

Dr. Zalán Zita

egyetemi adjunktus

SZTE Gyógyszerésztudományi Kar

Emelt szintű írásbeli érettségi vizsga

2019. május, 5-9. feladat



5. Elemző feladat

A bróm reakciói

Tekintsük a következő vegyületeket, illetve kémiai elemet:

<i>metán</i>	<i>bután</i>	<i>izoprén</i>	<i>2,2-dimetilpropán</i>	<i>etén</i>
<i>hangyasav</i>	<i>kálium-klorid</i>	<i>kálium-jodid</i>	<i>alumínium</i>	

a) Mely **szerves vegyület(ek)** brómozásakor keletkezhet biztosan csak egyféle **monobrómtermék**? Milyen típusú reakcióban? Írja fel a monobrómtermék(ek) konstitúcióját!

metán

bután

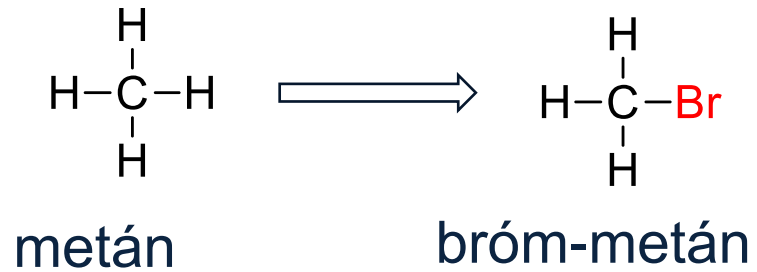
izoprén

2,2-dimetilpropán

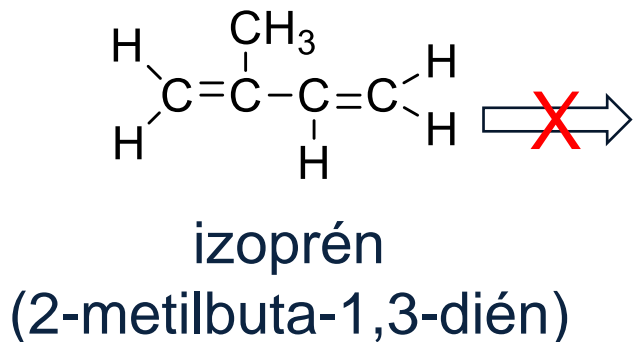
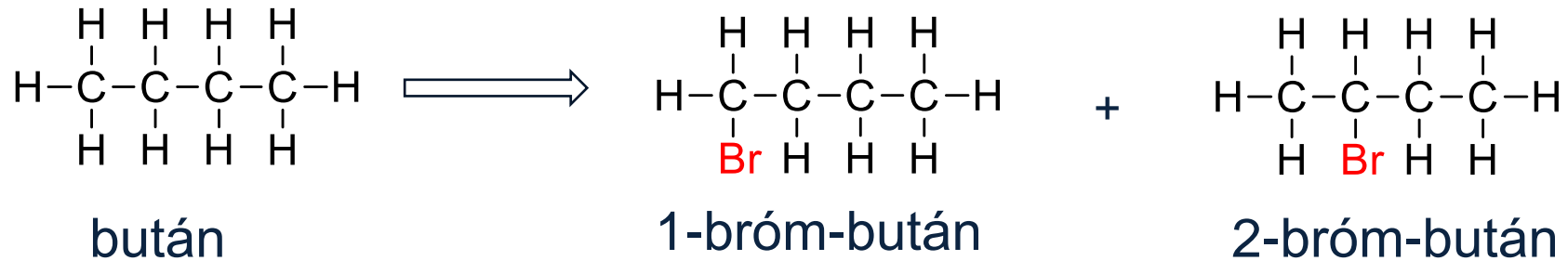
etén

