

**OLIMPIADA DE CHIMIE**  
**etapa județeană/a municipiului București**  
**17 martie 2018**  
**Clasa a X-a**

**Varianța 1**

**Útmutatás:**

A feladatok megoldásához használja a mellékletben levő PERIÓDUSOS RENDSZER táblázatában található kerekített atomtömegeket.

**I. TÉTEL ..... 25 pont**

**A. .... 13 pont**

A Nemzetközi Kémia Olimpiász a gimnáziumi tanulók egy nemzetközi versenye. Románia legelőször 1970-ben vett részt Magyarországon a Nemzetközi Kémia Olimpiáson, 1974-ben és 1983-ban pedig Románia volt a nemzetközi verseny gazdája. A legelső Nemzetközi Kémia Olimpiász Prágában volt megszervezve 1968-ban, az 50. alkalommal Pozsonyban és Prágában lesz megszervezve 2018-ban.

A nemzetközi olimpiáson feladott legelső szerves kémiai feladat az alábbi (1. szám), amelyet 1969-ben fogalmaztak meg Katowicében, Lengyelországban.

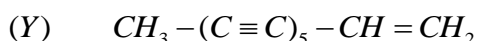
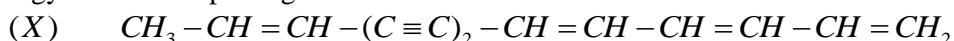
1. Egy  $10 \text{ cm}^3$  térfogatú, gázhalmazállapotú ismeretlen szénhidrogén mintát  $70 \text{ cm}^3$  oxigénben égetnek. A keletkezett gázkeverék hűtéskor a térfogata  $65 \text{ cm}^3$ -re csökken. Ezt a gázkeveréket kálium-hidroxid oldatba buborékolatják, a térfogat  $45 \text{ cm}^3$ -re csökken, amelyet pirogallol nyel el. Határozza meg az ismeretlen szénhidrogén molekulaképletét, tudva, hogy az összes térfogatot normál körülmények között mérték!

2. A tetra-terc-butilmetán egy izoheptadekán, egy feltételezett szerves vegyület,  $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$  képlettel rendelkezik. Ez egy érdekes vegyület, mivel a legkisebb aciklusos telített szénhidrogén, amely nem létezhet a térbeli gátlások miatt.

a. Írja le ennek az izoheptadekánnak a szerkezeti képletét és nevezze meg a IUPAC szabályok szerint!

b. Jegyezze le a tetra-terc-butilmetánból származó kétvegyértékű gyökök számát!

3. A napraforgó egy szép és hasznos növény. A virág szépsége az emberek képzeletét szárnyalásra készítette, sok legenda született róla. Híres festők lefestették, leghíresebb a V. Van Gogh festménye. Ismert a napraforgó gyógyító hatása is, egészséges zsírokat, rostokat, fehérjéket, vitaminokat, ásványokat, stb. tartalmaz. Az X és Y vegyületeket a napraforgóból vonták ki.



a. Nevezze meg az X vegyületet IUPAC szabályok alapján!

b. Írja le az Y vegyület egy helyzeti izomerjének szerkezeti képletét, amely reagál a Tollens reagenssel 1 : 2 mólarányban!

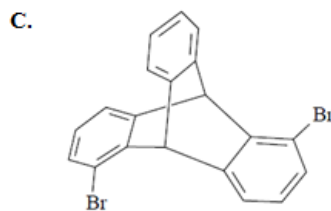
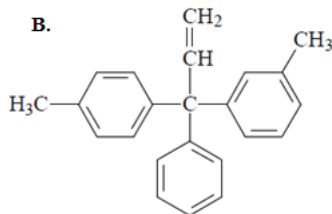
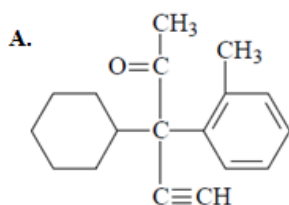
4. A terpének másik neve izoprenoidok, szerkezeti szempontból heterogén vegyi anyagok csoportját képezik, amelyek a természetben előfordulnak. Az alapszerkezetük az izoprén szerkezetéből indulnak ki.

a. Az izoprén kálium-dikromáttal való oxidációja során savas közegben  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  és egy ketosav keletkezik. Írja le ketosav szerkezeti képletét és számítsa ki az izoprén :  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  :  $\text{H}_2\text{SO}_4$  mólarányt!

b. Írja le a  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$  molekulaképlettel rendelkező alkoholok szerkezeti képleteit, amelyek konstitúciós izomerek és amelyek dehidratációja során izoprén keletkezik!

