

第8回特別講義資料

「元素の周期律と未発見元素原子番号113番に日本名？」（小川）

横須賀交流プラザ 平成28年6月11日

第3回の講義、放射性元素・放射性同位元素についての復習

1. 物質の構造

総ての物質（無機物、有機物）は分子の集合により成り立っている。物質の性質を保つ最終粒子が分子である。例えばある量の水を半分又、半分と分け続けていくについには水の分子1個に到達するこれは0℃で凍り、100℃で沸騰するという水の性質をもっている。

この分子は更に水素原子2個と酸素原子1個に分けることができる。もはやそれは水ではない。

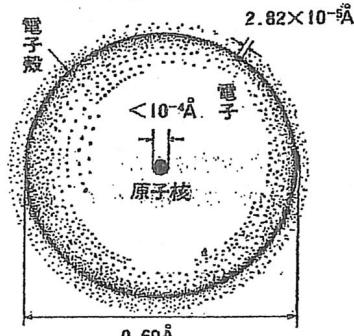
2. 原子の構造

構成：核外電子、原子核（陽子、中性子、中間子、中性微子など）

大きさ：原子核は原子の中心にあり

直径は原子全体の約10万分の1
つまり、電子核と原子核の間は
何も無く真空である。

水素原子	陽子	電子
半径 cm	3.0×10^{-8}	$< 10^{-12}$
質量 g	1.67×10^{-24}	2.82×10^{-28}



原子の種類：約100種類

（別紙元素の周期表）図3-1 水素原子の構造（球の断面図）

原子核を構成している素粒子：陽子の質量を1、陽子の持つ電気量を+1 「実際の質量(g)、電気量(クーロン)は超小さい」とする。 $(P: 1.67 \times 10^{-24} g, e: 9.70 \times 10^{-28} C)$

素粒子（それ以上分割不能の最終粒子）P、e電気量 $1.60 \times 10^{-19} C$

素粒子	質量	電気量
陽子（プロトン） P	1	+1
中性子（ニュートロン） n	1	0
電子（エレクトロン） e	$1/1840 = 0$	-1

原子の質量は殆ど原子核にある。原子内の陽子の数と電子の数は同じ、つまり電気的に+ - 0、中性である。

約100種類ある原子のそれぞれの性質はその原子核中にいる陽子（プロトン）の数（原子番号）で決まっている。

例えば、陽子が8個なら酸素、92個ならウラン、53個ならヨウ素ということになる。中性子の数は原子の重さに関係はあるが化学的性質には関係ない。

質量数。。。原子核内の陽子と中性子の質量の和

原子の種類、個数。約100種
分子の種類、個数。無数（原子の組み合わせで出来るから）
素粒子の個数。数個
（無機化合物数十万、有機化合物無数）
結局、この世の総ての物（地球も含めて）はこの僅か数種の
素粒子陽子、中性子、電子、中間子などで成り立っているこ
とになる。

3. 放射性元素

天然に存在する放射能を持つ（放射線を出す）元素 表1
 $^{238}_{92}\text{U} \xrightarrow{^{235}_{89}\text{Ac}} \xrightarrow{^{232}_{90}\text{Th}} \xrightarrow{^{231}_{91}\text{Np}}$ を祖先として何物にも（温度とか圧力
とか）影響されることなく、放射線を出して壊れ続けていく
旅路の果ては鉛である。

- ・ベクレルBecquerel(1852~1908)にについて
- ・キュリー夫人Marie Curie (1867~1934)について
- ・クロックスCrookes (1832~1919)、レントゲン (1845~1923)について

放射線の種類 放射能をもつ元素の出す放射線は α 、 β 、 γ の
三種類である

α 、 β 、 γ ともに蛍光物質に当てるとき光る。写真のフィルムを感
光する

内容	電荷	質量	気体を電離する	透過力
α （アルファー）線 ^4_2He 原子核の流れ +2	4		大	小
β （ベータ）線 電子(+もある)	-1	0	中	中
γ （ガンマ）線 X線より波長の 超短い電磁波 (0.07~1Å X線は10~0.1Å)	0	0	小	大

α 線を出す α 崩壊が起こるとその原子核からH e核（ α 粒子）飛
び出していくのだからP 2個 n 2個が無くなることになる、つまり、
原子番号が2つ減り質量数が4つ減ることになる。

β 線を出す β （-電子の場合）崩壊が起こると原子核の中の中性
子が陽子に変わる。崩壊後その原子の原子核内の陽子が1つ増え
たから原子番号が1つ増え質量数は変わらない。

