Merceologia nucleare

scritto da Vincenzo Caniglia | 1 Dicembre 2009

Premessa

Tutte le operazioni che riguardano il ciclo dell'energia nucleare commerciale e militare coinvolgono, ovviamente, sostanze chimiche, merci radioattive, che sin possono considerare appartenenti a due categorie:

a. elementi chimici (o composti) per loro natura radioattivi;

b. elementi chimici (o composti) che diventano radioattivi perché irraggiati. Inoltre i prodotti di filiazione sono ancora presenti nelle centrali non più in funzione, ma ancora non smantellate.

In questo articolo verranno presentate alcune informazioni merceologiche su tali sostanze

Attinidi

Chiamati anche elementi della serie dell'attinio (Ac), formano un sottogruppo del III sottogruppo del sistema periodico. Sono i 15 elementi che seguono il radio: attinio (Ac), torio (Th),

protoattinio (Pa), uranio (U), nettunio (Np), plutonio (Pu), americio (Am), curio (Cm), berchelio (Bk), californio (Cf), einsteinio (Es), fermio (Fm), mendelevio (Md), nobelio (No) e laurenzio (Lr).

Fino al 1940 erano noti solo Th, Pa e U; sembravano essere i membri del IV, V e VI sottogruppo. Solo dopo la sintesi del nettunio e dell'uranio G. T. Seaborg dimostrò nel 1944 che essi sono i membri iniziali di un gruppo omologo ai lantanidi.

Proprietà. Gli attinidi sono tutti metalli bianco-argenteo, reattivi, che si ossidano subito all'aria. Sono tutti radioattivi, tuttavia gli attinidi leggeri hanno tempo di dimezzamento molto lunghi, per es.

238U 4,51?109 anni. Gli attinidi sono molto simili fra loro. Anche le proprietà chimiche degli attinidi sono simili a quelle dei lantanidi. Gli attinidi reagiscono con acqua e acidi sviluppando H2 . Reagiscono facilmente anche con H2 , Cl2 , O2 e N2 . Particolarmente importanti sono i tre esafluoruri (solidi) UF6 ; Np F6 ; Pu F6 .

Abbondanza. Gli attinidi sono straordinariamente rari, tranne torio (Th) e uranio (U). Soltanto Ac, Th, Pa, U, Np, Pu e Am compaiono in natura come membri della serie di decadimento radioattivo. Sono presenti nei minerali di uranio. Il torio (Th) accompagna i lantanidi e quindi si trova anche nelle sabbie monazitiche. I depositi principali si trovano in Katanga (Zaire), Canada, ex-URSS, Usa e Sudafrica.

Produzione. Innanzitutto dai minerali di U e dai residui di estrazione. Come prodotto intermedio di solito compare l'ossido di attinide, da cui viene ridotto con Ca, Mg o La. I transuranici vengono preparati per trasformazione artificiale degli elementi nel reattore nucleare o in acceleratori di particelle.

Impiego nel nucleare. A livello industriale si utilizzano solo Th (torio), U (uranio) e Pu (plutonio), soprattutto come

combustibile per reattori nucleari e come materiale per bombe (U, Pu)

Uranio (simbolo dell'elemento: U)

Venne scoperto nel minerale pechblenda in forma di UO2 dal chimico tedesco Martin Heinrich Klaproth [1743-1817] nel 1789, in una pechblenda della Sassonia. Il nome uranio deriva dal pianeta Urano scoperto otto anni prima. Venne isolato nel 1841 dal chimico fr. E. M. Peligot, riducendo con potassio il tetracloruro di uranio (UCl4); la sua radioattività fu scoperta dal fisico fr. H. Becquerel; parecchi elementi radioattivi emettenti raggi ß furono ottenuti (1934) dal fisico it. E. Fermi bombardandolo con neutroni; la sua fissione fu attuata (1938) dai chimici ted. O. Hahn e F. Strassmann; U considerato sino al 1942 privo di applicazioni pratiche, diventò uno degli elementi più importanti, fonte di energia nucleare. liberabile in quantità enormi.

