

Kobalt, Ródium, Irídium

26.1. táblázat. A kobalt, ródium és irídium néhány jellemző adata.

Tulajdonság	Kobalt	Ródium	Irídium
Rendszám	27	45	77
Természetes izotópok száma	1	1	2
Atomtömeg	58,933200(9)	102,90550(2)	192,217(3)
Elektronkonfiguráció	[Ar]3d ⁷ 4s ²	[Kr]4d ⁸ 5s ¹	[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²
Elektronnegativitás	1,8	2,2	2,2
Fématomsugár (<i>N</i> = 12, pm _r)	125	134	135,5
Effektív ionsugár (<i>N</i> = 6, pm)			
V	–	55	57
IV	53	60	62,5
III	54,5 (ks), [†] 61 (ns)	66,5	68
II	65 (ks), 74,5 (ns)	–	–
Olvadáspont (°C)	1495	1960	2443
Forráspont (°C)	3100	3760	4550(±100)
Olvadáshő (kJ·mol ⁻¹)	16,3	21,6	26,4
Párolgáshő (kJ·mol ⁻¹)	382	494	612(±13)
Atomizációs hő (kJ·mol ⁻¹)	425 (±17)	556(±11)	669(+8)
Sűrűség (20 °C)(g·cm ⁻³)	8,90	12,39	22,56
Elektromos ellenállás (20 °C) (μohm·cm)	6,24	4,33	4,71

[†] (ks) = kis spinszámú állapotban, (ns) = nagy spinszámú állapotban

Felfedezés: Co: vegyületeit már az egyiptomiak is használták, e.á: 1735 Brandt, tisztán: 1780 Bergman (név: német kobold)
Rh: 1803 Wollaston (név: görög rózsa) Ir: 1803 Tennant (Iris görög isten)

Kobalt, Ródium, Irídium

Előfordulás: Co: Sc után a legritkább a d-elemek első sorában
Rh, Ir: nagyon ritka

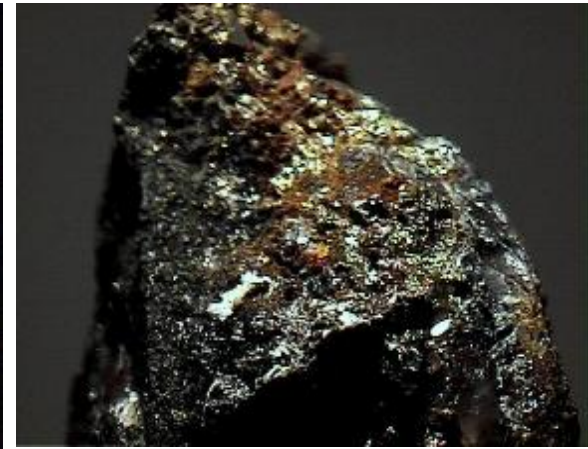
Ásványok: Co: általában Ni, Cu és Pb mellett nem tisztán
Rh, Ir: Pt-val együtt (Rh nem dúsul, 0,1% érceiben)
Ir: termés iridoozmium – ozmoirídium



kobaltin, CoAsS



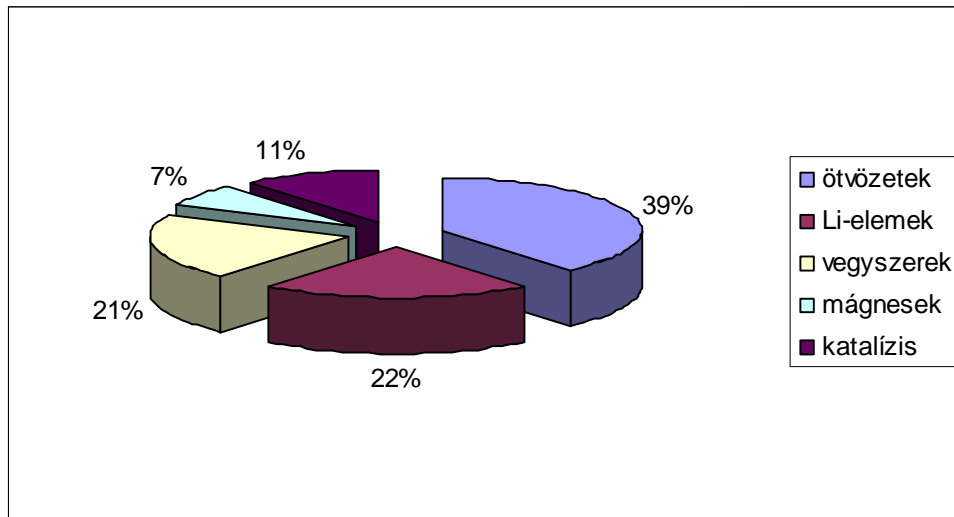
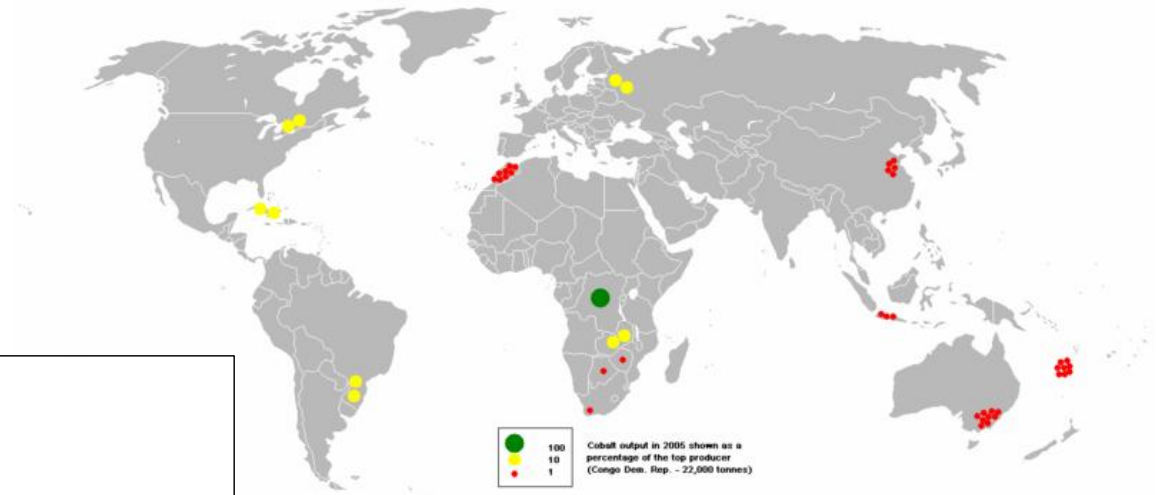
smaltin $(\text{Ni,Co,Fe})\text{As}_2$



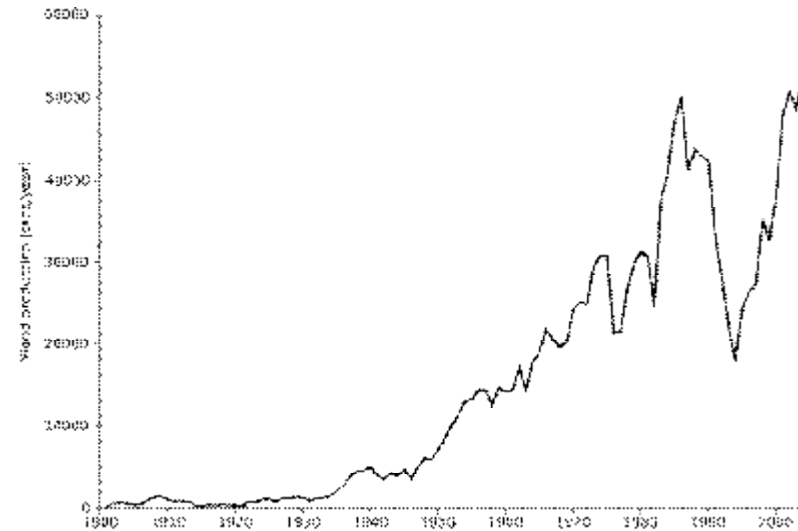
linneit, Co_3S_4

Kobalt, Ródium, Irídium

Kobalt termelés

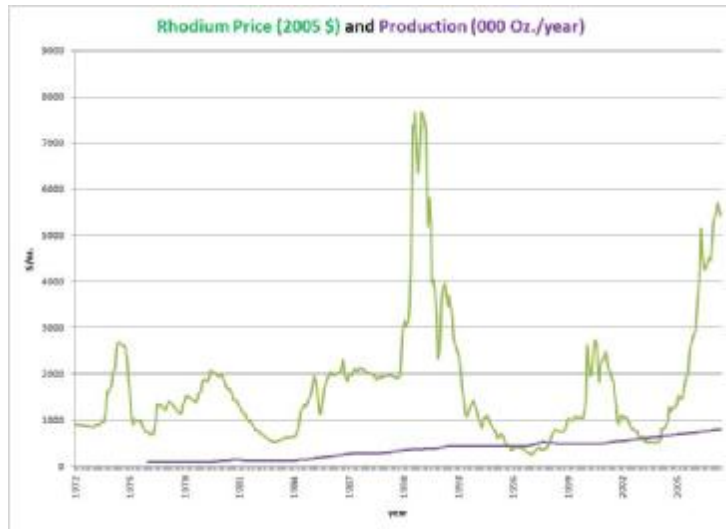


és felhasználás: ötvözetek, kerámiák kék színezéke, egyéb festékpigmentek, katalízis, erős mágnesek („alnico”, samarium-kobalt), Li-elemek, bevonatok

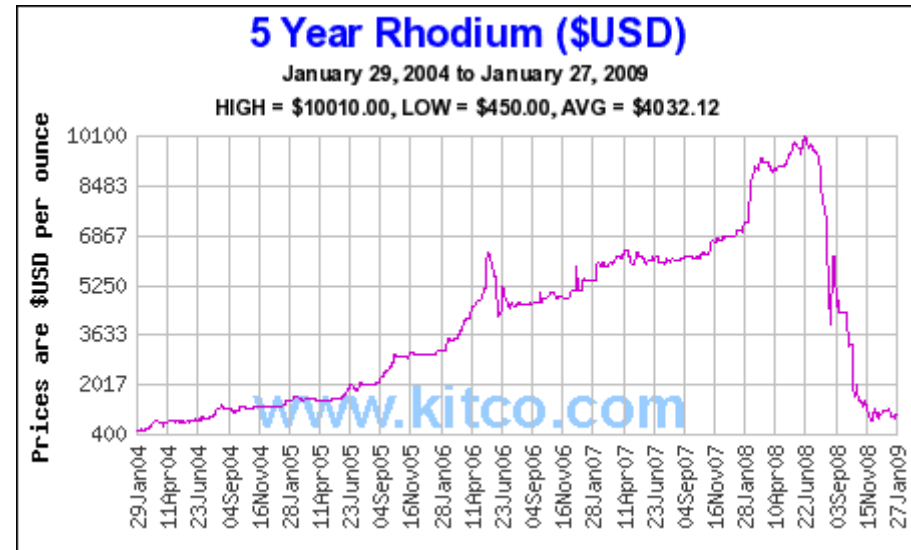


Kobalt, Ródium, Irídium

Rh termelés és felhasználás



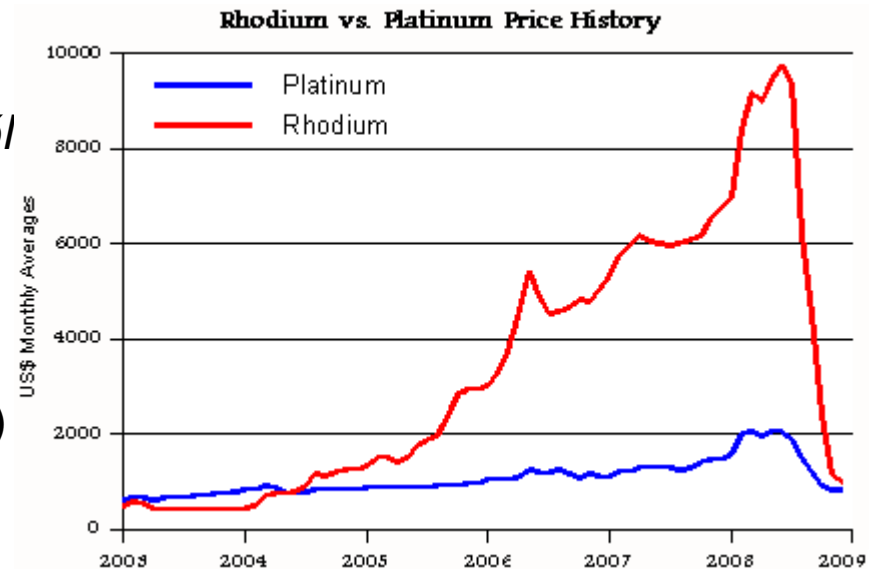
USD / uncia (28,3 g)



1979-ben Paul McCartney Rh-mal bevont lemezt kapott a Guinness rekordok könyvétől

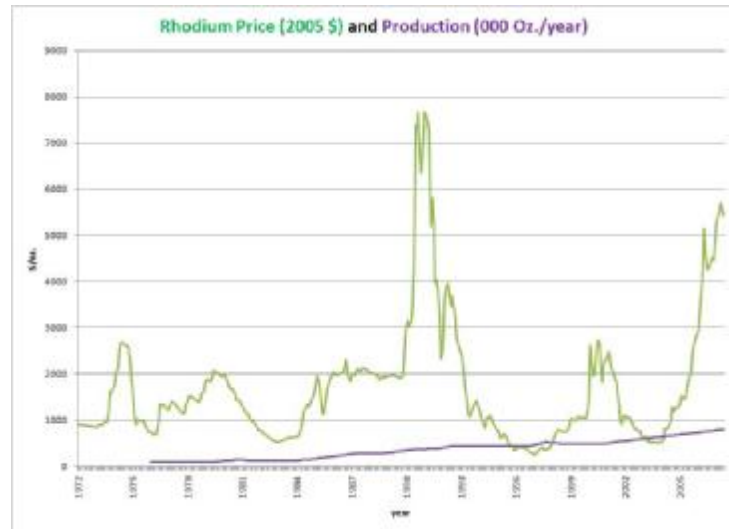
Rh felhasználás: katalizátor (autókban)

Ir felhasználás: ecetsavgyártásban
katalizátor, tömegstandard (Pt/Ir)
klórgyártásban elektródbevonat,
keménybevonatok

