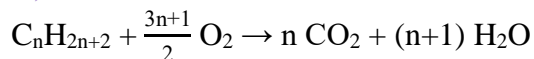


### 36. Számítási feladatok

1. A)



B)

A reakcióban keletkező szén-dioxid-gáz anyagmennyisége:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m^{\text{st}}} = \frac{49,00 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 2,000 \text{ mol.}$$

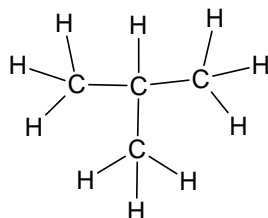
A reakcióegyenlet szerint 1 mol alkán égése során  $n$  mol szén-dioxid-gáz keletkezik. A mérések alapján 0,5000 mol alkán égésével 2,000 mol  $\text{CO}_2$ -gázt sikerült előállítani. Ezek segítségével felírható a következő összefüggés:

$$1 \cdot 2,000 = 0,5000 \cdot n,$$

amiből  $n = 4$ , vagyis **az alkán molekulaképlete  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .**

C)

Mivel elágazó alkánról van szó, a szerkezeti képlete:



**Az alkán neve: 2-metilpropán.**

D)

Összesen 2,000 mol szén-dioxid-gáz keletkezett, amelynek tömege:

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 2,000 \text{ mol} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 88,02 \text{ g.}$$

Ugyanekkora tömegű oxigénfelesleg volt a füstgázban, így annak anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{88,02 \text{ g}}{32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,751 \text{ mol.}$$

A füstgáz összes anyagmennyisége:

$$n(\text{füstgáz}) = n(\text{CO}_2) + n(\text{O}_2) = 2,000 \text{ mol} + 2,751 \text{ mol} = 4,751 \text{ mol,}$$

amelynek térfogata:

$$V(\text{füstgáz}) = n(\text{füstgáz}) \cdot V_m^{\text{st}} = 4,751 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{116,4 \text{ dm}^3}}.$$

E)

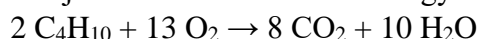
A füstgáz és az összetevőinek anyagmennyiségei segítségével a füstgáz anyagmennyiség-százalékos és térfogat-százalékos összetétele megadható:

$$x\%(\text{CO}_2) = \frac{2,000 \text{ mol}}{4,751 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{42,10}} = \varphi\%(\text{CO}_2),$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{2,751 \text{ mol}}{4,751 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{57,90}} = \varphi\%(\text{O}_2).$$

F)

A lejátszódó reakció rendezett egyenlete:



Az egyenlet alapján látható, hogy 2 mol alkán égése közben 13 mol oxigén fogy, így a 0,5000 mol alkán esetében 3,250 mol oxigéngáz felhasználásával kell számolnunk.

Az oxigén összes anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2) = n(\text{O}_2, \text{hasznos}) + n(\text{O}_2, \text{felesleges}) = 3,250 \text{ mol} + 2,751 \text{ mol} = 6,001 \text{ mol.}$$

Ez az oxigéngáz a levegő 20,00%-át teszi ki, így a levegő anyagmennyisége 30,01 mol, amelynek térfogata:

$$V(\text{levegő}) = n(\text{levegő}) \cdot V_m^{\text{st}} = 30,01 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{735,1 \text{ dm}^3}}$$

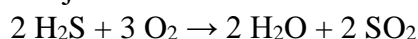
**G)**

Az alkalmazott levegőfelesleg:

$$x\%(\text{levegőfelesleg}) = x\%(\text{O}_2, \text{ felesleg}) = \frac{n(\text{O}_2, \text{ felesleg})}{n(\text{O}_2, \text{ hasznos})} \cdot 100 = \frac{2,751 \text{ mol}}{3,250 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{84,65}}$$

**H)**

A lejátszódó reakció rendezett egyenlete:

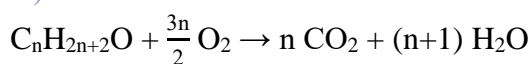


Az egyenlet alapján 3 mol oxigéngáz 2 mol dihidrogén-szulfid-gáz tökéletes égését teszi lehetővé, így a füstgázban található 2,751 mol oxigéngáz 1,834 mol H<sub>2</sub>S-gáz égéséhez lenne elegendő, amelynek térfogata:

$$V(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot V_m^{\text{st}} = 1,834 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{44,93 \text{ dm}^3}}$$

2.

**A)**



**B)**

A reakcióban keletkező szén-dioxid-gáz anyagmennyisége:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m^{\text{st}}} = \frac{73,50 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 3,000 \text{ mol}$$

**C)**

Az elégetett alkohol tömege:

$$m(\text{alkohol}) = V(\text{alkohol}) \cdot \rho(\text{alkohol}) = 121,4 \text{ cm}^3 \cdot 0,7920 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 96,15 \text{ g}$$

anyagmennyisége:

$$n(\text{alkohol}) = \frac{m(\text{alkohol})}{M(\text{alkohol})} = \frac{96,15 \text{ g}}{(14n+18) \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{96,15}{(14n+18)} \text{ mol}$$

A reakcióegyenlet szerint 1 mol alkohol égése során n mol szén-dioxid-gáz keletkezik. A mérések alapján  $\frac{96,15}{(14n+18)}$  mol alkohol égésével 3,000 mol CO<sub>2</sub>-gázt sikerült előállítani.

Ezek segítségével felírható a következő összefüggés:

$$1 \cdot 3,000 = \frac{96,15}{(14n+18)} \cdot n,$$

amiből  $n = 0,9973 \approx 1$ , vagyis az alkohol molekulaképlete **CH<sub>4</sub>O**.

**D)**

Összesen 3,000 mol szén-dioxid-gáz keletkezett, amelynek tömege:

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 3,000 \text{ mol} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 132,0 \text{ g}$$

Fele ekkora tömegű oxigénfelesleg volt a füstgázban, így annak anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{66,02 \text{ g}}{32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,063 \text{ mol}$$

A füstgáz összes anyagmennyisége:

$$n(\text{füstgáz}) = n(\text{CO}_2) + n(\text{O}_2) = 3,000 \text{ mol} + 2,063 \text{ mol} = 5,063 \text{ mol}$$

amelynek térfogata:

$$V(\text{füstgáz}) = n(\text{füstgáz}) \cdot V_m^{\text{st}} = 5,063 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{124,0 \text{ dm}^3}}$$

**E)**

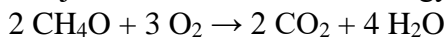
A füstgáz és az összetevőinek anyagmennyiségei segítségével a füstgáz anyagmennyiség-százalékos és térfogat-százalékos összetétele megadható:

$$x\%(\text{CO}_2) = \frac{3,000 \text{ mol}}{5,063 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{59,25}} = \varphi\%(\text{CO}_2),$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{2,063 \text{ mol}}{5,063 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{40,75}} = \varphi\%(\text{O}_2).$$

**F)**

A lejátszódó reakció rendezett egyenlete:



Az egyenlet alapján látható, hogy 2 mol alkohol égése közben 3 mol oxigén fogy, így a  $\frac{96,15}{(14n + 18)} = 3,005$  mol alkohol esetében 4,507 mol oxigéngáz felhasználásával kell számolnunk.

Az oxigén összes anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2) = n(\text{O}_2, \text{hasznos}) + n(\text{O}_2, \text{felesleges}) = 4,507 \text{ mol} + 2,063 \text{ mol} = 6,570 \text{ mol}.$$

Ez az oxigéngáz a levegő 20,00%-át teszi ki, így a levegő anyagmennyisége 32,85 mol, amelynek térfogata:

$$V(\text{levegő}) = n(\text{levegő}) \cdot V_m^{\text{st}} = 32,85 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{804,8 \text{ dm}^3}}.$$

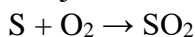
**G)**

Az alkalmazott levegőfelesleg:

$$x\%(\text{levegőfelesleg}) = x\%(\text{O}_2, \text{felesleg}) = \frac{n(\text{O}_2, \text{felesleg})}{n(\text{O}_2, \text{hasznos})} \cdot 100 = \frac{2,063 \text{ mol}}{4,507 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{45,77}}.$$

**H)**

A lejátszódó reakció rendezett egyenlete:



Az egyenlet alapján 1 mol oxigéngáz 1 mol kénpor tökéletes égését teszi lehetővé, így a füstgázban található 2,063 mol oxigéngáz 2,063 mol kénpor égéséhez lenne elegendő, amelynek tömege:

$$m(\text{S}) = n(\text{S}) \cdot M(\text{S}) = 2,063 \text{ mol} \cdot 32,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{66,14 \text{ g}}}.$$

**3. A)****B)**

A reakcióban felhasznált nátrium-oxalát anyagmennyisége:

$$n(\text{C}_2\text{O}_4\text{Na}_2) = c(\text{nátrium-oxalát-oldat}) \cdot V(\text{nátrium-oxalát-oldat}) =$$

$$n(\text{C}_2\text{O}_4\text{Na}_2) = 1,035 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,02000 \text{ dm}^3 = 0,02070 \text{ mol}$$

A reakcióegyenlet szerint 5 mol nátrium-oxalát 2 mol kálium-permanganáttal lép reakcióba, így a 0,02070 mol oxaláthoz  $8,28 \cdot 10^{-3}$  mol kálium-permanganát szükséges.

Ez 12,35 cm<sup>3</sup> oldatban van benn, így a kálium-permanganát-oldat koncentrációja:

$$c(\text{KMnO}_4\text{-oldat}) = \frac{n(\text{KMnO}_4)}{V(\text{KMnO}_4\text{-oldat})} = \frac{8,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,01235 \text{ dm}^3} = \underline{\underline{0,6704 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}.$$

**C)**

A 100,0 cm<sup>3</sup> oldatban lévő KMnO<sub>4</sub> anyagmennyisége:

$$n(\text{KMnO}_4) = c(\text{KMnO}_4\text{-oldat}) \cdot V(\text{KMnO}_4\text{-oldat}) = 0,6704 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,1000 \text{ dm}^3 =$$

$$n(\text{KMnO}_4) = 0,06704 \text{ mol}.$$

Ennek tömege:

$$m(\text{KMnO}_4) = n(\text{KMnO}_4) \cdot M(\text{KMnO}_4) = 0,06704 \text{ mol} \cdot 158,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{10,60 \text{ g}}}.$$

D)



E)

A reakcióegyenlet alapján 2 mol kálium-permanganát 5 mol klórgáz előállításához elegendő, így a 0,06704 mol kálium-permanganát 0,1676 mol klórgázt fejleszt.

Ennek térfogata standard körülmények között:

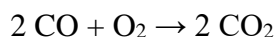
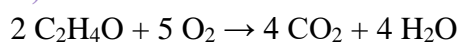
$$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot V_m^{\text{st}} = 0,1676 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{4,106 \text{ dm}^3}}$$

4. A)

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{1}{4} \cdot M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}) + \frac{3}{4} \cdot M(\text{CO}) = \frac{1}{4} \cdot 44,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{3}{4} \cdot 28,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 32,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\rho_{\text{rel}} = \frac{\bar{M}(\text{elegy})}{M(\text{He})} = \frac{32,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{4,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \underline{\underline{8,01}}$$

B)



C)

A 200 cm<sup>3</sup> térfogatú elegy az 1,00 : 3,00 arány miatt 50,0 cm<sup>3</sup> acetaldehidet és 150 cm<sup>3</sup> szén-monoxidot tartalmaz.

A reakcióegyenlet alapján 2 cm<sup>3</sup> acetaldehid égéséhez 5 cm<sup>3</sup> azonos állapotú oxigéngáz szükséges, így 50,0 cm<sup>3</sup> térfogatú etanal égése során 125 cm<sup>3</sup> oxigéngáz fogy. A szén-monoxid égése során minden 2 cm<sup>3</sup> gázhoz 1 cm<sup>3</sup> oxigén fogy, így a 150 cm<sup>3</sup> CO égését 75,0 cm<sup>3</sup> oxigén biztosítja.

A gázelegy égésére fogyott oxigén térfogata:  $V(\text{O}_2) = 125 \text{ cm}^3 + 75,0 \text{ cm}^3 = 200 \text{ cm}^3$

A levegő összetétele alapján kiszámítható a felhasznált levegő térfogata:

$$V(\text{levegő}) = \frac{V(\text{O}_2) \cdot 100}{\varphi\%} = \frac{200 \text{ cm}^3 \cdot 100}{20,00} = 1000 \text{ cm}^3 = \underline{\underline{1,00 \text{ dm}^3}}$$

D)

A vízmentes füstgáz két összetevőből áll: a reakciókban keletkező szén-dioxidból, illetve a levegő útján bevitt, de el nem reagált nitrogéngázból.

A reakcióegyenlet alapján 2 cm<sup>3</sup> acetaldehid égése során 4 cm<sup>3</sup> azonos állapotú szén-dioxid-gáz keletkezik, így 50,0 cm<sup>3</sup> térfogatú etanal égése közben 100 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>-gáz jön létre. A szén-monoxid égése során minden 2 cm<sup>3</sup> gázból 2 cm<sup>3</sup> szén-dioxid keletkezik, így a 150 cm<sup>3</sup> CO égését 150 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> keletkezése kíséri.

A két reakcióban fejlődött szén-dioxid összes mennyisége:

$$V(\text{CO}_2) = 100 \text{ cm}^3 + 150 \text{ cm}^3 = 250 \text{ cm}^3$$

Az 1000 cm<sup>3</sup> térfogatú levegőben 80,00%, vagyis 800 cm<sup>3</sup> térfogatú nitrogéngáz található.

