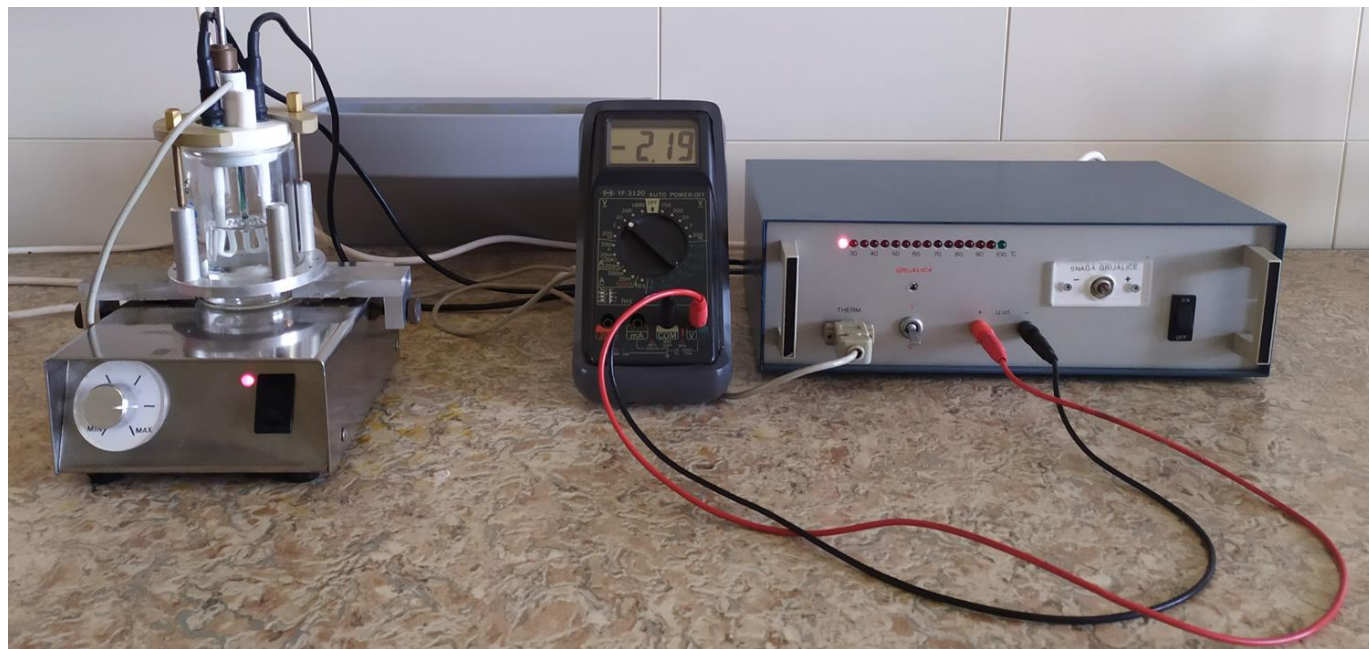


## POKUS: Neuhvatljiva *Aqua Vitae*

**Cilj pokusa:** Na temelju pokusa odrediti sastav otopine etanola (uzorka) te pripremiti otopinu etanola zadane koncentracije.

**Pribor:** aparatura za određivanje vrelišta tekućine, pipeta, vaga i čaša.

**Kemikalije:** otopina etanola i destilirana voda.



Na slici je aparatura kojom se određuje temperatura vrenja ili vrelište otopine. U izoliranoj staklenoj reakcijskoj posudi nalazi se otopina kojoj se mjeri temperatura vrenja. Za razliku od klasične aparature s analognim termometrom i kapilalom, s pomoću ove aparature moguće je mjeriti **promjene temperature vrenja** nakon više uzastopnih dodataka neke komponente smjese (u ovom slučaju etanola u smjesu etanola i vode). Aparatura je konstruirana tako da se sastav otopine ne mijenja tijekom vrenja unatoč isparavanju jer se tijekom vrenja para kondenzira u cjevčici za hlađenje i vraća u otopinu.

U otopinu je uronjen grijač i termistor (termistor je elektronička komponenta osjetljiva na temperaturu). Grijač i termistor spojeni su na elektronički kontrolni sklop i voltmetar s kojeg se očitava napon. Otopina se stalno miješa s pomoću magnetske mješalice.

