



Univerza v Mariboru

*Fakulteta za kemijo in
kemijsko tehnologijo*

SEVERINA OREŠKI

RAČUNALNIŠTVO V KEMIJI

Naloge za računalniške vaje z rešitvami

1. izdaja

Maribor, 2012

Copyright 2012. Prva izdaja, junij 2012.

Severina Oreški, Računalništvo v kemiji, Naloge za računalniške vaje z rešitvami

Recenzent: doc. dr. Majda Krajnc
Avtor: doc. dr. Severina Oreški
Vrsta publikacije: zbirka nalog
Založnik: FKKT Univerze v Mariboru
Naklada: On-line

Dostopno na naslovu: <http://atom.uni-mb.si/stud/egradiva.php>
Dostopno tudi na univerzitetnem elektronskem portalu Moodle pri predmetih Računalništvo v kemiji in Procesnem računanju I.

Gradiva iz publikacije, brez dovoljenja avtorja, ni dovoljeno kopirati, reproducirati, objavljati ali prevajati v druge jezike.

ISBN 978-961-248-349-4



CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

66.01:004.42(075.8)(076.1/.2)

OREŠKI, Severina

Računalništvo v kemiji [Elektronski vir] :
naloge za računalniške vaje z rešitvami / Severina
Oreški. - 1. izd. - El. učbenik. - Maribor :
Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2012

Način dostopa (URL):
<http://atom.uni-mb.si/stud/egradiva.php>

ISBN 978-961-248-349-4

COBISS.SI-ID 70496513

VSEBINA

	Predgovor	v
	SIMBOLI	vii
1	PREDSTAVITEV NALOG	1
2	NALOGE	3
3	LITERATURA	81
4	REŠITVE NALOG	83

Predgovor

Zbrano gradivo z naslovom *Računalništvo v kemiji, Naloge za računalniške vaje z rešitvami* je dopolnilo navodil za vaje *Računalništvo v kemiji, Navodila za računalniške vaje*¹. Oboje uporabljajo študenti prvih letnikov univerzitetnih programov Kemijska tehnologija in Kemija ter študenti prvega letnika visokošolskega strokovnega programa Kemijska tehnologija pri računalniških vajah iz Računalništva v kemiji in Procesnega računanja I. Gradivo vsebuje dvesto nalog s področij kemije in kemijske tehnike, primernih za reševanje s programiranjem v računalniškem jeziku Fortran in z računalniškim programom Excel.

Prvi del nalog je s področja splošne in anorganske kemije, s katerim se študenti prvih letnikov seznanijo pri predmetih Splošna kemija, Anorganska kemija, Splošna in anorganska kemija I in Splošna in anorganska kemija II.

Drugi del nalog je rešljiv z uporabo podatkov o kemijskih lastnostih brez poznavanja določenega področja kemije in kemijske tehnike, ker so ustrezne enačbe pripisane.

Morebitni manjkajoči podatki v nalogah se na računalniških vajah poiščejo iz banke podatkov o kemijskih komponentah, ki je dostopna na vajah, ali z medmrežja.

Severina Oreški

Maribor, junij 2012

SIMBOLI

a	– parameter van der Waalsove enačbe, bar (cm^3/mol) ²
b	– parameter van der Waalsove enačbe, cm^3/mol
c	– masna toplotna kapaciteta, J/(g K)
C_m	– molska toplotna kapaciteta, J/(mol K)
c_B	– koncentracija baze, mol/L
$c(i)$	– koncentracija kemijske komponente ali iona i , mol/L
c_K	– koncentracija kisline, mol/L
C_p	– izobarična molska toplotna kapaciteta, J/(mol K)
$c_{p,i}$	– izobarična masna toplotna kapaciteta komponente i , J/(g K)
$c_{p,zm}$	– izobarična masna toplotna kapaciteta zmesi, kJ/(kg K)
d	– premer električne žice, mm
D	– koeficient difuzije, m^2/s
h	– stopnja hidrolize izražena v odstotkih, %
H	– vlažnost zraka, –
h_{zm}	– entalpija zmesi, J/g
I	– električni tok, A
K_B	– konstanta disociacije baze, –
K_K	– konstanta disociacije kisline, –
K_W	– ionski produkt vode, –
l	– dolžina električne žice, km
L_{spojina}	– topnostni produkt, –
M	– molska masa, g/mol, kg/mol
M_A	– molska masa NH_3 , g/mol
M_Z	– molska masa zraka, g/mol
M_{zm}	– povprečna molska masa zmesi, g/mol, kg/mol
m	– masa, g
m_{zm}	– masa zmesi, g, kg
N	– število komponent v zmesi, –
N_0	– število vseh molekul, –

N_h	– število hidroliziranih molekul, –
N_L	– Loschmidovo število, mol ⁻¹
p	– tlak, bar
p_c	– kritični tlak, bar
$p_{c,zm}$	– pseudokritični tlak zmesi, bar
p_i	– parcialni tlak komponente i , bar, Pa
p^{nas}	– parni tlak, bar
p_{eksp}^{nas}	– izmerjen parni tlak, bar
R	– splošna plinska konstanta, cm ³ bar/(mol K)
R	– električna upornost, Ω
s	– topnost, mol/L
t	– čas, s
t	– temperatura, °C, °F
$t_{1/2}$	– razpolovna doba Ra, –
T	– temperatura, K, °R
T_b	– normalna temperatura vrelišča, K
$T_{b,r}$	– reducirana temperatura vrelišča pri normalnih pogojih, –
T_c	– kritična temperatura, K
$T_{c,zm}$	– pseudokritična temperatura zmesi, K
T_r	– reducirana temperatura, –
U	– električna napetost, V
v	– hitrost molekul plina (efuzija), m/s
V	– prostornina, L, cm ³ , m ³
V_b	– prostornina pri normalni temperaturi vrelišča, cm ³ /mol
$V_{b,eksp}$	– izmerjena molska prostornina pri normalni temperaturi vrelišča, cm ³ /mol
V_c	– kritična prostornina, cm ³ /mol
$V_{c,zm}$	– pseudokritična prostornina zmesi, cm ³ /mol
V_m	– molska prostornina, cm ³ /mol
V_m^{nas}	– nasičena molska prostornina, cm ³ /mol
$V_{m,zm}$	– molska prostornina zmesi, cm ³ /mol
V^*	– značilna prostornina čiste komponente, L/mol

w_i	– masni delež komponente i , –
x_i	– množinski delež komponente i v tekoči fazi, –
y_i	– množinski delež komponente i v parni fazi, –
z_{ci}	– kritični koeficient stisljivosti komponente i , –
z_{RA}	– Rackettov faktor stisljivosti, –

Simboli zapisani z grškimi črkami

α	– konstanta razredčenja, –
$\Delta_{izp}H$	– molska izparilna toplota, J/mol
$\Delta_{izp}H_b$	– molska izparilna toplota pri normalni temperaturi vrelišča, J/mol
$\Delta_{izp}H_{eksp}$	– izmerjena molska izparilna toplota, J/mol
$\Delta_{izp}S_b$	– molska izparilna entropija pri normalni temperaturi vrelišča, J/(mol K)
ϕ	– koeficient fugativnosti, –
η	– viskoznost, Pa s
λ	– toplotna prevodnost, W/(m K)
Λ_{∞}	– limitna prevodnost elektrolita, s cm ² /mol
λ_{∞}^+	– limitna prevodnost kationov, s cm ² /mol
λ_{∞}^-	– limitna prevodnost anionov, s cm ² /mol
ρ	– upornost električne žice, Ω mm ² / m
ω	– Pitzerjev acentrični faktor, –
ω_{eksp}	– Pitzerjev acentrični faktor iz banke podatkov, –
ω_{SRK}	– acentrični faktor prilagojen Soave-Redlich-Kwongovi enačbi stanja, –

1 PREDSTAVITEV NALOG

Za pripravo nalog je bilo uporabljeno gradivo s področja splošne in anorganske kemije² ter iz lastnosti plinov in tekočin^{3,4}.

S splošno in anorgansko kemijo se študenti prvega letnika univerzitetnih programov Kemijska tehnologija in Kemija seznanijo pri predmetih Splošna kemija in Anorganska kemija, študenti prvega letnika visokošolskega strokovnega programa Kemijska tehnologija pa pri predmetih Anorganska kemija I in Anorganska kemija II.

Metode ocenjevanja lastnosti plinov in tekočin pa so študentom še neznane, vendar so naloge pripravljene, tako da so rešljive brez poznavanja tega področja, ker so vse potrebne enačbe pripisane.

Nekaj nalog je iz pretvarjanja nestandardnih enot različnih fizikalnih veličin v merski sistem SI enot.

Zbranim nalogam so sicer priložene fortranske rešitve, študenti pa bodo do rešitev prišli poleg programiranja v Fortranu tudi z Excelom, kjer bodo lahko rezultate oblikovno lepše predstavili numerično in tudi grafično¹. Čeprav so rešitve podane, se od študentov pričakuje, da bodo znali tudi sami oceniti pravilnost dobljenih rezultatov. Pri tem si lahko pomagajo z znanjem kemije (npr. temperatura izražena v K ne more biti negativna itd.). Študent lahko preveri en korak izračuna s kalkulatorjem (na primer začetni ali končni korak). Napake v izračunu se pogosto odkrijejo, kadar se ne ujemajo med seboj rezultati fortranskih programov in/ali Excelovi rezultati. Razumljivo je, da morajo biti rezultati vsake naloge, dobljeni s fortranskimi programi in Excelom, numerično enaki.

Pri nekaterih nalogah manjkajo podatki za čiste komponente. Manjkajoči podatki se poiščejo iz bank podatkov na računalniških vajah^{3,4} ali na medmrežju.

Nekatere naloge niso zapisane v SI merskem sistemu enot. To so običajno naloge, ki vsebujejo matematične zveze s fiksnimi koeficienti, kateri veljajo za določen sklop enot in jih ne smemo pretvarjati. V takšnih primerih se naloga reši v podanem merskem sistemu enot in končni rezultat pretvori v SI merski sistem enot.

V nalogah uporabljene fizikalne veličine so predstavljene v Simbolih. Pomen imen pomožnih parametrov v nalogah je razviden iz nalog.

2 NALOGE

1.
25 mL raztopine HCl s koncentracijo 0,4 mol/L dodajte po 1 mL raztopine NaOH s koncentracijo 0,5 mol/L do pH 10. Izračunajte pH začetne kisline in pH ob vseh dodatkih NaOH!

2.
25 mL raztopine NaOH s koncentracijo 0,25 mol/L dodajte po 0,5 mL raztopine H₂SO₄ s koncentracijo 0,5 mol/L do pH 3,0. Izračunajte pH in pOH začetne baze ter pH in pOH raztopine ob vseh dodatkih raztopine H₂SO₄!

3.
30 mL raztopine KOH s koncentracijo 0,3 mol/L dodajte po 0,5 mL raztopine HCl s koncentracijo 0,6 mol/L do pH 1,0. Izračunajte pOH začetne baze in pOH raztopine ob posameznih dodatkih kisline!

4.
100 mL raztopine CH₃COOH s koncentracijo 1 mol/L dodajte 25-krat po 10 mL H₂O. Izračunajte pH ob vsakem dodatku vode. Pri vsakem izračunu pH izračunajte tudi konstanto razredčenja, α . ($K_K = 1,6 \times 10^{-5}$, $\alpha = \sqrt{K_K/c_K}$)!

5.
V preglednici so prikazane masne izparilne toplote tekočega ogljikovega tetraklorida (CCl₄) v temperaturnem območju od 20 °F do 110 °F:

$t / ^\circ\text{F}$	$\Delta_{\text{izp}}H / (\text{cal/g})$
20	52,47
30	52,06
40	51,78
50	51,22
60	50,78
70	50,04
80	50,01
90	49,67
100	49,28
110	48,83

Vrednosti za temperaturo pretvorite iz °F v K. Vrednosti za masno izparilno toploto, podano v cal/g, pretvorite v molsko izparilno toploto, podano v J/mol. Preglednico izpišite za

temperaturo in molsko izparilno toploto v navedenih SI enotah. $T/K = \frac{5}{9}(t/^\circ\text{F} + 459,67)$;

$$\Delta_{\text{izp}}H(\text{J/mol}) = M \Delta_{\text{izp}}H(\text{cal/g})4,1868.$$

6.

Raztopini CH_3COONa v vodi z gostoto 50 g/L dodajte 30-krat po 15 mL vode. Podajte pH in koncentracijo soli na začetku in ob vsakem dodatku H_2O ! $K_K = 1,85 \times 10^{-5}$, $K_W = 1 \times 10^{-14}$,

$$c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_W \cdot c_S / K_K}$$

7.

Enemu litru raztopine CH_3COONa s koncentracijo 1 mol/L dodajajte po 2 g CH_3COONa do spremembe pH 0,2. Izračunajte pH začetne raztopine in ob vsakem dodatku. Spreminjanje prostornine zanemarite! $K_K = 1,85 \times 10^{-5}$, $K_W = 1 \times 10^{-14}$, $c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_W \cdot c_S / K_K}$

8.

Enemu litru vode dodajte 10-krat po 1 g NH_4Cl . V obliki preglednice podajte pH in $c(\text{H}^+)$ ob vsakem dodatku NH_4Cl . $K_B = 1,75 \times 10^{-5}$, $K_W = 1 \times 10^{-14}$, $c(\text{H}^+) = \sqrt{K_W \cdot c_S / K_B}$

9.

Enemu litru vode dodajte 13-krat po 1 g CH_3COONa . V obliki preglednice podajte pH in $c(\text{OH}^-)$ ob vsakem dodatku soli. $K_K = 1,85 \times 10^{-5}$, $K_W = 1 \times 10^{-14}$, $c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_W \cdot c_S / K_K}$

10.

Kakšne so vrednosti parnega tlaka p^{nas} 2-heksanola (C_6H_{14}) pri podanih temperaturah T :

$$T/K \mid 350., 360., 370., 380., 390., 400., 410., 420., 430., 440., 450.$$

Uporabite Antoinevo enačbo za izračun parnega tlaka:

$$\ln p^{\text{nas}} = A - B/(T + C)$$

Konstante za 2-heksanol imajo vrednosti $A = 10,0989$ $B = 3158,53$ in $C = -99,98$ Enačba velja za sistem enot bar za parni tlak p^{nas} in K za temperaturo T .

11.

Kako se spreminja pH, če 500 mL raztopine NH_4OH s koncentracijo 0,5 mol/L 20-krat razredčite s po 50 mL H_2O ? $K_B = 1,77 \times 10^{-5}$, $\text{OH}^- = \sqrt{K_B \cdot c_B}$

12.

Kako se spreminja konstanta razredčenja α , če 500 mL raztopine CH_3COOH s koncentracijo 1 mol/L 15-krat razredčite s po 20 mL vode? $K_K = 1,85 \times 10^{-5}$, $\alpha = \sqrt{K_K/c_K}$

13.

Kako se spreminja konstanta razredčenja α , če 500 mL raztopine CH_3COOH s koncentracijo 1 mol/L 50-krat razredčite s po 10 mL raztopine CH_3COOH s koncentracijo 0,1 mol/L? $K_K = 1,85 \times 10^{-5}$, $\alpha = \sqrt{K_K/c_K}$

14.

Raztopini NH_4Cl s koncentracijo 0,1 mol/L 30-krat dodajte po 5 mL raztopine NH_4OH s koncentracijo 0,05 mol/L. Kako se spreminja pH? $K_B = 1,75 \times 10^{-5}$, $c(\text{OH}^-) = K_B \cdot c_B/c_S$

15.

Prostornina butana V pri normalnih pogojih je 900 L. Kako se spreminja prostornina plina s temperaturo, če temperaturo povišate 10-krat po 15 °C pri tlaku 3 bar s pričetkom pri temperaturi 30 °C? Kakšna je razlika med začetno in končno prostornino? Uporabite idealno plinsko enačbo. Upoštevajte, da je molska prostornina plina $V_m = 22,4$ L pri normalnih pogojih ($t = 0$ °C in $p = 1$ atm).

16.

V obliki preglednice podajte značilne sestavine naravne mineralne vode Donat.

17.

Preglednica prikazuje viskoznost tekočega metana (CH_4) pri atmosferskem tlaku v odvisnosti od temperature.

$t / ^\circ\text{C}$	η / cP
-185	0,225
-180	0,187
-175	0,161
-170	0,142
-165	0,127
-160	0,115

Vrednosti za temperaturo pretvorite iz °C v K. Vrednosti za viskoznost η pretvorite iz cP v Pa·s. Preglednico izpišite za temperaturo in viskoznost v navedenih SI enotah.

$$\eta/\text{Pa s} = \frac{\eta/\text{cP}}{1000}$$

18.

150 mL raztopine NH_4OH s koncentracijo 0,1 mol/L dodajajte po 5 mL raztopine HCl s koncentracijo 0,2 mol/L do ekvivalentne točke ($K_B = 1,65 \times 10^{-5}$). Ob vsakem dodatku kisline izračunajte pH in skupno prostornino!

19.

Prostornina vodika V pri normalnih pogojih znaša 500 L. Kako se spreminja prostornina plina s temperaturo, če temperaturo povišate 10-krat po 10°C pri tlaku 1 bar s pričetkom pri temperaturi $26,85^\circ\text{C}$? Kakšna je razlika med začetno prostornino pri $26,85^\circ\text{C}$ in prostornino po končnem povišanju temperature? Uporabite idealno plinsko enačbo. Upoštevajte, da je molska prostornina plina $V_m = 22,4$ L pri normalnih pogojih ($t = 0^\circ\text{C}$ in $p = 1$ atm).

20.

100 mL raztopine CH_3COOH s koncentracijo 2 mol/L 20-krat razredčite s po 10 mL raztopine CH_3COOH s koncentracijo 0,1 mol/L. Ob vsakem dodatku bolj razredčene kisline izračunajte pH! $K_K = 1,85 \times 10^{-5}$, $\text{H}^+ = \sqrt{K_K \cdot c_K}$

21.

Prostornina metana V pri normalnih pogojih je 700 L. Kako se spreminja prostornina plina s temperaturo, če temperaturo povišate 12-krat po 15°C pri tlaku 2,5 bar s pričetkom pri temperaturi $25,5^\circ\text{C}$? Kakšna je razlika med začetno in končno prostornino? Uporabite idealno plinsko enačbo. Upoštevajte, da je molska prostornina plina $V_m = 22,4$ L pri normalnih pogojih ($t = 0^\circ\text{C}$ in $p = 1$ atm).

22.

500 mL raztopine NH_4OH s koncentracijo 0,5 mol/L 40-krat dodajte po 20 mL raztopine NH_4OH s koncentracijo 1 mol/L. Ob vsakem dodatku bolj koncentrirane baze izračunajte prostornino in pH! $K_B = 1,77 \times 10^{-5}$, $\text{OH}^- = \sqrt{K_B \cdot c_B}$

23.

200 mL raztopine NH_4OH s koncentracijo 0,2 mol/L dodajajte po 10 mL H_2O , dokler se pH ne spremeni za 0,3 enote. Ob vsakem dodatku vode izračunajte pH in skupno prostornino!

$$K_B = 1,77 \times 10^{-5}, \text{OH}^- = \sqrt{K_B \cdot c_B}$$

24.

100 mL raztopine NH_4Cl s koncentracijo 0,5 mol/L dodajajte po 10 mL vode, dokler se pH ne spremeni za 0,5 enote. Ob vsakem dodatku vode izračunajte pH in skupno prostornino!

$$K_B = 1,75 \times 10^{-5}, K_W = 1 \times 10^{-14}, c(\text{H}^+) = \sqrt{K_W \cdot c_S / K_B}$$

25.

Kako se spreminja konstanta razredčenja α 1000 ml raztopine CH_3COOH s koncentracijo 1 mol/L, če jo razredčite 25-krat s po 25 mL vode ($K_K = 1,85 \times 10^{-5}$, $\alpha = \sqrt{K_K / c_K}$)?

26.

Kako se spreminja pOH, če 7500 mL raztopine NH_4OH s koncentracijo 0,8 mol/L razredčite 20-krat s po 50 mL vode? $K_B = 1,77 \times 10^{-5}$, $\text{OH}^- = \sqrt{K_B \cdot c_B}$

27.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte koncentracije disociiranih molekul v raztopinah s koncentracijo 0,1 mol/L, če je stopnja disociacije α :

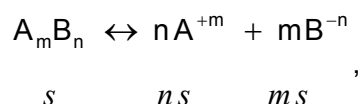
$$\alpha = \frac{C_d}{C},$$

kjer je C_d koncentracija disociiranih molekul v mol/L in C koncentracija vseh molekul v mol/L (analitska koncentracija).

komponenta	α
HCl	0,784
H_2SO_4	0,510
HF	0,70
HCN	0,0001
KOH	0,77
NaOH	0,73

28.

Med topnostnim produktom L_{spojina} in topnostjo s (koncentracija nasičene raztopine v mol/L) velja za poljuben elektrolit, katerega disociacijo opišemo s formulo



naslednja enačba:

$$L_{\text{spojina}} = c(\text{A}^{+m})^n \times c(\text{B}^{-n})^m = (n s)^n (m s)^m = n^n m^m s^{n+m}.$$

Iz te enačbe izpostavite in izračunajte topnost s v preglednici podanih slabo topnih spojin pri 25 °C.

spojina	L_{spojina}	spojina	L_{spojina}
As ₂ S ₃	4×10^{-5}	AgI	$8,3 \times 10^{-17}$
CaCO ₃	$4,8 \times 10^{-9}$	Fe(OH) ₂	$7,9 \times 10^{-16}$
BaCO ₃	$5,1 \times 10^{-9}$	Mg(OH) ₂	$1,1 \times 10^{-11}$

29.

10 mL raztopine NaOH s koncentracijo 0,5 mol/L dodajajte po 0,1 mL raztopine HCl s koncentracijo 1 mol/L do ekvivalentne točke. Ob vsakem dodatku kisline izračunajte pH in pOH!

30.

300 mL raztopine NH₄Cl s koncentracijo 0,2 mol/L dodajajte po 0,1 g NH₄Cl, dokler se pH ne spremeni za 0,15 enote! $K_B = 1,75 \times 10^{-5}$, $K_W = 1 \times 10^{-14}$, $c(\text{H}^+) = \sqrt{K_W \cdot c_S / K_B}$

31.

1 L raztopine NaAc s koncentracijo 50 g/L 30-krat dodajte po 15 mL raztopine CH₃COONa s koncentracijo 0,01 mol/L. Izpišite prostornino raztopine in pH? $K_K = 1,85 \times 10^{-5}$, $K_W = 1 \times 10^{-14}$, $c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_W \cdot c_S / K_K}$

32.

Pri tlaku 20 mH₂O ste v raztopini izmerili naslednje mase C₂H₂ in C₂H₆ v odvisnosti od temperature t :

$t / ^\circ\text{C}$	$m(\text{C}_2\text{H}_2) / \text{g}$	$m(\text{C}_2\text{H}_6) / \text{g}$
115,0	576,0	980,0
117,6	555,6	978,0
119,3	533,3	969,4
121,5	511,5	964,3
125,3	487,4	954,8
134,8	454,3	950,5
140,2	432,1	941,1
143,4	410,0	936,7
147,4	388,8	929,9

Podajte temperaturo v K in namesto vsebnosti v gramih za vsako meritev izračunajte množine komponent C₂H₂ in C₂H₆ v raztopini!

33.

1000 mL CH_3COONa s koncentracijo 0,5 mol/L dodajajte po 2 g trdnega CH_3COONa , dokler se pH ne spremeni za 0,5 enote. Kako se spreminja pH ob vsakem dodatku soli?

$$K_K = 1,85 \times 10^{-5}, K_W = 1 \times 10^{-14}, c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_W \cdot c_S / K_K}$$

34.

Izračunajte spreminjanje tlaka etana (CH_4) pri prostornini 8 m^3 in temperaturah (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50.) $^\circ\text{C}$, če imate 5000 g metana, po van der Waalsovi enačbi stanja, oblike:

$$(p + a/V_m^2)(V_m - b) = RT,$$

kjer so:

$$a = 27/64 R^2 T_c^2 / p_c$$

$$b = RT_c / (8 p_c)$$

$$T_c = 305,4 \text{ K}$$

$$p_c = 48,8 \text{ atm}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

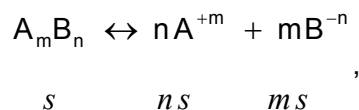
35.

Fahrenheitovo temperaturno skalo prevedite v Celzijevo in Kelvinovo temperaturno skalo!

$$t / ^\circ\text{F} \mid 70,4 \quad 75,9 \quad 77,7 \quad 80,3 \quad 86,0 \quad 90,45 \quad 93,4 \quad 97,7 \quad 99,0 \quad 100,0$$

36.

Med topnostnim produktom L_{spojina} in topnostjo s (koncentracija nasičene raztopine v mol/L) velja za poljubni elektrolit, katerega disociacijo opišemo s formulo



naslednja enačba:

$$L_{\text{spojina}} = c(\text{A}^{+m})^n \times c(\text{B}^{-n})^m = (n s)^n (m s)^m = n^n m^m s^{n+m}.$$

Iz te enačbe izpeljite in izračunajte topnost s v preglednici podanih slabo topnih spojin pri 25 °C.

spojina	L_{spojina}
PbCl ₂	$1,6 \times 10^{-5}$
AgCl	$1,8 \times 10^{-10}$
Fe(OH) ₃	$2,0 \times 10^{-30}$
Zn(OH) ₂	$2,0 \times 10^{-17}$
Ca(OH) ₂	$5,5 \times 10^{-6}$

37.

Za v preglednici podane šibke kisline ocenite koncentracije oksonijevih ionov $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ po enačbi

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = (K_K c_K)^{1/2}.$$

kislina	K_K	c_K /(mol/L)
CH ₃ COOH	$1,76 \times 10^{-5}$	0,5
HF	$5,62 \times 10^{-4}$	0,1
HClO	$3,72 \times 10^{-8}$	0,9

38.

Prevedite Rankinovo temperaturno skalo v Celzijevo in Kelvinovo

$$T/^\circ\text{R} \mid 530,0 \quad 535,6 \quad 537,4 \quad 540,0 \quad 545,7 \quad 550,15 \quad 553,1 \quad 557,4 \quad 558,7 \quad 559,7 \quad 600,0$$

39.

Izračunajte spreminjanje tlaka metana (CH₄) pri prostornini $V = 1,5 \text{ m}^3$ in temperaturah (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 in 100) °C po:

a) Redlich-Kwong-Soaveovi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) - \alpha a/(V_m(V_m + b))$$

$$a = 0,42747 R^2 T_c^2 / p_c$$

$$b = 0,08664 R T_c / p_c$$

$$\alpha^{0,5} = 1 + m(1 - T_r^{0,5})$$

$$m = 0,480 + 1,574 \omega - 0,176 \omega^2$$

$\omega \leftarrow$ acentrični faktor

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

b) in splošni plinski enačbi

Pri vsaki spremembi temperature izračunajte razliko v tlaku po obeh enačbah! Masa metana je 500 g. Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

40.

Po Kohlrauschevem zakonu je limitna prevodnost elektrolita enaka vsoti limitnih molskih prevodnosti ionov:

$$\Lambda_{\infty}(\text{AB}) = \lambda_{\infty}^+(\text{A}^+) + \lambda_{\infty}^-(\text{B}^-)$$

Iz podatkov za limitne molske prevodnosti v preglednici podanih ionov pri sobni temperaturi izračunajte limitne molske prevodnosti elektrolitov: HF, NaCl, CaCl₂, AlCl₃ in Al₂(SO₄)₃.

kation	$\lambda_{\infty}^+ / (\text{S cm}^2 / \text{mol})$	Anion	$\lambda_{\infty}^- / (\text{S cm}^2 / \text{mol})$
H ⁺	350	OH ⁻	199
Li ⁺	38	F ⁻	55
Na ⁺	73	Cl ⁻	76
Mg ²⁺	106	NO ₃ ⁻	71
Ca ²⁺	119	SO ₄ ²⁻	160
Ba ²⁺	127	CH ₃ COO ⁻	41
Al ³⁺	189		
Ga ³⁺	150		

41.

Izračunajte spreminjanje tlaka vodika (H₂) pri prostornini 1 m³ in temperaturah (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50) °C, če imate 700 g vodika, po:

a) Peng-Robinsonovi enačbi stanja:

$$p = RT / (V_m - b) - \alpha a / (V_m (V_m + b) + b(V_m - b))$$

$$a = 0,45724 R^2 T_c^2 / p_c$$

$$b = 0,07780 R T_c / p_c$$

$$\alpha^{0,5} = 1 + m(1 - T_r^{0,5})$$

$$m = 0,37464 + 1,54226 \omega - 0,26992 \omega^2$$

$$\omega = -0,22$$

$$T_c = 33,2 \text{ K}$$

$$p_c = 12,8 \text{ atm}$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

42.

Za v preglednici podane šibke baze ocenite koncentracije hidroksidnih ionov $c(\text{OH}^-)$ po zvezi

$$c(\text{OH}^-) = (k_B c_B)^{1/2}$$

baza	k_B	$c_B / (\text{mol/L})$
NH_3	$1,77 \times 10^{-5}$	0,2
$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$5,62 \times 10^{-4}$	0,6
$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$	$9,55 \times 10^{-4}$	0,8
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$3,80 \times 10^{-10}$	0,3

43.

Temperaturna odvisnost parnega tlaka vode je prikazana v preglednici:

$t / ^\circ\text{C}$	$p_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{nas}} / \text{mmHg}$	$t / ^\circ\text{C}$	$p_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{nas}} / \text{atm}$
0,0	4,6	120,0	2,0
20,0	17,5	143,0	4,0
50,0	92,5		
100,0	760,0		
98,9	730,0		
99,3	740,0		

Pri vsaki temperaturi izračunajte relativno vlažnost zraka H po enačbi:

$$H = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}} \times 100}{p_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{nas}}},$$

če znaša parcialni tlak vode $p_{\text{H}_2\text{O}}$ v zraku 10 mmHg. V program vključite konverzijo mmHg in atm v SI enote!

44.

Po Kohlraushevem zakonu je limitna prevodnost elektrolita enaka vsoti limitnih molskih prevodnosti ionov:

$$\Lambda_{\infty}(\text{AB}) = \lambda_{\infty}^+(\text{A}^+) + \lambda_{\infty}^-(\text{B}^-)$$

Iz podatkov za limitne molske prevodnosti v preglednici podanih ionov pri sobni temperaturi izračunajte limitne molske prevodnosti elektrolitov: HNO_3 , BaCl_2 , CaCl_2 , LiF in $\text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3$.

kation	$\lambda_{\infty}^+ / (\text{S cm}^2 / \text{mol})$	Anion	$\lambda_{\infty}^- / (\text{S cm}^2 / \text{mol})$
H^+	350	OH^-	199
Li^+	38	F^-	55
Na^+	73	Cl^-	76
Mg^{2+}	106	NO_3^-	71
Ca^{2+}	119	SO_4^{2-}	160
Ba^{2+}	127	CH_3COO^-	41
Al^{3+}	189		
Ga^{3+}	150		

45.

Hidroliza CrCl_3 steče po reakciji:



Odvisnost stopnje hidrolize h od temperature t je:

$t / ^\circ\text{C}$	$h / \%$	$t / ^\circ\text{C}$	$h / \%$
0,0	4,6	75,0	28,0
25,0	9,5	100,0	40,0
50,0	17,0		

Stopnja hidrolize h se izračuna po enačbi

$$h = \frac{N_h}{N_0} \cdot 100,$$

kjer je N_h število hidroliziranih molekul in N_0 število vseh molekul. Loschmidovo število N_L (število molekul na 1 mol snovi) znaša $(6,0228 \pm 0,0011) \times 10^{23}$. Pri vsaki temperaturi izračunajte število hidroliziranih molekul, če hidrolizirate 10 g CrCl_3 !