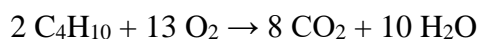
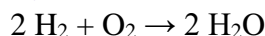
A füstgáz térfogata:

$$V(\text{füstgáz}) = V(\text{CO}_2) + V(\text{N}_2) = 250 \text{ cm}^3 + 800 \text{ cm}^3 = 1050 \text{ cm}^3 = 1,05 \text{ dm}^3$$

Ezek felhasználásával a vízmentes füstgáz átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{füstgáz}) = \frac{250 \text{ cm}^3}{1050 \text{ cm}^3} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{800 \text{ cm}^3}{1050 \text{ cm}^3} \cdot 28,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{31,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

5. A)



**B)**

Mivel minden 100,0 gramm elegy 5,000 gramm hidrogént és 95,00 gramm butánt tartalmaz, megadható, hogy 100 gramm elegyben:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{5,000 \text{ g}}{2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,475 \text{ mol} \quad \text{és}$$

$$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_{10})}{M(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{95,00 \text{ g}}{58,14 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,634 \text{ mol}$$

van.

Ennek megfelelően 100,0 gramm elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{H}_2) + n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 2,475 \text{ mol} + 1,634 \text{ mol} = 4,109 \text{ mol}.$$

Ezek alapján kiszámítható az anyagmennyiség-százalékos összetétel, amely gázok esetén megegyezik a térfogatszázalékos összetétellel:

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{2,475 \text{ mol}}{4,109 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{60,23}} = \varphi\%(\text{H}_2),$$

$$x\%(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{1,634 \text{ mol}}{4,109 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{39,77}} = \varphi\%(\text{C}_4\text{H}_{10}).$$

**C)**

A gázelegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = \frac{V(\text{elegy})}{V_m^{\text{st}}} = \frac{100,0 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 4,082 \text{ mol}.$$

Ha 4,109 mol kiindulási elegyben 2,475 mol  $\text{H}_2$  és 1,634 mol  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  van, akkor a 4,082 mol elegy 2,459 mol hidrogén- és 1,623 mol butángázt tartalmaz.

Az égési folyamatok alapján látható, hogy 2 mol hidrogéngáz égése 1 mol oxigéngázt használ el, miközben 2 mol víz keletkezik. Ennek megfelelően 2,459 mol hidrogéngáz égéséhez 1,230 mol  $\text{O}_2$  szükséges és eközben 2,459 mol víz képződik.

A bután égése közben minden 2 mol bután égéséhez 13 mol oxigéngáz fogy, miközben 8 mol szén-dioxid-gáz és 10 mol víz képződik. Az 1,623 mol bután égéséhez 10,55 mol oxigéngáz szükséges, és 6,492 mol szén-dioxid, illetve 8,115 mol víz keletkezésével jár együtt.

Az égések során fogyott oxigéngáz anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2) = 1,230 \text{ mol} + 10,55 \text{ mol} = 11,78 \text{ mol}$$

A keletkezett szén-dioxid-gáz anyagmennyisége:

$$n(\text{CO}_2) = 6,492 \text{ mol}$$

A 2000  $\text{dm}^3$  térfogatú levegő anyagmennyisége:

$$n(\text{levegő}) = \frac{V(\text{levegő})}{V_m^{\text{st}}} = \frac{2000 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 81,63 \text{ mol}$$

Ebben 20,00%, vagyis 16,33 mol oxigéngáz és 80,00%, vagyis 65,31 mol  $\text{N}_2$ -gáz van.

Látszik, hogy nem fogyott el az összes oxigén. A felesleges oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2, \text{ felesleg}) = n(\text{O}_2, \text{ összes}) - n(\text{O}_2, \text{ hasznos}) = 16,33 \text{ mol} - 11,78 \text{ mol} = 4,550 \text{ mol}$$

A vízmentes füstgáz tehát

6,492 mol szén-dioxid-gázt,

4,550 mol oxigéngázt és

65,31 mol nitrogéngázt tartalmaz,

anyagmennyisége:  $n(\text{füstgáz}) = 76,35 \text{ mol}$ .

A füstgáz térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{CO}_2) = \frac{6,492 \text{ mol}}{76,35 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{8,503}} = \varphi\%(\text{CO}_2),$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{4,550 \text{ mol}}{76,35 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{5,959} = \varphi\%(\text{O}_2),$$

$$x\%(\text{N}_2) = \frac{65,31 \text{ mol}}{76,35 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{85,54} = \varphi\%(\text{N}_2).$$

D)

A keletkezett víz anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 2,459 \text{ mol} + 8,115 \text{ mol} = 10,57 \text{ mol}$$

Ennek tömege:

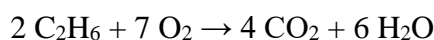
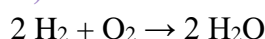
$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 10,57 \text{ mol} \cdot 18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{190,5 \text{ g}}.$$

E)

Az alkalmazott levegőfelesleg:

$$x\%(\text{levegőfelesleg}) = x\%(\text{O}_2, \text{ felesleg}) = \frac{n(\text{O}_2, \text{ felesleg})}{n(\text{O}_2, \text{ hasznos})} \cdot 100 = \frac{4,550 \text{ mol}}{11,78 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{38,62}.$$

6. A)



B)

A feladat szövege helyesen: Az eredeti gázeleggyel azonos állapotú, páramentes füstgáz térfogata  $468 \text{ dm}^3$ .

$$n(\text{elegy}) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{125000 \text{ Pa} \cdot 0,050 \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293 \text{ K}} = 2,57 \text{ mol}$$

Ebben  $a$  mol  $\text{H}_2$ -gáz és  $(2,57 - a)$  mol  $\text{C}_2\text{H}_6$ -gáz található.

Minden 2 mol  $\text{H}_2$ -gáz égése közben 1 mol oxigéngáz fogy és 2 mol víz keletkezik, így az  $a$  mol  $\text{H}_2$ -gáz égése során  $0,5a$  mol oxigénre van szükség és  $a$  mol víz képződik. Ugyanígy minden 2 mol etán égése közben 7 mol oxigéngáz fogy, és 4 mol  $\text{CO}_2$ , illetve 6 mol víz keletkezik, így a  $(2,57 - a)$  mol  $\text{C}_2\text{H}_6$ -gáz égése során  $3,5 \cdot (2,57 - a)$  mol oxigénre van szükség, miközben  $2 \cdot (2,57 - a)$  mol szén-dioxid és  $3 \cdot (2,57 - a)$  mol víz képződik.

Az égés során elfogyott oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2, \text{ hasznos}) = 0,5a \text{ mol} + 3,5 \cdot (2,57 - a) \text{ mol} = (9,00 - 3a) \text{ mol}$$

Az elegyhez kevert oxigéngáz anyagmennyisége a kiindulási elegy tízszerese volt, vagyis 25,7 mol. Ebből az égés során elfogyott oxigént kivonva megkapjuk a felesleges oxigén anyagmennyiségét:

$$n(\text{O}_2, \text{ felesleg}) = n(\text{O}_2, \text{ összes}) - n(\text{O}_2, \text{ hasznos}) = [25,7 - (9,00 - 3a)] \text{ mol} =$$

$$n(\text{O}_2, \text{ felesleg}) = (16,7 + 3a) \text{ mol}$$

A füstgáz anyagmennyisége:

$$n(\text{füstgáz}) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{125000 \text{ Pa} \cdot 0,468 \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293 \text{ K}} = 24,0 \text{ mol}$$

Ebben a keletkezett szén-dioxid, illetve az oxigénfelesleg található, így felírható a következő összefüggés:

$$24,0 = 2 \cdot (2,57 - a) + (16,7 + 3a)$$

$$\text{amelyből} \quad a = 2,16 \text{ mol H}_2 \text{ és}$$

$$(2,57 - a) = 0,410 \text{ mol C}_2\text{H}_6.$$

A keletkező füstgázban van

$$2 \cdot (2,57 - a) = 0,820 \text{ mol CO}_2 \text{ és}$$

$$(16,7 + 3a) = 23,2 \text{ mol O}_2.$$

A füstgáz térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{CO}_2) = \frac{0,820 \text{ mol}}{24,0 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{3,42} = \varphi\%(\text{CO}_2),$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{23,2 \text{ mol}}{24,0 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{96,6}} = \varphi\%(\text{O}_2).$$

C)

A keletkező víz anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = a \text{ mol} + 3 \cdot (2,57 - a) \text{ mol} = (7,71 - 2a) \text{ mol} = 3,39 \text{ mol}$$

Ennek tömege:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 3,39 \text{ mol} \cdot 18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 61,09 \text{ g} \approx \underline{\underline{61,1 \text{ g}}}.$$

D)

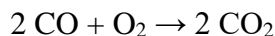
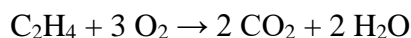
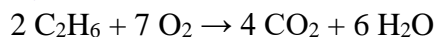
A kiindulási elegy égéséhez fogyott oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2, \text{hasznos}) = (9,00 - 3a) \text{ mol} = 2,52 \text{ mol}$$

Ha  $50,0 \text{ dm}^3$  kiindulási elegy égéséhez  $2,52 \text{ mol}$  oxigéngázra volt szükség, a feleslegben maradt  $23,2 \text{ mol}$  oxigéngáz további  $2923,2 \text{ dm}^3$ , vagyis **2,92 m<sup>3</sup>** elegy égéséhez elegendő.

7.

A)



B)

Mivel a vízmentes füstgáz teljes egészében elnyelethető a lúgoldatban, ez azt jelenti, hogy abban csak szén-dioxid-gáz található. Vagyis a füstgáz átlagos moláris tömege az a szén-dioxid-gáz moláris tömegével egyezik meg:

$$\bar{M}(\text{füstgáz}) = M(\text{CO}_2) = \underline{\underline{44,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}.$$

C)

Legyen  $a \text{ dm}^3$  térfogatú etán,  $b \text{ dm}^3$  térfogatú etán és  $(200 - a - b) \text{ dm}^3$  térfogatú szén-monoxid a kiindulási gázelegyenben!

A reakcióegyenlet alapján  $2 \text{ dm}^3$  etán égéséhez  $7 \text{ dm}^3$  térfogatú, azonos állapotú oxigén szükséges, miközben  $4 \text{ dm}^3$  azonos állapotú szén-dioxid képződik. Az elegyenben található  $a \text{ dm}^3$  térfogatú etán égése során  $3,5a \text{ dm}^3$  oxigén fogy és  $2a \text{ dm}^3$  szén-dioxid keletkezik.

A reakcióegyenlet alapján  $1 \text{ dm}^3$  etén égéséhez  $3 \text{ dm}^3$  térfogatú, azonos állapotú oxigén szükséges, miközben  $2 \text{ dm}^3$  azonos állapotú szén-dioxid képződik. Az elegyenben található  $b \text{ dm}^3$  térfogatú etén égése során  $3b \text{ dm}^3$  oxigén fogy és  $2b \text{ dm}^3$  szén-dioxid keletkezik.

A reakcióegyenlet alapján  $2 \text{ dm}^3$  szén-monoxid égéséhez  $1 \text{ dm}^3$  térfogatú, azonos állapotú oxigén szükséges, miközben  $2 \text{ dm}^3$  azonos állapotú szén-dioxid képződik. Az elegyenben található  $(200 - a - b) \text{ dm}^3$  térfogatú szén-monoxid égése során  $0,5 \cdot (200 - a - b) \text{ dm}^3$  oxigén fogy és  $(200 - a - b) \text{ dm}^3$  szén-dioxid keletkezik.

A három reakcióban fogyott oxigéngáz térfogata:

$$V(\text{O}_2) = 3,5a + 3b + 0,5 \cdot (200 - a - b) = 600 \text{ dm}^3$$

Az egyenletet egyszerűsítve:

$$3a + 2,5b = 500$$

A három reakcióban keletkezett szén-dioxid-gáz térfogata:

$$V(\text{CO}_2) = 2a + 2b + (200 - a - b) = 380 \text{ dm}^3$$

Az egyenletet egyszerűsítve:

$$a + b = 180$$

Ezekből kiszámítható:

$$a = V(\text{C}_2\text{H}_6) = 100 \text{ dm}^3,$$

$$b = V(\text{C}_2\text{H}_4) = 80,0 \text{ dm}^3,$$

$$200 - a - b = V(\text{CO}) = 20,0 \text{ dm}^3.$$

A kiindulási elegy térfogatszázalékos összetétele:

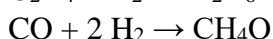
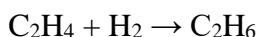
$$\varphi\%(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_6)}{V(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{100 \text{ dm}^3}{200 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{\underline{50,0}},$$

$$\varphi\%(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_4)}{V(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{80,0 \text{ dm}^3}{200 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{\underline{40,0}},$$

$$\varphi\%(\text{CO}) = \frac{V(\text{CO})}{V(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{20,0 \text{ dm}^3}{200 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{\underline{10,0}}.$$

**D)**

A 200 dm<sup>3</sup> kiindulási elegyben található gázok közül a 80,0 dm<sup>3</sup> térfogatú etén, valamint a 20,0 dm<sup>3</sup> térfogatú szén-monoxid tud elreagálni hidrogénnel megfelelő körülmények között:



A reakcióegyenlet alapján 1 dm<sup>3</sup> etén 1 dm<sup>3</sup> térfogatú, azonos állapotú hidrogénnel képes elreagálni, így a 80,0 dm<sup>3</sup> etén átalakulásához 80,0 dm<sup>3</sup> térfogatú hidrogéngáz szükséges. A szén-monoxid-gáz 1 dm<sup>3</sup> térfogatú mennyiségének átalakításához 2 dm<sup>3</sup> térfogatú, azonos állapotú hidrogéngáz szükséges. Ennek megfelelően a 20,0 dm<sup>3</sup> térfogatú szén-monoxidhoz 40,0 dm<sup>3</sup> térfogatú hidrogéngáz fogy.

A két reakcióban felhasználható hidrogéngáz térfogata:

$$V(\text{H}_2) = 80,0 \text{ dm}^3 + 40,0 \text{ dm}^3 = \underline{\underline{120 \text{ dm}^3}}.$$

**8. A)**

Legyen 1,000 mol propén és  $a$  mol hidrogén!

1,000 mol C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>-ben 3,000 mol, vagyis 36,03 gramm szén, illetve 6,000 mol, vagyis 6,060 gramm hidrogén van.

1 mol H<sub>2</sub>-ben 2 mol, vagyis 2,020 gramm hidrogén van. Ennek megfelelően  $a$  mol hidrogéngázban  $2,020a$  gramm hidrogén van.