Očitani napon i temperatura povezani su jednadžbom:

$$U = a \times t_v + b.$$

Mjerenje temperature vrenja temelji se na grijanju otopine (uzorka) dok ne zavrije, nakon čega se očitava napon na termistoru koji se zatim preračuna u temperaturu (vrelište). Grijač se isključi i kada se otopina ohladi, doda se nova količina etanola nakon čega se ponovno uključi grijač i odredi se nova temperatura vrenja. Postupak se može ponavljati dok se reakcijska posuda ne napuni.

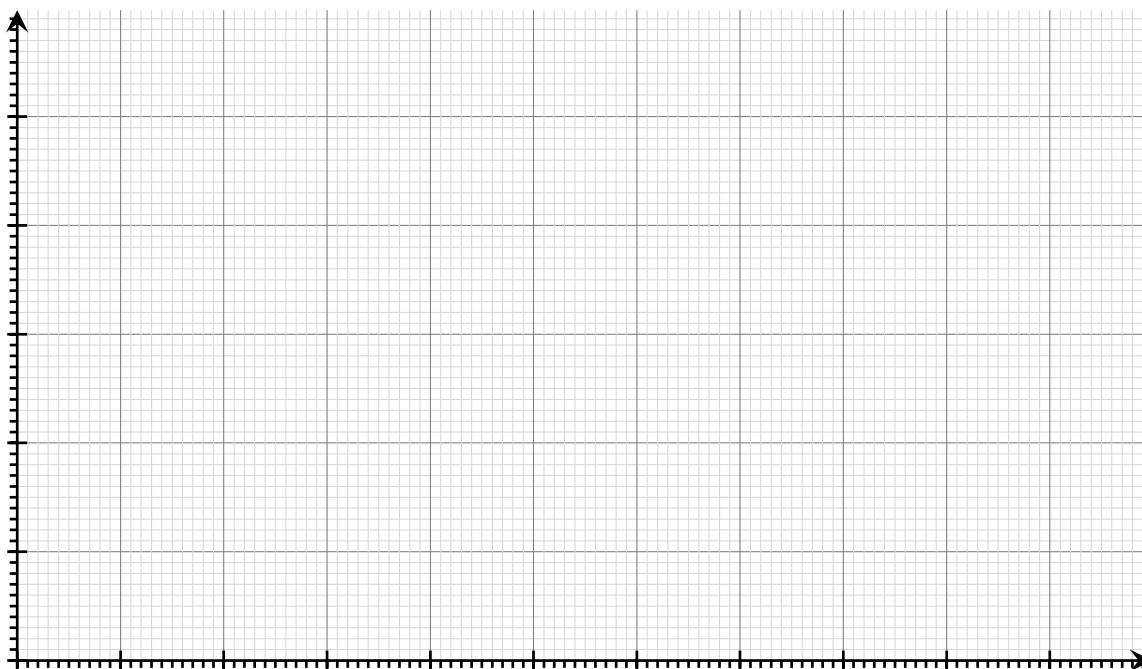
Izraz za izračun napona u temperaturu može se dobiti baždarenjem u dvije dobro definirane točke. Za prvu se točku može koristiti smjesa leda i vode ( $t = 0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), a za drugu točku uzavrela destilirana voda ( $t = 100,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). U zadanom intervalu  $0 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  **napon na termistoru linearno se mijenja s temperaturom**.

**ZADATAK 1.**

Baždarenjem termistora s dvjema temperaturama dobiveni su sljedeći naponi.

otopina	$t_v / ^\circ\text{C}$	$U / \text{V}$
smjesa leda i vode	0,0	0,075 V
uzavrela destilirana voda	100,0	0,260 V

- 1.a)** Koristeći se podacima iz tablice, konstruiraj baždarni pravac, odredi nagib pravca, odsječak na osi y (napon) i napiši jednadžbu pravca.

