

Čas reševanja: 120 minut.

Dovoljeni pripomočki: računalno, ravnilo, kotomer, šestilo, kemični svinčnik, svinčnik, radirka.

Periodni sistem je priložen.

Naloge

Na ta list **ne** pišite odgovorov. Uporabite *ocenjevalno polo*.

Vsak rezultat mora imeti pravilno enoto in primerno število veljavnih mest.

Na ocenjevalno polo zapišite postopek reševanja, sicer se naloga oceni z nič točkami!

Konstante

$$N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$c \equiv 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$$

$$\mu_0 \equiv 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V s A}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$\sigma = 5,67037 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

$$R = 8,31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$e_0 = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$\epsilon_0 \equiv \mu_0^{-1} c^{-2} \approx 8,85419 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$$

$$m_u = 1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$F = 96\,485 \text{ As mol}^{-1}$$

$$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

$$h = 6,62607 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$k_B = 1,38065 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

POTAPLJANJE

Pri potapljanju je zrak bistvenega pomena. Pri daljših potopih lahko potapljač dobiva zrak po cevi ali pa ga v jeklenki nese s seboj. Potapljač pod vodo diha zrak pri tlaku, ki je enak tlaku okolice. Ocenimo, da mišice prsnega koša prenesejo največjo tlačno razliko 0,20 bar. Gostota vode je 1000 kg m^{-3} , zračni tlak na površini pa 1,0 bar. Predpostavimo, da se temperatura potapljača ne spremeni.

1.1 Kako globoko bi se še lahko potopil potapljač, da bi po cevki lahko dihal zrak s površine? (2 TOČKI)

Izračunali ste, da se potapljač, ki bi dihal po cevki, ne bi mogel potopiti zelo globoko. Da bi se potopil globlje, bi mu morali dovajati zrak pod pritiskom. Zato se v večje globine potapljači najraje odpravijo z jeklenko in regulatorjem tlaka. Jeklenka, s katero se potaplja naš potapljač, ima prostornino 15 ℓ in zrak pod tlakom 230 bar. Potapljač pri umirjenemu plavanju porabi v povprečju 20 ℓ zraka na minuto.

1.2 Za koliko časa bi zadoščala jeklenka za dihanje na površini? (3 TOČKE)

1.3 Za koliko časa pa bi jeklenka zadoščala za dihanje na globini 35 m? (2 TOČKI)

Potapljač se zaradi večje topnosti dušika pod tlakom v krvi ne sme prehitro dvigniti na površino, saj se ta dušik ne bi mogel varno izločiti iz krvi. Priporočena hitrost potapljanja ali dviganja je 10 metrov na minuto. Ker potapljači nimajo merilnika hitrosti, si pomagajo tako, da opazujejo dviganje mehurčkov izdihanega zraka in se ravna po tistih, ki se dvigajo s hitrostjo, ki je priporočena za dviganje potapljača. Hitrost dviganja mehurčkov je odvisna od velikosti mehurčkov.

1.4 Izračunajte polmer mehurčkov, ki se dvigajo z enako hitrostjo, kot je priporočena hitrost za potapljača. Silo vodnega upora izračunamo s kvadratnim zakonom upora po enačbi $F_u = \frac{1}{2} c_u \rho v^2 S$, kjer je c_u koeficient upora, ki za kroglo znaša 0,47, ρ gostota vode, v hitrost mehurčka in S njegov prečni presek. (4 TOČKE)

Iz dobljenega rezultata vidite, da potapljač ne sme prehiteti niti najmanjših mehurčkov. Pri vsakem potopu je predpisan tudi varnostni postanek zaradi dekompresije, ki ga pri dviganju naš potapljač naredi na globini 5 m in traja 3 min. V jeklenki je četrtnina zraka namenjena rezervi.

1.5 Koliko časa lahko potapljač prebije na globini 35 m, če upoštevamo vse do sedaj zapisano? Za spuščanje porabi 190 ℓ zraka (tolikšna bi bila prostornina pri 1,0 bar), enako velja tudi za dviganje.