A szénatomok tömege az  $(1,000 + a)$  mol elegyben:

$$m(\text{C}) = 36,03 \text{ g}$$

A hidrogénatomok tömege az  $(1,000 + a)$  mol elegyben:

$$m(\text{H}) = (6,060 + 2,020a) \text{ g}$$

A feladat alapján felírható:

$$\frac{m(\text{C})}{m(\text{H})} = \frac{36,06 \text{ g}}{(6,060 + 2,020a) \text{ g}} = \frac{3,964}{1,000},$$

amelyből  $a$

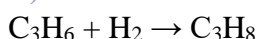
$$\frac{36,06}{(6,060 + 2,020a)} = \frac{3,964}{1,000} \text{ segítségével:}$$

$$a = 1,503 \text{ mol H}_2.$$

Ezek alapján:

$$n(\text{C}_3\text{H}_6) : n(\text{H}_2) = \underline{\underline{1,000 : 1,503}}.$$

**B)**



**C)**

Mivel a kezdeti elegyben hidrogén nagyobb mennyiségben van jelen, mint a propén, a propén teljes mennyisége propánná alakul, miközben hidrogén továbbra is marad az elegyben.

A reakcióegyenlet alapján az 1,000 mol propénből 1,000 mol propán jön létre, miközben 1,000 mol hidrogéngáz fogy és 0,5034 mol hidrogéngáz marad vissza.

A keletkezett gázelegy

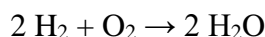
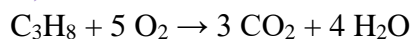


1,000 mol propánt és  
0,5034 mol hidrogént tartalmaz,  
az elegy anyagmennyisége 1,503 mol.  
Ebből kiszámítható az anyagmennyiség-százalékos összetétel, amely megegyezik a gáz-elegy térfogatszázalékos összetételével:

$$x\%(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{1,000 \text{ mol}}{1,503 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{66,52}} = \varphi\%(\text{C}_3\text{H}_6),$$

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{0,5034 \text{ mol}}{1,503 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{33,48}} = \varphi\%(\text{H}_2).$$

D)



E)

1,000 mol propán égéséhez 5,000 mol oxigéngáz fogy, miközben 3,000 mol szén-dioxid-gáz keletkezik. 2 mol hidrogéngáz égéséhez 1 mol oxigén szükséges, vagyis a 0,5034 mol hidrogén égése során 0,2517 mol oxigén használódik el.

A felesleg oxigén mennyisége fele a hasznos oxigénének, vagyis

$$n(\text{O}_2, \text{ felesleg}) = 0,5 \cdot (5,000 + 0,2517) \text{ mol} = 2,626 \text{ mol}$$

A vízmentes füstgáz anyagmennyisége:

$$n(\text{füstgáz}) = 3,000 \text{ mol CO}_2 + 2,626 \text{ mol} = 5,626 \text{ mol}$$

Az átlagos moláris tömeg:

$$\bar{M}(\text{füstgáz}) = \frac{3,000 \text{ mol CO}_2}{5,626 \text{ mol füstgáz}} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{2,626 \text{ mol O}_2}{5,626 \text{ mol füstgáz}} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{38,40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

F)

A feladatnak gyakorlatilag végtelen sok megoldása van. Az eredmény attól függ, hogy milyen kiindulási mennyiségeket választottunk.

1,000 mol propán égése közben 4,000 mol, vagyis 72,08 gramm víz keletkezik.

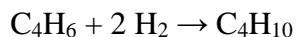
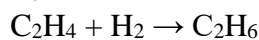
2 mol hidrogéngáz égése során 2 mol víz jön létre, így a 0,5034 mol hidrogéngázból 0,5034 mol, vagyis 9,071 gramm víz képződik.

A keletkező víz tömege:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 72,08 \text{ g} + 9,071 \text{ g} = 81,15 \text{ g}.$$

Általánosan felírható, hogy **a keletkező víz tömege (grammban kifejezve) 81,15-ször nagyobb, mint a kiválasztott propán anyagmennyisége (mólban kifejezve).**

9. A)



B)

Legyen a kezdeti elegyben  $a$  mol etilén,  $b$  mol butadién, illetve  $c$  mol hidrogéngáz!

Ha 1 mol etilént telítünk, ahhoz 1 mol hidrogéngáz szükséges, miközben 1 mol etán jön létre, vagyis  $a$  mol etilén  $a$  mol hidrogént fogyaszt, miközben  $a$  mol etán keletkezik. A keletkező etán tömege a moláris tömeg figyelembevételével  $30,08a$  gramm.

1 mol butadién telítéséhez 2 mol hidrogéngáz fogy, miközben 1 mol bután keletkezik. Így kijelenthető, hogy  $b$  mol butadién átalakításához  $2b$  mol hidrogéngáz kerül felhasználásra, miközben  $b$  mol, vagyis  $58,14b$  gramm bután keletkezik.

A végső elegyben 4,000 mol hidrogéngáz van, aminek a tömege 8,080 gramm.

A végső elegy tehát

30,08 $a$  gramm etánt,

58,14 $b$  gramm butánt és

8,080 gramm hidrogént tartalmaz.

Ezek alapján felírható az alábbi összefüggés:

$$30,08a + 58,14b + 8,080 = 300,8, \text{ egyszerűsítve:}$$

$$a + 1,933b = 9,731$$

A hidrogén kezdeti anyagmennyisége  $c$  mol. Ebből elfogyott  $a$  mol az etilén telítésére,  $2b$  mol a butadiénre, és még marad 4,000 mol, amely információk alapján felírható a következő összefüggés:

$$c = a + 2b + 4$$

Ezek alapján a kiindulás elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{kiindulási elegy}) = a \text{ mol} + b \text{ mol} + (a + 2b + 4) \text{ mol} = (2a + 3b + 4) \text{ mol}$$

A kiindulási elegy átlagos moláris tömegét felhasználva újabb összefüggés írható fel:

$$\bar{M} = \frac{a \text{ mol } C_2H_4}{(2a + 3b + 4) \text{ mol elegy}} \cdot 28,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{b \text{ mol } C_4H_6}{(2a + 3b + 4) \text{ mol elegy}} \cdot 54,10 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{(a + 2b + 4) \text{ mol } H_2}{(2a + 3b + 4) \text{ mol elegy}} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 15,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Ebből felírható, hogy:

$$28,06a + 54,10b + 2,02a + 4,04b + 8,08 = 30,08a + 45,12b + 60,16, \text{ amelyből}$$

$$13,02b = 52,08, \text{ vagyis}$$

$$b = 4,000 \text{ mol butadién.}$$

Az  $a + 1,933b = 9,731$  egyenletbe visszahelyettesítve

$$a = 2,000 \text{ mol etilén.}$$

A hidrogén kezdeti anyagmennyisége:

$$c = (a + 2b + 4) \text{ mol} = 14,00 \text{ mol.}$$

A keletkező gázelegyben

$$a \text{ mol} = 2,000 \text{ mol etán,}$$

$$b \text{ mol} = 4,000 \text{ mol bután és}$$

$$4,000 \text{ mol hidrogén található,}$$

a gázelegy anyagmennyisége 10,00 mol.

Ebből kiszámítható a gázelegy anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$x\%(C_2H_6) = \frac{2,000 \text{ mol}}{10,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{20,00}},$$

$$x\%(C_4H_{10}) = \frac{4,000 \text{ mol}}{10,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{40,00}},$$

$$x\%(H_2) = \frac{4,000 \text{ mol}}{10,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{40,00}}.$$

C)

A keletkező gázelegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M} = \frac{2,000 \text{ mol } C_2H_6}{10,00 \text{ mol elegy}} \cdot 30,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{4,000 \text{ mol } C_4H_{10}}{10,00 \text{ mol elegy}} \cdot 58,14 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{4,000 \text{ mol } H_2}{10,00 \text{ mol elegy}} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\bar{M} = \underline{\underline{30,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

D)

A kiindulási gázelegyben

$$a \text{ mol} = 2,000 \text{ mol etilén,}$$

$$b \text{ mol} = 4,000 \text{ mol butadién és}$$

$$c \text{ mol} = 14,00 \text{ mol hidrogén található,}$$

a gázelegy anyagmennyisége 20,00 mol.

Ebből kiszámítható a gázelegy anyagmennyiség-százalékos összetétele:

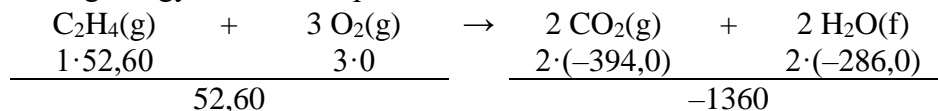
$$x\%(C_2H_4) = \frac{2,000 \text{ mol}}{20,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{10,00}},$$

$$x\%(\text{C}_4\text{H}_6) = \frac{4,000 \text{ mol}}{20,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{20,00}},$$

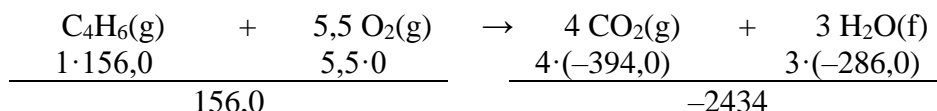
$$x\%(\text{H}_2) = \frac{14,00 \text{ mol}}{20,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{70,00}}.$$

E)

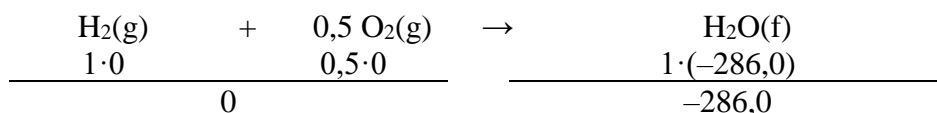
A három égési egyenletből a képződéshők ismeretében kiszámítható a három reakcióhő:



$$\Delta_r H_1 = (-1360 - 52,60) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -1413 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta_r H_2 = (-2434 - 156,0) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -2590 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta_r H_3 = (-286,0 - 0) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -286,0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

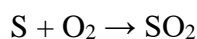
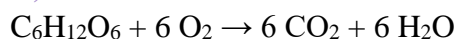
100,0 mol elegyben az anyagmennyiség-százalékos összetétel alapján 10,00 mol etilén, 20,00 mol butadién és 70,00 mol hidrogén van.

A fentiek ismeretében a reakciók során fejlődő hő mennyisége:

$$10,00 \text{ mol} \cdot 1413 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 20,00 \text{ mol} \cdot 2590 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 70,00 \text{ mol} \cdot 286,0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 85950 \text{ kJ}$$

$$\Delta_r H(\text{összes}) \approx \underline{\underline{8,595 \cdot 10^4 \text{ kJ}}}.$$

10. A)



B)

Mivel az adott hőmérsékleten és nyomáson a víz cseppfolyós halmazállapotú, a keletkező gázelegyben kizárólag szén-dioxid- és kén-dioxid-gáz található.

1 mol (48,8 gramm) elegyben  $a$  mol (44,01 $a$  gramm) szén-dioxid és  $(1 - a)$  mol, vagyis  $(64,06 - 64,06a)$  gramm kén-dioxid van. Ez alapján felírható:

$$44,01a + 64,06 - 64,06a = 48,8$$

Ez alapján 1 mol elegyben  $a = 0,762$  mol  $\text{CO}_2$  és  $(1 - a) = 0,238$  mol  $\text{SO}_2$  található, amelyből kiszámítható a gázelegy összetétele:

$$x\%(\text{CO}_2) = \frac{0,762 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{76,2}} = \varphi\%(\text{CO}_2),$$

$$x\%(\text{SO}_2) = \frac{0,238 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{23,8}} = \varphi\%(\text{SO}_2).$$

C)

A porkeverék égése közben keletkező gázelegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{150000 \text{ Pa} \cdot 0,0435 \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 299,1 \text{ K}} = 2,62 \text{ mol}$$

Ennek 76,2%-a szén-dioxid, ami 2,00 mol. A többi kén-dioxid, amelynek anyagmennyisége 0,624 mol.

Az égési egyenletek alapján az látható, hogy 1 mol szőlőcukor reakciójával 6 mol oxigéngáz fogy és 6 mol szén-dioxid-gáz keletkezik. Ennek megfelelően a 2,00 mol szén-dioxid 0,333 mol, vagyis 60,1 gramm (60,06 gramm) szőlőcukor égése közben képződik, miközben 2,00 mol oxigéngáz fogy.

1 mol kén égése közben 1 mol oxigéngáz fogy és 1 mol kén-dioxid-gáz keletkezik. A 0,624 mol kén-dioxid keletkezése 0,624 mol, vagyis 20,0 gramm kén égésével valósul meg, miközben 0,624 mol oxigéngáz fogy.

A kezdeti porkeverék anyagmennyisége:

$$n(\text{porkeverék}) = n(\text{szőlőcukor}) + n(\text{kén}) = 0,333 \text{ mol} + 0,624 \text{ mol} = 0,957 \text{ mol}$$

Ebből megadható a porkeverék anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$x\%(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{0,333 \text{ mol}}{0,957 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{34,8}},$$

$$x\%(\text{S}) = \frac{0,624 \text{ mol}}{0,957 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{65,2}}.$$

**D)**

A porkeverék tömege:

$$m(\text{porkeverék}) = 60,1 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 20,0 \text{ g S} = \underline{\underline{80,1 \text{ g}}}.$$

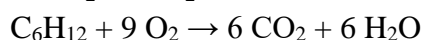
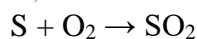
**E)**

A két égési folyamatban elfogyott oxigéngáz anyagmennyisége és térfogata:

$$n(\text{O}_2) = 2,00 \text{ mol} + 0,624 \text{ mol} = \underline{\underline{2,62 \text{ mol}}},$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m^{\text{st}} = 2,62 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{64,3 \text{ dm}^3}}.$$

**11. A)**



**B)**

A lúgoldaton történő átvezetés közben a keletkező kén-dioxid- és szén-dioxid-gázok elnyelődnek, így a 20,25 dm<sup>3</sup> az oxigénfelesleget jelenti. Ennek megfelelően a kén-dioxid és szén-dioxid együttes térfogata 379,8 dm<sup>3</sup> (379,75 dm<sup>3</sup>).