hangyasav

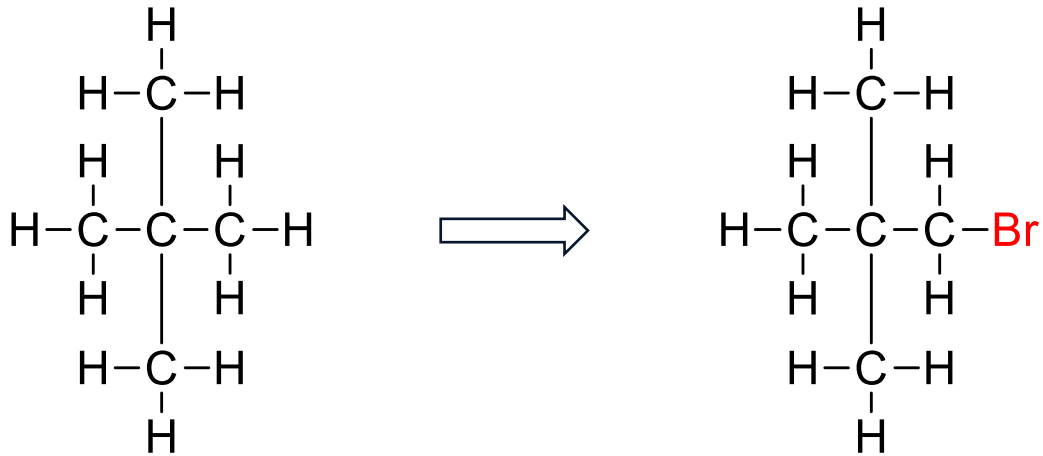
5. Elemző feladat



a) **Mely szerves vegyület(ek) brómozásakor keletkezhet biztosan csak egyféle monobrómtermék? Milyen típusú reakcióban? Írja fel a monobrómtermék(ek) konstitúcióját!**



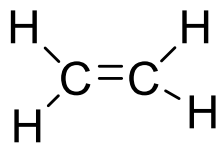
5. Elemző feladat



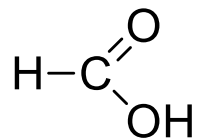
2,2-dimetilpropán

1-bróm-2,2-dimetilpropán

a) **Mely szerves vegyület(ek) brómozásakor keletkezhet biztosan csak egyféle monobrómtermék? Milyen típusú reakcióban? Írja fel a monobrómtermék(ek) konstitúcióját!**



etén



hangyasav

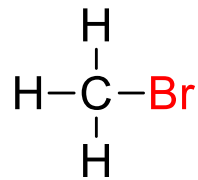


5. Elemző feladat

- a) Mely szerves vegyület(ek) brómozásakor keletkezhet biztosan csak egyféle monobrómtermék? Milyen típusú reakcióban? Írja fel a monobrómtermék(ek) konstitúcióját!

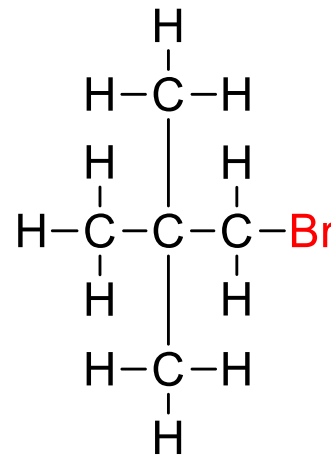
metán

2,2-dimetilpropán



bróm-metán

szubsztitúciós reakcióban



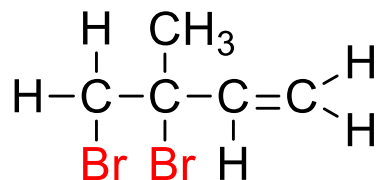
1-bróm-2,2-dimetilpropán

5. Elemző feladat

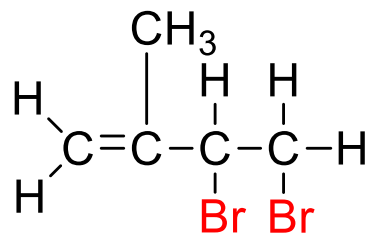
b) Mely szerves vegyület(ek) brómozásakor keletkezhet pontosan háromféle konstitúciójú dibrómtermék? Milyen típusú reakcióban? Írja fel a dibrómtermék(ek) konstitúcióját és adja meg szabályos nevüket!

izoprén

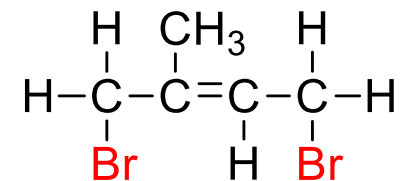
addíció



3,4-dibróm-3-metilbut-1-én



3,4-dibróm-2-metilbut-1-én



1,4-dibróm-2-metilbut-2-én

1,2-addíciós termékek

1,4-addíciós termék

5. Elemző feladat

c) Mely anyagokkal lép reakcióba a bróm azért, mert oxidáló hatású anyag? Írja fel a lezajló reakciók egyenletét is!



