

Valintakoe
Kemian laitos, Turun yliopisto
Perjantaina 18.5.2018 klo 9-12

Lue huolellisesti seuraavat ohjeet

1. Koe alkaa, kun valvoja antaa luvan. Koe päättyy klo 12.00. Poistua saa aikaisintaan klo 9:30.
2. Kokeessa saa käyttää ylioppilaskokeessa hyväksyttyä laskinta eli kaikki funktio-, graafiset ja symboliset laskimet ovat sallittuja. Symbolisen laskimen avulla tehdyt ratkaisut hyväksytään, kunhan ratkaisusta käy ilmi, mihin reaktioyhtälöön symboleineen se perustuu. Myös toisen asteen yhtälön ratkaisun voi suorittaa laskimella. Lukuarvojen sijoittamista ratkaisukaavaan ei tarvitse merkitä näkyviin.
3. Taulukkokirjaa ei saa olla mukana. Atomipainotaulukko on liitteenä koepaperin lopussa.
4. Kaikki ylimääräiset tavarat jätetään laukkuun. Kännykän pitää olla suljettuna laukussa.
5. Tehtäväpaperinipussa on 6 tehtävä sivua (sivut 2-7) ja yksi liitesivu (Atomipainotaulukko). Mikäli tehtäväpaperisi on puutteellinen, ilmoita heti valvojalle. Älä irrota sivuja toisistaan.
6. Kirjoita nimesi ja sosiaaliturvatunnuksesi/syntymäaikasi etusivulle, sekä nimesi jokaiselle muulle sivulle sitä varten osoitettuun kohtaan sivun yläalaidassa. Laita nimesi myös suttupaperiin. Täysin tyhjiin konseptipapereihin ei nimeä tarvita.
7. Kaikki vastaukset kirjoitetaan tehtäväpaperiin. Kirjoita vastaukset selkeästi ja perustele vastauksesi. Epäselkeistä tai puutteellisista vastauksista voidaan vähentää pisteitä. Tarvittaessa voit jatkaa sivun toiselle puolelle.
8. Jos tarvitset lisää konseptipaperia, tai sinulla on muuta asiaa valvojalle, nosta käsi ylös.
9. Jätä lähtiessäsi kaikki paperit valvojalle.
10. Todista lähtiessäsi henkilöllisyytesi valvojalle (henkilöllisyystodistus, ajokortti, passi). Mikäli henkilöllisyystodistus puuttuu, sinut saatetaan tiedekunnan opintotoimistoon henkilöllisyyden varmennusta varten.
11. Jos tarvitset todistuksen kokeeseen osallistumisesta, pyydä sitä valvojalta lähtiessäsi.
12. Kokeen maksimipistemäärä on 60. Opiskelijaksi voidaan hyväksyä kokelas, joka saavuttaa kokeessa vähintään 2/3 maksimipistemäärästä eli 40 pistettä. Kaikkien tehtävien pistemäärä on sama eli 12 pistettä.

Nimi:	Syntymäaika tai sotu:
-------	-----------------------

Pisteet (tarkastaja täyttää)

Tehtävä 1	Tehtävä 2	Tehtävä 3	Tehtävä 4	Tehtävä 5	Yhteensä

TEHTÄVÄ 1 (12 pistettä)

Keraamit ovat epäorgaanisia, kahden tai useamman alkuaineen yhdisteitä. Useimmiten materiaalit ovat metallioksiedeja, -nitridejä tai -karbideja. Korkean teknologian keraamit ovat viime vuosikymmeninä kehitettyjä uusia materiaaleja, joissa käytetään raaka-aineena hyvin puhtaita metalliyhdisteitä. Taulukossa on esitetty keraamien ja metallien ominaisuuksia.

	muokattavuus	korroosion-kestävyys	kulutus-kestävyys	tiheys	sulamispiste	lämmönjohtavuus
keraamit	huono	hyvä	hyvä	pieni	erittäin korkea	riippuu materiaalista
metallit	hyvä	huono	huono	suuri	korkea	hyvä

- a) Minkälaisia keraamit ja metallit ovat rakenteeltaan? Minkälaisia sidoksia niissä on?
 b) Selitä metallien ja keraamien ominaisuuksien eroja niiden rakenteiden perusteella. Käytä esimerkkinä kolme ominaisuutta taulukosta.
 c) Miksi korkean teknologian keraamit soveltuvat veitsien pinnoitteeksi, keinooniveliin tai avaruussukkulan lämpöeristeisiin? Perustele vastauksesi kuhunkin käyttötarkoitukseen keraamien ominaisuuksilla.

