Hanson; S. C. Marschman|date = January 06-2003|publisher = Pacific northwest national laboratory, U.S. Department of Energy|accessdate = 05-12-2008}}</ref><!--{{doi|10.1002/anie.200501281}}--><!--annual production 4.6 tonnes http://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=oFtPmEPqjCgC&oi=fnd&pg=PA79-->

==參考資料==

{{Reflist|2}}

==書目==

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

\* Lester R. Morss, Norman M. Edelstein, Jean Fuger (Hrsg.): ''The Chemistry of the Actinide and Transactinide Elements'', Springer-Verlag, Dordrecht 2006, ISBN 1-4020-3555-1.

\* {{cite journal|author=Ida Noddack|authorlink=Ida Noddack|year=1934|pages=653|title=Über das Element 93|volume=47|journal=Zeitschrift für Angewandte Chemie|url=http://www.chemteam.info/Chem-History/Noddack-1934.html|doi=10.1002/ange.19340473707|issue=37}}

\* Eric Scerri, A Very Short Introduction to the Periodic Table, Oxford University Press, Oxford, 2011, ISBN 978-0-19-958249-5.

==外部鏈接==

{{Commons|Neptunium}}

{{Wiktionary|neptunium}}

\* [http://www.periodicvideos.com/videos/093.htm Neptunium] at ''[[The Periodic Table of Videos]]'' (University of Nottingham)

\* [http://www.eurekalert.org/features/doe/2001-08/danl-lbw060502.php Lab builds world's first neptunium sphere], [[U.S. Department of Energy]] Research News

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

\* [http://www.ead.anl.gov/pub/doc/neptunium.pdf Neptunium: Human Health Fact Sheet]

\* [http://pubs.acs.org/cen/80th/neptunium.html C&EN: It's Elemental: The Periodic Table – Neptunium]

{{Clear}}

{{元素週期表}}

[[Category:锕系元素]]

[[Category:人工合成元素]]

[[Category:第7周期元素|7G]]

[[Category:化学元素|7G]]

{{link FA|pl}}