

## 2 PODSTAWOWE WŁASNOŚCI MATERII

### Zadanie 2.1

Odkryj relację pomiędzy ( $N_A$ ,  $R$  i  $k_B$ ), ( $F$ ,  $N_A$ , i  $e$ ), ( $u$  i  $N_A$ ) oraz ( $n_0$  i gazem doskonałym w warunkach normalnych):

stała Plancka	$h^* = 6.62606957 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
prędkość światła	$c^* = 299792458 \text{ m s}^{-1}$
ładunek elementarny	$e^* = 1.602176634 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
jednostka masy atomowej <sup>(1)</sup>	$u = 1.660538921 \cdot 10^{-27} \text{ kg}^{(1)}$
stała Avogadro	$N_A^* = 6.02214076 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
stała Boltzmanna	$k_B^* = 1.380649 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
stała Faradaya	$F^* = 96485.33212... \text{ C mol}^{-1}$
stała gazowa	$R^* = 8.3144626... \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
stała Loschmidta (273.15 K, 101.325 kPa)	$n_0^* = 2.68678011... \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$

\* oznacza wartość dokładną, zgodną z wprowadzonymi w 2019 r. zmianami w układzie SI.

<sup>(1)</sup> jednostka  $u$  zdefiniowana jest jako 1/12 masy atomu  $^{12}\text{C}$ .

### Zadanie 2.2

Zaznacz, które z podanych parametrów makroskopowych (lub ich funkcji) są w układzie jednorodnym w stanie równowagi termodynamicznej intensywne (zaznacz I), które są ekstensywne (zaznacz E) a które nie są ani intensywne ani ekstensywne (zaznacz 0).

ciśnienie $p$	objętość $V$	liczba moli $n$
masa $M$	liczba cząstek $N$	$Mn$
$\frac{N}{M}$	$\frac{pV}{nT}$	objętość właściwa = $\frac{V}{n}$
gęstość $\rho = \frac{M}{V}$	$\rho^2$	temperatura $T$
$Mn^2$	$\frac{V}{M}$	$T^2$

### Zadanie 2.3

W izolowanym termicznie cylindrze znajduje się w stanie równowagi termodynamicznej lód i woda.

Zaznacz "1" zdania prawdziwe, "0" zdania fałszywe	
rozważany układ jest jednofazowy	
rozważany układ jest dwuskładnikowy	
rozważany układ ma 2 stopnie swobody	
lód ma temperaturę nieco niższą niż woda	
potencjał chemiczny cząsteczek $\text{H}_2\text{O}$ w lodzie jest większy niż potencjał chemiczny cząsteczek $\text{H}_2\text{O}$ w cieczy	

#### **Zadanie 2.4**

Udowodnij, że masa atomowa dowolnego pierwiastka jest równa masie molowej tegoż pierwiastka

#### **Zadanie 2.5**

Ile atomów siarki ( $M = 32 \text{ g/mol}$ ) znajduje się w pyłku siarki o masie  $m = 10^{-5} \text{ g}$ ? Jaka jest masa jednego atomu?

#### **Zadanie 2.6**

Masa molowa złota wynosi  $197 \text{ g/mol}$ . Ile moli złota zawiera próbka tego pierwiastka o masie  $2,5 \text{ g}$ ? Ile atomów zawiera próbka?

#### **Zadanie 2.7**

Oblicz masę (w kilogramach)  $7,5 \cdot 10^{24}$  atomów arsenu. Masa molowa arsenu wynosi  $74,9 \text{ g/mol}$ .

#### **Zadanie 2.8**

Masa molowa tlenu cząsteczkowego  $\text{O}_2$  wynosi  $0,032 \text{ kg/mol}$ . Które ze stwierdzeń jest prawdziwe, a które fałszywe?

- a) W 1 molu  $\text{O}_2$  znajduje się  $3,01 \cdot 10^{23}$  atomów O
- b) W 1 molu  $\text{O}_2$  znajduje się  $3,01 \cdot 10^{23}$  cząsteczek  $\text{O}_2$
- c) W  $32 \text{ g}$   $\text{O}_2$  znajduje się  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomów O
- d) W  $32 \text{ g}$   $\text{O}_2$  znajduje się  $12,04 \cdot 10^{23}$  atomów O

#### **Zadanie 2.9**

Masa molowa azotu cząsteczkowego  $\text{N}_2$  wynosi  $0,028 \text{ kg/mol}$ . Które ze stwierdzeń jest prawdziwe, a które fałszywe?

- a) W 1 molu  $\text{N}_2$  znajduje się  $3,01 \cdot 10^{23}$  atomów N
- b) W  $14 \text{ g}$   $\text{N}_2$  znajduje się  $3,01 \cdot 10^{23}$  atomów N
- c) W 1 molu  $\text{N}_2$  znajduje się  $3,01 \cdot 10^{23}$  cząsteczek  $\text{N}_2$
- d) W  $28 \text{ g}$   $\text{N}_2$  znajduje się  $6,02 \cdot 10^{23}$  cząsteczek  $\text{N}_2$

#### **Zadanie 2.10**

Która z próbek zawiera więcej cząsteczek: **a)**  $1 \text{ g}$  wody czy  $1 \text{ g}$  amoniaku  $\text{NH}_3$ ; **b)**  $3 \text{ g}$  tlenu czy  $3 \text{ g}$  wodoru; **c)**  $10 \text{ g}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  czy  $10 \text{ g}$   $\text{H}_3\text{PO}_4$ ?