A kén tömegének segítségével meghatározható az elégetett kén anyagmennyisége:

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{16,03 \text{ g}}{32,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,5000 \text{ mol}$$

A reakcióegyenlet alapján 1 mol kénből 1 mol, vagyis 24,50 dm<sup>3</sup> standardállapotú kén-dioxid-gáz keletkezik, így a 0,5000 mol kén égésével 12,25 dm<sup>3</sup> kén-dioxid jön létre.

Ennek megfelelően a szén-dioxid térfogata:

$$V(\text{CO}_2) = 379,8 \text{ dm}^3 - 12,25 \text{ dm}^3 = 367,5 \text{ dm}^3$$

A füstgáz összetétele:

$$\varphi\%(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{367,5 \text{ dm}^3}{400,0 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{\underline{91,88}},$$

$$\varphi\%(\text{SO}_2) = \frac{V(\text{SO}_2)}{V(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{12,25 \text{ dm}^3}{400,0 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{\underline{3,063}},$$

$$\varphi\%(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{20,25 \text{ dm}^3}{400,0 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{\underline{5,063}}.$$

A füstgáz átlagos moláris tömege:

$$\bar{M} = \frac{367,5 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2}{400,0 \text{ dm}^3 \text{ elegy}} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{12,25 \text{ dm}^3 \text{ SO}_2}{400,0 \text{ dm}^3 \text{ elegy}} \cdot 64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{20,25 \text{ dm}^3 \text{ O}_2}{400,0 \text{ dm}^3 \text{ elegy}} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\bar{M} = \underline{\underline{44,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}.$$

**C)**

A füstgázban található szén-dioxid-gáz anyagmennyisége:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m^{\text{st}}} = \frac{367,5 \text{ dm}^3}{24,50 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 15,00 \text{ mol}$$

Ha 1 mol ciklohexán égésével 6 mol szén-dioxid-gáz képződik, akkor a 15,00 mol szén-dioxid keletkezése 2,500 mol ciklohexánhoz kötődik. Ennek tömege:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}) = n(\text{C}_6\text{H}_{12}) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 2,500 \text{ mol} \cdot 84,18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 210,45 \text{ g} \approx 210,5 \text{ g}$$

A ciklohexán térfogata:

$$V(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12})}{\rho(\text{C}_6\text{H}_{12})} = \frac{210,5 \text{ g}}{0,7790 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 270,15 \text{ cm}^3 \approx \underline{\underline{270,2 \text{ cm}^3}}$$

**D)**

1 mol kén égéséhez 1 mol, vagyis 24,5 dm<sup>3</sup> térfogatú oxigéngáz szükséges, így 0,5 mol kén égése során 12,25 dm<sup>3</sup> oxigén fogy. Ugyanígy kijelenthető, hogy 1 mol ciklohexán égéséhez 9 mol, vagyis 220,5 dm<sup>3</sup> térfogatú oxigéngáz szükséges, vagyis a 2,500 mol ciklohexán tökéletes égése során 551,3 dm<sup>3</sup> (551,25 dm<sup>3</sup>) oxigéngáz fogy.

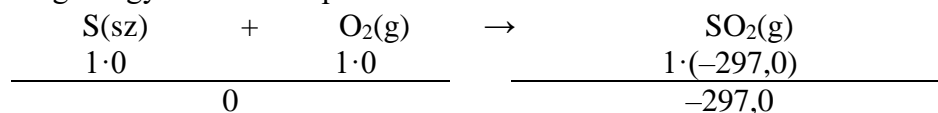
A hasznos oxigén térfogata:

$$V(\text{O}_2, \text{hasznos}) = 12,25 \text{ dm}^3 + 551,3 \text{ dm}^3 = 563,5 \text{ dm}^3$$

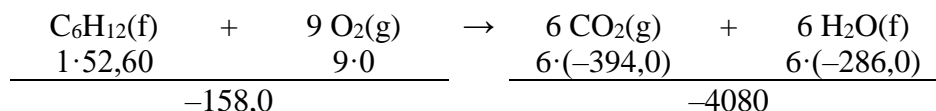
$$\varphi\%(\text{oxigénfelesleg}) = \frac{V(\text{O}_2, \text{felesleg})}{V(\text{O}_2, \text{hasznos})} \cdot 100 = \frac{20,25 \text{ dm}^3}{563,5 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{\underline{3,594}}$$

**E)**

A két égési egyenletből a képződéshők ismeretében kiszámítható a két reakciójó:



$$\Delta_r H_1 = (-297,0 - 0) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -297,0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



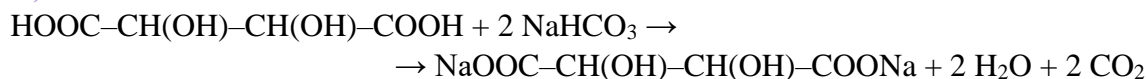
$$\Delta_r H_2 = [-4080 - (-158,0)] \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -3922 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Az oldatban 0,5000 mol kén és 2,500 mol ciklohexán van.

A fentiek ismeretében a reakciók során fejlődő hő mennyisége:

$$0,500 \text{ mol} \cdot 297 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 2,500 \text{ mol} \cdot 3922 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 9953,5 \text{ kJ} \approx \underline{\underline{9954 \text{ kJ}}}$$

**12. A)**



**B)**

A fejlődő szén-dioxid anyagmennyisége és tömege:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m^{\text{st}}} = \frac{6,529 \text{ dm}^3}{24,50 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,2665 \text{ mol}$$

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 0,2665 \text{ mol} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 11,73 \text{ g}$$

Mivel a visszamaradt oldat 148,3 gramm tömegű, a tömegmegmaradás törvényének értelmében a két kiindulási oldat együttes tömege:

$$148,3 \text{ g} + 11,73 \text{ g} = 160,03 \text{ g} \approx 160 \text{ g}$$

Mivel a két oldat tömege megegyezik, így azok tömege:

$$m(\text{borkősavoldat}) = m(\text{szódabikarbóna-oldat}) = 80,0 \text{ g}$$

A reakcióegyenlet és a fejlődött szén-dioxid anyagmennyisége alapján meghatározható a két kiindulási anyag mennyisége. Ha 1 mol, vagyis 150,09 gramm borkősavat 2 mol, vagyis 84,01 gramm szódabikarbónával reagáltatjuk, akkor 2 mol szén-dioxid-gáz fejlődik. Ennek megfelelően a 0,2665 mol szén-dioxid fejlődése közben 0,1332 mol, vagyis 20,00 gramm borkősav és 0,2665 mol, vagyis 22,39 gramm szódabikarbóna fogy el. Ezek alapján a kiindulási oldatok tömegszázalékos összetétele megadható:

$$w\%(\text{borkősav}) = \frac{20,00 \text{ g}}{80,00 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{25,00}},$$

$$w\%(\text{szódabikarbóna}) = \frac{22,39 \text{ g}}{80,00 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{27,98}}.$$

C)

A reakcióegyenlet alapján 1 mol borkősav reakciójával 1 mol dinátrium-tartarát keletkezik, így 0,1332 mol sav reakciójával 0,1332 mol só jön létre.

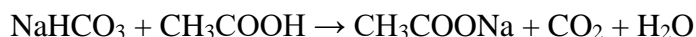
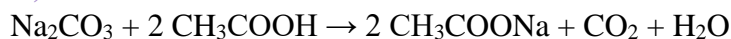
A keletkező oldat térfogata:

$$V(\text{oldat}) = \frac{m(\text{oldat})}{\rho(\text{oldat})} = \frac{148,3 \text{ g}}{1,075 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 137,95 \text{ cm}^3 \approx 0,1380 \text{ dm}^3$$

Ezek alapján az oldat anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c = \frac{n(\text{oldott anyag})}{V(\text{oldat})} = \frac{0,1332 \text{ mol}}{0,1380 \text{ dm}^3} = \underline{\underline{0,9659 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}.$$

13. A)



B)

1 mol kristálysóda 286,19 gramm, míg az 1 mol szódabikarbóna 84,01 gramm tömegű. Ezek szerint (286,19 g + 84,01 g, vagyis) 370,2 gramm keverékben 1 mol kristálysóda és 1 mol szódabikarbóna van, így a 270 gramm tömegű keverékben 0,729 mol kristálysódat és 0,729 mol szódabikarbónát tartalmaz.

A reakcióegyenletek alapján 1 mol szódához 2 mol sav szükséges, vagyis 0,729 mol szódához 1,46 mol ecetsav szükséges. Ugyanígy látható, hogy 1 mol szódabikarbóna 1 mol ecetsavval reagál el, a 0,729 mol sóhoz 0,729 mol sav kerül felhasználásra.

A teljes ecetsavmennyiség:

$$n(\text{ecetsav}) = 1,46 \text{ mol} + 0,729 \text{ mol} = 2,19 \text{ mol}$$

Ennek tömege:

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2,19 \text{ mol} \cdot 60,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 131,41 \text{ g} \approx$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) \approx 131 \text{ g}$$

Az ecetsavoldat tömege:

$$m(\text{oldat}) = \frac{m(\text{oldott anyag}) \cdot 100}{w\%} = \frac{131 \text{ g} \cdot 100}{20,0} = 657,06 \text{ g} \approx \underline{\underline{657 \text{ g}}}.$$

C)

1 mol szódából 1 mol szén-dioxid fejlődik, így 0,729 mol szóda felhasználásával 0,729 mol gáz fejlődik. Ugyanígy látható, hogy 1 mol szódabikarbóna segítségével 1 mol szén-dioxid-gáz képződik, így a 0,729 mol sóból 0,729 mol gáz fejlődik.

A fejlődött szén-dioxid teljes mennyisége:

$$n(\text{CO}_2) = 0,729 \text{ mol} + 0,729 \text{ mol} = 1,46 \text{ mol}$$

Ennek térfogata:

$$V(\text{CO}_2) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1,46 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 290 \text{ K}}{121000 \text{ Pa}} = 0,0291 \text{ m}^3 = \underline{\underline{29,1 \text{ dm}^3}}.$$

D)

1 mol szódából 2 mol nátrium-acetát jön létre, így 0,729 mol szóda felhasználásával 1,46 mol nátrium-acetát keletkezik. Ugyanígy látható, hogy 1 mol szódabikarbóna segítségével 1 mol nátrium-acetát képződik, így a 0,729 mol sóból 0,729 mol nátrium-acetát keletkezik.

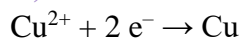
A keletkezett nátrium-acetát teljes mennyisége:

$$n(\text{CH}_3\text{COONa}) = 1,46 \text{ mol} + 0,729 \text{ mol} = 2,19 \text{ mol}$$

A keletkezett oldat anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c = \frac{n(\text{oldott anyag})}{V(\text{oldat})} = \frac{2,19 \text{ mol}}{4,50 \text{ dm}^3} = \underline{\underline{0,486 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}$$

14. A)



B)

Az elektródokon áthaladt töltés mennyisége:

$$Q = I \cdot t = 5,00 \text{ A} \cdot 7488 \text{ s} = 37440 \text{ C}$$

Az elektródokon áthaladt elektronok anyagmennyisége:

$$n(\text{e}^-) = \frac{Q}{F} = \frac{37440 \text{ C}}{96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,388 \text{ mol}$$

A katód folyamat alapján látható, hogy 2 mol elektron 1 mol, vagyis 63,55 gramm tömegű réz leválását idézi elő, így 0,388 mol elektron hatására **12,3 gramm** ( $\approx 12,33 \text{ g}$ ) **fém válik le.**

C)

Legyen a keverékben  $a$  gramm tömegű réz(II)-klorid és  $(30,0 - a)$  gramm réz(II)-acetát!

Ezek anyagmennyisége:

1 mol, vagyis 134,45 gramm réz(II)-kloridban 1 mol, vagyis 63,55 gramm réz található,  $a$  gramm  $\text{CuCl}_2$ -ből  $\frac{63,55a}{134,45}$  gramm réz nyerhető ki. Ugyanígy 1 mol, vagyis 181,65 gramm  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$ -ban 1 mol, vagyis 63,55 gramm réz található,  $(30,0 - a)$  gramm réz(II)-acetátból  $\frac{63,55 \cdot (30,0 - a)}{181,65}$  gramm réz nyerhető ki.

Ezen ismeretek felhasználásával felírható a következő összefüggés:

$$\frac{63,55a}{134,45} + \frac{63,55 \cdot (30,0 - a)}{181,65} = 12,3$$

amelyből  $a = 14,7$  gramm réz(II)-klorid és

$$(30,0 - a) = 15,3 \text{ gramm réz(II)-acetát jön ki.}$$

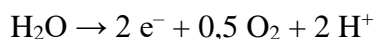
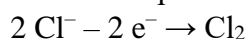
Ezek alapján a porkeverék tömegszázalékos összetétele:

$$w\%(\text{réz(II)-klorid}) = \frac{14,7 \text{ g}}{30,0 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{49,0}},$$

$$w\%(\text{réz(II)-acetát}) = \frac{15,3 \text{ g}}{30,0 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{51,0}}.$$

D)

Az anódon potenciálisan lejátszódó folyamatok:



A kloridion egyszerű ion, így amíg le nem válik teljesen, csak az fog átalakulni.

134,45 gramm réz(II)-kloridban 2 mol kloridion található, amelyből 1 mol klórgáz fejleszhető, így a 14,7 gramm  $\text{CuCl}_2$ -ban 0,219 mol kloridion van, amelyből 0,109 mol klórgáz állítható elő. Ennek leválása 0,219 mol anyagmennyiségű elektron leadásával jár együtt.

Ennél azonban több elektron haladt át az elektródokon, így a vízbontás is lejátszódik. (Az acetátion szintén összetett ion, így nem képes leválni.)