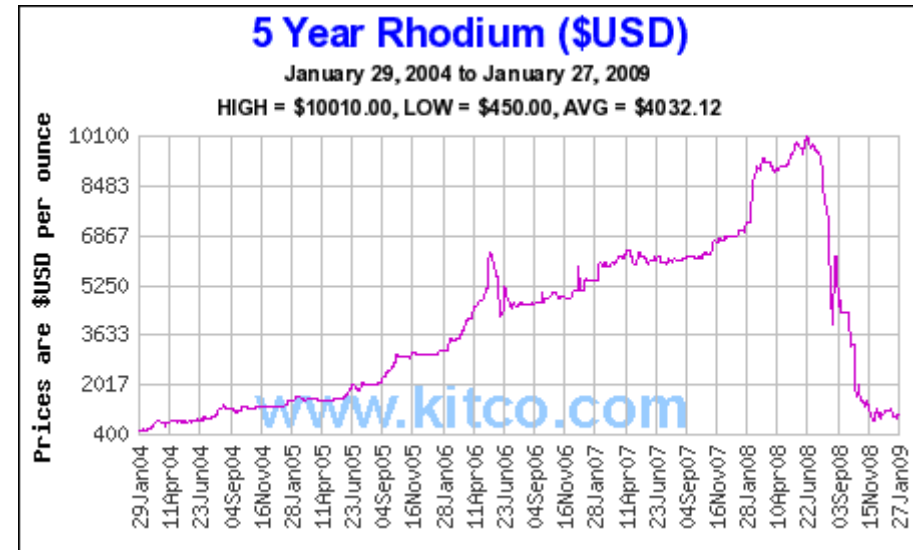


Kobalt, Ródium, Irídium

Rh termelés és felhasználás



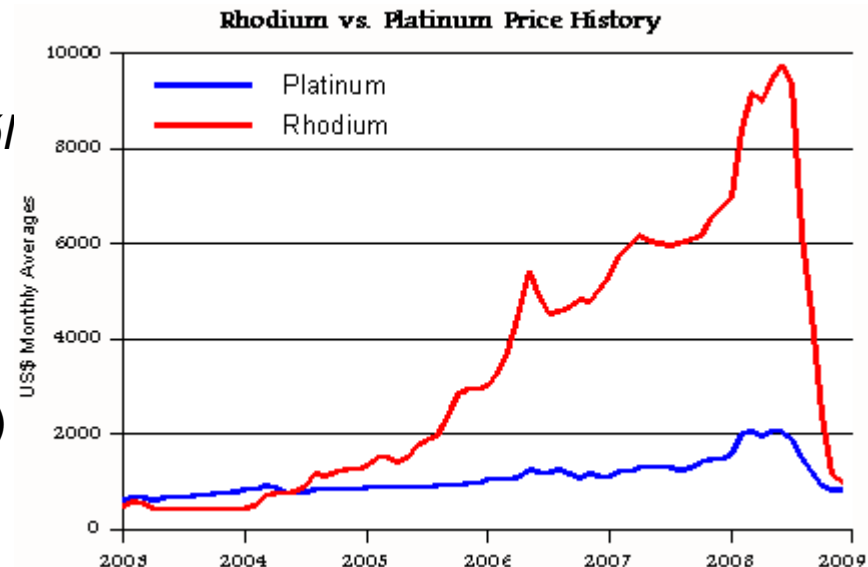
USD / uncia (28,3 g)



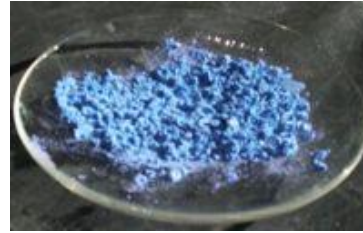
1979-ben Paul McCartney Rh-mal bevont lemezt kapott a Guinness rekordok könyvétől

Rh felhasználás: >80% katalizátor (autókban)

Ir felhasználás: ecetsavgyártásban katalizátor, tömegstandard (Pt/Ir) klórgyártásban elektródbevonat, keménybevonatok



Kobalt, Ródium, Irídium



Főbb vegyületek:

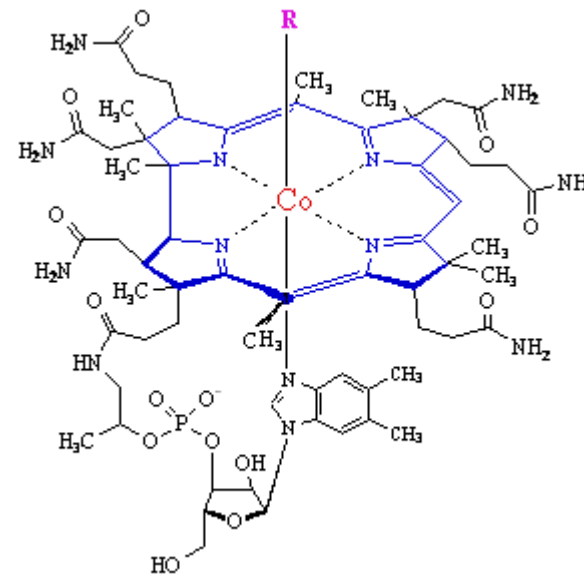
CoCl₂: kobalt-klorid, nedvesség jelzése: vízmentes: kék, kristályvizes rózsaszín

CoAl₂O₄: kobalt-aluminát, kobaltkék: festék

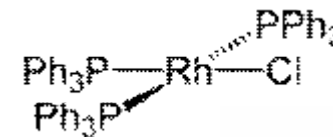
CoO: kobalt(II)-oxid: kerámiák színezéke

Co₂O₃: kobalt(III)-oxid: fekete, katalizátor

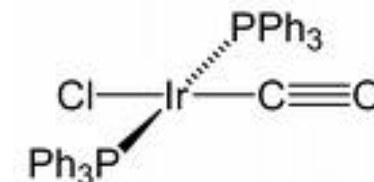
B₁₂-vitamin: cianokobalamin: vérképzés,
idegrendszer, DNS-szintézis
hiánya: depresszió, memóriazavar



Wilkinson-katalizátor: RhCl(PPh₃)₃ (Ph = -C₆H₅)
+H₂: telítetlen vegyületek telítése



Vaska-komplex: IrCl(CO)[P(C₆H₅)₃]₂: O₂-megkötés



Nikkel, Palládium, Platina

27.1. táblázat. A nikkell, palládium és platina néhány jellemző fizikai paramétere.

Tulajdonság	Ni	Pd	Pt
Rendszám	28	46	78
Természetes izotópok száma	5	6	6 ^(a)
Atomtömeg	58,6934(2)	106,42(1)	195,078(2)
Elektronkonfiguráció	[Ar]3d ⁸ 4s ²	[Kr]4d ¹⁰	[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹
Elektronegativitás	1,8	2,2	2,2
Fématomsugár (<i>N</i> = 12, pm)	124	137	138,5
Effektív ionsugár (<i>N</i> = 6, pm)	V	–	57
	IV	48	61,5
	III	56(ks), 60(ns)	76
	II	69	86
Olvadáspont (°C)	1455	1552	1769
Forráspont (°C)	2920	2940	4170
Olvadáshő (kJ·mol ⁻¹)	17,2(±0,3)	17,6(±2,1)	19,7(±2,1)
Párolgáshő (kJ·mol ⁻¹)	375(±17)	362(±11)	469(±25)
Atomizációs hő (kJ·mol ⁻¹)	429(±13)	377(±3)	545(±21)
Sűrűség (20 °C, g·cm ⁻³)	8,908	11,99	21,45
Elektromos ellenállás (20 °C, μohm·cm ⁻¹)	6,84	9,93	9,85

^(a) Valamennyi izotópnak nulla természetes előfordulása van. (Izotópok: 198m, 199m, 200m, 201m, 202m, 203m, 204m, 205m, 206m, 207m, 208m, 209m, 210m, 211m, 212m, 213m, 214m, 215m, 216m, 217m, 218m, 219m, 220m, 221m, 222m, 223m, 224m, 225m, 226m, 227m, 228m, 229m, 230m, 231m, 232m, 233m, 234m, 235m, 236m, 237m, 238m, 239m, 240m, 241m, 242m, 243m, 244m, 245m, 246m, 247m, 248m, 249m, 250m, 251m, 252m, 253m, 254m, 255m, 256m, 257m, 258m, 259m, 260m, 261m, 262m, 263m, 264m, 265m, 266m, 267m, 268m, 269m, 270m, 271m, 272m, 273m, 274m, 275m, 276m, 277m, 278m, 279m, 280m, 281m, 282m, 283m, 284m, 285m, 286m, 287m, 288m, 289m, 290m, 291m, 292m, 293m, 294m, 295m, 296m, 297m, 298m, 299m, 300m, 301m, 302m, 303m, 304m, 305m, 306m, 307m, 308m, 309m, 310m, 311m, 312m, 313m, 314m, 315m, 316m, 317m, 318m, 319m, 320m, 321m, 322m, 323m, 324m, 325m, 326m, 327m, 328m, 329m, 330m, 331m, 332m, 333m, 334m, 335m, 336m, 337m, 338m, 339m, 340m, 341m, 342m, 343m, 344m, 345m, 346m, 347m, 348m, 349m, 350m, 351m, 352m, 353m, 354m, 355m, 356m, 357m, 358m, 359m, 360m, 361m, 362m, 363m, 364m, 365m, 366m, 367m, 368m, 369m, 370m, 371m, 372m, 373m, 374m, 375m, 376m, 377m, 378m, 379m, 380m, 381m, 382m, 383m, 384m, 385m, 386m, 387m, 388m, 389m, 390m, 391m, 392m, 393m, 394m, 395m, 396m, 397m, 398m, 399m, 400m, 401m, 402m, 403m, 404m, 405m, 406m, 407m, 408m, 409m, 410m, 411m, 412m, 413m, 414m, 415m, 416m, 417m, 418m, 419m, 420m, 421m, 422m, 423m, 424m, 425m, 426m, 427m, 428m, 429m, 430m, 431m, 432m, 433m, 434m, 435m, 436m, 437m, 438m, 439m, 440m, 441m, 442m, 443m, 444m, 445m, 446m, 447m, 448m, 449m, 450m, 451m, 452m, 453m, 454m, 455m, 456m, 457m, 458m, 459m, 460m, 461m, 462m, 463m, 464m, 465m, 466m, 467m, 468m, 469m, 470m, 471m, 472m, 473m, 474m, 475m, 476m, 477m, 478m, 479m, 480m, 481m, 482m, 483m, 484m, 485m, 486m, 487m, 488m, 489m, 490m, 491m, 492m, 493m, 494m, 495m, 496m, 497m, 498m, 499m, 500m, 501m, 502m, 503m, 504m, 505m, 506m, 507m, 508m, 509m, 510m, 511m, 512m, 513m, 514m, 515m, 516m, 517m, 518m, 519m, 520m, 521m, 522m, 523m, 524m, 525m, 526m, 527m, 528m, 529m, 530m, 531m, 532m, 533m, 534m, 535m, 536m, 537m, 538m, 539m, 540m, 541m, 542m, 543m, 544m, 545m, 546m, 547m, 548m, 549m, 550m, 551m, 552m, 553m, 554m, 555m, 556m, 557m, 558m, 559m, 560m, 561m, 562m, 563m, 564m, 565m, 566m, 567m, 568m, 569m, 570m, 571m, 572m, 573m, 574m, 575m, 576m, 577m, 578m, 579m, 580m, 581m, 582m, 583m, 584m, 585m, 586m, 587m, 588m, 589m, 590m, 591m, 592m, 593m, 594m, 595m, 596m, 597m, 598m, 599m, 600m, 601m, 602m, 603m, 604m, 605m, 606m, 607m, 608m, 609m, 610m, 611m, 612m, 613m, 614m, 615m, 616m, 617m, 618m, 619m, 620m, 621m, 622m, 623m, 624m, 625m, 626m, 627m, 628m, 629m, 630m, 631m, 632m, 633m, 634m, 635m, 636m, 637m, 638m, 639m, 640m, 641m, 642m, 643m, 644m, 645m, 646m, 647m, 648m, 649m, 650m, 651m, 652m, 653m, 654m, 655m, 656m, 657m, 658m, 659m, 660m, 661m, 662m, 663m, 664m, 665m, 666m, 667m, 668m, 669m, 670m, 671m, 672m, 673m, 674m, 675m, 676m, 677m, 678m, 679m, 680m, 681m, 682m, 683m, 684m, 685m, 686m, 687m, 688m, 689m, 690m, 691m, 692m, 693m, 694m, 695m, 696m, 697m, 698m, 699m, 700m, 701m, 702m, 703m, 704m, 705m, 706m, 707m, 708m, 709m, 710m, 711m, 712m, 713m, 714m, 715m, 716m, 717m, 718m, 719m, 720m, 721m, 722m, 723m, 724m, 725m, 726m, 727m, 728m, 729m, 730m, 731m, 732m, 733m, 734m, 735m, 736m, 737m, 738m, 739m, 740m, 741m, 742m, 743m, 744m, 745m, 746m, 747m, 748m, 749m, 750m, 751m, 752m, 753m, 754m, 755m, 756m, 757m, 758m, 759m, 760m, 761m, 762m, 763m, 764m, 765m, 766m, 767m, 768m, 769m, 770m, 771m, 772m, 773m, 774m, 775m, 776m, 777m, 778m, 779m, 780m, 781m, 782m, 783m, 784m, 785m, 786m, 787m, 788m, 789m, 790m, 791m, 792m, 793m, 794m, 795m, 796m, 797m, 798m, 799m, 800m, 801m, 802m, 803m, 804m, 805m, 806m, 807m, 808m, 809m, 810m, 811m, 812m, 813m, 814m, 815m, 816m, 817m, 818m, 819m, 820m, 821m, 822m, 823m, 824m, 825m, 826m, 827m, 828m, 829m, 830m, 831m, 832m, 833m, 834m, 835m, 836m, 837m, 838m, 839m, 840m, 841m, 842m, 843m, 844m, 845m, 846m, 847m, 848m, 849m, 850m, 851m, 852m, 853m, 854m, 855m, 856m, 857m, 858m, 859m, 860m, 861m, 862m, 863m, 864m, 865m, 866m, 867m, 868m, 869m, 870m, 871m, 872m, 873m, 874m, 875m, 876m, 877m, 878m, 879m, 880m, 881m, 882m, 883m, 884m, 885m, 886m, 887m, 888m, 889m, 890m, 891m, 892m, 893m, 894m, 895m, 896m, 897m, 898m, 899m, 900m, 901m, 902m, 903m, 904m, 905m, 906m, 907m, 908m, 909m, 910m, 911m, 912m, 913m, 914m, 915m, 916m, 917m, 918m, 919m, 920m, 921m, 922m, 923m, 924m, 925m, 926m, 927m, 928m, 929m, 930m, 931m, 932m, 933m, 934m, 935m, 936m, 937m, 938m, 939m, 940m, 941m, 942m, 943m, 944m, 945m, 946m, 947m, 948m, 949m, 950m, 951m, 952m, 953m, 954m, 955m, 956m, 957m, 958m, 959m, 960m, 961m, 962m, 963m, 964m, 965m, 966m, 967m, 968m, 969m, 970m, 971m, 972m, 973m, 974m, 975m, 976m, 977m, 978m, 979m, 980m, 981m, 982m, 983m, 984m, 985m, 986m, 987m, 988m, 989m, 990m, 991m, 992m, 993m, 994m, 995m, 996m, 997m, 998m, 999m, 1000m)