46.

Zveze med kritičnimi pogoji p_c , T_c in V_c ter konstantama van der Waalove enačbe a in b so naslednje:

$$p_c = a/(27b^2),$$

$$T_c = 8a/(27bR),$$

$$V_c = 3b.$$

Iz kritičnih pogojev ocenite konstanti van der Waalove enačbe plinov: H_2 , CO_2 , NH_3 , CO , SO_3 in SO_2 .

47.

Hitrost molekul plina (efuzija) v se izračuna po enačbi:

$$v = \left(\frac{3RT}{M} \right)^{1/2}$$

Izračunajte hitrost molekul N_2 pri temperaturah od $-30\text{ }^\circ\text{C}$ do $120\text{ }^\circ\text{C}$ s korakom $15\text{ }^\circ\text{C}$!

48.

Preglednica prikazuje toplotno prevodnost zraka v odvisnosti od temperature.

$t / ^\circ\text{F}$	$\lambda \times 10^6 / \text{cal}/(\text{s cm } ^\circ\text{C})$
-40	50,09
-20	52,15
0	54,22
20	56,24
40	58,31
60	60,34
80	62,20
100	64,22
120	66,04

Vrednosti za temperaturo pretvorite iz °F v K. Vrednosti za toplotno prevodnost λ pretvorite iz cal/(s·cm·°C) v W/(m·K). Preglednico izpišite za temperaturo in toplotno prevodnost v navedenih SI enotah. $T/K = \frac{5}{9}(t/^\circ\text{F} + 459,67)$, $\lambda/\frac{\text{W}}{\text{mK}} = 418,4 \cdot \lambda/\frac{\text{cal}}{\text{s cm}^\circ\text{C}}$

49.

Kolikšno je število molekul v 0,1 m³ H₂ pri tlaku (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50) bar in temperaturi 0 °C? Predpostavite, da idealna plinska enačba zadovoljivo predstavlja obnašanje vodika pri danih pogojih. Za koliko več molekul je v 0,1 m³ vodika pri 50 bar in 0 °C kot pa v 0,1 m³ plina pri normalnih pogojih (pri 1 bar in 0 °C)? Loschmidovo število N_L je $(6,0228 \pm 0,0011) \times 10^{23}$ molekul na 1 mol snovi, Avogadrovo število N_A je $(2,6870 \pm 0,0005) \times 10^{19}$ molekul v 1 cm³ plina pri normalnih pogojih.

50.

Kolikšna je hitrost molekul žlahtnih plinov v pri 0 °C? V obliki preglednice podajte imena žlahtnih plinov in njihovo hitrost v m/s! Enačba za hitrost molekul plina je

$$v = \left(\frac{3RT}{M} \right)^{1/2}$$

51.

Po francoskem kemiku Petitu je molska toplotna kapaciteta trdne snovi C_m za vse elemente v trdnem stanju enaka 26 J/(mol K). Izračunajte atomsko maso po Dulong-Petitu za naslednje elemente: Al, Ca, Cu, Fe, Pb, če imajo ustrezne masne toplotne kapacitete c vrednosti (0,849, 0,656, 0,384, 0,447 in 0,125) J/(g K). Med molsko toplotno kapaciteto C_m in masno toplotno kapaciteto c velja enačba $C_m = cM$, v kateri je M molska masa.

52.

Izračunajte tokove I v srebrni žici pri napetosti $U = 220$ V za različne premere d od 0,2 mm do 4 mm po 0,2 mm. Dolžina žice l je 1 km. Upornost srebrne žice ρ je 0,01 Ω mm²/m. Uporabite enačbi:

$$U = R \cdot I \quad \text{in} \quad R = 4\rho l/(\pi d^2)$$

53.

Hitrost radioaktivnega razpada je proporcionalna masi radioaktivne snovi in znaša:

$$\ln(m_0/m_t) = kt,$$

kjer je m_0 začetna masa radioaktivne snovi in m_t je masa radioaktivne snovi po času t .
Po koliko letih razpade Ra na $1/3$, $1/6$, $1/12$, $1/24$, $1/48$ in $1/96$ začetne mase, če je razpolovna doba Ra $t_{1/2} = 5 \times 10^{10}$ s?

54.

Preglednica predstavlja parni tlak acetona (C_3H_6O) v odvisnosti od temperature:

$t / ^\circ C$	p^{nas} / mmHg
-59,4	1
-40,5	5
-31,1	10
-20,8	20
-9,4	40
-2,0	60
7,7	100
22,7	200
39,5	400
56,5	760

Vrednosti za temperaturo pretvorite iz $^\circ C$ v K. Vrednosti za parni tlak pretvorite iz mmHg v bar. Preglednico izpišite za temperaturo in toplotno prevodnost v navedenih SI enotah.

55.

Pretvorite naslednjo preglednico tlakov zapisano v angleškem merskem sistemu enot v merski sistem SI enot (bar, Pa):

$$p/\text{psia} \mid 5,0 \quad 13,4 \quad 20,7 \quad 33,3 \quad 52,7 \quad 63,8 \quad 77,7 \quad 100,1 \quad 256,8$$

56.

Pretvorite naslednjo preglednico tlakov zapisano v zastarelih merskih enotah v dovoljene merske enote metričnega sistema (v SI enote):

$$p/\text{mmH}_2\text{O} \mid 100,0 \quad 210,0 \quad 450,0 \quad 740,0 \quad 893,0 \quad 1000,0 \quad 1500,0 \quad 10000,0 \quad 21000,0$$

57.

150 mL raztopine CH_3COONa s koncentracijo 0,6 mol/L dodajajte po 20 mL H_2O , dokler se pH ne spremeni za 0,2 enote. Podajte pH in koncentracijo raztopine na začetku in ob vsakem dodatku H_2O ! $K_K = 1,85 \times 10^{-5}$, $K_W = 1 \times 10^{-14}$, $c(OH^-) = \sqrt{K_W \cdot c_S / K_K}$

58.

Kolikšno je število molekul v 10 g H_2 , O_2 , N_2 , H_2O , SO_2 , CO_2 in CO ? Loschmidovo število N_L je $(6,0228 \pm 0,0011) \times 10^{23}$ molekul na 1 mol snovi.

59.

75 mL raztopine HNO₃ s koncentracijo 0,4 mol/L dodajate po 1,5 ml raztopine NaOH s koncentracijo 0,5 mol/L do pH 9. Izračunajte pH začetne kisline in pH ob vseh dodatkih NaOH!

60.

Iz stopnje disociacije $\alpha = C_d/C$ izračunajte koncentracije ionov v raztopinah navedenih v preglednici. Vse raztopine imajo analitsko koncentracijo $C = 0,5$ mol/L!

Raztopina	α
HCl	0,784
H ₂ SO ₄	0,510
HF	0,070
HCN	0,0001
KOH	0,770
NaOH	0,730
Ba(OH) ₂	0,690
NH ₄ OH	0,004
KCl	0,860
BaCl ₂	0,720
K ₂ SO ₄	0,720
CuSO ₄	0,450

61.

Izračunajte povprečno molsko maso M_{zm} idealne zmesi plinov po formuli:

$$M_{zm} = \sum_{i=1}^n x_i M_i$$

komponenta	x	$M /(\text{kg/mol})$
H ₂	0,500	2,000
CO	0,380	28,000
N ₂	0,060	28,000
O ₂	0,002	32,000
CO ₂	0,050	44,000
CH ₄	0,008	16,000

Računalnik naj izpiše preglednico podatkov in povprečno molsko maso M_{zm} !

62.

Napišite računalniški program, ki bo preračunaval tlak p , podan v mmHg, v enote atm, Pa in bar. Kot primer preračunajte tlake od 700 do 800 mmHg s korakom 5 mmHg.

63.

Po Bhirudovi metodi izračunajte nasičeno molsko prostornino V_m^{nas} izobutana pri temperaturah od 300 K do 400 K s korakom 20 K. Zapisane matematične zveze veljajo za normalne (nepolarne) tekočine pri $T_r \leq 0,98$:

$$\ln\left(\frac{p_c V_m^{\text{nas}}}{RT}\right) = \ln V^{(0)} + \omega \ln V^{(1)},$$

kjer so

$$\ln V^{(0)} = 1,39644 - 24,076 T_r + 102,615 T_r^2 - 255,719 T_r^3 + 355,805 T_r^4 - 256,671 T_r^5 + 75,1088 T_r^6$$

$$\ln V^{(1)} = 13,4412 - 135,7437 T_r + 533,380 T_r^2 - 1091,453 T_r^3 + 1231,43 T_r^4 - 728,227 T_r^5 + 176,737 T_r^6$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

64.

Kakšne so vrednosti parnega tlaka p^{nas} ketena ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$) pri podanih temperaturah T :

$$T/\text{K} \mid 250, 255, 260, 265, 270, 275, 280, 285, 295, 300$$

Uporabite Antoinevo enačbo za izračun parnega tlaka:

$$\ln p^{\text{nas}} = A - B/(T + C)$$

Antoinove konstante za keten imajo vrednosti $A = 9,3995$, $B = 1849,21$ in $C = -35,15$.

Enačba velja za sistem enot bar za parni tlak p^{nas} in K za temperaturo T .

65.

Ocenite acentrične faktorje ω kemijskih spojin: izopropilbenzen (C_9H_{12}), furfural ($\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$), ciklopentanon ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$) in dietilketon ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$) po enačbi izpeljani iz Clapeyronove zveze za parni tlak:

$$\omega = \frac{3}{7} \frac{t}{(1-t)} \lg p_c - 1, \quad \text{kjer je} \quad t = \frac{T_b}{T_c}$$

Zaradi zapisa enačbe mora biti kritični tlak p_c podan v atm! Ocenjene acentrične faktorje primerjajte s podanimi v literaturi.

66.

Zvezi med konstantama van der Waalsove enačbe a in b ter kritično temperaturo T_c in kritičnim tlakom p_c sta naslednji:

$$a = \frac{27}{64} \frac{R^2 T_c^2}{p_c}$$

$$b = \frac{RT_c}{8 p_c}$$

Iz kritičnih pogojev ocenite konstanti van der Waalsove enačbe plinov: metan (CH_4), etan (C_2H_6), propan (C_3H_8), butan (C_4H_{10}) in izobutan (C_4H_{10}).

67.

Parcialni tlak HCl, raztopljene v vodi, p_{HCl} prikazuje empirična enačba

$$\lg p_{\text{HCl}} = 10,9528 - 0,009725 w - 0,000868 w^2 - \frac{4557 - 65,3 w}{t + 273,15}$$

kjer so

p_{HCl} – parcialni tlak HCl v mmHg,

w – masni delež HCl v vodi, izražen v odstotkih,

t – temperatura v °C

Izračunajte spreminjanje parcialnega tlaka p_{HCl} , če je $w = 20\%$ in temperatura t narašča od 10 °C do 70 °C po 10 K.

68.

Ocenite acentrične faktorje ω kemijskih spojin: izopropilbenzen (C_9H_{12}), furfural ($\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$), ciklopentanon ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$) in dietilketon ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$) po enačbah, izpeljanih iz Lee-Keslerjevih zvez za parni tlak:

$$\omega = \frac{\alpha}{\beta}$$

kjer so:

$$\alpha = -\ln p_c - 5,97214 + 6,096480 t^{-1} + 1,28862 \ln t - 0,169347 t^6$$

$$\beta = 15,2518 - 15,6875 t^{-1} - 13,4721 \ln t + 0,43577 t^6$$

$$t = \frac{T_b}{T_c}$$

Kritični tlak p_c mora biti podan v atm! Ocenjene acentrične faktorje primerjajte s podanimi v literaturi.

69.

Po Kirchoffovi enačbi izračunajte parni tlak p^{nas} tiofena ($\text{C}_4\text{H}_4\text{S}$). Enačba ima obliko:

$$\lg \frac{p^{\text{nas}}}{p_c} = \frac{T_b}{T_c} (\lg p_c) \left(1 - \frac{T_c}{T}\right) \bigg/ \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right),$$

kjer je p_c kritični tlak v atm, T_b je vrelišče pri normalnih pogojih, T_c je kritična temperatura in T je temperatura v K. Parni tlak izračunajte za temperature od 400 K do 500 K po 5 K. Kritične lastnosti tiofena so $p_c = 56,2$ atm, $T_b = 357,3$ K in $T_c = 580$ K. Pri temperaturi $T = 500$ K izračunajte tudi odstopanje parnega tlaka tiofena, dobljenega po Kirchoffovi enačbi, od eksperimentalne vrednosti, če ta znaša $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 2036,8$ kPa.

70.

Izračunajte spreminjanje tlaka dekana ($\text{C}_{10}\text{H}_{22}$) pri prostornini $1,2 \text{ m}^3$ in temperaturah od 0°C do 150°C s korakom 10°C , če imate 1000 g dekana, po:

a) Clausiusovi enačbi stanja:

$$(p + a/(T(V_m + c)^2))(V_m - b) = RT$$

$$a = 27/64 S^2 V_c^2 p_c T_c$$

$$b = V_c (1 - S/4)$$

$$c = V_c (3S/8 - 1)$$

$$S = 1/z_c = RT_c/(p_c V_c)$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

71.

Izračunajte spreminjanje tlaka p propena (C_3H_6) od 100°C do 200°C s korakom 10°C po Martin-Houovi enačbi. Molska prostornina dušika V_m je $0,02 \text{ m}^3/\text{mol}$. Oblika enačbe je:

$$p = RT/(V_m - b) + (A_2 + B_2 T + C_2 e^{-5,475 T/T_c})/(V_m - b)^2 + (A_3 + B_3 T + C_3 e^{-5,475 T/T_c})/(V_m - b)^3 + A_4/(V_m - b)^4 + B_5 T/(V_m - b)^5$$

kjer so naslednji parametri veljavni za enote p v bar, V_m v m^3/mol in T v K:

$$\begin{aligned} b \times 10^6 &= 48,758 \\ A_2 \times 10^6 &= -10,360 \\ B_2 \times 10^9 &= 8,290 \\ C_2 \times 10^6 &= -155,102 \\ A_3 \times 10^9 &= 1,236 \\ B_3 \times 10^{12} &= -0,752 \\ C_3 \times 10^9 &= 22,062 \\ A_4 \times 10^{15} &= -69,860 \\ B_5 \times 10^{21} &= 5,106 \end{aligned}$$

72.

Izračunajte spreminjanje tlaka cikloheksana (C_6H_{12}) pri prostornini $0,7 \text{ m}^3$ in temperaturah (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200) $^\circ\text{C}$, če imate 500 g cikloheksana, po:

a) Berthelotovi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) - a/(TV_m^2)$$

$$a = 27/64 RT_c^2/p_c$$

$$b = V_c/3 = b \text{ van der Waalsove enačbe}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

73.

Po enačbi:

$$D = \frac{0,00435 \times T^{3/2}}{p(V_{m,A}^{1/3} + V_{m,Z}^{1/3})^2} \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_Z} \right)^{1/2},$$

izračunajte koeficiente difuzije D NH_3 v zraku pri tlaku $p = 1 \text{ atm}$, če se temperatura spreminja od 320 K do 500 K po 10 K. Enačba dá rezultat v m^2/s . Molska masa NH_3 je $M_A = 17 \text{ g/mol}$, molska masa zraka je $M_Z = 29 \text{ g/mol}$, molska prostornina NH_3 je $V_{m,A} = 26,7 \text{ cm}^3/\text{mol}$ in molska prostornina zraka je $V_{m,Z} = 29,9 \text{ cm}^3/\text{mol}$.

Op.: enot se ne sme pretvarjati!

74.

Po metodi Tyna in Calusa ocenite za vse v preglednici navedene tekoče kemijske komponente molske prostornine pri normalni točki vrenja in za vsako komponento izračunajte odstopanje izračunane molske prostornine od eksperimentalne vrednosti, podane v preglednici. Izračunajte tudi poprečno napako metode Tyna in Calusa. Metodo predstavlja enačba:

$$V_b = 0,285 V_c^{1,048}$$

komponenta	formula	$V_{b, \text{eksp}} / (\text{cm}^3 / \text{mol})$
metan	CH ₄	37,7
propan	C ₃ H ₈	74,5
heptan	C ₇ H ₁₆	162,0
cikloheksan	C ₆ H ₁₂	117,0
eten	C ₂ H ₄	49,4
benzen	C ₆ H ₆	96,5
fluorobenzen	C ₆ H ₅ F	102,0
bromobenzen	C ₆ H ₅ Br	120,0

75.

Za vse v preglednici navedene tekoče kemijske komponente ocenite molske prostornine pri normalni točki vrenja po metodi Tyna in Calusa:

$$V_b = 0,285 V_c^{1,048}$$

komponenta	Formula	$V_{b, \text{eksp}} / (\text{cm}^3 / \text{mol})$
izobutirična kislina	C ₄ H ₈ O ₂	109,0
metilformat	C ₂ H ₄ O ₂	62,8
etil acetat	C ₄ H ₈ O ₂	106,0
dietil amin	C ₄ H ₁₁ N	109,0
acetonitril	C ₂ H ₃ N	57,4
metilklorid	CH ₃ Cl	50,6
ogljikov tetraklorid	CCl ₄	102,0
diklorodifluorometan	CCl ₂ F ₂	80,7

Za vsako komponento izračunajte tudi odstopanje od njene eksperimentalne vrednosti, podane v preglednici, in izračunajte poprečno napako metode Tyna in Calusa.

76.

Po Kirchoffovi enačbi

$$\lg\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \frac{T_b}{T_c} (\lg p_c) \left(1 - \frac{T_c}{T}\right) \bigg/ \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right)$$

kjer je p_c kritični tlak v atm, T_b vrelišče pri normalnih pogojih, T_c kritična temperatura in T temperatura, izračunajte parni tlak p^{nas} klorbenzena ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$) pri temperaturah od 350,15 K do 480,15 K s porastom 10 K. Za klorbenzen so $p_c = 56,2$ atm, $T_b = 404,9$ K in $T_c = 632,4$ K.

77.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte koncentracije disociiranih molekul v raztopinah s koncentracijo 0,1 mol/L, če je stopnja disociacije α :

$$\alpha = \frac{C_d}{C},$$

kjer je C_d koncentracija disociiranih molekul v mol/L in C koncentracija vseh molekul v mol/L (analitska koncentracija).

komponenta	α
Ba(OH) ₂	0,69
NH ₄ OH	0,004
KCl	0,86
BaCl ₂	0,72
K ₂ SO ₄	0,72
CuSO ₄	0,45

78.

Pri temperaturi $T = 558,15$ K so podani eksperimentalni podatki za molsko prostornino V_m benzena (C_6H_6). Te znašajo (702,99, 781,10, 859,21, 937,32 in 1014,43) cm³/mol. Pri navedenih molskih prostorninah izračunajte po Lee-Edmisterovi enačbi stanja koeficiente fugativnosti ϕ :

$$\ln \phi = z - 1 - \ln z - \left(1 - \frac{a}{bRT}\right) \left(\ln \left(\frac{V_m - b}{V_m} \right) - \ln \left(\frac{V_{m_0} - b}{V_{m_0}} \right) \right) - \frac{c}{2b^2 RT} \left(\ln \left(\frac{V_m^2 - b^2}{V_m^2} \right) - \ln \left(\frac{V_{m_0}^2 - b^2}{V_{m_0}^2} \right) \right)$$

kjer so:

$$z = \frac{V_m}{V_m - b} - \frac{a}{RT(V_m - b)} + \frac{c}{RT(V_m - b)(V_m + b)}$$

$$a = a_1 - a_2 T + a_3 T^{-1} + a_4 T^{-5}$$

$$b = 0,0982 \frac{R T_c}{p_c}$$

$$c = c_1 T^{-0,5} + c_2 T^{-2}$$

$$a_1 = \frac{R^2 T_c^2}{p_c} (0,2591 - 0,0313 \omega)$$

$$a_2 = \frac{R^2 T_c}{p_c} (0,0249 + 0,1537 \omega)$$

$$a_3 = \frac{R^2 T_c^3}{p_c} (0,2015 + 0,2164 \omega)$$

$$a_4 = \frac{R^2 T_c^7}{p_c} (0,04 \omega)$$

$$c_1 = \frac{R^3 T_c^{3,5}}{p_c^2} 0,0599 (1 - \omega)$$

$$c_2 = \frac{R^3 T_c^5}{p_c^2} (0,0181 + 0,0919 \omega)$$

Drugi potrebni podatki za benzen so $p_c = 48,557 \text{ atm}$, $T_c = 562,61 \text{ K}$, $\omega = 0,211$ in $R = 82,059 \text{ cm}^3 \text{ atm}/(\text{mol K})$. Predpostavite, da je $V_{m_0} = 702,99 \text{ cm}^3/\text{mol}$!

79.

Pri temperaturi $25 \text{ }^\circ\text{C}$ izračunajte nasičene molske prostornine V_m^{nas} v preglednici navedenih kemijskih komponent po O'Connellovi modifikaciji Rackettove enačbe:

$$V_m^{\text{nas}} = \frac{R T_c}{p_c} z_{\text{RA}}^\tau$$

kjer je

$$\tau = 1 + (1 - T_r)^{2/7}, \quad \text{za } T_r \leq 0,75$$

$$\tau = 1,6 + \frac{0,00693026}{T_r - 0,655}, \quad \text{za } T_r > 0,75$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	z_{RA}
benzen	C ₆ H ₆	562,2	48,9	0,2698
cikloheksan	C ₆ H ₁₂	553,5	40,7	0,2729
<i>n</i> -oktan	C ₈ H ₁₈	568,8	24,9	0,2571
acetone	C ₃ H ₆ O	508,1	47,0	0,2470
metanol	CH ₄ O	512,6	80,9	0,2318

Izpišite preglednico, dopolnjeno z izračunanimi nasičenimi molskimi prostorninami.

80.

Po idealni plinski enačbi izračunajte molsko prostornino zmesi $V_{m,zm}$ pri tlaku 50 kPa in temperaturah od 300,15 K do 400,15 K. Prirastek temperature izberite sami.

$$V_{m,zm} = R_{zm} T / p$$

kjer so

$$R_{zm} = \frac{R}{M_{zm}},$$

$$M_{zm} = 1 / \left(\sum_{i=1}^N \frac{w_i}{M_i} \right),$$

$$w_i = \frac{m_i}{m_{zm}},$$

$$m_{zm} = \sum_{i=1}^N m_i$$

V enačbah so T temperatura, p tlak, w_i masni delež komponente i v zmesi, m_i masa komponente i , M_i molska masa komponente i in N število komponent v zmesi. Zmes idealnih plinov sestoji iz 0,3 kg kisika, 0,4 kg dušika in 0,7 kg ogljikovega monoksida.

81.

Po Edmisterjevi enačbi izračunajte acentrični faktor ω za kemijske komponente, podane v preglednici:

$$\omega = \frac{3 T_b}{7 T_c} (\lg p_c) / \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right) - 1$$

Izračunane ω primerjajte z v preglednici podanimi ω_{eksp} in izračunajte odstopanje, izraženo v odstotkih, izračunanih acentričnih faktorjev od podanih. Tlak p_c mora biti podan v atm.

komponenta	formula	T_b/K	T_c/K	p_c/atm	ω_{eksp}
metan	CH ₄	111,6	190,4	46,0	0,011
etan	C ₂ H ₆	184,6	305,8	48,2	0,105
propan	C ₃ H ₈	231,1	369,9	42,0	0,152
<i>n</i> -butan	C ₄ H ₁₀	272,7	425,2	37,5	0,201
izobutan	C ₄ H ₁₀	261,5	408,1	36,0	0,192
<i>n</i> -pentan	C ₅ H ₁₂	309,3	469,5	33,3	0,252
ciklopentan	C ₅ H ₁₀	322,4	511,8	44,6	0,193

Izpišite zgornjo preglednico, dopolnjeno z izračunanimi ω , in njihovimi odstopanji od eksperimentalnih ω_{eksp} .

82.

Pri katerih temperaturah t ima parni tlak p^{nas} benzena (C₆H₆) vrednosti:

$$p^{\text{nas}}/\text{mmHg} \mid 2, 5, 10, 20, 40, 60, 100, 200, 400, 760$$

Uporabite Calingaert-Davisovo enačbo za izračun parnega tlaka:

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(t + 230)}.$$

Za benzen imata konstanti Calingaert-Davisove enačbe vrednosti $A = 7,4807$ in $B = 1410,9$.

Enačba velja za sistem enot mmHg za parni tlak p^{nas} in °C za temperaturo t .

83.

Za temperaturno območje od 450 K do 600 K izračunajte parni tlak p^{nas} tiofena (C₄H₄S) po Riedel-Planck-Millerjevi metodi. Prirastke temperature izberite sami. Metodo sestavljajo enačbe:

$$\lg\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = -G \frac{T_c}{T} \left(1 - \left(\frac{T}{T_c}\right)^2\right) + g \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^3$$

kjer so

$$G = 0,2271 + 0,4525 h,$$

$$h = \frac{T_b}{T_c} \lg p_c / \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right),$$

$$g = \left(\frac{h}{G} - \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right) \right) / \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right)^2.$$

V enačbah je p_c kritični tlak v atm, T_c je kritična temperatura, T_b je vrelišče pri normalnih pogojih in T temperatura. Podatki za tiofen so $p_c = 56,2$ atm, $T_b = 357,3$ K in $T_c = 580$ K. Pri 500 K izračunajte tudi odstopanje izračunanega p^{nas} od eksperimentalno podanega $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 2036,8$ kPa.

84.

Kakšne so vrednosti parnega tlaka p^{nas} furana ($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$) pri podanih temperaturah T :

$$T/\text{K} \mid 350, 375, 380, 390, 400, 425, 440, 450, 470, 475, 480$$

Uporabite Antoinevo enačbo za izračun parnega tlaka:

$$\ln p^{\text{nas}} = A - B/(T + C)$$

Konstante za furan imajo vrednosti $A = 9,4410$, $B = 2442,70$ in $C = -45,41$. Enačba velja za sistem enot bar za parni tlak p^{nas} in K za temperaturo T .

85.

Za temperaturno območje od 380 K do 420 K izračunajte parni tlak p^{nas} 2,2-dimetil propana (C_5H_{12}) po Riedel-Planck-Millerjevi metodi. Prirastek temperature je 5 K. Metodo sestavljajo enačbe:

$$\lg \left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c} \right) = -G \frac{T_c}{T} \left(1 - \left(\frac{T}{T_c} \right)^2 \right) + g \left(1 - \frac{T}{T_c} \right)^3$$

kjer so

$$G = 0,2271 + 0,4525 h,$$

$$h = \frac{T_b}{T_c} \lg p_c / \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right),$$

$$g = \left(\frac{h}{G} - \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right) \right) / \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right)^2.$$

V enačbah je p_c kritični tlak v atm, T_c je kritična temperatura, T_b je vrelišče pri normalnih pogojih in T temperatura. Podatki za 2,2-dimetil propan so $p_c = 32,0$ atm, $T_b = 282,6$ K in $T_c = 433,8$ K. Vrednosti za parni tlak preračunajte v kPa.

86.

Kakšne so vrednosti parnega tlaka p^{nas} *n*-butana (C_4H_{10}) pri podanih temperaturah t :

$$t/^\circ\text{C} \mid -130, \quad -110, \quad -90, \quad -70, \quad -50, \quad -30, \quad -10, \quad 10$$

Uporabite Antoinevo enačbo za izračun parnega tlaka:

$$\ln p^{\text{nas}} = A + \frac{B}{(t + C)}$$

Konstante za *n*-butan imajo vrednosti $A = 10,377$, $B = -2961,100$ in $C = 287,130$. Enačba velja za sistem enot bar za parni tlak p^{nas} in $^\circ\text{C}$ za temperaturo t .

87.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte normalne temperature vrenja T_b po Edmisterjevi enačbi:

$$\omega = \frac{3 T_b}{7 T_c} (\lg p_c) \left/ \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right) \right. - 1$$

komponenta	formula	T_c/K	p_c/atm	ω
metan	CH_4	190,7	45,8	0,006
etan	C_2H_6	305,4	48,2	0,102
propan	C_3H_8	369,9	42,0	0,158
n-oktan	C_8H_{18}	568,6	24,6	0,401
n-dekan	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	617,6	20,8	0,484

Kritični tlak p_c mora biti izražen v atm.

88.

Po Cox-Antoinovi metodi izračunajte parni tlak p^{nas} tiofena ($\text{C}_4\text{H}_4\text{S}$) pri temperaturah od 450 K do 550 K s prirastkom 5 K, če so podatki $\Delta_{\text{izp}}H_b = 31485$ J/mol, $T_b = 357,3$ K in $R = 8,314$ J/(mol K). Metoda daje parne tlake v atm. Izračunani parni tlak pri 500 K

primerjajte z eksperimentalno izmerjenim $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 2036,8 \text{ kPa}$. Cox-Antoinovo metodo predstavljajo enačbe:

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{T - C},$$

kjer so:

$$A = \frac{B}{T_b - C},$$

$$B = \frac{1,05(T_b - C)^2 \Delta_{\text{izp}} H_b}{R T_b^2 \ln 10},$$

$$C = -0,3 + 0,34 T_b \quad \text{za } T_b < 125 \text{ K},$$

$$C = -18 + 0,19 T_b \quad \text{za } T_b \geq 125 \text{ K}.$$

V enačbah je T_b vrelišče pri normalnih pogojih, T temperatura, R splošna plinska konstanta in $\Delta_{\text{izp}} H_b$ molska izparilna toplota pri normalni točki vrelišča T_b .

89.

Po Klein-Fichtinejevi metodi izračunajte za kemijske komponente, podane v preglednici, molske izparilne toplote $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b :

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = \frac{R T_b T_c K \ln p_c}{(T_c - T_b)} \left(1 - \frac{1}{p_c} \left(\frac{T_c}{T_b} \right)^3 \right)^{1/2},$$

kjer je

$$K = 1,020 \quad \text{za } T_b < 200 \text{ K}$$

$$K = 1,040 \quad \text{za } 200 \leq T_b \leq 300 \text{ K}$$

$$K = 1,045 \quad \text{za } T_b > 300 \text{ K}.$$

komponenta	formula	T_c/K	p_c/atm	T_b/K
metil fenil eter	$\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$	641,7	41,3	428,0
2,2-dimetilpropan	C_5H_{12}	433,8	31,6	282,6
<i>n</i> -pentan	C_5H_{12}	469,7	33,3	309,2
diklorotetraflorobenzen	$\text{C}_6\text{Cl}_2\text{F}_4$	626,0	52,5	430,9

R je splošna plinska konstanta, T_b vrelišče pri normalnih pogojih, T_c kritična temperatura, p_c kritični tlak v atm in K empirična konstanta. Metoda daje molske izparilne toplote $\Delta_{\text{izp}}H_b$ v cal/mol. Izračunano vrednost za $\Delta_{\text{izp}}H_b$ preračunajte v J/mol.

90.

Izračunajte spreminjanje tlaka ogljikovega dioksida (CO_2) pri prostornini $1,5 \text{ m}^3$ in temperaturah (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100) °C, če imate 700 g ogljikovega dioksida, po:

a) Dieterjevi enačbi stanja:

$$p = RT / (V_m - b) e^{(-a / (V_m R T))}$$

$$a = 4R^2 T_c^2 / (p_c e^2)$$

$$b = RT_c / (p_c e^2)$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

91.