Proprietà. L'uranio è un metallo pesante velenoso, esternamente simile al ferro, molto compatto, ma non molto duro, con massa atomica rel. 238,029. Sono note tre strutture reticolari: a (romb.), ß (tretrag.), ? (cub.). Tutti gli isotopi dell'uranio sono radioattivi. Il tempo di dimezzamento dell'isotopo più abbondante [238U] è pari a 4,5×109 anni. [238U] è la sostanza di partenza della serie di decadimento uranio-radio, 235 [235U] quella della serie di decadimento ranio-attinio.

Il metallo si ossida all'aria; se finemente suddiviso si infiamma spontaneamente. Oltre 700°C brucia formando U3O8 , un ossido misto (UO2 x 2UO3). U è solubile in acido cloridrico (HCl) ed in acido nitrico (HNO3), lentamente si scioglie in acqua. Gli alcali non attaccano l'uranio.

Tossicologia. I suoi composti sono composti pericolosi a causa della loro tossicità chimica e della loro radioattività. Massima concentrazione ammissibile nell'aria 0,05 mg/m3 per i

composti solubili e 0,25 mg/m3 per quelli insolubili. Massimo carico ammesso nel corpo 0,2 microcurie (0,2 µCi) per i composti solubili, 0,009 microcurie (0,009 µCi) per quelli insolubili.

Determinazione. Viene determinato con solfuro di ammonio [(NH4)2S] come solfuro d'uranile bruno UO2 o precipitazione con urotropina. I singoli isotopi di uranio vengono determinati qualitativamente e quantitativamente con metodi di misurazione fisico-nucleari.

Abbondanza. U sta al 45° posto nella graduatoria delle abbondanze ed è quindi più frequente del piombo (Pb), dell'argento U(Ag) e dell'oro (Au). La percentuale sulla superficie terrestre ammonta a circa 0,0003 %. In natura compare soprattutto l'isotopo [238U] (99,28 %) ; [235U] (0,72% e [234U] (0,0055%) sono più rari. L'uranio non compare mai in forma elementare.

La ricerca intensiva dopo la II guerra mondiale ha fornito più di 150 minerali di uranio; sono spesso associati con Th (torio) e i lantanidi. Contengono sempre anche i prodotti intermedi e finali della serie di decadimento radioattivo, soprattutto Ra e Pb.

L'estrazione dei minerali di uranio è conveniente a partire da una percentuale di UO2 maggiore di 0,1 % circa. Tuttavia questo si verifica solo per pochi giacimenti. Il più importante minerale di uranio è l'uranite. Essa comprende due varianti: la pechblenda, una massa sferulitica, dal brunastro al nero, di lucentezza metallica o grassa (UO2) e la forma cristallizzata, l'uraninite (U3O8).

Altri importanti minerali di uranio sono: la torbenite (contenente Cu, U, P) e la carnotite (contenente K, U, V). Alcuni scisti bituminosi contengono fino all' 1% di U. In 1 m3 di acqua di mare sono sciolti

3-4 mg di U. I giacimenti principali si trovano in Canada,

Sudafrica, Australia, USA, Nigeria ed ex-

URSS.

Produzione. Prima avviene un arricchimento dei minerali con processi fisici diversi (per es. flottazione), infine estrazione di $UO_2(NO_3)_2$ da soluzione acquosa per mezzo di solventi organici.

Evaporazione della soluzione e ricottura producono U_3O_8, che viene trasformato in UO_2 per mezzo di H_2, e poi in sale verde UF_4 per riscaldamento con HF. Preparazione del metallo per elettrolisi del pentafluoruro di uranio e potassio K_2UF_5 fuso o dell'esacloruro di uranio e potassio K_2UCl_6 fuso. Gli ossidi di uranio vengono ridotti in metallo per mezzo di Ca, Al, o C.

La produzione mondiale di uranio ammonta a circa 30.000 t/a .

Impiego nel nucleare. Innanzitutto come combustibile nei reattori nucleari e per la rigenerazione del plutonio e (raramente) degli altri elementi transuranici. L'isotopo di uranio arricchito [235U] serve come materiale per bombe e come additivo nell'uranio naturale utilizzato per le barre di combustibile dei reattori nucleari.

Il vecchio impiego come materia prima per la produzione del Ra (radio) è di importanza secondaria. Quantità ridotte servono per colorare i vetri e le ceramiche (giallo, arancione, nero).