γ 線は α 、 β 崩壊が起こるのに伴って生じるものであり、崩壊の
種類によってその量、強さは異なる。

半減期：崩壊が進み初めの半分の量になる時間。ラジウム Ra
は1622年で半分になる。更に1622年で1/4になる。。。。。

・ここで、表1と周期表を使って Uが終局の鉛になるまでの旅路
を周期表を使って一緒に辿ってみよう。

4. 人口放射能・核融合

多くの元素は放射能をもたないが、これらに高速度の微粒子線粒子線（ α 粒子・陽子・中性子など）を衝突させると、この原子の原子核にこれらの粒子が捕らえられ（核融合）多元素の原子となる。この新原子は不安定で放射線（ α 、 β 線）を出して次第に崩壊する。

例 リン $^{31}_{15}\text{P}$ に高速度の重水素核 ^2H をぶつけると $^{32}_{15}\text{P}$ と ^1H となりその $^{32}_{15}\text{P}$ は直ちに β 線を出し(β崩壊) $^{32}_{16}\text{S}$ となる。 $^{31}_{15}\text{P} + ^2\text{H} \rightarrow ^{32}_{15}\text{P} + ^1\text{H}$ $^{32}_{15}\text{P} \xrightarrow{\beta} ^{32}_{16}\text{S}$

この高速粒子を作る装置が サイクロトロン、シンクロトロン、ベータートロンである
(原理はフレミングの左手の法則)  



5. メンデレフの周期表

ロシア・シベリアの化学者メンデレーフは1869年、現存する原子をその重さ（原子量）の軽いものから順に並べ、似通ったものが縦の列を作る表を作製し発表した。この表には多くの空欄がみられる。（別表、メンデレーフの第2周期表参照）これについて、彼は今は空欄だが、やがてここに当てはまる新元素が発見されると予言しそのとうりに空欄がつぎつぎと埋められ彼の説が高く評価された。

6. 現在の周期表

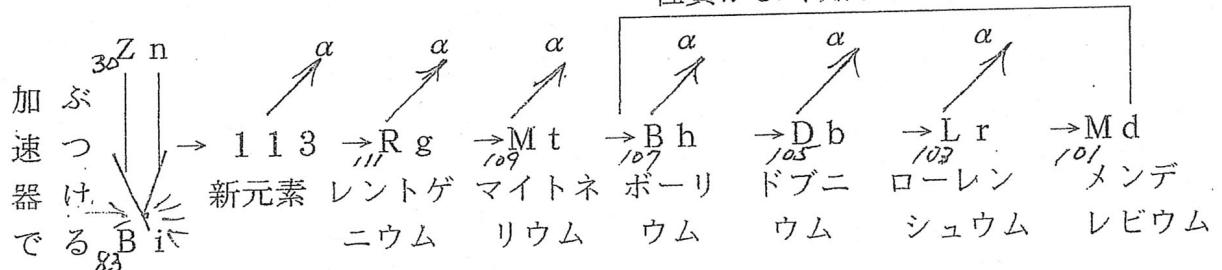
メンデレーフの周期表の空欄はほぼ埋まり、確定又はほぼ確定される元素の数は現在 118 個である。その内

の4個が未確定の新元素で、ウンウン。。。の名称は仮につけられたものである。

115、117、118番はその存在を証明した手法が認定され、米ロ研究チームがその命名権を獲得している。この激しい国際競争の中で113番の元素について今年の1月31日午前6時に「113番の認定はあなたにいくことに決まっているおめでとう」という連絡が国際純正・応用化学連合(IUPAC)からあった。受けたのは理研グループディレクターで九州大学教授の森田浩介さんである。勿論のことであるが米ロチームも日本と異なった手法で113番元素の認定をIUPACに提出していたが日本チームに軍配が挙がったわけである。

・ 理研研究所による新元素の作り方

性質がよく知られた元素



森田浩介さんたちの研究チームは理研仁科加速研究センター（埼玉県和光市）にある線形加速器（サイクロトロンの一種）のイオン源から出た粒子（亜鉛の原子核）を加速しそのビームを標的（ビスマスの原子核）に激突させる手法で核融合させ 113番元素の合成を目指した。

・様々な難関

壁は大きく二つあった。

1. ぶつけるときの最適の条件
2. うまく検出すること

1について、スピードが速すぎれば原子核が壊れてしまうし、遅すぎれば反応しない。結局、光速の10%が最適と割り出した。

うまく衝突しても、必ず新元素ができるわけではない。

衝突回数は垓（ガイ。1兆の1億倍）単位、それでも、9年間にでてきたのは三つだけ。

2について、これをとらえたのが、森田さんが開発した検出器「GARIS」実験で飛び交う様々な粒子を電磁石でよりわけ、狙った元素を効率よく検出できるような構造を工夫した。