Za NH_3 izračunajte po Beattie-Bridgemanovi enačbi stanja spreminjanje tlaka p v kPa v temperaturnem območju od 500 K do 600 K, če temperatura narašča po 10 K. Molska prostornina NH_3 znaša $V_m = 0,0525 \text{ m}^3/\text{kmol}$. Enačba stanja ima obliko:

$$p = \frac{RT}{V_m^2} \left(1 - \frac{c}{V_m T^3} \right) \left(V_m + B_0 \left(1 - \frac{b}{V_m} \right) \right) - \frac{A_0}{V_m^2} \left(1 - \frac{a}{V_m} \right),$$

kjer je R splošna plinska konstanta z vrednostjo 8,315 kJ/kmol in A_0 , B_0 , a , b in c konstante Beattie-Bridgemanove enačbe stanja, ki jih lahko izračunamo iz kritičnih podatkov $p_c = 11291,1 \text{ kPa}$ in $T_c = 405,56 \text{ K}$ za NH_3 po naslednjih zvezah:

$$a = 0,1127 RT_c / p_c ,$$

$$b = 0,03833 RT_c / p_c ,$$

$$c = 0,05 R T_c^4 / p_c ,$$

$$A_0 = 0,4758 R^2 T_c^2 / p_c ,$$

$$B_0 = 0,18746 RT_c / p_c .$$

92.

Po Wohlovi enačbi stanja izračunajte spreminjanje tlaka p metana (CH_4) v kPa v temperaturnem območju od 120 K do 180 K, če temperatura T narašča po 3 K. Molska prostornina metana znaša $V_m = 0,12109 \text{ m}^3/\text{kmol}$. Enačba stanja ima obliko:

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{TV_m(V_m - b)} + \frac{c}{T^2 V_m^3},$$

kjer je R splošna plinska konstanta z vrednostjo 8,315 kJ/kmol, a , b in c pa so konstante Wohlove enačbe stanja, ki jih za metan lahko izračunamo iz kritičnih podatkov $p_c = 4641,4 \text{ kPa}$ in $T_c = 190,55 \text{ K}$ po naslednjih zvezah:

$$\begin{aligned} a &= 6 p_c T_c V_c^2, \\ b &= V_c/4, \\ c &= 4 p_c T_c^2 V_c^3, \\ V_c &= RT_c / (3,74 p_c). \end{aligned}$$

93.

Izračunajte spreminjanje tlaka benzena (C_6H_6) pri prostornini 2 m^3 in temperaturah od 300 K do $500 \text{ }^\circ\text{C}$ s korakom $10 \text{ }^\circ\text{C}$, če imate 2000 g benzena, po:

a) Clausiusovi enačbi stanja:

$$(p + a/(T(V_m + c)^2))(V_m - b) = RT$$

$$\begin{aligned} a &= 27/64 S^2 V_c^2 p_c T_c \\ b &= V_c(1 - S/4) \\ c &= V_c(3S/8 - 1) \\ S &= 1/z_c = RT_c / (p_c V_c) \end{aligned}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

94.

Hitrost molekul plina (efuzija) v se izračuna po enačbi:

$$v = \left(\frac{3RT}{M} \right)^{1/2}$$

Izračunajte hitrost molekul Hg pri temperaturah od $0 \text{ }^\circ\text{C}$ do $300 \text{ }^\circ\text{C}$ s korakom $30 \text{ }^\circ\text{C}$!

95.

Razmerje hitrosti v_1 in v_2 molekul dveh plinov z različnima molskima masama M_1 in M_2 se izračuna po enačbi:

$$\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^{1/2}$$

Izračunajte hitrosti molekul N_2 , O_2 in Hg pri temperaturi $0\text{ }^\circ\text{C}$, če znaša hitrost molekule H_2 pri tej temperaturi 1840 m/s .

96.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte acentrični faktor ω po Edmisterjevi enačbi:

$$\omega = \left(\frac{3 T_b}{7 T_c} (\lg p_c) \right) / \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right) - 1$$

Kritični tlak p_c mora biti podan v atm. Izračunane acentrične faktorje ω primerjajte s podanimi ω_{eksp} in izračunajte odstopanje izračunanih ω od podanih ω_{eksp} .

komponenta	formula	T_b/K	T_c/K	p_c/atm	ω_{eksp}
metanol	CH_4O	337,8	513,2	78,5	0,556
etanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	351,7	516,3	63,0	0,635
amonijak	NH_3	239,8	405,6	112,5	0,250
ogljikov disulfid	CS_2	319,4	552,0	78,0	0,123
kloroform	CHCl_3	334,3	536,4	53,7	0,218
ogljikov monoksid	CO	81,7	132,9	35,0	0,066
voda	H_2O	373,2	647,0	218,3	0,348

Izpišite zgornjo preglednico, dopolnjeno z izračunanimi ω in njihovimi odstopanji od ekperimentalnih ω_{eksp} .

97.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte po Edmisterjevi enačbi vrelišče T_b pri normalnih pogojih. Enačba ima obliko:

$$\omega = \left(\frac{3 T_b}{7 T_c} (\lg p_c) \right) / \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right) - 1$$

komponenta	formula	T_c/K	p_c/bar	ω
cikloheksan	C_6H_{12}	553,5	40,7	0,212
benzen	C_6H_6	562,2	48,9	0,212
toluen	C_7H_8	591,8	41,0	0,263
etilbenzen	C_8H_{10}	617,2	36,0	0,302
naftalen	$C_{10}H_8$	748,4	40,5	0,302

Kritični tlak p_c mora biti podan v atm.

98.

Po Klein-Fichtinejevi metodi izračunajte za kemijske komponente, podane v preglednici, molske izparilne toplote $\Delta_{\text{izp}}H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b :

$$\Delta_{\text{izp}}H_b = \frac{RT_b T_c K \ln p_c}{(T_c - T_b)} \left(1 - \frac{1}{p_c} \left(\frac{T_c}{T_b} \right)^3 \right)^{1/2},$$

kjer je

$$K = 1,020 \quad \text{za } T_b < 200 \text{ K}$$

$$K = 1,040 \quad \text{za } 200 \leq T_b \leq 300 \text{ K}$$

$$K = 1,045 \quad \text{za } T_b > 300 \text{ K.}$$

komponenta	formula	T_c/K	p_c/atm	T_b/K
diklorotetrafluorobenzen	$C_6Cl_2F_4$	626,0	52,5	430,9
dietilen glikol	$C_4H_{10}O_3$	681,0	46,4	519,0
etan	C_2H_6	305,4	48,2	184,6
eten	C_2H_4	282,4	49,8	169,3

R je splošna plinska konstanta, T_b vrelišče pri normalnih pogojih, T_c kritična temperatura, p_c kritični tlak v atm in K empirična konstanta. Metoda daje $\Delta_{\text{izp}}H_b$ v cal/mol. Izračunano vrednost za $\Delta_{\text{izp}}H_b$ preračunajte v J/mol.

99.

Izračunajte spreminjanje tlaka p dušika (N_2) od -100°C do 100°C s korakom 25°C po Martin-Houovi enačbi. Molska prostornina dušika V_m je $0,017 \text{ m}^3/\text{mol}$. Oblika enačbe je:

$$p = \frac{RT}{(V_m - b)} + \frac{(A_2 + B_2 T + C_2 e^{-5,475 T/T_c})}{(V_m - b)^2} + \frac{(A_3 + B_3 T + C_3 e^{-5,475 T/T_c})}{(V_m - b)^3} + \frac{A_4}{(V_m - b)^4} + \frac{B_5 T}{(V_m - b)^5}$$

kjer so naslednji parametri veljavni za enote p v bar, V_m v m^3/mol in T v K:

$$\begin{aligned}
 b \times 10^6 &= 22,147 \\
 A_2 \times 10^6 &= -1,614 \\
 B_2 \times 10^9 &= 3,265 \\
 C_2 \times 10^6 &= -22,649 \\
 A_3 \times 10^9 &= 0,091 \\
 B_3 \times 10^{12} &= -0,136 \\
 C_3 \times 10^9 &= 1,539 \\
 A_4 \times 10^{15} &= -2,500 \\
 B_5 \times 10^{21} &= 0,248
 \end{aligned}$$

100.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte po Edmisterjevi enačbi vrelišče pri normalnih pogojih T_b . Kritični tlak p_c mora biti podan v atm.

$$\omega = \left(\frac{3}{7} \frac{T_b}{T_c} (\lg p_c) \right) / \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right) - 1$$

komponenta	formula	T_c/K	p_c/atm	ω
<i>n</i> -dekan	C ₁₀ H ₂₂	617,6	20,8	0,484
eten	C ₂ H ₄	283,1	50,5	0,089
heksan	C ₆ H ₁₄	504,0	31,1	0,288
etin	C ₂ H ₂	309,5	61,6	0,213
cikloheksan	C ₆ H ₁₂	553,2	40,0	0,219

101.

Izračunajte parni tlak p^{nas} metana (CH₄) pri temperaturah od 100 K do 180 K s prirastkom 5 K po Wagnerjevi enačbi:

$$\ln \left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c} \right) = \frac{a \cdot (1 - T_r) + b \cdot (1 - T_r)^{1,5} + c \cdot (1 - T_r)^3 + d \cdot (1 - T_r)^6}{T_r}, \quad \text{kjer je } T_r = \frac{T}{T_c},$$

če za metan veljajo koeficienti $a = -6,00435$, $b = 1,18850$, $c = -0,83408$ in $d = -1,22833$.

102.

Izračunajte parni tlak p^{nas} etilbenzena (C₈H₁₀) pri temperaturah od 350 K do 460 K s prirastkom 10 K po Gomez-Thodosovi metodi za nepolarne kemijske komponente:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \beta \left[\left(\frac{T_c}{T}\right)^m - 1 \right] + \gamma \left[\left(\frac{T}{T_c}\right)^7 - 1 \right],$$

kjer so:

$$\gamma = ah + \beta b$$

$$a = \frac{1 - T_c/T_b}{(T_b/T_c)^7 - 1}$$

$$b = \frac{1 - (T_c/T_b)^m}{(T_b/T_c)^7 - 1}$$

$$h = \frac{T_b}{T_c} \frac{\ln(p_c/1,01325)}{1 - T_b/T_c}$$

Za nepolarne organske in anorganske kemijske komponente sta

$$\beta = -4,26700 - \frac{221,79}{h^{2,5} e^{0,0384 h^{2,5}}} + \frac{3,8126}{e^{2272,44/h^3}} + \Delta^*$$

$$m = 0,78425 e^{0,089315 h} - \frac{8,5217}{e^{0,74826 h}}$$

$\Delta^* = 0$ razen za He ($\Delta^* = 0,41815$), H_2 ($\Delta^* = 0,19904$) in Ne ($\Delta^* = 0,02319$). Metoda dá izračun parnega tlaka v bar.

Pri $T = 460$ K primerjajte izračunano vrednost p^{nas} z eksperimentalno vrednostjo $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 3,325$ bar in izračunajte napako Gomez-Thodosove metode.

103.

Ocenite molske izparilne toplote $\Delta_{\text{izp}}H$ propanala (propanaldehyd, C_3H_6O) pri temperaturah od 221 K do 421 K s korakom 10 K po Carruth-Kobayashijevi modifikaciji Pitzerjeve zveze za acentrični faktor:

$$\frac{\Delta_{\text{izp}}H}{RT_c} = 7,08(1 - T_r)^{0,354} + 10,95 \omega(1 - T_r)^{0,456}, \quad \text{kjer je } T_r = \frac{T}{T_c}$$

Pri $T = 351$ K primerjajte izračunano vrednost $\Delta_{\text{izp}}H$ z eksperimentalno vrednostjo $\Delta_{\text{izp}}H_{\text{eksp}} = 28280$ J/mol in izračunajte odstopanje Carruth-Kobayashijeve metode od eksperimenta.

104.

Izračunajte parni tlak p^{nas} etilbenzena (C_8H_{10}) pri temperaturah od 400 K do 460 K s prirastkom 5 K po Lee-Keslerjevi metodi, ki jo predstavljajo enačbe:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = f^{(0)} T_r + \omega f^{(1)} T_r,$$

kjer so:

$$f^{(0)} = 5,92714 - \frac{6,09648}{T_r} - 1,28862 \ln T_r + 0,169347 T_r^6$$

$$f^{(1)} = 15,2518 - \frac{15,6875}{T_r} - 13,4721 \ln T_r + 0,43577 T_r^6$$

$$\omega = \frac{\alpha}{\beta}$$

$$\alpha = -\ln p_c - 5,92714 + 6,09648 \frac{T_c}{T_b} + 1,28862 \ln \frac{T_b}{T_c} - 0,169347 \left(\frac{T_b}{T_c}\right)^6$$

$$\beta = 15,2518 - 15,6875 \frac{T_c}{T_b} - 13,4721 \ln \frac{T_b}{T_c} + 0,43577 \left(\frac{T_b}{T_c}\right)^6$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Pri $T = 410 \text{ K}$ primerjajte izračunano vrednost p^{nas} z eksperimentalno vrednostjo $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 3,325 \text{ bar}$ in izračunajte odstopanje Lee-Keslerjeve metode od eksperimenta.

105.

Izračunajte parni tlak p^{nas} etilbenzena (C_8H_{10}) pri temperaturah (347,2, 351,5, 356,7, 369,1, 374,4, 381,2, 386,9, 392,8, 399,5, 407,3, 413,3, 418,4, 422,5) K po enačbi:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = h \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)$$

kjer je

$$h = \frac{T_b}{T_c} \frac{\ln(p_c/1,01325)}{1 - T_b/T_c} \quad \text{in} \quad T_r = \frac{T}{T_c}$$

Pri $T = 347,2 \text{ K}$ primerjajte izračunano vrednost p^{nas} z eksperimentalno vrednostjo $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 0,133 \text{ bar}$ in izračunajte odstopanje enačbe od eksperimenta.

106.

Ocenite molske izparilne toplote $\Delta_{\text{izp}}H$ naftalena (C_{10}H_8) pri temperaturah (365,0, 351,5, 376,7, 401,1, 444,4, 481,2, 506,9, 532,8, 553,15, 589,3, 612,7, 634,8, 650,5) K po Carruth-Kobayashijevi modifikaciji Pitzerjeve zveze za acentrični faktor:

$$\frac{\Delta_{\text{izp}}H}{RT_c} = 7,08(1-T_r)^{0,354} + 10,95 \omega(1-T_r)^{0,456}, \quad \text{kjer je } T_r = \frac{T}{T_c}$$

Pri $T = 553,15$ K primerjajte izračunano vrednost $\Delta_{\text{izp}}H$ z eksperimentalno vrednostjo $\Delta_{\text{izp}}H_{\text{eksp}} = 39,82$ kJ/mol in izračunajte odstopanje metode od eksperimenta.

107.

Izračunajte parni tlak p^{nas} akrilonitrila ($\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$) pri temperaturah (265,1, 275,5, 287,6, 293,15, 307,5, 316,3, 329,1, 334,4, 341,2, 356,9, 362,4, 379,6, 384,7) K po Antoinovi enačbi:

$$\ln p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C)}$$

Konstante za akrilonitril imajo vrednosti $A = 9,3051$, $B = 2782,21$ in $C = -51,15$. Enačba velja za SI sistem enot bar za parni tlak p^{nas} in K za temperaturo T .

Pri $T = 293,15$ K primerjajte izračunano vrednost p^{nas} z eksperimentalno vrednostjo $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 0,117$ bar in izračunajte odstopanje Antoinove enačbe od eksperimenta.

108.

Preglednica prikazuje molske prostornine benzenovih hlapov V_m /(ft^3 /mol) pri 563,15 K v odvisnosti od tlaka p /(lb/in^2).

p /(lb/in^2)	V_m /(ft^3 /mol)	p /(lb/in^2)	V_m /(ft^3 /mol)
450,30	0,0393	588,43	0,0250
464,39	0,0377	614,35	0,0228
479,10	0,0358	640,61	0,0209
498,06	0,0338	668,39	0,0179
516,87	0,0318	691,75	0,0156
538,32	0,0297	706,45	0,0136
564,19	0,0272		

Pretvorite v preglednici podane tlake p v lb/in^2 in ustrezne molske prostornine V_m v ft^3 /mol v merski sistem SI enot (bar in cm^3 /mol) ter ponovno izpišite preglednico v pretvorjenih enotah.

109.

Izračunajte parni tlak p^{nas} acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) pri temperaturah od 260 K do 400 K s prirastkom 7 K po Wagnerjevi enačbi:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \frac{(a \cdot (1-T_r) + b \cdot (1-T_r)^{1,5} + c \cdot (1-T_r)^3 + d \cdot (1-T_r)^6)}{T_r}, \quad \text{kjer je } T_r = \frac{T}{T_c},$$

če za aceton veljajo koeficienti $a = -7,45514$, $b = 1,20200$, $c = -2,43926$ in $d = -3,35590$.

110.

Izračunajte parni tlak p^{nas} 2-propanola ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) pri temperaturah od 400 K do 500 K s prirastkom 5 K po Gomez-Thodosovi metodi za kemijske komponente z vodikovo vezjo:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \beta \left[\left(\frac{T_c}{T}\right)^m - 1 \right] + \gamma \left[\left(\frac{T}{T_c}\right)^7 - 1 \right],$$

kjer so:

$$a = \frac{1 - T_c/T_b}{(T_b/T_c)^7 - 1}$$

$$b = \frac{1 - (T_c/T_b)^m}{(T_b/T_c)^7 - 1}$$

$$h = \frac{T_b}{T_c} \frac{\ln(p_c/1,01325)}{1 - T_b/T_c}$$

Za kemijske komponente z vodikovo vezjo (voda in alkoholi) so

$$m = 0,0052 M^{0,29} T_c^{0,72}$$

$$\gamma = \frac{2,464}{M} e^{(9,8 \times 10^{-6} M T_c)}$$

$$\beta = \frac{\gamma}{b} - \frac{a h}{b}$$

$M \leftarrow$ molska masa

Pri $T = 450$ K primerjajte izračunano vrednost p^{nas} z vrednostjo iz literature $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 16,16$ bar. Izračunajte odstopanje Gomez-Thodosove metode od te vrednosti.

111.

Izračunajte parni tlak p^{nas} cikloheptana (C_7H_{14}) pri temperaturah od 330 K do 435 K s prirastkom 5 K po Lee-Keslerjevi metodi, ki jo predstavljajo enačbe:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = f^{(0)} T_r + \omega f^{(1)} T_r,$$

kjer so:

$$f^{(0)} = 5,92714 - \frac{6,09648}{T_r} - 1,28862 \ln T_r + 0,169347 T_r^6$$

$$f^{(1)} = 15,2518 - \frac{15,6875}{T_r} - 13,4721 \ln T_r + 0,43577 T_r^6$$

$$\omega = \frac{\alpha}{\beta}$$

$$\alpha = -\ln p_c - 5,97214 + 6,09648 \frac{T_c}{T_b} + 1,28862 \ln \frac{T_b}{T_c} - 0,169347 \left(\frac{T_b}{T_c}\right)^6$$

$$\beta = 15,2518 - 15,6875 \frac{T_c}{T_b} - 13,4721 \ln \frac{T_b}{T_c} + 0,43577 \left(\frac{T_b}{T_c}\right)^6$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

112.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Giacalonejevi metodi, ki Clapeyronovo enačbo

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = R T_c \Delta_{\text{izp}} Z_b \left(\frac{\frac{T_b}{T_c} \ln(p_c/1,01325)}{\left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right)} \right)$$

poenostavi z $\Delta_{\text{izp}} Z_b = 1$. Kritični tlak mora biti podan v atm.

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
<i>n</i> -heksan	C_6H_{14}	507,5	30,1	341,9
toluen	C_7H_8	591,8	41,0	383,8
2-butanol	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	536,1	41,8	372,7
metil amin	CH_5N	430,0	74,3	266,8
dimetil eter	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	400,0	52,4	248,3
metan	CH_4	190,4	46,0	111,6

113.

Izračunajte parni tlak p^{nas} akrilonitrila ($\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$) pri temperaturah t od 0°C do 100°C s korakom $12,5^\circ\text{C}$ po enačbi:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = h\left(1 - \frac{1}{T_r}\right)$$

kjer sta

$$h = \frac{T_b}{T_c} \frac{\ln(p_c/1,01325)}{1 - T_b/T_c}$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Pri $T = 293,15\text{ K}$ primerjajte izračunano vrednost p^{nas} z eksperimentalno vrednostjo $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 0,117\text{ bar}$ in izračunajte odstopanje enačbe od eksperimenta.

114.

Izračunajte parni tlak p^{nas} oetne kisline ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) pri temperaturah od 310 K do 580 K s prirastkom $13,5\text{ K}$ po Gomez-Thodosovi metodi za polarne kemijske komponente:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \beta \left[\left(\frac{T_c}{T}\right)^m - 1 \right] + \gamma \left[\left(\frac{T}{T_c}\right)^7 - 1 \right],$$

kjer so:

$$a = \frac{1 - T_c/T_b}{(T_b/T_c)^7 - 1}$$

$$b = \frac{1 - (T_c/T_b)^m}{(T_b/T_c)^7 - 1}$$

$$h = \frac{T_b}{T_c} \frac{\ln(p_c/1,01325)}{1 - T_b/T_c}$$

Za polarne kemijske komponente so:

$$m = 0,466 T_c^{0,166}$$

$$\gamma = 0,08594 e^{(7,462 \times 10^{-4} T_c)}$$

$$\beta = \frac{\gamma}{b} - \frac{ah}{b}$$

115.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}}H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Riedelovi metodi:

$$\Delta_{\text{izp}}H_b = 1,093 RT_c \left(\frac{T_b}{T_c} \frac{(\ln p_c - 1,013)}{\left(0,930 - \frac{T_b}{T_c}\right)} \right)$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
eten	C ₂ H ₄	282,4	50,4	169,3
acetaldehid	C ₂ H ₄ O	461,0	55,7	294,0
ciklopropan	C ₃ H ₆	397,8	54,9	240,3
1-propanol	C ₃ H ₈ O	536,8	51,7	370,3
furan	C ₄ H ₄ O	490,2	55,0	304,5

Kritični tlak p_c za Riedelovo metodo mora biti izražen v atm.

116.

Z metodo dveh referenčnih komponent izračunajte parni tlak p^{nas} etilbenzena (C₈H₁₀) pri temperaturah od 400 K do 460 K s prirastkom 6 K. Metodo predstavljajo enačbe:

$$\ln \left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c} \right) = \ln \left(\frac{p_{R1}^{\text{nas}}}{p_{c,R1}} \right) + \left(\ln \left(\frac{p_{R2}^{\text{nas}}}{p_{c,R2}} \right) - \ln \left(\frac{p_{R1}^{\text{nas}}}{p_{c,R1}} \right) \right) \frac{\omega - \omega_{R1}}{\omega_{R2} - \omega_{R1}},$$

Podpisa R1 in R2 ustrežata dvema referenčnima kemijskima komponentama benzenu (C₆H₆) in pentafluorotoluenu (C₇H₃F₅). Vsi parni tlaki se izračunajo pri reducirani temperaturi T_r kemijske komponente, ki nas zanima (etilbenzena). Parni tlaki referenčnih komponent se izračunajo po Wagnerjevi enačbi oblike:

$$\ln \left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c} \right) = \frac{a \cdot (1 - T_r) + b \cdot (1 - T_r)^{1,5} + c \cdot (1 - T_r)^3 + d \cdot (1 - T_r)^6}{T_r}, \quad \text{kjer je } T_r = \frac{T}{T_c}$$

Konstante obeh referenčnih komponent so podane v preglednici.

referenčna komponenta	T_c/K	p_c/bar	ω	a	b	c	d
benzen	562,16	48,9794	0,212	-6,98273	1,33213	-2,62863	-3,33399
pentafluorotoluen	566,52	31,2481	0,415	-8,05688	1,46673	-3,82439	-2,78727

Pri $T = 460$ K primerjajte izračunano vrednost p^{nas} z eksperimentalno vrednostjo $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 3,325$ bar in izračunajte odstopanje metode dveh referenčnih komponent od eksperimenta. Etilbenzen ima $T_c = 617,1$ K, $p_c = 36,0$ bar in $\omega = 0,302$.

117.

Z metodo dveh referenčnih komponent izračunajte parni tlak p^{nas} etilbenzena (C_8H_{10}) pri temperaturah (347,2, 351,5, 356,7, 369,1, 374,4, 381,2, 386,9, 392,8, 399,5, 407,3, 413,3, 418,4, 422,5) K. Metodo predstavljajo enačbe:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \ln\left(\frac{p_{R1}^{\text{nas}}}{p_{c,R1}}\right) + \left(\ln\left(\frac{p_{R2}^{\text{nas}}}{p_{c,R2}}\right) - \ln\left(\frac{p_{R1}^{\text{nas}}}{p_{c,R1}}\right)\right) \frac{\omega - \omega_{R1}}{\omega_{R2} - \omega_{R1}},$$

Podpisa R1 in R2 ustrežata dvema referenčnima kemijskima komponentama propanu (C_3H_8) in oktanu (C_8H_{18}). Vsi parni tlaki se izračunajo pri reducirani temperaturi T_r kemijske komponente, ki nas zanima (etilbenzena). Parni tlaki referenčnih komponent se izračunajo po Wagnerjevi enačbi oblike:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \frac{a \cdot (1 - T_r) + b \cdot (1 - T_r)^{1,5} + c \cdot (1 - T_r)^3 + d \cdot (1 - T_r)^6}{T_r}, \quad \text{kjer je } T_r = \frac{T}{T_c}$$

Konstante obeh referenčnih komponent so podane v preglednici.

referenčna komponenta	T_c/K	p_c/bar	ω	a	b	c	d
propan	369,85	42,4535	0,153	-6,72219	1,33236	-2,13868	-1,38551
oktan	568,81	24,8617	0,398	-7,91211	1,38007	-3,80435	-4,50132

Pri $T = 347,2$ K primerjajte izračunano vrednost p^{nas} z eksperimentalno vrednostjo $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 0,133$ bar in izračunajte odstopanje metode dveh referenčnih komponent od eksperimenta. Etilbenzen ima $T_c = 617,1$ K, $p_c = 36,0$ bar in $\omega = 0,302$.

118.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}}H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Chenovi metodi:

$$\Delta_{\text{izp}}H_b = RT_c \left(\frac{T_b}{T_c} \frac{\left(3,978 \left(\frac{T_b}{T_c} \right) - 3,958 + 1,555 \ln p_c \right)}{\left(1,07 - \frac{T_b}{T_c} \right)} \right)$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
propan	C_3H_8	369,8	42,5	231,1
izobutanol	$C_4H_{10}O$	547,8	43,0	381,0
furfural	$C_5H_4O_2$	670,0	58,9	434,9
1-penten	C_5H_{10}	464,8	35,3	303,1
benzen	C_6H_6	562,2	48,9	353,2

Kritični tlak p_c za Chenovo metodo mora biti izražen v atm.

119.

Termodinamski raziskovalni center pri Texas A&M uporablja pri visokih temperaturah razširjeno Antoinevo enačbo za simuliranje parnega tlaka p^{nas} :

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C - 273,15)} + 0,43429 x^n + E x^8 + F x^{12},$$

kjer so p^{nas} v barih, T v K in $x = (T - t_0 - 273,15)/T_c$. A , B , C , n , E , F in t_0 so konstante značilne za fluid, ki nas zanima. T_c je kritična temperatura fluida v K.

Izračunajte parni tlak p^{nas} piridina (C_5H_5N) v temperaturnem območju od 420 K do 610 K s korakom 10 K po razširjeni Antoinovi enačbi in po navadni Antoinovi enačbi

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C - 273,15)}$$

ter primerjajte dobljene rezultate. Za piridin so $A = 4,16750$, $B = 1373,030$, $C = 214,690$, $n = 2,71070$, $E = -45,881$, $F = 3987,76$, $t_0 = 127$ K in $T_c = 620,00$ K.

120.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}}H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Veterejevi metodi:

$$\Delta_{\text{izp}}H_b = RT_b \frac{\left(0,4343 \ln p_c - 0,69431 + 0,89584 T_b/T_c \right)}{\left(0,37691 - 0,37306 T_b/T_c + 0,15075 T_c^2 / (p_c T_b^2) \right)}$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
etil propil eter	$C_5H_{12}O$	500,2	33,7	336,4
fluorobenzen	C_6H_5F	560,1	45,5	357,9
anilin	C_6H_7N	699,0	53,1	457,6
cikloheksanol	$C_6H_{12}O$	625,0	37,5	434,3
1-hepten	C_7H_{14}	537,3	28,3	366,8

121.

Pri visokih temperaturah se uporablja razširjena Antoinova enačba za simuliranje parnega tlaka p^{nas} :

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C - 273,15)} + 0,43429 x^n + E x^8 + F x^{12},$$

kjer so p^{nas} v bar, T v K in $x = (T - t_0 - 273,15)/T_c$. A , B , C , n , E , F in t_0 so konstante značilne za fluid, ki nas zanima. T_c je kritična temperatura fluida v K.

Izračunajte parni tlak p^{nas} etena (C_2H_4) pri temperaturah (190,5, 197,8, 207,5, 215,7, 223,4, 239,5, 245,2, 259,3, 266,7, 273,1) K po razširjeni Antoinovi enačbi in po navadni Antoinovi enačbi

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C - 273,15)}$$

ter primerjajte dobljene rezultate. Za eten so $A = 3,91382$, $B = 596,5300$, $C = 256,370$, $n = 2,79132$, $E = 9,717$, $F = 52,77$, $t_0 = -99$ K in $T_c = 282,34$ K.

122.

Izračunajte parne tlake p^{nas} v preglednici podanih kemijskih komponent po Antoinovi enačbi:

$$\ln p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C)}$$

Preglednica vsebuje koeficiente Antoinove enačbe A , B in C posameznih kemijskih komponent za p^{nas} v bar in T v K, pri katerih je zaželen izračun parnih tlakov.

komponenta	formula	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>T</i> /K
brom	Br ₂	9,2239	2582,32	- 51,56	288
žveplov tetrafluorid	F ₄ S	7,4561	1218,59	- 73,24	205
metanova kislina	CH ₂ O ₂	10,3680	3599,58	- 26,09	333
keten	C ₂ H ₂ O	9,3995	1849,21	- 35,15	216
akrilonitril	C ₃ H ₃ N	9,3051	2782,21	- 51,15	277
propin	C ₃ H ₄	6,5361	1054,72	- 77,08	198
1,2,3-trikloropropan	C ₃ H ₅ Cl ₃	9,5044	3417,27	- 69,15	425

123.

Izračunajte parni tlak p^{nas} butana (C₄H₁₀) pri temperaturah (200,5, 207,5, 218,7, 225,1, 227,4, 234,2, 241,9, 248,8, 259,5, 267,3, 273,3, 288,4, 292,03) K po Ambrose-Waltonovi metodi:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = f^{(0)} + \omega f^{(1)} + \omega^2 f^{(2)}$$

kjer so:

$$f^{(0)} = \frac{(-5,97616 \tau + 1,29874 \tau^{1,5} - 0,60394 \tau^{2,5} - 1,06841 \tau^5)}{T_r}$$

$$f^{(1)} = \frac{(-5,03365 \tau + 1,11505 \tau^{1,5} - 5,41217 \tau^{2,5} - 7,46628 \tau^5)}{T_r}$$

$$f^{(2)} = \frac{(-0,64771 \tau + 2,41539 \tau^{1,5} - 4,26979 \tau^{2,5} + 3,25259 \tau^5)}{T_r}$$

$$\tau = (1 - T_r)$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

124.