Composti importanti. L'esafluoruro di uranio UF_6 forma cristalli incolori, rombici, volatili e molto velenosi. La tensione di vapore a 25°C ammonta già a 0,15 bar (15 kPa). UF_6 serve innanzitutto per la separazione industriale degli isotopi di uranio secondo il processo della diffusione gassosa. UF_6 viene anche usato per la separazione elettromagnetica. L'ossido di uranio U_3O_8 è una polvere verde scuro, velenosa, insolubile in acqua. Si scioglie negli acidi e si decompone oltre i 900°C dando UO_2

U3O8 si forma durante la ricottura di UO2 e di UO3 all'aria. In natura compare in masse non compatte dall'aspetto di pece. Il biossido di uranio UO2 forma cristalli neri, insolubili in acqua, molto velenosi, solubili in acido nitrico (HNO3) e in acido solforico (H2SO4) concentrato. In forma compressa (pellet) serve come carica nelle barre dei reattori nucleari.

???

Plutonio (simbolo dell'elemento Pu)

Venne sintetizzato nel 1940 dal fisico statunitense G. T. Seaborg (Nobel 1951), e da E. M. McMillan, J.W. Kennedy e C. Wahl come secondo elemento transuranico. Il nome deriva dal pianeta più lontano, Plutone. Pu è l'elemento più raro dopo Am (Americio). Sta al 94° posto nella graduatoria delle abbondanze e ha una percentuale sulla superficie terrestre inferiore a 10-21 % in peso. Tutti gli isotopi di Pu sono radioattivi. 241Pu (tempo di dimezzamento 14,89 anni; emettitore a, ß) è la sostanza madre della serie di decadimento del nettunio. Pu è un metallo pesante argenteo, lucente, estremamente velenoso, che all'aria si ossida assumendo colore giallastro. Compare in sei modificazioni allotropiche. Il metallo emette notevoli quantità di calore attraverso la sua forte attività a. Pu è solubile nell'acido cloridrico (HCl) e nell'acido iperclorico (HClO4). Per motivi di protezione dalle radiazioni 1 m3 d'aria può contenere al massimo 1 particella di PuO2 di 1µg di diametro. Nel maneggiare grandi quantità di Pu bisogna fare attenzione a che, superando la massa critica [239Pu]: 7,6 kg non si inneschi una reazione a catena (per confronto: [233U] 7,5,

[235U] 22,8).

L'isotopo di Pu di gran lunga più importante è [239Pu] (tempo di decadimento 24.000 anni; emettitore a).

Produzione. Uso industriale nei reattori autofertilizzanti attraverso cattura di neutroni.

Impiego nel nucleare. Serve per produrre bombe. Nei reattori del mondo vengono prodotte circa 20 t/a di Pu.

Nel 1988 solo negli USA la riserva di [239Pu] ammontava a 100 t. [239Pu] compare in quntità minime (Pu/U=10-12/1) come prodotto di decadimento del processo di cattura dei neutroni nell'U anche nei minerali di uranio.

Tossicologia. Pu non è soltanto un pericoloso emettitore a (si fissa nel midollo), ma è anche

estremamente tossico dal punto di vista chimico. Inoltre è piroforico. Pertanto Pu è l'unico elemento chimico che è: radioattivo, tossico e piroforico. Massima concentrazione ammissibile nell'aria :3 x 10-5 µg/m3 .

Torio (simbolo dell'elemento Th)

Venne scoperto da J. J. Berzelius nel 1828 e denominato secondo il dio nordico Thor. Th è il più frequente di tutti gli attinidi (circa tre volte più frequente dell'uranio) Sta al 38° posto nella scala delle abbondanze; ha una percentuale sulla superficie terrestre di circa 9,001 %. Tutti gli isotopi di Th sono radioattivi. In natura Th compare come [232Th] (tempo di dimezzamento 1,405x 1010 anni), il membro iniziale della serie di decadimento del torio. Il torio puro è un metallo pesante bianco-argenteo, stabile all'aria, lucente e relativamente molle. Th polverizzato si incendia spontaneamente all'aria e brucia con fiamma chiara, bianca. Si scioglie in acido cloridrico (HCl), ma viene attaccato solo lentamente dagli altri acidi e dall'acqua. ThO2 ha il più alto punto di fusione di tutti gli ossidi (3300 °C).

