

**Pavadinimas** Vandens joninė sandauga ir pH.

**Dalykas** Chemija

**Klasė** IV gimnazijos

**Pasiekimų sritis**

Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A),

Gamtamokslinis komunikavimas (B),

Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D),

**Mokymo(si) turinio tema** Vandens joninė sandauga, pH.

**Ilgalaikio plano dalis** Elektrolitinė disociacija ir jonizacija

**Valandų skaičius nurodytas ilgalaikiame plane** 1

**Mokymosi uždaviniai (pamatuojami) ir vertinimo kriterijai**

1. Nurodo terpės jonus ir paaiškina, kaip nuo jų koncentracijų santykio priklauso tirpalo terpė ir pH.
2. Apibrėžia, kas yra vandens joninė sandauga ir kokia jos skaičiavimo formulė.
3. Nurodo, kad vandens joninės sandaugos vertė ir terpės jonų koncentracijų santykis priklauso nuo temperatūros.

**Galimi mokymo(si) metodai, siūloma veikla**

Prisiminti su mokiniais dažniausiai naudojamų indikatorių (lakmuso, metiloranžinio, fenolftaleino, universalus) spalvas. Praktiškai pademonstruoti indikatorių spalvos pokytį skirtingos terpės tirpaluose.

Jei kabinete yra pH daviklis – pademonstruoti, kaip pH vertė kinta kambario temperatūros ir karštame distiliuotame vandenyje.

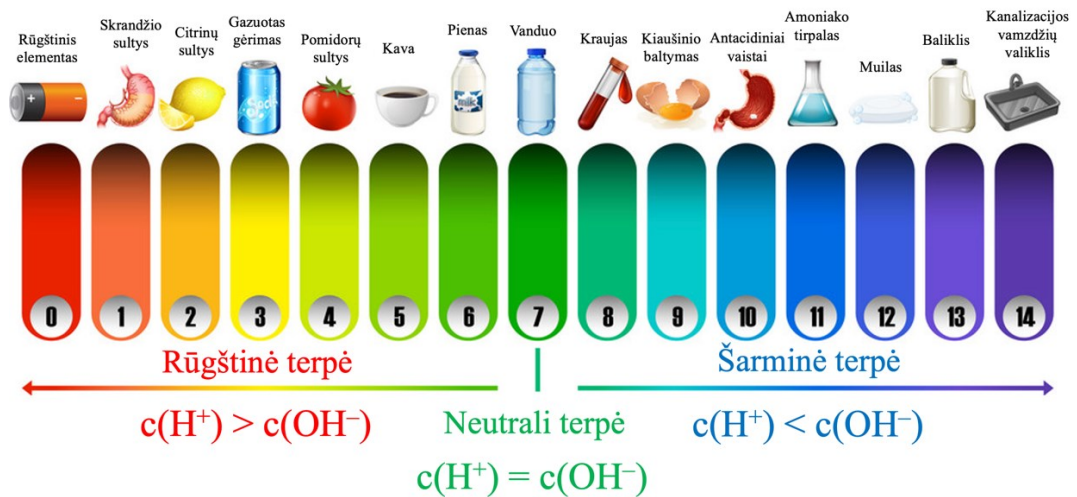
**Mokymui(si) skirtas turinys, pateikiamas tekstu, vaizdu, su nuorodomis ir pan.**

### Tirpalų terpės ir pH

Išskiriamos trys tirpalų terpės: rūgštinė, šarminė ir neutrali.

Yra du terpės jonai, kurių koncentracijų santykis nulemia tirpalo terpę: vandenilio jonas  $H^+$  ir hidroksido jonas  $OH^-$ . Jeigu tirpale yra didesnė  $c(H^+)$ , tirpalo terpė yra rūgštinė; jeigu didesnė  $c(OH^-)$  – terpė šarminė. Jeigu terpės jonų koncentracijos lygios – terpė neutrali.

Tirpalų terpė siejasi su pH skale:



Tirpalų terpę galima nustatyti indikatoriais, kurie keičia savo spalvą skirtingos terpės tirpaluose.

Indikatorius	Rūgštinė terpė	Indikatoriaus tirpalo spalva	Šarminė terpė
Lakmusas	Raudonas	Violetinis	Mėlynas
Fenoltaleinas	Bespalvis	Bespalvis	Avietinis
Metiloranžinis	Raudonas	Oranžinis	Geltonas

Universalaus indikatoriaus spalvų paletė leidžia apytiksliai nustatyti tirpalo pH vertę.