Izračunajte parne tlake p^{nas} v preglednici podanih kemijskih komponent po Wagnerjevi enačbi:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \frac{(a \cdot (1 - T_r) + b \cdot (1 - T_r)^{1,5} + c \cdot (1 - T_r)^3 + d \cdot (1 - T_r)^6)}{T_r}, \quad \text{kjer je } T_r = \frac{T}{T_c}$$

Preglednica vsebuje koeficiente Wagnerjeve enačbe a , b , c in d posameznih kemijskih komponent za p^{nas} v bar in T v K, pri katerih je zaželen izračun parnih tlakov.

komponenta	formula	a	b	c	d	T/K
1-propanol	C_3H_8O	-8,05594	$4,25183 \times 10^{-2}$	-7,51296	6,89004	425
tiofen	C_4H_4S	-7,05208	1,69640	-3,17778	-1,57742	550
metil etil eter	C_3H_8O	-7,64466	2,88475	-6,32922	0,33736	390
2,2-dimetilpropan	C_5H_{12}	-6,89153	1,25019	-2,28233	-4,74891	330
1-butin	C_4H_6	-6,29693	2,12358	-6,42124	4,11543	350

125.

Pri visokih temperaturah se uporablja razširjena Antoinova enačba za simuliranje parnega tlaka p^{nas} :

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C - 273,15)} + 0,43429 x^n + E x^8 + F x^{12},$$

kjer so p^{nas} v bar, T v K in $x = (T - t_0 - 273,15)/T_c$. A , B , C , n , E , F in t_0 so konstante značilne za fluid, ki nas zanima. T_c je kritična temperatura fluida v K.

Za kemijske komponente navedene v preglednici izračunajte parni tlak p^{nas} pri navedenih temperaturah T po razširjeni Antoinovi enačbi in po navadni Antoinovi enačbi

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C - 273,15)}$$

ter primerjajte dobljene rezultate.

komponenta	formula	A	B	C	n	E	F	t_0	T_c	T
tetrafluorometan	CF_4	3,95894	510,5950	257,200	2,41377	-93,740	7425,90	-120	227,51	170,5
fluorometan	CH_3F	4,19421	734,2220	253,570	2,60926	57,676	-1868,2	-73	317,36	288,7
etilamin	C_2H_7N	3,88560	840,4800	200,000	2,09210	90,941	-3179,0	23	456,35	425,5
propen	C_3H_6	3,95606	789,6200	247,580	2,67417	22,130	-199,34	-41	365,57	303,3
piridin	C_5H_5N	4,16750	1373,030	214,690	2,71070	-45,881	3987,76	127	620,00	515,8

126.

Termodinamski raziskovalni center pri Texas A&M pri visokih temperaturah uporablja razširjeno Antoinovo enačbo za simuliranje parnega tlaka p^{nas} :

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C - 273,15)} + 0,43429 x^n + E x^8 + F x^{12},$$

kjer so p^{nas} v bar, T v K in $x = (T - t_0 - 273,15)/T_c$. A , B , C , n , E , F in t_0 so konstante značilne za fluid, ki nas zanima. T_c je kritična temperatura fluida v K.

Za kemijske komponente navedene v preglednici izračunajte parni tlak p^{nas} pri navedenih temperaturah T po razširjeni Antoinovi enačbi in po navadni Antoinovi enačbi

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T + C - 273,15)}$$

ter primerjajte dobljene rezultate.

komponenta	formula	A	B	C	n	E	F	t_0	T_c	T
eten	C_2H_4	3,91382	596,5300	256,370	2,79132	9,717	52,77	-99	282,34	215,5
ciklopropan	C_3H_6	4,03084	866,1500	248,00	2,66720	-2,153	567,17	-26	398,25	355,0
1-buten	C_4H_8	3,91780	908,800	238,540	2,10580	-66,740	5100,70	1	419,95	295,8
2-pentanon	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$	4,15140	1316,730	215,380	2,06640	-348,80	52963,0	120	561,10	485,3
klorobenzen	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	4,02012	1378,790	211,700	2,20300	18,280	674,77	137	632,43	595,5
2-metilbutan	C_5H_{12}	3,92023	1022,880	233,460	2,14912	-227,07	19674,0	36	460,43	410,0

127.

Izračunajte parne tlake p^{nas} n -alkanov: butana (C_4H_{10}), pentana (C_5H_{12}), heksana (C_6H_{14}) in heptana (C_7H_{16}) pri temperaturi $T = 285$ K po Ambrose-Waltonovi metodi, ki jo predstavljajo enačbe:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = f^{(0)} + \omega f^{(1)} + \omega^2 f^{(2)}$$

kjer so:

$$f^{(0)} = \frac{(-5,97616 \tau + 1,29874 \tau^{1,5} - 0,60394 \tau^{2,5} - 1,06841 \tau^5)}{T_r}$$

$$f^{(1)} = \frac{(-5,03365 \tau + 1,11505 \tau^{1,5} - 5,41217 \tau^{2,5} - 7,46628 \tau^5)}{T_r}$$

$$f^{(2)} = \frac{(-0,64771 \tau + 2,41539 \tau^{1,5} - 4,26979 \tau^{2,5} + 3,25259 \tau^5)}{T_r}$$

$$\tau = (1 - T_r)$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

128.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}}H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Veterejevi modifikaciji Kistiakowskyjeve enačbe:

$$\frac{\Delta_{\text{izp}}H_b}{T_b} = \Delta_{\text{izp}}S_b = 81,119 + 13,083 \lg T_b - 25,769 \frac{T_b}{M} + 0,146528 \frac{T_b^2}{M} - 2,1362 \times 10^{-4} \frac{T_b^3}{M},$$

ki velja za alkohole, kisline in metilamin. $\Delta_{\text{izp}}S_b$ je molska izparilna entropija v J/(mol K) pri normalni točki vrelišča T_b v K in M je molska masa komponente.

komponenta	formula	M /(g/mol)	T_b /K
metilamin	CH ₅ N	31,06	266,8
metanol	CH ₄ O	32,04	337,7
ocetna kislina	C ₂ H ₄ O ₂	60,05	391,1
etanol	C ₂ H ₆ O	46,07	351,4
propanova kislina	C ₃ H ₆ O ₂	74,08	414,5

129.

Izračunajte parni tlak p^{nas} akrilonitrila (C₃H₃N) pri temperaturah (265,1, 275,5, 287,6, 293,15, 307,5, 316,3, 329,1, 334,4, 341,2, 356,9, 362,4, 379,6, 384,7) K po enačbi:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = h\left(1 - \frac{1}{T_r}\right)$$

kjer je

$$h = \frac{T_b}{T_c} \frac{(\ln(p_c/1,01325))}{(1 - T_b/T_c)}$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Pri $T = 293,15$ K primerjajte izračunano vrednost p^{nas} z eksperimentalno vrednostjo $p_{\text{eksp}}^{\text{nas}} = 0,117$ bar in izračunajte odstopanje enačbe od eksperimenta.

130.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}}H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Veterejevi modifikaciji Kistiakowskyjeve enačbe:

$$\frac{\Delta_{\text{izp}} H_b}{T_b} = \Delta_{\text{izp}} S_b = 44,367 + 15,33 \lg T_b + 0,39137 \frac{T_b}{M} + 4,330 \times 10^{-3} \frac{T_b^2}{M} - 5,627 \times 10^{-6} \frac{T_b^3}{M},$$

ki velja za polarne kemijske komponente (razen za alkohole, kisline in metilamin). $\Delta_{\text{izp}} S_b$ je molska izparilna entropija v J/(mol K) pri normalni točki vrelišča T_b v K in M je molska masa komponente.

komponenta	formula	M /(g/mol)	T_b /K
propanal (propanaldehid)	C_3H_6O	58,08	321,0
acetone	C_3H_6O	58,08	329,2
metil izobutil keton	$C_6H_{12}O$	100,16	389,6
furfural	$C_5H_4O_2$	96,08	434,9
cikloheksanon	$C_6H_{10}O$	98,15	428,8
dietilketon	$C_5H_{10}O$	86,13	375,1

131.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Veterejevi modifikaciji Kistiakowskyjeve enačbe:

$$\frac{\Delta_{\text{izp}} H_b}{T_b} = \Delta_{\text{izp}} S_b = 58,20 + 13,7 \lg M + 6,49 \frac{[T_b - (263 M)^{0,581}]^{1,037}}{M},$$

ki velja za ogljikovodike. $\Delta_{\text{izp}} S_b$ je molska izparilna entropija v J/(mol K) pri normalni točki vrelišča T_b v K in M je molska masa komponente.

komponenta	formula	M /(g/mol)	T_b /K
etan	C_2H_6	30,07	184,6
propen	C_3H_6	42,08	225,5
1-hepten	C_7H_{14}	98,19	366,8
<i>n</i> -pentan	C_5H_{12}	72,15	309,2
1-heksen	C_6H_{12}	84,16	336,6

132.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Veterejevi metodi:

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = RT_b \frac{(0,4343 \ln p_c - 0,69431 + 0,89584 T_b/T_c)}{(0,37691 - 0,37306 T_b/T_c + 0,15075 T_c^2 / (p_c T_b^2))}$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
metilamin	CH ₅ N	430,0	74,3	266,8
metanol	CH ₄ O	512,6	80,9	337,7
ocetna kislina	C ₂ H ₄ O ₂	592,7	57,9	391,1
etanol	C ₂ H ₆ O	513,9	61,4	351,4
propanova kislina	C ₃ H ₆ O ₂	612,0	54,0	414,5

133.

Izračunajte spreminjanje tlaka etana (C₂H₆) pri prostornini 1,2 m³ in temperaturah (5,0, 7,5, 10,0, 12,5, 15,0, 17,5, 20,0, 22,5, 25,0) °C, če imate 800 g etana, po:

b) Clausiusovi enačbi stanja:

$$(p + a/(T(V_m + c)^2))(V_m - b) = RT$$

$$a = 27/64 S^2 V_c^2 p_c T_c$$

$$b = V_c (1 - S/4)$$

$$c = V_c (3S/8 - 1)$$

$$S = 1/z_c = RT_c / (p_c V_c)$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

134.

Pri temperaturi 30 °C izračunajte nasičene molske prostornine V_m^{nas} v preglednici navedenih kemijskih komponent po O'Connellovi modifikaciji Rackettove enačbe:

$$V_m^{\text{nas}} = \frac{RT_c}{p_c} z_{\text{RA}}^{\tau}$$

kjer je

$$\tau = 1 + (1 - T_r)^{2/7}, \quad \text{za } T_r \leq 0,75$$

$$\tau = 1,6 + \frac{0,00693026}{(T_r - 0,655)}, \quad \text{za } T_r > 0,75$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

komponenta	formula	T_c/K	p_c/bar	z_{RA}
anilin	C ₆ H ₇ N	699,0	53,1	0,2616
ciklopropan	C ₃ H ₆	397,8	54,9	0,2717
etanol	C ₂ H ₆ O	513,9	61,4	0,2502
toluen	C ₇ H ₈	591,8	41,0	0,2644
ocetna kislina	C ₂ H ₄ O ₂	592,7	57,9	0,2225

135.

Napišite računalniški program, ki bo preračunaval prostornino V , podano v ft³, v enote m³ in L. Kot primer preračunajte prostornine (255,8, 346,3, 449,8, 512,4, 598,6, 678,9, 750,0) ft³ v navedeni SI enoti.

136.

Po Tyn in Calusovi metodi ocenite za vse v preglednici navedene tekoče kemijske komponente molske prostornine pri normalni točki vrenja in za vsako komponento izračunajte odstopanje izračunane molske prostornine od eksperimentalne vrednosti, podane v preglednici. Izračunajte tudi poprečno napako Tyn in Calusove metode. Metodo predstavlja enačba:

$$V_b = 0,285 V_c^{1,048}$$

komponenta	formula	$V_{b, \text{eksp}} / (\text{cm}^3/\text{mol})$
klorobenzen	C ₆ H ₅ Cl	115,0
jodobenzen	C ₆ H ₅ I	130,0
metanol	CH ₄ O	42,5
<i>n</i> -propanol	C ₃ H ₈ O	81,8
dimetil eter	C ₂ H ₆ O	63,8
etil propil eter	C ₅ H ₁₂ O	129,0
acetone	C ₃ H ₆ O	77,5
ocetna kislina	C ₂ H ₄ O ₂	64,1

137.

Izračunajte spreminjanje tlaka propana (C₃H₈) pri prostornini 0,9 m³ in temperaturah (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50) °C, če imate 600 g propana, po:

a) Dieterjevi enačbi stanja:

$$p = RT / (V_m - b) e^{(-a/(V_m R T))}$$

$$a = 4R^2T_c^2/(p_c e^2)$$

$$b = RT_c/(p_c e^2)$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

138.

Pri temperaturi $t = -95^\circ\text{C}$ izračunajte nasičene molske prostornine V_m^{nas} v preglednici navedenih kemijskih komponent po Hankinson-Brost-Thomsonovi metodi:

$$\frac{V_m^{\text{nas}}}{V^*} = V_R^{(0)} \left[1 - \omega_{\text{SRK}} V_R^{(\delta)} \right]$$

kjer so:

$$V_R^{(0)} = 1 + a \cdot (1 - T_r)^{1/3} + b \cdot (1 - T_r)^{2/3} + c \cdot (1 - T_r) + d \cdot (1 - T_r)^{4/3} \quad \text{za} \quad 0,25 < T_r < 0,95$$

$$V_R^{(\delta)} = \frac{(e + f T_r + g T_r^2 + h T_r^3)}{(T_r - 1,00001)} \quad \text{za} \quad 0,25 < T_r < 1,00$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

komponenta	formula	T_c/K	ω_{SRK}	$V^*/\text{(L/mol)}$
metan	CH ₄	190,58	0,0074	0,0994
etan	C ₂ H ₄	305,42	0,0983	0,1458
propan	C ₃ H ₈	369,82	0,1532	0,2001
<i>n</i> -butan	C ₄ H ₁₀	425,18	0,2008	0,2544
izobutan	C ₄ H ₁₀	408,14	0,1825	0,2568

Vrednosti konstant so: $a = -1,52816$, $b = 1,43907$, $c = -0,81446$, $d = 0,190454$, $e = -0,296123$, $f = 0,386914$, $g = -0,0427258$ in $h = -0,0480645$.

139.

Izračunajte parne tlake p^{nas} v preglednici podanih kemijskih komponent po Wagnerjevi enačbi:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \frac{(a \cdot (1 - T_r) + b \cdot (1 - T_r)^{1,5} + c \cdot (1 - T_r)^3 + d \cdot (1 - T_r)^6)}{T_r}, \quad \text{kjer je} \quad T_r = \frac{T}{T_c}$$

Preglednica vsebuje koeficiente Wagnerjeve enačbe a , b , c in d posameznih kemijskih komponent za p^{nas} v bar in T v K, pri katerih je zaželen izračun parnih tlakov.

komponenta	formula	a	b	c	d	T / K
1-butin	C_4H_6	-6,29693	2,12358	-6,42124	4,11543	350
dietil eter	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	-7,29916	1,24828	-2,91931	-3,36740	415
piridin	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	-7,07689	1,21511	-2,76681	-2,87472	603
ciklopentan	C_5H_{10}	-6,51809	0,38442	-1,11706	-4,50275	473
dietil keton	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$	-7,70542	1,44422	-3,60173	-2,88141	505

140.

Hitrost molekul plina (efuzija) v se izračuna po enačbi:

$$v = \left(\frac{3RT}{M} \right)^{1/2}$$

Izračunajte hitrost molekul CO_2 pri temperaturah od $-10\text{ }^\circ\text{C}$ do $90\text{ }^\circ\text{C}$ s korakom $12,5\text{ }^\circ\text{C}$!

141.

Izračunajte spreminjanje tlaka butana (C_4H_{10}) pri prostornini 2 m^3 in temperaturah (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200) $^\circ\text{C}$, če imate 1000 g butana, po:

a) Berthelotovi enačbi stanja:

$$p = RT / (V_m - b) - a / (TV_m^2)$$

$$a = 27/64 RT_c^2 / p_c$$

$$b = V_c / 3 = b \text{ van der Waalsove enačbe}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

142.

Zveze med kritičnimi pogoji p_c , T_c in V_c ter konstantama van der Waalsove enačbe a in b so naslednje:

$$p_c = a / (27b^2),$$

$$T_c = 8a / (27bR),$$

$$V_c = 3b.$$

Iz kritičnih pogojev ocenite konstanti van der Waalsove enačbe plinov: metan (CH₄), etan (C₂H₆), butan (C₄H₁₀), pentan (C₅H₁₂), heksan (C₆H₁₄) in heptan (C₇H₁₆).

143.

Pri temperaturi $t = 115^\circ\text{C}$ izračunajte nasičene molske prostornine V_m^{nas} v preglednici navedenih kemijskih komponent po Hankinson-Brost-Thomsonovi metodi:

$$\frac{V_m^{\text{nas}}}{V^*} = V_R^{(0)} [1 - \omega_{\text{SRK}} V_R^{(\delta)}]$$

kjer so:

$$V_R^{(0)} = 1 + a(1 - T_r)^{1/3} + b(1 - T_r)^{2/3} + c(1 - T_r) + d(1 - T_r)^{4/3} \quad \text{za} \quad 0,25 < T_r < 0,95$$

$$V_R^{(\delta)} = \frac{(e + f T_r + g T_r^2 + h T_r^3)}{(T_r - 1,00001)} \quad \text{za} \quad 0,25 < T_r < 1,00$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

komponenta	formula	T_c/K	ω_{SRK}	$V^*/(\text{L/mol})$
<i>n</i> -pentan	C ₅ H ₁₂	469,65	0,2522	0,3113
<i>n</i> -heksan	C ₆ H ₁₄	507,43	0,3007	0,3682
2-metil pentan	C ₆ H ₁₄	497,50	0,2791	0,3677
izooktan	C ₅ H ₁₈	543,96	0,3045	0,4790
<i>n</i> -nonane	C ₉ H ₂₀	594,64	0,4478	0,5529

Vrednosti konstant so: $a = -1,52816$, $b = 1,43907$, $c = -0,81446$, $d = 0,190454$, $e = -0,296123$, $f = 0,386914$, $g = -0,0427258$ in $h = -0,0480645$.

144.

Po Bhirudovi metodi izračunajte nasičeno molsko prostornino V_m^{nas} heksana pri temperaturah od 250 K do 390 K s korakom 20 K. Zapisane matematične zveze veljajo za normalne (nepolarne) tekočine pri $T_r \leq 0,98$:

$$\ln\left(\frac{p_c V_m^{\text{nas}}}{RT}\right) = \ln V^{(0)} + \omega \ln V^{(1)},$$

kjer so:

$$\ln V^{(0)} = 1,39644 - 24,076 T_r + 102,615 T_r^2 - 255,719 T_r^3 + 355,805 T_r^4 - 256,671 T_r^5 + 75,1088 T_r^6$$

$$\ln V^{(1)} = 13,4412 - 135,7437 T_r + 533,380 T_r^2 - 1091,453 T_r^3 + 1231,43 T_r^4 - 728,227 T_r^5 + 176,737 T_r^6$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

145.

Izračunajte spreminjanje tlaka pentana (C_5H_{12}) pri prostornini $2,5 \text{ m}^3$ in temperaturah (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150) °C, če imate 1000 g pentana, po:

a) Redlich-Kwongovi enačbi stanja:

$$p = RT / (V_m - b) - a / (T^{0,5} V_m (V_m + b)),$$

kjer je

$$a = ((\sqrt[3]{2} - 1)9)^{-1} R^2 T_c^{5/2} / p_c$$

$$b = (\sqrt[3]{2} - 1) / 3 RT_c / p_c$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

146.

V temperaturnem območju od 40 °C do 200 °C izračunajte s korakom 10 K nasičene molske prostornine V_m^{nas} naftalena ($C_{10}H_8$) po Hankinson-Brost-Thomsonovi metodi:

$$\frac{V_m^{\text{nas}}}{V^*} = V_R^{(0)} [1 - \omega_{\text{SRK}} V_R^{(\delta)}]$$

kjer so:

$$V_R^{(0)} = 1 + a(1 - T_r)^{1/3} + b(1 - T_r)^{2/3} + c(1 - T_r) + d(1 - T_r)^{4/3} \quad \text{za } 0,25 < T_r < 0,95$$

$$V_R^{(\delta)} = \frac{(e + f T_r + g T_r^2 + h T_r^3)}{(T_r - 1,00001)} \quad \text{za } 0,25 < T_r < 1,00$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Vrednosti konstant so: $a = -1,52816$, $b = 1,43907$, $c = -0,81446$, $d = 0,190454$, $e = -0,296123$, $f = 0,386914$, $g = -0,0427258$ in $h = -0,0480645$. Podatki za naftalen so: $T_c = 748,35$ K, $\omega_{\text{SRK}} = 0,3000$ in $V^* = 0,3834$ L/mol.

147.

Ocenite acentrične faktorje ω kemijskih spojin: metanol (CH_4O), etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), amonijak (NH_3), ogljikov disulfid (CS_2) in kloroform (CHCl_3) po enačbi izpeljani iz Clapeyronove zveze za parni tlak:

$$\omega = \frac{3}{7} \frac{t}{(1-t)} \lg p_c - 1, \quad \text{kjer je} \quad t = \frac{T_b}{T_c}$$

Zaradi zapisa enačbe mora biti kritični tlak p_c podan v atm! Ocenjene acentrične faktorje primerjajte s podanimi v literaturi.

148.

Izračunajte parni tlak p^{nas} 1-heksanola ($\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$) pri temperaturah (303,5, 320,8, 345,7, 366., 381,6, 395,4, 401,0, 408,8, 422,9) K po Ambrose-Waltonovi metodi:

$$\ln \left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c} \right) = f^{(0)} + \omega f^{(1)} + \omega^2 f^{(2)}$$

kjer so:

$$f^{(0)} = \frac{(-5,97616 \tau + 1,29874 \tau^{1,5} - 0,60394 \tau^{2,5} - 1,06841 \tau^5)}{T_r}$$

$$f^{(1)} = \frac{(-5,03365 \tau + 1,11505 \tau^{1,5} - 5,41217 \tau^{2,5} - 7,46628 \tau^5)}{T_r}$$

$$f^{(2)} = \frac{(-0,64771 \tau + 2,41539 \tau^{1,5} - 4,26979 \tau^{2,5} + 3,25259 \tau^5)}{T_r}$$

$$\tau = (1 - T_r)$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

149.

Izračunajte spreminjanje tlaka dušika (N_2) pri prostornini $1,5 \text{ m}^3$ in temperaturah (300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450) °C, če imate 4000 g dušika, po:

a) Lee-Edmisterjevi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) - a/(V_m(V_m - b)) + c/(V_m(V_m - b)(V_m + b))$$

$$a = a_1 - a_2 T + a_3 T^{-1} + a_4 T^{-5}$$

$$a_1 = R^2 T_c^2 / p_c (0,25913 - 0,031314 \omega)$$

$$a_2 = R^2 T_c / p_c (0,0249 + 0,15369 \omega)$$

$$a_3 = R^2 T_c^3 / p_c (0,2015 + 0,21642 \omega)$$

$$a_4 = R^2 T_c^7 / p_c 0,042 \omega$$

$$b = RT_c / p_c 0,0982$$

$$c = c_1 T^{-0,5} + c_2 T^{-2}$$

$$c_1 = R^3 T_c^{3,5} / p_c^2 (0,059904)(1 - \omega)$$

$$c_2 = R^3 T_c^5 / p_c^2 (0,018126 + 0,091944 \omega)$$

$$\omega \leftarrow \text{acentrični faktor}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

150.

V temperaturnem območju od 120 °C do 320 °C izračunajte s korakom 20 K nasičene molske prostornine V_m^{nas} anilina (C_6H_7N) po Spencer Dannerjevi modifikaciji Rackettove enačbe:

$$V_m^{\text{nas}} = \frac{RT_c}{p_c} z_{\text{RA}}^{\left[1 + (1 - T_r)^{2/7}\right]}$$

kjer je

$$z_{\text{RA}} = 0,29056 - 0,08775 \omega$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Podatki za anilin so: $T_c = 699,0 \text{ K}$, $p_c = 53,1 \text{ bar}$ in $\omega = 0,384$.

151.

V preglednici so prikazane masne izparilne toplote tekočega diflorodiklorometana (CF_2Cl_2) v temperaturnem območju od $-40\text{ }^\circ\text{F}$ do $50\text{ }^\circ\text{F}$:

$t / ^\circ\text{F}$	$\Delta_{\text{izp}}H / (\text{cal/g})$
-40	40,83
-30	40,37
-20	39,89
-10	39,39
0	38,87
10	38,32
20	37,74
30	37,14
40	36,51
50	35,84

Vrednosti za temperaturo pretvorite iz $^\circ\text{F}$ v K. Vrednosti za masno izparilno toploto, podano v cal/g, pretvorite v molsko izparilno toploto, podano v J/mol. Preglednico izpišite za temperaturo in molsko izparilno toploto v navedenih SI enotah. $T/\text{K} = \frac{5}{9}(t / ^\circ\text{F} + 459,67)$;

$$\Delta_{\text{izp}}H(\text{J/mol}) = M \Delta_{\text{izp}}H(\text{cal/g})4,1868.$$

152.

Izračunajte spreminjanje tlaka ogljikovega monoksida (CO) pri prostornini $0,5\text{ m}^3$ in temperaturah (200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300) $^\circ\text{C}$, če imate 3000 g ogljikovega monoksida, po:

a) Lee-Erbar-Edmisterjevi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) - a/(V_m(V_m - b)) + b c/(V_m(V_m - b)(V_m + b))$$

$$a = R^2 T_c^2 / p_c ((0,246105 + 0,02869 \omega) - (0,037472 + 0,149687 \omega) T_r + (0,16406 + 0,023727 \omega) T_r^{-1} + (0,04937 + 0,132433 \omega) T_r^{-2})$$

$$b = R T_c / p_c (0,08613 + 0,002 \omega)$$

$$c = R^2 T_c^2 / p_c ((0,451169 + 0,00948 \omega) T_r^{-0,5} + (0,387082 + 0,078842 \omega) T_r^{-2})$$

$$T_r = T/T_c$$

$$\omega \leftarrow \text{acentrični faktor}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

153.

Za kemijske komponente podane v preglednici izračunajte nasičene molske prostornine V_m^{nas} pri $75\text{ }^\circ\text{C}$ po Spencer Dannerjevi modifikaciji Rackettove enačbe:

$$V_m^{\text{nas}} = \frac{RT_c}{p_c} z_{\text{RA}}^{\left[1+(1-T_r)^{2/7}\right]}$$

kjer je

$$z_{\text{RA}} = 0,29056 - 0,08775 \omega$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

komponenta	formula	T_c/K	p_c/bar	ω
anilin	$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$	699,0	53,1	0,384
ciklopropan	C_3H_6	397,8	54,9	0,130
etanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	513,9	61,4	0,644
toluen	C_7H_8	591,8	41,0	0,263
ocetna kislina	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	592,7	57,9	0,447

154.

Preglednica prikazuje toplotno prevodnost plinastega amoniaka (NH_3) v odvisnosti od temperature.

$t / ^\circ\text{F}$	$\lambda \times 10^6 / \text{cal}/(\text{s cm } ^\circ\text{C})$
-40	43,39
-20	45,87
0	48,35
20	50,83
40	53,31
60	55,79
80	58,68
100	61,58
120	64,47

Vrednosti za temperaturo pretvorite iz $^\circ\text{F}$ v K. Vrednosti za toplotno prevodnost λ pretvorite iz $\text{cal}/(\text{s}\cdot\text{cm}\cdot^\circ\text{C})$ v $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Preglednico izpišite za temperaturo in toplotno prevodnost v

navedenih SI enotah. $T/\text{K} = \frac{5}{9}(t/^\circ\text{F} + 459,67)$, $\lambda / \frac{\text{W}}{\text{mK}} = 418,4 \cdot \lambda / \frac{\text{cal}}{\text{s cm } ^\circ\text{C}}$

155.

Za vse v preglednici navedene tekoče kemijske komponente ocenite molske prostornine pri normalni točki vrenja po metodi Tyna in Calusa:

$$V_b = 0,285 V_c^{1,048}$$

komponenta	formula	$V_{b, \text{eksp}} / (\text{cm}^3/\text{mol})$
etil merkaptan	$\text{C}_2\text{H}_6\text{S}$	75,5
dietil sulfid	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}$	118,0
fosgen	CCl_2O	69,5
amonijak	NH_3	25,0
klor	Cl_2	45,5
voda	H_2O	18,7
klorovod. kislina	HCl	30,6
žveplov dioksid	SO_2	43,8

Za vsako komponento izračunajte tudi odstopanje od njene eksperimentalne vrednosti, podane v preglednici, in izračunajte poprečno napako metode Tyna in Calusa.

156.

Po Kohlrauschevem zakonu je limitna prevodnost elektrolita enaka vsoti limitnih molskih prevodnosti ionov:

$$\Lambda_{\infty}(\text{AB}) = \lambda_{\infty}^+(\text{A}^+) + \lambda_{\infty}^-(\text{B}^-)$$

Iz podatkov za limitne molske prevodnosti v preglednici podanih ionov pri sobni temperaturi izračunajte limitne molske prevodnosti elektrolitov: CH_3COONa , MgCl_2 , NaOH , MgSO_4 in $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

kation	$\lambda_{\infty}^+ / (\text{S cm}^2/\text{mol})$	anion	$\lambda_{\infty}^- / (\text{S cm}^2/\text{mol})$
H^+	350	OH^-	199
Li^+	38	F^-	55
Na^+	73	Cl^-	76
Mg^{2+}	106	NO_3^-	71
Ca^{2+}	119	SO_4^{2-}	160
Ba^{2+}	127	CH_3COO^-	41
Al^{3+}	189		
Ga^{3+}	150		

157.

Izračunajte spreminjanje tlaka dušika (N_2) pri prostornini $1,75 \text{ m}^3$ in temperaturah (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100) °C, če imate 500 g dušika, po:

a) Martin-Erbar-Edmisterjevi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) + (A_2 + B_2 T + C_2 e^{-5,475 T/T_c})/(V_m - b)^2 + (A_3 + B_3 T + C_3 e^{-5,475 T/T_c})/(V_m - b)^3 + A_4/(V_m - b)^4 + B_5 T/(V_m - b)^5,$$

kjer so naslednji parametri veljavni za enote p v bar, V_m v m³/mol in T v K:

$$b \times 10^6 = 22,147$$

$$A_2 \times 10^6 = -1,614$$

$$B_2 \times 10^9 = 3,265$$

$$C_2 \times 10^6 = -22,649$$

$$A_3 \times 10^9 = 0,091$$

$$B_3 \times 10^{12} = -0,136$$

$$C_3 \times 10^9 = 1,539$$

$$A_4 \times 10^{15} = -2,500$$

$$B_5 \times 10^{21} = 0,248$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

158.

V temperaturnem območju od 80 °C do 120 °C izračunajte s korakom po 5 K nasičene molske prostornine V_m^{nas} toluena (C₇H₈) po O'Connellovi modifikaciji Rackettove enačbe:

$$V_m^{\text{nas}} = \frac{RT_c}{p_c} z_{\text{RA}}^\tau$$

kjer so:

$$\tau = 1 + (1 - T_r)^{2/7}, \quad \text{za } T_r \leq 0,75$$

$$\tau = 1,6 + \frac{0,00693026}{T_r - 0,655}, \quad \text{za } T_r > 0,75$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Podatki za toluen so: $T_c = 591,8$ K, $p_c = 41,0$ bar in $z_{\text{RA}} = 0,2644$.

159.

Preglednica prikazuje viskoznost tekočega propana (C₃H₈) pri atmosferskem tlaku v odvisnosti od temperature.

$t / ^\circ\text{C}$	η / cP
-190	13,8
-185	8,75
-180	5,94
-175	4,25
-170	3,17
-165	2,45
-160	1,95
-155	1,60
-150	1,34
-145	1,14

Vrednosti za temperaturo pretvorite iz $^\circ\text{C}$ v K. Vrednosti za viskoznost η pretvorite iz cP v Pa·s. Preglednico izpišite za temperaturo in viskoznost v navedenih SI enotah.

$$\eta/\text{Pa s} = \frac{\eta/\text{cP}}{1000}$$

160.