0,5 mol oxigéngáz képződéséhez 2 mol elektron szükséges. A maradék 0,169 mol elektron ezek alapján 0,0424 mol oxigéngáz fejlődését teszi lehetővé.

A fejlődött gázok anyagmennyisége:

$$n(\text{gázelegy}) = n(\text{Cl}_2) + n(\text{O}_2) = 0,109 \text{ mol} + 0,0424 \text{ mol} = 0,152 \text{ mol}$$

Ennek térfogata standard körülmények között:

$$V(\text{gázelegy}) = n(\text{gázelegy}) \cdot V_m^{\text{st}} = 0,152 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{3,71 \text{ dm}^3}}$$

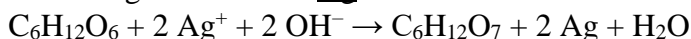
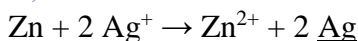
**E)**

1 mol, vagyis 181,65 gramm tömegű réz(II)-acetát előállításához 2 mol, vagyis 120,12 gramm ecetsav szükséges. Ennek megfelelően 15,3 gramm réz(II)-acetáthoz 10,1 gramm ecetsavra van szükség.

A tömegszázalékos összetételt figyelembe véve az oldat tömege:

$$m(\text{oldat}) = \frac{m(\text{oldott anyag}) \cdot 100}{w\%} = \frac{10,1 \text{ g} \cdot 100}{96,0} = 10,55 \text{ g} \approx \underline{\underline{10,6 \text{ g}}}$$

**15. A)**



**B)**

Legyen  $a$  mol cink és  $3a$  mol szőlőcukor a keverékben!

A reakcióegyenlet alapján 1 mol cink segítségével 2 mol ezüst válik le, így  $a$  mol cink oxidációja közben  $2a$  mol ezüst keletkezik. Ugyanígy látható, hogy 1 mol szőlőcukor enyhe oxidációja közben 2 mol ezüst válik le, így  $3a$  mol glükóz átalakulását  $6a$  mol ezüst keletkezése kíséri.

A keletkezett ezüst anyagmennyisége és tömege:

$$n(\text{Ag}) = 2a \text{ mol} + 6a \text{ mol} = 8a \text{ mol}$$

$$m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 8a \text{ mol} \cdot 107,87 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 892,96a \text{ g} \approx 893,0a \text{ g}$$

Ez a tömeg azonban ismert, így felírható a következő összefüggés:

$$893,0a = 258,9$$

$$\text{amelyből} \quad a = n(\text{Zn}) = 0,3000 \text{ mol} \text{ és} \\ 3a = n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,9000 \text{ mol.}$$

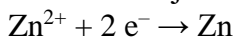
A porkeverék tömege:

$$m(\text{porkeverék}) = 0,3000 \text{ mol} \cdot 65,38 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,9000 \text{ mol} \cdot 180,18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 181,78 \text{ g} \approx$$

$$m(\text{porkeverék}) \approx \underline{\underline{181,8 \text{ g}}}$$

**C)**

A katódon lejátszódó folyamat:



1 mol cinkion redukciójához 2 mol elektronra van szükség, így a 0,3000 mol cinkion átalakulásához 0,6000 mol elektron szükséges. Ezek segítségével kiszámítható az elektródokon áthaladt töltésmennyiség:

$$Q = n(\text{e}^-) \cdot F = 0,6000 \text{ mol} \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} = 57902,68 \text{ C} \approx 5,79 \cdot 10^4 \text{ C}$$

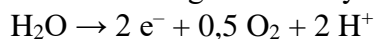
Így az elektrolízis ideje:

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{5,79 \cdot 10^4 \text{ C}}{3,000 \text{ A}} = 19300,89 \text{ s} \approx \underline{\underline{5,361 \text{ h}}}$$



D)

Az anódon végbement folyamat:



2 mol elektron hatására 0,5 mol oxigéngáz fejlődik, így 0,6000 mol elektron hatására 0,1500 mol oxigéngáz keletkezik. Ennek térfogata az adott körülmények között:

$$V(\text{O}_2) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,1500 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 295 \text{ K}}{90000 \text{ Pa}} = 4,088 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = \underline{\underline{4,088 \text{ dm}^3}}.$$

16. A)



B)

Legyen a porkeverékben  $a$  gramm kálium-klorát és  $(250 - a)$  gramm kálium-klorid!

Ezek anyagmennyisége:

$$n(\text{KClO}_3) = \frac{a}{122,55} \text{ mol} \quad \text{és} \quad n(\text{KCl}) = \frac{(250 - a)}{74,55} \text{ mol}$$

A reakcióegyenlet alapján 2 mol kálium-klorátból 1 mol kálium-klorid keletkezik, így

$$\frac{a}{122,55} \text{ mol kálium-klorátból } \frac{0,5a}{122,55} \text{ mol kálium-klorid.}$$

Felírható a következő összefüggés:

$$\frac{0,5a}{122,55} + \frac{(250 - a)}{74,55} = 3 \cdot \frac{(250 - a)}{74,55},$$

amelyből  $a = 217 \text{ g KClO}_3$  és

$$250 - a = 33,0 \text{ g KCl.}$$

$$w\%(\text{kálium-klorát}) = \frac{217 \text{ g}}{250 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{86,8}}.$$

C)

A kálium-klorát kezdeti anyagmennyisége:

$$n(\text{KClO}_3) = \frac{217}{122,55} \text{ mol} = 1,77 \text{ mol}$$

A kálium-klorid kezdeti anyagmennyisége:

$$n(\text{KCl}) = \frac{33,0}{74,55} \text{ mol} = 0,443 \text{ mol}$$

A bomlási egyenlet szerint 2 mol kálium-klorát átalakulásával 1 mol kálium-klorid és 1 mol kálium-perklorát keletkezik, így 1,77 mol kálium-klorátból 0,885 mol kálium-klorid és 0,885 mol kálium-perklorát keletkezik.

A keletkezett keverék összetétele:

$$0,885 \text{ mol KClO}_4,$$

$$0,885 \text{ mol} + 0,443 \text{ mol} = 1,33 \text{ mol KCl.}$$

A keverék anyagmennyisége:  $n(\text{keverék}) = 2,21 \text{ mol}$ .

Ez alapján kiszámítható a keverék anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$x\%(\text{kálium-perklorát}) = \frac{0,885 \text{ mol}}{2,21 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{40,0}},$$

$$x\%(\text{kálium-klorid}) = \frac{1,33 \text{ mol}}{2,21 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{60,0}}.$$

A keverékben

$$0,885 \text{ mol} \cdot 138,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 122,67 \text{ g} \approx 123 \text{ g KClO}_4 \text{ és}$$

$$1,33 \text{ mol} \cdot 74,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 99,0 \text{ g KCl található,}$$

a keverék tömege:  $m(\text{keverék}) = 123 \text{ g} + 99,0 \text{ g} = 221,67 \text{ g} \approx 222 \text{ g}$ .

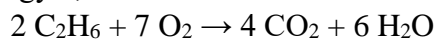
Ezek alapján a tömegszázalékos összetétele:

$$w\%(\text{kálium-perklorát}) = \frac{123 \text{ g}}{222 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{55,3}},$$

$$w\%(\text{kálium-klorid}) = \frac{99,0 \text{ g}}{222 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{44,7}}.$$

D)

A reakcióegyenlet alapján 2 mol kálium-klorát bomlása közben 1 mol oxigéngáz fejlődik, így 1,77 mol kálium-klorát által 0,885 mol oxigéngáz keletkezik.



Az egyenlet alapján látható, hogy 2 mol, vagyis 60,16 gramm etán tökéletes égéséhez 7 mol oxigénre van szükség, így a 0,885 mol oxigéngáz **7,61 gramm etán** égéséhez elegendő.

E)

Az égési egyenlet alapján 7 mol oxigéngáz 4 mol szén-dioxid-gázt eredményez, így a 0,885 mol oxigén átalakulása 0,506 mol szén-dioxid képződéséhez vezet.

A keletkezett szén-dioxid térfogata:

$$V(\text{CO}_2) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,506 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 308 \text{ K}}{120000 \text{ Pa}} = 0,0108 \text{ m}^3 = \underline{\underline{10,8 \text{ dm}^3}}.$$

17. A)

1,00 mol KCl tömege  $1,00 \cdot 74,55 = 74,6$  gramm (74,55 gramm),

3,00 mol MgCl<sub>2</sub> tömege  $3,00 \cdot 95,21 = 286$  gramm (285,63 gramm) és

6,00 mol LiCl tömege  $6,00 \cdot 42,39 = 254$  gramm (254,34 gramm).

Eszerint  $(74,6 + 286 + 254) = 615$  gramm (614,52 gramm) tömegű keverékben 74,6 gramm KCl, 286 gramm MgCl<sub>2</sub> és 254 gramm LiCl található. Ezek alapján a sókeverék tömegszázalékos összetétele:

$$w\%(\text{kálium-klorid}) = \frac{74,6 \text{ g}}{615 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{12,1}},$$

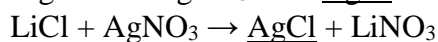
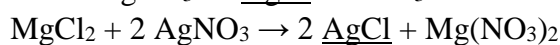
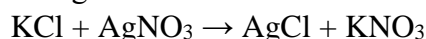
$$w\%(\text{magnézium-klorid}) = \frac{286 \text{ g}}{615 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{46,5}},$$

$$w\%(\text{lítium-klorid}) = \frac{254 \text{ g}}{615 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{41,4}}.$$

B)

Ha 615 gramm keverékben 1,00 mol KCl, 3,00 mol MgCl<sub>2</sub> és 6,00 mol LiCl van, akkor a 100 gramm tömegű keverékben 0,163 mol kálium-klorid, 0,488 mol magnézium-klorid és 0,976 mol lítium-klorid található.

A végbement reakciók:



Az egyenletek alapján 0,163 mol KCl-ra 0,163 mol,

0,488 mol MgCl<sub>2</sub>-ra 0,976 mol, míg

0,976 mol LiCl-ra 0,976 mol AgNO<sub>3</sub> fogy.

Az elreagáló ezüst(I)-nitrát anyagmennyisége:

$$n(\text{AgNO}_3) = 0,163 \text{ mol} + 0,976 \text{ mol} + 0,976 \text{ mol} = 2,12 \text{ mol}$$

Az oldatot 5,00%-os feleslegben alkalmazzuk, így a szükséges AgNO<sub>3</sub>-anyagmennyisége:

$$n(\text{AgNO}_3) = 1,05 \cdot 2,12 \text{ mol} = 2,22 \text{ mol}$$

Az oldat koncentrációjának ismeretében az oldat térfogata kiszámítható:

$$V(\text{oldat}) = \frac{n(\text{oldott anyag})}{c(\text{oldat})} = \frac{2,22 \text{ mol}}{0,250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = \underline{\underline{8,88 \text{ dm}^3}}.$$

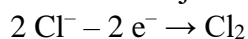
C)

Ha 615 gramm keverékben 1,00 mol KCl, 3,00 mol MgCl<sub>2</sub> és 6,00 mol LiCl van, akkor a 250 gramm tömegű keverékben 0,407 mol kálium-klorid (vagyis 0,407 mol kloridion), 1,22 mol magnézium-klorid (vagyis 2,44 mol kloridion) és 2,44 mol lítium-klorid (vagyis 2,44 mol kloridion) található.

Ezek alapján a kloridionok anyagmennyisége a vizes oldatban:

$$n(\text{Cl}^-) = 0,407 \text{ mol} + 2,44 \text{ mol} + 2,44 \text{ mol} = 5,28 \text{ mol}$$

Az anódon lejátszódó oxidációs folyamat:



Ezek alapján minden 2 mol kloridion leválásához 2 mol elektron leadására van szükség, vagyis az 5,28 mol Cl<sup>-</sup>-ion leválása közben 5,28 mol elektron kerül leadásra.

Az elektródokon áthaladt töltésmennyiség:

$$Q = n(\text{e}^-) \cdot F = 5,28 \text{ mol} \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} = 509959,35 \text{ C} \approx 5,10 \cdot 10^5 \text{ C}$$

Mivel az áramhatékonyság csak 80,0%-os volt, a ténylegesen áthaladt töltésmennyiség:

$$Q = \frac{5,10 \cdot 10^5 \cdot 100}{80,0} = 637449,19 \text{ C} \approx 6,37 \cdot 10^5 \text{ C}$$

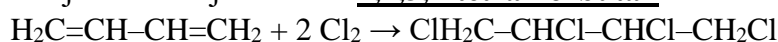
Így az elektrolízis ideje:

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{6,37 \cdot 10^5 \text{ C}}{10,0 \text{ A}} = 63744,92 \text{ s} \approx \underline{\underline{17,7 \text{ h}}}$$

D)

Minden 2 mol kloridion oxidációja útján 1 mol klórgáz keletkezik, így az 5,28 mol kloridionból 2,64 mol klórgáz jön létre.

A lejátszódó teljes addíció **1,2,3,4-tetraklórbutánt** eredményez:



Az egyenlet alapján 1 mol buta-1,3-dién 2 mol klórgázt addicionál, vagyis a 2,64 mol klórgáz 1,32 mol butadién átalakításához elegendő. Ennek térfogata standard körülmények között:

$$V(\text{butadién}) = n(\text{butadién}) \cdot V_{\text{m}}^{\text{st}} = 1,32 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{32,4 \text{ dm}^3}}$$

18. A)

Hidrogénatom csak a nátrium-acetátban van, míg klóratom (valójában kloridion) csak a nátrium-kloridban.

A hidrogén tömege és anyagmennyisége:

$$m(\text{H}) = \frac{48,1 \text{ g} \cdot 1,26}{100} = 0,606 \text{ g}$$

$$n(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{0,606 \text{ g}}{1,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,600 \text{ mol}$$

A nátrium-acetát képletéből láthatjuk, hogy 1 mol CH<sub>3</sub>COONa 3 mol hidrogént tartalmaz, vagyis a 0,600 mol hidrogén 0,200 mol nátrium-acetátban fordul elő.

