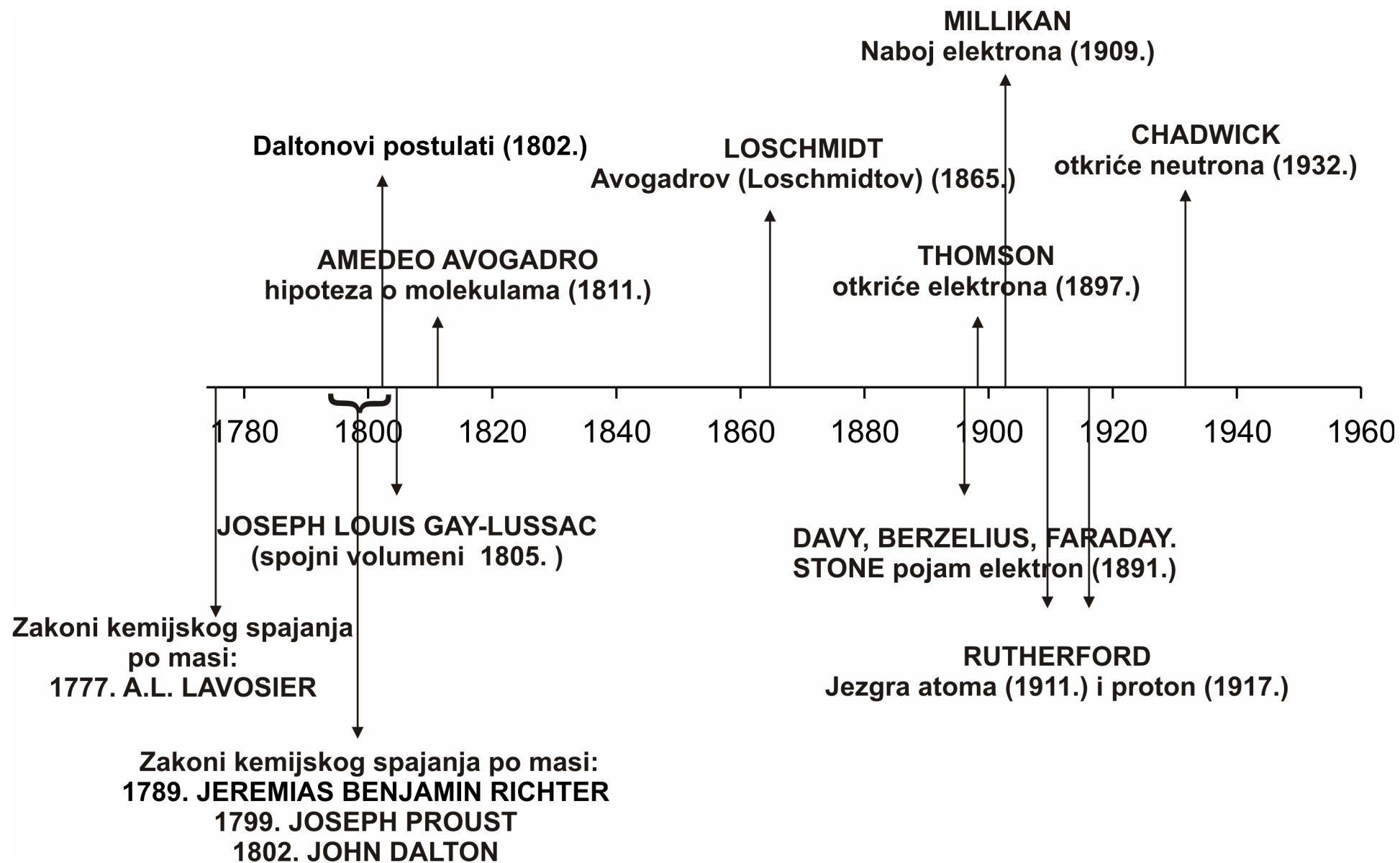




UVOD-atom i kemijski element

- **Kemijski element je vrsta atoma.** Gdje se sve atomi nalaze i u kakvim oblicima?
- Udruživanjem istovrsnih atoma nastaju **jednostavne čiste tvari** ili **elementarne tvari**, a spajanjem raznovrsnih atoma nastaju **složene čiste tvari** ili **kemijski spojevi**.
- Elementarna tvar je jedan od oblika postojanja kemijskog elementa u prirodi. Usprkos tome, elementarna tvar obično se naziva **kemijskim elementom**.

UVOD-atom i kemijski element

- Ovisno o vrsti veze među atomima, elementarne su tvari **metali** (kovine) i **nemetali** (nekovine). (Uzeti s rezervom?!)
- Do danas je poznato 114 vrsta atoma odnosno kemijskih elemenata, više od 600 njihovih elementarnih tvari i milijuni njihovih kemijskih spojeva.
- JONS JAKOB BERZELIUS (19. st.) predlaže tzv. **kemijske simbole elemenata**, tj. kratice njihovih imena. Simbol je početno slovo, uz, eventualno, još jedno slovo latinskog imena elementa.

Fe, Cu, Pb, Sn, Hg, Ag, Au, S ...

UVOD-atom i kemijski element

- Elementi svrstani u niz po rastućem broju protona njihovih atoma koji počinje s elementom vodikom, a završava, za sada, sa 116. elementom (livermorium) čine **PERIODNI SUSTAV ELEMENATA**
- 113, 115, 117 i 118 čekaju IUPAC-ovu potvrdu

UVOD-atom i kemijski element

1

H

hydrogen

(1.007, 1.008)

2

18

He

helium

4.003

3

Li

lithium

[6.938, 6.997]

4

Be

beryllium

9.012

11

Na

sodium

22.99

12

Mg

magnesium

[24.30, 24.31]

19

K

potassium

39.10

20

Ca

calcium

40.08

21

Sc

scandium

44.96

22

Ti

titanium

47.87

23

V

vanadium

50.94

24

Cr

chromium

52.00

25

Mn

manganese

54.94

26

Fe

iron

55.85

27

Co

cobalt

58.93

28

Ni

nickel

58.69

29

Cu

copper

63.55

30

Zn

zinc

65.38(2)

31

Ga

gallium

69.72

32

Ge

germanium

72.63

33

As

arsenic

74.92

34

Se

selenium

78.96(3)

35

Br

bromine

[79.90, 79.91]

36

Kr

krypton

83.80

37

Rb

rubidium

85.47

38

Sr

strontium

87.62

39

Y

yttrium

88.91

40

Zr

zirconium

91.22

41

Nb

niobium

92.91

42

Mo

molybdenum

95.96(2)

43

Tc

technetium

44

Ru

ruthenium

101.1

45

Rh

rhodium

102.9

46

Pd

palladium

106.4

47

Ag

silver

107.8

48

Cd

cadmium

112.4

49

In

indium

114.8

50

Sn

tin

118.7

51

Sb

antimony

121.8

52

Te

tellurium

127.6

53

I

iodine

126.9

54

Xe

xenon

131.3

55

Cs

caesium

132.9

56

Ba

barium

137.3

57-71

lanthanoids

72

Hf

hafnium

178.5

73

Ta

tantalum

180.9

74

W

tungsten

183.8

75

Re

rhenium

186.2

76

Os

osmium

190.2

77

Ir

iridium

192.2

78

Pt

platinum

195.1

79

Au

gold

197.0

80

Hg

mercury

200.6

81

Tl

thallium

[204.3, 204.4]

82

Pb

lead

207.2

83

Bi

bismuth

209.0

84

Po

polonium

85

At

astatine

86

Rn

radon

87

Fr

francium

88

Ra

radium

89-103

actinoids

104

Rf

rutherfordium

105

Db

dubnium

106

Sg

seaborgium

107

Bh

bohrium

108

Hs

hassium

109

Mt

meitnerium

110

Ds

darmstadtium

111

Rg

roentgenium

112

Cn

copernicium

114

Fl

flerovium

116

Lv

livermorium

57

La

lanthanum

138.9

58

Ce

cerium

140.1

59

Pr

praseodymium

140.9

60

Nd

neodymium

144.2

61

Pm

promethium

62

Sm

samarium

150.4

63

Eu

europium

152.0

64

Gd

gadolinium

157.3

65

Tb

terbium

158.9

66

Dy

dysprosium

162.5

67

Ho

holmium

164.9

68

Er

erbium

167.3

69

Tm

thulium

168.9

70

Yb

ytterbium

173.1

71

Lu

lutetium

175.0

89

Ac

actinium

90

Th

thorium

232.0

91

Pa

protactinium

231.0

92

U

uranium

238.0

93

Np

neptunium

94

Pu

plutonium

95

Am

americium

96

Cm

curium

97

Bk

berkelium

98

Cf

californium

99

Es

einsteinium

100

Fm

fermium

101

Md

mendelevium

102

No

nobelium

103

Lr

lawrencium

atomic number

Symbol

name

standard atomic weight

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

Si

silicon

[28.08, 28.09]

15

P

phosphorus

30.97

16

S

sulfur

[32.05, 32.08]

17

Cl

chlorine

[35.44, 35.46]

18

Ar

argon

39.95

13

Al

aluminium

26.98

14

Si

silicon

[28.08, 28.09]

15

P

phosphorus

30.97

16

S

sulfur

[32.05, 32.08]

17

Cl

chlorine

[35.44, 35.46]

18

Ar

argon

39.95

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

C

carbon

[12.00, 12.02]

15

N

nitrogen

[14.00, 14.01]

16

O

oxygen

[15.99, 16.00]

17

F

fluorine

19.00

18

Ne

neon

20.18

13

B

boron

(10.80, 10.83)

14

Notes

- IUPAC 2011 Standard atomic weights abridged to four significant digits [Table 4 published in *Pure Appl. Chem.* 85, 1047-1078 (2013); <http://dx.doi.org/10.1351/PAC-REP-13-03-02>]. The uncertainty in the last digit of the standard atomic weight value is listed in parentheses following the value. In the absence of parentheses, the uncertainty is one in that last digit. An interval in square brackets provides the lower and upper bounds of the standard atomic weight for that element. No values are listed for elements which lack isotopes with a characteristic isotopic abundance in natural terrestrial samples. See PAC for more details.

- "Aluminum" and "caesium" are commonly used alternative spellings for "aluminium" and "caesium."