- a) Metalleilla on metallihila, joka on metallikationien ja vapaasti liikkuvien elektronien muodostama rakenne. Keraameissa atomit ovat sitoutuneet kovalenttisilla sidoksilla tai ionit ionisidoksilla. 2 p.
- b) Kolme ominaisuutta on perusteltu rakenteen avulla. 6 p.
 Muokattavuus: Metallit ovat helpommin muokattavissa kuin keraamit. Metallihilan rakenteessa metallikationit ja vapaat elektronit voivat siirtyä rakenteen hajoamatta.
 Korroosionkestävyys: Keraamit kestävät paremmin korroosiota. Metallit hapettuvat eli luovuttavat elektroneja.
 Kulutuskestävyys: Keraamit kestävät paremmin kulutusta. Kulutuskestävyys liittyy sidosten vahvuuteen ja osittain myös muokattavuuteen.
 Tiheys: Metallit ovat tiheämpiä kuin keraamit. Tiheys riippuu hilan rakenteesta. Metallihila on tiiviimpi kuin keraamien rakenne.
 Sulamispiste: Keraamien sulamispisteet ovat korkeampia kuin metallien. Sulamispiste riippuu katkeavan sidoksen vahvuudesta.
 Lämmönjohtavuus: Metallit johtavat hyvin lämpöä. Metallihilan vapaat elektronit auttavat lämmön johtumisessa.
- c) Soveltuvuus kuhunkin käyttötarkoitukseen on perusteltu kahdella ominaisuudella. 4 p.
 Veitsien pinnoitteena: 1) Keraamit ovat kemiallisesti kestäviä. 2) Keraamit kestävät kulutusta. / Keraamien muoto ei muutu.
 Keinoonivelissä: 1) Käytetyt keraamit ovat bioinerttejä. / Keraamit ovat kemiallisesti kestäviä. 2) Keraamit kestävät kulutusta. / Keraamien muoto ei muutu.
 Avaruussukkulan lämpöeristeessä: 1) Keraamit johtavat huonosti lämpöä. 2) - Keraamit kestävät korkeaa lämpötilaa sulamatta. 3) Keraamien pieni tiheys on etu avaruussukkulan painon kannalta.

TEHTÄVÄ 2 (12 pistettä)

Tunnista seuraavat alkuaineet A–F. Perustelua ei tarvita.

A: Pehmeä, hopeanhohtoinen metalli. Vahva pelkistin, joka reagoi kiivaasti veden kanssa.

Poltettaessa sen suolat värjäävät liekin violetiksi.

B: Kevyt, yksiatominen kaasu, joka on maailmankaikkeuden toiseksi yleisin alkuaine. Se löydettiin auringon spektristä vuonna 1868.

C: Maankuoren yleisin metalli, jolla keveytensä ja lujuutensa ansiosta on runsaasti teollisia käyttökohteita. Yleistyi käyttömetsallina noin 120 vuotta sitten, kun ainetta alettiin valmistaa elektrolyyttisesti bauksiitista.

D: Kiinteä, ihmiselle tärkeä epämetalli, joka sublimoituu helposti muodostaen violettia kaasua. Käytetään lisäaineena ruokasuolassa.

E: Hopeanvalkoinen, kevyt metalli, joka palaa ilmassa kirkkaasti valaisevalla liekillä. Metallia esiintyy klorofyllissä.

F: Siirtymäalkuaineisiin kuuluva käyttömetsalli, joka johtaa hyvin sähköä. Metallin valmistuksessa käytetään yleisesti Suomessa kehitettyä liekkisulatusmenetelmää.

Vastaus:

Seuraavat alkuaineet sopivat tehtävässä annettuihin kuvauksiin:

A: Kalium (K) 2p

B: Helium (He) 2p

C: Alumiini (Al) 2p

D: Jodi (I) 2p

E: Magnesium (Mg) 2p

F: Kupari (Cu) 2p

TEHTÄVÄ 3 (12 pistettä)

Laske seuraavien liuosten pH.

- 0,01 mol/dm³ suolahappoliuos
- 0,2 mol/dm³ natriumhydroksidiliuos
- Pipetoidaan 100 ml mittapulloon 50 ml 0,1 mol/dm³ etikkahappoliuosta ja 40 ml 0,1 mol/dm³ NaOH-liuosta. Täytetään mittapullo merkkiin tislattulla vedellä ja sekoitetaan.