Felfedezés: Ni: vegyületeit kínaiak 2000 éve is használták, e.á: 1751 Cornstedt, tisztán: 1804 Richter (név: német „rézördög”)
 Pd: 1803 Wollaston (név: görög Pallas, akkor felfedezett aszteroidáról)
 Pt: a termésplatinát az egyiptomiak és az indiánok is használták „a nyolcadik fém”, (név: spanyol, „kis ezüst”)

Nikkel, Palládium, Platina

Előfordulás: Ni 9. leggyakoribb átmenetifém, Pt és Pd együtt (Rh és Ir is)

Főbb ásványok:



garnierit, $(\text{Ni}, \text{Mg})_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$



pentlandit, $(\text{Ni}, \text{Fe})_9\text{S}_8$



nikkelin, NiAs



smaltin, $(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})\text{As}_2$

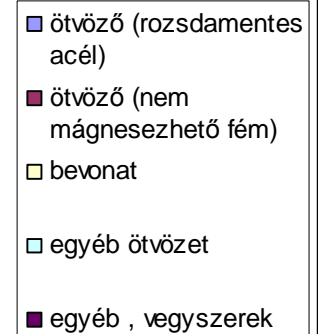
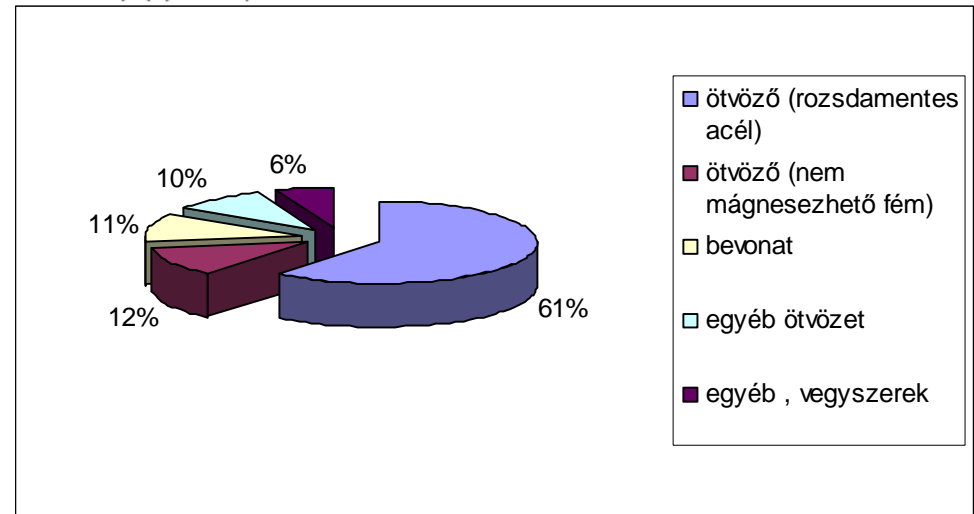
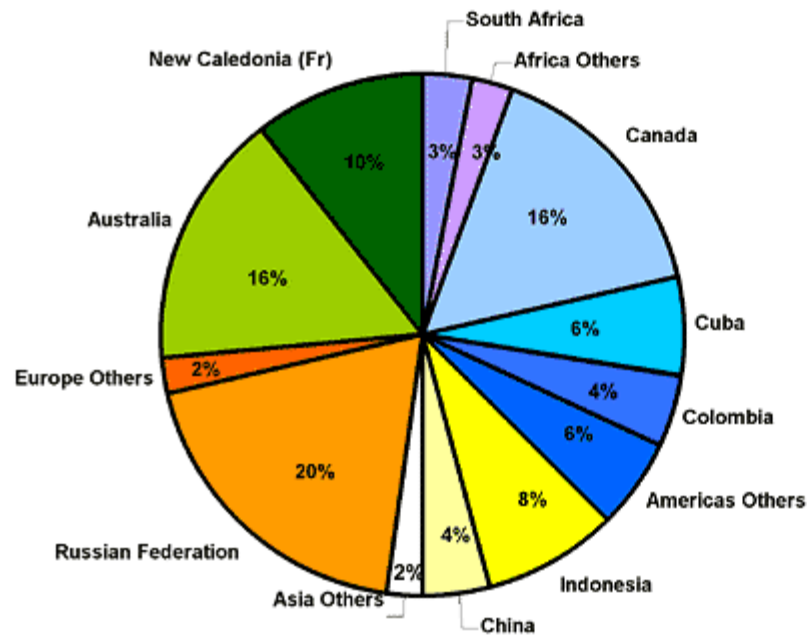


termésplatina, Pt

Nikkel, Palládium, Platina

2001

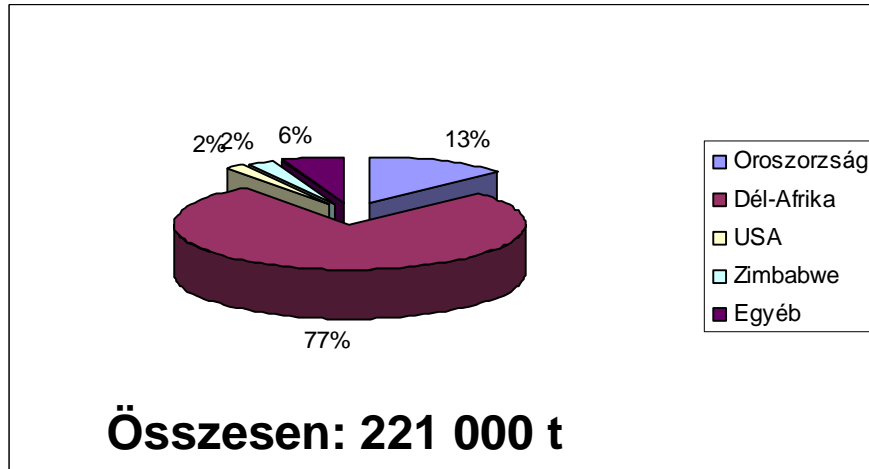
A világ nikkelgyártása és felhasználása



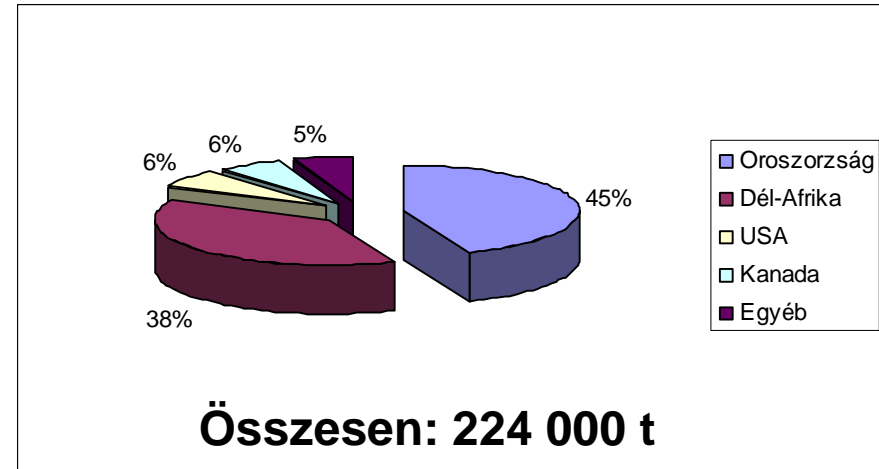
Nikkel, Palládium, Platina

A világ Pt és Pd gyártása és felhasználása

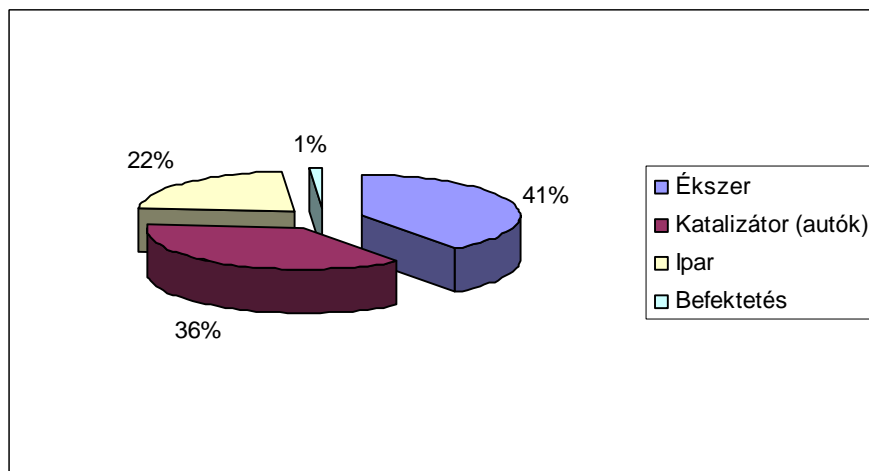
2006 Pt gyártás



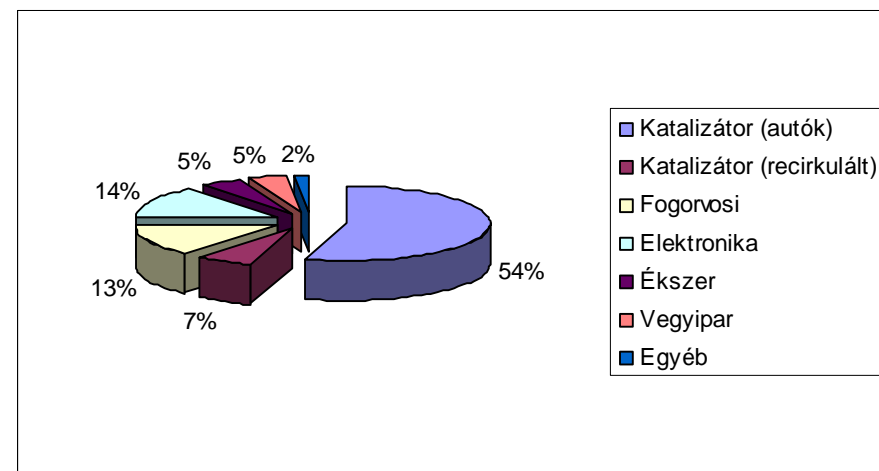
2006 Pd gyártás



2002 Pt felhasználás



2002 Pd felhasználás



Nikkel, Palládium, Platina

Főbb vegyületek, ötvözetek:

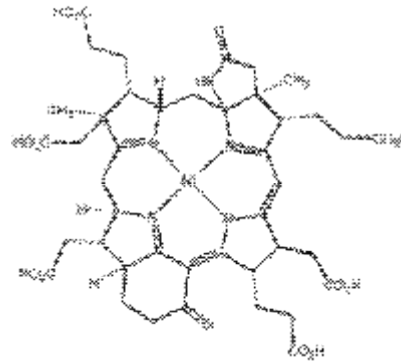
NiCl₂: nikkel-klorid

Ni(OH)₂: nikkel-hidroxid: újratölthető Ni-elemekben

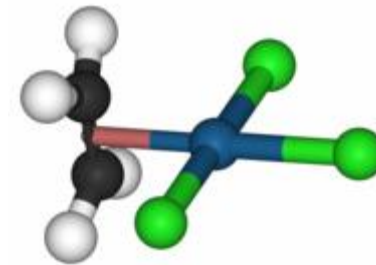
Ni(CO)₄: Nikkel-tetrakarbonil, rendkívül mérgező, hőbontásával nagyon tiszta Ni

Ni-ötvözetek: pl. érmék 5-25% Ni (+Cu: *cupronickel*), vagy 100% Ni bevonat
80% Ni (+Cr *nichrome*) fűtőszál (pl. hajszárítóban)

NiFe-hidrogenáz, Ni-tetrapyrrol koenzim



Pd/H: Pd a saját térfogatának a
935-szörösét tudja elnyelni H₂-ből



PtO₂·H₂O: Adams-katalizátor: hidrogénezés

K₂PtCl₄: laborban leggyakrabban előforduló Pt-vegyület

K[PtCl₃(C₂H₄)]: Zeise-só, Pt-hoz kötött etilén

Réz, ezüst, arany

28.1. táblázat. A réz, ezüst és arany néhány jellemző paramétere.