6. Számítási feladat

Egy 1,00 dm³-es tartályt megtöltünk 100 kPa nyomású ismeretlen, nyílt láncú, telített szénhidrogéngázzal, majd annyi oxigént töltünk bele, hogy – változatlan hőmérsékleten – 800 kPa-ra nőjön a nyomás. Szikrával beindítjuk a reakciót és a szénhidrogént tökéletesen elégetjük. A mérések szerint eközben 115,9 kJ hő szabadul fel (tegyük fel, hogy az összes víz lecsapódott). Az égéstermékéből – tömény kénsavoldaton és nátrium-hidroxid-oldaton való átvezetéssel – megkötjük a szén-dioxidot és az előzőleg lecsapódott vizet is, majd a maradék gázt visszavezetjük az eredeti tartályba. A kiindulási hőmérsékleten mérve 50,0 kPa lesz a nyomás a tartályban.

- a) **Határozza meg a szénhidrogén összegképletét! Rajzolja fel a konstitúcióját is, ha tudjuk, hogy a molekula nem tartalmaz szekunder szénatomot!**



6. Számítási feladat

Egy 1,00 dm³-es tartályt megtöltünk 100 kPa nyomású ismeretlen, nyílt láncú, telített szénhidrogéngázzal, majd annyi oxigént töltünk bele, hogy – változatlan hőmérsékleten – 800 kPa-ra nőjön a nyomás. Szikrával beindítjuk a reakciót és a szénhidrogént tökéletesen elégetjük. A mérések szerint eközben 115,9 kJ hő szabadul fel (tegyük fel, hogy az összes víz lecsapódott). Az égéstermékéből – tömény kénsavoldaton és nátrium-hidroxid-oldaton való átvezetéssel – megkötjük a szén-dioxidot és az előzőleg lecsapódott vizet is, majd a maradék gázt visszavezetjük az eredeti tartályba. A kiindulási hőmérsékleten mérve 50,0 kPa lesz a nyomás a tartályban.



$$p \times V = n \times R \times T$$

alapján, ha a hőmérséklet (T) és a térfogat (V) azonos, akkor az anyagmennyiség (n) arányos a nyomással (p)

Kiindulási állapot: 100 kPa (az ismeretlen szénhidrogéngáz nyomása)

Oxigéntöltés után: 800 kPa, azaz 700 kPa az oxigén nyomása

Mivel $n \sim p$, ez 7 mol oxigénnek felel meg

6. Számítási feladat

Egy 1,00 dm³-es tartályt megtöltünk 100 kPa nyomású ismeretlen, nyílt láncú, telített szénhidrogéngázzal, majd annyi oxigént töltünk bele, hogy – változatlan hőmérsékleten – 800 kPa-ra nőjön a nyomás. Szikrával beindítjuk a reakciót és a szénhidrogént tökéletesen elégetjük. A mérések szerint eközben 115,9 kJ hő szabadul fel (tegyük fel, hogy az összes víz lecsapódott). Az égéstermékéből – tömény kénsavoldaton és nátrium-hidroxid-oldaton való átvezetéssel – megkötjük a szén-dioxidot és az előzőleg lecsapódott vizet is, majd a maradék gázt visszavezetjük az eredeti tartályba. A kiindulási hőmérsékleten mérve 50,0 kPa lesz a nyomás a tartályban.



Reakció végén: 50 kPa, azaz 0,5 mol oxigén maradt,
1 mol szénhidrogénhez 6,5 mol oxigén használódott fel.

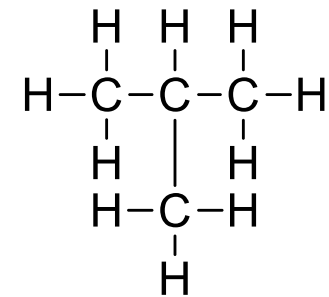
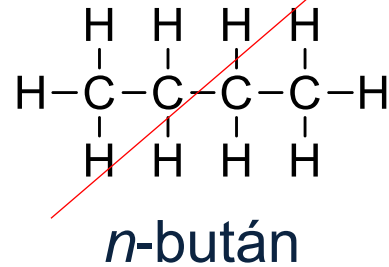
$$\frac{3n+1}{2} = 6,5$$

$$\begin{aligned} 3n+1 &= 13 \\ 3n &= 12 \\ n &= 4 \end{aligned}$$



6. Számítási feladat

a) Határozza meg a szénhidrogén összegképletét! Rajzolja fel a konstitúcióját is, ha tudjuk, hogy a molekula nem tartalmaz szekunder szénatomot!