Giacimenti. nella torite ThSiO4, nella torianite (Th,U)2 e nella monazite (Ce,Th)[(P,Si)4] .

Depositi principali in: Sri Lanka (ex Ceylon), Brasile e Canada.

Impiego nel nucleare. Come elemento fertile nei reattori autofertilizzanti per la produzione di [233U] (cattura di neutroni e decomposizione finale in [233U]).

Elementi chimici usati nella tecnologia nucleare

Afnio. (Simbolo dell'elemento Hf).

Il nome deriva da "hafnia", il nome latino di Copenhagen. Nel 1923 D.Coster e G.V. Hevesy scoprirono l'elemento nei minerali di zirconio (Zr) su indicazione di Niels Bohr Hf viene prodotto industrialmente solo dal1952.

Proprietà. Hf è un metallo pesante molto lucente, duttile. Esistono 5 isotopi stabili di Hf. I tempi di dimezzamento dei 18 isotopi instabili di Hf variano fra 0,12 min [157 Hf] e 9x•106 anni [182 Hf].

Abbondanza. Hf sta al 50° posto nella graduatoria delle abbondanze e quindi è frequente come Cu (rame) e Sn (stagno). Giacimenti principali nelle coste dell'Australia, India, Sri Lanka (ex Ceylon), USA, Madagascar e Africa.

Impiego nel nucleare. Come materiale per le barre di regolazione nei reattori nucleari per la sua elevata sezione di cattura per i neutroni termici e poiché nelle trasformazioni nucleari in corso si fomano così nuovamente isotopi con elevate sezioni di cattura. Componente (circa il 2%) di leghe Nb, Ta, Mo e U ad alto punto di fusione e ad alta resistenza

Boro. (Simbolo dell'elemento B)

Sir Humphry Davy coniò il termine boro dal persiano burah = borace. Nel 1808 H. Davy, I.J. Thenard e J.L. Gay Lussac prepararono, indipendentemente l'uno dall'altro, il boro elementare impuro per elettrolisi dell'acido borico. Ci volle ancora un secolo prima che Weintraub preparasse il boro puro cristallizzato.

Proprietà. B è l'unico metalloide del gruppo del boro. Esistono due isotopi stabili [10B] e [11B]. I tempi di dimezzamento dei 14 isotopi instabili del B si trovano nel campo dei ms (millisecondo).

Abbondanza. Il boro che sta al 33° posto fra gli elementi più frequenti, ha una percentuale dello 0,003% sulla superficie terrestre. I depositi principali di B si trovano negli USA (deserto di Mojave, Nevada), in Turchia e in Argentina. In Germania la boracite è associata con i sali potassici a Stassfurt.

Impiego nel nucleare. I reattori nucleari vengono comandati tramite il [10B] presente nelle aste di comando. É usato come materiale schermante contro i neutroni e per la rivelazione di neutroni, usando BF3 come gas nel contatore Geiger.

Cadmio (simbolo dell'elemento Cd)

Il nome deriva da "cadmia", una vecchia denominazione per la smithsonite, minerale di zinco, dalla quale Friedrich Strohmeyer estrasse il nuovo elemento nel 1817.

Proprietà. Cd è un metallo bianco-argenteo, lucente e duttile. Esistono 8 isotopi stabili di Cd. I tempi di dimezzamento dei 15 isotopi instabili di Cd si trovano tra 0,8 s [128 Cd] e 453 d [109Cd]. La sezione di cattura per i neutroni termici è di circa 2400 barn per il miscuglio naturale di isotopi.

Tossicologia. Cd e i suoi composti sono molto velenosi. Dal punto di vista della tossicologia professionale è alla pari con Pb (piombo) e Hg (mercurio). Il fumo di CdO è pericoloso come il fosgene (COCl2); inalato in concentrazioni ridotte, porta a febbre continua (febbre di fonderia), in concentrazioni maggiori a edema polmonare. L'indagine su un possibile avvelenamento da Cd si effettua per mezzo dell'analisi dell'urea. Il valore MAC è 0,1 mg/m3, per la polvere di CdO 0,2 mg/m3.

Abbondanza. Cd sta al 67° posto nella scala delle abbondanze. La frazione sulla superficie terrestre ammonta a 10-5 %.