B. .... 12 pont

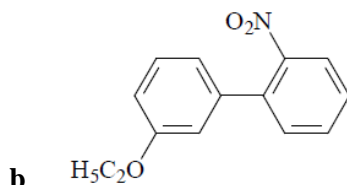
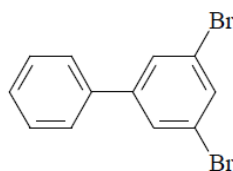
1. Adottak a következő szerves vegyületek:



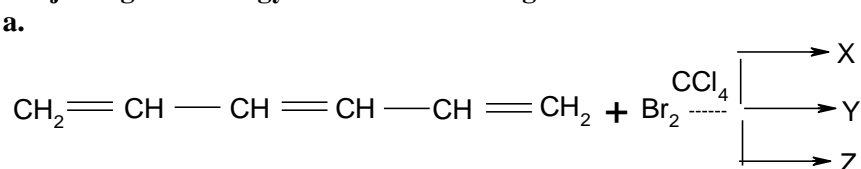
a. Jegyezze le azoknak a vegyületeknek megfelelő betűket, amelyek azonos számú terciér illetve kvaterner szénatomot tartalmaznak molekulájukban! Adja meg a választott molekulákban a terciér illetve kvaterner szénatomok számát!

b. Nevezze meg a B vegyületet! Írja le a B vegyület savas  $\text{KMnO}_4$ -tal való oxidációja során keletkezett vegyület szerkezeti képletét!

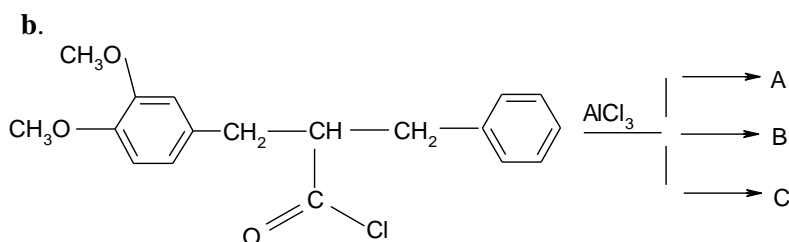
2. Írja le az alábbi vegyületek 1 : 1 molarányú brómozása során többségben keletkezett termék szerkezeti képletét!



3. Írja le az alábbi reakciósorban levő X, Y, Z valamint az A, B, C betűkkel jelölt anyagok szerkezeti képleteit és adja meg minden egyes esetben a többségben keletkező reakcióterméket:



Az X, Y és Z vegyületek konstitúciós izomerek, melyekben a tömegarány  $\text{C} : \text{Br} = 9 : 20$ .



II. Tétel ..... 20 pont

A. .... 8 pont

Két A és B alkohol molekulaképlete  $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}$ , ezek helyzeti izomerek, ugyanazt a C szénhidrogént eredményezik melegítéskor kénsav jelenlétében (1 reakció). A C vegyület katalitikus hidrogénezésekor  $\text{C}_9\text{H}_{10}$  molekulaképlettel rendelkező D szénhidrogén keletkezik (2 reakció), amely nitrálásakor csak X és Y aromás mononitroszármazékok képződnek (3 reakció).

a. Határozza meg az A, B, C, D, X és Y betűkkel jelölt vegyületek szerkezeti képleteit!

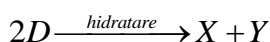
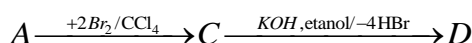
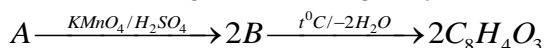
b. Írja le a három kémiai reakció egyenletét!

c. Írja le az X és Y vegyületek savas  $\text{KMnO}_4$  oldattal történő oxidációja során keletkezett vegyületek szerkezeti képleteit és nevezze meg a IUPAC szabályok szerint!