この合成された新元素113は平均0.002秒で α 線を出して崩壊してしまう。上の図にあるようにRgも α 崩壊、Mtもと。。。 α 崩壊をつづけMdに至る。この過程を、崩壊の性質がよく知られた元素までたどれたことが命名権獲得につながった。

・今後の研究

119番以降の新元素の発見。原子番号が大きいほど合成確率は減る。すでに改良型検出器「GARISⅡ」を完成しより分け能力を高める。イオン源と加速器の超伝導化し、世界最高レベルの理研線型加速器の能力をさらにはってんさせる。

もう一つの目標は113番の寿命0.002秒を分レベルに延ばすことである。

・余談 東北帝国大学総長小川正孝博士（1865~1930）

113番元素の発見は日本にとって「100年越の夢」であった。今から100年前、周期表に「ニッポニウム」という元素が載っていた時期がある。発見者は小川正孝博士 東京芝の生まれ、東京帝国大学卒業後、ロンドン大学に留学、1904年頃、指導教官ラムゼーから与えられた鉱物中に未知の物質を見つけた。08年、英國の化学雑誌に43番元素として報告、ラムゼーのすすめもあり、ニッポニウムと命名された元素が周期表に載った。その後、この元素の認定を小川自身も海外の化学者も行ったが検出が難しくやがて、周期表から消えてしまった。実は小川が見た新元素は43番ではなく75番レニウムであったことが判ったのは小川の死後73年、2003年であった。誤りの原因是小川とラムゼーが原子量の過程を間違ったことにあったことがわかった。しかし、設備も乏しい化学黎明期に新元素を発見したのは事実。高く評価されるべきである。