- Claims for the discovery of all the remaining elements in the last row of the Table, namely elements with atomic numbers 113, 115, 117 and 118, and for which no assignments have yet been made, are being considered by a IUPAC and IUPAP Joint Working Party.

For updates to this table, see iupac.org/reports/periodic_table/. This version is dated 1 May 2013.

Copyright © 2013 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.



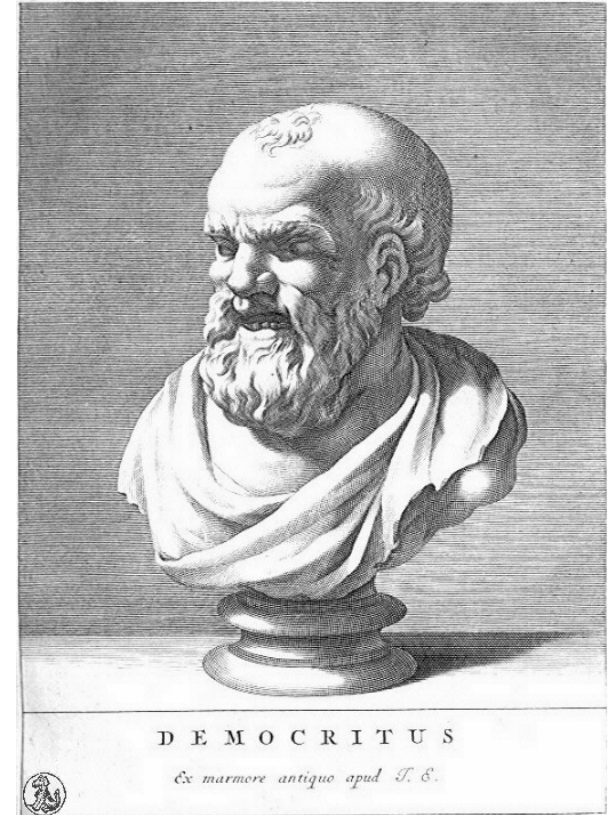
INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

UVOD-atom i kemijski element

- Svi elementi odnosno njihovi atomi imaju **internacionalna latinska imena**, no oni najčešći u prirodi, čije su elementarne tvari od davnine poznate, imaju u nas i **narodna imena**.
- Latinska imena elemenata: ferrum, cuprum, plumbum, stannum, hydrargyrum, argentum, aurum, sulphur, carboneum itd.
- Narodna imena: željezo, bakar, olovo, kositar, živa, srebro, zlato, sumpor, ugljik itd.

UVOD-atom i kemijski element

- Mišljenje da se stvari sastoje od mnoštva vrlo sitnih i dalje nedjeljivih čestica atoma (grč. atomos = nedjeljiv), zastupali su već stari filozofi 5 stoljeća p.n.e. **Leukip** i njegov učenik **Demokrit**
- Prvi model atoma pripisuje se Demokritu. Pošto u to doba nije bilo nikakvih saznanja o strukturi atoma, atomi su zamišljeni kao jako malene nedjeljive kuglice.
- Grčki filozof **Aristotel** mislio je da je materija kontinuirana.



UVOD-atom i kemijski element

500.g.pr.Kr - **Leukip** dolazi do pomisli na atom

400.g.pr.Kr - **Demokrit** uvodi naziv *atomos* (nedjeljiv)

1661.g. - **Robert Boyle** - svaka se materija može rastaviti na elemente

1671.g. - **Isaac Newton** - različita gustoća tvari je posljedica različite ispunjenosti atoma

1758.g. - **Ruđer Bošković** - atomi su nematerijalne točke bez dimenzije, ali s inercijom (atomi < molekule < kristali)

1772.g. - **Antoine Laurent Lavoisier** - priroda izgrađuje materiju kombinirajući različite elemente

1804.g. - **John Dalton** - atom je nevidljiva, nedjeljiva kuglica

1897.g. - **Joseph James Thomson** - atom je pozitivno nabijena kuglica u kojoj se gibaju negativno nabijeni elektroni

1911.g. - **Ernest Rutherford** - atom je nalik Sunčevu sustavu, sastoji se od pozitivno nabijene jezgre oko koje kruže elektroni

1913.g. - **Niels Bohr** - elektroni se gibaju po energetske razinama

UVOD-atom i kemijski element

- U 18. stoljeću **RUGJER BOŠKOVIĆ** u knjizi **Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicum legem virium in natura existentium (1761.)** iznio je teoriju da su primarni elementi materije **nedjeljive točke bez mase**. Različitim grupiranjem tih točkastih atoma Bošković objašnjava postojanje i strukturu različitih tvari.



Izdavanje marke prigodom 300. obljetnice rođenja Ruđera Boškovića obrazložio je i papa **Benedikt XVI**: "Jezuit Bošković bio je fizičar, astronom, matematičar, arhitekt, filozof ; njegovo postojanje pokazuje mogućnost kako živjeti u harmoniji znanosti i vjere".

2. zakoni kemijskog spajanja po masi

2.1 zakon o održavanju mase (kraj 18. st.)

2.2 zakon stalnih omjera masa (kraj 18. st.)

2.3 zakon umnoženih omjera masa (početak 19. st.)

2.4 zakon spojnih masa (kraj 18. st.)

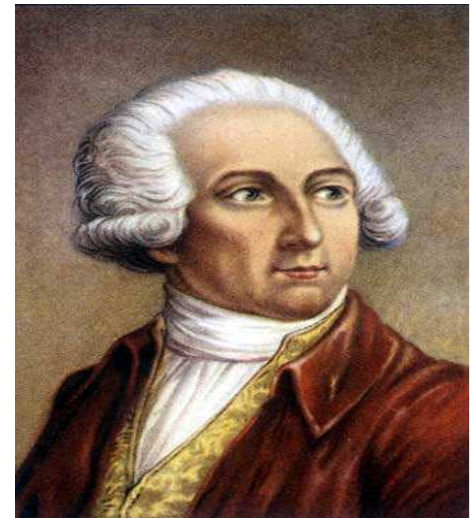
2. zakoni kemijskog spajanja po masi

2.1 zakon o održavanju mase

- Otkrio ga je potkraj **18. stoljeća** francuski kemičar A. L. LAVOISIER:
Nikakve promjene ne mogu se opaziti u ukupnoj masi svih tvari koje sudjeluju u nekoj kemijskoj reakciji.

Ugljik + kisik $\rightarrow$ ugljikov(IV) oksid

12 g 32 g 44 g



- uz kemijsku reakciju dolazi i do energetske promjene (npr. toplina)

$$m = E / c^2$$

Ukupna masa i energija u svemiru je stalna.

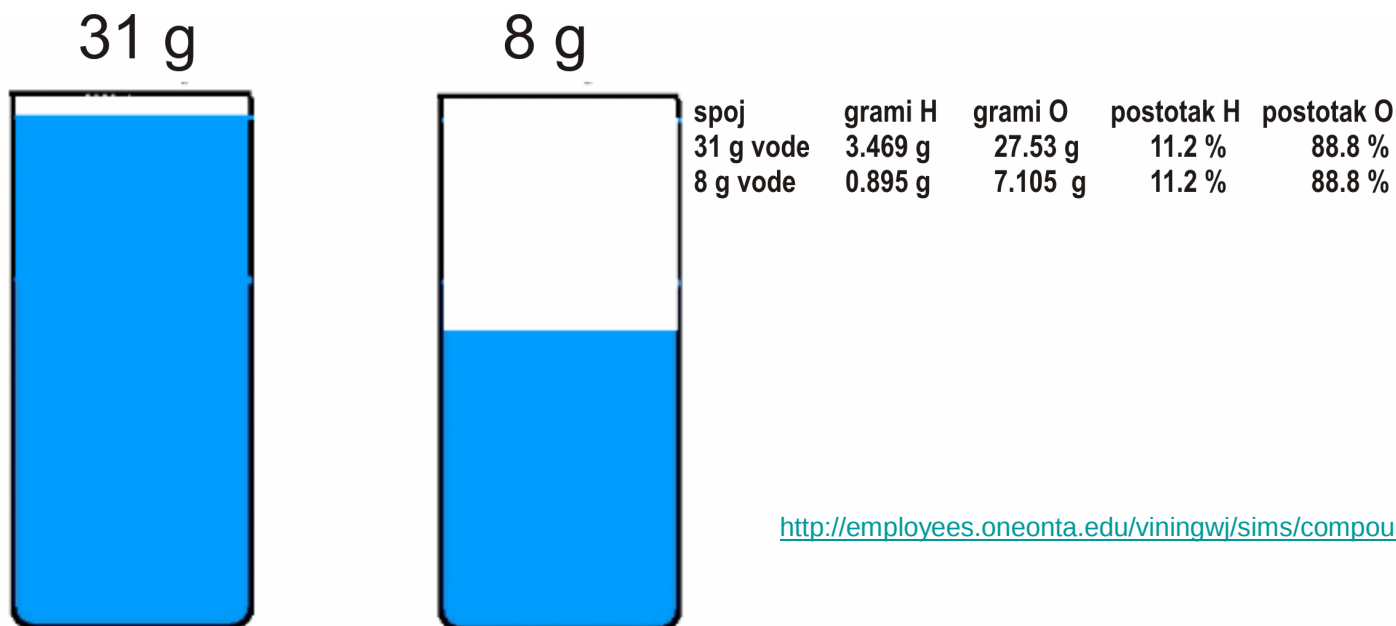
2.2 zakon stalnih omjera masa

- 1799. god. JOSEPH PROUST:

Neki određeni kemijski spoj uvijek sadrži iste kemijske elemente spojene u istom stalnom omjeru masa.

Ili, atomi elemenata spajaju se u kemijske spojeve u stalnim omjerima masa.

- analizom čiste vode voda je sastavljena od kisika i vodika. Maseni udio kisika 88,81% a vodika 11,19%.



http://employees.oneonta.edu/viningwj/sims/compounds_molecules_moles_s.html

2.3 zakon umnoženih omjera masa

- Otkrio 1802. god. JOHN DALTON
- Kada dva elementa tvore više nego jedan kemijski spoj, onda se točno određena masa jednog elementa spaja s višekratnikom mase drugog elementa i daje jednostavni umnoženi omjer (1:2:3 itd.).