2-metil-propán

6. Számítási feladat

b) **Határozza meg a szénhidrogén képződéshőjét, ha tudjuk, hogy a tartály kiindulási és végső hőmérséklete 25,0 °C!**

Az adott körülményekre vonatkozó következő képződéshő adatokat ismerjük:

$$\Delta_{\text{k}}H(\text{H}_2\text{O}/\text{f}) = -286 \text{ kJ/mol}, \Delta_{\text{k}}H(\text{CO}_2/\text{g}) = -394 \text{ kJ/mol}.$$

(Ha nem sikerült az a) részben meghatározni a képletet, akkor itt használja a C_4H_{10} -et!)

Anyagmennyiség kiszámítása:

$$p \times V = n \times R \times T$$

$$n = \frac{p \times V}{R \times T} = 0,04036 \text{ mol}$$

$$p = 100 \text{ kPa}$$

$$V = 1,00 \text{ dm}^3$$

$$R = 8,314 \text{ J/molK}$$

$$T = 25 \text{ °C} = 298 \text{ K}$$

Reakcióhő kiszámítása:

$$Q = -115,9 \text{ kJ (mínusz, mert felszabadul)}$$

$$\Delta_{\text{r}}H = \frac{Q}{n} = \frac{-115,9 \text{ kJ}}{0,04036 \text{ mol}} = -2872 \text{ kJ/mol}$$

6. Számítási feladat

b) **Határozza meg a szénhidrogén képződéshőjét, ha tudjuk, hogy a tartály kiindulási és végső hőmérséklete 25,0 °C!**

Az adott körülményekre vonatkozó következő képződéshő adatokat ismerjük:

$$\Delta_{\text{k}}H(\text{H}_2\text{O}/\text{f}) = -286 \text{ kJ/mol}, \Delta_{\text{k}}H(\text{CO}_2/\text{g}) = -394 \text{ kJ/mol}.$$

(Ha nem sikerült az a) részben meghatározni a képletet, akkor itt használja a C₄H₁₀-et!)

Hess-tétel (termokémia főtétele): egy kémiai reakció során a reakcióhő nagysága kizárólag attól függ, milyen minőségű és állapotú anyagokból milyen végtermékek keletkeznek.

A reakcióhő kiszámítása: a termékek anyagmennyiségekkel szorzott képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok anyagmennyiségekkel szorzott képződéshőinek összegét.



$$\Delta_{\text{r}}H = \{4 \times \Delta_{\text{k}}H [\text{CO}_2 (\text{g})] + 5 \times \Delta_{\text{k}}H [\text{H}_2\text{O} (\text{f})]\} - \{\Delta_{\text{k}}H[\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})] + \Delta_{\text{k}}H [\text{O}_2 (\text{g})]\}$$

6. Számítási feladat

b) **Határozza meg a szénhidrogén képződéshőjét, ha tudjuk, hogy a tartály kiindulási és végső hőmérséklete 25,0 °C!**

Az adott körülményekre vonatkozó következő képződéshő adatokat ismerjük:

$\Delta_{\text{k}}H(\text{H}_2\text{O}/\text{f}) = -286 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_{\text{k}}H(\text{CO}_2/\text{g}) = -394 \text{ kJ/mol}$.

(Ha nem sikerült az a) részben meghatározni a képletet, akkor itt használja a C_4H_{10} -et!)

$$\Delta_{\text{r}}H = \{4 \times \Delta_{\text{k}}H [\text{CO}_2 (\text{g})] + 5 \times \Delta_{\text{k}}H [\text{H}_2\text{O} (\text{f})]\} - \{\Delta_{\text{k}}H[\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})] + \Delta_{\text{k}}H [\text{O}_2 (\text{g})]\}$$

$$-2872 = \{4 \times (-394) + 5 \times (-286)\} - \{\Delta_{\text{k}}H[\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})] + 0\}$$

$$-2872 = -1576 - 1430 - \Delta_{\text{k}}H[\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})]$$

$$-2872 = -3006 - \Delta_{\text{k}}H[\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})]$$

$$\Delta_{\text{k}}H[\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})] = -134 \text{ kJ/mol}$$

Standard állapotú
elemek képződéshője
definíció szerint 0.