Kakšne so vrednosti parnega tlaka p^{nas} broma (Br_2) pri podanih temperaturah T :

$$T/\text{K} \mid 400, 425, 430, 460, 505, 510, 540, 550$$

Uporabite Antoinevo enačbo za izračun parnega tlaka:

$$\ln p^{\text{nas}} = A - B/(T + C)$$

Konstante za brom imajo vrednosti $A = 9,2239$, $B = 2582,32$ in $C = -51,56$. Enačba velja za sistem enot bar za parni tlak p^{nas} in K za temperaturo T .

161.

Izračunajte spreminjanje tlaka etana (C_2H_6) pri prostornini 7 m^3 in temperaturah (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40) $^\circ\text{C}$, če imate 5000 g etana, po van der Waalsovi enačbi stanja, oblike:

$$(p + a/V_m^2)(V_m - b) = RT,$$

kjer so:

$$a = 27/64 R^2 T_c^2 / p_c$$

$$b = RT_c / (8 p_c)$$

$$T_c = 305,4 \text{ K}$$

$$p_c = 48,8 \text{ atm}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

162.

Po Bhirudovi metodi izračunajte nasičeno molsko prostornino V_m^{nas} n-pentana (C_5H_{12}) pri temperaturah od 320 K do 440 K s korakom 12 K. Zapisane matematične zveze veljajo za normalne (nepolarne) tekočine pri $T_r \leq 0,98$:

$$\ln\left(\frac{p_c V_m^{\text{nas}}}{RT}\right) = \ln V^{(0)} + \omega \ln V^{(1)},$$

kjer so:

$$\ln V^{(0)} = 1,39644 - 24,076 T_r + 102,615 T_r^2 - 255,719 T_r^3 + 355,805 T_r^4 - 256,671 T_r^5 + 75,1088 T_r^6$$

$$\ln V^{(1)} = 13,4412 - 135,7437 T_r + 533,380 T_r^2 - 1091,453 T_r^3 + 1231,43 T_r^4 - 728,227 T_r^5 + 176,737 T_r^6$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

$$T_c = 469,7 \text{ K}$$

$$p_c = 33,7 \text{ atm}$$

163.

Po Kirchoffovi enačbi izračunajte parni tlak p^{nas} fluorbenzena (C_6H_5F) pri temperaturah od 400 K do 550 K s porastom 15 K. Oblika enačbe je

$$\lg\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \frac{T_b}{T_c} (\lg p_c) \left(1 - \frac{T_c}{T}\right) \left/ \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right)\right.$$

kjer je p_c kritični tlak v atm, T_b vrelišče pri normalnih pogojih, T_c kritična temperatura in T temperatura. Za fluorbenzen so $p_c = 45,5$ bar, $T_b = 357,9$ K in $T_c = 560,1$ K.

164.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Riedelovi metodi:

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = 1,093 R T_c \left(\frac{T_b (\ln p_c - 1,013)}{T_c \left(0,930 - \frac{T_b}{T_c} \right)} \right)$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
voda	H ₂ O	647,3	221,2	373,2
amonijak	NH ₃	405,5	113,5	239,8
ogljikov tetraklorid	CCl ₄	556,4	45,6	349,9
ogljikov disulfid	CS ₂	552,0	79,0	319,0
silan	H ₄ Si	269,7	48,4	161,0
diboran	H ₆ B ₂	289,8	40,5	185,6

Kritični tlak p_c za Riedelovo metodo mora biti izražen v atm.

165.

Izračunajte spreminjanje tlaka propana (C₃H₈) pri prostornini 2 m³ in temperaturah (10, 30, 50, 70, 90, 110, 130) °C, če imate 2000 g propana, po:

a) Redlich-Kwong-Soaveovi enačbi stanja:

$$p = RT / (V_m - b) - \alpha a / (V_m (V_m + b))$$

$$a = 0,42747 R^2 T_c^2 / p_c$$

$$b = 0,08664 R T_c / p_c$$

$$\alpha^{0,5} = 1 + m(1 - T_r^{0,5})$$

$$m = 0,480 + 1,574 \omega - 0,176 \omega^2$$

$\omega \leftarrow$ acentrični faktor

$$T_c = 369,8 \text{ K}$$

$$p_c = 42,5 \text{ atm}$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

b) in splošni plinski enačbi

Pri vsaki spremembi temperature izračunajte razliko v tlaku po obeh enačbah!

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

166.

Zveze med kritičnimi pogoji p_c , T_c in V_c ter konstantama van der Waalove enačbe a in b so naslednje:

$$\begin{aligned} p_c &= a/(27b^2), \\ T_c &= 8a/(27bR), \\ V_c &= 3b. \end{aligned}$$

Iz kritičnih pogojev ocenite konstanti van der Waalove enačbe plinov: Ar, Cl₂, Br₂, HCl, O₃, in CF₄.

167.

Po Cox-Antoinovi metodi izračunajte parni tlak p^{nas} furana (C₄H₄O) pri temperaturah od 310 K do 480 K s prirastkom 5 K, če so podatki $T_b = 304,5$ K in $R = 8,314$ J/(mol K). Metoda daje parne tlake v atm. Cox-Antoinovo metodo predstavljajo enačbe:

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T - C)},$$

kjer so:

$$\begin{aligned} A &= \frac{B}{(T_b - C)}, \\ B &= \frac{(1,05(T_b - C)^2 \Delta_{\text{izp}} H_b)}{R T_b^2 \ln 10}, \\ C &= -0,3 + 0,34 T_b \quad \text{za } T_b < 125 \text{ K}, \\ C &= -18 + 0,19 T_b \quad \text{za } T_b \geq 125 \text{ K}. \end{aligned}$$

Molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b lahko ocenite po Chenovi enačbi:

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = R T_c T_{b,r} \frac{(3,978 T_{b,r} - 3,958 + 1,555 \ln p_c)}{(1,07 - T_{b,r})}, \quad \text{kjer je } T_{b,r} = \frac{T_b}{T_c}$$

V enačbah je T_b vrelišče pri normalnih pogojih, $T_{b,r}$ reducirana temperatura vrelišča pri normalnih pogojih, p_c kritični tlak v atm, T temperatura, R splošna plinska konstanta.

168.

Izračunajte izobarično molsko toplotno kapaciteto C_p butana v temperaturnem območju od 280 K do 410 K s korakom 13 K po enačbi

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Parametri v enačbi za butan so: $A = 9,487$, $B = 3,313 \times 10^{-1}$, $C = -1,108 \times 10^{-4}$ in $D = -2,822 \times 10^{-9}$. Parametri veljajo za C_p v enotah J/(mol K).

169.

Izračunajte spreminjanje tlaka broma (Br_2) pri prostornini 1 m^3 in temperaturah (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90) °C, če imate 600 g broma, po:

a) Peng-Robinsonovi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) - \alpha a/(V_m(V_m + b) + b(V_m - b))$$

$$a = 0,45724 R^2 T_c^2 / p_c$$

$$b = 0,07780 RT_c / p_c$$

$$\alpha^{0,5} = 1 + m(1 - T_r^{0,5})$$

$$m = 0,37464 + 1,54226 \omega - 0,26992 \omega^2$$

$$\omega = -0,22$$

$$T_c = 588 \text{ K}$$

$$p_c = 103 \text{ atm}$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

170.

Po Cox-Antoinovi metodi izračunajte parni tlak p^{nas} glicerola ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) pri temperaturah od 600 K do 725 K s prirastkom 12,5 K, če so podatki $T_b = 563 \text{ K}$ in $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol K})$. Metoda daje parne tlake v atm. Cox-Antoinovo metodo predstavljajo enačbe:

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T - C)},$$

kjer so:

$$A = \frac{B}{(T_b - C)},$$

$$B = \frac{(1,05(T_b - C)^2 \Delta_{\text{izp}} H_b)}{R T_b^2 \ln 10},$$

$$C = -0,3 + 0,34 T_b \quad \text{za } T_b < 125 \text{ K},$$

$$C = -18 + 0,19 T_b \quad \text{za } T_b \geq 125 \text{ K}.$$

Molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b lahko ocenite po Riedelovi enačbi:

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = 1,093 R T_c \left[T_{br} \frac{(\ln p_c - 1,013)}{(0,930 - T_{br})} \right], \quad \text{kjer je } T_{br} = \frac{T_b}{T_c}$$

V enačbah je T_b vrelišče pri normalnih pogojih, T_{br} reducirana temperatura vrelišča pri normalnih pogojih, p_c kritični tlak v atm, T temperatura, R splošna plinska konstanta.

171.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte po Edmisterjevi enačbi vrelišče pri normalnih pogojih T_b . Kritični tlak p_c mora biti podan v atm.

$$\omega = \frac{3 T_b}{7 T_c} \lg p_c / \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right) - 1$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /atm	ω
butin	C_4H_6	463,7	47,1	0,050
penten	C_2H_4	464,8	35,3	0,233
stiren	C_8H_8	647,0	39,9	0,257
anilin	C_6H_7N	699,0	53,1	0,384
fenol	C_6H_6O	694,2	61,3	0,438

172.

Za pline podane v preglednici izračunajte izobarično molsko toplotno kapaciteto C_p po enačbi

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

pri temperaturah T iz preglednice.

plin	formula	A	B	C	D	T/K
metan	CH ₄	$1,925 \times 10^{+1}$	$5,213 \times 10^{-2}$	$1,197 \times 10^{-5}$	$-1,132 \times 10^{-8}$	150,00
etan	C ₂ H ₆	$5,409 \times 10^{+0}$	$1,781 \times 10^{-1}$	$-6,938 \times 10^{-5}$	$8,713 \times 10^{-9}$	250,00
propan	C ₃ H ₈	$-4,224 \times 10^{+0}$	$3,063 \times 10^{-1}$	$-1,586 \times 10^{-4}$	$3,215 \times 10^{-8}$	333,00
butan	C ₄ H ₁₀	$9,487 \times 10^{+0}$	$3,313 \times 10^{-1}$	$-1,108 \times 10^{-4}$	$-2,822 \times 10^{-9}$	385,50
pentan	C ₅ H ₁₂	$-3,626 \times 10^{-2}$	$4,873 \times 10^{-1}$	$-2,580 \times 10^{-4}$	$5,305 \times 10^{-8}$	415,80
heksan	C ₆ H ₁₄	$-4,413 \times 10^{+0}$	$5,820 \times 10^{-1}$	$-3,119 \times 10^{-4}$	$6,494 \times 10^{-8}$	495,00
heptan	C ₇ H ₁₆	$-5,146 \times 10^{+0}$	$6,762 \times 10^{-1}$	$-3,651 \times 10^{-4}$	$7,658 \times 10^{-8}$	505,00

Vrednosti parametrov A , B , C , D veljajo za C_p v enotah J/(mol K).

173.

Izračunajte spreminjanje tlaka n -oktana (C₈H₁₈) pri prostornini 3,5 m³ in temperaturah (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150) °C, če imate 1000 g n -oktana, po:

a) Redlich-Kwongovi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) - a/(T^{0,5} V_m (V_m + b)),$$

kjer je

$$a = ((\sqrt[3]{2} - 1)9)^{-1} R^2 T_c^{5/2} / p_c$$

$$b = (\sqrt[3]{2} - 1) / 3 R T_c / p_c$$

$$T_c = 568,8 \text{ K}$$

$$p_c = 24,9 \text{ atm}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

174.

V temperaturnem območju od 350 K do 550 K izračunajte s korakom 20 K nasičene molske prostornine V_m^{nas} cikloheksena (C₆H₁₀) po Spencer Dannerjevi modifikaciji Rackettove enačbe:

$$V_m^{\text{nas}} = \frac{R T_c}{p_c} z_{\text{RA}}^{\left[1 + (1 - T_r)^{2/7}\right]}$$

kjer je

$$z_{\text{RA}} = 0,29056 - 0,08775 \omega$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Podatki za cikloheksen so: $T_c = 560,5 \text{ K}$, $p_c = 43,4 \text{ bar}$ in $\omega = 0,21$.

175.

Po Cox-Antoinovi metodi izračunajte parni tlak p^{nas} cikloheptana (C_7H_{14}) pri temperaturah od 400 K do 600 K s prirastkom 10 K, če so podatki $T_b = 391,6 \text{ K}$ in $R = 8,314 \text{ J/(mol K)}$. Metoda daje parne tlake v atm. Cox-Antoinovo metodo predstavljajo enačbe:

$$\lg p^{\text{nas}} = A - \frac{B}{(T - C)},$$

kjer so:

$$A = \frac{B}{(T_b - C)},$$

$$B = \frac{(1,05(T_b - C)^2 \Delta_{\text{izp}} H_b)}{R T_b^2 \ln 10},$$

$$C = -0,3 + 0,34 T_b \quad \text{za} \quad T_b < 125 \text{ K},$$

$$C = -18 + 0,19 T_b \quad \text{za} \quad T_b \geq 125 \text{ K}.$$

Molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b lahko ocenite po Veterejevi enačbi:

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = R T_c T_{b,r} \frac{(0,4343 \ln p_c - 0,69431 + 0,89584 T_{b,r})}{(0,37691 - 0,37306 T_{b,r} + 0,15075 p_c^{-1} T_{b,r}^{-2})}, \quad \text{kjer je} \quad T_{b,r} = \frac{T_b}{T_c}$$

V enačbah je T_b vrelišče pri normalnih pogojih, $T_{b,r}$ reducirana temperatura vrelišča pri normalnih pogojih, p_c kritični tlak v atm T temperatura in R splošna plinska konstanta.

176.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Chenovi metodi:

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = R T_c \left(\frac{T_b \left(3,978 \left(\frac{T_b}{T_c} \right) - 3,958 + 1,555 \ln p_c \right)}{T_c \left(1,07 - \frac{T_b}{T_c} \right)} \right)$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
eten	C ₂ H ₄	282,4	50,4	169,3
formaldehid	CH ₂ O	408,0	65,9	254,0
acetaldehid	C ₂ H ₄ O	461,0	55,7	294,0
kloroform	CHCl ₃	536,4	53,7	334,3
ciklopropan	C ₃ H ₆	397,8	54,9	240,3
1-propanol	C ₃ H ₈ O	536,8	51,7	370,3
furan	C ₄ H ₄ O	490,2	55,0	304,5

Kritični tlak p_c za Chenovo metodo mora biti izražen v atm.

177.

Izračunajte spreminjanje tlaka butana (C₄H₁₀) pri prostornini 2,5 m³ in temperaturah od 280 °C do 400 °C s korakom 12 °C, če imate 2400 g butana, po:

a) Lee-Edmisterjevi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) - a/(V_m(V_m - b)) + c/(V_m(V_m - b)(V_m + b))$$

$$a = a_1 - a_2 T + a_3 T^{-1} + a_4 T^{-5}$$

$$a_1 = R^2 T_c^2 / p_c (0,25913 - 0,031314 \omega)$$

$$a_2 = R^2 T_c / p_c (0,0249 + 0,15369 \omega)$$

$$a_3 = R^2 T_c^3 / p_c (0,2015 + 0,21642 \omega)$$

$$a_4 = R^2 T_c^7 / p_c 0,042 \omega$$

$$b = RT_c / p_c 0,0982$$

$$c = c_1 T^{-0,5} + c_2 T^{-2}$$

$$c_1 = R^3 T_c^{3,5} / p_c^2 (0,059904)(1 - \omega)$$

$$c_2 = R^3 T_c^5 / p_c^2 (0,018126 + 0,091944 \omega)$$

$\omega \leftarrow$ acentrični faktor

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

178.

Izračunajte izobarično molsko toplotno kapaciteto C_p *n*-heptana v temperaturnem območju od 380 K do 540 K s korakom 20 K po enačbi

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Parametri v enačbi za *n*-heptan so: $A = -5,146$, $B = 6,762 \times 10^{-1}$, $C = -3,651 \times 10^{-4}$ in $D = 7,658 \times 10^{-8}$. Parametri veljajo za C_p v enotah J/(mol K).

179.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte acentrični faktor ω po Edmisterjevi enačbi:

$$\omega = \frac{3 T_b}{7 T_c} (\lg p_c) \left/ \left(1 - \frac{T_b}{T_c} \right) \right. - 1$$

Kritični tlak p_c mora biti podan v atm. Izračunane acentrične faktorje ω primerjajte s podanimi ω_{eksp} in izračunajte odstopanje izračunanih ω od podanih ω_{eksp} .

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K	ω_{eksp}
toluen	C ₇ H ₈	591,75	41,08	383,79	0,263
anilin	C ₆ H ₇ N	699,00	53,10	457,17	0,384
pentafluorobenzen	C ₆ HF ₅	530,97	35,37	358,89	0,373
klorobenzen	C ₆ H ₅ Cl	632,40	45,20	404,91	0,249
fenol	C ₆ H ₆ O	694,25	61,30	455,04	0,438
o-ksilen	C ₈ H ₁₀	630,30	37,32	417,59	0,310
benzen	C ₆ H ₆	562,05	48,95	353,24	0,271

Izpišite zgornjo preglednico, dopolnjeno z izračunanimi ω in njihovimi odstopanji od ekperimentalnih ω_{eksp} .

180.

Po Pitzerjevi metodi izračunajte parni tlak p^{nas} vode (H₂O) pri temperaturah od 290 K do 350 K s prirastkom 3 K. Pitzerjevo metodo predstavljajo enačbe:

$$\ln p^{\text{nas}} = f^{(0)} + \omega f^{(1)},$$

kjer so:

$$f^{(0)} = 5,92714 - \frac{6,09648}{T_r} - 1,28862 \ln T_r + 0,169347 T_r^6,$$

$$f^{(1)} = 15,2518 - \frac{15,6875}{T_r} - 13,4721 \ln T_r + 0,43577 T_r^6$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

V enačbah sta T_c kritična temperatura in ω acentrični faktor vode.

181.

Izračunajte spreminjanje tlaka kisika (O_2) pri prostornini $1,5 \text{ m}^3$ in temperaturah (300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400) °C, če imate 5000 g kisika, po:

a) Lee-Erbar-Edmisterjevi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) - a/(V_m(V_m - b)) + b c/(V_m(V_m - b)(V_m + b))$$

$$a = R^2 T_c^2 / p_c ((0,246105 + 0,02869 \omega) - (0,037472 + 0,149687 \omega) T_r + (0,16406 + 0,023727 \omega) T_r^{-1} + (0,04937 + 0,132433 \omega) T_r^{-2})$$

$$b = R T_c / p_c (0,08613 + 0,002 \omega)$$

$$c = R^2 T_c^2 / p_c ((0,451169 + 0,00948 \omega) T_r^{-0,5} + (0,387082 + 0,078842 \omega) T_r^{-2})$$

$$T_r = T/T_c$$

$\omega \leftarrow$ acentrični faktor

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

182.

V temperaturnem območju od 360 °C do 560 °C izračunajte s korakom po 10 K nasičene molske prostornine V_m^{nas} benzena (C_6H_6) po O'Connellovi modifikaciji Rackettove enačbe:

$$V_m^{\text{nas}} = \frac{R T_c}{p_c} z_{RA}^{\tau}$$

kjer so:

$$\tau = 1 + (1 - T_r)^{2/7}, \quad \text{za } T_r \leq 0,75$$

$$\tau = 1,6 + \frac{0,00693026}{T_r - 0,655}, \quad \text{za } T_r > 0,75$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Podatki za benzen so: $T_c = 562,2$ K, $p_c = 48,9$ bar in $z_{RA} = 0,2698$.

183.

Za temperaturno območje od 370 K do 520 K izračunajte parni tlak p^{nas} 1-heptena (C_7H_{14}) po Riedel-Planck-Millerjevi metodi. Prirastek temperature je 5 K. Metodo sestavljajo enačbe:

$$\lg\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = -G \frac{T_c}{T} \left(1 - \left(\frac{T}{T_c}\right)^2\right) + g \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^3$$

kjer so

$$G = 0,2271 + 0,4525 h,$$

$$h = \frac{T_b}{T_c} (\lg p_c) / \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right),$$

$$g = \left(\frac{h}{G} - \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right)\right) / \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right)^2.$$

V enačbah je p_c kritični tlak v atm, T_c je kritična temperatura, T_b je vrelišče pri normalnih pogojih in T temperatura. Podatki za 1-hepten so $p_c = 28,3$ bar, $T_b = 366,8$ K in $T_c = 537,3$ K. Vrednosti za parni tlak preračunajte v kPa.

184.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Veterejevi metodi:

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = RT_c \left(\frac{\frac{T_b}{T_c} \left(0,4343 \ln p_c - 0,69431 + 0,89584 \frac{T_b}{T_c} \right)}{\left(0,37691 - 0,37306 \frac{T_b}{T_c} + \frac{0,15075 T_c^2}{p_c T_b^2} \right)} \right)$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
metan	CH ₄	190,4	46,0	111,6
etan	C ₂ H ₆	305,4	48,8	184,6
propan	C ₃ H ₈	369,8	42,5	231,1
butan	C ₄ H ₁₀	425,2	38,0	272,7
pentan	C ₅ H ₁₂	469,7	33,7	309,2
heksan	C ₆ H ₁₄	507,5	30,1	341,9

Kritični tlak p_c za Veterejevo metodo mora biti izražen v atm.

185.

Izračunajte spreminjanje tlaka ciklopentana (C_5H_{10}) pri prostornini 5 m^3 in temperaturah (350, 355, 360, 365, 370, 375, 380, 385, 390, 395, 400, 405, 410) °C, če imate 1000 g ciklopentana, po:

a) Berthelotovi enačbi stanja:

$$p = RT/(V_m - b) - a/(TV_m^2)$$

$$a = 27/64 RT_c^2/p_c$$

$$b = V_c/3 = b \text{ van der Waalsove enačbe}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

186.

Za pline podane v preglednici izračunajte izobarično molsko toplotno kapaciteto C_p po enačbi

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

pri temperaturah T iz preglednice.

plin	formula	A	B	C	D	T/K
toluen	C_7H_8	$-2,435 \times 10^{+1}$	$5,125 \times 10^{-1}$	$-2,765 \times 10^{-4}$	$4,911 \times 10^{-8}$	475,00
anilin	C_6H_7N	$-4,052 \times 10^{+1}$	$6,385 \times 10^{-1}$	$-5,133 \times 10^{-4}$	$1,633 \times 10^{-7}$	605,00
pentafluorobenzen	C_6HF_5	$3,628 \times 10^{+1}$	$5,267 \times 10^{-1}$	$-4,547 \times 10^{-4}$	$1,456 \times 10^{-7}$	450,50
klorobenzen	C_6H_5Cl	$-3,389 \times 10^{+1}$	$5,631 \times 10^{-1}$	$-4,522 \times 10^{-4}$	$1,426 \times 10^{-7}$	610,00
fenol	C_6H_6O	$-3,584 \times 10^{+1}$	$5,983 \times 10^{-1}$	$-4,827 \times 10^{-4}$	$1,527 \times 10^{-7}$	666,00
o-ksilen	C_8H_{10}	$-1,585 \times 10^{+1}$	$5,962 \times 10^{-1}$	$-3,443 \times 10^{-4}$	$7,528 \times 10^{-8}$	610,00
benzen	C_6H_6	$-3,392 \times 10^{+1}$	$4,739 \times 10^{-1}$	$-3,017 \times 10^{-4}$	$7,130 \times 10^{-8}$	515,00

Vrednosti parametrov A, B, C, D veljajo za C_p v enotah $J/(\text{mol K})$.

187.

Po Pitzerjevi metodi izračunajte parni tlak p^{nas} ciklooktana (C_8H_{16}) pri temperaturah od 450 K do 600 K s prirastkom 15 K. Pitzerjevo metodo predstavljajo enačbe:

$$\ln p^{\text{nas}} = f^{(0)} + \omega f^{(1)},$$

kjer so:

$$f^{(0)} = 5,92714 - \frac{6,09648}{T_r} - 1,28862 \ln T_r + 0,169347 T_r^6,$$

$$f^{(1)} = 15,2518 - \frac{15,6875}{T_r} - 13,4721 \ln T_r + 0,43577 T_r^6$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

V enačbah sta T_c kritična temperatura in ω acentrični faktor ciklooktana.

188.

V temperaturnem območju od 400 K do 500 K izračunajte s korakom 5 K nasičene molske prostornine V_m^{nas} očetne kisline ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) po Spencer Dannerjevi modifikaciji Rackettove enačbe:

$$V_m^{\text{nas}} = \frac{RT_c}{p_c} z_{\text{RA}}^{\left[1+(1-T_r)^{2/7}\right]}$$

kjer sta

$$z_{\text{RA}} = 0,29056 - 0,08775 \omega$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Podatki za očetno kislino so: $T_c = 592,7$ K, $p_c = 57,9$ bar in $\omega = 0,447$.

189.

Po Wohlovi enačbi stanja izračunajte spreminjanje tlaka p dekana ($\text{C}_{10}\text{H}_{22}$) v kPa v temperaturnem območju od 500 K do 600 K, če temperatura T narašča po 5 K. Molska prostornina metana znaša $V_m = 0,15$ m³/kmol. Enačba stanja ima obliko:

$$p = \frac{RT}{(V_m - b)} - \frac{a}{(TV_m(V_m - b))} + \frac{c}{(T^2 V_m^3)},$$

kjer je R splošna plinska konstanta z vrednostjo 8,315 kJ/kmol, a , b in c pa so konstante Wohlove enačbe stanja, ki jih za dekan lahko izračunamo iz kritičnih podatkov $p_c = 2120,0$ kPa in $T_c = 617,7$ K po naslednjih zvezah:

$$a = 6 p_c T_c V_c^2,$$

$$b = V_c/4,$$

$$c = 4 p_c T_c^2 V_c^3,$$

$$V_c = R T_c / (3,74 p_c).$$

190.

Za kemijske komponente, podane v preglednici, izračunajte molsko izparilno toploto $\Delta_{\text{izp}}H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b po Giacalonejevi enačbi:

$$\Delta_{\text{izp}}H_b = R T_c \left(\frac{T_b}{T_c} \frac{\ln\left(\frac{p_c}{1,01325}\right)}{\left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right)} \right)$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
toluen	C ₇ H ₈	591,75	41,08	383,79
anilin	C ₆ H ₇ N	699,00	53,10	457,17
pentafluorobenzen	C ₆ HF ₅	530,97	35,37	358,89
klorobenzen	C ₆ H ₅ Cl	632,40	45,20	404,91
fenol	C ₆ H ₆ O	694,25	61,30	455,04
o-ksilen	C ₈ H ₁₀	630,30	37,32	417,59
benzen	C ₆ H ₆	562,05	48,95	353,24

Kritični tlak p_c za Giacalonejevo enačbo mora biti izražen v atm.

191.

Po Pitzerjevi metodi izračunajte parni tlak p^{nas} pentana (C₅H₁₂) pri temperaturah od 320 K do 460 K s prirastkom 7 K. Pitzerjevo metodo predstavljajo enačbe:

$$\ln p^{\text{nas}} = f^{(0)} + \omega f^{(1)},$$

kjer so:

$$f^{(0)} = 5,92714 - \frac{6,09648}{T_r} - 1,28862 \ln T_r + 0,169347 T_r^6,$$

$$f^{(1)} = 15,2518 - \frac{15,6875}{T_r} - 13,4721 \ln T_r + 0,43577 T_r^6$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

V enačbah sta T_c kritična temperatura in ω acentrični faktor pentana.

192.

Izračunajte izobarično molsko toplotno kapaciteto C_p n -oktana v temperaturnem območju od 400 K do 560 K s korakom 8 K po enačbi

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Parametri v enačbi za n -oktan so: $A = -6,096$, $B = 7,712 \times 10^{-1}$, $C = -4,195 \times 10^{-4}$ in $D = 8,855 \times 10^{-8}$. Parametri veljajo za C_p v enotah J/(mol K).

193.

Za metanol (CH_4O) izračunajte po Beattie-Bridgemanovi enačbi stanja spreminjanje tlaka p v kPa v temperaturnem območju od 450 K do 550 K, če temperatura narašča po 5 K. Molska prostornina metanola znaša $V_m = 0,075 \text{ m}^3/\text{kmol}$. Enačba stanja ima obliko:

$$p = \frac{RT}{V_m^2} \left(1 - \frac{c}{V_m T^3} \right) \left(V_m + B_0 \left(1 - \frac{b}{V_m} \right) \right) - \frac{A_0}{V_m^2} \left(1 - \frac{a}{V_m} \right),$$

kjer je R splošna plinska konstanta z vrednostjo 8,315 kJ/kmol in A_0 , B_0 , a , b in c konstante Beattie-Bridgemanove enačbe stanja, ki jih lahko izračunamo iz kritičnih podatkov $p_c = 8090,0 \text{ kPa}$ in $T_c = 512,6 \text{ K}$ za metanol po naslednjih zvezah:

$$a = 0,1127 RT_c / p_c,$$

$$b = 0,03833 RT_c / p_c,$$

$$c = 0,05 R T_c^4 / p_c,$$

$$A_0 = 0,4758 R^2 T_c^2 / p_c,$$

$$B_0 = 0,18746 RT_c / p_c.$$

194.

Ocenite acentrične faktorje ω kemijskih spojin: metan (CH_4), etan (C_2H_6), propan (C_3H_8), butan (C_4H_{10}), pentan (C_5H_{12}) in heksan (C_6H_{14}) po enačbi izpeljani iz Clapeyronove zveze za parni tlak:

$$\omega = \frac{3}{7} \frac{t}{(1-t)} \lg p_c - 1, \quad \text{kjer je} \quad t = \frac{T_b}{T_c}$$

Zaradi zapisa enačbe mora biti kritični tlak p_c podan v atm! Ocenjene acentrične faktorje primerjajte s podanimi v literaturi.

195.

Izračunajte parni tlak p^{nas} oktana (C_8H_{18}) pri temperaturah od 400 K do 550 K s prirastkom 6 K po Wagnerjevi enačbi:

$$\ln\left(\frac{p^{\text{nas}}}{p_c}\right) = \frac{(a \cdot (1-T_r) + b \cdot (1-T_r)^{1,5} + c \cdot (1-T_r)^3 + d \cdot (1-T_r)^6)}{T_r}, \text{ kjer je } T_r = \frac{T}{T_c}$$

če za oktan veljajo koeficienti $a = -7,91211$, $b = 1,38007$, $c = -3,80435$ in $d = -4,50132$.

196.

Razmerje hitrosti v_1 in v_2 molekul dveh plinov z različnima molskima masama M_1 in M_2 se izračuna po enačbi:

$$\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{M_2}{M_1}\right)^{1/2}$$

Izračunajte hitrosti molekul Ar, CO_2 , Br_2 , Cl_2 in F_2 pri temperaturi 0 °C, če znaša hitrost molekule H_2 pri tej temperaturi 1840 m/s.

197.

Za pline podane v preglednici izračunajte izobarično molsko toplotno kapaciteto C_p po enačbi

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

pri temperaturah T iz preglednice.

plin	formula	A	B	C	D	T/K
brom	Br_2	$3,386 \times 10^{+1}$	$1,125 \times 10^{-2}$	$-1,192 \times 10^{-5}$	$4,534 \times 10^{-9}$	395,00
klor	Cl_2	$2,693 \times 10^{+1}$	$3,384 \times 10^{-2}$	$-3,869 \times 10^{-5}$	$1,547 \times 10^{-8}$	404,00
fluor	F_2	$2,322 \times 10^{+1}$	$3,657 \times 10^{-2}$	$-3,613 \times 10^{-5}$	$1,204 \times 10^{-8}$	113,50
dušik	N_2	$3,115 \times 10^{+1}$	$-1,357 \times 10^{-2}$	$2,680 \times 10^{-5}$	$-1,168 \times 10^{-8}$	87,70
kisik	O_2	$2,811 \times 10^{+1}$	$-3,680 \times 10^{-6}$	$1,746 \times 10^{-5}$	$-1,065 \times 10^{-8}$	99,50
voda	H_2O	$3,224 \times 10^{+1}$	$1,924 \times 10^{-3}$	$1,055 \times 10^{-5}$	$-3,596 \times 10^{-9}$	612,00

Vrednosti parametrov A , B , C , D veljajo za C_p v enotah $\text{J}/(\text{mol K})$.