- Tako se 100 g dušika spaja sa:

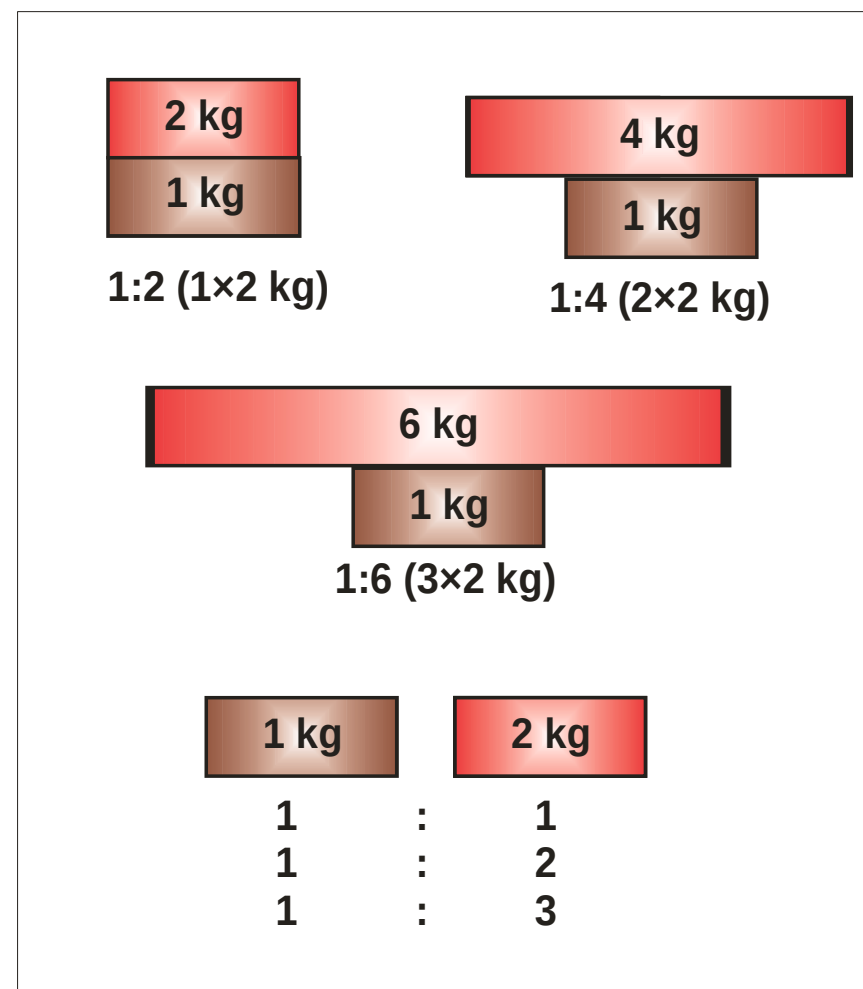
57 g kisika / 57 = 1

114 g kisika / 57 = 2

171 g kisika / 57 = 3

228 g kisika / 57 = 4

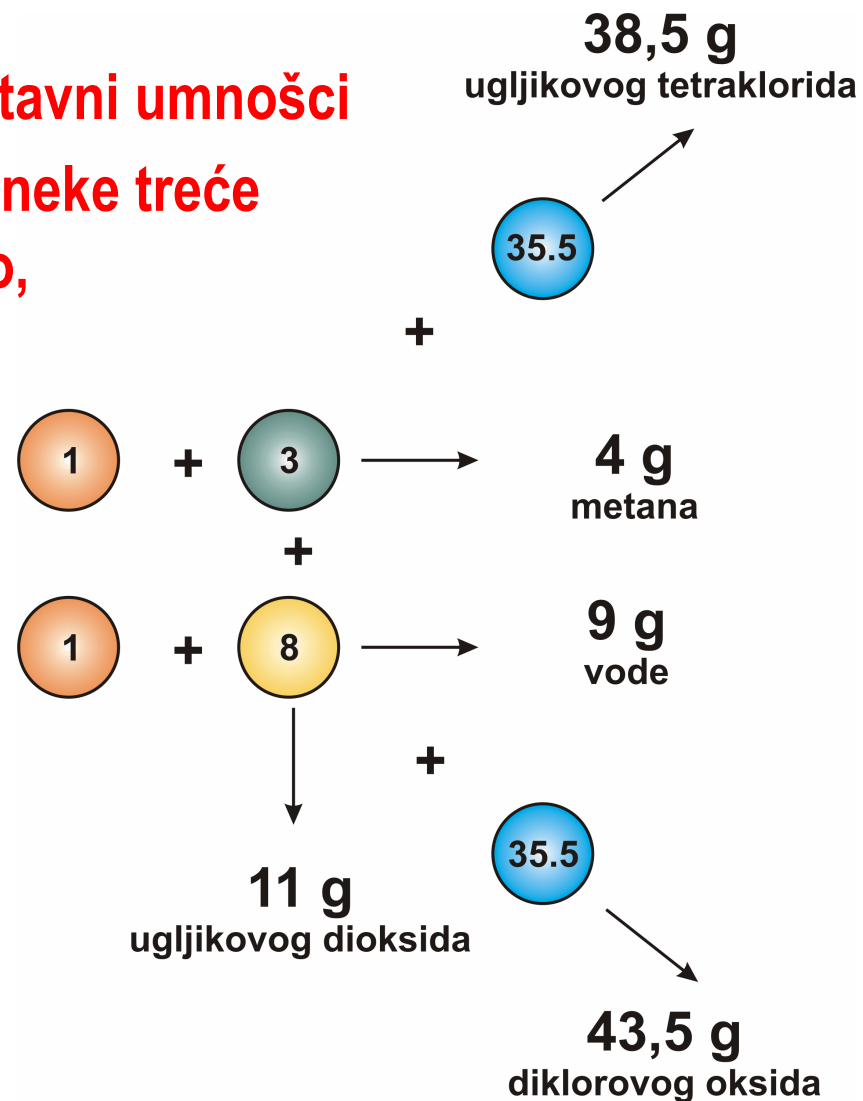
285 g kisika / 57 = 5



2.4 zakon spojnih masa

1789. JEREMIAS BENJAMIN RICHTER

Mase dviju elementarnih tvari (ili jednostavni umnošci tih masa) koje reagiraju s istom masom neke treće elementarne tvari reagiraju i međusobno, a isto tako i s istom masom neke četvrte elementarne tvare.



1 g vodika + 3 g ugljika → metan

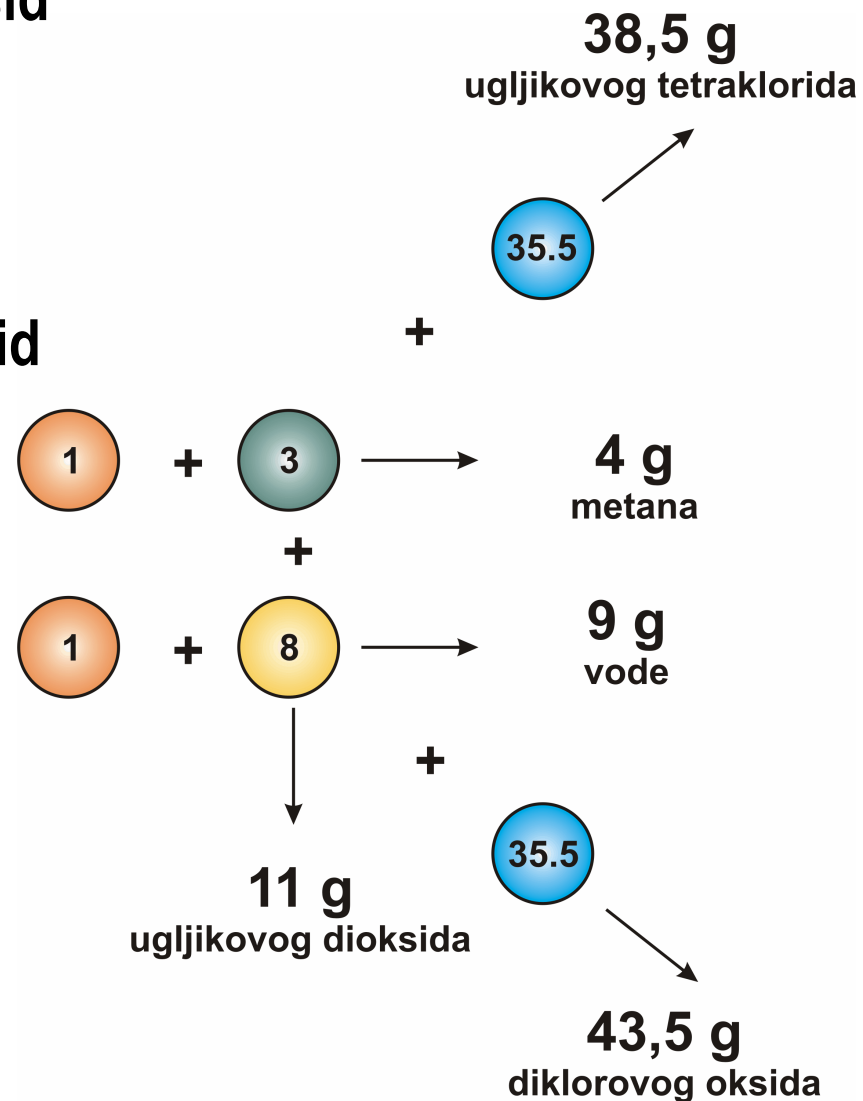
1 g vodika + 8 g kisika → voda

3 g ugljika + 8 g kisika → ugljikov dioksid

3 g ugljika + 35.5 g klora → ugljikov
tetraklorid

8 g kisika + 35.5 g klora → diklorov oksid

Mase elementarnih tvari s kojima
one ulaze u međusobne kemijske
reakcije nazivaju se
spojnim masama
ili *ekvivalentnim masama*.