(4 TOČKE)

1.6 Zakaj mora imeti potapljač, ki se potaplja na dah, pri dviganju iz globine 10 m odprta usta?

(1 TOČKA)

1.7 Zakaj potapljač vidi tem manj barv, čim globlje se potopi, oziroma zakaj v globini vidi predvsem zelene in modre barve? Barve podvodnemu svetu lahko doda, če posveti s podvodno svetilko. (1 TOČKA)

KROŽENJE DUŠIKA

Kemoavtotrofni prokarionti namesto svetlobe kot primarni vir energije izkoriščajo anorganske spojine. Energija se sprošča s kemično oksidacijo na primer molekularnega vodika (H_2), amonijaka (NH_3), vodikovega sulfida (H_2S) ali železovega(II) iona (Fe^{2+}). Kemoavtotrofni prokarionti so tudi bakterije rodov *Nitrosomonas* in *Nitrobacter*, ki imajo pomembno vlogo pri kroženju dušika v naravi. Oksidirajo amonijev ion (NH_4^+) v nitritnega (NO_2^-) oziroma nitritni ion (NO_2^-) v nitratnega (NO_3^-). NO_3^- je oblika dušika, ki ga rastline lahko sprejemajo. Pri omenjenih bakterijah poteka fiksacija ogljikovega dioksida v organske molekule v posebnih citoplazemskih vključkih, ki jih imenujemo karboksisomi. Karboksisomi so zgrajeni iz ovojnice, ki jo gradijo beljakovine, v njih pa so encimi, ki omogočajo potek Calvinovega cikla. Bakterije iz rodov *Nitrosomonas* in *Nitrobacter* so aerobni organizmi.

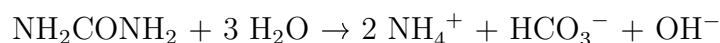
2.1 Na osnovi značilnosti bakterij rodu *Nitrosomonas* in *Nitrobacter*, ki so zapisane v uvodu, in lastnega znanja o zgradbi prokariontskih celic ugotovite, ali so zapisane trditve pravilne ali napačne. (3 TOČKE)

- A. Celice obdaja celična stena iz peptidoglikanov.
- B. Fotosintezna barvila so v karboksisomu.
- C. Encimi dihalne verige so na uvihkih celične membrane.
- D. Kromosom je zgrajen samo iz molekule DNA.
- E. Energijo za fiksacijo CO_2 v organske molekule pridobijo z oksidacijo organskih molekul.
- F. Sinteza celičnih encimov poteka na ribosomih, ki so vezani na endoplazemski retikel.

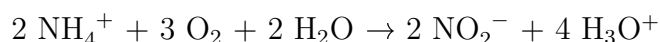
V dušikovem ciklu dušik neprestano kroži med zrakom, tlemi in organizmi (rastlinami, živalmi in bakterijami). Čeprav je molekula dušika (N_2) glavni gradnik atmosfere (78%), je v tej obliki praktično neuporabna za večino živih bitij, razen za nekatere bakterije in alge. Da bi organizmi uporabljali dušik, mora biti dostopen v drugih kemičnih oblikah, na primer kot amonijev ali nitratni ion. Rastline te črpajo iz tal skozi korenine in jih vgradijo v lastne molekule. Potem jih uporabljajo živali v prehranjevalni verigi. Živali proizvajajo izločke in iztrebke ter umirajo oziroma propadajo. Prav tako propadajo rastline. Bakterije v tleh pretvorijo razpadajoče organske snovi nazaj v amonijeve soli (amonifikacija ali mineralizacija) in v nitrate (nitrifikacija).

Naslednje kemijske enačbe ponazarjajo opisane procese.

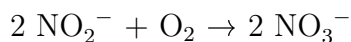
Amonifikacija (mineralizacija) sečnine:



Nitrifikacija (pretvorba amonijevega iona v nitrit z bakterijo *Nitrosomonas*):



Nitrifikacija (pretvorba nitrita v nitrat z bakterijo *Nitrobacter*):



2.2 Zapišite oksidacijska števila dušika v naslednjih spojinah: molekularni dušik, amonijev ion, nitritni ion, nitratni ion. (2 TOČKI)

2.3 Narišite Lewisove formule molekularnega dušika, nitritnega iona in amonijevega iona. (3 TOČKE)

2.4 Katera izmed navedenih soli je v vodi slabo topna? (1 TOČKA)

- A. natrijev nitrat
- B. kalijev nitrat
- C. amonijev nitrat
- D. nobena od naštetih