**pH yra vandenilio jonų rodiklis arba vandenilio potencialas**, kuris yra apskaičiuojama pagal formulę:

$$pH = -\log_{10}c(H^+)$$

Skaičiuojant vandenilio jonų molinę koncentraciją iš pH, taikoma formulė:

$$c(H^+) = 10^{-pH}$$

**Pavyzdys 1**

Apskaičiuokite tirpalo pH, jei  $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol/L}$ .

$$\text{pH} = -\log_{10} 10^{-5} = -(-5) = 5$$

Kaip matyti iš 1 pavyzdžio, jei traukiame logaritmą iš 10 neigiamu laipsniu, atsakymas yra laipsnio skaitmuo be minuso ženklo.

**Pavyzdys 2**

Apskaičiuokite tirpalo pH, jei  $c(\text{H}^+) = 0,0035 \text{ mol/L}$ .

$$\text{pH} = -\log_{10} 0,0035 = -(-2,46) = 2,46$$

**Pavyzdys 3**

Apskaičiuokite  $c(\text{H}^+)$ , jei tirpalo  $\text{pH} = 11$ .

$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-11} \text{ mol/L}$$

**Pavyzdys 4**

Apskaičiuokite  $c(\text{H}^+)$ , jei tirpalo  $\text{pH} = 8,5$ .

$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-8,5} = 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ mol/L}$$

Kuo didesnė vandenilio jonų molinė koncentracija, tuo mažesnė pH vertė. Buityje naudojamų skysčių pH dažniausiai būna 0–14 verčių ribose, bet chemijos kabinete yra tirpalų, kurių pH yra mažesnis už 0 ar didesnis už 14.

**Pavyzdys 5**

Apskaičiuokite tirpalo pH, jei  $c(\text{H}^+) = 9,0 \text{ mol/L}$ .

$$\text{pH} = -\log_{10} 9,0 = -0,95.$$

Skaičiuojant šarminių tirpalų pH, patogiau naudotis pOH skaičiavimo formule:

$$\text{pOH} = -\log_{10} c(\text{OH}^-)$$

Skaičiuojant hidroksido jonų molinę koncentraciją iš pOH, taikoma formulė:

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}}$$

pH ir pOH sieja formulė:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

„p“ raidė prieš H ar OH reiškia, kad apskaičiuotas atitinkamo terpės jono molinės koncentracijos neigiamas dešimtainis logaritmas.

**Pavyzdys 6**

Apskaičiuokite tirpalo pH, jei  $c(\text{OH}^-) = 10^{-4} \text{ mol/L}$ .

$$\text{pOH} = -\log_{10} 10^{-4} = -(-4) = 4$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 4 = 10$$

**Pavyzdys 7**

Apskaičiuokite  $c(\text{OH}^-)$ , jei tirpalo  $\text{pH} = 9$ .

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 9 = 5$$

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-5} \text{ mol/L}$$

**Pavyzdys 8**

Apskaičiuokite  $c(\text{H}^+)$ , jei tirpalo  $\text{pOH} = 11$ .

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 11 = 3$$

$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$\text{pH}$  yra labai svarbus rodiklis maisto pramonėje, farmacijoje, medicinoje ir kitose srityse.

**pH naudojimas pramonėje ir kitose srityse:****1. Maisto ir gėrimų pramonė:**

- **Konservavimas:**  $\text{pH}$  yra svarbus maisto produktų konservavimui. Rūgštinė terpė (žemas  $\text{pH}$ ) stabdo bakterijų dauginimąsi, todėl tokiuose produktuose kaip marinuoti agurkai, uogienės ar fermentuoti produktai (pvz., jogurtas, rauginti kopūstai) rūgštis padeda išlaikyti ilgesnį vartoti laiką.
- **Skonis ir kokybė:**  $\text{pH}$  lemia maisto ir gėrimų skonį. Pavyzdžiui, gėrimų (limonadų, vaisių sulčių) rūgštumas arba šarmingumas tiesiogiai veikia skonio suvokimą.