#### **Zadanie 2.11**

W czterech zbiornikach o tej samej pojemności, tej samej masie, w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury, znajdują się cztery gazy: tlen, azot, amoniak i dwutlenek węgla. Który z tych zbiorników jest najlżejszy?

#### **Zadanie 2.12**

Ile cząsteczek tlenu znajduje się w  $1 \text{ cm}^3$  powietrza w warunkach normalnych ( $0^\circ\text{C}$ ,  $1013 \text{ hPa}$ )?

#### **Zadanie 2.13**

Oblicz, jaką liczbę moli stanowi: **a)**  $67,2 \text{ dm}^3$  wodoru; **b)**  $5,6 \text{ dm}^3$  metanu ( $\text{CH}_4$ ); **c)**  $11,2 \text{ dm}^3$  dwutlenku siarki. Wszystkie substancje były odmierzane w warunkach normalnych.

### **Zadanie 2.14**

W jakiej objętości tlenu jest tyle samo cząsteczek co w  $1\text{ cm}^3$  wodoru (w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury)?

### **Zadanie 2.15**

Ustal wzór rzeczywisty glukozy wiedząc że stosunek masowy pierwiastków wynosi  $\text{C}:\text{H}:\text{O} = 6:1:8$ , a masa jednego mola glukozy wynosi 180 g.

### **Zadanie 2.16**

Pierwiastki A i B tworzą związek typu  $\text{A}_3\text{B}_4$  o masie molowej 296 g/mol, zawierający 56,8% pierwiastka A. Jaki to związek?

### **Zadanie 2.17**

Przypuśćmy, że 1 mol izotopu promieniotwórczego strontu, którego masa wynosi 88 g, został równomiernie rozproszony po całej powierzchni kuli ziemskiej. Oblicz, ile atomów tego pierwiastka znalazłoby się na  $1\text{ cm}^2$ ? Promień Ziemi  $R_Z = 6370\text{ km}$ .

### **Zadanie 2.18**

Wyobraź sobie, że cząsteczki znajdujące się w 1 g wody zostały równomiernie rozłożone na powierzchni Ziemi. Ile cząsteczek znalazłoby się na powierzchni  $1\text{ cm}^2$ ? Promień Ziemi  $R_Z = 6370\text{ km}$ .

### **Zadanie 2.19**

Do jeziora o powierzchni  $S = 20\text{ km}^2$  i średniej głębokości  $h = 10\text{ m}$  wrzucono mały kryształek soli o masie  $m = 0,01\text{ g}$ . Przyjmując, że sól rozpuściła się równomiernie w wodzie, oblicz, ile cząsteczek soli ( $\text{NaCl}$ ) znajduje się w naporstku wody o objętości  $V_l = 2\text{ cm}^3$  zaczerpniętej z jeziora. Przyjmij, że masa molowa  $\text{NaCl}$  wynosi 58 g/mol.

### **Zadanie 2.20**

Ile wynosi ciężar bryłki żelaza o objętości  $200\text{ cm}^3$ ? Gęstość żelaza wynosi  $7800\text{ kg/m}^3$ .

### **Zadanie 2.21**

Masa Saturna wynosi  $M_S = 5,64 \cdot 10^{26}\text{ kg}$ , a jego promień  $R_S = 6 \cdot 10^7\text{ m}$ . Gdyby planeta ta została umieszczona na powierzchni hipotetycznego oceanu wodnego (gęstość  $998,2\text{ kg/m}^3$ ) unosiłaby się na jego powierzchni czy zatonałaby?

### **Zadanie 2.22**

Na płaskiej powierzchni postawiono sześcienny pojemnik o objętości 10 l, całkowicie wypełniony pewną substancją. Pojemnik wywiera na powierzchnię Ziemi ciśnienie 3 Pa. Ile wynosi gęstość substancji?

### **Zadanie 2.23**

Policzyć koncentrację cząsteczek gazu doskonałego w warunkach normalnych.

### **Zadanie 2.24**

Policzyć koncentrację cząsteczek  $\text{CO}_2$  (gaz rzeczywisty) w punkcie krytycznym, dla którego  $p = 74 \cdot 10^5\text{ N/m}^2$ ,  $T = 304,2\text{ K}$ .

**Zadanie 2.25**

Wyznaczyć koncentrację cząsteczek wody w warunkach normalnych. Masa molowa 18 g/mol, gęstość  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

**Zadanie 2.26**

Policzyć koncentrację atomów Fe w warunkach normalnych. Gęstość żelaza 7,87 g/cm<sup>3</sup>, masa molowa 55,847 g/mol.

**Zadanie 2.27**

Ile wynosi (szacunkowo) średnia odległość między cząsteczkami wody? Masa molowa wody 18 g/mol a gęstość  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Założyć, że cząsteczki wody są równomiernie rozłożone w przestrzeni.

**Zadanie 2.28**

Ile wynosi (szacunkowo) średnia odległość między cząsteczkami:

- a) wody (masa molowa 18 g/mol, gęstość  $10^3 \text{ kg/m}^3$ )
- b) pary wodnej traktowanej jako gaz doskonały

**Zadanie 2.29**

Gęstość aluminium wynosi 2,699 g/m<sup>3</sup>, a jego masa atomowa jest równa 26,97 u.

- a) Ile moli zawiera 1 m<sup>3</sup> stałego aluminium?
- b) Ile atomów zawiera 1 m<sup>3</sup> stałego aluminium?
- c) Oszacować ciężar pojedynczego atomu Al.