198.

Po Wohlovi enačbi stanja izračunajte spreminjanje tlaka p etina (C_2H_2) v kPa v temperaturnem območju od 200 K do 300 K, če temperatura T narašča po 10 K. Molska prostornina etina znaša $V_m = 0,25 \text{ m}^3/\text{kmol}$. Enačba stanja ima obliko:

$$p = \frac{RT}{(V_m - b)} - \frac{a}{(TV_m(V_m - b))} + \frac{c}{(T^2 V_m^3)},$$

kjer je R splošna plinska konstanta z vrednostjo 8,315 kJ/kmol, a , b in c pa so konstante Wohlove enačbe stanja, ki jih za etin lahko izračunamo iz kritičnih podatkov $p_c = 6140,0 \text{ kPa}$ in $T_c = 308,3 \text{ K}$ po naslednjih zvezah:

$$a = 6 p_c T_c V_c^2,$$

$$b = V_c/4,$$

$$c = 4 p_c T_c^2 V_c^3,$$

$$V_c = RT_c / (3,74 p_c).$$

199.

Po Klein-Fichtinejevi metodi izračunajte za kemijske komponente, podane v preglednici, molske izparilne toplote $\Delta_{\text{izp}} H_b$ pri normalni točki vrelišča T_b :

$$\Delta_{\text{izp}} H_b = \frac{RT_b T_c K \ln p_c}{(T_c - T_b)} \left(1 - \frac{1}{p_c} \left(\frac{T_c}{T_b} \right)^3 \right)^{1/2},$$

kjer je

$$K = 1,020 \quad \text{za } T_b < 200 \text{ K}$$

$$K = 1,040 \quad \text{za } 200 \leq T_b \leq 300 \text{ K}$$

$$K = 1,045 \quad \text{za } T_b > 300 \text{ K}.$$

komponenta	formula	T_c /K	p_c /bar	T_b /K
toluen	C_7H_8	591,75	41,08	383,79
anilin	C_6H_7N	699,00	53,10	457,17
klorobenzen	C_6H_5Cl	632,40	45,20	404,91
fenol	C_6H_6O	694,25	61,30	455,04
o-ksilen	C_8H_{10}	630,30	37,32	417,59
benzen	C_6H_6	562,05	48,95	353,24

V enačbi je R splošna plinska konstanta, T_b vrelišče pri normalnih pogojih v K, T_c kritična temperatura v K, p_c kritični tlak v atm in K empirična konstanta. Metoda daje molske izparilne toplote $\Delta_{\text{izp}}H_b$ v cal/mol. Izračunano vrednost za $\Delta_{\text{izp}}H_b$ preračunajte v J/mol.

200.

Izračunajte spreminjanje tlaka heptana (C_7H_{16}) pri prostornini 5 m^3 in temperaturah (15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50) °C, če imate 2000 g heptana, po van der Waalovi enačbi stanja, oblike:

$$\left(p + a/V_m^2\right)(V_m - b) = RT,$$

kjer so:

$$a = 27/64 R^2 T_c^2 / p_c$$

$$b = RT_c / (8 p_c)$$

$$T_c = 540,3 \text{ K}$$

$$p_c = 27,4 \text{ atm}$$

b) in splošni plinski enačbi.

Pri vsaki temperaturi izračunajte tudi razliko v tlaku med obema enačbama stanja.

Op.: V je prostornina, V_m je molska prostornina.

3 LITERATURA

1. S. Oreški, *Računalništvo v kemiji, Navodila za računalniške vaje*, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, 2012, <http://atom.uni-mb.si/stud/egradiva>
2. M. Drofenik, *Zbrana gradiva iz splošne in anorganske kemije*, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, 1999.
3. R. C. Reid, J. M. Prausnitz in B. E. Poling, *The Properties of Gases and Liquids, Fourth Edition*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1987.
4. B. E. Poling, J. M. Prausnitz in J. P. O'Connell, *The Properties of Gases and Liquids, Fifth Edition*, McGraw-Hill Book Company, New York, 2001.

4 REŠITVE NALOG

1. Izracun pH ob dodajanju raztopine NaOH raztopini HCl

VK/mL	VB/mL	pH	pOH
25.00	0.00	0.40	13.60
25.00	1.00	0.44	13.56
25.00	2.00	0.48	13.52
25.00	3.00	0.52	13.48
25.00	4.00	0.56	13.44
25.00	5.00	0.60	13.40
25.00	6.00	0.65	13.35
25.00	7.00	0.69	13.31
25.00	8.00	0.74	13.26
25.00	9.00	0.79	13.21
25.00	10.00	0.85	13.15
25.00	11.00	0.90	13.10
25.00	12.00	0.97	13.03
25.00	13.00	1.04	12.96
25.00	14.00	1.11	12.89
25.00	15.00	1.20	12.80
25.00	16.00	1.31	12.69
25.00	17.00	1.45	12.55
25.00	18.00	1.63	12.37
25.00	19.00	1.94	12.06
25.00	20.00	7.00	7.00

2. Izracun pOH in pH ob dodajanju raztopine H₂SO₄ raztopini NaOH

VB/mL	VK/mL	pH	pOH
25.00	0.00	13.40	0.60
25.00	0.50	13.37	0.63
25.00	1.00	13.34	0.66
25.00	1.50	13.32	0.68
25.00	2.00	13.29	0.71
25.00	2.50	13.26	0.74
25.00	3.00	13.23	0.77
25.00	3.50	13.20	0.80
25.00	4.00	13.17	0.83
25.00	4.50	13.13	0.87
25.00	5.00	13.10	0.90
25.00	5.50	13.06	0.94
25.00	6.00	13.02	0.98
25.00	6.50	12.98	1.02
25.00	7.00	12.93	1.07
25.00	7.50	12.89	1.11
25.00	8.00	12.83	1.17
25.00	8.50	12.78	1.22
25.00	9.00	12.71	1.29
25.00	9.50	12.64	1.36
25.00	10.00	12.55	1.45
25.00	10.50	12.45	1.55
25.00	11.00	12.32	1.68
25.00	11.50	12.14	1.86
25.00	12.00	11.83	2.17
25.00	12.50	7.91	6.09

3. Izracun pOH in pH ob dodajanju raztopine HCl raztopini KOH

VB/mL	VK/mL	pH	pOH
30.00	0.00	13.48	0.52
30.00	0.50	13.46	0.54

30.00	1.00	13.43	0.57
30.00	1.50	13.41	0.59
30.00	2.00	13.39	0.61
30.00	2.50	13.36	0.64
30.00	3.00	13.34	0.66
30.00	3.50	13.31	0.69
30.00	4.00	13.29	0.71
30.00	4.50	13.26	0.74
30.00	5.00	13.23	0.77
30.00	5.50	13.21	0.79
30.00	6.00	13.18	0.82
30.00	6.50	13.15	0.85
30.00	7.00	13.11	0.89
30.00	7.50	13.08	0.92
30.00	8.00	13.04	0.96
30.00	8.50	13.01	0.99
30.00	9.00	12.97	1.03
30.00	9.50	12.92	1.08
30.00	10.00	12.88	1.12
30.00	10.50	12.82	1.18
30.00	11.00	12.77	1.23
30.00	11.50	12.70	1.30
30.00	12.00	12.63	1.37
30.00	12.50	12.55	1.45
30.00	13.00	12.45	1.55
30.00	13.50	12.32	1.68
30.00	14.00	12.13	1.87
30.00	14.50	11.83	2.17
30.00	15.00	7.60	6.40

4. Izračun pH in konstante razredčenja ob dodajanju H₂O raztopini CH₃COOH

VH ₂ O/L	pH	alfa
0.00	5.52	0.0040
0.01	5.57	0.0042
0.02	5.61	0.0044
0.03	5.65	0.0046
0.04	5.69	0.0047
0.05	5.72	0.0049
0.06	5.76	0.0051
0.07	5.79	0.0052
0.08	5.82	0.0054
0.09	5.84	0.0055
0.10	5.87	0.0057
0.11	5.89	0.0058
0.12	5.92	0.0059
0.13	5.94	0.0061
0.14	5.96	0.0062
0.15	5.98	0.0063
0.16	6.00	0.0064
0.17	6.02	0.0066
0.18	6.04	0.0067
0.19	6.05	0.0068
0.20	6.07	0.0069
0.21	6.09	0.0070
0.22	6.10	0.0072
0.23	6.12	0.0073
0.24	6.13	0.0074
0.25	6.15	0.0075

5. Odvisnost molske izparilne toplote CCl₄ od temperature v SI enotah

T/K	DizpH/ (J/mol)
266.48	33792.05
272.04	33528.00

277.59	33347.67
283.15	32987.02
288.71	32703.65
294.26	32227.07
299.82	32207.75
305.37	31988.78
310.93	31737.61
316.48	31447.80

6. Izracun pH in koncentracije soli ob dodajanju H₂O raztopini CH₃COONa

cS/(mol/L)	pH
0.610	9.26
0.601	9.26
0.592	9.25
0.583	9.25
0.575	9.25
0.567	9.24
0.559	9.24
0.552	9.24
0.544	9.23
0.537	9.23
0.530	9.23
0.523	9.23
0.517	9.22
0.510	9.22
0.504	9.22
0.498	9.21
0.492	9.21
0.486	9.21
0.480	9.21
0.474	9.20
0.469	9.20
0.464	9.20
0.458	9.20
0.453	9.19
0.448	9.19
0.443	9.19
0.439	9.19
0.434	9.19
0.429	9.18
0.425	9.18
0.420	9.18

7. Izracun pH ob dodajanju trdnega CH₃COONa raztopini CH₃COONa

m/g	pH
0.000	9.37
2.000	9.37
4.000	9.38
6.000	9.40
8.000	9.41
10.000	9.43
12.000	9.46
14.000	9.48
16.000	9.50
18.000	9.53
20.000	9.55
22.000	9.57

8. Izracun pH in c(H⁺) ob dodajanju trdnega NH₄Cl vodi

m/g	c(H ⁺)	pH
1.000	0.32684E-05	5.49
2.000	0.46223E-05	5.34

3.000	0.56611E-05	5.25
4.000	0.65369E-05	5.18
5.000	0.73085E-05	5.14
6.000	0.80060E-05	5.10
7.000	0.86475E-05	5.06
8.000	0.92445E-05	5.03
9.000	0.98053E-05	5.01
10.000	0.10336E-04	4.99

9. Izračun pH in $c(\text{OH}^-)$ ob dodajanju trdnega CH_3COONa vodi

m/g	$c(\text{OH}^-)$	pH
1.000	0.25670E-05	8.41
2.000	0.36303E-05	8.56
3.000	0.44462E-05	8.65
4.000	0.51340E-05	8.71
5.000	0.57400E-05	8.76
6.000	0.62879E-05	8.80
7.000	0.67917E-05	8.83
8.000	0.72606E-05	8.86
9.000	0.77010E-05	8.89
10.000	0.81176E-05	8.91
11.000	0.85138E-05	8.93
12.000	0.88924E-05	8.95
13.000	0.92555E-05	8.97

10. Izračun parnega tlaka 2-heksanola po Antoinovi enacbi

T/K	pnas/bar
350.0	33.9944
360.0	40.7313
370.0	48.2790
380.0	56.6640
390.0	65.9077
400.0	76.0270
410.0	87.0341
420.0	98.9372
430.0	111.7403
440.0	125.4438
450.0	140.0446

11. Izračun pH ob redcenju raztopine NH_4OH z vodo

VH ₂ O/mL	pH
0.	8.18
50.	8.13
100.	8.09
150.	8.05
200.	8.01
250.	7.98
300.	7.95
350.	7.92
400.	7.89
450.	7.86
500.	7.84
550.	7.81
600.	7.79
650.	7.77
700.	7.74
750.	7.72
800.	7.70
850.	7.69
900.	7.67
950.	7.65
1000.	7.63

12. Izračun konstante razredčenja ob redčenju raztopine CH₃COOH z vodo

VH ₂ O/L	alfa
0.00	0.0043
0.02	0.0044
0.04	0.0045
0.06	0.0046
0.08	0.0046
0.10	0.0047
0.12	0.0048
0.14	0.0049
0.16	0.0049
0.18	0.0050
0.20	0.0051
0.22	0.0052
0.24	0.0052
0.26	0.0053
0.28	0.0054
0.30	0.0054

13. Izračun konstante razredčenja ob redčenju raztopine CH₃COOH z manj koncentrirano raztopino CH₃COOH

V/mL	alfa
500.	0.0043
510.	0.0043
520.	0.0044
530.	0.0044
540.	0.0045
550.	0.0045
560.	0.0045
570.	0.0046
580.	0.0046
590.	0.0046
600.	0.0047
610.	0.0047
620.	0.0047
630.	0.0048
640.	0.0048
650.	0.0048
660.	0.0049
670.	0.0049
680.	0.0049
690.	0.0050
700.	0.0050
710.	0.0050
720.	0.0051
730.	0.0051
740.	0.0051
750.	0.0051
760.	0.0052
770.	0.0052
780.	0.0052
790.	0.0053
800.	0.0053
810.	0.0053
820.	0.0053
830.	0.0054
840.	0.0054
850.	0.0054
860.	0.0054
870.	0.0055
880.	0.0055
890.	0.0055

900.	0.0056
910.	0.0056
920.	0.0056
930.	0.0056
940.	0.0057
950.	0.0057
960.	0.0057
970.	0.0057
980.	0.0058
990.	0.0058
1000.	0.0058

14. Izracun pH ob dodajanju raztopine NH_4OH raztopini NH_4Cl

VB/mL	pH
5.	6.64
10.	6.94
15.	7.12
20.	7.24
25.	7.34
30.	7.42
35.	7.49
40.	7.54
45.	7.60
50.	7.64
55.	7.68
60.	7.72
65.	7.75
70.	7.79
75.	7.82
80.	7.85
85.	7.87
90.	7.90
95.	7.92
100.	7.94
105.	7.96
110.	7.98
115.	8.00
120.	8.02
125.	8.04
130.	8.06
135.	8.07
140.	8.09
145.	8.10
150.	8.12

15. Izracun prostornine butana po idealni plinski enacbi

st.	t/°C	T/K	V/L
1	30.00	303.15	337.55
2	45.00	318.15	354.25
3	60.00	333.15	370.96
4	75.00	348.15	387.66
5	90.00	363.15	404.36
6	105.00	378.15	421.06
7	120.00	393.15	437.77
8	135.00	408.15	454.47
9	150.00	423.15	471.17
10	165.00	438.15	487.87
11	180.00	453.15	504.57

Končna prostornina butana je za 167.02 L večja od začetne.

16. Znacilne sestavine naravne mineralne vode Donat

sestavina	vsebnost/ (mg/L)
magnezij	1100.
natrij	1400.
kalcij	400.
hidrogenkarbonat	7800.
sulfat	2200.
klorid	67.
ogljikov dioksid	3500.

17. Viskoznost tekočega metana v odvisnosti od temperature v SI enotah

t/oC	T/K	η /(Pa s)
-185.0	88.15	0.000225
-180.0	93.15	0.000187
-175.0	98.15	0.000161
-170.0	103.15	0.000142
-165.0	108.15	0.000127
-160.0	113.15	0.000115

18. Izracun pH in prostornine ob dodajanju raztopine HCl raztopini NH₄OH

Vrsta raztopine	Vskupni/mL	pH
Sibka kislina	150.0	11.1
Pufer	155.0	10.4
Pufer	160.0	10.0
Pufer	165.0	9.8
Pufer	170.0	9.7
Pufer	175.0	9.5
Pufer	180.0	9.4
Pufer	185.0	9.3
Pufer	190.0	9.2
Pufer	195.0	9.0
Pufer	200.0	8.9
Pufer	205.0	8.8
Pufer	210.0	8.6
Pufer	215.0	8.4
Pufer	220.0	8.1
Hidroliza	225.0	5.2

19. Izracun prostornine vodika po idealni plinski enacbi

st.	t/oC	T/K	V/L
1	26.85	300.00	556.74
2	36.85	310.00	575.30
3	46.85	320.00	593.86
4	56.85	330.00	612.42
5	66.85	340.00	630.97
6	76.85	350.00	649.53
7	86.85	360.00	668.09
8	96.85	370.00	686.65
9	106.85	380.00	705.21
10	116.85	390.00	723.76
11	126.85	400.00	742.32

Koncna prostornina vodika je za 185.58 L vecja od zacetne prostornine.

20. Izracun pH raztopine očetne kisline, redcene z vodo

V/mL	pH
100.	5.10
110.	5.15
120.	5.19
130.	5.23
140.	5.26
150.	5.29
160.	5.32

170.	5.35
180.	5.38
190.	5.40
200.	5.42
210.	5.45
220.	5.47
230.	5.49
240.	5.51
250.	5.52
260.	5.54
270.	5.56
280.	5.57
290.	5.59
300.	5.60

21. Izračun prostornine metana po idealni plinski enacbi

st.	t/oC	T/K	V/L
1	25.50	298.65	310.37
2	35.50	308.65	320.76
3	45.50	318.65	331.16
4	55.50	328.65	341.55
5	65.50	338.65	351.94
6	75.50	348.65	362.33
7	85.50	358.65	372.73
8	95.50	368.65	383.12
9	105.50	378.65	393.51
10	115.50	388.65	403.90
11	125.50	398.65	414.30
12	135.50	408.65	424.69
13	145.50	418.65	435.08

Končna prostornina metana je za 124.71 L večja od začetne prostornine.

22. Izračun pH in prostornine NH₄OH koncentrirane z raztopino NH₄OH

V/mL	pH
500.	8.18
520.	8.20
540.	8.22
560.	8.23
580.	8.25
600.	8.26
620.	8.27
640.	8.28
660.	8.29
680.	8.30
700.	8.31
720.	8.32
740.	8.32
760.	8.33
780.	8.34
800.	8.34
820.	8.35
840.	8.35
860.	8.36
880.	8.36
900.	8.37
920.	8.37
940.	8.37
960.	8.38
980.	8.38
1000.	8.39
1020.	8.39
1040.	8.39
1060.	8.39

1080.	8.40
1100.	8.40
1120.	8.40
1140.	8.41
1160.	8.41
1180.	8.41
1200.	8.41
1220.	8.41
1240.	8.42
1260.	8.42
1280.	8.42
1300.	8.42

23. Izračun pH in prostornine raztopine NH_4OH , redcene z vodo

V/L	pH
0.200	7.72
0.210	7.70
0.220	7.68
0.230	7.65
0.240	7.63
0.250	7.61
0.260	7.59
0.270	7.57
0.280	7.56
0.290	7.54
0.300	7.52
0.310	7.51
0.320	7.49
0.330	7.47
0.340	7.46
0.350	7.44
0.360	7.43

24. Izračun pH in prostornine raztopine NH_4Cl , redcene z vodo

V/mL	pH
100.000	4.77
110.000	4.79
120.000	4.83
130.000	4.89
140.000	4.96
150.000	5.05
160.000	5.15
170.000	5.27

25. Izračun konstante razredčenja raztopine CH_3COOH , redcene z vodo

VH ₂ O/mL	alfa
0.	0.0030
25.	0.0031
50.	0.0031
75.	0.0032
100.	0.0032
125.	0.0032
150.	0.0033
175.	0.0033
200.	0.0033
225.	0.0034
250.	0.0034
275.	0.0034
300.	0.0035
325.	0.0035
350.	0.0035
375.	0.0036

400.	0.0036
425.	0.0036
450.	0.0037
475.	0.0037
500.	0.0037
525.	0.0038
550.	0.0038
575.	0.0038
600.	0.0038
625.	0.0039

26. Izračun pOH raztopine NH_4OH , redcene z vodo

VH ₂ O/mL	pOH
0.	5.58
50.	5.62
100.	5.65
150.	5.68
200.	5.71
250.	5.74
300.	5.76
350.	5.79
400.	5.81
450.	5.83
500.	5.85
550.	5.87
600.	5.89
650.	5.91
700.	5.93
750.	5.95
800.	5.96
850.	5.98
900.	6.00
950.	6.01
1000.	6.03

27. Izračun koncentracij disociiranih molekul v raztopinah

Komponenta	Cd/ (mol/L)
HCl	0.07840
H ₂ SO ₄	0.05100
HF	0.07000
HCN	0.00001
KOH	0.07700
NaOH	0.07300

28. Topnost slabo topnih spojin pri 25 oC

spojina	s/ (mol/L)
As ₂ S ₃	0.051728
CaCO ₃	0.000069
BaCO ₃	0.000071
AgI	0.000000
Fe(OH) ₂	0.000006
Mg(OH) ₂	0.000140

29. Izračun pH in pOH raztopine NaOH, kateri dodajamo raztopino HCl

VB/mL	VK/mL	pH	pOH
10.00	0.00	13.70	0.30
10.00	0.10	13.69	0.31
10.00	0.20	13.67	0.33
10.00	0.30	13.66	0.34
10.00	0.40	13.65	0.35
10.00	0.50	13.63	0.37
10.00	0.60	13.62	0.38

10.00	0.70	13.60	0.40
10.00	0.80	13.59	0.41
10.00	0.90	13.58	0.42
10.00	1.00	13.56	0.44
10.00	1.10	13.55	0.45
10.00	1.20	13.53	0.47
10.00	1.30	13.52	0.48
10.00	1.40	13.50	0.50
10.00	1.50	13.48	0.52
10.00	1.60	13.47	0.53
10.00	1.70	13.45	0.55
10.00	1.80	13.43	0.57
10.00	1.90	13.42	0.58
10.00	2.00	13.40	0.60
10.00	2.10	13.38	0.62
10.00	2.20	13.36	0.64
10.00	2.30	13.34	0.66
10.00	2.40	13.32	0.68
10.00	2.50	13.30	0.70
10.00	2.60	13.28	0.72
10.00	2.70	13.26	0.74
10.00	2.80	13.24	0.76
10.00	2.90	13.21	0.79
10.00	3.00	13.19	0.81
10.00	3.10	13.16	0.84
10.00	3.20	13.13	0.87
10.00	3.30	13.11	0.89
10.00	3.40	13.08	0.92
10.00	3.50	13.05	0.95
10.00	3.60	13.01	0.99
10.00	3.70	12.98	1.02
10.00	3.80	12.94	1.06
10.00	3.90	12.90	1.10
10.00	4.00	12.85	1.15
10.00	4.10	12.81	1.19
10.00	4.20	12.75	1.25
10.00	4.30	12.69	1.31
10.00	4.40	12.62	1.38
10.00	4.50	12.54	1.46
10.00	4.60	12.44	1.56
10.00	4.70	12.31	1.69
10.00	4.80	12.13	1.87
10.00	4.90	11.83	2.17

30. Izračun pH raztopine NH_4Cl , kateri dodajamo trdni NH_4Cl

m/g	pH
0.000	4.97
0.100	4.96
0.200	4.95
0.300	4.93
0.400	4.91
0.500	4.89
0.600	4.86
0.700	4.83
0.800	4.81

31. Izračun prostornine in pH raztopine NaAc ob dodatkih raztopine NaAc

V/mL	pH
1.000	9.26
1.015	9.26
1.030	9.25
1.045	9.25
1.060	9.25

1.075	9.24
1.090	9.24
1.105	9.24
1.120	9.23
1.135	9.23
1.150	9.23
1.165	9.23
1.180	9.22
1.195	9.22
1.210	9.22
1.225	9.22
1.240	9.21
1.255	9.21
1.270	9.21
1.285	9.21
1.300	9.20
1.315	9.20
1.330	9.20
1.345	9.20
1.360	9.19
1.375	9.19
1.390	9.19
1.405	9.19
1.420	9.18
1.435	9.18
1.450	9.18

32. Množine komponent C_2H_2 in C_2H_6 v odvisnosti od temperature

T/K	n C_2H_2	n C_2H_6
388.1	22.12	32.59
390.8	21.34	32.52
392.5	20.48	32.24
394.6	19.64	32.07
398.5	18.72	31.75
408.0	17.45	31.61
413.3	16.59	31.30
416.5	15.75	31.15
420.5	14.93	30.92

33. Izračun pH raztopine CH_3COONa ob dodatkih trdnega CH_3COONa

m/g	pH
0.000	9.22
2.000	9.23
4.000	9.25
6.000	9.27
8.000	9.30
10.000	9.34
12.000	9.37
14.000	9.40
16.000	9.44
18.000	9.47
20.000	9.50
22.000	9.53
24.000	9.56
26.000	9.58
28.000	9.61
30.000	9.63
32.000	9.66
34.000	9.68
36.000	9.70
38.000	9.72

34. Tlak metana po van der Waalsovi in splosni plinski enacbi
- | t/°C | T/K | p/bar | pi/bar |
|------|--------|-------|--------|
| 5.0 | 278.15 | 0.899 | 0.901 |
| 10.0 | 283.15 | 0.915 | 0.917 |
| 15.0 | 288.15 | 0.931 | 0.933 |
| 20.0 | 293.15 | 0.948 | 0.949 |
| 25.0 | 298.15 | 0.964 | 0.966 |
| 30.0 | 303.15 | 0.980 | 0.982 |
| 35.0 | 308.15 | 0.996 | 0.998 |
| 40.0 | 313.15 | 1.012 | 1.014 |
| 45.0 | 318.15 | 1.029 | 1.030 |
| 50.0 | 323.15 | 1.045 | 1.047 |
35. Pretvorba Fahrenheitove temperaturne skale v Celzijevo in Kelvinovo
- | T/°F | T/°C | T/K |
|--------|-------|--------|
| 70.40 | 21.33 | 294.48 |
| 75.90 | 24.39 | 297.54 |
| 77.70 | 25.39 | 298.54 |
| 80.30 | 26.83 | 299.98 |
| 86.00 | 30.00 | 303.15 |
| 90.45 | 32.47 | 305.62 |
| 93.40 | 34.11 | 307.26 |
| 97.70 | 36.50 | 309.65 |
| 99.00 | 37.22 | 310.37 |
| 100.00 | 37.78 | 310.93 |
36. Izracun topnosti slabo topnih spojin pri 25 °C
- | spojina | s/(mol/L) |
|---------------------|------------|
| PbCl ₂ | 0.01587401 |
| AgCl | 0.00001342 |
| Fe(OH) ₃ | 0.00000002 |
| Zn(OH) ₂ | 0.00000171 |
| Ca(OH) ₂ | 0.01111990 |
37. Koncentracije oksonijevih ionov slabih kislin
- | kislina | cH ₃ O ⁺ /(mol/L) |
|----------------------|---|
| CH ₃ COOH | 0.00297 |
| HF | 0.00752 |
| HClO | 0.00018 |
38. Pretvorba Rankinove temperaturne skale v Celzijevo in Kelvinovo
- | T/R | T/°C | T/K |
|--------|-------|--------|
| 530.00 | 21.29 | 294.44 |
| 535.60 | 24.41 | 297.56 |
| 537.40 | 25.41 | 298.56 |
| 540.00 | 26.85 | 300.00 |
| 545.70 | 30.02 | 303.17 |
| 550.15 | 32.49 | 305.64 |
| 553.10 | 34.13 | 307.28 |
| 557.40 | 36.52 | 309.67 |
| 558.70 | 37.24 | 310.39 |
| 559.70 | 37.79 | 310.94 |
| 600.00 | 60.18 | 333.33 |
39. Tlak metana po Redlich-Kwong-Soavejevi in splosni plinski enacbi
- | T/K | p/bar | pi/bar |
|-----|--------|--------|
| 10. | 0.0154 | 0.0173 |
| 20. | 0.0329 | 0.0346 |
| 30. | 0.0503 | 0.0520 |

40.	0.0677	0.0693
50.	0.0851	0.0866
60.	0.1025	0.1039
70.	0.1199	0.1212
80.	0.1373	0.1386
90.	0.1546	0.1559
100.	0.1720	0.1732

40. Izračun limitnih molskih prevodnosti elektrolitov po Kohlrauschevem zakonu

elektrolit	Limitna molska prevodnost elektrolita/(S cm ² /mol)
HF	405.00
NaCl	149.00
CaCl ₂	271.00
AlCl ₃	417.00
Al ₂ (SO ₄) ₃	858.00

41. Tlak vodika po Peng-Robinsonovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
278.	8.1112	8.0939
283.	8.2576	8.2394
288.	8.4040	8.3849
293.	8.5504	8.5304
298.	8.6967	8.6759
303.	8.8431	8.8214
308.	8.9895	8.9669
313.	9.1359	9.1124
318.	9.2822	9.2578
323.	9.4286	9.4033

42. Koncentracije hidroksidnih ionov za sibke baze

baza	cOH ⁻ /(mol/L)
NH ₃	0.00188
C ₂ H ₅ NH ₂	0.01836
(C ₂ H ₅) ₂ NH	0.02764
C ₆ H ₅ NH ₂	0.00001

43. Relativna vlaznost zraka v odvisnosti od temperature

t/oC	T/K	H
0.	273.15	217.39
20.	293.15	57.14
50.	323.15	10.81
100.	373.15	1.32
99.	372.05	1.37
99.	372.45	1.35
120.	393.15	0.66
143.	416.15	0.33

44. Izračun limitnih molskih prevodnosti elektrolitov

elektrolit	Limitna molska prevodnost elektrolita/(S cm ² /mol)
HNO ₃	421.00
BaCl ₂	279.00
CaCl ₂	271.00
LiF	93.00
Ga ₂ (SO ₄) ₃	780.00

45. Odvisnost števila hidroliziranih molekul CrCl₃ od temperature

t/oC	T/K	Nh
0.	273.15	0.17495E+22
25.	298.15	0.36131E+22
50.	323.15	0.64655E+22

75.	348.15	0.10649E+23
100.	373.15	0.15213E+23

46. Konstanti van der Waalsove enacbe plinov iz kritičnih pogojev

PLIN	a/ (bar (cm ³ /mol) ²)	b/ (cm ³ /mol)
H ₂	202153.7	21.7
CO ₂	2670819.8	31.3
NH ₃	2749738.5	24.2
CO	1158519.6	31.1
SO ₃	7912784.0	57.4
SO ₂	4923902.5	40.7

47. Hitrost molekul dusika v odvisnosti od temperature

T/K	v/ (m/s)
243.	14.71
258.	15.16
273.	15.59
288.	16.02
303.	16.43
318.	16.83
333.	17.22
348.	17.61
363.	17.98
378.	18.35
393.	18.71

48. Toplotna prevodnost zraka v odvisnosti od temperature

T/K	lambda/ (W/ (m K))
233.15	0.0182
244.26	0.0192
255.37	0.0202
266.48	0.0213
277.59	0.0223
288.71	0.0233
299.82	0.0246
310.93	0.0258
322.04	0.0270

49. Stevilo molekul vodika pri 0 oC v odvisnosti od tlaka

p/bar	St. molekul
5.	0.13260E+26
10.	0.26521E+26
15.	0.39781E+26
20.	0.53042E+26
25.	0.66302E+26
30.	0.79563E+26
35.	0.92823E+26
40.	0.10608E+27
45.	0.11934E+27
50.	0.13260E+27

Pri normalnih pogojih (0.C in 1 bar) je 2.687E+024 molekul vodika. V 0.1 m³ vodika je pri 0oC in 50 bar za 0.12992E+27 vec molekul vodika kot pa pri normalnih pogojih.