3. Daltonova teorija atoma

- Mišljenje da se tvari sastoje od mnoštva vrlo sitnih i dalje nedjeljivih čestica atoma (grč atomos = nedjeljiv), zastupali su već stari filozofi 5 stoljeća p.n.e. Leukip i Demokrit.
- Daltonovi postulati (1802)

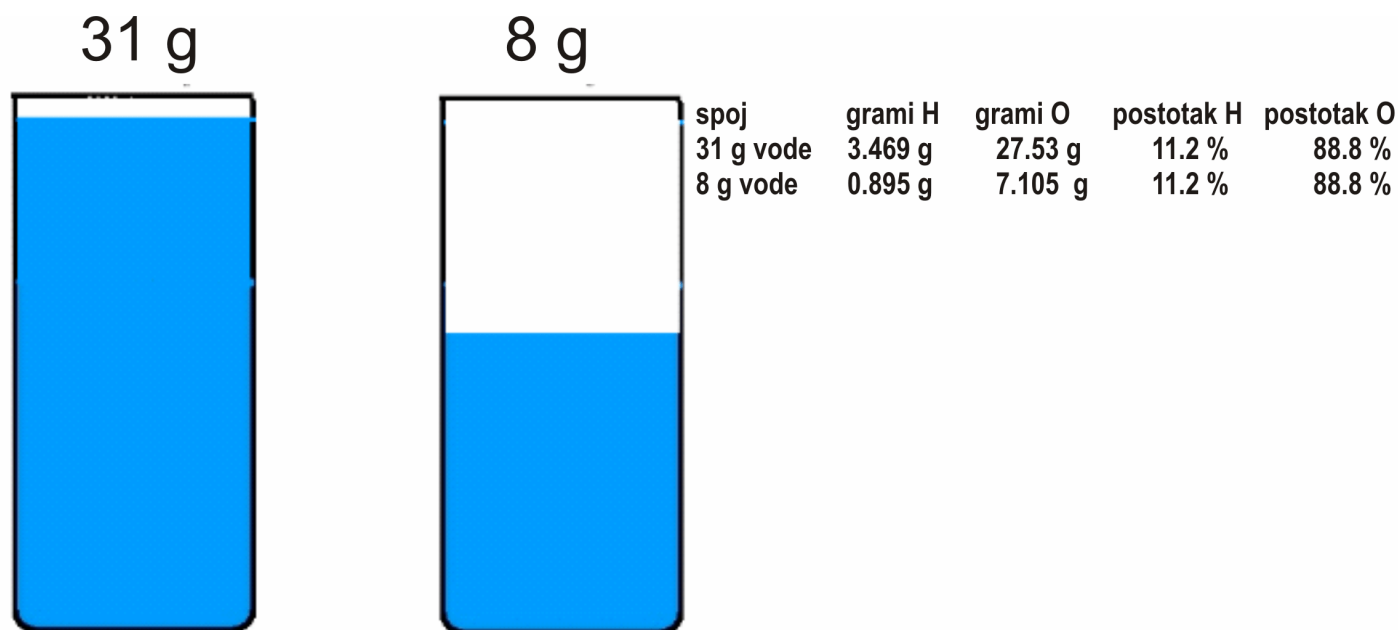


3.1 Daltonovi postulati

- Atomi su realne najsitnije čestice elemenata koje mogu sudjelovati u kemijskoj reakciji.
- Atomi jednog te istog elementa međusobno su slični i jednake mase.
(izotopi)
- Atomi različitih elemenata imaju različita svojstva i različite su mase.
(izobari)
- Kemijski spojevi nastaju spajanjem atoma dotičnih elemenata.
- Atomi nekog elementa mogu pri kemijskoj reakciji ući u molekule kemijskog spoja ili iz njih izaći.
- Pri kemijskoj reakciji samo se preraspoređuju atomi između reagirajućih i nastalih tvari, dok je ukupna njihova masa u sistemu ostala nepromijenjena, što i traži zakon o održanju mase.

3.1 Daltonovi postulati

- Spajaju li se atomi elemenata u jednostavnim brojčanim omjerima, ti su brojčani omjeri masa **jednaki omjeru masa spojenih atoma**. Prema tome su stalni i umnoženi omjeri masa jednaki omjeru apsolutnih masa atoma (**suma mase jednog atoma : sumi mase drugog atoma**)



$$\Sigma m(\text{H}) : \Sigma m(\text{O}) = 3.469 : 27.53 = 1 : 8$$

$$0.895 : 7.105 = 1 : 8$$

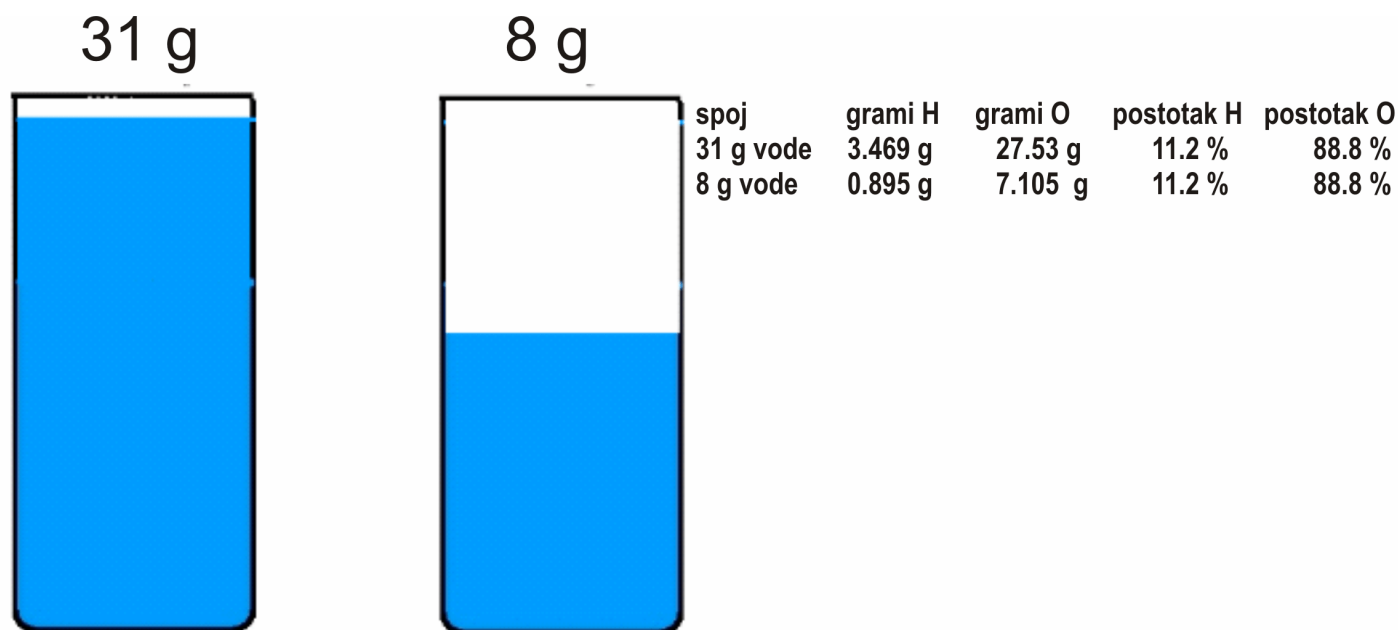
18

- napomena: nije znao ništa o molekulama, niti da je voda građena od 2 H i 1 O

3.1 Daltonovi postulati

- 1803.

$$A_r = \frac{m_a}{m_a(\text{H})}$$



$$\Sigma m(\text{H}) : \Sigma m(\text{O}) = 3.469 : 27.53 = 1 : 8$$

$$0.895 : 7.105 = 1 : 8$$

- je li znao nastaje duplo čestica vodika nego li kisika ????

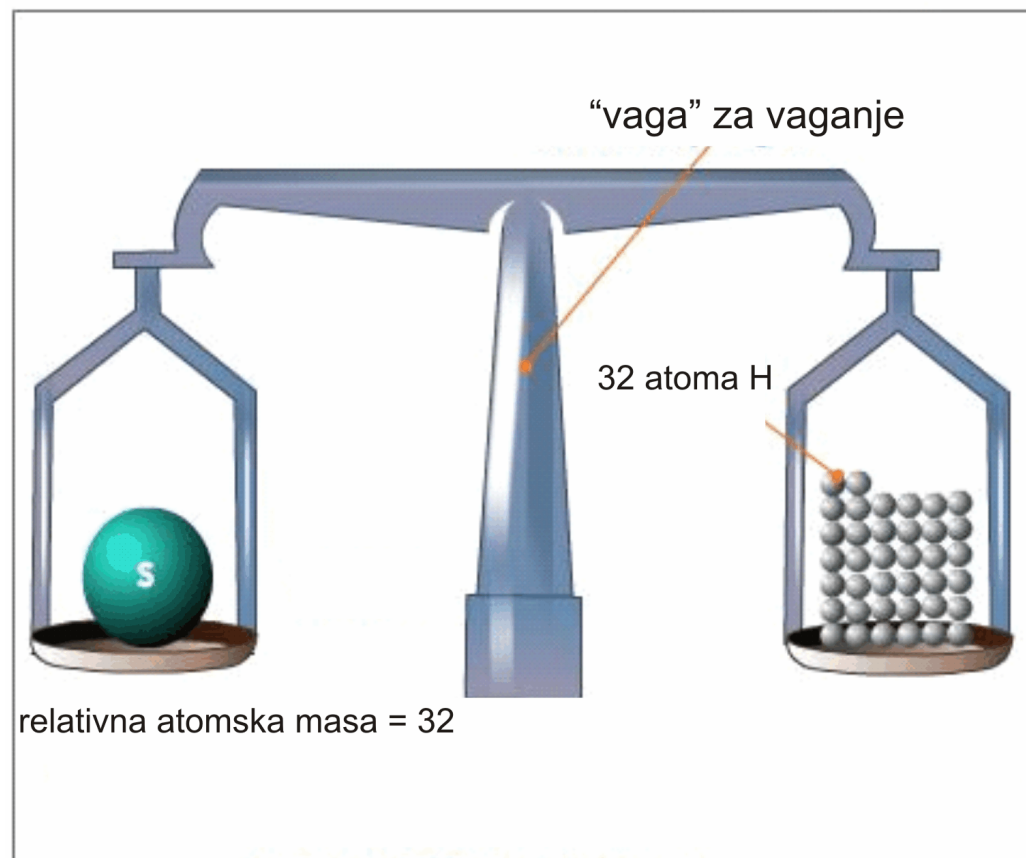
3.1 Daltonovi postulati

- 1803.