Impiego nel nucleare. Barre di controllo di Cd per regolare il flusso di neutroni nei reattori nucleari.

Cesio (simbolo dell'elemento Cs)

Il nome deriva da Caesius = celeste. R. Bunsen e R. Kirchhoff scoprirono Cs nel 1860 per via spettroscopica. Carl Setterberg lo preparò per la prima volta nel 1882 mediante elettrolisi dal carburo fuso.

Proprietà. Cs è un metallo argenteo molto molle. Il tempo di dimezzamento dei 30 isotopi instabili si trovano tra 0,19 s [146Cs] e 30,1 anni [137 Cs]. Si scioglie nell'ammoniaca liquida. All'aria e nell'acqua il metallo si infiamma subito: pericolo di esplosione. Cs è uno degli elementi più reattivi. Al di sopra di 300°C corrode persino il vetro. Conservazione sotto vuoto.

Abbondanza. Al 42° posto fra gli elementi più frequenti, contenuto nella crosta terrestre per

7×10-4 %, nell'acqua di mare 10-7 %.

Impiego nel nucleare. L'isotopo radioattivo [137 Cs], (prodotto dalle barre combustibili dei reattori nucleari) serve come sorgente di radiazioni nella terapia dei tumori. Il cesio [137 Cs] si fissa pericolosamente nelle ossa

Cerio (simbolo dell'elemento Ce)

Venne scoperto nel 1803 da M.H. Klaproth e il suo nome deriva dall'asteroide Cerere. La prima preparazione del metallo riuscì nel 1875. Il cerio è il più frequente dei lantanidi; sta al 23° posto nella graduatoria delle abbondanze e la sua percentuale sulla superficie terrestre di circa 5×10-3 % in peso. Sono noti quattro isotopi del cerio. É un metallo pesante grigio, lucente, duttile e instabile all'aria.

Impiego nel nucleare. Il cerio (Ce) è un elemento che presenta una debole sezione efficace di cattura dei neutroni, ed è pertanto un materiale usato nei reattori nucleari.

Stronzio (simbolo dell'elemento Sr)

Prende il nome da Strontian, una località della Scozia, nella cui miniera di piombo venne scoperta la stronzianite, minerale di stronzio. Nel 1885 R.W. Bunsen lo preparò puro per la prima volta.

Proprietà. Sr è un metallo leggero bianco-argenteo deformabile plasticamente. Esistono 4 isotopi stabili. I tempi di dimezzamento si trovano fra 28,5 anni [90Sr] e 0,6 secondi [90Sr].

Lo stronzio [90Sr] beta-attivo è un prodotto di decadimento molto pericoloso delle applicazioni nucleari. Le piante lo assorbono e [90Sr] finisce nel latte tramire il foraggio fresco. Il corpo lo assorbe nella struttura ossea a causa dell'affinità chimica col Ca (calcio); le radiazioni beta (ß) emesse possono provocare sarcomi ossei.

Abbondanza. Sr sta al 21° tra gli elementi più frequenti. La percentuale sulla superficie terrestre ammonta a 0,03 %.

Impiego nel nucleare. Lo stronzio [90Sr] è una conveniente sorgente di raggi beta (ß); serve per la misurazione automatizzata dello spessore di strati sottili, per l'autoradiografia e come fonte di energia nelle batterie nucleari.

Zirconio (simbolo dell'elemento Zr)

Il nome deriva dall'arabo zargun =dorato, la caratteristica della pietra preziosa zircone, nel quale M.H. Klaproth scoprì l'elemento nel 1789. Nel 1824 J. J. Berzelius preparò per la prima volta il metallo puro.

Proprietà. Zr è un metallo pesante, chiaro, lucente e duttile

ed esternamente somiglia all'acciaio inossidabile. Esistono 5 isotopi stabili di Zr. I tempi di dimezzamento dei 17 isotopi instabili si trovano tra 2,0 s [101Zr] e 1,5 x106 a [93Zr]. La sezione di cattura per i neutroni termici è molto piccola.

Abbondanza. Zr sta al 20° posto nella graduatoria delle abbondanze e quindi precede Ni, Pb e Cu. La percentuale sulla superficie terrestre ammonta a circa 0,016 % in peso. É ampiamente diffuso (in % ridotte) nelle rocce eruttive e nei loro prodotti di disgregazione.