50. Hitrost molekul zlahtnih plinov pri 0 oC

Plin	v (m/s)
HELIJ	41.26
NEON	18.36
ARGON	13.06
KRIPTON	9.01
KSENON	7.20

RADON

5.54

51. Atomska masa elementov po Dulong-Petit

Element	M/ (g/mol)
Al	30.62
Ca	39.63
Cu	67.71
Fe	58.17
Pb	208.00

52. Električni tok v srebrni žici pri različnih premerih žice

d/mm	I/A
0.2	0.691
0.4	2.763
0.6	6.217
0.8	11.053
1.0	17.270
1.2	24.869
1.4	33.849
1.6	44.211
1.8	55.955
2.0	69.080
2.2	83.587
2.4	99.475
2.6	116.745
2.8	135.397
3.0	155.430
3.2	176.845
3.4	199.641
3.6	223.819
3.8	249.379
4.0	276.320

53. Izračun časa razpada radona na različne deleže začetne mase

mt/mt0	t/s	t/leta
1/ 3	0.79248E+11	2512.9
1/ 6	0.12925E+12	4098.4
1/12	0.17925E+12	5683.9
1/24	0.22925E+12	7269.4
1/48	0.27925E+12	8854.9
1/96	0.32925E+12	10440.4

54. Parni tlak acetona v odvisnosti od temperature v SI enotah

t/oC	T/K	p _{nas} /bar
-59.40	213.75	0.001
-40.50	232.65	0.007
-31.10	242.05	0.013
-20.80	252.35	0.027
-9.40	263.75	0.053
-2.00	271.15	0.080
7.70	280.85	0.133
22.70	295.85	0.267
39.50	312.65	0.533
56.50	329.65	1.013

55. Pretvorba psia v bar in Pa

p/psia	p/bar	p/Pa
5.00	0.34	34469.92
13.40	0.92	92379.38
20.70	1.43	142705.47
33.30	2.30	229569.66

52.70	3.63	363312.97
63.80	4.40	439836.16
77.70	5.36	535662.50
100.10	6.90	690087.75
256.80	17.70	1770375.00

56. Pretvorba mmH₂O v bar in Pa

p/mmH ₂ O	p/bar	p/Pa
100.00	0.01	980.67
210.00	0.02	2059.40
450.00	0.04	4412.99
740.00	0.07	7256.92
893.00	0.09	8757.34
1000.00	0.10	9806.65
1500.00	0.15	14709.98
10000.00	0.98	98066.50
21000.00	2.06	205939.66

57. Izračun pH in koncentracije raztopine CH₃COONa ob dodatkih vode

VH ₂ O/mL	cS/ (mol/L)	pH
0.	0.600	9.26
20.	0.529	9.23
40.	0.474	9.20
60.	0.429	9.18
80.	0.391	9.16
100.	0.360	9.14
120.	0.333	9.13
140.	0.310	9.11
160.	0.290	9.10
180.	0.273	9.08
200.	0.257	9.07
220.	0.243	9.06
240.	0.231	9.05

58. Število molekul v 10 g plinov

plin	St. molekul
H ₂	0.29875E+25
O ₂	0.18822E+24
N ₂	0.21500E+24
H ₂ O	0.33432E+24
SO ₂	0.94014E+23
CO ₂	0.13685E+24
CO	0.21502E+24

59. Izračun pH raztopine HNO₃ ob dodatkih NaOH

VK/mL	VB/mL	pH
75.00	0.00	0.40
75.00	1.50	0.42
75.00	3.00	0.44
75.00	4.50	0.46
75.00	6.00	0.48
75.00	7.50	0.50
75.00	9.00	0.52
75.00	10.50	0.54
75.00	12.00	0.56
75.00	13.50	0.58
75.00	15.00	0.60
75.00	16.50	0.62
75.00	18.00	0.65
75.00	19.50	0.67
75.00	21.00	0.69
75.00	22.50	0.72

75.00	24.00	0.74
75.00	25.50	0.77
75.00	27.00	0.79
75.00	28.50	0.82
75.00	30.00	0.85
75.00	31.50	0.87
75.00	33.00	0.90
75.00	34.50	0.93
75.00	36.00	0.97
75.00	37.50	1.00
75.00	39.00	1.04
75.00	40.50	1.07
75.00	42.00	1.11
75.00	43.50	1.16
75.00	45.00	1.20
75.00	46.50	1.26
75.00	48.00	1.31
75.00	49.50	1.38
75.00	51.00	1.45
75.00	52.50	1.53
75.00	54.00	1.63
75.00	55.50	1.76
75.00	57.00	1.94
75.00	58.50	2.25
75.00	60.00	7.00

60. Izračun koncentracije disociiranih molekul in ionov v raztopinah raztopina

raztopina	C(molekul)/(mol/L)	C(kationov)/(mol/L)	C(anionov)/(mol/L)
HCl	0.108000	0.392000	0.392000
H ₂ SO ₄	0.245000	0.510000	0.255000
HF	0.465000	0.035000	0.035000
HCN	0.499950	0.000050	0.000050
KOH	0.115000	0.385000	0.385000
NaOH	0.135000	0.365000	0.365000
Ba(OH) ₂	0.155000	0.345000	0.690000
NH ₄ OH	0.498000	0.002000	0.002000
KCl	0.070000	0.430000	0.430000
BaCl ₂	0.140000	0.360000	0.720000
K ₂ SO ₄	0.140000	0.720000	0.360000
CuSO ₄	0.275000	0.225000	0.225000

61. Preglednica podatkov in povprečna molska masa zmesi

komponenta	x	M/(kg/mol)
H ₂	0.500	2.0
CO	0.380	28.0
N ₂	0.060	28.0
O ₂	0.002	32.0
CO ₂	0.050	44.0
CH ₄	0.008	16.0

Povprečna molska masa zmesi $M_{zm}=15.712$ kg/mol

62. Pretvorba mmHg v atm, Pa in bar

p/mmHg	p/atm	p/Pa	p/bar
700.	0.92	93325.68	0.93
705.	0.93	93992.30	0.94
710.	0.93	94658.91	0.95
715.	0.94	95325.52	0.95
720.	0.95	95992.13	0.96
725.	0.95	96658.74	0.97
730.	0.96	97325.35	0.97
735.	0.97	97991.97	0.98
740.	0.97	98658.58	0.99

745.	0.98	99325.19	0.99
750.	0.99	99991.80	1.00
755.	0.99	100658.41	1.01
760.	1.00	101325.02	1.01
765.	1.01	101991.64	1.02
770.	1.01	102658.25	1.03
775.	1.02	103324.86	1.03
780.	1.03	103991.48	1.04
785.	1.03	104658.09	1.05
790.	1.04	105324.70	1.05
795.	1.05	105991.31	1.06
800.	1.05	106657.92	1.07

63. Nasicena molska prostornina izobutana po Bhirudovi metodi

T/K	V _{mnas} /(cm ³ /mol)
300.	104.98
320.	110.22
340.	116.51
360.	125.08
380.	139.00
400.	165.65

64. Parni tlak ketena po Antoinovi enacbi

T/K	p/bar
250.0	2.2090
255.0	2.6866
260.0	3.2391
265.0	3.8737
270.0	4.5974
275.0	5.4175
280.0	6.3413
285.0	7.3759
290.0	8.5286
295.0	9.8065
300.0	11.2166

65. Acentricni faktorji kemijskih spojin po Clapeyronovi zvezi

SPOJINA	w(podan)	w(izracunan)	razlika
C ₉ H ₁₂	0.326	0.000	0.006
C ₅ H ₄ O ₂	0.383	0.399	0.016
C ₅ H ₈ O	0.350	0.278	-0.072
C ₅ H ₁₀ O	0.344	0.354	0.010

66. Izracun konstant van der Waalsove enacbe plinov iz kriticnih pogojev

Plin	a/(bar(cm ³ /mol) ²)	b/(cm ³ /mol)
metan	2298157.8	43.0
etan	5573423.5	65.0
propan	9383150.0	90.4
butan	13874162.0	116.3
izobutan	13312419.0	116.2

67. Izracun parcialnega tlaka HCl v odvisnosti od temperature

t/C	p/mmHg	p/bar
10.	0.09	0.0001
20.	0.21	0.0003
30.	0.49	0.0006
40.	1.07	0.0014
50.	2.24	0.0030
60.	4.50	0.0060
70.	8.65	0.0115

68. Acentricni faktorji kemijskih spojin po Lee-Keslerjevih zvezah

Spojina	w(podan)	w(izracunan)	razlika
C9H12	0.326	0.000	0.006
C5H4O2	0.383	0.399	0.016
C5H8O	0.350	0.278	-0.072
C5H10O	0.344	0.354	0.010

69. Parni tlak tiofena po Kirchoffovi enacbi

T/K	pnas/atm	pnas/kPa
400.	3.07	310.58
405.	3.44	348.68
410.	3.85	390.36
415.	4.30	435.82
420.	4.79	485.30
425.	5.32	539.04
430.	5.89	597.27
435.	6.52	660.23
440.	7.19	728.16
445.	7.91	801.32
450.	8.68	879.96
455.	9.52	964.32
460.	10.41	1054.68
465.	11.36	1151.28
470.	12.38	1254.38
475.	13.46	1364.26
480.	14.62	1481.16
485.	15.84	1605.36
490.	17.14	1737.12
495.	18.52	1876.70
500.	19.98	2024.36

Pri 500 K je $P_{nas}(exp)=2036.80$ kPa in $P_{nas}(izr)=2024.36$ kPa.
 Absolutna razlika v tlaku je torej 12.44 kPa.

70. Tlak dekana po Clausiusovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
283.	0.134	0.138
293.	0.139	0.143
303.	0.144	0.148
313.	0.149	0.152
323.	0.154	0.157
333.	0.159	0.162
343.	0.164	0.167
353.	0.169	0.172
363.	0.174	0.177
373.	0.179	0.182
383.	0.184	0.187
393.	0.189	0.191
403.	0.194	0.196
413.	0.198	0.201
423.	0.203	0.206

71. Tlak propena po Martin-Houovi enacbi

T/K	p/bar
373.15	1.54
383.15	1.58
393.15	1.62
403.15	1.66
413.15	1.70
423.15	1.74
433.15	1.79
443.15	1.83

453.15	1.87
463.15	1.91
473.15	1.95

72. Tlak cikloheksana po Bertheletovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
293.	0.207	0.207
313.	0.221	0.221
333.	0.235	0.235
353.	0.249	0.249
373.	0.264	0.263
393.	0.278	0.277
413.	0.292	0.292
433.	0.306	0.306
453.	0.320	0.320
473.	0.334	0.334

73. Izracun koeficientov difuzije NH₃

T/K	D/ (m ² /s)
320.	1.710
330.	1.791
340.	1.873
350.	1.956
360.	2.041
370.	2.126
380.	2.213
390.	2.301
400.	2.390
410.	2.480
420.	2.572
430.	2.664
440.	2.757
450.	2.852
460.	2.948
470.	3.044
480.	3.142
490.	3.241
500.	3.340

74. Molske prostornine spojin pri normalni tocki vrenja po metodi Tyna in Calusa

Spojina	V _{be} (cm ³ /mol)	V _b (cm ³ /mol)	V _r
METAN	37.70	35.25	2.45
PROPAN	74.50	74.66	-0.16
HEPTAN	162.00	160.36	1.64
CIKLOHEKSAN	117.00	115.57	1.43
ETEN	49.40	46.95	2.45
BENZEN	96.50	96.38	0.12
FLUOROBENZEN	102.00	100.28	1.72
BROMOBENZEN	120.00	121.87	-1.87

75. Molske prostornine spojin pri normalni tocki vrenja po metodi Tyna in Calusa

KOMPONENTA	V _{be} (cm ³ /mol)	V _b (cm ³ /mol)	V _r
C ₄ H ₈ O ₂	109.00	109.29	-0.29
C ₂ H ₄ O ₂	62.80	62.76	0.04
C ₄ H ₈ O ₂	106.00	106.93	-0.93
C ₄ H ₁₁ N	109.00	112.82	-3.82
C ₂ H ₃ N	57.40	63.14	-5.74
CH ₃ Cl	50.60	50.16	0.44
CCl ₄	102.00	102.98	-0.98
CCl ₂ F ₂	80.70	79.95	0.75

76. Parni tlak klorbenzena po Kirchoffovi enacbi

T/K	$p_{\text{nas}}/\text{atm}$	$p_{\text{nas}}/\text{bar}$
350.	0.17	0.18
360.	0.25	0.25
370.	0.35	0.35
380.	0.48	0.49
390.	0.65	0.66
400.	0.88	0.89
410.	1.15	1.17
420.	1.50	1.52
430.	1.93	1.96
440.	2.45	2.48
450.	3.08	3.12
460.	3.84	3.89
470.	4.73	4.79

77. Koncentracije disociiranih molekul kemijski komponent

Komponenta	Cd/(mol/L)
Ba(OH) ₂	0.06900
NH ₄ OH	0.00040
KCl	0.08600
BaCl ₂	0.07200
K ₂ SO ₄	0.07200
CuSO ₄	0.04500

78. Koeficienti fugativnosti benzena po Lee-Edmisterjevi enacbi

$V_m/(\text{cm}^3/\text{mol})$	f_i
702.99	0.718
781.10	0.733
859.21	0.746
937.32	0.759
1014.43	0.771

79. Nasicene molske prostornine kemijskih komponent po OConnellovi modifikaciji Rackettove enacbe

Komponenta	T/K	$V_{m,nas}/(\text{cm}^3/\text{mol})$
benzen	298.15	89.74
cikloheksan	298.15	108.94
n-oktan	298.15	162.77
acetone	298.15	74.92
metanol	298.15	39.07

80. Molska prostornina zmesi po idealni plinski enacbi

T/K	$V_m, z_m/(\text{cm}^3/\text{mol})$
300.15	164534992.0
310.15	170016736.0
320.15	175498496.0
330.15	180980256.0
340.15	186462016.0
350.15	191943776.0
360.15	197425536.0
370.15	202907296.0
380.15	208389056.0
390.15	213870816.0
400.15	219352576.0

81. Acentricni faktorji kemijskih komponent po Edmisterjevi enacbi

Komponenta	w	w_e	$dw/\%$
metan	0.009	0.011	16.089

etan	0.099	0.105	6.073
propan	0.158	0.152	4.141
n-butan	0.206	0.201	2.632
izobutan	0.190	0.192	1.173
n-pentan	0.260	0.252	3.073
ciklopentan	0.203	0.193	5.298

82. Temperatura benzena po Calingaert-Davisovi enacbi

pnas/mmHg	pnas/bar	t/oC	T/K
2.00	0.00	-33.61	239.54
5.00	0.01	-22.09	251.06
10.00	0.01	-12.43	260.72
20.00	0.03	-1.83	271.32
40.00	0.05	9.85	283.00
60.00	0.08	17.26	290.41
100.00	0.13	27.27	300.42
200.00	0.27	42.22	315.37
400.00	0.53	59.01	332.16
760.00	1.01	76.53	349.68

83. Parni tlak tiofena po Riedel-Planck-Millerjevi metodi

T/K	pnas/atm	pnas/kPa
450.	5.78	585.46
460.	7.59	769.02
470.	9.72	985.24
480.	12.19	1234.67
490.	14.98	1517.41
500.	18.09	1833.33
510.	21.54	2182.41
520.	25.31	2564.94
530.	29.43	2981.86
540.	33.90	3435.04
550.	38.76	3927.50
560.	44.05	4463.72
570.	49.84	5049.95
580.	56.20	5694.46
590.	63.24	6408.05
600.	71.10	7204.44

Pri 500 K je $p_{\text{nas}}(\text{exp})=2036.80$ kPa in $p_{\text{nas}}(\text{izr})=1833.33$ kPa.
 $p_{\text{nas}}(\text{izr})$ odstopa za 10.0 % od $p_{\text{nas}}(\text{exp})$

84. Parni tlak furana po Antoinovi enacbi

T/K	pnas/bar
350.0	4.1428
375.0	7.6116
380.0	8.5030
390.0	10.5096
400.0	12.8353
425.0	20.2044
440.0	25.8039
450.0	30.0701
470.0	39.9617
475.0	42.7291
480.0	45.6179

85. Parni tlak 2,2-dimetil propana po Riedel-Planck-Millerjevi metodi

T/K	pnas/atm	pnas/kPa
380.	11.63	1178.68
385.	13.06	1323.54
390.	14.58	1476.90
395.	16.17	1638.83
400.	17.86	1809.50

405.	19.63	1989.28
410.	21.50	2178.69
415.	23.47	2378.47
420.	25.56	2589.59

86. Parni tlak butana po Antoinevi enacbi

t/oC	p/bar
-130.0	0.0002
-110.0	0.0018
-90.0	0.0096
-70.0	0.0384
-50.0	0.1212
-30.0	0.3202
-10.0	0.7350
10.0	1.5088

87. Normalne temperature vrenja po Edmisterjevi enacbi

Komponenta	Tb/K
metan	111.68
etan	184.58
propan	231.08
n-oktan	398.88
n-dekan	447.33

88. Parni tlak tiofena po Cox-Antoinovi metodi

T/K	Pnas/atm	Pnas/bar
450.	9.19	9.31
455.	10.07	10.20
460.	11.00	11.14
465.	11.99	12.15
470.	13.05	13.22
475.	14.17	14.36
480.	15.36	15.56
485.	16.61	16.83
490.	17.94	18.18
495.	19.34	19.60
500.	20.81	21.09
505.	22.36	22.66
510.	23.99	24.31
515.	25.70	26.04
520.	27.49	27.85
525.	29.36	29.75
530.	31.32	31.73
535.	33.36	33.80
540.	35.49	35.96
545.	37.71	38.21
550.	40.02	40.55

Pri 500 K je $P_{nas}(exp) = 20.37$ bar in $P_{nas}(izr) = 21.09$ bar.
 Absolutna razlika v tlaku je torej 0.72 bar.

89. Molske izparilne toplote spojin pri normalni točki vrenja po Klein-Fichtinejevi metodi

komponenta	DizpHb/ (J/mol)
metil fenil eter	39817.98
2,2-dimetilpropan	22782.23
n-pentan	26069.82
diklorotetrafluorobenzen	46170.01

90. Tlak CO
- ₂
- po Dieterjevi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar	dp/bar
283.15	0.2492	0.2496	-.0004

293.15	0.2580	0.2584	-.0004
303.15	0.2669	0.2673	-.0004
313.15	0.2757	0.2761	-.0004
323.15	0.2845	0.2849	-.0004
333.15	0.2933	0.2937	-.0004
343.15	0.3021	0.3025	-.0004
353.15	0.3110	0.3113	-.0004
363.15	0.3198	0.3201	-.0004
373.15	0.3286	0.3290	-.0004

91. Tlak NH₃ po Beattie-Bridgemanovi enacbi stanja

T/K	p/Pa
500.	60788.5
510.	64549.0
520.	68260.6
530.	71927.0
540.	75551.5
550.	79137.0
560.	82686.4
570.	86202.1
580.	89686.5
590.	93141.6
600.	96569.5

92. Tlak metana po Wohlovi enacbi stanja

T/K	p/kPa
340.	20338.87
345.	20848.43
350.	21356.52
355.	21863.17
360.	22368.39
365.	22872.21
370.	23374.64
375.	23875.72
380.	24375.47
385.	24873.91
390.	25371.07
395.	25866.96
400.	26361.62
405.	26855.07
410.	27347.34
415.	27838.44
420.	28328.40
425.	28817.25
430.	29305.00
435.	29791.68
440.	30277.32

93. Tlak benzena po Clausiusovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
300.	0.314	0.319
310.	0.324	0.330
320.	0.335	0.341
330.	0.346	0.351
340.	0.357	0.362
350.	0.368	0.373
360.	0.378	0.383
370.	0.389	0.394
380.	0.400	0.404
390.	0.411	0.415
400.	0.422	0.426
410.	0.432	0.436

420.	0.443	0.447
430.	0.454	0.458
440.	0.464	0.468
450.	0.475	0.479
460.	0.486	0.490
470.	0.497	0.500
480.	0.507	0.511
490.	0.518	0.522
500.	0.529	0.532

94. Hitrost molekul plina Hg v odvisnosti od temperature

T/K	v/ (m/s)
273.	5.83
303.	6.14
333.	6.43
363.	6.72
393.	6.99
423.	7.25
453.	7.50
483.	7.75
513.	7.99
543.	8.22
573.	8.44

95. Hitrost molekul N₂, O₂ in Hg glede na hitrost molekul H₂ pri 0 °C

PLIN	v/ (m/s)
N ₂	491.76
O ₂	460.00
Hg	183.72

96. Acentricni faktorji kemijskih komponent po Edmisterjevi enabi

Formula	w	w _e	dw/%
CH ₄	0.564	0.556	1.436
C ₂ H ₆	0.648	0.635	2.001
NH ₃	0.271	0.250	8.564
CS ₂	0.114	0.123	7.721
CHCl ₃	0.226	0.218	3.854
CO	0.056	0.066	15.233
H ₂ O	0.366	0.348	5.282

97. Vrelisce kemijskih komponent pri normalnih pogojih po Edmisterju

Formula	T _b /K
C ₆ H ₁₂	353.19
C ₆ H ₆	352.40
C ₇ H ₈	382.96
C ₈ H ₁₀	408.63
C ₁₀ H ₈	490.04

98. Molske izparilne toplote kemijskih komponent pri normalni točki vrelisca po Klein-Fichtinejevi metodi

formula	DizpH _b / (J/mol)
C ₆ Cl ₂ F ₄	46170.01
C ₄ H ₁₀ O ₃	70947.35
C ₂ H ₆	14600.14
C ₂ H ₄	13341.53

99. Tlak dusika po Martin-Houovi enacbi

T/K	p/bar
173.	0.84
198.	0.97

223.	1.09
248.	1.21
273.	1.33
298.	1.46
323.	1.58
348.	1.70
373.	1.82

100. Vrelisce kemijskih komponent pri normalnih pogojih po Edmisterjevi enacbi

Komponenta	Tb/K
n-dekan	447.33
eten	169.49
heksan	336.74
etin	189.61
cikloheksan	353.88

101. Parni tlak metana po Wagnerjevi enacbi

T/K	Pnas/bar
100.	0.309
105.	0.513
110.	0.810
115.	1.226
120.	1.789
125.	2.529
130.	3.481
135.	4.676
140.	6.150
145.	7.939
150.	10.079
155.	12.611
160.	15.573
165.	19.008
170.	22.963
175.	27.488
180.	32.646

102. Parni tlak etilbenzena po Gomez-Thodosovi metodi za nepolarne kemijske komponente

T/K	pnas/bar
350.	0.15
360.	0.22
370.	0.31
380.	0.43
390.	0.58
400.	0.78
410.	1.03
420.	1.34
430.	1.71
440.	2.16
450.	2.70
460.	3.33

Odstopanje Gomez-Thodosove metode pri 460 K je 0.08 %.

103. Molske izparilne toplote propanala po Carruth-Kobayashijski modifikaciji Pitzerjeve zveze

T/K	DizpH/(J/mol)
221.	36249.9
231.	35769.4
241.	35278.6
251.	34776.7
261.	34263.2

271.	33737.2
281.	33197.9
291.	32644.4
301.	32075.7
311.	31490.6
321.	30887.8
331.	30265.8
341.	29622.8
351.	28957.0
361.	28265.9
371.	27547.0
381.	26797.0
391.	26012.1
401.	25187.7
411.	24317.9
421.	23395.6

Odstopanje Carruth-Kobayashijske metode od eksperimenta pri 351 K je 2.39 %.

104. Parni tlak etilbenzena po Lee-Keslerjevi metodi

T/K	pnas/bar
400.	2.887
405.	3.074
410.	3.273
415.	3.482
420.	3.704
425.	3.937
430.	4.184
435.	4.445
440.	4.720
445.	5.010
450.	5.317
455.	5.640
460.	5.981

Odstopanje Lee-keslerjske metode od eksperimenta pri 410 K je 1.6 %.

105. Parni tlak etilbenzena v odvisnosti od temperature

T/K	pnas/bar
347.2	0.152
351.5	0.177
356.7	0.212
369.1	0.319
374.4	0.377
381.2	0.464
386.9	0.548
392.8	0.649
399.5	0.781
407.3	0.962
413.3	1.123
418.4	1.276
422.5	1.411

Odstopanje metode pri 347.2 K od eksperimenta je 14.4 %.

106. Molske izparilne toplote naftalena po Carruth-Kobayashijski metodi

T/K	DizpH/(J/mol)
365.	49932.5
352.	50602.3
377.	49340.4
401.	48067.8
444.	45667.9
481.	43458.5
507.	41802.8

533.	40021.5
553.	38527.9
589.	35619.9
613.	33514.8
635.	31311.4
651.	29581.0

Odstopanje Carruth-Kobayashijske metode od eksperimenta pri 553.15 K je 3.24 %.

107. Parni tlak akrilonitrila po Antoinevi enacbi

T/K	p/bar
265.1	0.0248
275.5	0.0452
287.6	0.0853
293.1	0.1117
307.5	0.2127
316.3	0.3049
329.1	0.4943
334.4	0.5961
341.2	0.7505
356.9	1.2281
362.4	1.4423
379.6	2.3034
384.7	2.6219

108. Tlak in molska prostornina benzenovih hlapov v SI enotah

p/bar	V _m /(cm ³ /mol)
31.05	1112.98
32.02	1067.66
33.03	1013.86
34.34	957.22
35.64	900.58
37.12	841.10
38.90	770.30
40.57	708.00
42.36	645.70
44.17	591.89
46.08	506.93
47.69	441.79
48.71	385.15

109. Parni tlak acetona po Wagnerjevi enacbi

T/K	p _{nas} /bar
260.	0.04
267.	0.07
274.	0.10
281.	0.14
288.	0.20
295.	0.27
302.	0.36
309.	0.48
316.	0.63
323.	0.82
330.	1.04
337.	1.31
344.	1.64
351.	2.02
358.	2.47
365.	3.00
372.	3.61
379.	4.32
386.	5.12

393. 6.03
400. 7.06

110. Parni tlak 2-propanola po Gomez-Thodosovi metodi za kemijske komponente z vodikovo vezjo

T/K	pnas/bar
400.	4.52
405.	5.21
410.	5.98
415.	6.84
420.	7.79
425.	8.84
430.	9.99
435.	11.26
440.	12.65
445.	14.17
450.	15.82
455.	17.61
460.	19.55
465.	21.65
470.	23.91
475.	26.34
480.	28.96
485.	31.77
490.	34.77
495.	37.98
500.	41.41

Odstopanje Gomez-Thodosove metode pri 450 K je 2.13 %.

111. Parni tlak cikloheptana po Lee-Keslerjevi metodi

T/K	pnas/bar
330.	1.610
335.	1.720
340.	1.836
345.	1.958
350.	2.088
355.	2.225
360.	2.370
365.	2.524
370.	2.686
375.	2.857
380.	3.038
385.	3.228
390.	3.430
395.	3.642
400.	3.866
405.	4.102
410.	4.351
415.	4.613
420.	4.890
425.	5.181
430.	5.488
435.	5.812

112. Molska izparilna toplota kemijskih component pri normalni točki vrelišca po Giacalonejevi metodi

Komponenta	DizpHb/(J/mol)
n-heksan	29430.83
toluen	33478.13
2-butanol	37684.96
metil amin	25026.58
dimetil eter	21407.77

metan 8525.02

113. Parni tlak akrilonitrila v odvisnosti od temperature

T/K	pnas/bar
273.1	0.045
283.1	0.074
293.1	0.118
303.1	0.182
313.1	0.273
323.1	0.399
333.1	0.571
343.1	0.801
353.1	1.100
363.1	1.486
373.1	1.976

Odstopanje metode pri 293.15 K od eksperimenta je 0.7 %.

114. Parni tlak očetne kisline po Gomez-Thodosovi metodi za polarne kemijske komponente

T/K	pnas/bar
310.0	0.04
323.5	0.07
337.0	0.13
350.5	0.24
364.0	0.40
377.5	0.65
391.0	1.01
404.5	1.52
418.0	2.22
431.5	3.15
445.0	4.37
458.5	5.94
472.0	7.90
485.5	10.34
499.0	13.32
512.5	16.92
526.0	21.23
539.5	26.34
553.0	32.35
566.5	39.40
580.0	47.62

115. Molska izparilna toplota kemijskih komponent pri normalni točki vrelišča po Riedelovi metodi

Komponenta	DizpHb/ (J/mol)
eten	13471.83
acetaldehid	27369.82
ciklopropan	19962.59
1-propanol	40904.69
furan	26713.10

116. Parni tlak etilbenzena po metodi dveh referenčnih komponent (benzen in pentafluorotoluen)

T/K	pnas/bar
400.	0.79
406.	0.93
412.	1.09
418.	1.28
424.	1.49
430.	1.72
436.	1.98
442.	2.27

448.	2.59
454.	2.95
460.	3.34

Odstopanje metode dveh referencnih komponent od eksperimentalne vrednosti pri 460 K je 0.34 %.

117. Parni tlak etilbenzena po metodi dveh referencnih komponent (propan in oktan)

T/K	pnas/bar
347.	0.13
352.	0.16
357.	0.19
369.	0.30
374.	0.36
381.	0.45
387.	0.53
393.	0.64
400.	0.77
407.	0.96
413.	1.13
418.	1.29
423.	1.43

Odstopanje metode dveh referencnih komponent od eksperimentalne vrednosti pri 347.2 K je 0.32 %.