表題の要素

元素記号の左の数字は原子番号、下の数字は原子量概算数($^{12}\text{C} = 12$)。 ()内の数字はもつとも長い半減期をもつ同位体の質量数。

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	O																																															
1 1H 1.0 水素	2 3Li 6.9 リチウム	4Be 9.0 ベリリウム	5 11Na 22.9 ナトリウム	6 12Mg 24.3 マグネシウム	7 19K 39.1 カリウム	8 20Ca 40.1 カルシウム	9 21Sc 45.0 スカンシウム	10 22Ti 47.9 チタン	11 23V 50.9 バナジウム	12 24Cr 52.0 クロム	13 25Mn 54.9 マンガン	14 26Fe 55.8 鉄	15 27Co 58.9 コバルト	16 28Ni 59.8 ニッケル	17 29Cu 63.5 銅	18 30Zn 65.4 亜鉛	19 31Ga 69.7 ガリウム	20 32Ge 72.6 ゲルマニウム	21 33As 74.9 砒素	22 34Se 79.0 セレン	23 35Br 79.9 溴素	24 36Kr 83.8 クリプトン	25 37Rb 85.4 リビウム	26 38Sr 88.0 ストロンチウム	27 39Y 88.9 イットリウム	28 40Zr 91.2 ジルコニウム	29 41Nb 92.9 ニオブ	30 42Mo 95.9 モリブデン	31 43Tc (98) テクネチウム	32 44Ru 101.1 ルテニウム	33 45Rh 102.9 ロジウム	34 46Pd 109.0 パラジウム	35 47Ag 107.9 銀	36 48Cd 112.4 カドミウム	37 49In 114.8 インジウム	38 50Sn 118.7 スズ	39 51Sb 121.8 アンチモン	40 52Te 127.6 チルル	41 53I 126.9 ヨウ素	42 54Xe 131.3 キセノン	43 55Cs 132.9 セシウム	44 56Ba 137.3 バナジウム	45 57-71 ランゴノイド	46 72Hf 178.5 ハフニウム	47 73Ta 180.9 タンタル	48 74W 183.9 タングステン	49 75Re 186.2 レニウム	50 76Os 190.2 オスミウム	51 77Ir 192.2 イリジウム	52 78Pt 194.1 白金	53 79Au 197.0 金	54 80Hg 200.6 水銀	55 81Tl 204.4 チリウム	56 82Pb 207.2 鉛	57 83Bi 209.0 ビスマス	58 84Po (209) ポロニウム	59 85At (210) アスタチン	60 86Rn (222) ラドン	61 87Fr (223) フランツィウム	62 88Ra 226.0 ラジウム	63 89-103 ラジオヌクライディウム	64 104Rf 105Db 106Sg 107Bh 108Mt 109Ts 110Ds 111Nh 112Nh 113Nh 114Fl 115Nh 116Lv 117Nh 118Nh 119Nh 120Nh 121Nh 122Nh 123Nh 124Nh 125Nh 126Nh 127Nh 128Nh 129Nh 130Nh 131Nh 132Nh 133Nh 134Nh 135Nh 136Nh 137Nh 138Nh 139Nh 140Nh 141Nh 142Nh 143Nh 144Nh 145Nh 146Nh 147Nh 148Nh 149Nh 150Nh 151Nh 152Nh 153Nh 154Nh 155Nh 156Nh 157Nh 158Nh 159Nh 160Nh 161Nh 162Nh 163Nh 164Nh 165Nh 166Nh 167Nh 168Nh 169Nh 170Nh 171Nh 172Nh 173Nh 174Nh 175Nh 176Nh 177Nh 178Nh 179Nh 180Nh 181Nh 182Nh 183Nh 184Nh 185Nh 186Nh 187Nh 188Nh 189Nh 190Nh 191Nh 192Nh 193Nh 194Nh 195Nh 196Nh 197Nh 198Nh 199Nh 200Nh 201Nh 202Nh 203Nh 204Nh 205Nh 206Nh 207Nh 208Nh 209Nh 210Nh 211Nh 212Nh 213Nh 214Nh 215Nh 216Nh 217Nh 218Nh 219Nh 220Nh 221Nh 222Nh 223Nh 224Nh 225Nh 226Nh 227Nh 228Nh 229Nh 230Nh 231Nh 232Nh 233Nh 234Nh 235Nh 236Nh 237Nh 238Nh 239Nh 240Nh 241Nh 242Nh 243Nh 244Nh 245Nh 246Nh 247Nh 248Nh 249Nh 250Nh 251Nh 252Nh 253Nh 254Nh 255Nh 256Nh 257Nh 258Nh 259Nh 260Nh 261Nh 262Nh 263Nh 264Nh 265Nh 266Nh 267Nh 268Nh 269Nh 270Nh 271Nh 272Nh 273Nh 274Nh 275Nh 276Nh 277Nh 278Nh 279Nh 280Nh 281Nh 282Nh 283Nh 284Nh 285Nh 286Nh 287Nh 288Nh 289Nh 290Nh 291Nh 292Nh 293Nh 294Nh 295Nh 296Nh 297Nh 298Nh 299Nh 300Nh 301Nh 302Nh 303Nh 304Nh 305Nh 306Nh 307Nh 308Nh 309Nh 310Nh 311Nh 312Nh 313Nh 314Nh 315Nh 316Nh 317Nh 318Nh 319Nh 320Nh 321Nh 322Nh 323Nh 324Nh 325Nh 326Nh 327Nh 328Nh 329Nh 330Nh 331Nh 332Nh 333Nh 334Nh 335Nh 336Nh 337Nh 338Nh 339Nh 340Nh 341Nh 342Nh 343Nh 344Nh 345Nh 346Nh 347Nh 348Nh 349Nh 350Nh 351Nh 352Nh 353Nh 354Nh 355Nh 356Nh 357Nh 358Nh 359Nh 360Nh 361Nh 362Nh 363Nh 364Nh 365Nh 366Nh 367Nh 368Nh 369Nh 370Nh 371Nh 372Nh 