$$A_r = \frac{m_a}{m_a(\text{H})}$$

A_r - relativna atomska masa (atomska težina)

- Možemo uspoređivati mase pojedinih atoma – relativne mase

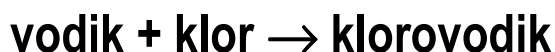


4.1 zakon spojnih volumena

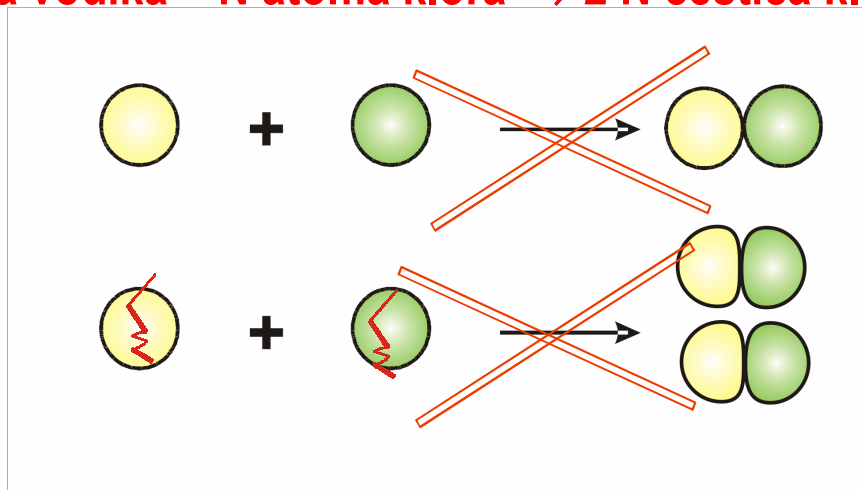
- Volumeni plinova koji međusobno reagiraju ili nastaju kemijskom reakcijom stoje u omjeru malih cijelih brojeva kada su mjerenja obavljena pri stalnom tlaku i temperaturi.



- moglo se zaključiti da mora postojati jednostavan odnos između **broja atoma** prisutnih u plinovima istog volumena pri jednakim uvjetima.



Sadrže li isti volumeni jednak broj **atoma**, vrijedi:



4.2 Avogadrova hipoteza o MOLEKULAMA

- AMEDEO AVOGADRO (1811)
- Avogadro je **pretpostavio** da najmanje čestice nekog plina nisu slobodni atomi, već skupine malog broja atoma. Te skupine atoma nazvao je *molekulama* (lat. molliculus = sitan).

Plinovi jednakog volumena pri istoj temperaturi i tlaku sadrže isti broj molekula.

$$V = 1 \text{ dm}^3$$

vodik (H_2) = **N** molekula

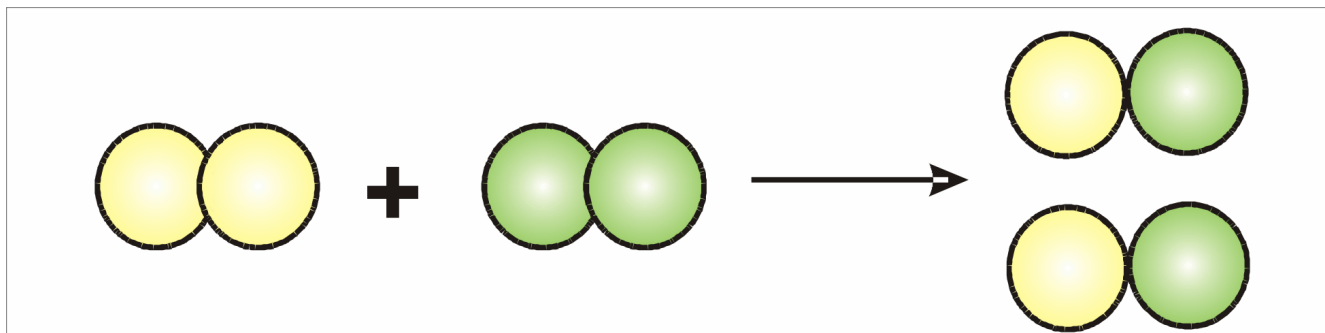
metan (CH_4) = **N** molekula

ugljičkov dioksid (CO_2) = **N** molekula



1 dm³ vodika + 1 dm³ klora → 2 dm³ klorovodika

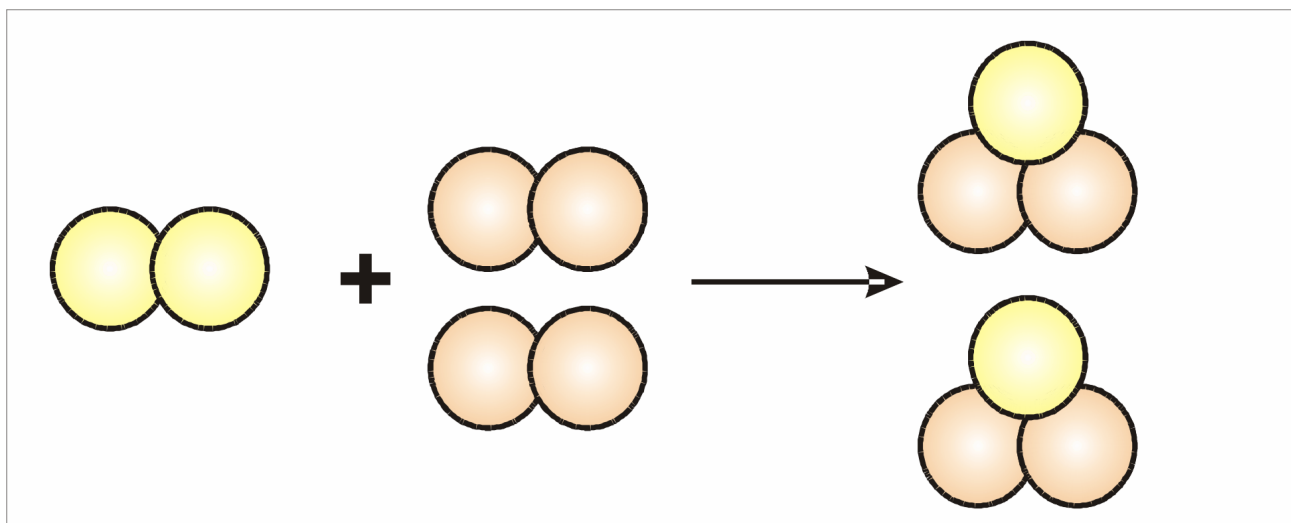
N molekula vodika + N molekula klora → 2 N molekula klorovodika



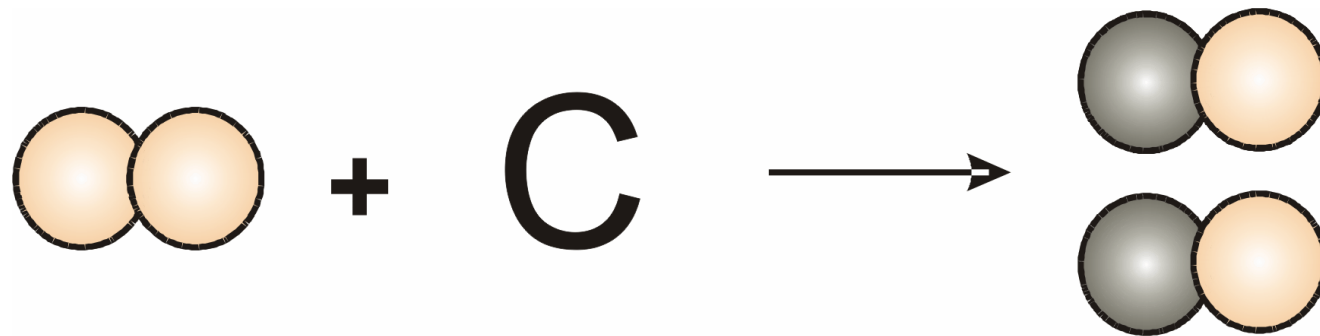
Plinovi jednakog volumena pri istoj temperaturi i tlaku sadrže isti broj molekula.

1 dm³ vodika + 2 dm³ kisika → 2 dm³ vodene pare

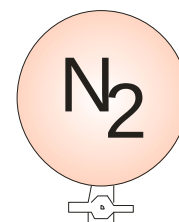
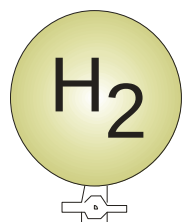
N molekula vodika + 2N molekula kisika → 2 N molekula vodene pare



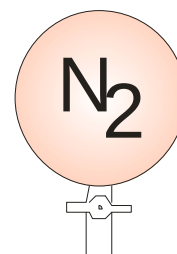
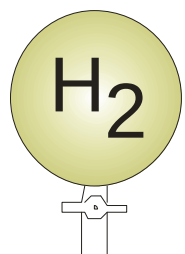
Gay-Lussacov zakon i Avogadrova hipoteza vrijede i onda kada uz plinove sudjeluju pri reakciji čvrste i tekuće (kapljevite) tvari



1 dm³ kisika + ugljik → 2 dm³ ugljikovog monoksida



volumen plina	10.0 dm ³	10.0 dm ³	10.0 dm ³	10.0 dm ³
tlak plina	101325 Pa	101325 Pa	101325 Pa	101325 Pa
temperatura plina	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C
Masa plina	0.893 g	14.286 g	12.500 g	7.143 g
odnosi masa	1.000	15.998	13.998	7.999
relativna atomska masa	1	16	14	--
relativna molekulska masa	2	32	28	16
broj molekula plina	X	X	X	X



masa plina	2.000 g	32.00 g	28.000 g	16.000 g
tlak plina	101325 Pa	101325 Pa	101325 Pa	101325 Pa
temperatura plina	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C
Volumen plina	22.4 dm³	22.4 dm³	22.4 dm³	22.4 dm³
broj molekula plina	Avogadrov broj	Avogadrov broj	Avogadrov broj	Avogadrov broj
množina molekula	1 mol	1 mol	1 mol	1mol

**broj od 6.02×10^{23} molekula (atoma ili općenito- broj čestica)
nazivamo 1 molom (1 mol)**

$n = 1 \text{ mol}; N = 6.02 \times 10^{23}$

4.3 zaključci

Iz Avogadrova zakona mogu se izvesti daljnja dva važna zaključka :

Ako plinovi istog volumena sadrže isti broj molekula, onda se mase plinova jednakog volumena odnose kao mase molekula tih plinova, odnosno kao relativne molekulske mase tih plinova.