**B. .... 7 punct**  
Az X szénhidrogén bruttó képlete  $C_3H_5$ , molekulájában egy primer, három szekunder, egy tercier és egy kvaterner szénatomot tartalmaz.  $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$  hatására az X vegyület Y vegyületté alakul át, amely melegítéskor dekarboxileződik ( $CO_2$  elimináció), és Z ketonná alakul át.

- Határozza meg az X szénhidrogén molekulaképletét!
- Ismerve az erélyes oxidáció során a reagensek molarányát  $X : K_2Cr_2O_7 : H_2SO_4 = 1 : 1 : 4$ , határozza meg az X szénhidrogén **lehetséges** szerkezeti képleteit, amelyek megfelelnek a feladat követelményeinek!
- Írja le az Y és Z betűkkel jelölt vegyületek **lehetséges** szerkezeti képleteit, amelyek megfelelnek a feladat követelményeinek és jegyezze le ezek IUPAC megnevezését!

**C ..... 5 pont**  
Az A szénhidrogénben a tömegarány  $C:H=16:1$ , a következő kémiai reakciókban vesz részt:



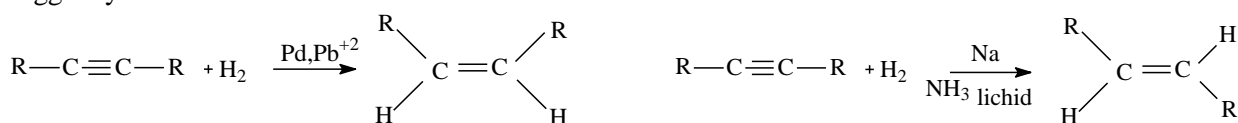
- Határozza meg az A szénhidrogén molekulaképletét!
- Írja le az A, B, C, D, X és Y betűkkel jelölt anyagok szerkezeti képleteit!

**III. Tétel ..... 20 pont**

### Információk

#### I. Alkinek hidrogénezése

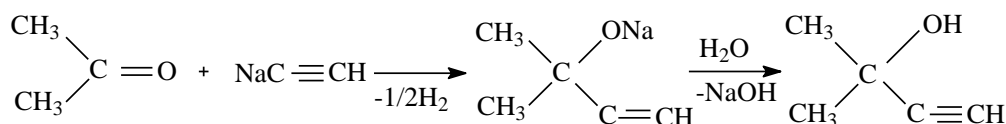
Az alkinek hidrogénezése transz-alkének vagy cisz-alkének keletkezéséhez vezetnek a reakciókörülmények függvényében:



#### II.

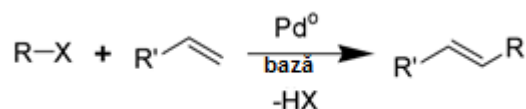
#### Fém-acetilidek reakciója aldehidekkel és ketonokkal aldehidek vagy ketonok

A nátrium-acetilidek (legjobban folyékony ammóniában) és magnézium-acetilidek (éterben) reagálnak aldehidekkel és ketonokkal, acetilénid alkoholok keletkeznek (A. E. Favorski), például:



#### III. Heck reakció

A kémiai Nobel díjat az amerikai Richard Heck és a japán Akira Suzuki és Ei-ichi Negishi kapták meg 2010-ben, kutatásuk témája „a palládium által katalizált keresztkapcsolódás”. A Pd által katalizált keresztkapcsolódási reakciót Heck reakciónak is nevezik; nagyon fontos, mivel lehetséges ezáltal az  $sp^2$  hibridizációjú szénatomokon a szubsztitúció.



ahol  $X = I, Br$  etc.

$R' = H, R, Ar, CN$  etc

Ez a kapcsolódási reakció sztereoselektív, főleg a transz-kapcsolódás irányában történik.