2.5 Optimalen pH za razvoj bakterij *Nitrosomonas* je 7,9. Izračunajte, koliko odstotkov vsega raztopljenega amonijaka je pri tem pH v protonirani obliki (kot amonijev ion). Konstanta baze (K_b) za amonijak znaša $1,78 \cdot 10^{-5}$. (3 TOČKE)

2.6 Nitrifikacija se popolnoma ustavi, če je pH nižji kot 6,0. Kolikšna je celokupna koncentracija HNO_3 pri tem pH, če v vodi ni drugih topljencev? Avtoprotolizo vode zanemarite. (1 TOČKA)

2.7 Da nitrifikacija poteka, mora biti v vodi vsaj $6 \cdot 10^{-5} \text{ mol } \ell^{-1}$ raztopljenega kisika. Raztapljanje kisika iz zraka v vodi lahko opišemo kot ravnotežno reakcijo $\text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{O}_2 (\text{aq})$, za katero pri 298 K konstanto ravnotežja zapišemo:

$$K_{eq} = \frac{[\text{O}_2 (\text{aq})]}{p(\text{O}_2 (\text{g}))} = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol } \ell^{-1} \text{ Pa}^{-1}.$$

Izračunajte, kolikšna je ravnotežna množinska koncentracija kisika v vodi, ki je v ravnotežju z zrakom. Molski delež kisika v zraku znaša 21 %. Kolikšen pa je najnižji dopusten molski delež kisika v zraku pri standardnih pogojih, da bo nitrifikacija v vodi, ki je v ravnotežju s tem zrakom, še potekala? Kolikšna bo tedaj masna koncentracija raztopljenega kisika? (3 TOČKE)

Klub intenzivnemu kroženju dušika je dušik običajno še vedno eden izmed elementov, ki je v mnogo ekosistemih omejujoči dejavnik za rast primarnih proizvajalcev, tj. rastlin. Ta problem je še posebej izrazit v intenzivnem poljedelstvu. V tradicionalnem kmetijstvu kmetje gnojijo polja in travnike z živalskimi iztrebki (gnoj in gnojevka), ki vsebujejo sečnino ter druge organske molekule. Lahko pa kmetje uporabijo tudi mineralno gnojilo (umetno gnojilo), ki vsebuje sečnino.

2.8 Koliko gramov nitratnih ionov lahko največ nastane na 1 m^2 travnika, če gnojijo s 120 kg gnojila na hektar. Predpostavite, da je edina sestavina gnojila sečnina. (2 TOČKI)

2.9 Dušik kot nitrat lahko vstopi v rastline skozi korenine. V katere molekule bodo rastline vgradile tako sprejet dušik? Obkrožite vse pravilne odgovore. (2,5 TOČKE)

- A. DNA
- B. mRNA
- C. ATP
- D. Škrob
- E. Glukoza
- F. Celuloza
- G. Trigliceridi
- H. Encim RubisCo, ki veže CO_2 v procesu fotosinteze
- I. Beljakovine, ki gradijo protonsko črpalko v tilakoidni membrani kloroplasta

Dijaki so v poskusu preučevali vpliv količine dušika (nitratnih ionov) v tleh na rast krompirja. V literaturi so poiskali podatke o krompirju. Med drugim so prebrali tudi naslednji opis.

Krompir (znanstveno ime *Solanum tuberosum*) je trajnica iz družine razhudnikovk (*Solanaceae*), znana predvsem po gomoljih, ki se uporabljajo tudi kot živilo v prehrani ljudi. Beseda 'krompir' se nanaša tako na užitne gomolje kot na celo rastlino. Gomolj krompirja je stebelni gomolj, ki nastane z odebelitvijo podzemnega dela stebela. V njem se kopičijo rezervne snovi, z gomolji pa se krompir tudi vegetativno razmnožuje. V gomolju krompirja je do 80 % vode, približno 17,2 % ogljikovih hidratov, 1,7 % beljakovin, 0,1 % maščob ter približno 1 % vitaminov in anorganskih snovi, ki vsebujejo kalij, kalcij, železo, magnezij ... Pri shranjevanju krompirja za ozimnico je posebej pomembno, da je skladiščen v temnem prostoru. Sončna svetloba namreč v krompirju povzroči kopičenje zelo nevarnega alkaloida – solanina, ki je strupen. Takšen krompir postane pod kožico zelen, kar je posledica hkratnega pojava klorofila. Že en srednje velik zelen krompir v kilogramu krompirja je dovolj za zastrupitev s solaninom.