7. Elemző és számítási feladat

Megmértük 300 cm^3 ismeretlen töménységű kálium-szulfát-oldat (A oldat) sűrűségét: ez $1,10 \text{ g/cm}^3$ adódott. Ezután $8,00$ órán keresztül $20,0 \text{ A}$ áramerősséggel elektrolizáltuk platina-elektrodok között úgy, hogy közben az oldat hőmérsékletét állandó értéken tartottuk. Eleinte – a buborékképződésen kívül – nem tapasztaltunk számottevő változást az oldatban, egy idő után azonban kristályok jelentek meg. Az elektrolízis végéig $0,470 \text{ g}$ vízmentes kálium-szulfát kristályosodott ki. (Tételezzük fel, hogy a kísérlet közben víz nem párolgott el az oldatból.)

Ezután a keletkezett oldatból (B oldat) kivettünk 150 g -ot, főzőpohárba tettük úgy, hogy a kivált kristályok ne kerüljenek át. Lemértük a pohárral együtt, majd hagytuk, hogy a nyitott főzőpohárból elpárologjon valamennyi víz. Miközben a főzőpohár tartalmának tömege $30,0$ grammal csökkent, a mérések szerint $3,33 \text{ g}$ kálium-szulfát kristályosodott ki.

- a) Mit mondhatunk az A és a B oldat töménységéről? (Telített, telítetlen vagy túltelített?)

A oldat: telítetlen oldat

B oldat: telített oldat

7. Elemző és számítási feladat

Megmértük 300 cm^3 ismeretlen töménységű kálium-szulfát-oldat (A oldat) sűrűségét: ez $1,10 \text{ g/cm}^3$ adódott. Ezután $8,00$ órán keresztül $20,0 \text{ A}$ áramerősséggel elektrolizáltuk platina-elektrodok között úgy, hogy közben az oldat hőmérsékletét állandó értéken tartottuk. Eleinte – a buborékképződésen kívül – nem tapasztaltunk számottevő változást az oldatban, egy idő után azonban kristályok jelentek meg. Az elektrolízis végéig $0,470 \text{ g}$ vízmentes kálium-szulfát kristályosodott ki. (Tételezzük fel, hogy a kísérlet közben víz nem párolgott el az oldatból.)

Ezután a keletkezett oldatból (B oldat) kivettünk 150 g -ot, főzőpohárba tettük úgy, hogy a kivált kristályok ne kerüljenek át. Lemértük a pohárral együtt, majd hagytuk, hogy a nyitott főzőpohárból elpárologjon valamennyi víz. Miközben a főzőpohár tartalmának tömege $30,0$ grammal csökkent, a mérések szerint $3,33 \text{ g}$ kálium-szulfát kristályosodott ki.

b) Határozza meg a kálium-szulfát oldhatóságát 100 g vízre vonatkoztatva az elektrolízis hőmérsékletén!

$$3,33 \text{ g K}_2\text{SO}_4 : 30,0 \text{ g víz} = x \text{ g K}_2\text{SO}_4 : 100 \text{ g víz}$$

$$x = 11,1 \text{ g K}_2\text{SO}_4 / 100 \text{ g víz}$$

7. Elemző és számítási feladat

c) **Határozza meg a kiindulási 300 cm³ oldat tömegszázalékos kálium-szulfát-tartalmát!**
(Ha nem sikerült meghatározni az oldhatóságot, számoljon 15,0 g K₂SO₄ / 100 g víz adattal!)

$$\rho = 1,10 \text{ g/cm}^3 \rightarrow m = 330 \text{ g} \quad \text{a kiindulási oldat tömege}$$

Elektrolízis történik:



Felhasznált töltés:

$$Q = I \times t = 20,0 \text{ A} \times 28\,800 \text{ s} = 576\,000 \text{ C}$$

1 mol e⁻ töltése: 96 500 C/mol (Faraday-állandó)

Ez alapján az 576 000 C 5,969 mol e⁻ töltésének felel meg.