373Nh 374Nh 375Nh 376Nh 377Nh 378Nh 379Nh 380Nh 381Nh 382Nh 383Nh 384Nh 385Nh 386Nh 387Nh 388Nh 389Nh 390Nh 391Nh 392Nh 393Nh 394Nh 395Nh 396Nh 397Nh 398Nh 399Nh 400Nh 401Nh 402Nh 403Nh 404Nh 405Nh 406Nh 407Nh 408Nh 409Nh 410Nh 411Nh 412Nh 413Nh 414Nh 415Nh 416Nh 417Nh 418Nh 419Nh 420Nh 421Nh 422Nh 423Nh 424Nh 425Nh 426Nh 427Nh 428Nh 429Nh 430Nh 431Nh 432Nh 433Nh 434Nh 435Nh 436Nh 437Nh 438Nh 439Nh 440Nh 441Nh 442Nh 443Nh 444Nh 445Nh 446Nh 447Nh 448Nh 449Nh 450Nh 451Nh 452Nh 453Nh 454Nh 455Nh 456Nh 457Nh 458Nh 459Nh 460Nh 461Nh 462Nh 463Nh 464Nh 465Nh 466Nh 467Nh 468Nh 469Nh 470Nh 471Nh 472Nh 473Nh 474Nh 475Nh 476Nh 477Nh 478Nh 479Nh 480Nh 481Nh 482Nh 483Nh 484Nh 485Nh 486Nh 487Nh 488Nh 489Nh 490Nh 491Nh 492Nh 493Nh 494Nh 495Nh 496Nh 497Nh 498Nh 499Nh 500Nh 501Nh 502Nh 503Nh 504Nh 505Nh 506Nh 507Nh 508Nh 509Nh 510Nh 511Nh 512Nh 513Nh 514Nh 515Nh 516Nh 517Nh 518Nh 519Nh 520Nh 521Nh 522Nh 523Nh 524Nh 525Nh 526Nh 527Nh 528Nh 529Nh 530Nh 531Nh 532Nh 533Nh 534Nh 535Nh 536Nh 537Nh 538Nh 539Nh 540Nh 541Nh 542Nh 543Nh 544Nh 545Nh 546Nh 547Nh 548Nh 549Nh 550Nh 551Nh 552Nh 553Nh 554Nh 555Nh 556Nh 557Nh 558Nh 559Nh 560Nh 561Nh 562Nh 563Nh 564Nh 565Nh 566Nh 567Nh 568Nh 569Nh 570Nh 571Nh 572Nh 573Nh 574Nh 575Nh 576Nh 577Nh 578Nh 579Nh 580Nh 581Nh 582Nh 583Nh 584Nh 585Nh 586Nh 587Nh 588Nh 589Nh 590Nh 591Nh 592Nh 593Nh 594Nh 595Nh 596Nh 597Nh 598Nh 599Nh 600Nh 601Nh 602Nh 603Nh 604Nh 605Nh 606Nh 607Nh 608Nh 609Nh 610Nh 611Nh 612Nh 613Nh 614Nh 615Nh 616Nh 617Nh 618Nh 619Nh 620Nh 621Nh 622Nh 623Nh 624Nh 625Nh 626Nh 627Nh 628Nh 629Nh 630Nh 631Nh 632Nh 633Nh 634Nh 635Nh 636Nh 637Nh 638Nh 639Nh 640Nh 641Nh 642Nh 643Nh 644Nh 645Nh 646Nh 647Nh 648Nh 649Nh 650Nh 651Nh 652Nh 653Nh 654Nh 655Nh 656Nh 657Nh 658Nh 659Nh 660Nh 661Nh 662Nh 663Nh 664Nh 665Nh 666Nh 667Nh 668Nh 669Nh 670Nh 671Nh 672Nh 673Nh 674Nh 675Nh 676Nh 677Nh 678Nh 679Nh 680Nh 681Nh 682Nh 683Nh 684Nh 685Nh 686Nh 687Nh 688Nh 689Nh 690Nh 691Nh 692Nh 693Nh 694Nh 695Nh 696Nh 697Nh 698Nh 699Nh 700Nh 701Nh 702Nh 703Nh 704Nh 705Nh 706Nh 707Nh 708Nh 709Nh 710Nh 711Nh 712Nh 713Nh 714Nh 715Nh 716Nh 717Nh 718Nh 719Nh 720Nh 721Nh 722Nh 723Nh 724Nh 725Nh 726Nh 727Nh 728Nh 729Nh 730Nh 731Nh 732Nh 733Nh 734Nh 735Nh 736Nh 737Nh 738Nh 739Nh 740Nh 741Nh 742Nh 743Nh 744Nh 745Nh 746Nh 747Nh 748Nh 749Nh 750Nh 751Nh 752Nh 753Nh 754Nh 755Nh 756Nh 757Nh 758Nh 759Nh 760Nh 761Nh 762Nh 763Nh 764Nh 765Nh 766Nh 767Nh 768Nh 769Nh 770Nh 771Nh 772Nh 773Nh 774Nh 775Nh 776Nh 777Nh 778Nh 779Nh 780Nh 781Nh 782Nh 783Nh 784Nh 785Nh 786Nh 787Nh 788Nh 789Nh 790Nh 791Nh 792Nh 793Nh 794Nh 795Nh 796Nh 797Nh 798Nh 799Nh 800Nh 801Nh 802Nh 803Nh 804Nh 805Nh 806Nh 807Nh 808Nh 809Nh 8010Nh 8011Nh 8012Nh 8013Nh 8014Nh 8015Nh 8016Nh 8017Nh 8018Nh 8019Nh 8020Nh 8021Nh 8022Nh 8023Nh 8024Nh 8025Nh 8026Nh 8027Nh 8028Nh 8029Nh 8030Nh 8031Nh 8032Nh 8033Nh 8034Nh 8035Nh 8036Nh 8037Nh 8038Nh 8039Nh 8040Nh 8041Nh 8042Nh 8043Nh 8044Nh 8045Nh 8046Nh 8047Nh 8048Nh 8049Nh 8050Nh 8051Nh 8052Nh 8053Nh 8054Nh 