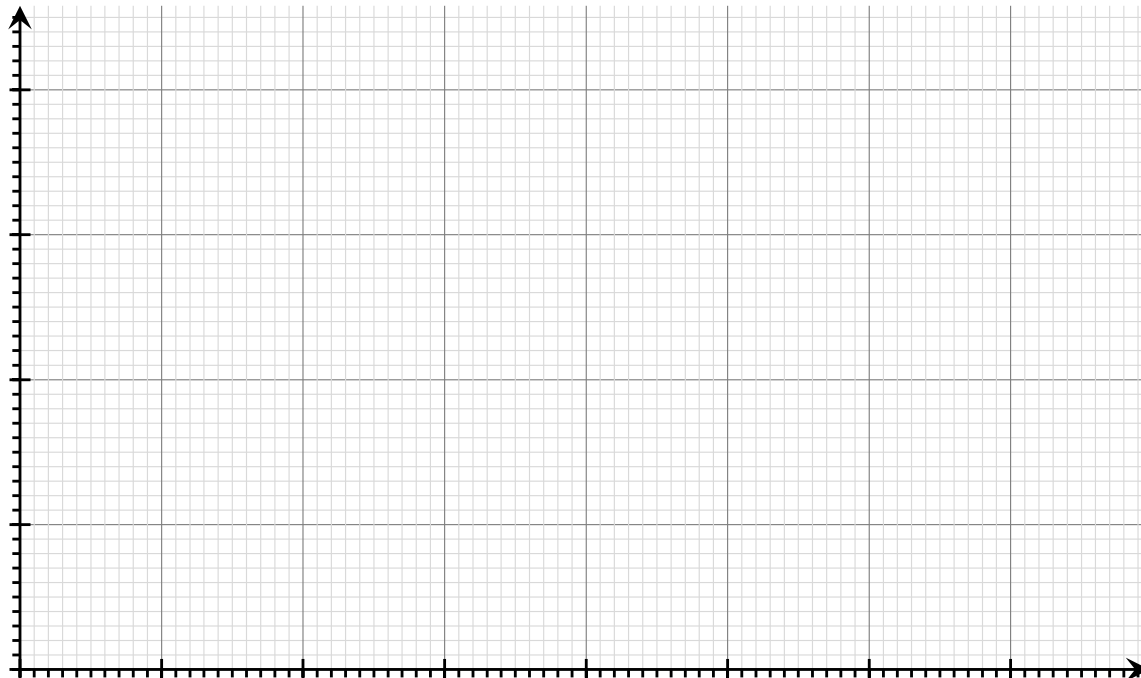


- 1.b)** Napiši matematički izraz za preračunavanje **napona u temperaturu**.

U istoj je aparaturi izmjerena temperatura vrenja za niz otopina različitog masenog udjela etanola u vodi tako da je u početnih 20 g destilirane vode pet puta uzastopno dodano po 2 g čistog (100 %) etanola. Nakon svakog dodatka otopina je zagrijana do vrenja nakon čega je izmjeren napon na termistoru. Dobiveni su podatci upisani u tablicu.

$m(\text{etanol}) / \text{g}$ (ukupno dodani etanol)	$U / \text{V}$	$t_v / ^\circ\text{C}$	$w / \%$
0,0	0,260		
2,0	0,245		
4,0	0,237		
6,0	0,232		
8,0	0,230		
10,0	0,228		

- 1.c) S pomoću jednadžbe dobivene u zadatku 1.b) preračunaj dobivene napone u temperature te ih upiši na odgovarajuća mjesta u tablicu.
- 1.d) Za svaku točku vrenja izračunaj sastav otopine izražen kao maseni udio etanola u vodi i dobivene vrijednosti upiši na odgovarajuća mjesta u tablicu.
- 1.e) Nacrtaj eksperimentalno dobiveni dijagram ovisnosti temperature vrenja o sastavu otopine.



- 1.f)** Objasni ukratko kako temperatura vrenja ovisi o sastavu smjese etanola i vode. Matematički opiši dobivenu funkciju.

---

---

**ZADATAK 2.**

Istom aparaturom određena je temperatura vrenja smjese etanola i vode nepoznatog masenog udjela etanola. Tijekom vrenja izmjeren je napon na termistoru,  $U = 0,234 \text{ V}$ .

- 2.a)** Upotrebom eksperimentalnih podataka izračunaj temperaturu vrenja otopine nepoznatog sastava.

- 2.b)** Iz grafičkog prikaza u zadatku 1.e) očitaj maseni udio etanola u nepoznatoj otopini.

---

**2.c)** Smjese etanola i vode često se izražavaju u  $\sigma$  / vol% odnosno volumnim postotcima [engl. *ABV = Alcohol by volume*]. Smjese etanola i vode su neidealne jer volumen smjese nije jednak zbroju volumena etanola i vode.

$$\sigma(\text{etanol}) / \text{vol\%} = \frac{V(\text{etanol})}{V(\text{smjese nakon miješanja})} \neq \frac{V(\text{etanol})}{V(\text{etanol}) + V(\text{voda})}$$

Pretvaranje masenog udjela u vol% izvodi se s pomoću tablica, poput ove priložene. Izrazi sastav zadane nepoznate otopine u vol% etanola u vodi.