A keverékben előforduló nátrium-acetát tömege:

$$m(\text{CH}_3\text{COONa}) = n(\text{CH}_3\text{COONa}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,200 \text{ mol} \cdot 82,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 16,4 \text{ g}$$

A klór tömege és anyagmennyisége:

$$m(\text{Cl}) = \frac{48,1 \text{ g} \cdot 22,1}{100} = 10,6 \text{ g}$$

$$n(\text{Cl}) = \frac{m(\text{Cl})}{M(\text{Cl})} = \frac{10,6 \text{ g}}{35,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,300 \text{ mol}$$

A nátrium-klorid képletéből láthatjuk, hogy 1 mol NaCl pontosan 1 mol kloridiont tartalmaz, vagyis a 0,300 mol kloridion 0,300 mol nátrium-kloridban fordul elő.

A keverékben előforduló nátrium-klorid tömege:

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,300 \text{ mol} \cdot 58,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 17,5 \text{ g}$$

A keverékben található nátrium-szulfát tömege és anyamennyisége:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = m(\text{keverék}) - m(\text{CH}_3\text{COONa}) - m(\text{NaCl}) = 48,1 \text{ g} - 16,4 \text{ g} - 17,5 \text{ g} = 14,2 \text{ g}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{14,2 \text{ g}}{142,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0997 \text{ mol}$$

A keverék anyagmennyisége:

$$n(\text{keverék}) = 0,200 \text{ mol CH}_3\text{COONa} + 0,300 \text{ mol NaCl} + 0,0997 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 =$$

$$n(\text{keverék}) = 0,600 \text{ mol}$$

A keverék anyagmennyiség-százalékos összetétele:

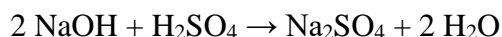
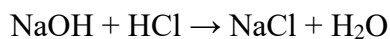
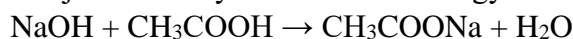
$$x\%(\text{nátrium-acetát}) = \frac{0,200 \text{ mol}}{0,600 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{33,4}},$$

$$x\%(\text{nátrium-klorid}) = \frac{0,300 \text{ mol}}{0,600 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{50,0}},$$

$$x\%(\text{nátrium-szulfát}) = \frac{0,0997 \text{ mol}}{0,600 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{16,6}}.$$

**B)**

A lejátszódó folyamatok rendezett egyenlete:



Az egyenletek alapján látható, hogy 1 mol nátrium-acetát előállításához 1 mol NaOH szükséges, így a 0,200 mol nátrium-acetáthoz 0,200 mol nátronlúg kell. Ugyanígy kijelenthető, hogy 1 mol nátrium-klorid előállításához 1 mol NaOH szükséges, így a 0,300 mol nátrium-kloridhoz 0,300 mol marónátron kell. Hasonló gondolatmenet alapján látható, hogy 1 mol nátrium-szulfát előállításához 2 mol NaOH szükséges, így a 0,0997 mol nátrium-szulfáthoz 0,199 mol nátrium-hidroxid kell.

Az elméletileg szükséges nátrium-hidroxid anyagmennyisége:

$$n(\text{NaOH}) = 0,200 \text{ mol} + 0,300 \text{ mol} + 0,199 \text{ mol} = 0,699 \text{ mol}$$

A felesleg is tartalmazó NaOH anyagmennyisége:

$$n(\text{NaOH}) = 1,10 \cdot 0,699 \text{ mol} = 0,769 \text{ mol}$$

A nátrium-hidroxid-oldat térfogata:

$$V(\text{oldat}) = \frac{n(\text{oldott anyag})}{c(\text{oldat})} = \frac{0,769 \text{ mol}}{0,100 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = \underline{\underline{7,69 \text{ dm}^3}}.$$

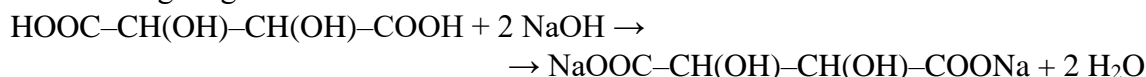
**C)**

A nátrium-hidroxid-felesleg anyagmennyisége:

$$n(\text{NaOH, felesleg}) = n(\text{NaOH, összes}) - n(\text{NaOH, hasznos}) = 0,769 \text{ mol} - 0,699 \text{ mol} =$$

$$n(\text{NaOH, felesleg}) = 0,0699 \text{ mol}$$

Ez a felesleg reagál el a borkősavval:



2 mol nátrium-hidroxid 1 mol borkősavval reagál el, így a 0,0699 mol nátronlúg 0,0350 mol borkősavat közömbösít.

A borkősav tömege:

$$m(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6) = n(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6) = 0,0350 \text{ mol} \cdot 150,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{5,25 \text{ g}}}.$$

## 19. A)

Legyen  $a$  gramm naftalin és  $(20,0 - a)$  gramm kén!

A naftalin ( $C_{10}H_8$ ) anyagmennyisége:  $\frac{a}{128,18}$  mol, a kén anyagmennyisége:  $\frac{20,0 - a}{32,06}$  mol.

A megadott anyagmennyiség-arány (2,00:1,00) alapján felírható a következő összefüggés:

$$\frac{a}{128,18} = 2 \cdot \frac{20,0 - a}{32,06},$$

amelyből  $a = m(C_{10}H_8) = 17,8$  g

$$(20,0 - a) = m(S) = 2,22 \text{ g}$$

A három összetevő anyagmennyisége:

$$n(CS_2) = \frac{m(CS_2)}{M(CS_2)} = \frac{430 \text{ g}}{76,13 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 5,65 \text{ mol}$$

$$n(C_{10}H_8) = \frac{m(C_{10}H_8)}{M(C_{10}H_8)} = \frac{17,8 \text{ g}}{128,18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,139 \text{ mol}$$

$$n(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{2,22 \text{ g}}{32,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0693 \text{ mol}$$

Az oldat anyagmennyisége:

$$n(\text{oldat}) = 5,65 \text{ mol } CS_2 + 0,139 \text{ mol } C_{10}H_8 + 0,0693 \text{ mol } S = 5,86 \text{ mol}$$

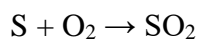
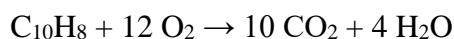
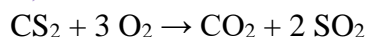
Ezek alapján az oldat anyagmennyiség-százalékos összetétele kiszámítható:

$$x\%(\text{szén-diszulfid}) = \frac{5,65 \text{ mol}}{5,86 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{96,4}},$$

$$x\%(\text{naftalin}) = \frac{0,139 \text{ mol}}{5,86 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{2,37}},$$

$$x\%(\text{kén}) = \frac{0,0693 \text{ mol}}{5,86 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{1,18}}.$$

## B)



## C)

A reakcióegyenletek alapján látható, hogy 1 mol szén-diszulfidhoz 3 mol oxigéngáz szükséges, így 5,65 mol  $CS_2$  égése közben 16,9 mol oxigén fogy. Ugyanígy megállapítható, hogy 1 mol naftalin tökéletes égéséhez 12 mol oxigéngáz szükséges, így 0,139 mol  $C_{10}H_8$  égése közben 1,66 mol oxigén fogy. Hasonlóképpen kijelenthető, hogy 1 mol kén égéséhez 1 mol oxigéngáz szükséges, így 0,0693 mol kén égése közben 0,0693 mol oxigén fogy.

Az elfogyott oxigén mennyisége és térfogata:

$$n(O_2, \text{hasznos}) = 16,9 \text{ mol} + 1,66 \text{ mol} + 0,0693 \text{ mol} = 18,7 \text{ mol}$$

$$V(O_2) = n(O_2) \cdot V_m^{\text{st}} = 18,7 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 457,62 \text{ dm}^3 \approx \underline{\underline{458 \text{ dm}^3}}.$$

## D)

A reakcióegyenlet alapján látható, hogy 1 mol naftalin égése közben 4 mol víz keletkezik, így 0,139 mol naftalin tökéletes égése során 0,555 mol víz képződik.

Ennek tömege:

$$m(H_2O) = n(H_2O) \cdot M(H_2O) = 0,555 \text{ mol} \cdot 18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 10,0 \text{ g}$$

Mivel az oxigénfelesleg tömege duplája a keletkezett víz tömegének, kiszámítható:

$$m(O_2, \text{felesleg}) = 2 \cdot m(H_2O) = 2 \cdot 10,0 \text{ g} = 20,0 \text{ g}$$

A felesleges oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{20,0 \text{ g}}{32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,625 \text{ mol}$$

A százalékos oxigénfelesleg:

$$x\%(\text{O}_2, \text{ felesleg}) = \frac{n(\text{O}_2, \text{ felesleg})}{n(\text{O}_2, \text{ hasznos})} \cdot 100 = \frac{0,625 \text{ mol}}{18,7 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{3,34}}$$

**E)**

1 mol szén-diszulfid égése közben 1 mol szén-dioxid és 2 mol kén-dioxid keletkezik, így 5,65 mol CS<sub>2</sub> tökéletes égése során 5,65 mol CO<sub>2</sub> és 11,3 mol SO<sub>2</sub> képződik. 1 mol naphthalin tökéletes égése során 10 mol szén-dioxid és 4 mol víz keletkezik, így 0,139 mol C<sub>10</sub>H<sub>8</sub> tökéletes égése során 1,39 mol CO<sub>2</sub> és 0,555 mol H<sub>2</sub>O képződik. 1 mol kén égése közben 1 mol kén-dioxid keletkezik, így 0,0693 mol kén tökéletes égése során 0,0693 mol SO<sub>2</sub> képződik.

A füstgáz összetétele:

$$(5,65 \text{ mol} + 1,39 \text{ mol}) = 7,04 \text{ mol CO}_2$$

$$(11,3 \text{ mol} + 0,0693 \text{ mol}) = 11,4 \text{ mol SO}_2$$

$$0,555 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$0,625 \text{ mol O}_2 \text{ (felesleg)}$$

A füstgáz anyagmennyisége:

$$n(\text{füstgáz}) = 19,6 \text{ mol}$$

Ezek alapján a füstgáz összetétele és átlagos moláris tömege:

$$x\%(\text{szén-dioxid}) = \frac{7,04 \text{ mol}}{19,6 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{35,9}} = \varphi\%(\text{szén-dioxid}),$$

$$x\%(\text{kén-dioxid}) = \frac{11,4 \text{ mol}}{19,6 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{58,0}} = \varphi\%(\text{kén-dioxid}),$$

$$x\%(\text{vízgőz}) = \frac{0,555 \text{ mol}}{19,6 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{2,83}} = \varphi\%(\text{vízgőz}),$$

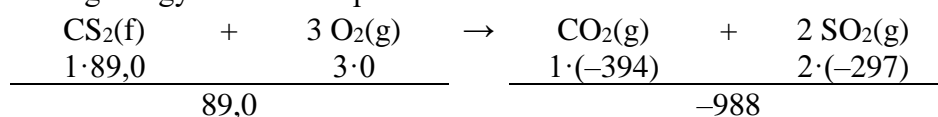
$$x\%(\text{oxigén}) = \frac{0,625 \text{ mol}}{19,6 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{3,19}} = \varphi\%(\text{oxigén}).$$

$$\bar{M} = \frac{7,04 \text{ mol CO}_2}{19,6 \text{ mol elegy}} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{11,4 \text{ mol SO}_2}{19,6 \text{ mol elegy}} \cdot 64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{0,555 \text{ mol H}_2\text{O}}{19,6 \text{ mol elegy}} \cdot 18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{0,625 \text{ mol O}_2}{19,6 \text{ mol elegy}} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

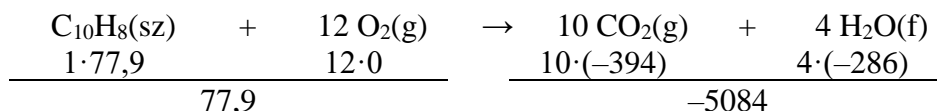
$$\bar{M} = \underline{\underline{54,6 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

**F)**

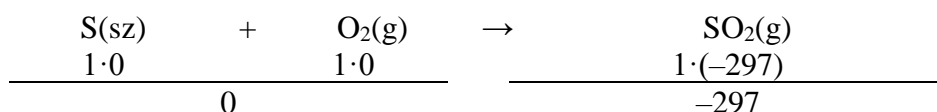
A három égési egyenletből a képződéshők ismeretében kiszámítható a három reakcióhő:



$$\Delta_r H_1 = (-988 - 89,0) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -1077 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta_r H_2 = (-5084 - 77,9) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -5161,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta_r H_3 = (-297 - 0) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -297 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

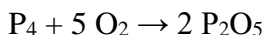
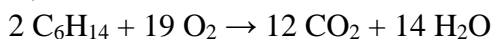
Az anyagmennyiségek ismeretében a reakciók során fejlődő hő mennyisége:

$$5,65 \text{ mol} \cdot 1077 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 0,139 \text{ mol} \cdot 5161,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 0,0693 \text{ mol} \cdot 297 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 6819,63 \text{ kJ}$$

$$\Delta_r H(\text{összes}) \approx \underline{\underline{6,82 \cdot 10^3 \text{ kJ}}}.$$

(Megjegyzés: természetesen a levegő összetételére vonatkozó információ felesleges adatként jelenik meg a feladatban.)

20. A)

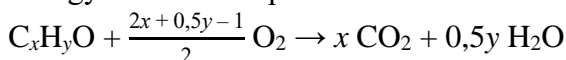


B)

2 mol hexán égése során 12 mol szén-dioxid és 14 mol víz keletkezik, így 20,0 mol hexán tökéletes égése közben 120 mol szén-dioxid és 140 mol víz jön létre.

Ennek megfelelően az 1,00 mol éter tökéletes égése közben  $(123 - 120) = 3,00$  mol szén-dioxid és  $(144 - 140) = 4,00$  mol víz keletkezik.

Az egy funkciós csoportot tartalmazó éterek általános égési egyenlete:



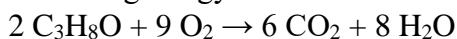
Az egyenletben pontosan 1 mol éter szerepel, így

$x = 3$ , illetve  $0,5y = 4$  (vagyis  $y = 8$ ) alapján az éter molekulaképlete: **C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O**.