8055Nh 8056Nh 8057Nh 8058Nh 8059Nh 8060Nh 8061Nh 8062Nh 8063Nh 8064Nh 8065Nh 8066Nh 8067Nh 8068Nh 8069Nh 8070Nh 8071Nh 8072Nh 8073Nh 8074Nh 8075Nh 8076Nh 8077Nh 8078Nh 8079Nh 8080Nh 8081Nh 8082Nh 8083Nh 8084Nh 8085Nh 8086Nh 8087Nh 8088Nh 8089Nh 8090Nh 8091Nh 8092Nh 8093Nh 8094Nh 8095Nh 8096Nh 8097Nh 8098Nh 8099Nh 80100Nh 80101Nh 80102Nh 80103Nh 80104Nh 80105Nh 80106Nh 80107Nh 80108Nh 80109Nh 80110Nh 80111Nh 80112Nh 80113Nh 80114Nh 80115Nh 80116Nh 80117Nh 80118Nh 80119Nh 80120Nh 80121Nh 80122Nh 80123Nh 80124Nh 80125Nh 80126Nh 80127Nh 80128Nh 80129Nh 80130Nh 80131Nh 80132Nh 80133Nh 80134Nh 80135Nh 80136Nh 80137Nh 80138Nh 80139Nh 80140Nh 80141Nh 80142Nh 80143Nh 80144Nh 80145Nh 80146Nh 80147Nh 80148Nh 80149Nh 80150Nh 80151Nh 80152Nh 80153Nh 80154Nh 80155Nh 80156Nh 80157Nh 80158Nh 80159Nh 80160Nh 80161Nh 80162Nh 80163Nh 80164Nh 80165Nh 80166Nh 80167Nh 80168Nh 80169Nh 80170Nh 80171Nh 80172Nh 80173Nh 80174Nh 80175Nh 80176Nh 80177Nh 80178Nh 80179Nh 80180Nh 80181Nh 80182Nh 80183Nh 80184Nh 80185Nh 80186Nh 80187Nh 80188Nh 80189Nh 80190Nh 80191Nh 80192Nh 80193Nh 80194Nh 80195Nh 80196Nh 80197Nh 80198Nh 80199Nh 80200Nh 80201Nh 80202Nh 80203Nh 80204Nh 80205Nh 80206Nh 80207Nh 80208Nh 80209Nh 80210Nh 80211Nh 80212Nh 80213Nh 80214Nh 80215Nh 80216Nh 80217Nh 80218Nh 80219Nh 80220Nh 80221Nh 80222Nh 80223Nh 80224Nh 80225Nh 80226Nh 80227Nh 80228Nh 80229Nh 80230Nh 80231Nh 80232Nh 80233Nh 80234Nh 80235Nh 80236Nh 80237Nh 80238Nh 80239Nh 80240Nh 80241Nh 80242Nh 80243Nh 80244Nh 80245Nh 80246Nh 80247Nh 80248Nh 80249Nh 80250Nh 80251Nh 80252Nh 80253Nh 80254Nh 80255Nh 80256Nh 80257Nh 80258Nh 80259Nh 80260Nh 80261Nh 80262Nh 80263Nh 80264Nh 80265Nh 80266Nh 80267Nh 80268Nh 80269Nh 80270Nh 80271Nh 80272Nh 80273Nh 80274Nh 80275Nh 80276Nh 80277Nh 80278Nh 80279Nh 80280Nh 80281Nh 80282Nh 80283Nh 80284Nh 80285Nh 80286Nh 80287Nh 80288Nh 80289Nh 80290Nh 80291Nh 80292Nh 80293Nh 80294Nh 80295Nh 80296Nh 80297Nh 80298Nh 80299Nh 80300Nh 80301Nh 80302Nh 80303Nh 80304Nh 80305Nh 80306Nh 80307Nh 80308Nh 80309Nh 80310Nh 80311Nh 80312Nh 80313Nh 80314Nh 80315Nh 80316Nh 80317Nh 80318Nh 80319Nh 80320Nh 80321Nh 80322Nh 80323Nh 80324Nh 80325Nh 80326Nh 80327Nh 80328Nh 80329Nh 80330Nh 80331Nh 80332Nh 80333Nh 80334Nh 80335Nh 80336Nh 80337Nh 80338Nh 80339Nh 80340Nh 80341Nh 80342Nh 80343Nh 80344Nh 80345Nh 80346Nh 80347Nh 80348Nh 80349Nh 80350Nh 80351Nh 80352Nh 80353Nh 80354Nh 80355Nh 80356Nh 80357Nh 80358Nh 80359Nh 80360Nh 80361Nh 80362Nh 80363Nh 80364Nh 80365Nh 80366Nh 80367Nh 80368Nh 80369Nh 80370Nh 80371Nh 80372Nh 80373Nh 80374Nh 80375Nh 80376Nh 80377Nh 80378Nh 80379Nh 80380Nh 80381Nh 80382Nh 80383Nh 80384Nh 80385Nh 80386Nh 80387Nh 80388Nh 80389Nh 80390Nh 80391Nh 80392Nh 80393Nh 80394Nh 80395Nh 80396Nh 80397Nh 80398Nh 80399Nh 80400Nh 80401Nh 80402Nh 80403Nh 80404Nh 80405Nh 80406Nh 80407Nh 80408Nh 80409Nh 80410Nh 80411Nh 80412Nh 80413Nh 80414Nh 80415Nh 80416Nh 80417Nh 80418Nh 80419Nh 80420Nh 80421Nh 80422Nh 80423Nh 80424Nh 80425Nh 80426Nh 80427Nh 