Etikkahapon happovakio $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ ja veden ionitulo $K_w = 10^{-14} (\text{mol/dm}^3)^2$.

Hendersonin ja Hasselbalchin yhtälö: $\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$

a. $c(\text{HCl}) = 0,01 \text{ mol/dm}^3$, dissosioituu täysin

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0,01 = 2,0$$

$$\text{pH} = 2 \quad (3 \text{ p.})$$

b. $c(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ mol/dm}^3$, dissosioituu täysin

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 0,2 = 0,7$$

$$\text{pH} = 14 - 0,7 = 13,3 \quad (3 \text{ p.})$$

c. $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$, dissosioituu osittain, neutraloituu NaOH:n verran:

$$n(\text{NaOH}) = cV = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,040 \text{ dm}^3 = 0,004 \text{ mol.} \rightarrow n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,005 \text{ mol} - 0,004 \text{ mol} = 0,001 \text{ mol} \rightarrow c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,001 \text{ mol} / 0,1 \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{CH}_3\text{COO}^-) = n(\text{NaOH}) = 0,004 \text{ mol}$$

$$c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0,004 \text{ mol} / 0,1 \text{ dm}^3 = 0,04 \text{ mol/dm}^3$$



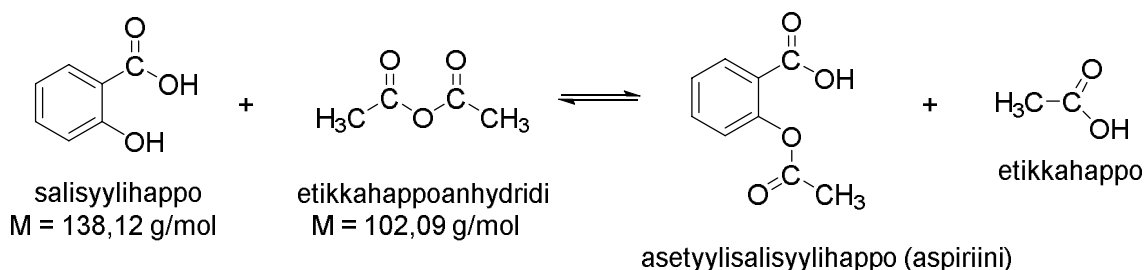
Kyseessä puskuriliuos, jonka pH saadaan Hendersonin ja Hasselbalchin yhtälöllä.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 4,74 + \lg \frac{0,04 \text{ mol/dm}^3}{0,01 \text{ mol/dm}^3} = 5,34 \quad (6 \text{ p.})$$

Kommentti: Kaikkia ylläesitettyjä välivaiheita ei ole edellytetty vastauksessa, vaan riittää, kun vastauksesta käy selville miten lasku on laskettu.

Tehtävä 4 (12 pistettä)

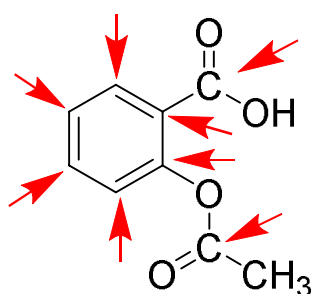
Aspiriinia valmistetaan esteröimällä salisyylihappoa etikkahappoanhydridillä. Siinä salisyylihapon fenolinen hydroksyyli-ryhmä reagoi etikkahappoanhydridin kanssa muodostaen aspiriinia ja etikkahappoa.



- Mitä funktionaalisia ryhmiä esiintyy asetyylisalisyylihapon rakenteessa?
- Kopioi asetyylisalisyylihapon rakennekaava ja merkitse siihen nuolella kaikki sp^2 -hybridisoituneet hiilet.
- Laske synteessin teoreettinen saanto (ts. kuinka paljon aspiriinia voi enintään syntyä reaktiossa), kun käytetään 7,6 g etikkahappoanhydridia ja 5 g salisyylihappoa.

a. karboksyylihappo (-COOH), esteri (-COOR) ja aromaattinen rengas. (3 p.)

b.