**2. Farmacija ir medicina:**

- **Vaistų gamyba:**  $\text{pH}$  reguliavimas yra svarbus vaistų stabilumui ir veiksmingumui.
- **Organizmo skysčių pH:** kraujo  $\text{pH}$  turi būti griežtai reguliuojamas (apie 7,35–7,45) – net mažas  $\text{pH}$  nukrypimas gali sukelti rimtų sveikatos problemų. Medicinoje  $\text{pH}$  vertė yra naudojama analizuojant paciento kraujo ar šlapimo būklę, siekiant įvertinti metabolinius sutrikimus ar infekcijas.
- **Odos priežiūra:** daugelis kosmetikos produktų turi tam tikrą  $\text{pH}$ , atitinkantį natūralų odos rūgštinį sluoksnį (apie  $\text{pH}$  5,5), siekiant apsaugoti nuo dirginimo ir išlaikyti odos apsauginį barjerą.

**3. Aplinkos apsauga:**

- **Vandens valymas:**  $\text{pH}$  reguliavimas yra svarbus, kad tiekiamas vanduo būtų tinkamos kokybės. Vandens valymo įrenginiuose  $\text{pH}$  reguliuojamas taip, kad būtų išvengta vamzdžių korozijos ir užtikrintas bakterijų bei kitų teršalų pašalinimas. Geriamojo vandens  $\text{pH}$  turi būti apie 6,5–8,5.
- **Rūgštūs krituliai:** rūgštusis lietus (krituliai, kurių  $\text{pH}$  mažesnis nei 5,6) gali sukelti aplinkos žalą, pvz., rūgštinti vandens telkinius ar dirvožemį. Stebint  $\text{pH}$  lygį, galima įvertinti rūgščių kritulių poveikį ir ieškoti būdų jiems sumažinti.

#### 4. Žemės ūkis:

- **Dirvožemio pH:** nuo dirvožemio pH priklauso augalų augimas ir augalų maistinių medžiagų prieinamumas. Rūgštus ar šarminis dirvožemis gali trukdyti augalams įsisavinti būtinas medžiagas, todėl dirvožemio pH koreguojamas kalkinant (jei per rūgštus) arba naudojant rūgštinius trąšų priedus (jei per šarminis).
- **Trąšų efektyvumas:** trąšų sudėtis ir veiksmingumas taip pat priklauso nuo dirvožemio pH. Todėl ūkininkai reguliariai atlieka dirvožemio pH tyrimus, siekdami optimizuoti derlių.

#### 5. Cheminė pramonė:

- **Cheminės reakcijos:** pH yra svarbus rodiklis daugelyje cheminių procesų. Rūgštys ir šarmai naudojami kaip reagentai arba katalizatoriai reakcijose, kur pH gali lemti reakcijų greitį ir produktų cheminę sudėtį.
- **Šalinimo procesai:** daugelyje pramoninių procesų (pvz., nuotekų valymo) rūgštinės ar šarminės medžiagos naudojamos kenksmingų teršalų neutralizavimui.

#### 6. Baseinų ir SPA priežiūra:

- **Vandens kokybė:** pH yra svarbus baseinų ir SPA vandens rodiklis. Idealus baseino vandens pH yra 7,2–7,8 – tokioje terpėje efektyviai veikia dezinfekcinės medžiagos, tokios kaip chloras, ir išvengiama odos ar akių dirginimo.

#### 7. Kosmetikos pramonė:

- **Odos priežiūros produktai:** daugelis kosmetikos gaminių yra gaminami taip, kad atitiktų odos pH. Normalus odos pH yra šiek tiek rūgštinis, apie 4,7–5,5. Jei produktas per daug šarminis, jis gali pažeisti apsauginį odos barjerą, sukelti sausumą ar dirginimą.

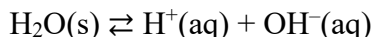
#### 8. Tekstilės pramonė:

- **Audinių dažymas:** tekstilės dažymo procese pH yra svarbus dažų fiksavimui ant audinio. Skirtingų medžiagų dažymas reikalauja skirtingų pH verčių, kad spalvos būtų ilgaamžės ir tolygiai pasiskirstytų ant medžiagos.
- **Medžiagų apdorojimas:** įvairių pluoštų (pvz., vilnos, medvilnės) apdorojimo procesai reikalauja tinkamo pH, kad būtų išsaugota jų kokybė ir išvengta medžiagos pažeidimų.

pH yra neatsiejama daugelio pramoninių ir kasdieninių procesų dalis, todėl jo reguliavimas ir stebėjimas yra būtinas siekiant optimizuoti kokybę, efektyvumą ir saugumą.