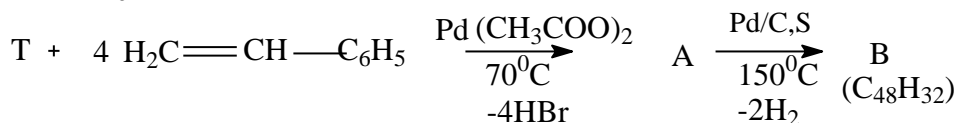
**A. .... 5 pont**

Írja le az alábbi átalakulásokat megvalósító kémiai reakciók egyenleteit:

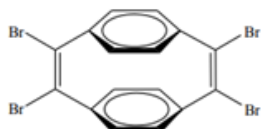
- Etinből kiindulva  $\rightarrow$  cisz-2-butén (maximum 4 lépésben).
- Csak benzolt felhasználva (mint szénforrás)  $\rightarrow$  3-benzoil-propénsav (maximum 3 lépésben).

**B. .... 5 pont**

A Heck reakciót felhasználva lehetséges a B vegyület előállítása a T anyagból kiindulva, enyhe körülmények között és jó hozammal, felhasználva az alábbi sémát:



A T anyag szerkezeti képlete a következő:



- Határozza meg a B vegyület bruttó képletét!
- Határozza meg a T anyagban a C : Br atomarányt!
- Határozza meg a T anyag molekulájában a szigma kovalens kötések számát!
- Írja le az A és B vegyületek szerkezeti képleteit!
- Számítsa ki 3 mol B vegyületben a  $\pi$  (pi) elektronok számát!

**C. .... 10 pont**

Egy mol X szénhidrogén égése során a mólarány  $X : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 12 : 6$ , a reakció teljesen végbemegy.

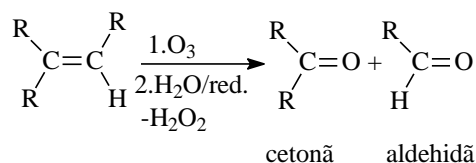
Egy mol X szénhidrogén oxidációja során savas oldatban levő kálium-dikromáttal  $\text{C}_6\text{O}_6$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  keletkezik  $\text{C}_6\text{O}_6 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 6 : 6$  mólarányban.

- Határozza meg az X szénhidrogén molekulaképletét!
- Írja le az X és  $\text{C}_6\text{O}_6$  vegyületek szerkezeti képleteit !
- Az Y szénhidrogén az X szénhidrogén konstitúciós izomerje; az Y vegyület savas oldatban levő  $\text{KMnO}_4$ -al való oxidációjakor  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  és  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$  molekulaképlettel rendelkező szerves anyag keletkezik, ezt az anyagot Mitscherlich nyerte 1834-ben a Styrax benzoin fából kivont gyantából, amelyet mirrhának is neveznek.
  - Írja le az Y szénhidrogén szerkezeti képletét és adja meg a meghatározott szénhidrogén IUPAC megnevezését!
  - Számítsa ki 2M-os  $\text{KMnO}_4$  savas oldatának térfogatát, amely szükséges annyi mol Y szénhidrogén oxidációjához, ahány szénatom található ennek molekulájában!

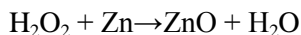
**IV. Tétel ..... 35 pont****Információk****I. Alkének ozonolízise**

Az ozonolízis gyakorlatilag két, egymást követő reakcióból áll:

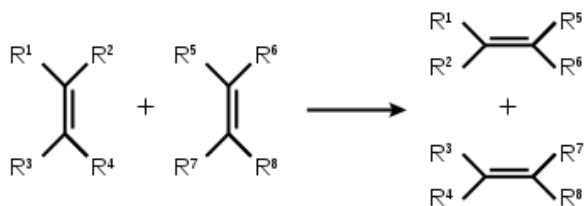
- Az ózonmolekula hatása a  $\text{C}=\text{C}$  kettős kötésre, instabil, robbanékony ozonidok keletkezésével.
- Az ozonid hidrolízise, megfelelő karbonilszármazék (aldehid vagy keton) keletkezésével.



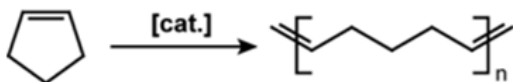
Annak érdekében, hogy elkerüljék a keletkezett oxigénes vízzel való további oxidációt, általában az aldehidek keletkezésekor a reakciókeverékbe utólag bevezetnek egy redukáló anyagot ( $\text{Zn}$ ,  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  stb.):

**II. Az alkén (olefinek) metatézise**

Az alkének metatézise alkén (olefin)-részletek átrendeződésével járó szerves reakció, mely során specifikus, elsősorban wolfram alapú katalizátorok jelenlétében felhasad, majd újra képződik a szén-szén kettős kötés. Az olefin metatézisének viszonylagos egyszerűsége miatt ez a folyamat kevesebb nemkívánt másodlagos terméket és veszélyes hulladékot eredményez, mint az alternatív szerves reakciók.