w(etanol) / %	$\sigma$ / vol%	w(etanol) / %	$\sigma$ / vol%	w(etanol) / %	$\sigma$ / vol%
0	0	34	40,7	68	75,1
1	1,3	35	41,9	69	76
2	2,5	36	43	70	76,9
3	3,8	37	44,1	71	77,8
4	5	38	45,2	72	78,6
5	6,2	39	46,3	73	79,5
6	7,5	40	47,4	74	80,4
7	8,7	43	50,6	75	81,2
8	10	44	51,6	76	82,1
9	11,2	45	52,6	77	83
10	12,4	46	53,7	78	83,8
11	13,6	47	54,7	79	84,6
12	14,8	48	55,8	80	85,4
13	16,1	49	56,8	81	86,2
14	17,3	50	57,8	82	87,1
15	18,5	51	58,8	83	87,9
16	19,7	41	48,43	84	88,7
17	20,9	42	49,51	85	89,5
18	22,1	52	59,8	86	90,2
19	23,3	53	60,8	87	91
20	24,5	54	61,8	88	91,8
21	25,7	55	62,8	89	92,5
22	26,9	56	63,8	90	93,2
23	28,1	57	64,8	91	94
24	29,2	58	65,8	92	94,7
25	30,4	59	66,8	93	95,4
26	31,6	60	67,7	94	96,1
27	32,7	61	68,6	95	96,7
28	33,9	62	69,6	96	97,4
29	35,1	63	70,5	97	98,1
30	36,2	64	71,5	98	98,7
31	37,4	65	72,4	99	99,3
32	38,5	66	73,3	100	100
33	39,6	67	74,2		

- 2.d)** Na raspolaganju imaš etanol masenog udjela  $w = 100\%$  i destiliranu vodu, izračunaj točne volumene etanola i vode koji miješanjem daju 100 mL otopine etanola volumne koncentracije  $\sigma(\text{etanol}) = 36,2\text{ vol\%}$ . U tablici su navedene gustoće smjese etanola i vode različitih volumnih koncentracija pri  $25\text{ }^\circ\text{C}$ .

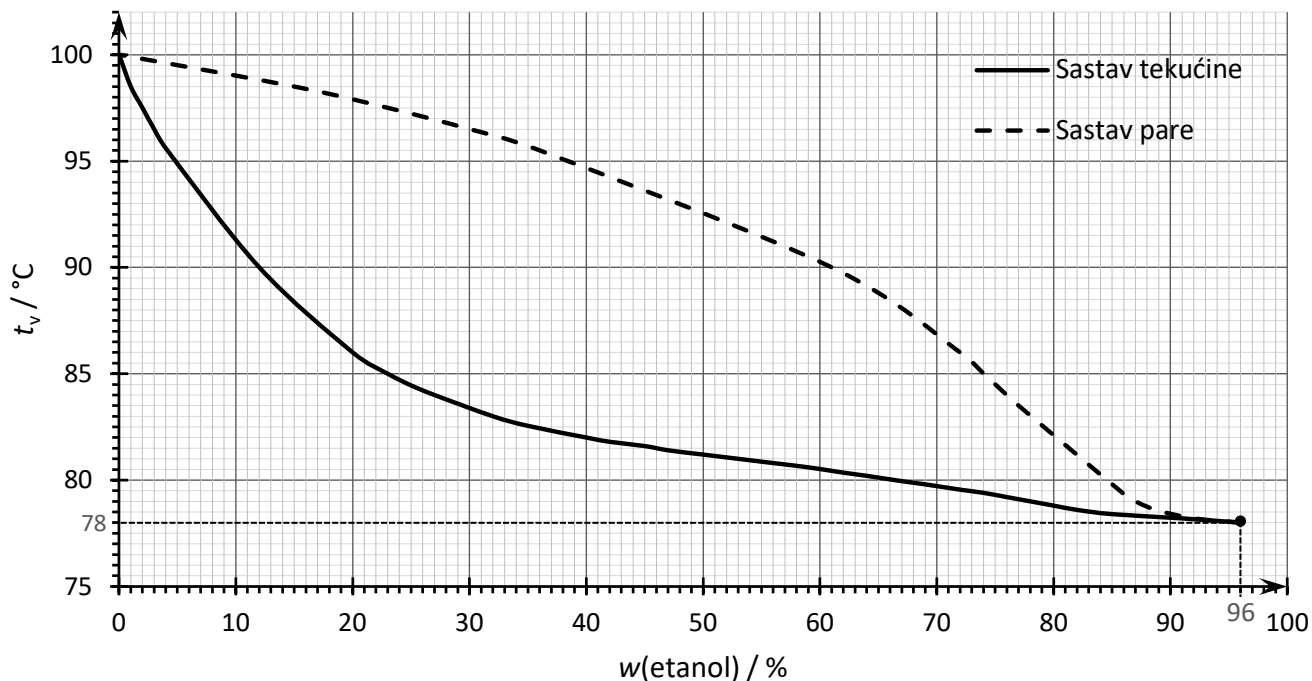
$w(\text{etanol}) / \%$	$\rho / \text{g cm}^{-3}$	$w(\text{etanol}) / \%$	$\rho / \text{g cm}^{-3}$
0	0,99705	55	0,89847
5	0,98814	60	0,88696
10	0,98040	65	0,87524
15	0,97331	70	0,86337
20	0,96636	75	0,85131
25	0,95892	80	0,83908
30	0,95064	85	0,82658
35	0,94143	90	0,81360
40	0,93145	95	0,79989
45	0,92082	100	0,78504
50	0,90982		