### Vandens joninė sandauga $K_w$

Grynas vanduo iš dalies jonizuojasi į vandenilio jonus  $H^+$  (arba  $H_3O^+$ , oksonio joną) ir hidroksido jonus  $OH^-$ :



Jonizacijos metu susidaro labai maža  $H^+$  ir  $OH^-$  jonų koncentracija, bet šis procesas yra esminis gryno vandens pH nustatymui.

**Vandens joninė sandauga ( $K_w$ )** yra vandenilio jonų molinės koncentracijos ( $H^+$ ) ir hidroksido jonų molinės koncentracijos ( $OH^-$ ) sandauga, esant tam tikrai temperatūrai:

$$K_w = c(H^+) \cdot c(OH^-) \text{ arba } K_w = [H^+] \cdot [OH^-]$$

**25 °C temperatūroje** vandens joninė sandauga lygi:

$$K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2/L^2 \text{ arba } K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2/dm^6$$

Apskaičiavus vandens joninės sandaugos formulės narių logaritmus, gauname formulę:

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

Kur:

$$pK_w = -\log_{10} K_w$$

$$pH = -\log_{10} c(H^+)$$

$$pOH = -\log_{10} c(OH^-)$$

**Vandens joninė sandauga priklauso nuo temperatūros.** Esant aukštesnei temperatūrai, daugiau vandens molekulių jonizuojasi, todėl  $K_w$  vertė didėja:

Temperatūra, °C	$K_w$ , mol <sup>2</sup> /L <sup>2</sup>	pH	pOH
0	$0,144 \cdot 10^{-14}$	7,47	7,47
10	$0,293 \cdot 10^{-14}$	7,27	7,27
20	$0,681 \cdot 10^{-14}$	7,08	7,08
25	$1,008 \cdot 10^{-14}$	7,00	7,00
30	$1,471 \cdot 10^{-14}$	6,92	6,92
40	$2,916 \cdot 10^{-14}$	6,77	6,77
50	$5,476 \cdot 10^{-14}$	6,63	6,63
100	$51,3 \cdot 10^{-14}$	6,14	6,14

Keičiantis temperatūrai, keičiasi pH reikšmės neutralioje terpėje – aukštesnėje temperatūroje gryno vandens pH bus mažesnis nei 7. Jei pH mažėja, kylant temperatūrai, tai nereiškia, kad aukštesnėje temperatūroje vanduo tampa rūgštesnis. Tirpalas yra rūgštinis, jei vandenilio jonų

koncentracija viršija hidroksido jonų koncentraciją. Gryno vandens atveju vandenilio jonų ir hidroksido jonų koncentracijos visada yra lygios, todėl vanduo vis tiek yra neutralus, net jei jo pH vertė pasikeičia.

Yra įprasta teigti, kad gryno vandens  $\text{pH} = 7$ , todėl keistai atrodo kintančios nuo temperatūros pH vertės. Svarbu prisiminti, kad neutralią gryno vandens pH vertę reikia apskaičiuoti iš  $K_w$ . Jei pasikeičia vandens jonizacijos laipsnis – pasikeičia terpės jonų koncentracijos – pasikeičia vandens joninės sandaugos vertė; o tai reiškia, kad pasikeičia ir neutrali pH vertė.

Esant  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , gryno vandens pH yra 6,14 – tai yra „neutrali“ pH vertė skalėje, esant šiai temperatūrai. Tirpalas, kurio pH šioje temperatūroje yra 7,0, yra šiek tiek šarminis, nes jo pH yra šiek tiek didesnis nei neutralioji vertė 6,14. Tokiame tirpale  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ . Panašiai, tirpalas, kurio pH = 7, esant  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , yra šiek tiek rūgštinis, nes jo pH yra šiek tiek mažesnis nei neutrali vertė 7,47 šioje temperatūroje. Tokiame tirpale  $c(\text{OH}^-) < c(\text{H}^+)$ .

Vandens joninę sandaugą galima taikyti, siekiant surasti terpės jonų koncentracijas vandeniniuose tirpaluose. Rūgščiuose tirpaluose vandenilio jonų koncentracija  $c(\text{H}^+)$  didesnė už hidroksido jonų koncentraciją  $c(\text{OH}^-)$ , bet jų sandauga  $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$  išlieka pastovi, jei nesikeičia temperatūra.