Mivel 1 mol víz elektrolízise 2 mol e⁻ átmenettel történik, ennek az értéknek a fele adja a víz molszámát: $5,969/2 = 2,984$ mol víz

$$2,984 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol} = \mathbf{53,7 \text{ g víz}}$$

$$I = 20,0 \text{ A}$$

$$t = 8 \text{ h} = 28\,800 \text{ s}$$

7. Elemző és számítási feladat

c) **Határozza meg a kiindulási 300 cm³ oldat tömegszázalékos kálium-szulfát-tartalmát!**
(Ha nem sikerült meghatározni az oldhatóságot, számoljon 15,0 g K₂SO₄ / 100 g víz adattal!)

Az oldat tömege az elektrolízis végén: 330 g - 53,7 g - 0,470 g = 275,83 g

Ez telített oldat, azaz ha 111,1 g oldat 11,1 g K₂SO₄-ot tartalmaz,
akkor 275,83 g oldat 27,56 g K₂SO₄-ot tartalmaz.

$$x = 11,1 \text{ g K}_2\text{SO}_4 / 100 \text{ g víz}$$

A kezdeti 330 g oldat 27,56 g + 0,47 g K₂SO₄-ot tartalmazott.

azaz 330 g oldat → 28,03 g K₂SO₄
akkor 100 g oldat → 8,49 g K₂SO₄

A kiindulási oldat 8,49 m/m %-os volt.

8. Számítási feladat

Az ezüst (Ag) relatív atomtömege 107,868.

Két természetes izotópja van, ezek relatív atomtömege:

$$A_r(^{107}\text{Ag}) = 106,905$$

$$A_r(^{109}\text{Ag}) = 108,905$$

a) Határozza meg, hogy az ezüst atomjainak hány százaléka 107-es tömegszámú!
(A végeredményt négy értékes jegy pontossággal adja meg!)

1,000 mol ezüst tömege: 107,868 g

Tartalma: x mol ^{107}Ag és $(1-x)$ mol ^{109}Ag

Ezek tömege: $106,905x$ és $108,905(1-x)$

8. Számítási feladat

- a) **Határozza meg, hogy az ezüst atomjainak hány százaléka 107-es tömegszámú!**
(A végeredményt négy értékes jegy pontossággal adja meg!)

Az izotópok keverékére felírható:

$$106,905x + 108,905(1-x) = 107,868$$

$$106,905x + 108,905 - 108,905x = 107,868$$

$$x = 0,5185$$

Az ezüstatomok **51,85%-a** 107-es izotóp (mol%).

8. Számítási feladat

b) Mekkora tömegű ^{107}Ag izotópot tartalmaz 1,000 kg elemi ezüst?

1,000 kg = 1000 g elemi ezüst

$$\frac{1000 \text{ g}}{107,868 \text{ g/mol}} = 9,271 \text{ mol}$$

Ennek 51,85 %-a a 107-es tömegszámú izotóp:

$$9,271 \text{ mol} \times 0,5185 = 4,807 \text{ mol}$$

$$4,807 \text{ mol} \times 106,905 \text{ g/mol} = \mathbf{513,9 \text{ g}}$$

$$A_r(\text{Ag}) = 107,868$$

$$A_r(^{107}\text{Ag}) = 106,905$$

9. Számítási és elemző feladat

Egy egyértékű, gyenge szerves savról tudjuk, hogy molekulája 46,15 tömegszázalék oxigént tartalmaz. 2,196 g-jából 250,0 cm³ törzsoldatot készítve, annak pH-ját 2,90-nek mérjük. Ezután a törzsoldat 20,00 cm³-es részleteit megfelelő sav-bázis indikátor mellett megtitrálva átlagosan 16,64 cm³ 0,1015 mol/dm³-es nátrium-hidroxid-oldat fogyást mérünk.

a) **Határozza meg a sav moláris tömegét és az összegképletét (molekulaképletét)!**

2,196 g → 250,0 cm³ törzsoldat → 20,00 cm³-es részletéhez 16,64 cm³
0,1015 mol/dm³ NaOH fogyott



$$n_{(\text{NaOH})} = c \times V$$

$$n_{(\text{NaOH})} = 0,1015 \text{ mol/dm}^3 \times 0,01664 \text{ dm}^3$$

$$n_{(\text{NaOH})} = 1,689 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Mivel 1 mol NaOH 1 mol HA savval reagál, 1,689·10⁻³ mol NaOH ugyanennyi savval reagál.