Tulajdonság	Cu	Ag	Au
Rendszám	29	47	79
Természetes izotópok száma	2	2	1
Relatív atomtömeg	63,546(3)	107,8682(2)	196,96655(2)
Elektronkonfiguráció	[Ar]3d ¹⁰ 4s ¹	[Kr]4d ¹⁰ 5s ¹	[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹
Elektronegativitás	1,9	1,9	2,4
Fématom sugár (<i>N</i> = 12, pm)	128	144	144
Effektív ionsugár (<i>N</i> = 6, pm)	V	–	57
	III	54	75
	II	73	94
	I	77	115
Ionizációs energia (kJ·mol ⁻¹)	első	745,3	730,8
	második	1957,3	2072,6
	harmadik	3577,6	3359,4
Olvadáspont (°C)	1083	961	1064
Forráspont (°C)	2570	2155	2808
Olvadáshő (kJ·mol ⁻¹)	13,0	11,1	12,8
Párolgáshő (kJ·mol ⁻¹)	307(±6)	258(±6)	343(±11)
Atomizációs hő (kJ·mol ⁻¹)	337(±6)	284(±4)	379(±8)
Sűrűség (g·cm ⁻³)	8,95	10,49	19,32
Fajlagos ellenállás (20 °C, μohm·cm)	1,673	1,59	2,35

Felfedezés: Cu: kb i.e. 5000-től ismert, kb. i.e. 3000-től bronz (ón + réz)
(latin név: „aes cyprum”)

Ag, Au: szintén ókortól kezdve használt elemek

Réz, ezüst, arany

Előfordulás: Nikkelcsoporthoz hasonló gyakoriságúak

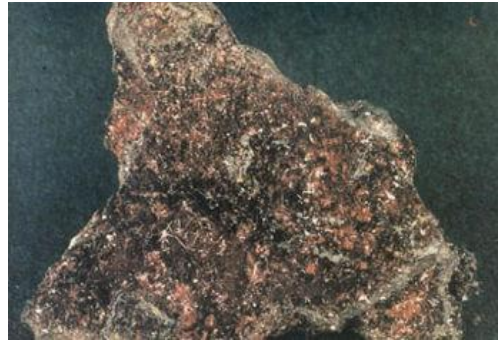
Főbb ásványok:



kalkopirit, CuFeS_2



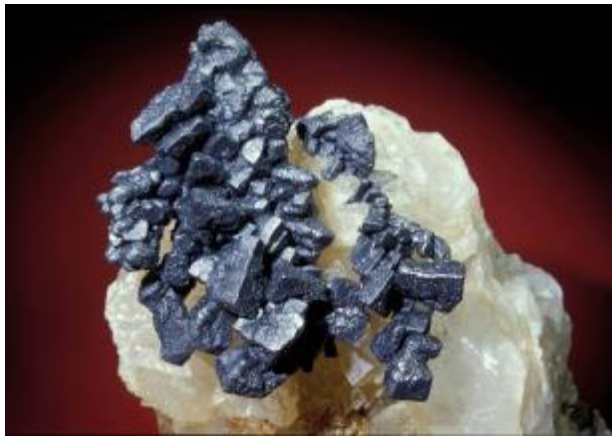
kalkozin, Cu_2S



kuprit, Cu_2O



malachit, $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$



argentit, Ag_2S



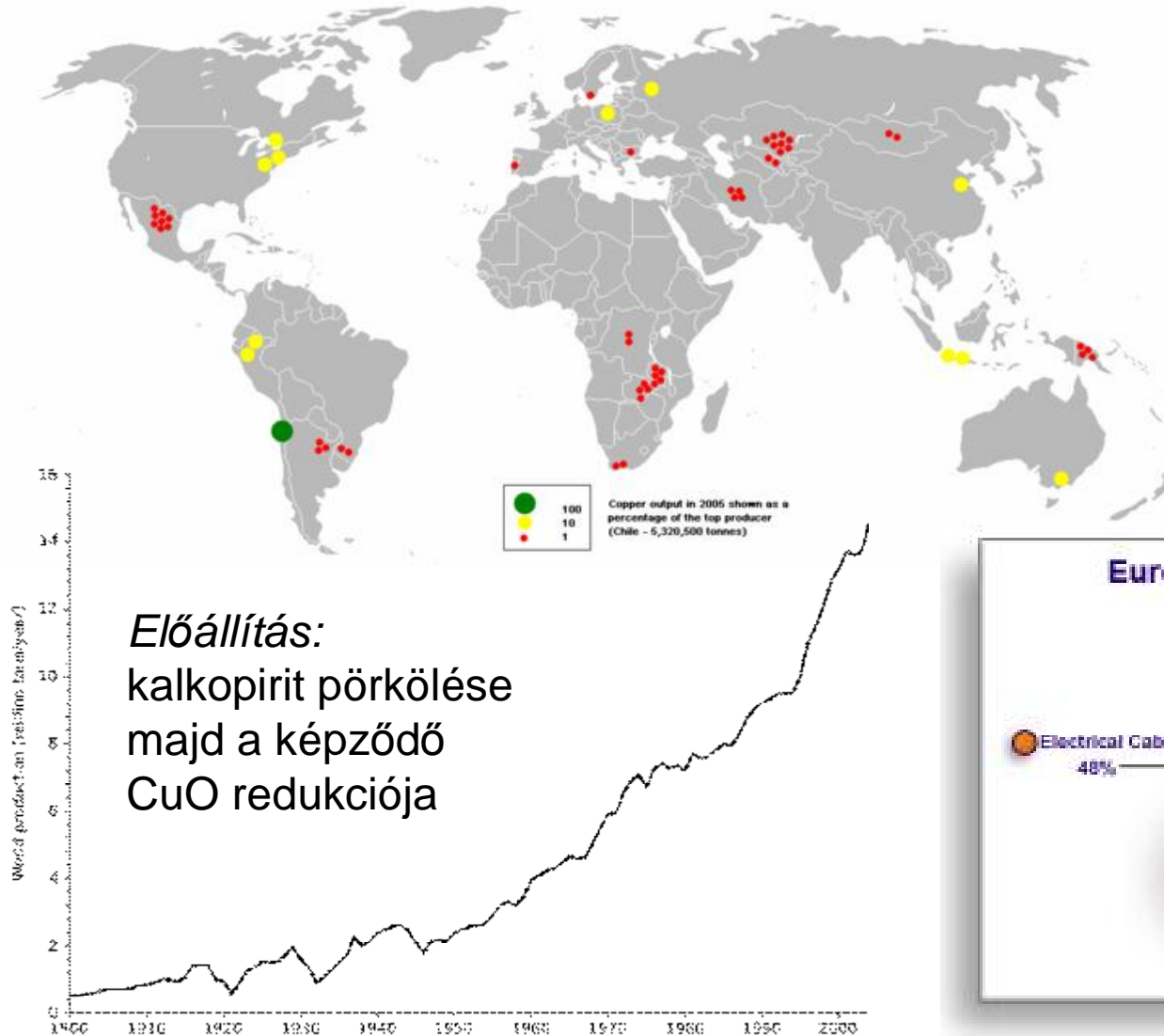
termésezüst, Ag



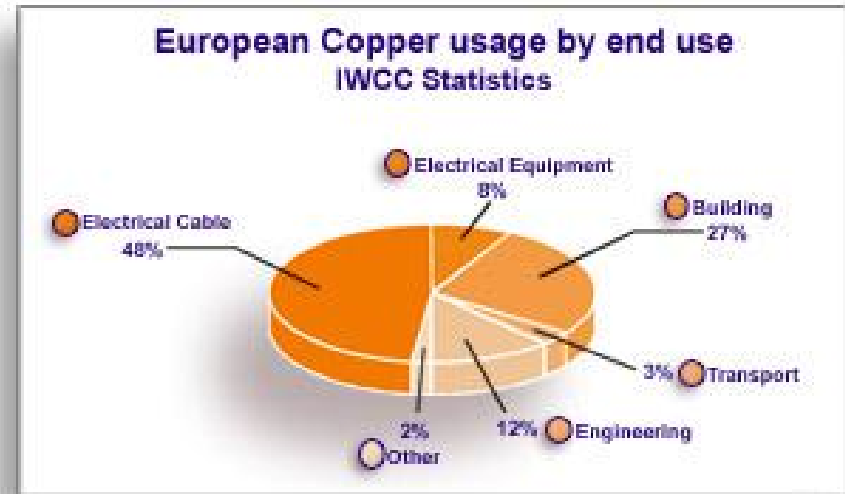
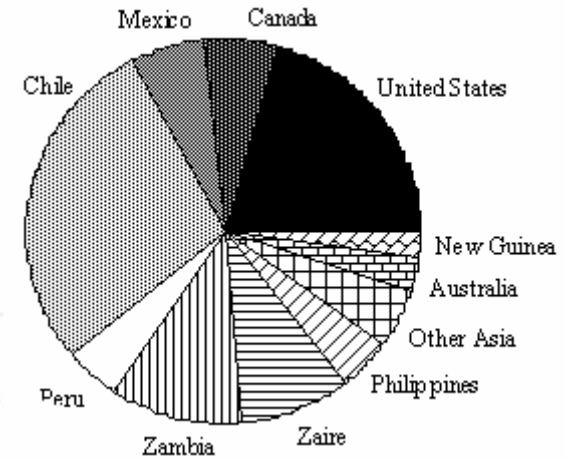
termésarany, Au

Réz, ezüst, arany

Rézbányászat (2005) és felhasználás

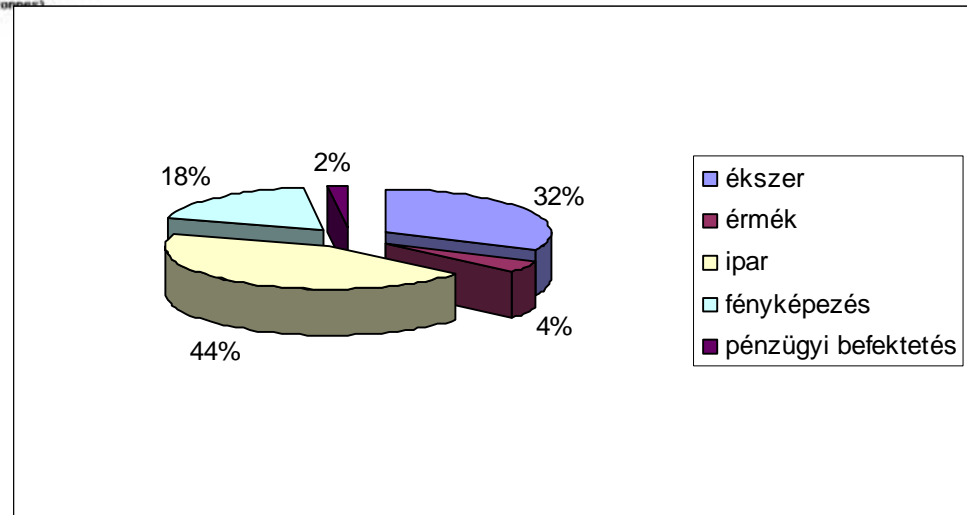
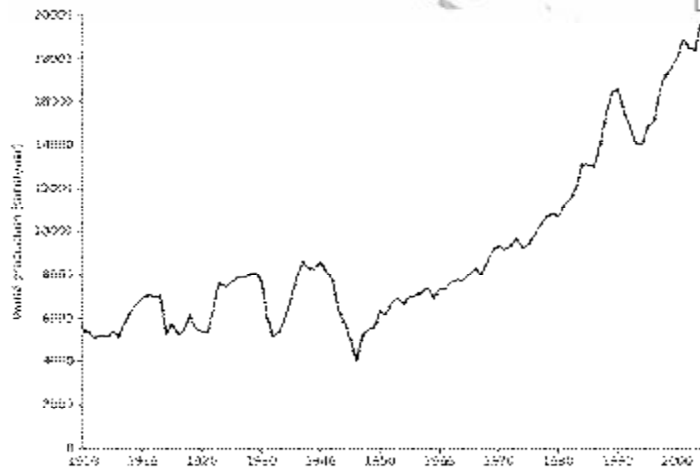
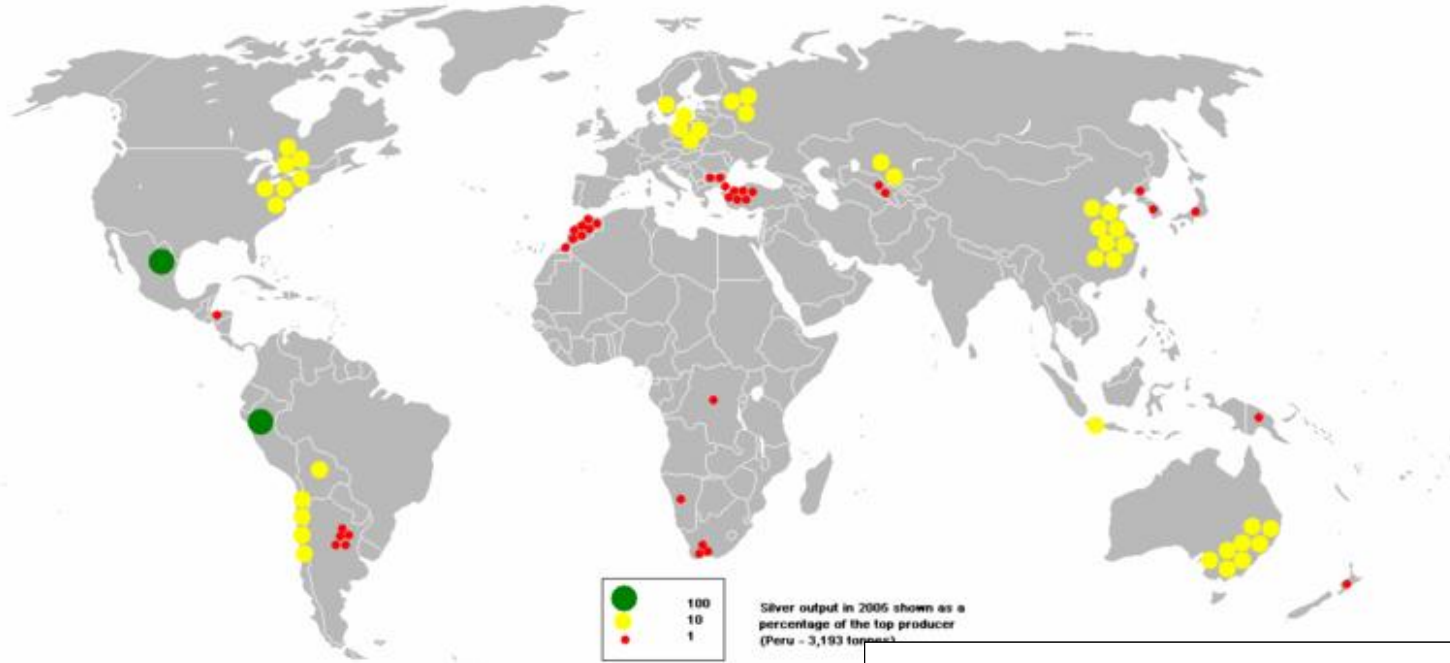