- 2.e)** Zaokruži slova ispred tvrdnji koje opisuju pravilan postupak pripreme navedene otopine.

- a) Odvagnuti izračunate mase etanola ( $w = 100\%$ ) i vode pa tako odvagane komponente pomiješati.
- b) Menzurom odmjeriti 100 mL vode pa u taj volumen dodati izračunatu masu etanola.
- c) Odvagnuti izračunatu masu etanola ( $w = 100\%$ ) u odmjernu tikvicu od 100 mL, zatim tikvicu dopuniti destiliranom vodom do 100 mL.
- d) Odmjeriti volumen etanola menzurom pa ga dodati u odvagnutih 100 g vode.
- e) Pomiješati izračunatu masu etanola ( $w = 100\%$ ) i 100 g vode.
- f) Izračunati volumene etanola ( $w = 100\%$ ) i vode pa ih odmjeriti biretom i pomiješati.

**ZADATAK 3.**

Fazni dijagram opisuje ovisnost temperature vrenja o sastavu otopine te sastav pare iznad iste otopine u temperaturi vrenja. Služeći se faznim dijagramom, dijagramom ovisnosti vrelišta o sastavu otopine etanola u vodi, odgovori na sljedeća pitanja.



**3.a)** Procijeni temperaturu vrenja otopine etanola volumne koncentracije 38,5 vol%.

---

**3.b)** Na temelju prikaza faznog dijagrama odredi sastav smjese etanola i vode koja vrije pri 90 °C. Odredi sastav para iznad zagrijavane otopine pri temperaturi vrenja. Sastav izrazi masenim udjelom.

---

**3.c)** Objasni zašto se destilacijom smjese etanola i vode ne može dobiti destilat s udjelom etanola većim od 96 %.

---

**ZADATAK 4.**

Ako je tvrdnja točna, zaokruži slovo **T**. Ako je tvrdnja netočna, zaokruži slovo **N**.

Etanol se miješa s vodom u svim omjerima.

**T**      **N**

Destilacijom 96 % etanola može se dobiti 99 % etanol.

**T**      **N**

100 % etanol je pri 101 325 Pa i 25 °C u plinovitom stanju.

**T**      **N**

Smjesa etanola i vode u svim omjerima ima niži tlak para od čiste vode.

**T**      **N**

**ZADATAK 5.**

Zaokruži slova ispod piktoograma koji se odnose na 96 % etanol.



**A**



**B**



**C**



**D**



**E**

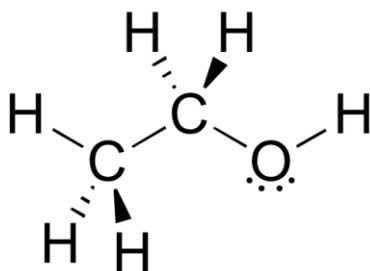
**ZADATAK 6.**

Napiši jednadžbu kemijske reakcije gorenja etanola uz navođenje agregacijskih stanja. Izračunaj masu  $\text{CO}_2$  koja se dobije izgaranjem 100,0 mL otopine etanola masenog udjela etanola u vodi  $w(\text{etanol}) = 75\%$ .



**ZADATAK 7.**

Prikaži interakcije između prikazane molekule etanola i dvije molekule vode tako da molekule vode prikažeš Lewisovim strukturnim formulama, poštujući njihovu prostornu građu.



1. stranica	2. stranica	3. stranica	4. stranica	5. stranica		
<div style="background-color: #cccccc; width: 40px; height: 40px;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px;"></div>
6. stranica	7. stranica	8. stranica	9. stranica	<b>Ukupni bodovi</b>		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px;"></div>	=	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center; margin-left: 5px;"><b>40</b></div> </div>