I depositi principali si trovano in Australia, USA, Brasile, ex URSS, Norvegia, Groenlandia e Sudafrica.

Impiego nel nucleare. Nella costruzione dei reattori nucleari.

Sodio (simbolo dell'elemento Na)

Il nome deriva dall'arabo natron= soda, un termine che da parte sua deriva dall'egizio ="neter"., nell'ambito della lingua inglese viene usato il termine "sodium", ma il simbolo dell'elemento è sempre Na.

Nel 1807 Humphry Davy preparò per la prima volta Na metallico mediante l'elettrolisi di idrossido di sodio (NaOH) fuso. Ci vollero ancora 48 anni perché H. Sainte-Claire Deville (1818-1881) sviluppasse un processo utilizzabile commercialmente per la produzione di sodio metallico.

Proprietà. Na è un metallo bianco-argenteo, molle e paramagnetico. Allo stato fuso somiglia al mercurio (Hg). Degli isotopi solo [23Na] è stabile nei confronti del decadimento radioattivo. Dei 13 isotopi instabili di Na la maggioranza ha un tempo di dimezzamento nel campo dei secondi, [32Na] con 14,5 ms costituisce il valore limite più basso, [22Na] con 2,60 anni quello più alto. Na viene ossidato velocemente dall'umidità atmosferica formando NaOH (idrossido di sodio) e quindi viene conservato sotto petrolio. In atmosfera di O2 (ossigeno) pura e secca il sodio metallico è

inerte. Na si infiamma facilmente all'aria, per lo spegnimento sono utilizzabili estintori a secco. Nel manipolare Na metallico si devono portare occhiali di protezione.

Impiego nel nucleare. Il sodio metallico serve come refrigerante nei reattori nucleari autofertilizzanti.

Potassio (simbolo dell'elemento K)

Il nome deriva dall'arabo kalzum = cenere. Nel 1796 M. H. Klaproth differenziò il Natron dal Kalì, due estratti di ceneri vegetali , dai quali provengono i nomi del sodio (natrium) e del potassio (kalium) . Nella lingua inglese e italiana l'elemento si chiama"potassium" e "potassio" , che derivano da "potash" e "potassa", come simbolo chimico si usa K. Nel 1807 Humphry Davy riuscì per primo a prepararlo puro mediante elettrolisi della potassa caustica (KOH) fusa.

Proprietà. K è un metallo brillante bianco-argenteo , molle come la cera e paramagnetico. Esistono due isotopi stabili di K: [39K] e [41K]. [40K] ha un tempo di dimezzamento di 1,28 x109 anni. Quelli degli altri 12 isotopi instabili si trovano tra 341 ms [36K] e 22,3 ore [43K]. K è facilmente infiammabile, in caso di incendio possono utilizzarsi solo estintori a secco. K può essere manipolato con guanti speciali e occhiali di protezione. K è più reattivo di Na.

Abbondanza. K sta all'8° posto fra gli elementi più frequenti. La sua frazione nella crosta terrestre ammonta al 2,58 % in peso. Nell'acqua di mare è presente solo lo 0,08% di potassio. K non compare mai allo stato elementare.

I principali depositi si trovano in ex-URSS, Canada, USA, Francia e Germania.

Impiego nel nucleare. Per la sua buona conduttività termica il metallo serve come componente della lega di NaK nei reattori nucleari quale mezzo refrigerante e di trasporto dell'energia termica. Il potassio [40K] è un importante elemento tracciante

in medicina.

Radio (simbolo dell’elemento Ra)

É il 6° e ultimo elemento del gruppo alcalino-terroso. Il nome deriva dal latino radius = raggio. L’elemento instabile venne scoperto nel 1898 da Pierre e Marie Curie nella pechblenda; nel 1911 Marie Curie (1867-1934) e Andrè Debierne riuscirono per primi a prepararlo puro. Da non confondere con radio F, altro nome del polonio (Po).

Proprietà. Ra è un metallo pesante bianco, radioattivo. Sono noti 25 isotopi.. Tutti gli isotopi di Ra sono instabili. I tempi di dimezzamento si trovano tra 1600 a [226Ra] e 0,18 µs [216Ra].