### Pavyzdys 1

Apskaičiuokite  $c(\text{H}^+)$ , jei  $c(\text{OH}^-) = 10^{-5}\text{ mol/L}$ , esant  $25\text{ }^\circ\text{C}$  temperatūrai.

$$K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14}\text{ mol}^2/\text{L}^2\text{ (}25\text{ }^\circ\text{C)}$$

$$c(\text{H}^+) = \frac{10^{-14}\text{ mol}^2/\text{L}^2}{10^{-5}\text{ mol/L}} = 10^{-9}\text{ mol/L}$$

### Pavyzdys 2

Apskaičiuokite distiliuoto vandens  $c(\text{OH}^-)$ , jei  $c(\text{H}^+) = 6,5 \cdot 10^{-3}\text{ mol/L}$ , esant  $25\text{ }^\circ\text{C}$  temperatūrai.

$$K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14}\text{ mol}^2/\text{L}^2\text{ (}25\text{ }^\circ\text{C)}$$

$$c(\text{OH}^-) = \frac{10^{-14}\text{ mol}^2/\text{L}^2}{6,5 \cdot 10^{-3}\text{ mol/L}} = 1,5 \cdot 10^{-12}\text{ mol/L}$$

### Pavyzdys 3

Apskaičiuokite distiliuoto vandens joninę sandaugą  $K_w$ , esant  $40\text{ }^\circ\text{C}$  temperatūrai, jei šioje temperatūroje  $c(\text{H}^+) = 1,7 \cdot 10^{-7}\text{ mol/L}$ .

Distiliuotame vandenyje  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ .

$$K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 1,7 \cdot 10^{-7}\text{ mol/L} \cdot 1,7 \cdot 10^{-7}\text{ mol/L} = 2,9 \cdot 10^{-14}\text{ mol}^2/\text{L}^2$$

**Pavyzdys 4**

Apskaičiuokite distiliuoto vandens pH, esant 60 °C temperatūrai, jei šioje temperatūroje vandens joninė sandauga  $K_w = 9,62 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ .

Nežinomos terpės jonų koncentracijos distiliuotame vandenyje lygios:  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = x \text{ mol/L}$ .

$$K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = x \text{ mol/L} \cdot x \text{ mol/L} = 9,62 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

$$x^2 = 9,62 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

$$x = 3,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$c(\text{H}^+) = 3,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10} c(\text{H}^+) = -\log_{10} 3,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} = 6,5$$

Vandens joninė sandauga yra naudojama, reguliuojant pH įvairiose pramonės šakose, pvz., farmacijos ar maisto gamyboje, taip pat stebint kūno skysčių pH medicinoje.



**Užduotys, skirtos pasiekti mokymosi uždavinių**

**2020 m. VBE I dalies 19 klausimas**

19. Vandeninio tirpalo pH = 10. Kokia yra  $H^+$  ir  $OH^-$  jonų molinė koncentracija šiame tirpale?

	$c(H^+) \text{ mol/l}$	$c(OH^-) \text{ mol/l}$
<b>A</b>	$10^4$	$10^{10}$
<b>B</b>	$10^{-4}$	$10^{-10}$
<b>C</b>	$10^{10}$	$10^4$
<b>D</b>	$10^{-10}$	$10^{-4}$

(Ats. D)

**2015 m. pakartotinės sesijos VBE I dalies 21 klausimas**

21. 31 % vandeniniame druskos rūgšties tirpale HCl koncentracija yra 10 mol/l. Koks šio tirpalo pH?

- A** -1  
**B** 0  
**C** 1  
**D** 4

(Ats. A)

**2023 m. VBE II dalies 3 klausimas**

3. Vandens chlorido rūgšties tirpalo pH yra lygus 1,4. Apskaičiuokite vandenilio jonų koncentraciją šiame tirpale. Atsakymą pateikite suapvalintą iki šimtųjų.

*Juodraštis*

*Ats.:*

(Ats. 0,04 mol/l)

**2014 m. VBE II dalies 8 klausimas**

8. Hidroksido jonų  $OH^-$  koncentracija tirpale yra  $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ . Koks tirpalo pH?

*Juodraštis*

*Ats.:*

(Ats. 9)

**2015 m. VBE II dalies 10 klausimas**

10. 25 °C temperatūros gryno vandens joninė sandauga<sup>1</sup> yra

$$K_w = c(OH^-) \cdot c(H^+) = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2,$$

o 45 °C temperatūros gryno vandens  $K_w = 4,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2$ . Apskaičiuokite 45 °C temperatūros gryno vandens pH. Atsakymą užrašykite dešimtųjų tikslumu.