80428Nh 80429Nh 80430Nh 80431Nh 80432Nh 80433Nh 80434Nh 80435Nh 80436Nh 80437Nh 80438Nh 80439Nh 80440Nh 80441Nh 80442Nh 80443Nh 80444Nh 80445Nh 80446Nh 80447Nh 80448Nh 80449Nh 80450Nh 80451Nh 80452Nh 80453Nh 80454Nh 80455Nh 80456Nh 80457Nh 80458Nh 80459Nh 80460Nh 80461Nh 80462Nh 80463Nh 80464Nh 80465Nh 80466Nh 80467Nh 80468Nh 80469Nh 80470Nh 80471Nh 80472Nh 80473Nh 80474Nh 80475Nh 80476Nh 80477Nh 80478Nh 80479Nh 80480Nh 80481Nh 80482Nh 80483Nh 80484Nh 80485Nh 80486Nh 80487Nh 80488Nh 80489Nh 80490Nh 80491Nh 80492Nh 80493Nh 80494Nh 80495Nh 80496Nh 80497Nh 80498Nh 80499Nh 80500Nh 80501Nh 80502Nh 80503Nh 80504Nh 80505Nh 80506Nh 80507Nh 80508Nh 80509Nh 80510Nh 80511Nh 80512Nh 80513Nh 80514Nh 80515Nh 80516Nh 80517Nh 80518Nh 80519Nh 80520Nh 80521Nh 80522Nh 80523Nh 80524Nh 80525Nh 80526Nh 80527Nh 80528Nh 80529Nh 80530Nh 80531Nh 80532Nh 80533Nh 80534Nh 80535Nh 80536Nh 80537Nh 80538Nh 80539Nh 80540Nh 80541Nh 80542Nh 80543Nh 80544Nh 80545Nh 80546Nh 80547Nh 80548Nh 80549Nh 80550Nh 80551Nh 80552Nh 80553Nh 80554Nh 80555Nh 80556Nh 80557Nh 80558Nh 80559Nh 80560Nh 80561Nh 80562Nh 80563Nh 80564Nh 80565Nh 80566Nh 80567Nh 80568Nh 80569Nh 80570Nh 80571Nh 80572Nh 80573Nh 80574Nh 80575Nh 80576Nh 80577Nh 80578Nh 80579Nh 80580Nh 80581Nh 80582Nh 80583Nh 80584Nh 80585Nh 80586Nh 80587Nh 80588Nh 80589Nh 80590Nh 80591Nh 80592Nh 80593Nh 80594Nh 80595Nh 80596Nh 80597Nh 80598Nh 80599Nh 80600Nh 80601Nh 80602Nh 80603Nh 80604Nh 80605Nh 80606Nh 80607Nh 80608Nh 80609Nh 80610Nh 80611Nh 80612Nh 80613Nh 80614Nh 80615Nh 80616Nh 80617Nh 80618Nh 80619Nh 80620Nh 80621Nh 80622Nh 80623Nh 80624Nh 80625Nh 80626Nh 80627Nh 80628Nh 80629Nh 80630Nh 80631Nh 80632Nh 80633Nh 80634Nh 80635Nh 80636Nh 80637Nh 80638Nh 80639Nh 80640Nh 80641Nh 80642Nh 80643Nh 80644Nh 80645Nh 80646Nh 80647Nh 80648Nh 80649Nh 80650Nh 80651Nh 80652Nh 80653Nh 80654Nh 80655Nh 80656Nh 80657Nh 80658Nh 80659Nh 80660Nh 80661Nh 80662Nh 80663Nh 80664Nh 80665Nh 80666Nh 80667Nh 80668Nh 80669Nh 80670Nh 80671Nh 80672Nh 80673Nh 80674Nh 80675Nh 80676Nh 80677Nh 80678Nh 80679Nh 80680Nh 80681Nh 80682Nh 80683Nh 80684Nh 80685Nh 80686Nh 80687Nh 80688Nh 80689Nh 80690Nh 80691Nh 80692Nh 80693Nh 80694Nh 80695Nh 80696Nh 80697Nh 80698Nh 80699Nh 80700Nh 80701Nh 80702Nh 80703Nh 80704Nh 80705Nh 80706Nh 80707Nh 80708Nh 80709Nh 80710Nh 80711Nh 80712Nh 80713Nh 80714Nh 80715Nh 80716Nh 80717Nh 80718Nh 80719Nh 80720Nh 80721Nh 80722Nh 80723Nh 80724Nh 80725Nh 80726Nh 80727Nh 80728Nh 80729Nh 80730Nh 80731Nh 80732Nh 80733Nh 80734Nh 80735Nh 80736Nh 80737Nh 80738Nh 80739Nh 80740Nh 80741Nh 80742Nh 80743Nh 80744Nh 80745Nh 80746Nh 80747Nh 80748Nh 80749Nh 80750Nh 80751Nh 80752Nh 80753Nh 80754Nh 80755Nh 80756Nh 80757Nh 80758Nh 80759Nh 80760Nh 80761Nh 80762Nh 80763Nh 80764Nh 80765Nh 80766Nh 80767Nh 80768Nh 80769Nh 80770Nh 80771Nh 80772Nh 80773Nh 80774Nh 80775Nh 80776Nh 80777Nh 80778Nh 80779Nh 80780Nh 80781Nh 80782Nh 80783Nh 80784Nh 80785Nh 80786Nh 80787Nh 80788Nh 80789Nh 80790Nh 80791Nh 80792Nh 80793Nh 8079