20,00 cm³ tartalmaz 1,689·10⁻³ mol savat

250,0 cm³ → 0,02111 mol HA savat tartalmaz.

A 0,02111 mol sav 2,196 g tömegű, azaz 1 mol sav tömege 2,196 g/0,02111 mol.

A HA sav moláris tömege 104,0 g/mol.

9. Számítási és elemző feladat

Egy egyértékű, gyenge szerves savról tudjuk, hogy molekulája 46,15 tömegszázalék oxigént tartalmaz. 2,196 g-jából 250,0 cm³ törzsoldatot készítve, annak pH-ját 2,90-nek mérjük. Ezután a törzsoldat 20,00 cm³-es részleteit megfelelő sav-bázis indikátor mellett megtitrálva átlagosan 16,64 cm³ 0,1015 mol/dm³-es nátrium-hidroxid-oldat fogyást mérünk.

a) **Határozza meg a sav moláris tömegét és az összegképletét (molekulaképletét)!**

A HA sav moláris tömege 104,0 g/mol.

46,15 % oxigént tartalmaz

$104 \text{ g/mol} \times 0,4615 = 48,00 \text{ g/mol} \rightarrow 3 \text{ O}$

A maradék: $104 - 48 = 56 \text{ g}$

Reálisan az összegképlet: **C₄H₈O₃**

9. Számítási és elemző feladat

Egy egyértékű, gyenge szerves savról tudjuk, hogy molekulája 46,15 tömegszázalék oxigént tartalmaz. 2,196 g-jából 250,0 cm³ törzsoldatot készítve, annak pH-ját 2,90-nek mérjük. Ezután a törzsoldat 20,00 cm³-es részleteit megfelelő sav-bázis indikátor mellett megtitrálva átlagosan 16,64 cm³ 0,1015 mol/dm³-es nátrium-hidroxid-oldat fogyást mérünk.

b) Számítsa ki a vegyület savállandóját!

$$\text{pH} = 2,9$$

$$2,9 = -\lg[\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-2,9}$$

$$[\text{H}^+] = 1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Korábban kiszámoltuk:

$$250,0 \text{ cm}^3 \rightarrow 0,02111 \text{ mol HA savat tartalmaz.}$$

$$0,250 \text{ dm}^3 \rightarrow 0,02111 \text{ mol HA savat tartalmaz}$$

$$c = 0,02111 \text{ mol} / 0,250 \text{ dm}^3 = 0,08444 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{Egyensúlyban: } [\text{H}^+] = [\text{A}^-] = 1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

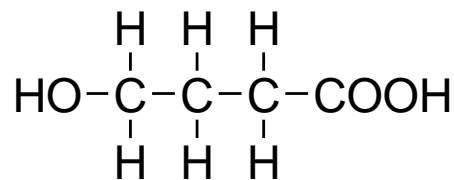
$$[\text{HA}] = 0,08444 \text{ mol/dm}^3 - 1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = 0,08318 \text{ mol/dm}^3$$

$$K_s = \frac{[\text{H}^+] [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = (1,259 \cdot 10^{-3})^2 / 0,08318 = \mathbf{1,91 \cdot 10^{-5}} \text{ (mol/dm}^3)$$

9. Számítási és elemző feladat

Egy egyértékű, gyenge szerves savról tudjuk, hogy molekulája 46,15 tömegszázalék oxigént tartalmaz. 2,196 g-jából 250,0 cm³ törzsoldatot készítve, annak pH-ját 2,90-nek mérjük. Ezután a törzsoldat 20,00 cm³-es részleteit megfelelő sav-bázis indikátor mellett megtitrálva átlagosan 16,64 cm³ 0,1015 mol/dm³-es nátrium-hidroxid-oldat fogyást mérünk.

c) **Határozza meg a vegyület konstitúcióját, ha tudjuk, hogy a sav akirális, és enyhe oxidációját követően adja az ezüstitükörpróbát!**



4-hidroxi-butánsav

4-hidroxi-vajsav

γ -hidroxi-vajsav