Ako različiti plinovi istog volumena sadrže isti broj molekula, onda, obratno, isti broj molekula bilo kojeg plina zauzima u identičnim fizičkim uvjetima isti volumen.

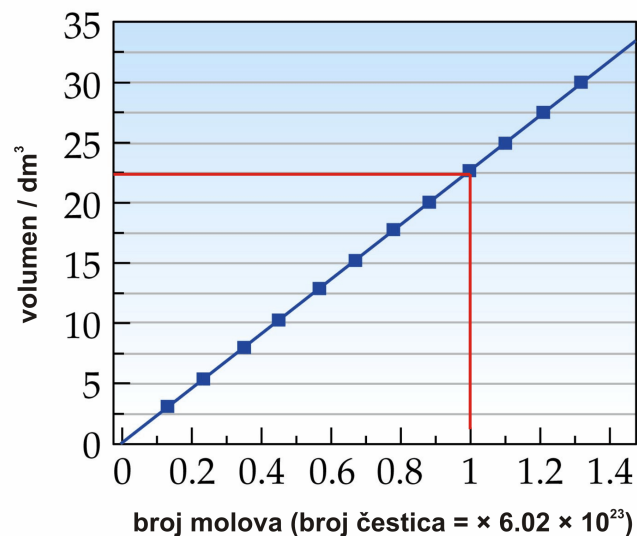
		
volumen plinova	22.4 dm ³	
tlak plinova	1 atm	
temperatura plinova	0 °C	
masa plinova	4 g	16 g
broj molekula	28 g	6.02×10^{23}

4.3 zaključci



volumen plinova		22.4 dm ³	
tlak plinova		1 atm	
temperatura plinova		0 °C	
masa plinova	4 g	28 g	16 g
broj molekula (atoma)		6.02×10^{23}	

- broj od 6.02×10^{23} molekula (atoma ili općenito- broj čestica) nazivamo 1 molom (1 mol)
- $n = 1 \text{ mol}$; $N = 6.02 \times 10^{23}$
- što je veći broj čestica-veći je i volumen
- PAŽNJA: postoje i monoatomni plinovi
- $V_1 / n_1 = V_2 / n_2$



- kako su molekule plinova različite mase tada i plinovi istog volumena imaju različite mase
- Volumen jednog mola plina nazivamo *molarim volumenom* (V_m) i on iznosi uz standardne uvjete (temperatura 0° C i tlak 101325 Pa) $V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

4.4 kako je Avogadro odredio broj molekula 1811. g.

- broj je prvi odredio Loschmidt (1865).
- naziva se i Loschmidtovim brojem
- kinetička teorija plinova

	Year	First author	Method	N_A^* 10^{23} mol^{-1}	u_{rel}
1	1865	J Loschmidt	Mean free path	72	1×10^0
2	1873	J D van der Waals	Kin. gas theory	11	5×10^{-1}
3	1890	W R Röntgen	Atom. films on water	7	1×10^0
4	1890	J W S Rayleigh	Atom. films on water	6.08	1×10^{-2}
5	1901	M Planck	R/k	6.16	1×10^{-2}
6	1903	H A Wilson	Oil drop method	9.3	1×10^0
7	1904	J J Thomson	Oil drop method	8.7	1×10^0
8	1908	A Einstein	Diffusion theory	6	1×10^0
9	1908	J Perrin	Brownian movement	6.7	3×10^{-1}
10	1909	E Rutherford	α -particle theory	6.16	6×10^{-2}
12	1914	T Fletcher	Brownian movement	6.0	2×10^{-1}
13	1914	I Nordlund	Diffusion in fluids	5.91	1×10^{-2}
14	1915	A Westgreen	Diffusion in fluids	6.06	2×10^{-1}
15	1917	R A Millikan	Oil drop method	6.064	6×10^{-3}
16	1923	T W Shaxby	Diffusion in fluids	5.9	—
17	1924	P L du Nouy	Thin films	6.004	8×10^{-3}
18	1929	R T Birge	X-ray diffraction	6.064 4	6×10^{-3}
19	1931	J A Bearden	X-ray gratings/plane	6.019	3×10^{-3}
20	1941	R T Birge	Calcite, NaCl, KCl, ...	6.022 83	1×10^{-4}
21	1945	R T Birge	Diamond, LiF	6.023 38	2×10^{-4}
22	1948	J W M DuMond	X-gratings/concave	6.023 2	1×10^{-4}
23	1949	M E Straumanis	Calcite crystals	6.024 03	3×10^{-4}
24	1951	J W M DuMond		6.025 44	1×10^{-4}
25	1965	J A Bearden	XRCD, Si	6.022 088	2×10^{-5}
26	1965	E R Cohen	LS. adjustment	6.022 52	9×10^{-5}
27	1973	E R Cohen	LS. adjustment	6.022 045	3×10^{-5}
28	1974	R D Deslattes	XRCD, Si	6.022 094 3	1×10^{-6}
29	1987	R D Deslattes	XRCD	6.022 134	1×10^{-6}
30	1987	E R Cohen	LS. adjustment	6.022 136 7	6×10^{-7}
31	1992	P Seyfried	XRCD	6.022 136 3	1×10^{-6}
32	1994	G Basile	XRCD	6.022 137 9	4×10^{-7}
33	1995	P De Bièvre	XRCD	6.022 136 5	6×10^{-7}
34	1999	K Fujii	XRCD	6.022 155 0	3×10^{-7}
35	2001	P De Bièvre	XRCD	6.022 133 9	4×10^{-7}

LINKOVI

FIZIKA

<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>

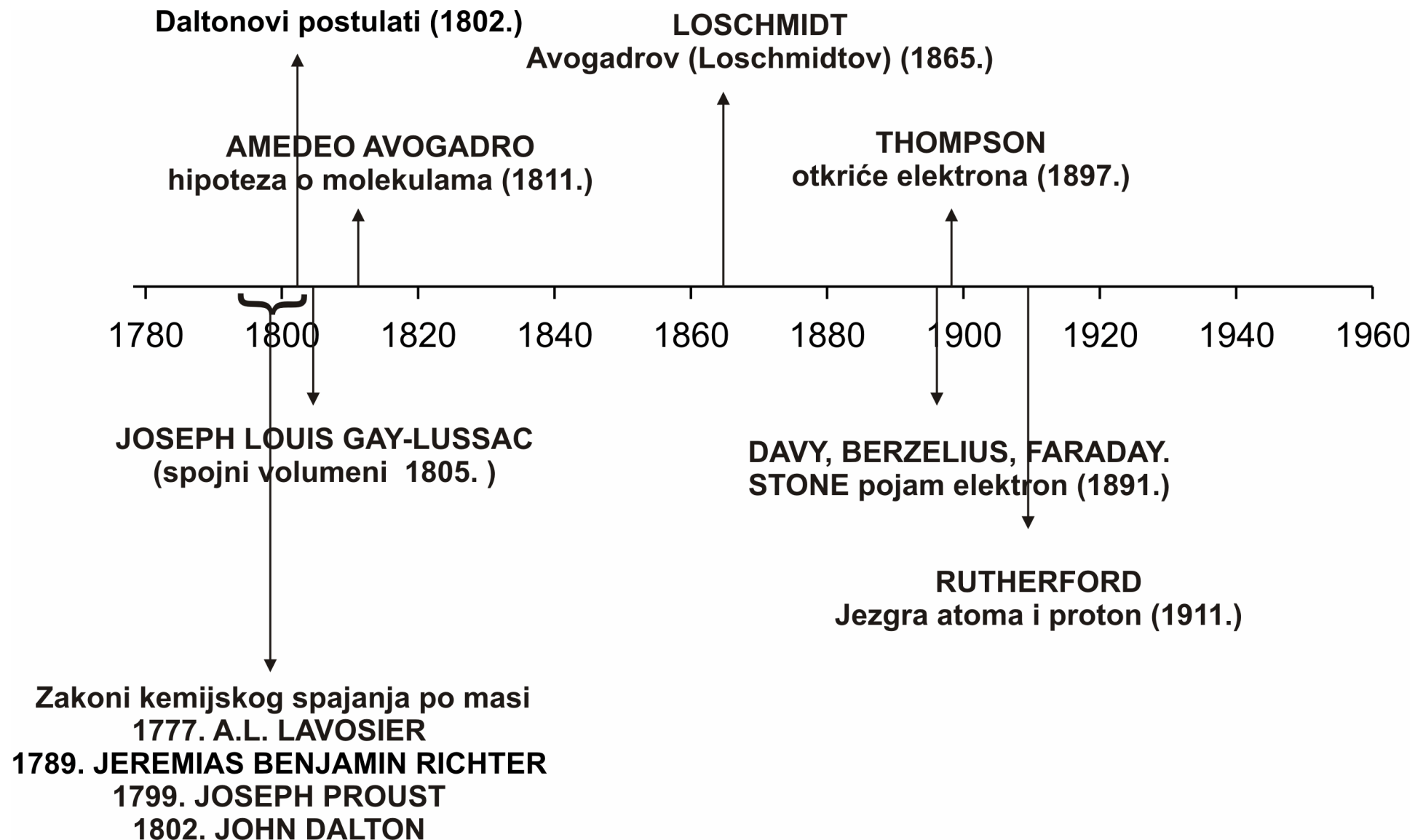
<http://phet.colorado.edu/en/search?q=physics>

KEMIJA

<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>

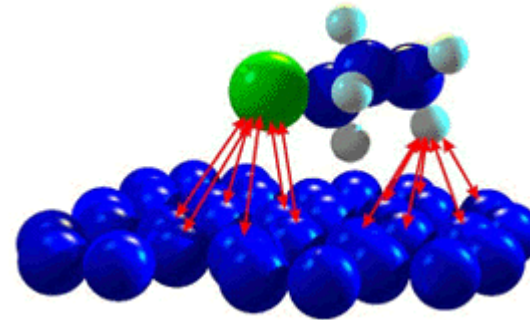
<http://phet.colorado.edu/en/search?q=chemistry>