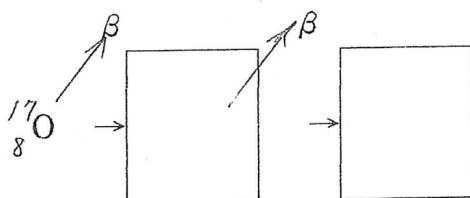
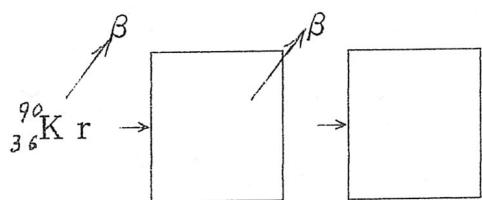
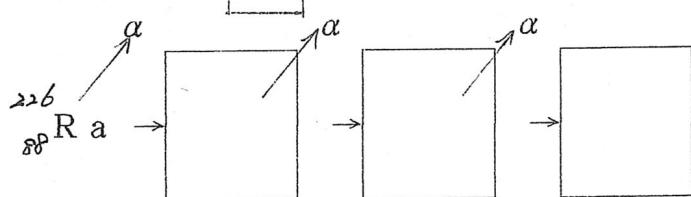
演習問題

総て、周期表を見て答えよ。

1. 次ぎの原子の核内の P (陽子プロトン)、n (中性子ニュートロン)
核外の e (電子エレクトロン) の数を述べよ。

	P	n	e
C a カルシウム	()	()	()
A g 銀	()	()	()
U ウラニウム	()	()	()
P b 鉛	()	()	()
R a ラジウム	()	()	()
N a ^t ナトリウムイオン	()	()	()
C I 塩素イオン	()	()	()
A ³⁺ I アルミニウムイオン	()	()	()
S ²⁻ 硫黄イオン	()	()	()

2. つぎの 内に元素記号をいれよ。 (α 崩壊 β 崩壊)



3. つぎの 内に元素記号をいれよ。 (核融合)