2.10 S spodnjim dihotomnim ključem zapišite vse značilnosti družine razhudnikovk.

(2 TOČKI)

1	Listi so vzporedno žilnati, preprosti in nedeljeni.....	4	
1*	Listi so mrežasto žilnati.....	2	
2	Cveto odevalo manjka ali pa je zelo preprosto (ni venčnih in časnih listov).....	5	
2*	Cvetno odevalo je dvojno, ima venčne in časne liste.....	3	
3	Venčni listi so posamični.....	6	
3*	Vsi venčni listi so zrasli.....	7	
4	Listi so na rastlini nameščeni izmenično, nedeljeni, listi rob je cel. Majhni cvetovi cilindrične oblike.....		Družina <i>Araceae</i>
4*	Zelnata trajnica, lahko ima čebulice. Listi so podolgovati.....		Družina <i>Iridaceae</i>
5	Listi so nasprotno nameščeni, preprosti, celi.....		Družina <i>Caryophyllaceae</i>
5*	Steblo je razvejano. Listi so nameščeni izmenično.....		Družina <i>Polygonaceae</i>
6	Listi so nameščeni izmenično, pernato deljeni, cvet ima obliko metulja.....		Družina <i>Fabaceae</i>
6*	Listi izraščajo iz baze stebela (rastlina je rozetasta). Cvet je zvezdasto someren....		Družina <i>Primulaceae</i>
7	Listi so na stebelu nameščeni nasprotno, cvet ni zvezdasto someren.....		Družina <i>Caprifoliaceae</i>
7*	Listi so na stebelu nameščeni izmenično, pernato deljeni, cvet je zvezdasto someren.		Družina <i>Solanaceae</i>

2.11 Kateri ogljikovi hidrati so prisotni v skladiščenem krompirjevem gomolju? Obkrožite vse pravilne odgovore.

(1,5 TOČKE)

- A. Celuloza
- B. Hitin
- C. Škrob
- D. Glikogen
- E. Glukoza
- F. Laktoza

2.12 Solanin je prisoten tudi v listih, stebelu, koreninah in plodovih, ne samo v gomoljih, ki so izpostavljeni svetlobi. Kakšen je njegov pomen za rastlino? Obkrožite pravilni trditvi.

(1 TOČKA)

- A. Omogoča nastanek klorofila.
- B. Onemogoča nastanek klorofila.
- C. Predstavlja obrambo pred rastlinojedci.
- D. Predstavlja obrambo pred razširjanjem semen.
- E. Predstavlja obrambo pred pretiranim uživanjem gomoljev, ki jih živali najdejo na njivi.

Za proučevanje vpliva koncentracije nitratnih ionov v tleh na rast krompirja so najprej iz gomoljev, ki so zrasli iz genetsko enakih rastlin, vzgojili nove rastline. Nato so 40 krompirjevih rastlin posadili v posode z globino 30 cm z enako gojitveno podlago (substratom). Ko so rastline dosegle višino približno 10 cm, so jih po 10 presadili v posode, v katerih so bil štiri različni substrati. Substrati so se med seboj razlikovali samo po vsebnosti nitratnih ionov. Nato so naslednjih 50 dni vsakih pet dni merili višino rastlin. Po 50 dneh, ko so rastline vzcvetele, so popisali njihove značilnosti, prešteli število gomoljev in določili njihovo skupno maso ter rastlinam potrgali vse liste, jim izmerili površino ter jih nato posušili in tehtali. Rezultati meritev so prikazani v Tabeli 1.