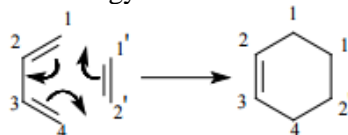
Egy másik, nagy gyakorlati jelentőséggel bíró reakció a gyűrűs lánc kinyílásával járó metatézises polimerizáció:



Ennek a reakciónak köszönhetően vált lehetségessé több poliolefin előállítása, melyeket a vinilmonomerek hagyományos polimerizációjával nem lehetett előállítani.

### III. Dién (Diels-Alder)-szintézis

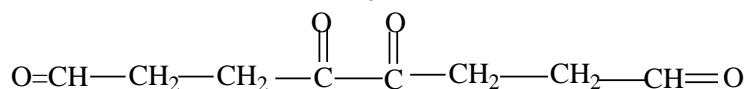
A dién-szintézisek (cikloaddíciós [4+2] reakciók) azok a reakciók, melyekben két komponens vesz részt: egy konjugált dién rendszer, mely a dién komponens és egy alkén rendszer (többnyire elektronvonzó csoporttal szubsztituált), melyet filodiénnek (vagy diénofilnek) neveznek. A reakciótermékeket, melyek ciklohexén-szerkezettel rendelkeznek, adduktnak nevezzük. Egy dién-szintézis általános reakciósémája:



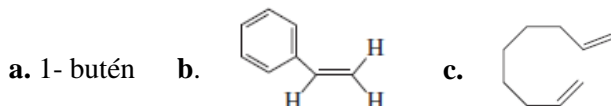
A [4+2] cikloaddíció kifejezésben a 4 arra a négy  $\pi$  elektronra utal, melyekkel a dién vesz részt a reakcióban, míg a 2 a filodién  $\pi$  elektronjaira. A dién szintézisek lehetnek intermolekulárisak, vagy intramolekulárisak.

A. ....20 pont

1. Határozza meg a **lehetséges** szerkezeti képleteit annak a szénhidrogénnek, melynek redukzív ozonolízise csak a következő terméket eredményezi:



2. Írja le a szerkezeti képleteit azoknak az anyagoknak, melyek a következő olefinek metatézisével keletkeznek:



3. A norbornént egy Diels-Alder reakcióval lehet előállítani ciklopentadiénből és eténből.

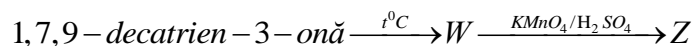
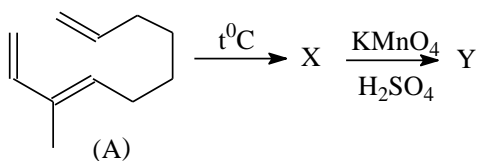
a. Írja le a norbornén előállítási reakciójának egyenletét!

b. A polinorbornént a kaucsukiparban használják, rezgéscsillapításra. Metatézises gyűrűnyitós polimerizációval lehet előállítani specifikus katalizátorok ( $\text{RuCl}_3 \cdot \text{HCl} \cdot \text{ROH}$ ) jelenlétében.

b1. Írja le a polinorbornén szerkezeti képletét!

b2. Írja le a polinorbornén erélyes oxidációjával nyert főtermék szerkezeti képletét!

4. Adott az alábbi reakcióséma:



a. Jegyezze le az A anyag nevét!

b. Írja le az 1,7,9-dekatrién-3-on vegyület szerkezeti képletét!

c. Tudva, hogy az Y anyag TSz=3, azonosítsa az X, Y, W és Z betűkkel jelölt anyagokat és írja le ezek szerkezeti képleteit!

**B. .... 15 punct**

84 t% C-t tartalmazó X szénhidrogén katalitikus reformálása során Y aromás szénhidrogénné alakul át. A folyamat során végbemenő reakciók a gyűrűzáródás és a dehidrogénezés. A katalitikus reformálás reaktorban történik, katalizátor jelenlétében ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Pt}$ ),  $500^\circ\text{C}$  körüli hőmérsékleten.