Előállítás:
kalkopirit pörkölése
majd a képződő
CuO redukciója



Réz, ezüst, arany

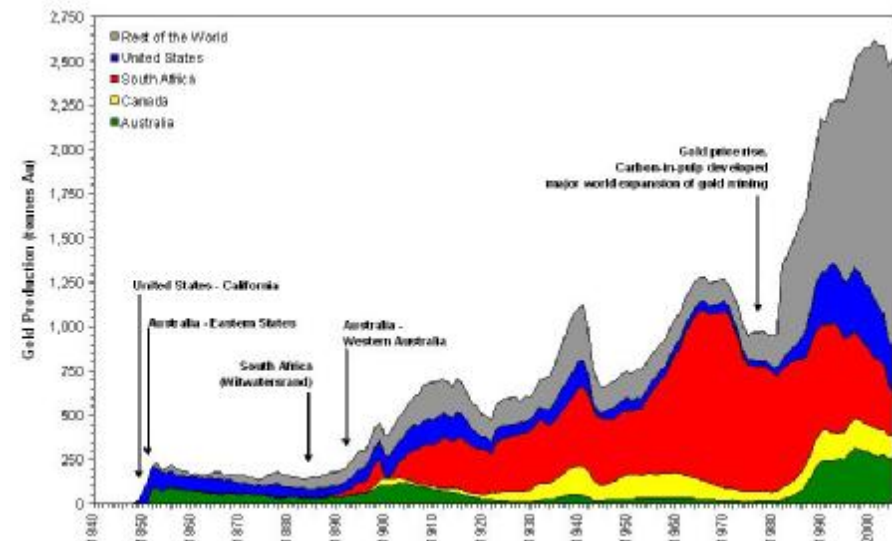
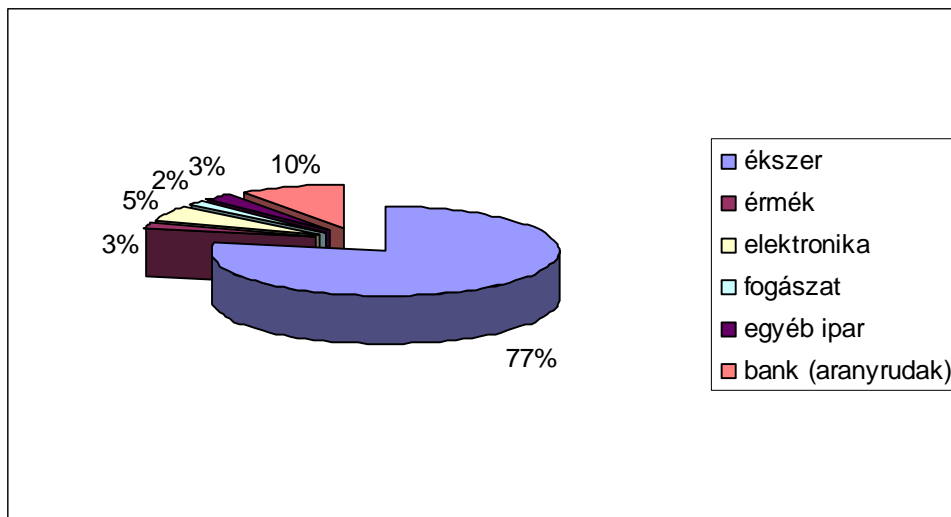
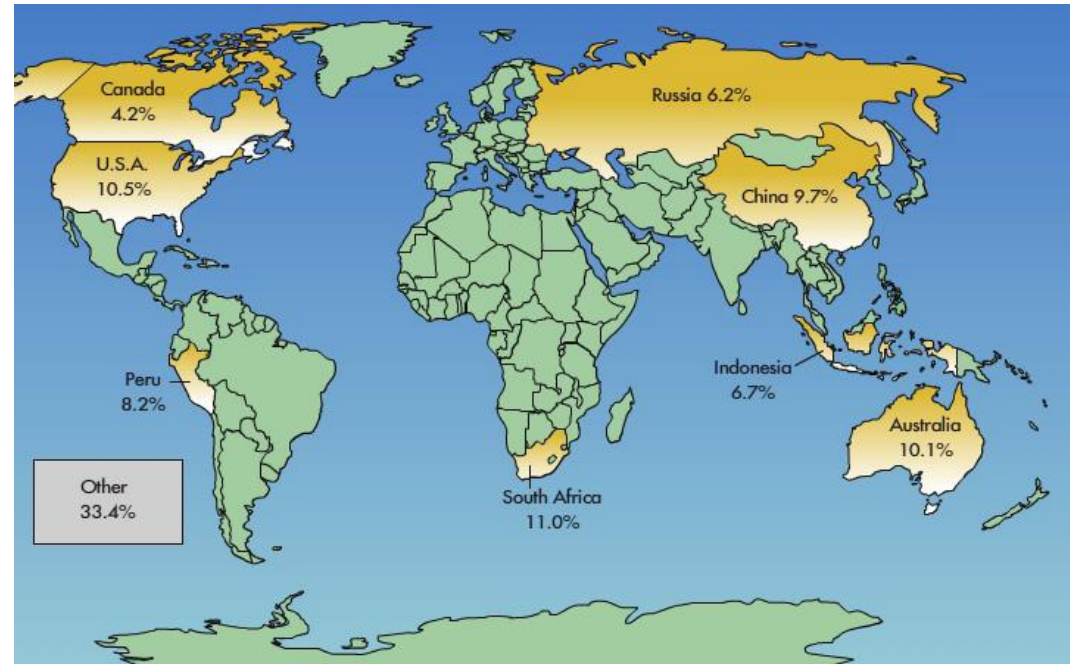
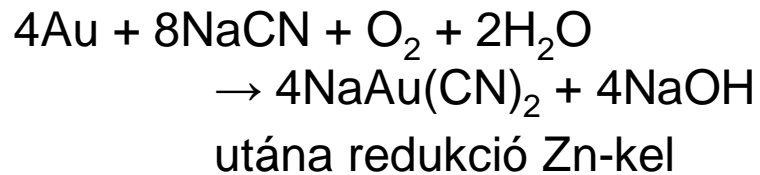
Ezüstbányászat (2005) és felhasználás



Réz, ezüst, arany

Aranybányászat (2006) és felhasználás

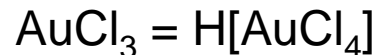
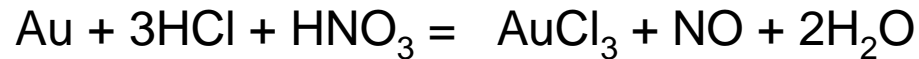
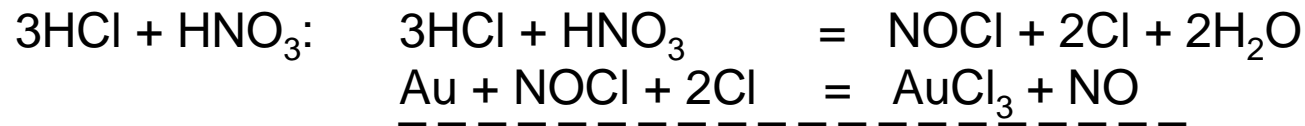
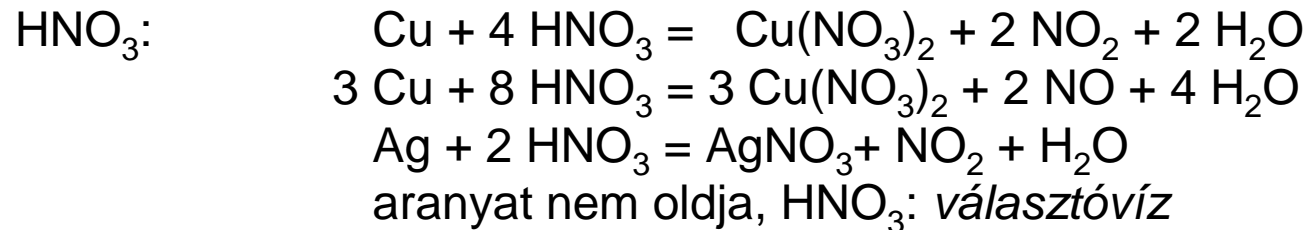
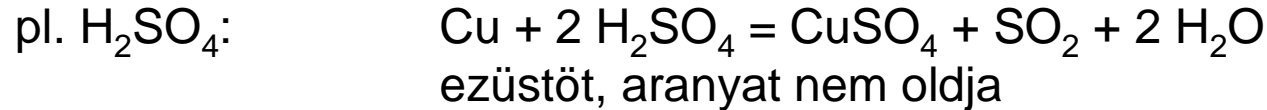
cianidos (MacArthur-Forrest)
eljárás (1887):



Réz, ezüst, arany

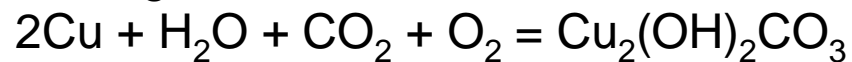
Reaktivitás:

Sósavban, egyéb nem oxidáló savakban nem oldódnak
Oxidáló savakban:



királyvíz: ezüst AgCl képződés miatt nem oldódik benne

Nedves levegőn:



bázikus rézkarbonát: *patina*



Réz, ezüst, arany

Főbb vegyületek, ötvözetek:

Sárgaréz: 80% Cu + 20% Zn

Bronz: Cu + Sn

Alpakka: Cu + Ni

$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$: patina: réz és bronztárgyak felületén képződik nedves levegőn

CuSO_4 : réz(II)-szulfát, rézgálic: kék, oltott mésszel keverve bordói lé: permetezőszer

CuO és Cu_2O : réz(II)-oxid és réz(I)-oxid

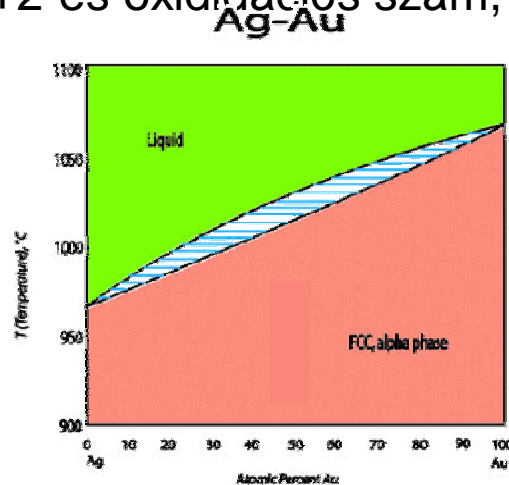
AgCl : ezüst-klorid, lúpiszkő: régen gyógyászatban (pl. szemölcsirtás)

AgBr : ezüst-bromid: fekete-fehér fényképezés (fényre finom eloszlású fekete Ag)

AgF : ezüst(I)-fluorid

AgF_2 : ezüst(II)-fluorid: ritka +2-es oxidációs szám, nagyon erős fluorozószer

Ag/Au:



Cink, Kadmium, Higany

29.1. táblázat. A cink, kadmium és higany néhány jellemző tulajdonsága.

Tulajdonság	Zn	Cd	Hg
Rendszám	30	48	80
Természetes izotópok száma	5	8 ^(a)	7
Relatív atomtömeg	65,39(2)	112,411(8)	200,59(2)
Elektronkonfiguráció	[Ar]3d ¹⁰ 4s ²	[Kr]4d ¹⁰ 5s ²	[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²
Elektronegativitás	1,6	1,7	1,9
Fématomsugár (<i>N</i> – 12, pm)	134	151	151
Effektív ionsugár (pm) II	74	95	102
I	–	–	119
Ionizációs energia (kJ·mol ⁻¹)	első	906,1	876,5
	második	1733	1631
	harmadik	3831	3644
<i>E</i> ⁰ (M ²⁺ /M) (V)	–0,7619	–0,4030	+0,8545
Olvadáspont (°C)	419,5	320,8	–38,9
Forráspont (°C)	907	765	357
Olvadáshő (kJ·mol ⁻¹)	7,28(±0,01)	6,4(±0,2)	2,30(±0,02)
Párolgáshő (kJ·mol ⁻¹)	114,2(±1,7)	100,0(±2,1)	59,1(±0,4)
Atomizációs hő (kJ·mol ⁻¹)	129,3(±2,9)	111,9(±2,1)	61,3
Sűrűség (g·cm ⁻³)	7,14	8,65	13,534(1)
Elektromos ellenállás (20 °C) (μohm·cm)	5,8	7,5	95,8

^(a) A ¹¹⁵Cd-izotóp felezési ideje 9,3·10¹⁵ év, ami bármely más ismert β-sugárzó izotóp közül a legnagyobb; vegyük tekintetbe, hogy ez az időtartam Föld életkorának (4,6·10⁹ év) 2 milliószorosa.