	Substrat A	Substrat B	Substrat C	Substrat D
Število rastlin	10	10	10	10
Koncentracija NO_3^- v substratu ($\text{mg } \ell^{-1}$)	20	40	80	120
Začetna višina rastlin, povprečje (cm)	10,2	10,1	10,4	10,2
Končna višina rastlin, povprečje (cm)	20,7	35,3	39,8	47,1
Suha masa listov, povprečje (g)	34	45	51	55
Število listov, povprečje	19	22	28	29
Površina listov, povprečje (cm^2)	4700	6500	7800	8700
Število gomoljev, skupaj pri vseh rastlinah	35	60	55	80
Masa gomoljev, skupaj pri vseh rastlinah (g)	1600	5250	6550	2700

Tabela 1: Rezultati poskusa.

2.13 V čem so se po končanem poskusu med seboj razlikovale rastline vzgojene iz gomoljev iste rastline? Predpostavimo, da v poskusu niso nastale mutacije. (1 TOČKA)

- A. Po genotipu.
- B. Po fenotipu.
- C. Po genotipu in fenotipu.
- D. Genotip in fenotip rastlin sta bila po končanem poskusu enaka pri vseh rastlinah.

2.14 Strokovna literatura navaja, da je eden izmed pokazateljev ustreznosti substrata za rastline tudi specifična listna površina. S specifično listno površino (SLA), ki je količnik med skupno površino listov in suho maso listov za posamezno rastlino, lahko ocenimo ustreznost vsebnosti nitratnih ionov v tleh. Z naraščanjem koncentracije nitratnih ionov v tleh se povečuje tudi SLA. Z rezultati poskusa natančno utemeljite, katero izmed spodaj zapisanih trditev potrjuje tudi izvedeni poskus. Zapišite vse izračune in obkrožite pravilno trditev. (2 TOČKI)

- A. Z naraščanjem koncentracije nitratnih ionov v tleh se povečuje tudi SLA.
- B. Koncentracija nitratnih ionov ne vpliva na SLA.

2.15 Po končanem poskusu (Tabela 1) so gomolje krompirjevih rastlin iz posod A, B, C in D olupili. Debelina olupka znaša 1,0 mm. Izračunajte, koliko odstotkov začetne mase gomoljev predstavljajo olupki v posamezni posodi. Predpostavite, da so imeli v posamezni posodi vsi gomolji enako maso, da so bili enako veliki in sferične oblike. Gostota gomoljev znaša $1,15 \text{ g cm}^{-3}$. (4 TOČKE)

NAMIG: Prostornino krogle izračunamo: $\frac{4}{3}\pi r^3$.

2.16 V nalogi 2.8. ste izračunali, koliko nitratnih ionov je po gnojenju na voljo na 1 m^2 tal. Predpostavite, da prodrejo do globine 30 cm in se enakomerno razporedijo. Glede na rezultate poskusa (Tabela 1) presodite, ali je koncentracija nitratnih ionov, ki nastanejo z gnojenjem, primerna za optimalno rast krompirja. Obkrožite pravilno trditev. (2 TOČKI)

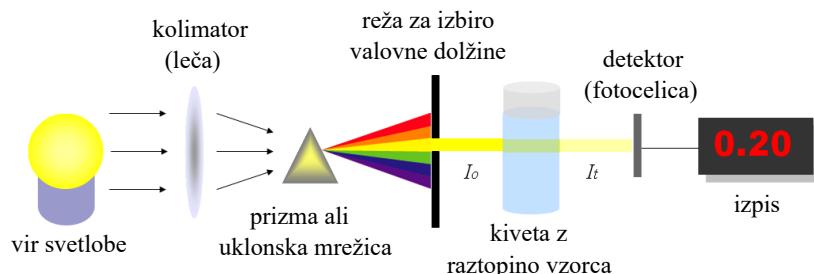
JOKER: Če niste prepričani v svoj odgovor iz naloge 2.8, lahko uporabite vrednost 30 g m^{-2} .

- A. Koncentracija nitratnih ionov je primerna za optimalno rast krompirja.
- B. Koncentracija nitratnih ionov ni primerna za optimalno rast krompirja.

Dijaki ene izmed skupin so še pred presaditvijo rastlin ugotovili, da so najverjetneje napačno pripravili substrat za eno izmed posod. Da bi ugotovili, katera posoda je bila to, so spektrofotometrično določali koncentracijo nitratnih ionov v posodah.