(3 p.)

c. $n(\text{etikkahappoanhydridi}) = m(\text{etikkahappoanhydridi})/M(\text{etikkahappoanhydridi}) = 7,6 \text{ g} / 102,09 \text{ g/mol} = 0,07444 \text{ mol}$

$n(\text{salisyylihappo}) = m(\text{salisyylihappo})/M(\text{salisyylihappo}) = 5 \text{ g} / 138,12 \text{ g/mol} = 0,03620 \text{ mol}$

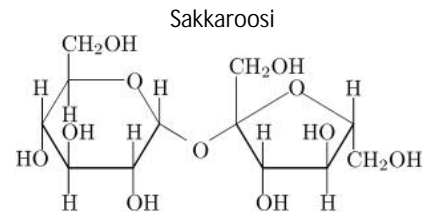
Salisyylihapon ainemäärä pienempi \rightarrow salisyylihappo on reaktion rajoittava tekijä.

$n(\text{aspiriini}) = n(\text{salisyylihappo})$

$m(\text{aspiriini}) = n(\text{aspiriini}) \cdot M(\text{aspiriini}) = 0,03620 \text{ mol} \cdot 180,16 \text{ g/mol} = 6,5218 \text{ g} \approx 6,5 \text{ g}$ (6 p.)

TEHTÄVÄ 5 (12 pistettä)

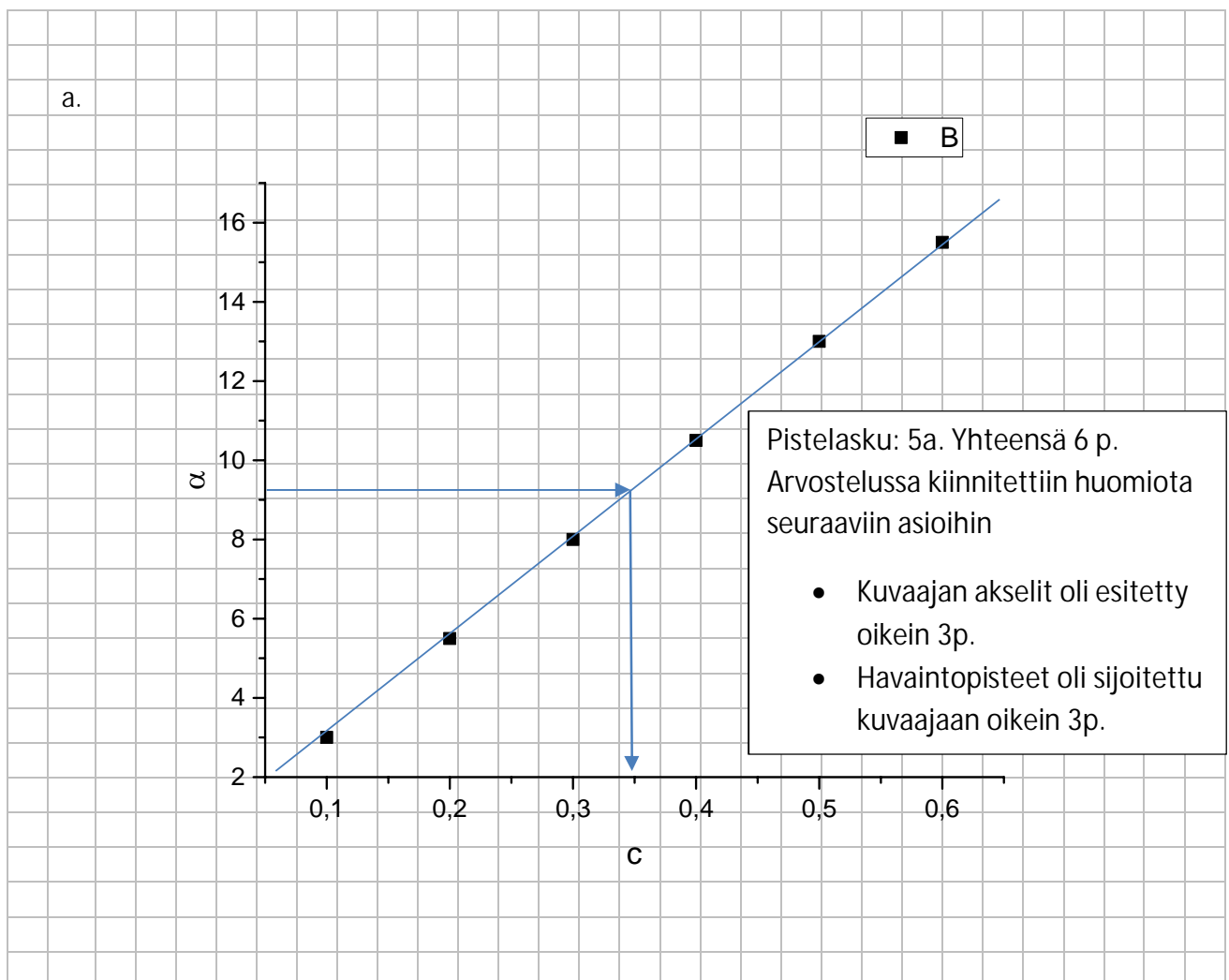
Sakkaroosi (ruokosokeri, eli tavallinen makeutukseen käytettävä sokeri) on disakkaridi, joka on muodostunut glukoosi- ja fruktoosiyksiköistä. Sakkaroosi on optisesti aktiivinen yhdiste (kiertää näyteliuoksen läpi kulkevan polarisoidun valon tasoa joko myötä- tai vastapäivään). Optisesti aktiivisen yhdisteen pitoisuus liuoksessa voidaan määrittää polarimetrin avulla, sillä tasopolaroituneen valon kiertokulma on suoraan verrannollinen yhdisteen konsentraatioon.