- Felfedezés:** Zn: már az ókorban is ismert volt, indiaiak, kínaiak használták
(név: német, Paracelsus után, fog-szerű, megjelenésre utal)
- Cd: 1817 Stromeyer (név: „calamine”-ból, ZnO ásvány)
- Hg: i.e. 500-ban már használták fémek kioldására (amalgámképzés), később
alkimisták „aranycsinálásra”

Cink, Kadmium, Higany

Főbb ásványok:



szfalerit, ZnS



wurtzit, ZnS



hemimorfit,
 $\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$



cinkpát, smithsonit, ZnCO_3



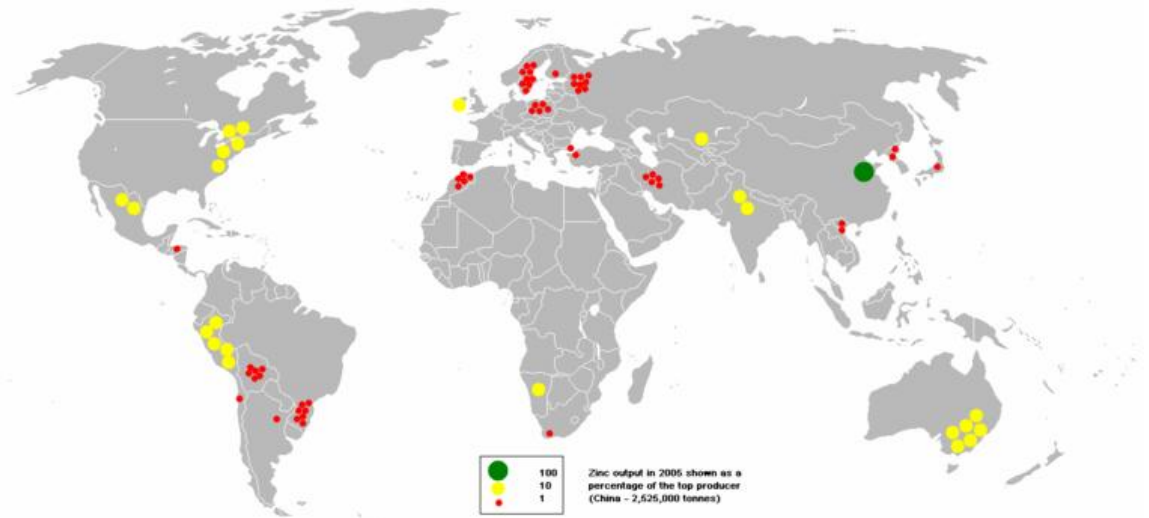
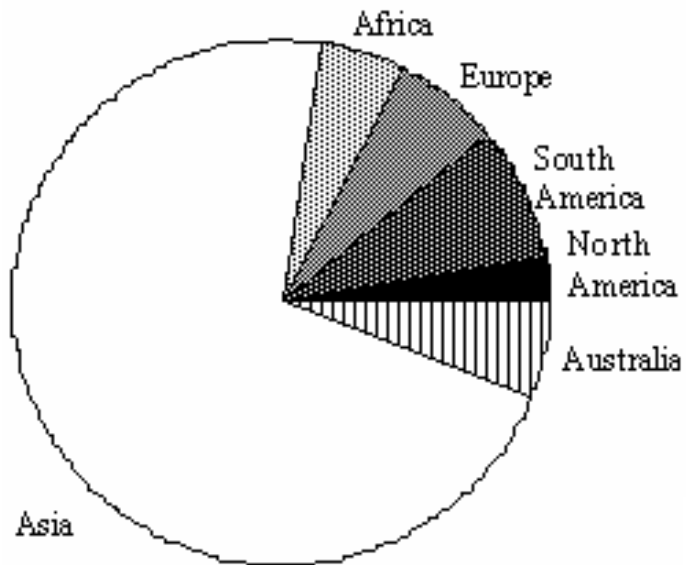
greenockit, CdS



cinóber, cinnabarit, HgS

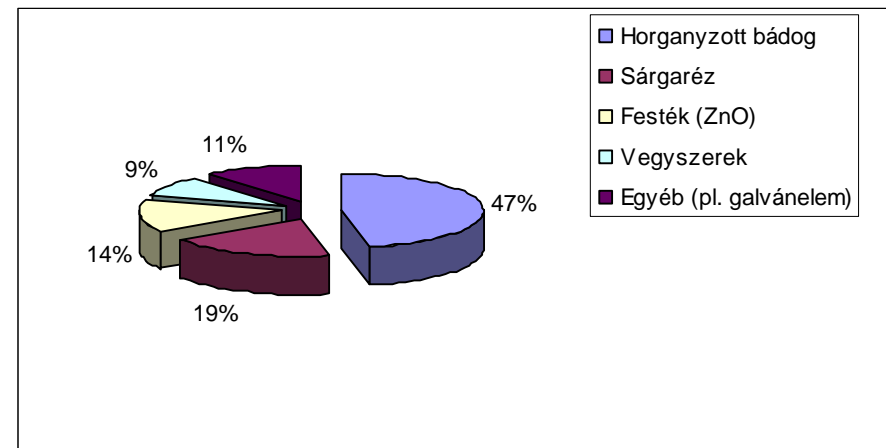
Cink, Kadmium, Higany

Cinktermelés és felhasználás



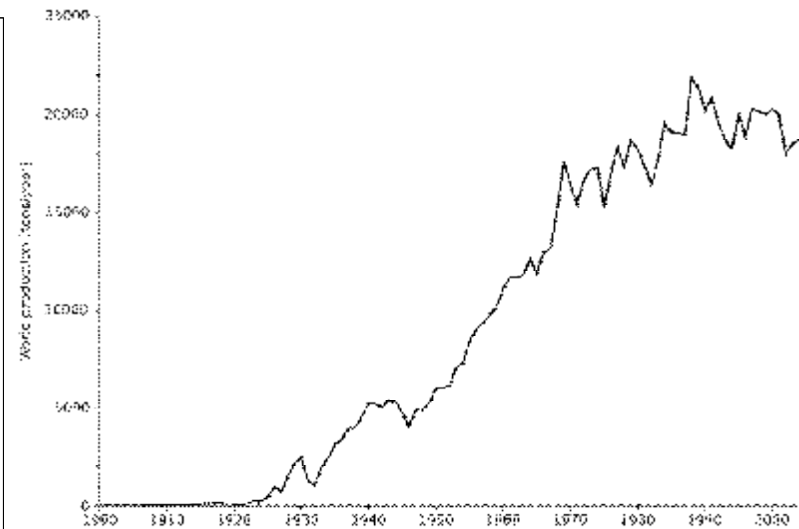
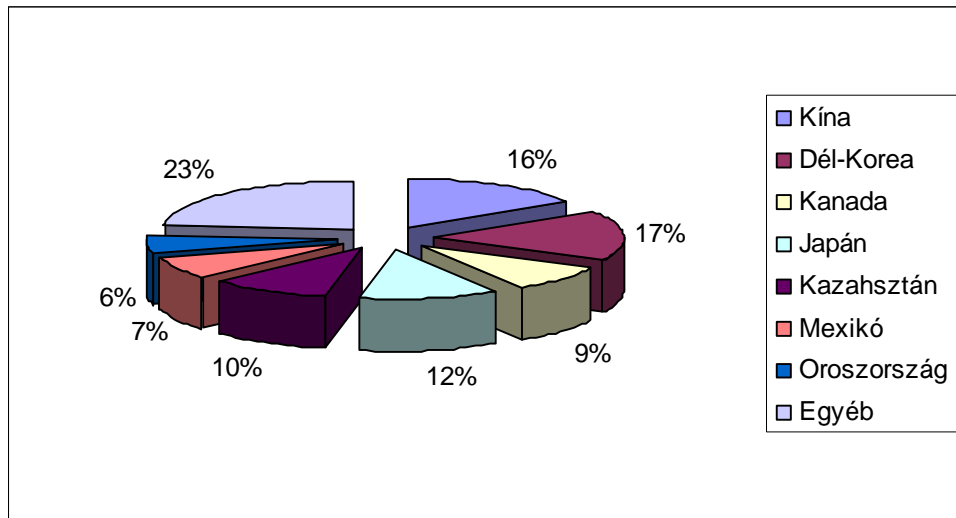
Előállítás:

1. pörkölés: $2\text{ZnS} + 2\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + \text{SO}_2$
2. redukció: $\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}$



Cink, Kadmium, Higany

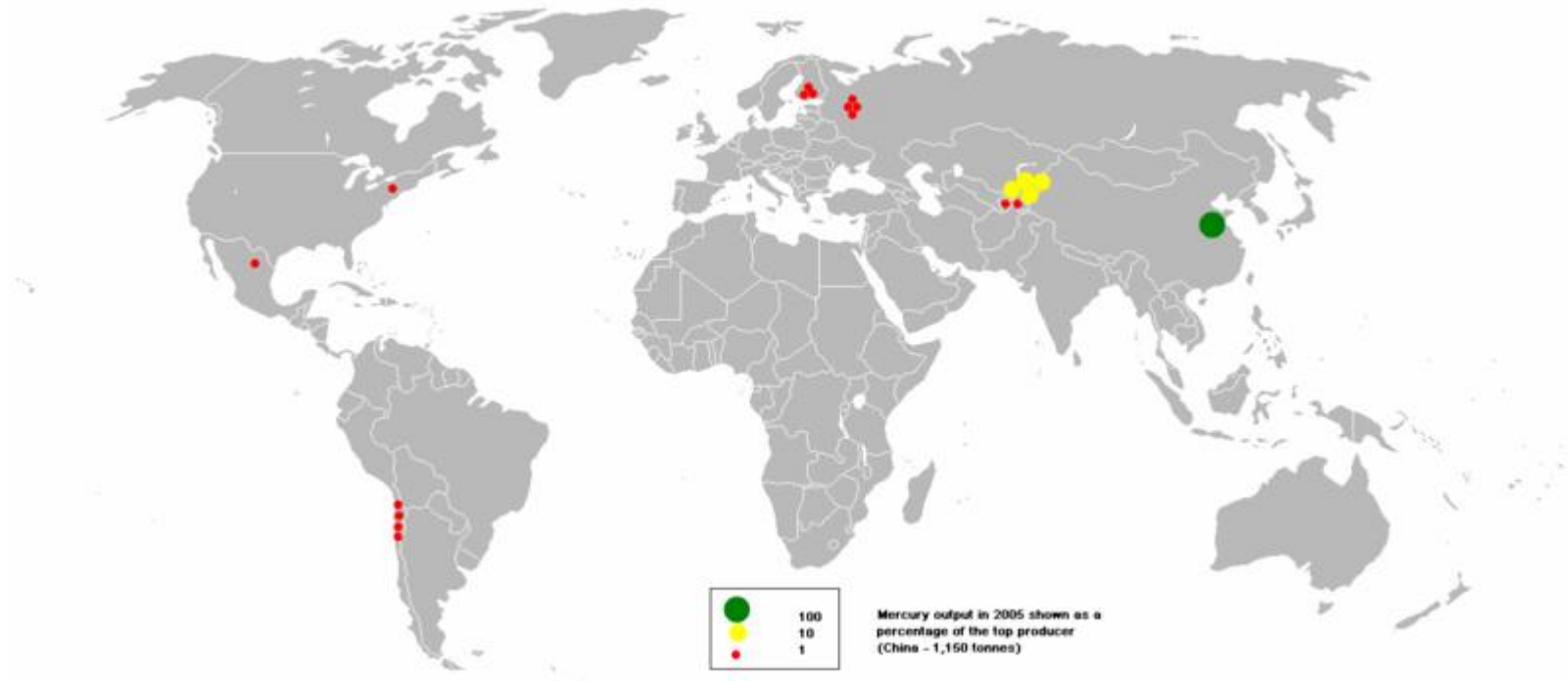
Kadmiumtermelés



és felhasználás : alacsony olvadáspontú ötvözetek, akkumulátorok, elemek, korrozióvédelem, infravörös detektorok, atomerőművekben neutronbefogóként

Cink, Kadmium, Higan

Higanytermelés és felhasználás

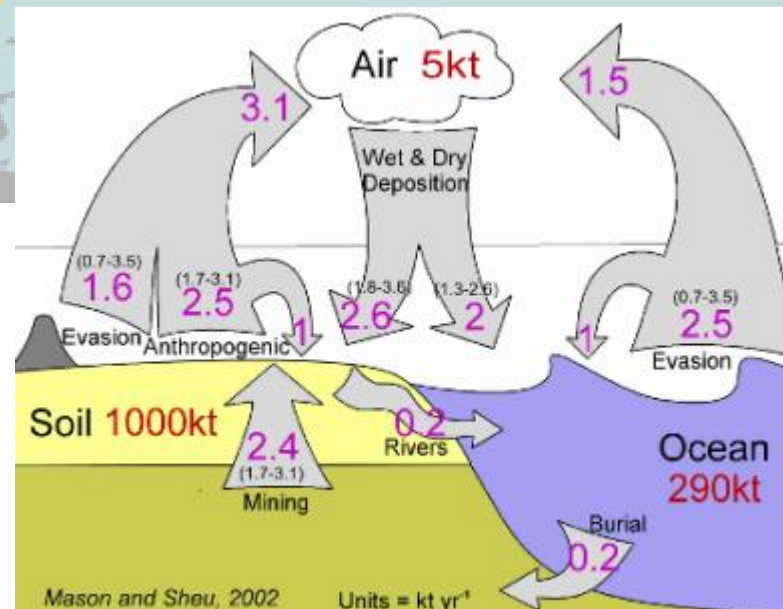
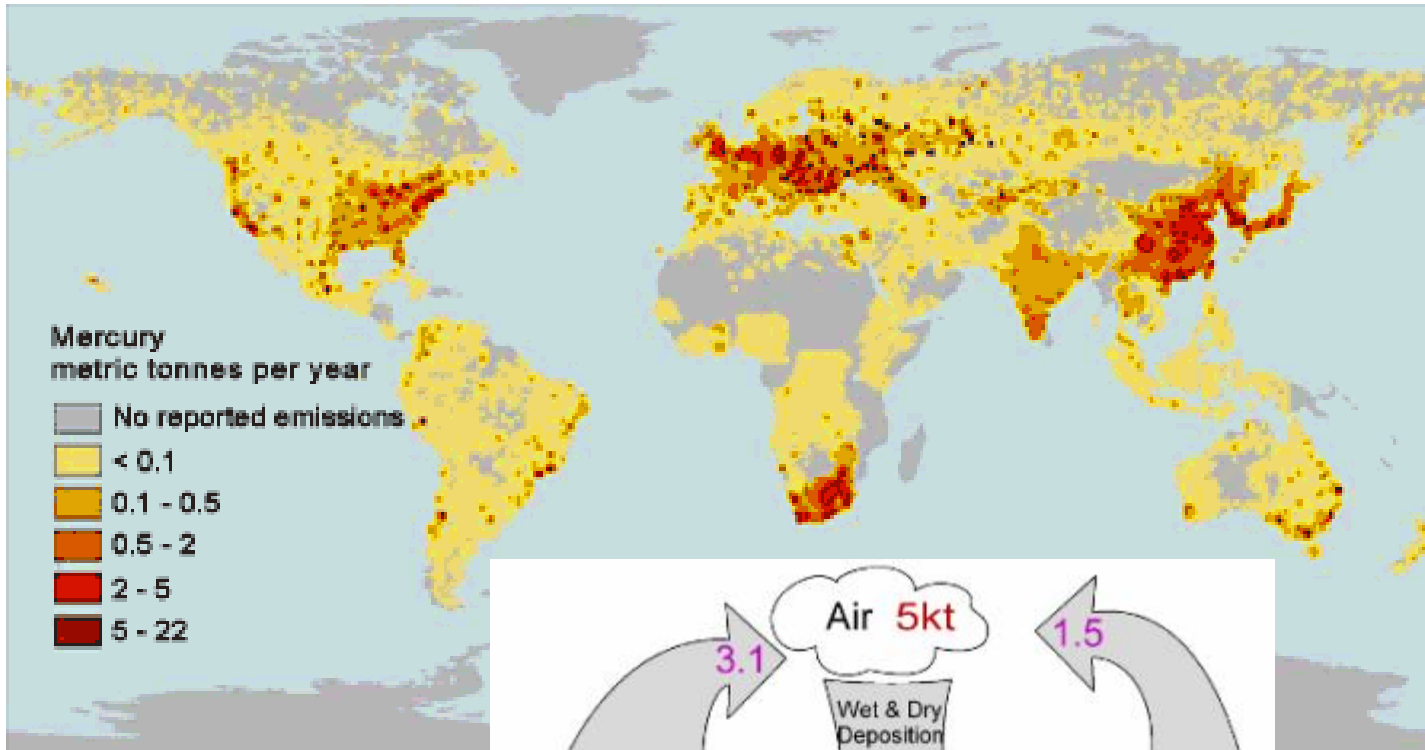