Spektrofotometrija temelji na merjenju absorpcije svetlobe pri prehodu skozi raztopino vzorca. Svetloba izbrane valovne dolžine potuje skozi vzorec, pri čemer se del svetlobe pri tem absorbira, prepuščena svetloba manjše intenzitete pa pride do detektorja. Naprava za merjenje absorbirane svetlobe (absorbance) se imenuje spektrofotometer. Absorbanca je premo sorazmerna s koncentracijo nitratnih ionov v vzorecu.

Pripravili so štiri raztopine, v katerih so bili vzorci substrata A, B, C in D (vzorec A, vzorec B, vzorec C in vzorec D), in jim izmerili absorbanco. Naslednja shema prikazuje izvedbo poskusa.



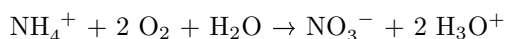
V spodnji tabeli so prikazani rezultati meritev absorbance vzorcev A, B, C in D.

	Vzorec A (20 mg ℓ ⁻¹)	Vzorec B (40 mg ℓ ⁻¹)	Vzorec C (80 mg ℓ ⁻¹)	Vzorec D (120 mg ℓ ⁻¹)
Absorbanca	0,050	0,105	0,210	0,415

2.17 Na osnovi podatkov v tabeli narišite graf, ki bo prikazoval izmerjeno absorbanco v odvisnosti od koncentracije nitratnih ionov v vzorcu. (2 TOČKI)

2.18 Kateri izmed vzorcev je iz substrata, ki je bil napačno pripravljen in nima tolikšne koncentracije nitratnih ionov, kot prikazuje Tabela 1? (1 TOČKA)

2.19 Reakcijska entalpija za oksidacijo amonijevega iona v nitratni ion znaša -349 kJ na 1 mol amonijevih ionov. Največ koliko energije lahko bakterije pridobijo z oksidacijo 1 kg amonijevih ionov? Kolikšno maso glukoze mora za enako količino energije predelati *Escherichia coli*? Tvorbena entalpija glukoze znaša -1271 kJ mol⁻¹, vode -285 kJ mol⁻¹ in ogljikovega dioksida -394 kJ mol⁻¹. (V resnici je v živih bitjih izkoristek oksidacije amonijevega iona precej nižji kot za glukozo.) (4 TOČKE)



2.20 Pri oksidaciji amonijaka v nitrat (glej nalogo 2.19) bakterije vsako minuto porabijo 1,0 g kisika. Reakcija poteka v tekočem gojišču s prostornino 2 ℓ. Izračunajte hitrost kemijske reakcije glede na amonijev ion pri tej oksidaciji. (2 TOČKI)

ŽELIMO VAM VELIKO USPEHA.

PRAZNA STRAN

PERIODNI SISTEM ELEMENTOV

I																	VIII
1																	18
1	H															He	
1,008																4,0026	
2	3	Li	Be													Ne	
6,941	9,0122															20,180	
11	12	Na	Mg													Ar	
22,993	24,305															39,948	
3	4			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
39,093	40,078	44,956	47,867	50,942	52,996	54,938	55,845	58,933	58,693	63,546	65,38	69,723	72,63	74,922	78,95	79,904	83,798
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
85,463	87,62	88,906	91,224	92,906	95,96	(98)	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,76	127,60	126,90	131,29
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
132,91	137,33		178,49	180,95	183,84	186,21	190,23	192,22	195,08	196,97	200,59	204,38	207,2	208,98	(209)	(210)	(222)
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr	Ra	#	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
(223)	(226)		(265)	(268)	(271)	(270)	(277)	(276)	(281)	(280)	(285)	(284)	(289)	(288)	(293)	(294)	(294)
* Lantanoidi 57 La 58 Ce 59 Pr 60 Nd 61 Pm 62 Sm 63 Eu 64 Gd 65 Tb 66 Dy 67 Ho 68 Er 69 Tm 70 Yb 71 Lu 138,91 140,12 140,91 144,24 (145) 150,36 151,96 157,25 158,93 162,50 164,93 167,26 168,93 173,05 174,97 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103																	
# Aktinoidi (227) 232,04 231,04 238,03 (237) (244) (243) (247) (247) (247) (251) (252) (257) (258) (259) (262)																	