Tuntemattoman konsentraation määrittämistä varten tarvitaan samoissa olosuhteissa tunnetuilla näytteillä määritetty kalibraatio-suora, jossa esitetään mitattu kiertokulma α konsentraation funktiona. Konsentraatio tutkittavassa näytteessä voidaan lukea tästä kuvaajasta, kun tunnetaan näytteen kiertokulma samoissa olosuhteissa, joissa standardisuora on määritetty.

- a. Taulukossa on esitetty arvoja, jotka on saatu mittaamalla tunnetun väkevyisten sakkaroosiliuosten kiertokulma polarimetrillä. Piirrä alla olevaan ruudukkoon kuvaaja, jossa esitetään sakkaroosiliuoksen kiertokulma konsentraation funktiona.

$c / \text{mol l}^{-1}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
α	3	5,5	8	10,5	13	15,5



Tehtävä jatkuu seuraavalla sivulla

- b. Määritä piirtämäsi kuvaajan avulla tuntemattoman näytteen sakkaroosin konsentraatio, kun kiertokulmaksi mitattiin 9,2 astetta?
- c. Sinun pitäisi valmistaa liuos, jonka tilavuus on 250 ml ja jossa sakkaroosin konsentraatio on 0,35 mol/dm³. Kuinka paljon sakkaroosia tarvitaan?

b. Kuvaajan perusteella tuntemattoman näytteen sakkaroosikonsentraatio on n. 0,35 mol/dm³. (2 p.)

$$\begin{aligned} \text{c. } m(\text{sakkaroosi}) &= c(\text{sakkaroosi}) \cdot V(\text{liuos}) \cdot M(\text{sakkaroosi}) = 0,35 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,250 \text{ dm}^3 \cdot 342,3 \text{ g/mol} \\ &= 29,951 \text{ g} \approx 30,0 \text{ g.} \quad (4 \text{ p.}) \end{aligned}$$

Suhteelliset atomimassat, $A_r(^{12}\text{C}) = 12$

Numero suluissa ilmoittaa viimeisen desimaalin luotettavuuden. * Radioaktiivisille alkuaineille: tärkeän isotoopin nuklidimassa.
Th, Pa ja U: luonnon isotooppikoostumus. *Pure Appl. Chem.* **78**, 2051-2066 (2006)