Da 1 g di [226Ra] decadono 3,7 x1010 nuclei per secondo; questa è allo stesso tempo la definizione (ormai superata) di unità di attività: 1 curie (Ci)=3,7 1010 decadimenti /s.

L’unità SI dell’attività è il becquerel (simbolo dell’unità: Bq); 1Bq = 1 s-1. Conversione: 1 Ci= 3,7 1010 Bq. Ra brilla al buio e all’aria forma molto rapidamente uno strato di nitruro. Ra viene assorbito dal corpo nella sostanza ossea.

Abbondanza. Ra è straordinariamente raro; la sua percentuale in peso sulla superficie terrestre ammonta solo a circa 7×10-17 %. È un prodotto intermedio della linea naturale di decadimento radioattivo e quindi elemento che accompagna i minerali di uranio e di torio. I depositi più importanti si trovano nella pechblenda (un minerale di ossido di uranio) e nella carnotite (minerale contenente:K,V,U). I giacimenti sono in Canada, (Grande Lago degli Orsi), in Congo (Katanga), negli USA (Colorado) e nella ex URSS (St. Joachimsthal Jàchymov)

Impiego nel nucleare. Il radio è impiegato in aghi come sorgente economica di radiazioni nella terapia dei tumori. Insieme a Be (berillio) costituisce una sorgente facilmente maneggevole per neutroni di alta energia. Il radon o rado

(simbolo Rn), gas radioattivo che si forma dal decadimento del Ra, viene raccolto (“mungitura” del radio) e usato nella terapia per inalazione.

Radon o Rado (simbolo dell’elemento Rn)

Il suo nome deriva da quell’elemento da cui venne inizialmente ottenuto: il radio. Il termine emanazione è spesso usato in connessione con quello della sostanza originaria Rn. Venne scoperto nel 1900 da Ernest Rutheford (1871-1937) come emanazione del radio (Ra). Il radon è un gas incolore e inodore. In forma solida e liquida è fosforescente a causa della sua emanazione. Non esiste alcun isotopo stabile di Rn. [222Rn] è quello di più lunga durata con tempo di dimezzamento 3,82 giorni.

Abbondanza. È uno degli elementi più rari. Si presenta in tracce nei giacimenti di minerali radioattivi, poiché è un prodotto intermedio nella serie di decadimento radioattivo. Nei pressi del suolo 1 l di aria contiene circa 1800 atomi di radon.

I prodotti di decomposizione del Rn sono parimenti radioattivi. Sono un grave pericolo per la salute, se vengono respirati, nell’estrazione dei minerali di uranio (U).

Impiego:. Come mezzo di cura nelle terme radioattive (Bad Gasten, Kartsbad, Ischia).

Composti. Rn ha l’energia di attivazione più bassa di tutti i gas nobili, tutavia finora non sono stati prodotti composti chimici, perché il tempo di dimezzamento del radon [222Rn] è troppo breve e le quantità di sostanza sono troppo piccole.

I nuclidi dell’idrogeno

L’idrogeno (simbolo dell’elemento H) ha due isotopi stabili: prozio (1H) con il 99,985 % e deuterio (2H o D), e 1 isotopo instabile 3H detto trizio (simbolo T) con un tempo di

dimezzamento pari a 12,346 anni, emette particelle ß, trasformandosi in elio (He).

Impiego nel nucleare.L’ossido di deuterio D2O, analogo all’acqua è stato usato come moderatore nei reattori nucleari ad acqua pesante. Il trizio, radioattivo, ma poco tossico, viene incorporato nelle sostanze organiche come agente marcante (tracer).

Ma il trizio viene soprattutto usato come materia esplosiva nelle bombe ad idrogeno. Si ottiene nei reattori nucleari o negli acceleratori di particelle.

Lantanidi

Comprendono 15 elementi che seguono il bario (Ba). All’interno del gruppo si distinguono due gruppi ulteriori:

1. Terre ceriche: cerio (Ce), praseodimio (Pr), neodimio (Nd), promezio (Pm), samario (Sm), europio (Eu) e gadolinio (Gd).

2. Terre itterbiche: terbio (Tb), disprosio (Dy), olmio (Ho), erbio (Er), tulio (Tm), itterbio (Yb), e lutezio (Lu).

Vengono chiamati metalli delle terre rare lo scandio, l’ittrio (Y) e tutti i lantanidi.