Az éter szabályos neve: **etil-metil-éter**.

C)

Az éter égési egyenlete:



A három égési egyenlet segítségével kiszámíthatjuk az elreagált oxigén mennyiségét.

2 mol hexán égéséhez 19 mol oxigén fogy, így a 20,0 mol hexánhoz 190 mol oxigéngáz szükséges. 2 mol éter tökéletes égéséhez 9 mol oxigéngázra van szükség, így az 1,00 mol etil-metil-éter reakciójához 4,50 mol oxigén kell. 1,00 mol P<sub>4</sub> átalakításához az égési egyenlet szerint 5,00 mol oxigén szükséges.

Az elfogyott oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2, \text{hasznos}) = 190 \text{ mol} + 4,50 \text{ mol} + 5,00 \text{ mol} = 199,5 \text{ mol} \approx 200 \text{ mol}.$$

Az 1100 mol anyagmennyiségű levegőben 20,0%, vagyis 220 mol oxigén és 80,0%, vagyis 880 mol nitrogéngáz van.

A felesleges oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2, \text{felesleg}) = n(\text{O}_2, \text{összes}) - n(\text{O}_2, \text{hasznos}) = 220 \text{ mol} - 200 \text{ mol} = 20,5 \text{ mol}.$$

Ezek alapján a százalékos oxigénfelesleg meghatározható, ami megegyezik a levegőfelesleggel:

$$x\%(\text{levegőfelesleg}) = x\%(\text{O}_2, \text{felesleg}) = \frac{n(\text{O}_2, \text{felesleg})}{n(\text{O}_2, \text{hasznos})} \cdot 100 = \frac{20,5 \text{ mol}}{200 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{10,3}}.$$

D)

A füstgáz 123 mol szén-dioxid-, 20,5 mol oxigén- és 880 mol nitrogéngázt tartalmaz, a füstgáz anyagmennyisége  $1,02 \cdot 10^3$  mol (1023,5 mol).

Ezek alapján a gázelegy összetétele és átlagos moláris tömege:

$$x\%(\text{szén-dioxid}) = \frac{123 \text{ mol}}{1,02 \cdot 10^3 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{12,0}} = \varphi\%(\text{szén-dioxid}),$$

$$x\%(\text{oxigén}) = \frac{20,5 \text{ mol}}{1,02 \cdot 10^3 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{2,00}} = \varphi\%(\text{oxigén}),$$

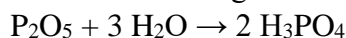
$$x\%(\text{nitrogén}) = \frac{880 \text{ mol}}{1,02 \cdot 10^3 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{86,0}} = \varphi\%(\text{nitrogén}).$$

$$\bar{M} = \frac{123 \text{ mol CO}_2}{1,02 \cdot 10^3 \text{ mol elegy}} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{20,5 \text{ mol O}_2}{1,02 \cdot 10^3 \text{ mol elegy}} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{880 \text{ mol N}_2}{1,02 \cdot 10^3 \text{ mol elegy}} \cdot 28,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\bar{M} = 30,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

E)

A reakcióegyenlet alapján látható, hogy 1,00 mol fehérfoszfor 2,00 mol foszfor(V)-oxid előállításához elegendő.



Az átalakítás során 1 mol oxidból 2 mol sav keletkezik, így 2,00 mol foszfor(V)-oxid átalakításával 4,00 mol foszforsav keletkezik. Ennek tömege:

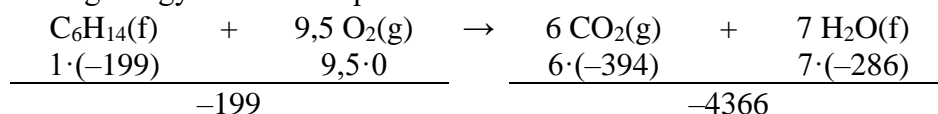
$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 4,00 \text{ mol} \cdot 98,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 392 \text{ g}$$

Az ebből előállítható oldat tömege:

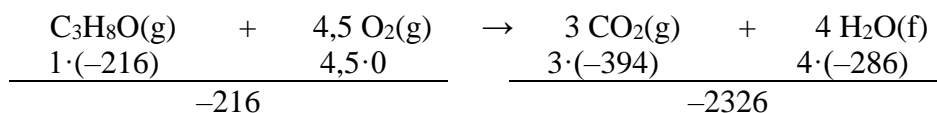
$$m(\text{oldat}) = \frac{m(\text{oldott anyag}) \cdot 100}{w\%} = \frac{392 \text{ g} \cdot 100}{25,0} = 1568 \text{ g} \approx \underline{1,57 \cdot 10^3 \text{ g}}$$

F)

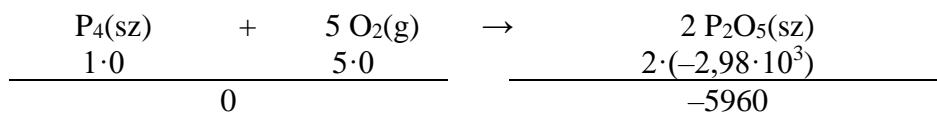
A három égési egyenletből a képződéshők ismeretében kiszámítható a három reakcióhő:



$$\Delta_r H_1 = [-4366 - (-199)] \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -4167 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta_r H_2 = [-2326 - (-216)] \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -2110 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



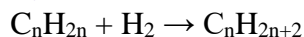
$$\Delta_r H_3 = (-5960 - 0) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -5960 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Az anyagmennyiségek ismeretében a reakciók során fejlődő hő mennyisége:

$$20,0 \text{ mol} \cdot 4167 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 1,00 \text{ mol} \cdot 2110 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 1,00 \text{ mol} \cdot 5960 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 91410 \text{ kJ}$$

$$\Delta_r H(\text{összes}) \approx \underline{9,14 \cdot 10^4 \text{ kJ}}$$

21. A)



B)

Legyen 100 gramm tömegű kiindulási elegy, amelyben 75,76 gramm alkén és 24,24 gramm hidrogén található. Ezek alapján az anyagmennyiségek:

$$n(\text{alkén}) = \frac{m(\text{alkén})}{M(\text{alkén})} = \frac{75,76 \text{ g}}{14,03n \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{75,76}{14,03n} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{24,24 \text{ g}}{2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 12,00 \text{ mol}$$

Az addíció során 1 mol alkén 1 mol hidrogénnel reagál, miközben 1 mol alkán jön létre. Mivel a feladat szövege szerint a kétkomponensű végső gázelegyenben csak egy szerves anyag található, az összes alkénnek el kell fogynia és a hidrogén feleslegben volt. Ennek megfelelően a  $\frac{75,76}{14,03n}$  mol olefin  $\frac{75,76}{14,03n}$  mol hidrogént fogyaszt, miközben  $\frac{75,76}{14,03n}$  mol alkán reagál.



Az alkán tömege:

$$m(\text{alkán}) = n(\text{alkán}) \cdot M(\text{alkán}) = \frac{75,76}{14,03n} \text{ mol} \cdot (14,03n + 2,02) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \frac{75,76 \cdot (14,03n + 2,02)}{14,03n} \text{ g}$$

A felesleg hidrogén anyagmennyisége és tömege:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2, \text{összes}) - n(\text{H}_2, \text{elreagált}) = 12,00 \text{ mol} - \frac{75,76}{14,03n} \text{ mol} = \frac{168,36n - 75,76}{14,03n} \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = \frac{168,36n - 75,76}{14,03n} \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \frac{2,02 \cdot (168,36n - 75,76)}{14,03n} \text{ g}$$

A végső gázelegy tömege:

$$m(\text{elegy}) = m(\text{alkán}) + m(\text{H}_2) = \frac{75,76 \cdot (14,03n + 2,02)}{14,03n} \text{ g} + \frac{2,02 \cdot (168,36n - 75,76)}{14,03n} \text{ g} =$$

$$m(\text{elegy}) = \frac{75,76 \cdot (14,03n + 2,02) + 2,02 \cdot (168,36n - 75,76)}{14,03n} \text{ g}$$

A feladat értelmében a végső gázelegy tömegének 20,60 tömegszázaléka hidrogén, felírható a következő egyenlet:

$$\frac{75,76 \cdot (14,03n + 2,02) + 2,02 \cdot (168,36n - 75,76)}{14,03n} \cdot 0,2060 = \frac{2,02 \cdot (168,36n - 75,76)}{14,03n},$$

amelyből  $n = 2,997 \text{ mol} \approx 3$ , amely alapján az alkén molekulaképlete: **C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>**, a szabályos neve: **propén**.

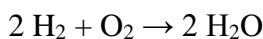
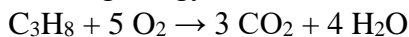
C)

A tömegszázalék alapján a 200,0 gramm tömegű gázelegy 20,60%, vagyis 41,20 gramm hidrogént, illetve 158,8 gramm propánt tartalmaz. Ezek anyagmennyisége:

$$n(\text{propán}) = \frac{m(\text{propán})}{M(\text{propán})} = \frac{158,8 \text{ g}}{44,11 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3,600 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{41,20 \text{ g}}{2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 20,40 \text{ mol}$$

A két égési egyenlet:



1 mol propán tökéletes égéséhez 5 mol oxigéngázra van szükség, így a 3,600 mol propánhoz 18,00 mol oxigén fogy. Minden 2 mol hidrogéngáz 1 mol oxigént igényel, a 20,40 mol hidrogéngáz 10,20 mol oxigént visz reakcióba.

A szükséges oxigén anyagmennyisége és standardállapotú térfogata:

$$n(\text{O}_2) = 18,00 \text{ mol} + 10,20 \text{ mol} = 28,20 \text{ mol}$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m^{\text{st}} = 28,20 \text{ mol} \cdot 24,50 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 690,86 \text{ dm}^3 \approx \underline{\underline{690,9 \text{ dm}^3}}$$

22. A)

A szerves sav képlete: C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>(OH)(COOH), amelynek moláris tömege:

$$M(\text{szerves sav}) = (12,01x + 1,01y + 62,03) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 90,09 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Az egyenlet átalakítható a következő formákra:

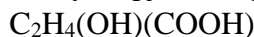
$$12,01x + 1,01y = 28,06$$

$$y = \frac{28,06 - 12,01x}{1,01}$$

Mivel az  $x$  a szénatomok számát jelöli, így csak pozitív egész szám lehet, emiatt a lehetséges megoldások száma nem végtelen.

Ha  $x = 1$ , akkor  $y = 15,89$ , de ilyen vegyület nem létezik.

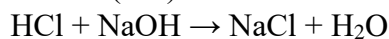
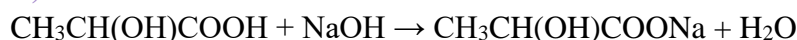
Ha  $x = 2$ , akkor  $y = 4,000$ , amely alapján a vegyület képlete:



Ha  $x = 3$ , akkor  $y = -7,891$ , de ilyen vegyület nem létezik.

Látható, hogy az  $x$  értékének növelésével egyre kisebb  $y$ -t kapunk, vagyis minden  $y$  negatív lenne, ami nem lehetséges. Ennek megfelelően a **szerves sav molekulaképlete: C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>**.

**B)**



**C)**

A titrálás során fogyott nátrium-hidroxid anyagmennyisége:

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH-oldat}) \cdot V(\text{NaOH-oldat}) = 0,1250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,01850 \text{ dm}^3 =$$

$$n(\text{NaOH}) = 2,313 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Ha 20,00 cm<sup>3</sup> törzsoldat közömbösítéséhez 2,313 · 10<sup>-3</sup> mol NaOH szükséges, az 500 cm<sup>3</sup> törzsoldathoz 0,05781 mol nátrium-hidroxid fogyna. Ugyanennyi nátrium-hidroxidra volna szükség az eredeti 10,00 cm<sup>3</sup> térfogatú savelegy közömbösítéséhez.

A feladatban megadott anyagmennyiség-arány alapján legyen a savelegyben előforduló tejsav anyagmennyisége  $a$  mol, a hidrogén-klorid anyagmennyisége  $2a$  mol!

1 mol tejsav 1 mol nátrium-hidroxiddal közömbösíthető, így  $a$  mol tejsavhoz  $a$  mol NaOH-ra van szükség. Ugyanígy látható, hogy 1 mol hidrogén-klorid semlegesítésére 1 mol nátrium-hidroxid fogy, így  $2a$  mol HCl átalakulásához  $2a$  mol NaOH-ra van szükség.

Ezek alapján felírható a következő összefüggés:

$$a \text{ mol} + 2a \text{ mol} = 0,05781 \text{ mol, amelyből}$$

$$a = n(\text{szerves sav}) = 0,01927 \text{ mol és}$$

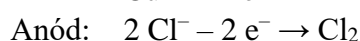
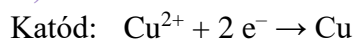
$$2a = n(\text{HCl}) = 0,03854 \text{ mol.}$$

A savelegy koncentrációja a két összetevőre nézve:

$$c(\text{tejsav}) = \frac{n(\text{tejsav})}{V(\text{tejsav})} = \frac{0,01927 \text{ mol}}{0,01000 \text{ dm}^3} = \underline{\underline{1,927 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}},$$

$$c(\text{hidrogén-klorid}) = \frac{n(\text{hidrogén-klorid})}{V(\text{hidrogén-klorid})} = \frac{0,03854 \text{ mol}}{0,01000 \text{ dm}^3} = \underline{\underline{3,854 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}.$$

**23. A)**



**B)**

A kezdeti oldatban az oldott anyag tömege és anyagmennyisége:

$$m(\text{oldott anyag}) = \frac{m(\text{oldat}) \cdot w\%}{100} = \frac{130 \text{ g} \cdot 20,0}{100} = 26,0 \text{ g}$$

$$n(\text{CuCl}_2) = \frac{m(\text{CuCl}_2)}{M(\text{CuCl}_2)} = \frac{26,0 \text{ g}}{134,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,193 \text{ mol}$$

Ebben kétszer ennyi, vagyis 0,387 mol kloridion található, amelyből az anódfolyamat alapján fele annyi, vagyis 0,193 mol klórgáz fejlődik.