1	Vety	H	1,00794(7)	59	Praseodyymi	Pr	140,90765(2)
2	Helium	He	4,002602(2)	60	Neodyymi	Nd	144,242(3)
3	Litium	Li	6,941(2)	61	Prometium	Pm	146,9151*
4	Beryllium	Be	9,012182(3)	62	Samarium	Sm	150,36(2)
5	Boori	B	10,811(7)	63	Europium	Eu	151,964(1)
6	Hiili	C	12,0107(8)	64	Gadolinium	Gd	157,25(3)
7	Typpi	N	14,0067(2)	65	Terbium	Tb	158,92535(2)
8	Happi	O	15,9994(3)	66	Dysprosium	Dy	162,500(1)
9	Fluori	F	18,9984032(5)	67	Holmium	Ho	164,93032(2)
10	Neon	Ne	20,1797(6)	68	Erbium	Er	167,259(3)
11	Natrium	Na	22,98976928(2)	69	Tulium	Tm	168,93421(2)
12	Magnesium	Mg	24,3050(6)	70	Ytterbium	Yb	173,04(3)
13	Alumiini	Al	26,9815386(8)	71	Lutetium	Lu	174,967(1)
14	Pii	Si	28,0855(3)	72	Hafnium	Hf	178,49(2)
15	Fosfori	P	30,973762(2)	73	Tantaali	Ta	180,94788(2)
16	Rikki	S	32,065(5)	74	Volframi	W	183,84(1)
17	Kloori	Cl	35,453(2)	75	Renium	Re	186,207(1)
18	Argon	Ar	39,948(1)	76	Osmium	Os	190,23(3)
19	Kalium	K	39,0983(1)	77	Iridium	Ir	192,217(3)
20	Kalsium	Ca	40,078(4)	78	Platina	Pt	195,084(9)
21	Skandium	Sc	44,955912(6)	79	Kulta	Au	196,966569(4)
22	Titaani	Ti	47,867(1)	80	Elohopea	Hg	200,59(2)
23	Vanadiini	V	50,9415(1)	81	Tallium	Tl	204,3833(2)
24	Kromi	Cr	51,9961(6)	82	Lyijy	Pb	207,2(1)
25	Mangaani	Mn	54,938045(5)	83	Vismutti	Bi	208,98040(1)
26	Rauta	Fe	55,845(2)	84	Polonium	Po	208,9824*
27	Koboltti	Co	58,933195(5)	85	Astatiini	At	209,9871*
28	Nikkeli	Ni	58,6934(2)	86	Radon	Rn	222,0176*
29	Kupari	Cu	63,546(3)	87	Frankium	Fr	223,0197*
30	Sinkki	Zn	65,409(4)	88	Radium	Ra	226,0254*
31	Gallium	Ga	69,723(1)	89	Aktinium	Ac	227,0277*
32	Germanium	Ge	72,64(1)	90	Torium	Th	232,03806(2)
33	Arseeni	As	74,92160(2)	91	Protaktinium	Pa	231,03588(2)
34	Seleeni	Se	78,96(3)	92	Uraani	U	238,02891(3)
35	Bromi	Br	79,904(1)	93	Neptunium	Np	237,0482*
36	Krypton	Kr	83,798(2)	94	Plutonium	Pu	244,0642*
37	Rubidium	Rb	85,4678(3)	95	Amerikium	Am	243,0614*
38	Strontium	Sr	87,62(1)	96	Curium	Cm	247,0704*
39	Yttrium	Y	88,90585(2)	97	Berkelium	Bk	247,0703*
40	Zirkonium	Zr	91,224(2)	98	Kalifornium	Cf	251,0796*
41	Niobi, Niobium	Nb	92,90638(2)	99	Einsteinium	Es	252,0830*
42	Molybdeeni	Mo	95,94(2)	100	Fermium	Fm	257,0951*
43	Teknetium	Tc	98,9063*	101	Mendelevium	Md	258,0984*
44	Rutenium	Ru	101,07(2)	102	Nobelium	No	259,1010*
45	Rodium	Rh	102,90550(2)	103	Lawrencium	Lr	260,1097*
46	Palladium	Pd	106,42(1)	104	Rutherfordium	Rf	261,1088*
47	Hopea	Ag	107,8682(2)	105	Dubnium	Db	262,1141*
48	Kadmium	Cd	112,411(8)	106	Seaborgium	Sg	263,1219*
49	Indium	In	114,818(3)	107	Bohrium	Bh	264,12*
50	Tina	Sn	118,710(7)	108	Hassium	Hs	[277]
51	Antimoni	Sb	121,760(1)	109	Meitnerium	Mt	268,1388*
52	Telluuri	Te	127,60(3)	110	Darmstadtium	Ds	272,1535*
53	Jodi	I	126,90447(3)	111	Röntgenium	Rg	[272]
54	Ksenon	Xe	131,293(6)	112	Ununbium	Uub	[285]
55	Cesium	Cs	132,9054519(2)	114	Ununquadium	Uuq	[289]
56	Barium	Ba	137,327(7)	116	Ununhexium	Uuh	[289]
57	Lantaani	La	138,90547(7)	118	Ununoctium	Uuo	[293]
58	Cerium	Ce	140,116(1)				