Előállítás: $\text{HgS} + \text{O}_2 = \text{Hg} + \text{SO}_2$

Felhasználás: kvarclámpák, hőmérők, barométerek, higanykatódos NaCl olvadék elektrolízis, fogtömések, parabolatükör

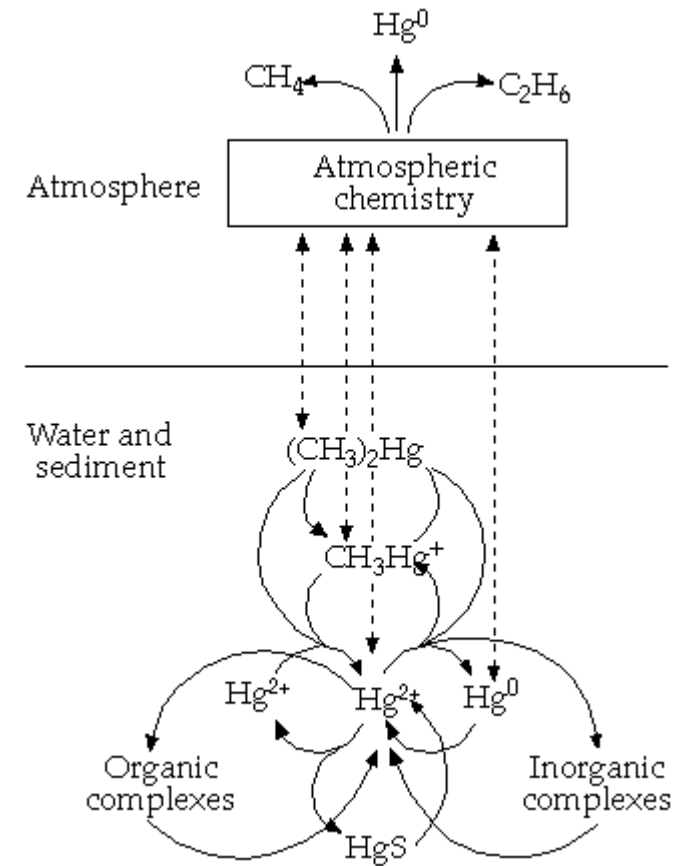
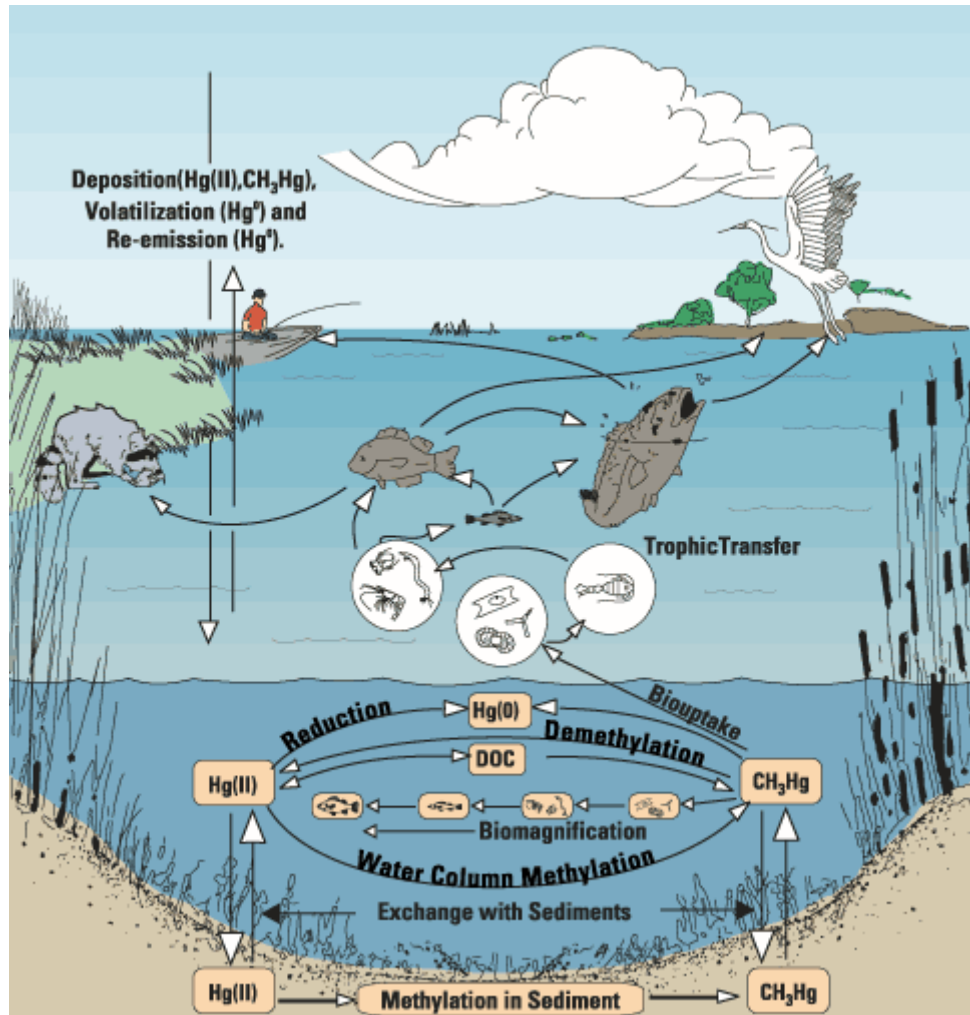
Cink, Kadmium, Higaný

Higanýszennyezés, higanýciklus



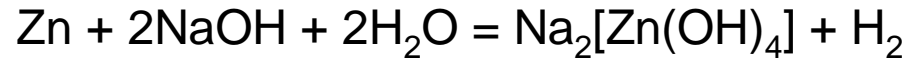
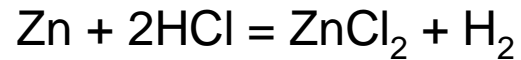
Cink, Kadmium, Higaný

Higanyszennyezés, higanyciklus

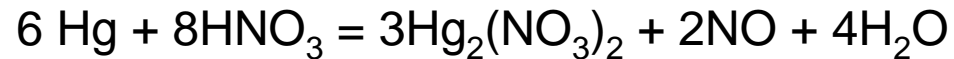


Cink, Kadmium, Higany

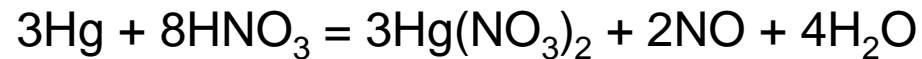
Reaktivitás: Zn (ZnO és Zn(OH)₂ is):



Cd, Hg csak oxidálósavakban:



savfelegben:



kénnel:



Főbb vegyületek, ötvözetek:

Sárgaréz: 80% Cu + 20% Zn

ZnO: cink-oxid: fehér festék

Hg₂Cl₂: higany(I)-klorid, kalomel (szép fekete): fehér, vízben rosszul oldódik

HgCl₂: higany(II)-klorid: fehér, vízben jól oldódó

HgO: higany(II)-oxid: vörös/sárga/narancssárga

HgS: higany(II)-szulfid: vörös/fekete

f-mező elemei: lantanoidák és aktinoidák

Az lantanoidák jellegzetességei

Rendszám	Név	Vegyjel	Atomtömeg	Ion-sugár (3+)	Sűrűség (kg/m ³)	Olvadáspont (°C)	EN
57	Lantán	La	138,92	1,28	6190	835	1,1
58	Cérium	Ce	140,13	1,18	6780	804	1,1
59	Prazeodímium	Pr	140,92	1,16	6800	935	1,1
60	Neodímium	Nd	144,27	1,15	6990	1024	1,1
61	Prométium	Pm	(145)	—	—	—	—
62	Szamárium	Sm	150,35	1,13	6600	1055	1,2
63	Európium	Eu	152,0	1,13	5600	900	—
64	Gadolínium	Gd	157,26	1,11	6700	1350	1,1
65	Terbium	Tb		1,09	6700	1365	1,2
66	Diszprózium	Dy	162,51	1,07	6800	1500	1,2
67	Holmium	Ho	164,94	1,05		1500	1,2
68	Erbium	Er	167,27	1,04		1550	1,2
69	Túlium	Tm		1,04		1650	1,2
70	Itterbium	Yb	173,04	1,00		824	1,1
71	Lutécium	Lu	174,99	0,99		1700	1,2

A természetes aktinoidák jellegzetességei

Rendszám	Név	Vegyjel	Atomtömeg	Sűrűség (kg/m ³)	Olvadáspont (°C)	Forráspont (°C)	EN
90	Tórium	Th	232,038	11 700	1750	3850	1,3
91	Protaktínium	Pa	231,036	15 370	1560	kb. 4200	1,5
92	Uránium	U	238,04	19 070	1133	kb. 3500	1,7

**(Jellemző)
elektronkonfiguráció:**

lantanoidák:
 $4f^{0-14}5d^16s^2$

aktinoidák:
 $4f^{0-14}5d^16s^2$

legkönnyebben a d- és az s-elektronjaikat adják le, így a legjellemzőbb oxidációs szám: +3

kémiaailag Y-hez, Al-hoz hasonlítanak („ritkaföldfémek”)

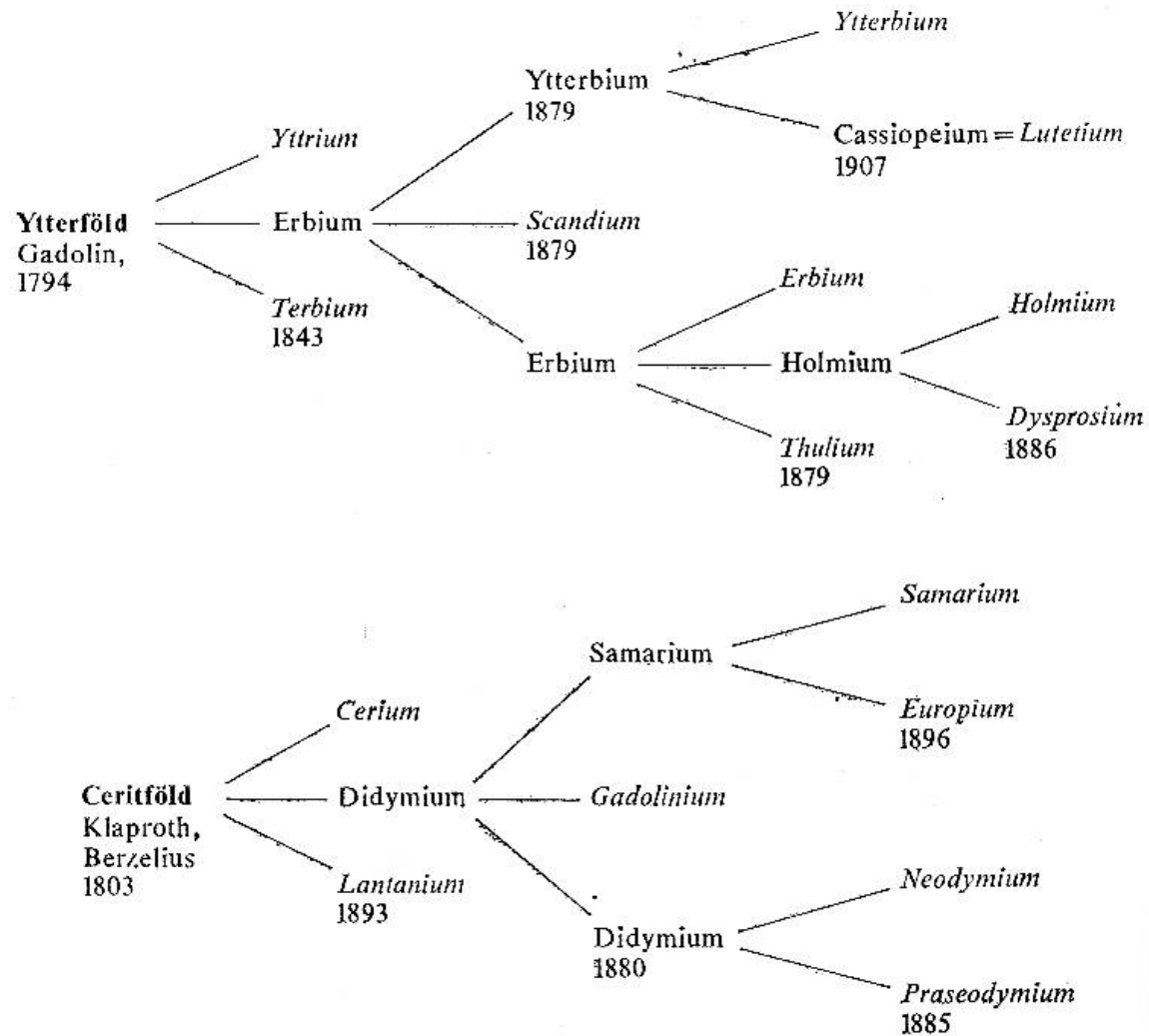
f-mező elemei: lantanoidák és aktinoidák