*Juodraštis*

*Ats.:* pH = ,

(Ats. 6,7)

### Užduotys, skirtos vertinimui ir įsivertinimui

1. Apskaičiuokite tirpalo pH, jei  $c(\text{H}^+) = 10^{-11} \text{ mol/L}$ . (Ats. 11)
2. Apskaičiuokite tirpalo pH, jei  $c(\text{H}^+) = 7,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ . (Ats. 3,11)
3. Apskaičiuokite  $c(\text{H}^+)$ , jei tirpalo pH = 4,5. (Ats.  $3,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ )
4. Apskaičiuokite tirpalo pH, jei  $c(\text{OH}^-) = 5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ . (Ats. 11,7)
5. Apskaičiuokite  $c(\text{OH}^-)$ , jei tirpalo pH = 2. (Ats.  $10^{-12} \text{ mol/L}$ )
6. Apskaičiuokite distiliuoto vandens  $c(\text{H}^+)$ , jei  $c(\text{OH}^-) = 0,00082 \text{ mol/L}$ , esant 25 °C temperatūrai.  $K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ . (Ats.  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ )
7. Apskaičiuokite distiliuoto vandens pH, esant 10 °C temperatūrai, jei šioje temperatūroje vandens joninė sandauga  $K_w = 0,293 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ . (Ats. 7,27)

### 2023 m. VBE III dalies 1.1 kl.

1. Mokinys nežinomos druskos vandeninio tirpalo pH intervalui nustatyti naudojo keturis indikatorius (žr. 1 lentelę).

**1 lentelė.** Naudotų indikatorių veikimo pH ribos, spalvos pokyčiai ir eksperimento rezultatai.

Indikatorius	Indikatoriaus spalvos priklausomybė nuo terpės pH	Indikatoriaus spalva nežinomos druskos vandeniniame tirpale
Lakmoidas	pH < 4,4 – raudona pH > 6,4 – mėlyna	mėlyna
Bromtimolio mėlynasis	pH < 6,0 – geltona 6,0 < pH < 7,6 – žalia pH > 7,6 – mėlyna	žalia
Krezolio raudonasis	1,9 < pH < 3,1 – oranžinė 3,1 < pH < 7,2 – geltona 7,2 < pH < 8,8 – purpurinė	geltona
Fenolftaleinas	pH < 8,2 – bespalvė pH > 8,2 – avietinė	bespalvė

Remdamiesi 1 lentelėje pateiktais duomenimis, nustatykite nežinomos druskos vandeninio tirpalo pH intervalą.

Juodraštis

< pH <

(2 taškai)

### 2011 m. pakartotinės sesijos VBE II dalies 9 kl.

9. Užrašykite lietaus vandens pH, jeigu  $\text{H}^+$  jonų koncentracija lietaus vandenyje yra 1000 kartų mažesnė už automobilio akumuliatoriaus skysčio, kurio pH = 2.



Juodraštis

Ats.: pH =

(Ats. 5)

**Namų darbai (jei reikia, nurodykite, kokius namų darbus mokiniai turėtų atlikti)**

1. Apskaičiuokite tirpalo pH, jei  $c(\text{H}^+) = 1,14 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$ . (Ats. 7,94)
2. Apskaičiuokite  $c(\text{H}^+)$ , jei tirpalo pH = 3. (Ats.  $10^{-3} \text{ mol/L}$ )
3. Apskaičiuokite tirpalo pH, jei  $c(\text{OH}^-) = 6,50 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ . (Ats. 9,81)
4. Apskaičiuokite distiliuoto vandens  $c(\text{OH}^-)$ , jei  $c(\text{H}^+) = 5,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ , esant 25 °C temperatūrai.  $K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ . (Ats.  $1,85 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$ )

**Siūloma papildoma medžiaga / literatūra / skaitmeninės mokymo priemonės (SMP)**

LChMA parengta metodinė medžiaga su vaizdo įrašais, kuriuose parodytas indikatorius spalvų pokytis skirtingose terpėse: <https://emokykla.lt/metodine-medziaga/medziaga/perziura/382>

**Reikalingi materialiniai ir technologiniai ištekliai**

Lenta su projektoriumi.

Indikatoriai arba pH daviklis ir skirtingos terpės tirpalai.

Parengė mokytojas metodininkas Romanas Voronovič