1. Állapítsa meg az X szénhidrogén molekulaképletét és írja le ennek a szénhidrogénnek az átalakulási kémiai reakcióegyenletét, amikor az Y aromás szénhidrogén keletkezik.

2. Az X szénhidrogén átalakulási foka a reaktorban az Y aromás szénhidrogénné 15%. Az átalakulás során keletkezett reakciókeveréket a következő folyamatoknak vetik alá: standard körülményekre hozzák és a gázhalmazállapotú anyag eltávolítása után újból katalitikus reformálásnak vetik alá. Határozza meg hányszor kell megismételni a fent leírt eljárást, ahhoz, hogy az X szénhidrogén átalakulási foka nagyobb legyen mint 30%.

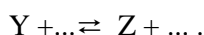
3. A fent leírt folyamatot a légköri nyomáshoz közeli értéken végzik és nem egyensúlyi körülmények között. A valódi ipari folyamat néhány tíz atmoszférán és egyensúlyi körülmények között megy végbe. Egy  $1\text{ m}^3$ -es reaktorban, amely tartalmazza a katalitikus reformálás folyamatához szükséges katalizátort, 10 kg X anyagot vezetnek be. Egy idő után,  $511^\circ\text{C}$  hőmérsékleten, a reaktorban a nyomás 27 atm lesz. Tudva, hogy a reaktorban csak az X anyag átalakulása történik Y anyaggá és a katalizátor által elfoglalt térfogat elhanyagolható, határozza meg:

a. a reaktorban levő gázok parciális nyomásait egyensúlyban;

b. az X szénhidrogén átalakulási fokát;

c. a  $K_p$  egyensúlyi állandót.

4. A 3. pontban kapott reakciókeveréket  $600^\circ\text{C}$ -ra melegítik fel, bevezetik egy reaktorba szilícium-oxidok és alumínium katalizátor jelenlétében. Az Y anyagot az alsó homológjává alakítják, ez a Z anyag, amelynek gyakorlati jelentősége nagyobb mint az Y anyagé, a



folyamat alapján. Feltételezzük, hogy a megmaradt X anyag nem vesz részt ebben a folyamatban és nem befolyásolja a kémiai egyensúlyt.

a. Írja le az Y szénhidrogén átalakulását a Z alsó homológgá!

b. Számítsa ki az Y szénhidrogén átalakulási fokát a Z alsó homológgá, ismerve a folyamat  $K_p = 1,7$  egyensúlyi állandó értékét!

**MEGJEGYZÉS: Munkaidő 3 óra.****MELLÉKLET: AZ ELEMÉK PERIÓDUSOS RENDSZERE**

Moláris térfogat =  $22,4\text{ L/mol}$

Egyetemes gázállandó  $R = 0,082\text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

Avogadro-szám:  $N_A = 6,022\cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$

*Subiecte selectate și prelucrate de:*

*Gheorghe Costel, profesor la Colegiul Național Vlaicu Vodă, Curtea de Argeș*

*Carmen Boteanu, profesor la Școala Centrală, București*

*Dorina Fântână-Galeru, profesor la Colegiul Național Militar Ștefan cel Mare, Câmpulung Moldovenesc*

MELLÉKLET: AZ ELEMÉK PERIÓDUSOS RENDSZERE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	2
H 1.008	He 4.003	Li 6.941	Be 9.012	B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18	Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Li 6.941	Be 9.012	B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18	Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95	K 39.10	Ca 40.08
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95	K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.97	Br 79.90	Kr 83.80
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.95	Tc (98)	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.8	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po (209)	At (210)	Rn (222)
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)	Ds (281)	Rg (272)	Cn (285)	Nh (286)	Fl (289)	Mc (289)	Lv (293)	Ts (294)	Og (294)

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce 140.1	Pr 140.9	Nd 144.2	Pm (145)	Sm 150.4	Eu 152.0	Gd 157.3	Tb 158.9	Dy 162.5	Ho 164.9	Er 167.3	Tm 168.9	Yb 173.0	Lu 175.0
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 232.0	Pa 231.0	U 238.0	Np (237)	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (262)