118. Molska izparilna toplota spojin pri normalni točki vrelišca po Chenovi metodi

spojina	DizpHb/ (J/ (mol)
propan	18727.2
izobutanol	39221.6
furfural	42451.5
1-penten	25070.3
benzen	30373.9

119. Parni tlak piridina po razširjeni in navadni Antoinovi enačbi

T/K	pnas(po razs. Antoinu)/bar	pnas(po Antoinu)/bar
420.	2.34	2.34
430.	2.97	2.96
440.	3.71	3.71
450.	4.58	4.58
460.	5.61	5.60
470.	6.80	6.78
480.	8.17	8.13
490.	9.73	9.68
500.	11.51	11.43
510.	13.51	13.39
520.	15.76	15.58
530.	18.27	18.02
540.	21.07	20.71
550.	24.16	23.67
560.	27.56	26.91
570.	31.31	30.44
580.	35.41	34.27
590.	39.91	38.40
600.	44.87	42.86
610.	50.37	47.65

120. Molska izparilna toplota spojin pri normalni točki vrelišca po Veterejevi metodi

komponenta	DizpHb/ (J/mol)
etil propil eter	29547.99
fluorobenzen	31170.97

anilin	44166.50
cikloheksanol	43048.43
1-hepten	31235.86

121. Parni tlak etena po razširjeni in navadni Antoinovi enacbi

T/K	pnas (po raz. Antoinu) /bar	pnas (po Antoinu) /bar
191.	3.02	3.02
198.	4.16	4.15
208.	6.13	6.11
216.	8.26	8.22
223.	10.72	10.63
240.	17.49	17.20
245.	20.50	20.06
259.	29.52	28.45
267.	35.29	33.65
273.	40.94	38.60

122. Parni tlaki kemijskih komponent po Antoinovi enacbi

Formula	T/K	p/bar
Br ₂	288.0	0.1831
F ₄ S	205.0	0.1666
CH ₂ O ₂	333.0	0.2565
C ₂ H ₂ O	216.0	0.4380
C ₃ H ₃ N	277.0	0.0491
C ₃ H ₄	198.0	0.1123
C ₃ H ₅ Cl ₃	425.0	0.9060

123. Parni tlak butana po Ambrose-Waltonovi metodi

T/K	pnas/bar
200.5	0.02
207.5	0.03
218.7	0.07
225.1	0.11
227.4	0.12
234.2	0.18
241.9	0.26
248.8	0.37
259.5	0.60
267.3	0.82
273.3	1.04
288.4	1.78
292.0	2.01

124. Parni tlaki spojin po Wagnerjevi enacbi

Spojina	T/K	pnas/bar
1-propanol	425.	5.73
tiofen	550.	39.82
metil etil eter	390.	19.20
2,2-dimetilpropan	330.	4.26
1-butin	350.	7.57

125. Parni tlak spojin po razširjeni in navadni Antoinovi enacbi

spojina	T/K	pnas (po raz. Antoinu) /bar	pnas (po Antoinu) /bar
tetrafluorometan	171.	4.53	4.52
flourometan	289.	30.42	29.24
etilamin	426.	34.22	31.64
propen	303.	13.14	12.97
piridin	516.	14.78	14.63

126. Parni tlak spojin po razširjeni in navadni Antoinovi enacbi

spojina	T/K	pnas (po raz. Antoine) /bar	pnas (po Antoine) /bar
eten	216.	8.20	8.17
ciklopropan	355.	26.20	25.41
1-buten	296.	2.75	2.74
2-pentanon	485.	12.07	11.79
klorobenzen	596.	29.42	27.44
2-metilbutan	410.	14.92	14.39

127. Parni tlak n-alkanov po Ambrose-Waltonovi metodi

alkan	pnas/mbar
butan	1585.657
pentan	405.473
heksan	108.643
heptan	29.450

128. Molska izparilna toplota spojin pri normalni točki vrelišca po Veterejevi modifikaciji Kistiakowskyjeve enačbe

komponenta	DizpHb/ (J/mol)
metilamin	25799.81
metanol	36258.84
ocetna kislina	42093.49
etanol	38447.50
propanova kislina	43793.94

129. Parni tlak akrilonitrila v odvisnosti od temperature

T/K	pnas/bar
265.1	0.029
275.5	0.051
287.6	0.091
293.1	0.118
307.5	0.218
316.3	0.308
329.1	0.496
334.4	0.597
341.2	0.751
356.9	1.234
362.4	1.454
379.6	2.355
384.7	2.694

Odstopanje metode od eksperimenta pri 293.15 K je 0.7 %.

130. Molska izparilna toplota spojin pri normalni točki vrelišca po Veterejevi modifikaciji Kistiakowskyjeve enačbe

komponenta	DizpHb/ (J/mol)
propanal	28707.75
acetan	29562.49
metil izobutil keton	34613.30
furfural	39267.76
cikloheksanon	38600.92
dietilketon	33443.29

131. Molska izparilna toplota spojin pri normalni točki vrelišca po Veterejevi modifikaciji Kistiakowskyjeve enačbe

komponenta	DizpHb/ (J/mol)
etan	14505.89
propen	18207.01
1-hepten	31379.47
n-pentan	25961.87
1-heksen	28521.82

132. Molska izparilna toplota spojin pri normalni točki vrelišca po Veterejevi metodi

komponenta	DizpHb/(J/mol)
metilamin	25499.89
metanol	37395.35
ocetna kislina	39467.85
etanol	39235.13
propanova kislina	43493.67

133. Tlak etana po Clausiusovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
278.	0.510	0.513
281.	0.515	0.517
283.	0.519	0.522
286.	0.524	0.527
288.	0.528	0.531
291.	0.533	0.536
293.	0.538	0.540
296.	0.542	0.545
298.	0.547	0.550

134. Nasicene molske prostornine kemijskih komponent po OConnellovi modifikaciji Rackettove enacbe

Komponenta	T/K	Vm _{nas} /(cm ³ /mol)
anilin	303.15	91.58
ciklopropan	303.15	68.84
etanol	303.15	59.48
toluen	303.15	107.37
ocetna kislina	303.15	55.65

135. Pretvorba iz ft³ v m³ in L

V/ft ³	V/m ³	V//L
255.80	7243.44	7.243
346.30	9806.11	9.806
449.80	12736.90	12.737
512.40	14509.53	14.510
598.60	16950.44	16.950
678.90	19224.28	19.224
750.00	21237.60	21.238

136. Molske prostornine kemijskih komponent pri normalni točki vrenja po Tyn an Calusovi metodi

Komponenta	V _{be} (cm ³ /mol)	V _b (cm ³ /mol)	V _r
C ₆ H ₅ Cl	115.00	115.57	-0.57
C ₆ H ₅ I	130.00	132.53	-2.53
CH ₄ O	42.50	35.25	7.25
C ₃ H ₈ O	81.80	80.84	0.96
C ₂ H ₆ O	63.80	65.06	-1.26
C ₅ H ₁₂ O	129.00	127.79	1.21
C ₃ H ₆ O	77.50	76.98	0.52
C ₂ H ₄ O ₂	64.10	62.38	1.72

137. Tlak propana po Dieterjevi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar	dp/bar
278.15	0.3474	0.3496	-.0022
283.15	0.3537	0.3559	-.0022
288.15	0.3600	0.3622	-.0022
293.15	0.3663	0.3685	-.0022
298.15	0.3726	0.3748	-.0022

303.15	0.3789	0.3811	-.0022
308.15	0.3852	0.3873	-.0022
313.15	0.3915	0.3936	-.0022
318.15	0.3978	0.3999	-.0022
323.15	0.4041	0.4062	-.0021

138. Nasicene molske prostornine kemijskih komponent po Hankinson-Brobst-Thomsonovi metodi

Komponenta	Vmnas/ (L/mol)
metan	0.057
etan	0.054
propan	0.069
n-butan	0.084
izobutan	0.086

139. Parni tlaki spojin po Wagnerjevi enacbi

Spojina	T/K	Pnas/bar
1-butin	350.	7.57
dietil eter	415.	15.37
piridin	603.	46.38
ciklopentan	473.	26.67
dietil keton	505.	16.63

140. Hitrost molekul plina CO₂ v odvisnosti od temperature

T/K	v/ (m/s)
263.	12.21
276.	12.50
288.	12.78
301.	13.05
313.	13.32
326.	13.58
338.	13.84
351.	14.09
363.	14.34

141. Tlak butana po Berthelotovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
293.	0.210	0.210
313.	0.224	0.224
333.	0.238	0.238
353.	0.253	0.253
373.	0.267	0.267
393.	0.281	0.281
413.	0.296	0.295
433.	0.310	0.310
453.	0.324	0.324
473.	0.339	0.338

142. Izracun konstant van der Waalsove enacbe plinov iz kritичnih pogojev

Plin	a/ (J ² /mol ² Pa)	b/ (J/mol Pa)
metan	2298157.8	43.0
etan	5573423.5	65.0
butan	13874162.0	116.3
pentan	19090402.0	144.8
heksan	24952232.0	175.2
heptan	31068708.0	204.9

143. Nasicene molske prostornine kemijskih komponent po Hankinson-Brobst-Thomsonovi metodi

Komponenta	Vmnas/ (L/mol)
------------	----------------

n-pentan	0.140
n-heksan	0.153
2-metil pentan	0.156
izooktan	0.189
n-nonane	0.200

144. Nasicena molska prostornina heksana po Bhirudovi metodi

T/K	V _{mnas} /(cm ³ /mol)
250.	124.15
270.	127.24
290.	130.52
310.	134.13
330.	138.23
350.	142.89
370.	148.13
390.	153.99

145. Tlak pentana po Redlich-Kwongovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	p _i /bar
30.	0.0115	0.0138
40.	0.0164	0.0184
50.	0.0212	0.0230
60.	0.0260	0.0277
70.	0.0307	0.0323
80.	0.0355	0.0369
90.	0.0401	0.0415
100.	0.0448	0.0461
110.	0.0495	0.0507
120.	0.0542	0.0553
130.	0.0588	0.0599
140.	0.0635	0.0645
150.	0.0681	0.0691

146. Nasicena molska prostornina naftalena po Hankinson-Brobst-Thomsonovi metodi

t(°C)	T/K	V _{mnas} /(L/mol)
40.	313.15	0.123
50.	323.15	0.124
60.	333.15	0.125
70.	343.15	0.126
80.	353.15	0.127
90.	363.15	0.128
100.	373.15	0.129
110.	383.15	0.130
120.	393.15	0.131
130.	403.15	0.132
140.	413.15	0.133
150.	423.15	0.135
160.	433.15	0.136
170.	443.15	0.137
180.	453.15	0.138
190.	463.15	0.140
200.	473.15	0.141

147. Acentricni faktorji kemijskih spojin po enacbi izpeljani iz Clapeyronove zveze za parni tlak

spojina	w _{exp}	w	razlika
CH ₄ O	0.556	0.574	0.018
C ₂ H ₆ O	0.200	0.202	0.002
NH ₃	0.250	0.271	0.021
CS ₂	0.109	0.110	0.001
CHCl ₃	0.218	0.222	0.004

148. Parni tlak 1-heksanola po Ambrose-Waltonovi metodi

T/K	$p_{\text{nas}}/\text{mbar}$
303.5	3.362
320.8	10.795
345.7	44.526
366.0	117.697
381.6	226.891
395.4	383.538
401.0	468.328
408.8	611.322
422.9	958.563

149. Tlak dusika po Lee-Edmisterjevi in splosni plinski enacbi

t/oC	T/K	p/bar	p_i/bar
300.0	573.2	4.545	4.536
310.0	583.2	4.624	4.615
320.0	593.2	4.703	4.694
330.0	603.2	4.783	4.774
340.0	613.2	4.862	4.853
350.0	623.2	4.942	4.932
360.0	633.2	5.021	5.011
370.0	643.2	5.101	5.090
380.0	653.2	5.180	5.169
390.0	663.2	5.260	5.248
400.0	673.2	5.339	5.328
410.0	683.2	5.419	5.407
420.0	693.2	5.498	5.486
430.0	703.2	5.578	5.565
440.0	713.2	5.657	5.644
450.0	723.2	5.736	5.723

150. Nasicene molske prostornine anilina po Spencer Dannerjevi modifikaciji Rackettove enacbe

t/oC	T/K	$V_{\text{m,nas}}/(\text{cm}^3/\text{mol})$
120.	393.15	96.11
140.	413.15	98.10
160.	433.15	100.25
180.	453.15	102.56
200.	473.15	105.06
220.	493.15	107.80
240.	513.15	110.82
260.	533.15	114.17
280.	553.15	117.94
300.	573.15	122.24
320.	593.15	127.25

151. Pretvorba temperature in izparilne toplote CF
- ₂
- Cl
- ₂
- v SI enote

T/K	$D_{\text{izpH}}/(\text{J}/\text{mol})$
233.15	20669.89
238.71	20437.02
244.26	20194.02
249.82	19940.90
255.37	19677.65
260.93	19399.22
266.48	19105.60
272.04	18801.86
277.59	18482.92
283.15	18143.74

152. Tlak CO
- ₂
- po Lee-Erbar-Edmisterjevi in splosni plinski enacbi

t/oC	T/K	p/bar	pi/bar
200.	473.15	8.455	8.426
210.	483.15	8.635	8.605
220.	493.15	8.815	8.783
230.	503.15	8.995	8.961
240.	513.15	9.175	9.139
250.	523.15	9.355	9.317
260.	533.15	9.534	9.495
270.	543.15	9.714	9.673
280.	553.15	9.894	9.851
290.	563.15	10.074	10.029
300.	573.15	10.254	10.207

153. Nasicene molske prostornine kemijskih komponent po Spencer Dannerjevi modifikaciji Rackettove enacbe

Komponenta	Vm _{nas} /(cm ³ /mol)
anilin	92.07
ciklopropan	83.17
etanol	56.93
toluen	115.36
ocetna kislina	73.20

154. Pretvorba enot za temperaturo in toplotno prevodnost v SI enote

T/K	lambda/(W/(m K))
233.15	0.0182
244.26	0.0192
255.37	0.0202
266.48	0.0213
277.59	0.0223
288.71	0.0233
299.82	0.0246
310.93	0.0258
322.04	0.0270

155. Molske prostornine kemijskih komponent pri normalni tocki vrenja po metodi Tyna in Calusa

KOMPONENTA	V _{be} (cm ³ /mol)	V _b (cm ³ /mol)	V _r
C ₂ H ₆ S	75.50	76.20	-0.70
C ₄ H ₁₀ S	118.00	119.51	-1.51
CCl ₂ O	69.50	69.70	-0.20
NH ₃	25.00	25.38	-0.38
Cl ₂	45.50	44.46	1.04
H ₂ O	18.70	19.76	-1.06
HCl	30.60	28.47	2.13
SO ₂	43.80	43.86	-0.06

156. Limitne molske prevodnosti elektrolitov po Kohlraushevem zakonu elektrolit

elektrolit	Limitna molska prevodnost elektrolita/(S cm ² /mol)
CH ₃ COONa	114.00
MgCl ₂	258.00
NaOH	272.00
MgSO ₄	266.00
Ca(OH) ₂	517.00

157. Tlak dusika po Martin-Erbar-Edmisterjevi in splosni plinski enacbi

t/oC	T/K	p/bar	pi/bar
0.	273.15	0.219	0.232
10.	283.15	0.227	0.240
20.	293.15	0.235	0.249

30.	303.15	0.243	0.257
40.	313.15	0.251	0.266
50.	323.15	0.259	0.274
60.	333.15	0.267	0.283
70.	343.15	0.275	0.291
80.	353.15	0.283	0.299
90.	363.15	0.291	0.308
100.	373.15	0.299	0.316

158. Nasicena molska prostornina toluena po OConnellovi modifikaciji Rackettove enacbe

t/oC	T/K	V _{mnas} /(cm ³ /mol)
80.00	353.15	19.26
85.00	358.15	20.46
90.00	363.15	21.66
95.00	368.15	22.86
100.00	373.15	24.06
105.00	378.15	25.26
110.00	383.15	26.46
115.00	388.15	27.66
120.00	393.15	28.86

159. Viskoznost tekočega propana v odvisnosti od temperature v SI enotah

t/oC	T/K	η /(Pa s)
-190.0	83.15	0.0138
-185.0	88.15	0.0088
-180.0	93.15	0.0059
-175.0	98.15	0.0043
-170.0	103.15	0.0032
-165.0	108.15	0.0025
-160.0	113.15	0.0020
-155.0	118.15	0.0016
-150.0	123.15	0.0013
-145.0	128.15	0.0011

160. Parni tlak broma po Antoinovi enacbi

T/K	p/bar
400.0	6.1276
425.0	10.0638
430.0	11.0266
460.0	18.2015
505.0	34.0880
510.0	36.2724
540.0	51.2660
550.0	57.0025

161. Tlak etana po van der Waalsovi enacbi stanja

t/oC	T/K	p/bar	ρ /bar
5.0	278.15	0.547	0.549
10.0	283.15	0.557	0.559
15.0	288.15	0.567	0.569
20.0	293.15	0.577	0.579
25.0	298.15	0.587	0.589
30.0	303.15	0.596	0.599
35.0	308.15	0.606	0.609
40.0	313.15	0.616	0.618

162. Nasicena molska prostornina n-pentana po Bhirudovi metodi

T/K	V _{mnas} /(cm ³ /mol)
300.	116.14
320.	120.26
340.	124.96

360.	130.24
380.	136.30
400.	143.72

163. Parni tlak fluorbenzena po Kirchoffovi enacbi

T/K	pnas/atm	pnas/bar
400.	3.03	3.07
415.	4.26	4.32
430.	5.85	5.93
445.	7.87	7.97
460.	10.37	10.51
475.	13.44	13.62
490.	17.14	17.36
505.	21.54	21.82
520.	26.72	27.07
535.	32.74	33.17
550.	39.68	40.21

164. Molska izparilna toplota kemijskih komponent pri normalni točki vrelišca po Riedelovi metodi

Komponenta	DizpHb/(J/mol)
voda	41960.91
amonijak	23847.78
ogljikov tetraklorid	29500.60
ogljikov disulfid	27527.01
silan	12535.59
diboran	15583.00

165. Tlak propana po Redlich-Kwong-Soaveovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
10.	0.0090	0.0189
30.	0.0477	0.0567
50.	0.0861	0.0945
70.	0.1244	0.1323
90.	0.1626	0.1701
110.	0.2007	0.2078
130.	0.2389	0.2456

166. Konstanti van der Waalsove enacbe plinov iz kritičnih pogojev

PLIN	a/ (bar (cm ³ /mol) ²)	b/ (cm ³ /mol)
Ar	1361687.9	32.2
C12	6351330.0	54.3
Br2	9788615.0	59.3
HCl	3699707.8	40.6
O3	3569130.3	48.7
CF4	2298157.8	43.0

167. Parni tlak furana po Cox-Antoinovi metodi

T/K	Pnas/atm	Pnas/bar
310.	1.20	1.21
315.	1.40	1.42
320.	1.63	1.65
325.	1.88	1.91
330.	2.17	2.19
335.	2.48	2.51
340.	2.83	2.87
345.	3.21	3.25
350.	3.63	3.68
355.	4.09	4.14
360.	4.59	4.65
365.	5.13	5.20

370.	5.72	5.80
375.	6.35	6.44
380.	7.04	7.13
385.	7.77	7.87
390.	8.55	8.67
395.	9.39	9.52
400.	10.29	10.42
405.	11.24	11.39
410.	12.25	12.41
415.	13.32	13.49
420.	14.45	14.64
425.	15.64	15.85
430.	16.90	17.13
435.	18.23	18.47
440.	19.62	19.88
445.	21.08	21.36
450.	22.61	22.91
455.	24.20	24.52
460.	25.87	26.22
465.	27.61	27.98
470.	29.43	29.82
475.	31.31	31.73
480.	33.27	33.71

168. Izobaricna toplotna kapaciteta butana po polinomni enacbi

T/K	Cp/(J/(mol K))
280.	93.5
293.	97.0
306.	100.4
319.	103.8
332.	107.2
345.	110.5
358.	113.8
371.	117.0
384.	120.2
397.	123.4
410.	126.5

169. Tlak broma po Peng-Robinsonovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
283.	6.6490	8.2394
293.	6.9627	8.5304
303.	7.2760	8.8214
313.	7.5890	9.1124
323.	7.9015	9.4033
333.	8.2136	9.6943
343.	8.5254	9.9853
353.	8.8369	10.2763
363.	9.1481	10.5673

170. Parni tlak glicerola po Cox-Antoinovi metodi

T/K	Pnas/atm	Pnas/bar
600.	4.21	4.27
613.	6.54	6.62
625.	9.94	10.08
638.	14.84	15.03
650.	21.75	22.04
663.	31.35	31.76
675.	44.49	45.08
688.	62.22	63.05
700.	85.84	86.98
713.	116.90	118.45

725. 157.28 159.37

171. Vrelisce kemijskih komponent pri normalnih pogojih po Edmisterjevi enacbi

Komponenta	Tb/K
butin	275.54
penten	302.21
stiren	418.54
anilin	455.61
fenol	452.92

172. Izobaricna toplotna kapaciteta plinov po polinomni enacbi

plin	T/K	Cp/(J/(mol K))
metan	150.	27.3
etan	250.	45.7
propan	333.	81.4
butan	385.	120.5
pentan	416.	161.8
heksan	495.	215.1
heptan	505.	253.1

173. Tlak oktana po Redlich-Kwongovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
30.	0.0052	0.0062
40.	0.0074	0.0083
50.	0.0096	0.0104
60.	0.0117	0.0125
70.	0.0139	0.0146
80.	0.0160	0.0166
90.	0.0181	0.0187
100.	0.0202	0.0208
110.	0.0223	0.0229
120.	0.0244	0.0250
130.	0.0265	0.0270
140.	0.0286	0.0291
150.	0.0307	0.0312

174. Nasicene molske prostornine cikloheksena po Spencer Dannerjevi modifikaciji Rackettove enacbe

T/K	V _{mnas} /(cm ³ /mol)
350.00	109.25
370.00	112.31
390.00	115.71
410.00	119.53
430.00	123.87
450.00	128.90
470.00	134.89
490.00	142.26
510.00	151.89
530.00	165.82
550.00	192.42

175. Parni tlak cikloheptana po Cox-Antoinovi metodi

T/K	p _{nas} /atm	p _{nas} /bar
400.	1.25	1.27
410.	1.60	1.63
420.	2.03	2.06
430.	2.54	2.58
440.	3.14	3.19
450.	3.85	3.90
460.	4.66	4.72

470.	5.59	5.67
480.	6.65	6.74
490.	7.85	7.96
500.	9.20	9.32
510.	10.70	10.84
520.	12.37	12.53
530.	14.20	14.39
540.	16.22	16.44
550.	18.43	18.67
560.	20.83	21.11
570.	23.43	23.74
580.	26.24	26.59
590.	29.26	29.65
600.	32.50	32.93

176. Molska izparilna toplota spojin po Chenovi metodi

spojina	DizpHb/ (J/ (mol))
eten	13468.3
formaldehid	23647.6
acetaldehid	27197.0
kloroform	29207.3
ciklopropan	19952.1
1-propanol	39687.7
furan	26645.7

177. Tlak butana po Lee-Edmisterjevi in splosni plinski enacbi

t/oC	T/K	p/bar	pi/bar
280.0	553.2	0.757	0.760
292.0	565.2	0.774	0.776
304.0	577.2	0.791	0.793
316.0	589.2	0.807	0.809
328.0	601.2	0.824	0.825
340.0	613.2	0.840	0.842
352.0	625.2	0.857	0.858
364.0	637.2	0.873	0.875
376.0	649.2	0.890	0.891
388.0	661.2	0.906	0.908
400.0	673.2	0.923	0.924

178. Izobaricna toplotna kapaciteta n-heptana po polinomni enacbi

T/K	Cp/ (J/ (mol K))
380.	203.3
400.	211.8
420.	220.1
440.	228.2
460.	236.1
480.	243.8
500.	251.3
520.	258.5
540.	265.6

179. Acentricni faktorji kemijskih komponent po Edmisterjevi enacbi

Formula	w	we	dw/%
C7H8	0.276	0.263	5.044
C6H7N	0.398	0.384	3.559
C6HF5	0.384	0.373	3.007
C6H5Cl	0.263	0.249	5.448
C6H6O	0.457	0.438	4.392
C8H10	0.323	0.310	4.058
C6H6	0.225	0.271	16.944

180. Parni tlak vode po Pitzerjevi metodi

T/K	pnas/mbar
290.	0.06
293.	0.07
296.	0.09
299.	0.11
302.	0.13
305.	0.16
308.	0.19
311.	0.22
314.	0.27
317.	0.32
320.	0.37
323.	0.44
326.	0.51
329.	0.60
332.	0.69
335.	0.80
338.	0.93
341.	1.07
344.	1.23
347.	1.41
350.	1.61

181. Tlak kisika po Lee-Erbar-Edmisterjevi in splosni plinski enacbi

t/oC	T/K	p/bar	pi/bar
300.	573.15	4.970	4.964
310.	583.15	5.057	5.050
320.	593.15	5.144	5.137
330.	603.15	5.231	5.224
340.	613.15	5.318	5.310
350.	623.15	5.405	5.397
360.	633.15	5.492	5.484
370.	643.15	5.579	5.570
380.	653.15	5.666	5.657
390.	663.15	5.753	5.743
400.	673.15	5.839	5.830

182. Nasicene molske prostornine benzena po OConnellovi modifikaciji Rackettove enacbe

t/oC	T/K	Vmnas/(cm ³ /mol)
360.00	633.15	74.63
370.00	643.15	76.69
380.00	653.15	78.75
390.00	663.15	80.81
400.00	673.15	82.87
410.00	683.15	84.93
420.00	693.15	86.99
430.00	703.15	89.05
440.00	713.15	91.10
450.00	723.15	93.16
460.00	733.15	95.22
470.00	743.15	97.28
480.00	753.15	99.33
490.00	763.15	101.39
500.00	773.15	103.45
510.00	783.15	105.50
520.00	793.15	107.56
530.00	803.15	109.61
540.00	813.15	111.67
550.00	823.15	113.72
560.00	833.15	115.78

183. Parni tlak 1-heptena po Riedel-Planck-Millerjevi metodi

T/K	pnas/atm	pnas/kPa
370.	0.12	11.89
375.	0.17	17.13
380.	0.24	24.16
385.	0.33	33.38
390.	0.45	45.23
395.	0.59	60.17
400.	0.78	78.69
405.	1.00	101.24
410.	1.27	128.29
415.	1.58	160.27
420.	1.95	197.54
425.	2.37	240.42
430.	2.85	289.19
435.	3.40	344.04
440.	4.00	405.08
445.	4.66	472.39
450.	5.39	545.97
455.	6.18	625.79
460.	7.02	711.76
465.	7.93	803.79
470.	8.90	901.77
475.	9.92	1005.59
480.	11.01	1115.16
485.	12.14	1230.45
490.	13.34	1351.46
495.	14.59	1478.25
500.	15.90	1610.96
505.	17.27	1749.83
510.	18.70	1895.20
515.	20.21	2047.51
520.	21.78	2207.35

184. Molska izparilna toplota spojin pri normalni točki vrelišca po Veterejevi metodi

komponenta	DizpHb/ (J/mol)
metan	8259.23
etan	14742.33
propan	18778.58
butan	22473.59
pentan	25826.01
heksan	28875.71

185. Tlak ciklopentana po Berthelotovi in splosni plinski enacbi

T/K	p/bar	pi/bar
623.	0.148	0.148
628.	0.149	0.149
633.	0.150	0.150
638.	0.151	0.151
643.	0.153	0.152
648.	0.154	0.154
653.	0.155	0.155
658.	0.156	0.156
663.	0.157	0.157
668.	0.158	0.158
673.	0.160	0.160
678.	0.161	0.161
683.	0.162	0.162

186. Izobaricna toplotna kapaciteta plinov po polinomni enacbi

plin	T/K	Cp/ (J/ (mol K))
toluen	475.	162.0
anilin	605.	194.1
pentaf	451.	194.6
klorob	610.	173.7
fenol	666.	193.6
o-ksil	610.	236.8
benzen	515.	139.9

187. Parni tlak ciklooktana po Pitzerjevi metodi

T/K	pnas/mbar
450.	54.38
465.	74.50
480.	99.79
495.	130.98
510.	168.88
525.	214.29
540.	268.08
555.	331.19
570.	404.65
585.	489.63
600.	587.52

188. Nasicene molske prostornine očetne kisline po Spencer Dannerjevi modifikaciji Rackettove enacbe

T/K	Vmnas/ (cm ³ /mol)
400.00	78.55
405.00	79.14
410.00	79.75
415.00	80.37
420.00	81.02
425.00	81.68
430.00	82.36
435.00	83.06
440.00	83.78
445.00	84.53
450.00	85.30
455.00	86.10
460.00	86.92
465.00	87.78
470.00	88.67
475.00	89.60
480.00	90.57
485.00	91.58
490.00	92.63
495.00	93.73
500.00	94.89

189. Tlak dekana po Wohlovi enacbi

T/K	p/kPa
500.	864.08
505.	907.14
510.	950.16
515.	993.14
520.	1036.08
525.	1078.97
530.	1121.81
535.	1164.58
540.	1207.30
545.	1249.96
550.	1292.55

555.	1335.08
560.	1377.54
565.	1419.93
570.	1462.24
575.	1504.49
580.	1546.65
585.	1588.75
590.	1630.76
595.	1672.70
600.	1714.57

190. Molska izparilna toplota pri normalni točki vrelišca po Giacalonejevi enacbi

Komponenta	DizpHb/ (J/mol)
toluen	33498.57
anilin	43353.88
pentafluorobenzen	32590.43
klorobenzen	35421.77
fenol	44904.93
o-ksilen	36968.67
benzen	30551.06

191. Parni tlak pentana po Pitzerjevi metodi

T/K	pnas/mbar
320.	42.74
327.	53.16
334.	65.41
341.	79.70
348.	96.22
355.	115.19
362.	136.80
369.	161.29
376.	188.86
383.	219.76
390.	254.23
397.	292.52
404.	334.90
411.	381.67
418.	433.14
425.	489.66
432.	551.62
439.	619.45
446.	693.64
453.	774.73
460.	863.37

192. Izobaricna toplotna kapaciteta n-oktana po polinomni enacbi

T/K	Cp/ (J/ (mol K))
400.	240.9
408.	244.7
416.	248.5
424.	252.2
432.	255.9
440.	259.6
448.	263.2
456.	266.7
464.	270.3
472.	273.8
480.	277.2
488.	280.6
496.	284.0
504.	287.4
512.	290.7

520.	293.9
528.	297.2
536.	300.4
544.	303.5
552.	306.7
560.	309.8

193. Tlak metanola po Beattie-Bridgemanovi enacbi stanja

T/K	p/Pa
450.	7505.5
455.	9704.1
460.	11866.8
465.	13994.9
470.	16090.0
475.	18153.5
480.	20186.6
485.	22190.6
490.	24166.8
495.	26116.1
500.	28039.8
505.	29938.7
510.	31813.9
515.	33666.3
520.	35496.7
525.	37306.0
530.	39095.0
535.	40864.4
540.	42614.9
545.	44347.3
550.	46062.2

194. Acentricni faktor kemijskih spojin po Clapeyronovih zvezah za parni tlak

Spojina	w(exp)	w(izracunan)	razlika
metan	0.011	0.009	-0.002
etan	0.099	0.106	0.007
propan	0.153	0.163	0.010
butan	0.199	0.211	0.012

195. Parni tlak oktana po Wagnerjevi enacbi

T/K	Pnas/bar
400.	1.05
406.	1.23
412.	1.44
418.	1.68
424.	1.94
430.	2.24
436.	2.57
442.	2.94
448.	3.34
454.	3.79
460.	4.28
466.	4.81
472.	5.40
478.	6.04
484.	6.73
490.	7.49
496.	8.31
502.	9.19
508.	10.14
514.	11.17
520.	12.28

526.	13.47
532.	14.74
538.	16.11
544.	17.58
550.	19.16

196. Hitrost molekul Ar, CO₂, Br₂, Cl₂ in F₂ pri temperaturi 0 °C

Plin	v/(m/s)
Ar	411.69
CO ₂	391.84
Br ₂	205.84
Cl ₂	309.01
F ₂	422.24

197. Izobaricna molska toplotna kapaciteta plinov po polinomni enacbi

plin	T/K	Cp/(J/(mol K))
brom	395.	36.7
klor	404.	35.3
fluor	114.	26.9
dusik	88.	30.2
kisik	100.	28.3
voda	612.	36.5

198. Tlak etina po Wohlovi enacbi

T/K	p/kPa
300.	5043.76
310.	5545.67
320.	6043.99
330.	6538.64
340.	7029.62
350.	7516.96
360.	8000.73
370.	8480.99
380.	8957.84
390.	9431.38
400.	9901.72
410.	10368.96
420.	10833.22
430.	11294.60
440.	11753.22
450.	12209.18
460.	12662.59
470.	13113.54
480.	13562.14
490.	14008.47
500.	14452.64

199. Molske izparilne toplote kemijskih komponent pri normalni točki vrelišča po Klein-Fichtinejevi metodi

Komponenta	DizpHb/(J/mol)
toluen	33645.44
anilin	44044.39
klorobenzen	35667.05
fenol	45838.28
o-ksilen	37078.36
benzen	30791.72

200. Tlak heptana po van der Waalsovi in splosni plinski enacbi

t/°C	T/K	p/bar	pi/bar
15.0	288.15	0.314	0.319
20.0	293.15	0.320	0.324

25.0	298.15	0.325	0.330
30.0	303.15	0.331	0.335
35.0	308.15	0.336	0.341
40.0	313.15	0.342	0.346
45.0	318.15	0.347	0.352
50.0	323.15	0.353	0.357