Az aktinoidák áttekintése

Rend- szám	Név	Vegyjel	A leghosszabb élettartamú izotóp		Az eddig előállított mennyiségek
			tömeg- száma	felezési ideje	
89	Aktínium	Ac	227	21,7 év	Igen kevés
90	Tórium	Th	232	$1,39 \cdot 10^{10}$ év	Több tonna
91	Protaktínium	Pa	231	$3,2 \cdot 10^5$ év	Néhány milligramm
92	Urán	U	238	$4,56 \cdot 10^9$ év	Néhány százezer tonna
93	Neptúnium	Np	237	$2,2 \cdot 10^6$ év	Néhány gramm
94	Plutónium	Pu	244	$8,2 \cdot 10^7$ év	Több kilogramm
95	Americium	Am	243	$7,45 \cdot 10^3$ év	Néhány gramm
96	Kúrium	Cm	247	$1,6 \cdot 10^7$ év	Néhány kilogramm
97	Berkélium	Bk	247	$1,4 \cdot 10^3$ év	Mikrogramm töredék
98	Kalifornium	Cf	251	900 év	Mérhetetlenül kevés
99	Einsteinium	Es	254	270 nap	
100	Fermium	Fm	257	79 nap	
101	Mendeléviium	Md	258	54 nap	
102	Nobélium	No	255	185 mp	
103	Laurencium	Lw	256	30 mp	
<i>Transzaktinoidák</i>					
104	Kuocsatóvium	Ku	261	65 mp	
105	Hahnium	Hn	260	1,5 mp	

f-mező elemei: lantanoidák és aktinoidák

*A ritkaföldfémek elkülönítésének történeti menete
(A dőlt betűvel szedettek a tiszta elemek)*



f-mező elemei: lantanoidák és aktinoidák

Ásványok:



gadolinit, $\text{Y}_2\text{FeBe}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$



monacit, $(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd}, \text{Th})\text{PO}_4$



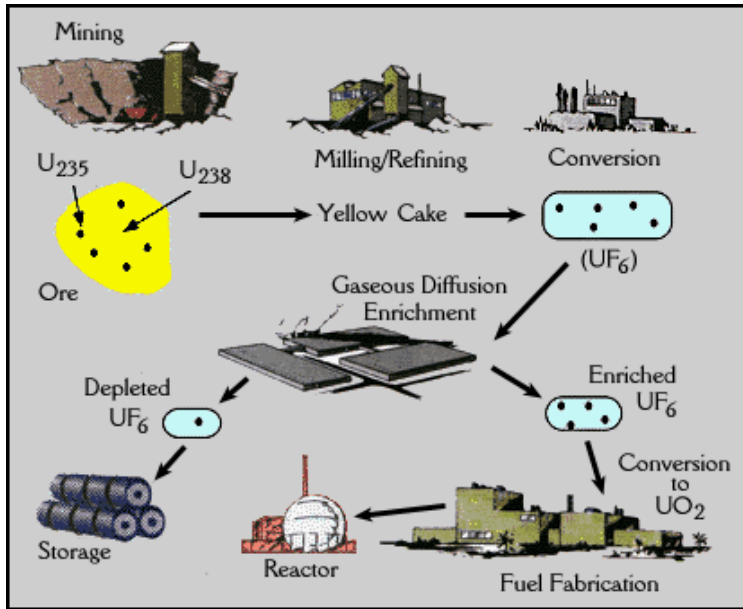
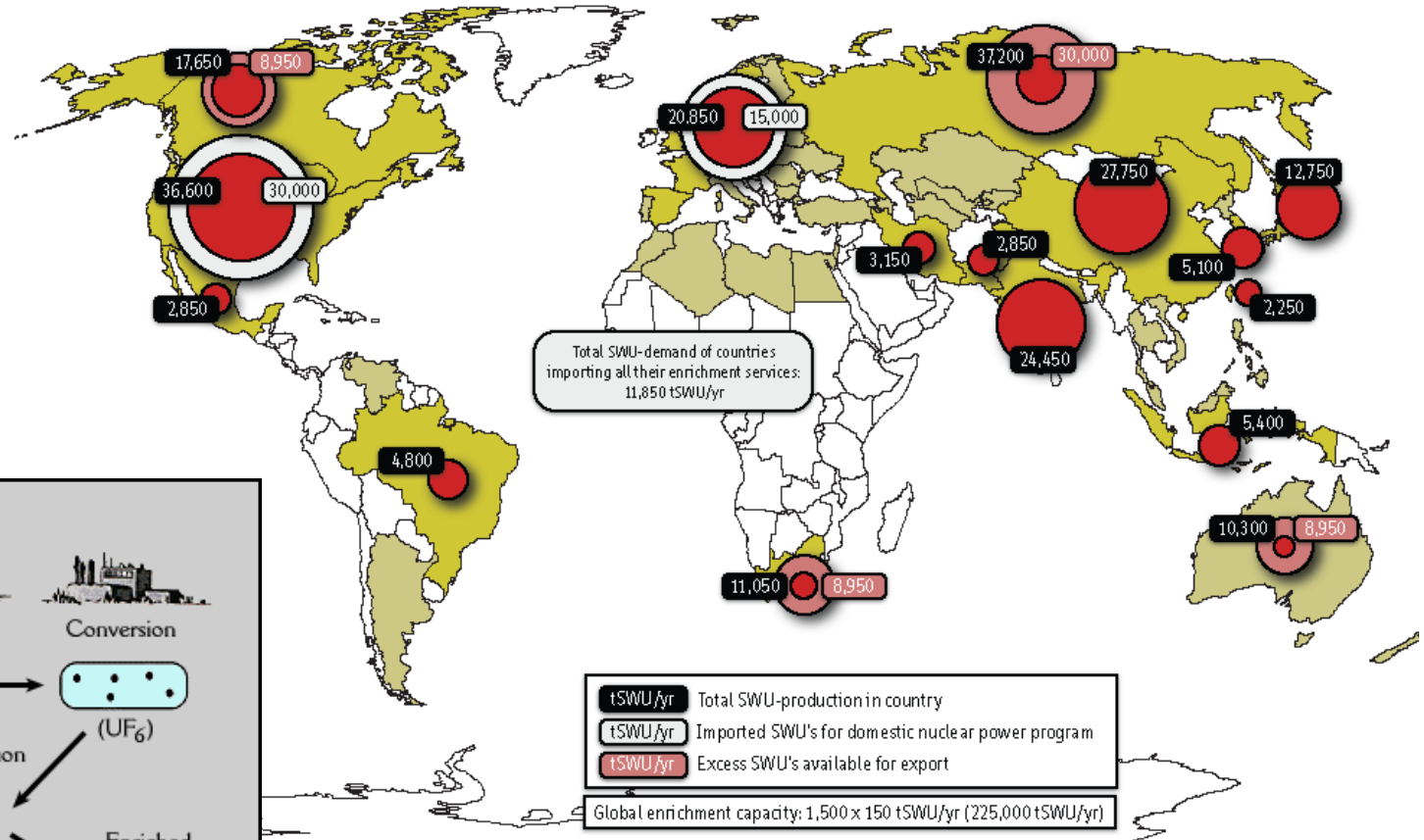
uraninit, uránszurokérc, $\text{UO}_2 (+\text{UO}_3)$



torianit, ThO_2

f-mező elemei: lantanoidák és aktinoidák

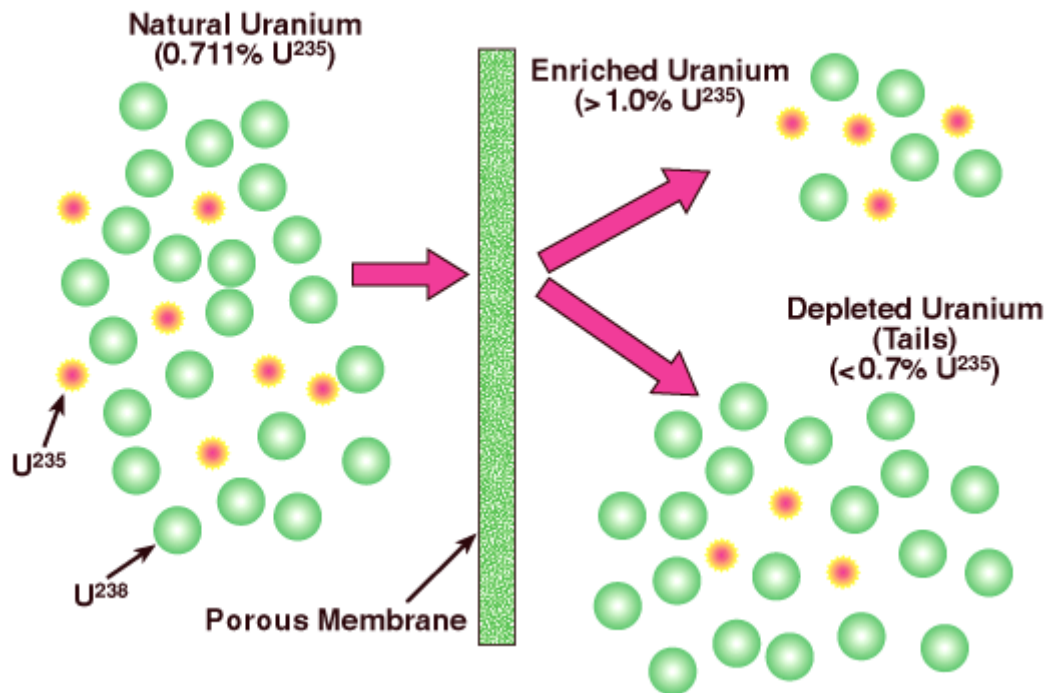
Uránbányászat



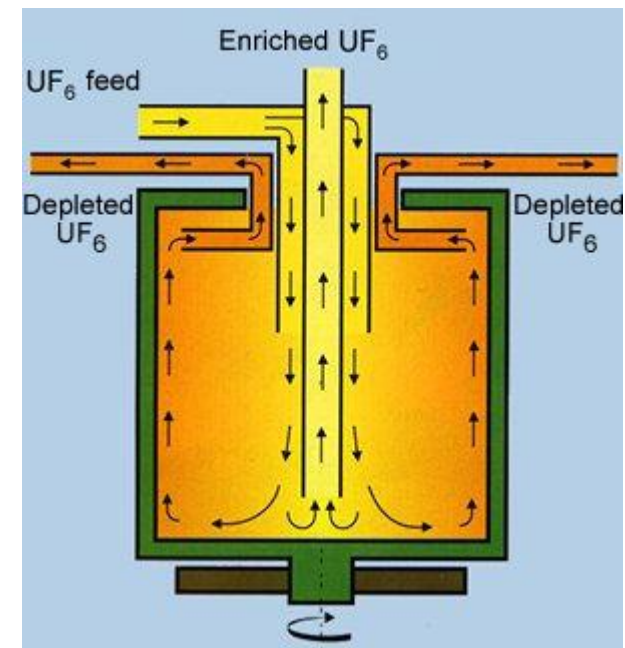
f-mező elemei: lantanoidák és aktinoidák

Urándúsítás

diffúziós módszer



gázcentrifugás módszer



Egyéb: lézeres, mágneses eltérítés (ionok)

f-mező elemei: lantanoidák és aktinoidák

Felhasználás, vegyületek:

Ce: ötvözetek

Ce(SO₄)₂: cérium(IV)-szulfát: oxidálószer

Ce, La: tűzkő

Gd, Sm, Eu, Dy: atomreaktorok szabályzórúdja

Gd: memóriachip, CD lemezek

Eu, Gd, Tb: foszforeszkáló festékek (TV képernyő)

Nd: UV sugarakat visszaverő szemüveg

Nd, Eu, Ho: lézerek (pl. Nd:YAG, Nd „szennyezés” az yttrium-alumínium gránitban)

Nd, Sm: erős mágnesek (pl. Nd₂Fe₁₄B, SmCo₅, Sm₂Co₁₇)

Nd, Sm: kőzetek, meteoritok kormeghatározása ($^{147}\text{Sm} \rightarrow ^{143}\text{Nd}$, $^{146}\text{Sm} \rightarrow ^{142}\text{Nd}$
mérés: $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ arány)

Tb, Gd: röntgen-detektor (Tb:Gd₂O₂S, röntgen \rightarrow 540 nm-es zöld fény)

Ce, Pr, Nd, Ho, Er: üvegek színezése

²⁴¹Am: füstdetektor (AmO₂, felezési idő: 432 év)

²³⁸U: páncéltörő lövedékek

²³⁵U: atombomba, atomreaktor

U, Th: fossziliák kormeghatározása

Th: ötvöző (Mg-mal kemény ötvözet, pl. repülőgép hajtóművek)

²³²Th, ²³⁸Pu, ²³⁴U...: lassú neutronokat befogva nukleáris hasadóanyag

Lantanidák



Neodímium mágnes

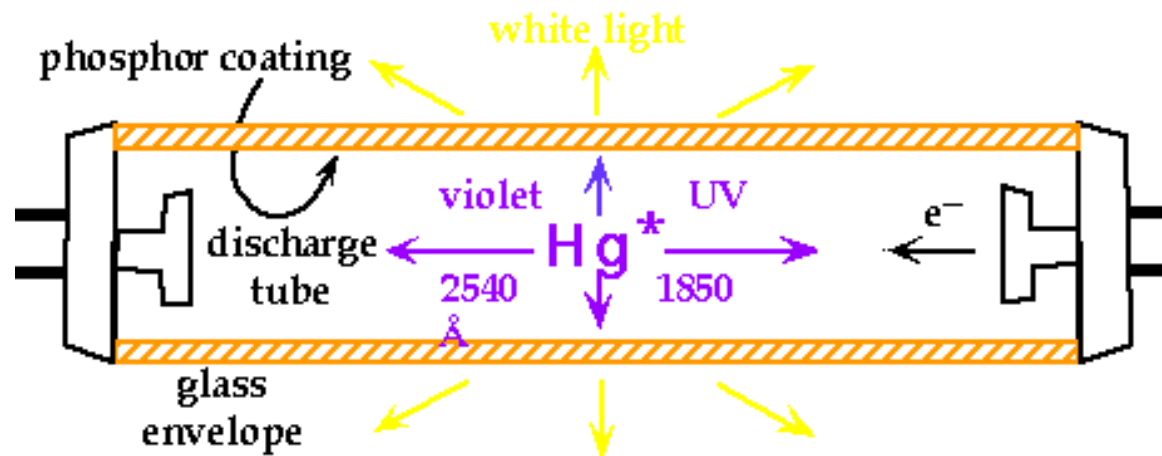


Szamárium mágnes



Lantanidák: Oxidok alkalmazása

Kompakt fénycsövek működése:



Néhány példa

Vörös: Eu^{3+} -mal szennyezett Y_2O_3

Zöld: Ce^{3+} -mal szennyezett CaS vagy Tb^{3+} -val szennyezett LaPO_4

Kék: Eu^{2+} -mal szennyezett $(\text{Sr},\text{Mg})_2\text{P}_2\text{O}_7$ vagy Ce^{3+} -val szennyezett LaPO_4

Szilárdtest lézerek is hasonlóan, pl $\text{Nd}:\text{YAG}$