<http://employees.oneonta.edu/viningwj/sims/>

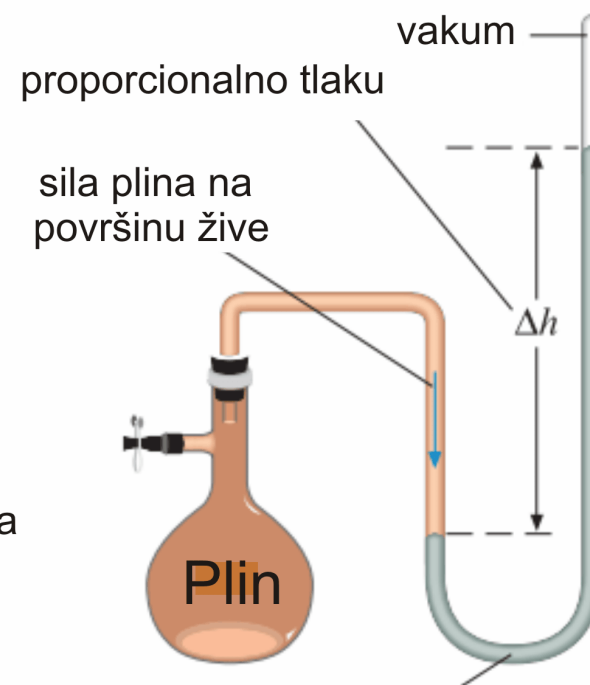
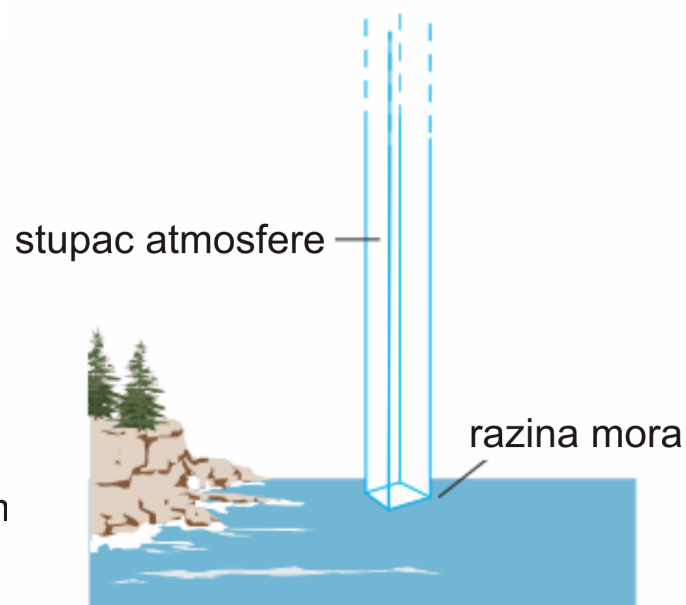
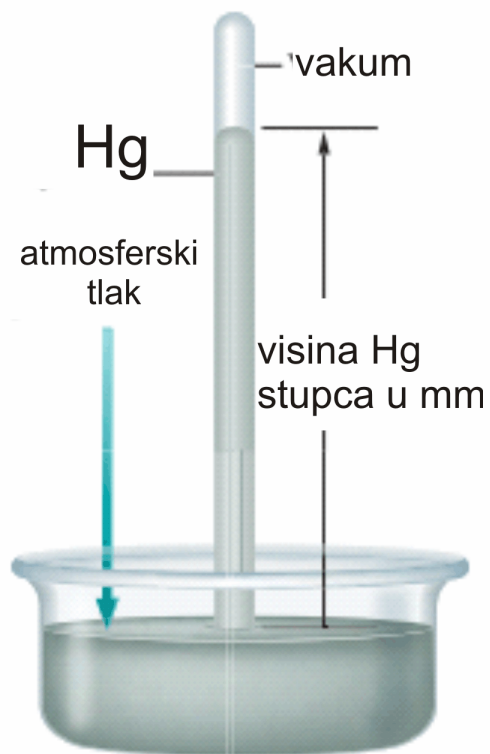


5. plinski zakoni i jednačba stanja idelnog plina

- četiri parametra : p , V , n , T
- **Gay - Lussacov zakon spojnih volumena**
- **Boyle-Mariottov zakon**
- **Charles - Gay Lussacov zakon**
- za idealne plinove
 - ne može se pretvoriti u tekuće i čvrsto stanje
 - nema privlačnih sila između molekula
 - volumen plina uglavnom je "ništa" (veličina molekula ili atom zanemariva u odnosu na volumen koji plin zauzima)
- realan plin (visok tlak, niska temperatura; povećavanje van der Waalsovih sila)



tlak



-barometri

-manometri

$$m_{\text{plina}} = 2.5 \text{ g}; P (\text{površina}) = 0.00027 \text{ m}^2; a = 9.81 \text{ m s}^{-2}$$

$$p (\text{tlak}) = F / P = (m \times a) / P = 2.5 \times 10^{-2} \text{ kg m s}^{-2} (\text{Pa})$$

$$\text{Izražavanje: } 1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$760 \text{ mm Hg} = 1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1.01325 \text{ bar} = 1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$$

5.1 Boyle-Marriotov zakon (17 st.)

- Volumen plina pri stalnoj temperaturi obratno se mijenja s tlakom
- Umnožak tlaka i volumena plina kod konstantne temperature i množine stalan

$$V = \frac{\text{konstanta}}{p}$$

$$pV = \text{konstanta}$$

- vrijednost konstante ovisi o temperaturi i množini plina

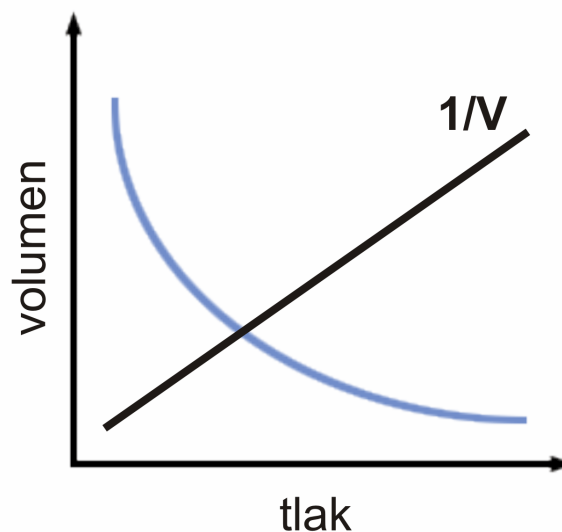
UVJETI:

T = konst.

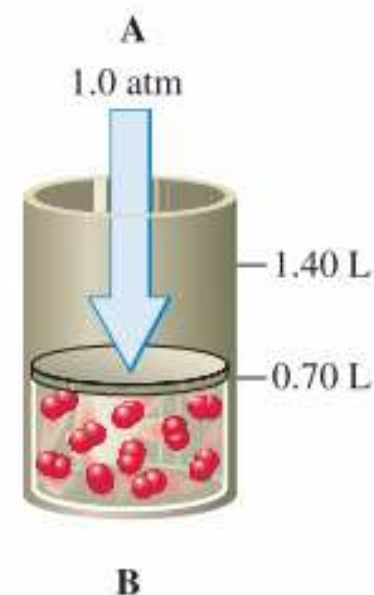
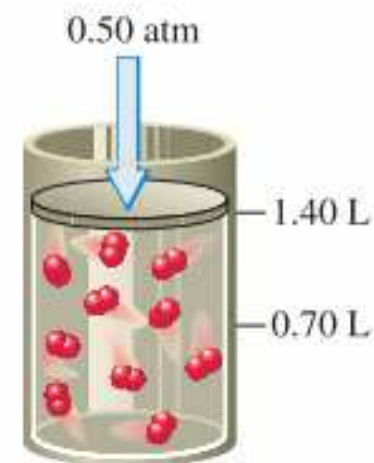
n = konst.

za 0°C i 1 mol plina pri 1 atm

$$V_0 = 22.4 \text{ dm}^3$$



$$p_1 V_1 = p_2 V_2 = \text{konst}$$



5.2 Charles - Gay Lussacov zakon (1787. g.)

Pri stalnom tlaku volumen određene mase plina raste (ili pada) za $1/273.15$ volumena pri 0°C , kada temperatura poraste (ili padne) za 1°C .

$$V = V_0 + \frac{V_0}{273.15^\circ\text{C}} t$$

$$V = \frac{V_0}{273.15^\circ\text{C}} (273.15^\circ\text{C} + t)$$

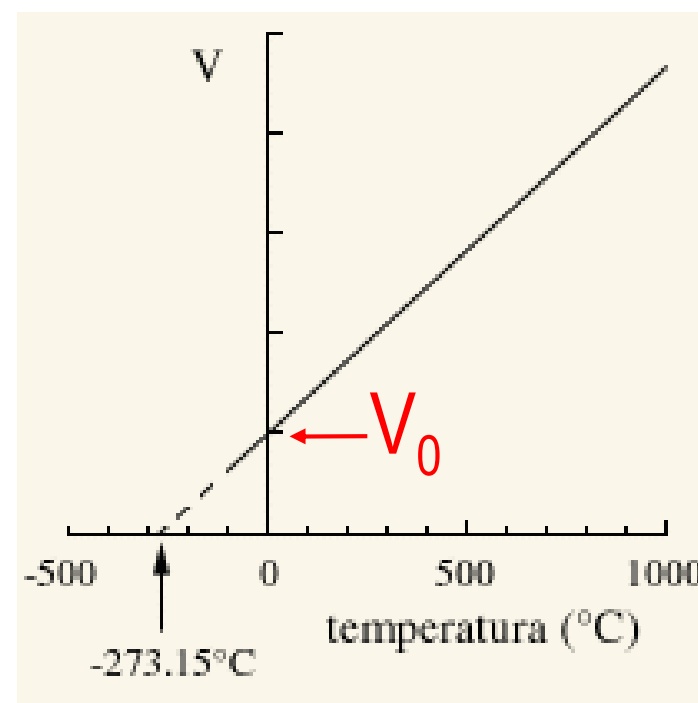
UVJETI:

$p = \text{konst.}$

$n = \text{konst.}$

za 1 mol plina i 1 atm pri 0°C

$$V_0 = 22.4 \text{ dm}^3$$



$$V = \text{konst.} \times T$$

5.2 Charles - Gay Lussacov zakon (1787. g.)

Za svaki °C povećanja temperature, **TLAK** se povećava za 1/273 dio od tlaka koji je plin imao na 0°C. Snižanjem temperature pritisak se smanji za isti iznos.

$$p = p_0 + \frac{p_0}{273.15} t$$

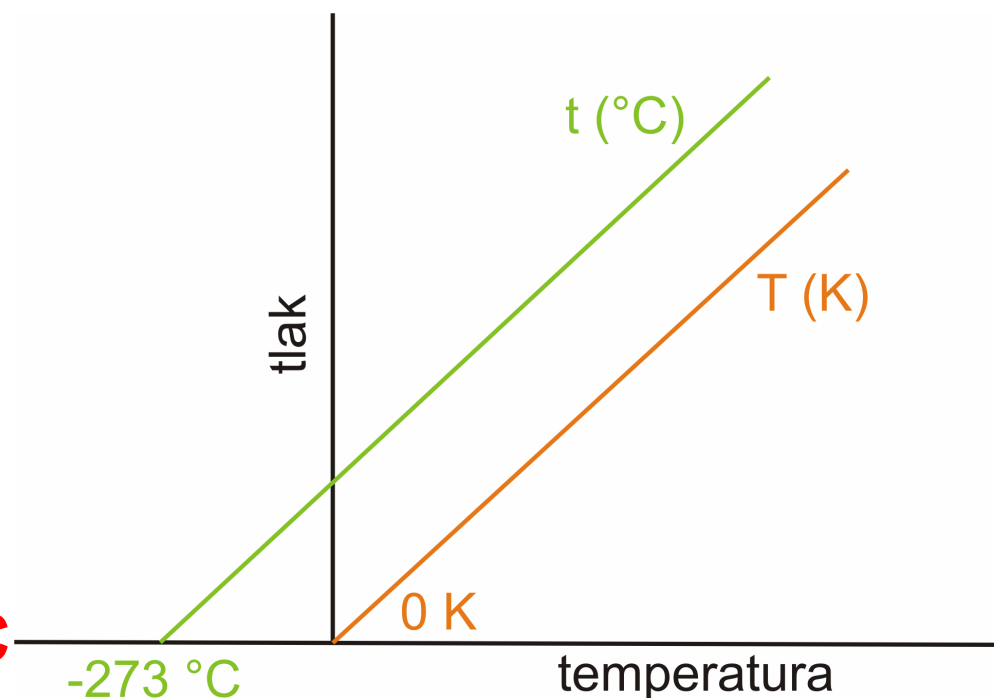
UVJETI:

V= konst.

n=konst.

za 1 mol plina i 22.4 dm³ pri 0°C

$$p_0 = 1 \text{ atm}$$



$$p = \text{konst.} \times T$$

5.2 Charles - Gay Lussacov zakon (1787. g.)

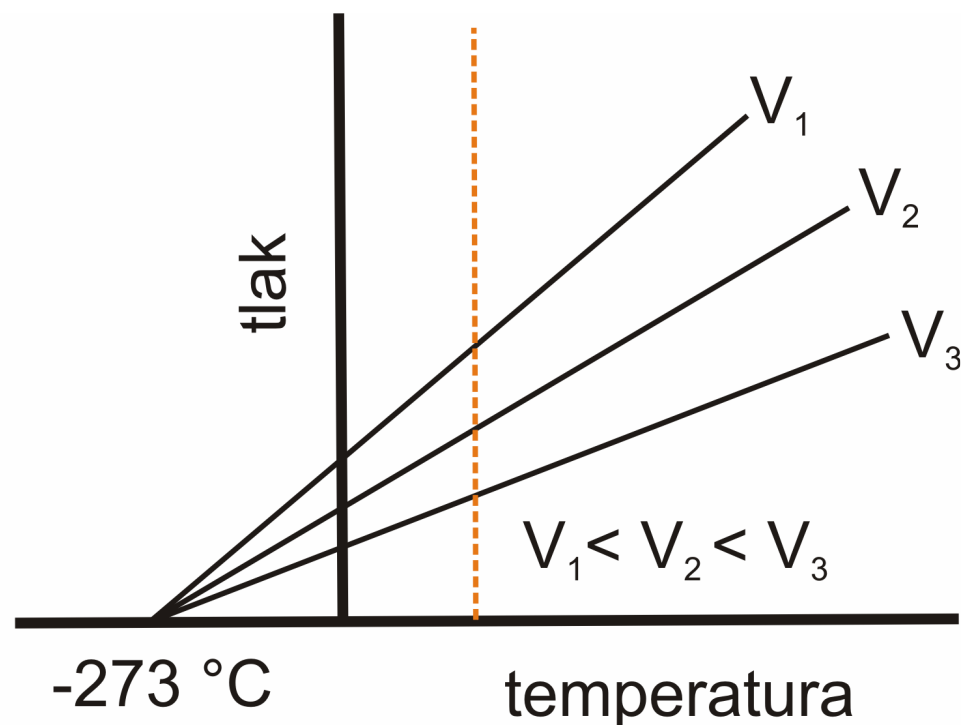
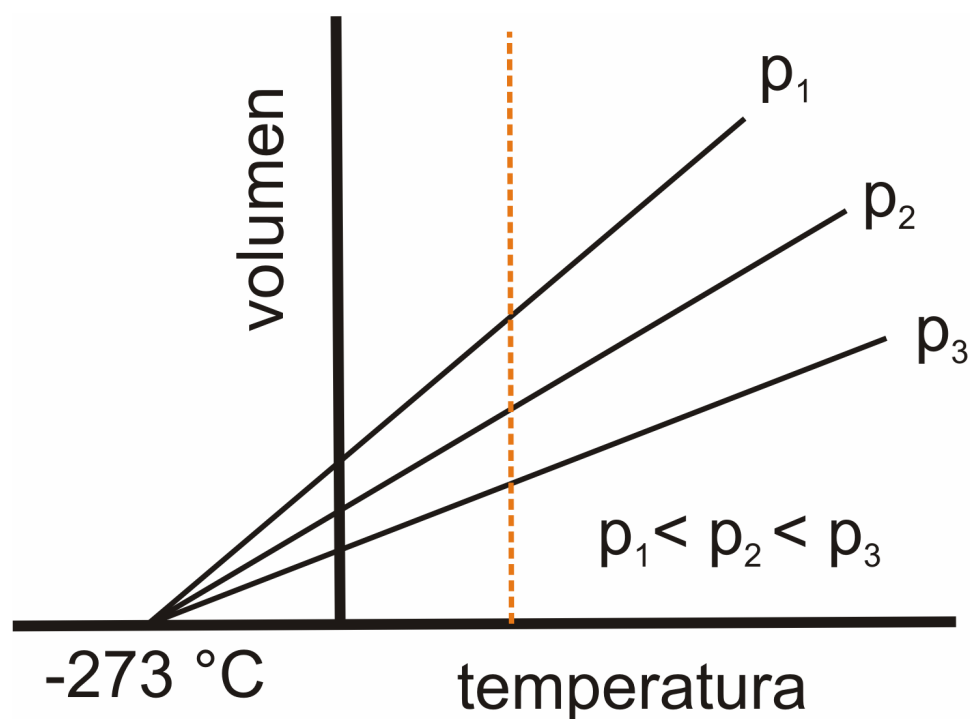
konstante su nagibi pravca

$$V = \text{konst.} (n \times R / p) \times T$$

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2 = \text{konst}$$

$$p = \text{konst.} (n \times R / V) \times T$$

$$p_1 / T_1 = p_2 / T_2 = \text{konst}$$



5.3 Jednadžba stanja idealnog plina

- kombinacija plinskih zakona i Avogadrovog zakona
- Avogadrov zakon; $V = \text{konstanta} \times n$
- Charles - Gay Lussacov zakon; $V = \text{konstanta} \times T$
- Boyle-Mariottov zakon; $V = \text{konstanta} / P$

$$V = \text{konst} \times \frac{n \times T}{p}$$

$$pV = \text{konst} \times n \times T$$

uvjeti za konstantu

$$n = 1 \text{ mol}$$

$$T = 273.15 \text{ K}$$

$$p = 101325 \text{ Pa}$$

$$V = 22.414 \text{ dm}^3$$

$$\text{konst} = R = 8314 \text{ Pa dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

5.4 Molarni volumen, mol, Avogadrov broj

uvjeti

$n = 1 \text{ mol} = 6.02 \times 10^{23}$ molekula ili atoma pri:

$T = 273.15 \text{ K}$

$p = 101325 \text{ Pa}$

zauzima:

$V = 22.414 \text{ dm}^3$ (molarni volumen pri standardnim uvjetima - V_m°)

pri standardnim uvjetima:

$$V^\circ = n \times V_m^\circ$$

označava standardne uvjete

pri uvjetima različitim od standardnih:

$$V = n \times V_m$$

PREKO JEDNADŽBE STANJA IDEALNOG PLINA, MOŽEMO ZNATI BROJ MOLEKULA ILI ATOMA NEKOG PLINA UKOLIKO ZNAMO p, V, t

5.4 Molarni volumen, mol, Avogadrov broj

1. Koliki volumen pri standardnim uvjetima zauzima 10^{18} molekula plina?

Rješenje: Volumen zadane količine plina pri standardnim uvjetima bit će:

$$\begin{aligned} V^0 &= \frac{N}{N_A} \cdot V_m^0 \\ &= \frac{10^{18}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \cdot 22,4 \text{ l mol}^{-1} \\ &= 3,72 \cdot 10^{-5} \text{ l} = 37,2 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$n = \frac{V^0}{V_m^0} \quad ; \quad n = \frac{N}{N_A} \quad ; \quad n = \frac{m}{M}$$

LINKOVI

FIZIKA

<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>

<http://phet.colorado.edu/en/search?q=physics>

KEMIJA

<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>

<http://phet.colorado.edu/en/search?q=chemistry>

<http://employees.oneonta.edu/viningwj/sims/>