A gáz térfogata standardállapotban (az állapot az **F**) alpontból derül ki):

$$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot V_{\text{m}}^{\text{st}} = 0,193 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \underline{\underline{4,74 \text{ dm}^3}}.$$

**C)**

Az anódfolyamat szerint minden 2 mol kloridion oxidációjához 2 mol elektron leadása szükséges, így a 0,387 mol kloridion átalakulását 0,387 mol elektron leadása követi. Ezek alapján az elektródokon áthaladt töltésmennyiség:

$$Q = n(\text{e}^-) \cdot F = 0,387 \text{ mol} \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} = 37322,42 \text{ C} \approx 3,73 \cdot 10^4 \text{ C}$$

Így az elektrolízis során alkalmazott áramerősség:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{3,73 \cdot 10^4 \text{ C}}{31356 \text{ s}} = \underline{\underline{1,19 \text{ A}}}$$

D)

A katód folyamat szerint 2 mol elektron felvétele közben 1 mol réz válik ki, így a 0,387 mol elektron 0,193 mol réz keletkezésével jár együtt. Ennek tömege:

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,193 \text{ mol} \cdot 63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 12,29 \text{ g} \approx \underline{\underline{12,3 \text{ g}}}$$

E)

Az ötvözetben a réz 95,0 %-ban van jelen, vagyis a cink anyagmennyisége és tömege:

$$n(\text{Zn}) = \frac{n(\text{Cu}) \cdot 5,00}{95,0} = 0,0102 \text{ mol}$$

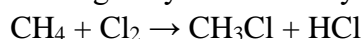
$$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,0102 \text{ mol} \cdot 65,38 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,665 \text{ g}$$

Az ötvözet tömege:

$$m(\text{sárgaréz}) = m(\text{Cu}) + m(\text{Zn}) = 12,3 \text{ g} + 0,665 \text{ g} = 12,95 \text{ g} \approx \underline{\underline{13,0 \text{ g}}}$$

F)

A klórgáz ilyen körülmények között csak a metánnal lép reakcióba:



1 mol metán 1 mol klórgázzal reagál, így a 0,193 mol klórgáz 0,193 mol metán szubsztitúciójához elegendő.

Mivel a gázelegy a metánnál 2,50-szor nagyobb anyagmennyiségű nitrogént tartalmaz, a nitrogén anyagmennyisége:

$$n(\text{N}_2) = n(\text{CH}_4) \cdot 2,50 = 0,483 \text{ mol}$$

A gázelegy anyagmennyisége és térfogata standard körülmények között:

$$n(\text{gázelegy}) = n(\text{N}_2) + n(\text{CH}_4) = 0,483 \text{ mol} + 0,193 \text{ mol} = 0,677 \text{ mol}$$

$$V(\text{gázelegy}) = n(\text{gázelegy}) \cdot V_m^{\text{st}} = 0,677 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 16,58 \text{ dm}^3 \approx \underline{\underline{16,6 \text{ dm}^3}}$$

24. A)

$$\text{C: } 48,63 \text{ g} \xrightarrow{: 12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} 4,049 \text{ mol} \xrightarrow{: 2,699 \text{ mol}} 1,500$$

$$\text{H: } 8,180 \text{ g} \xrightarrow{: 1,010 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} 8,099 \text{ mol} \xrightarrow{: 2,699 \text{ mol}} 3,001$$

$$\text{O: } 43,19 \text{ g} \xrightarrow{: 16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} 2,699 \text{ mol} \xrightarrow{: 2,699 \text{ mol}} 1,000$$

ebből a tapasztalati képlet:  $(\text{C}_{1,5}\text{H}_3\text{O})_n$ . Mivel a szubsztituátlan monokarbonsavak 2 darab oxigénatomot tartalmaznak, a karbonsav molekulaképlete:  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ , amely alapján az **atomcsoportos képlete: CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH**.

B)

A karbonsav anyagmennyisége:

$$n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2)}{M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2)} = \frac{0,7409 \text{ g}}{74,09 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,01000 \text{ mol}$$

A karbonsav bemérési koncentrációja:

$$c(\text{propánsav}) = \frac{n(\text{propánsav})}{V(\text{propánsav})} = \frac{0,01000 \text{ mol}}{0,2500 \text{ dm}^3} = 0,04000 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	HA	+	H <sub>2</sub> O	⇌	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+	A <sup>-</sup>
kiindulási	0,04000				–		–
átalakulási	$x$				$x$		$x$
egyensúlyi	$0,04000 - x$				$x$		$x$

$$K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_e \cdot [\text{A}^-]_e}{[\text{HA}]_e}, \text{ amelybe behelyettesítve:}$$

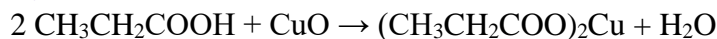
$$1,340 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0,04000 - x}, \text{ amelyből}$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 7,255 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

Az oldat pH-ja:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg (7,255 \cdot 10^{-4}) = \underline{\underline{3,139}}.$$

C)

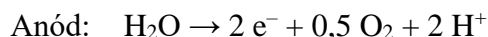
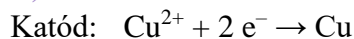


D)

A reakcióegyenlet alapján 2 mol propánsav reakciójával 1 mol réz(II)-propionát keletkezik, így a 0,01000 mol karbonsav hatására  $5,000 \cdot 10^{-3}$  mol rézvegyület keletkezik, amelynek tömege:

$$m((\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Cu}) = n((\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Cu}) \cdot M((\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Cu}) = \\ m((\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Cu}) = 5,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 209,71 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{1,049 \text{ g}}}.$$

E)



F)

1 mol réz(II)-propionátban 1 mol rézion van, amiből elektrolízissel 1 mol réz választható le, így  $5,000 \cdot 10^{-3}$  mol rézvegyületből  $5,000 \cdot 10^{-3}$  mol réz leválása várható.

1 mol réz leválása közben 0,5 mol anyagmennyiségű oxigéngáz keletkezése következik be, így a  $5,000 \cdot 10^{-3}$  mol réz mellett  $2,500 \cdot 10^{-3}$  mol oxigéngáz fejlődik. Ennek térfogata a megadott körülmények között:

$$V(\text{O}_2) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{2,500 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293 \text{ K}}{120000 \text{ Pa}} = 5,075 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = \underline{\underline{50,75 \text{ cm}^3}}.$$

G)

1 mol réz leválása közben 2 mol elektron felvétele következik be, így a  $5,000 \cdot 10^{-3}$  mol réz keletkezéséhez 0,01000 mol elektron elektródokon történő áthaladása kíséri. Az így áthaladt töltés mennyisége:

$$Q = n(\text{e}^-) \cdot F = 0,01000 \text{ mol} \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} = 965,0 \text{ C}$$

Mivel az áramhatékonyság csak 80,00%-os volt, a ténylegesen áthaladt töltésmennyiség:

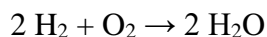
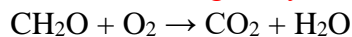
$$Q = \frac{965,0 \cdot 100}{80,00} = 1206,25 \text{ C} \approx 1206 \text{ C}$$

Így az elektrolízis ideje:

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{1206 \text{ C}}{0,02500 \text{ A}} = 48250 \text{ s} \approx \underline{\underline{13,40 \text{ h}}}.$$

25. A)

A feladat szövege helyesen: „Formaldehid és hidrogén standardállapotú elegyét...”



B)

Legyen kezdetben a formaldehid anyagmennyisége 1,00 mol, míg a hidrogéné  $a$  mol!

1,00 mol formaldehidből 1,00 mol szén-dioxid és 1,00 mol vízgőz keletkezik. 2 mol hidrogén égése közben 2 mol vízgőz jön létre, míg  $a$  mol hidrogéngáz átalakulása közben  $a$  mol vízgőz keletkezik.

A fentiek alapján 1,00 mol szén-dioxid és  $(1,00 + a)$  mol vízgőz keletkezik.

Ezek segítségével felírható a következő összefüggés:

$$\frac{1,00 \text{ mol CO}_2}{(1,00 + a) \text{ mol H}_2\text{O}} = \frac{1,00}{3,33},$$

amelyből  $a = n(\text{H}_2) = 2,33 \text{ mol}$ .

A kiindulási elegy összetétele:

$$n(\text{CH}_2\text{O}) : n(\text{H}_2) = \underline{\underline{1,00 : 2,33}}$$

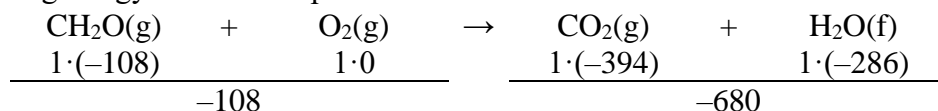
C)

A kiindulási gázelegy anyagmennyisége:

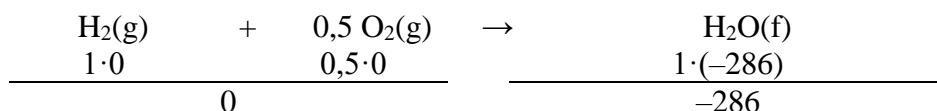
$$n(\text{gázelegy}) = \frac{V(\text{gázelegy})}{V_m^{\text{st}}} = \frac{3500 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 142,86 \text{ mol} \approx 143 \text{ mol}.$$

Ebben az összetevők 1,00 : 2,33 aránya miatt 42,9 mol formaldehid és 100 mol (99,96 mol) hidrogéngáz van.

A két égési egyenletből a képződéshők ismeretében kiszámítható a két reakcióhő:



$$\Delta_r H_1 = [-680 - (-108)] \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -572 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta_r H_2 = (-286 - 0) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Az anyagmennyiségek ismeretében a reakciók során fejlődő hő mennyisége:

$$42,9 \text{ mol} \cdot 572 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 100 \text{ mol} \cdot 286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 53126,56 \text{ kJ}$$

$$\Delta_r H(\text{összes}) \approx \underline{\underline{5,31 \cdot 10^4 \text{ kJ}}}.$$

D)

1 mol formaldehid égése közben 1 mol oxigén fogy és 1 mol szén-dioxid keletkezik, így 42,9 mol formaldehid átalakulása közben 42,9 mol oxigéngáz fogy és 42,9 mol szén-dioxid-gáz képződik.

2 mol hidrogén égése közben 1 mol oxigén fogy, így 100 mol hidrogén átalakulása közben 50,0 mol.

Mivel 50,0% levegőfelesleget alkalmaztunk, valójában az oxigén tekintetében is 50,0% a felesleg. Ebből kiszámítható, hogy a levegő által bekevert oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2, \text{összes}) = 92,9 \text{ mol} \cdot 1,50 = 139,35 \text{ mol} \approx 139 \text{ mol}.$$

Ennek segítségével kiszámítható a bevezetett nitrogén mennyisége:

$$n(\text{N}_2) = n(\text{O}_2) \cdot 4 = 557,4 \text{ mol} \approx 557 \text{ mol}.$$

A vízgőzmentes füstgázban

42,9 mol szén-dioxid,

(139 - 92,9) mol = 46,5 mol oxigénfelesleg és

557 mol nitrogén található.

A füstgáz anyagmennyisége:

$$n(\text{füstgáz}) = 42,9 \text{ mol} + 46,5 \text{ mol} + 557 \text{ mol} = 646,4 \text{ mol} \approx 646 \text{ mol}.$$

A füstgáz térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{szén-dioxid}) = \frac{42,9 \text{ mol}}{646 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{6,64}} = \varphi\%(\text{szén-dioxid}),$$

$$x\%(\text{oxigén}) = \frac{46,5 \text{ mol}}{646 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{7,19} = \varphi\%(\text{oxigén}),$$

$$x\%(\text{nitrogén}) = \frac{557 \text{ mol}}{646 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{86,2} = \varphi\%(\text{nitrogén}).$$

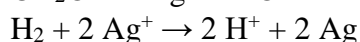
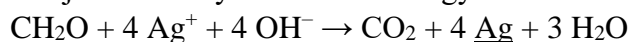
E)

A kiindulási gázelegy anyagmennyisége:

$$n(\text{gázelegy}) = \frac{V(\text{gázelegy})}{V_m^{\text{st}}} = \frac{700 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 28,57 \text{ mol} \approx 28,6 \text{ mol}.$$

Ebben a kiindulási elegyben az összetevők 1,00 : 2,33 aránya miatt 8,58 mol formaldehid és 20,0 mol (19,99 mol) hidrogéngáz van.

A lejátszódó folyamatok reakcióegyenletei:



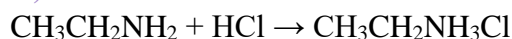
1 mol formaldehid ezüsttükörpróbája során 4 mol ezüst válik ki, így a 8,58 mol formaldehid enyhe oxidációja során 34,3 mol Ag keletkezik. Ugyanígy megállapítható, hogy 1 mol hidrogéngáz oxidációja 2 mol ezüst keletkezéséhez vezet, így a 20,0 mol hidrogéngáz hatására 40,0 mol ezüst válik ki.

A levált ezüst tömege és anyagmennyisége:

$$n(\text{Ag}) = 34,3 \text{ mol} + 40,0 \text{ mol} = 74,3 \text{ mol}$$

$$m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 74,3 \text{ mol} \cdot 107,87 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 8015,05 \text{ g} \approx \underline{8,02 \cdot 10^3 \text{ g}}.$$

26. A)



B)

A relatív sűrűség ismeretében megadható a kiindulási gázelegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{gázelegy}) = \rho_{\text{rel}} \cdot M(\text{He}) = 10,47 \cdot 4,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 41,88 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 100,0 dm<sup>3</sup> kiindulási gázelegy! A reakció során bekövetkező térfogatcsökkenés alapján megállapítható, hogy az etil-amin 60,00%-ban van jelen, így annak térfogata ebben az elegyben 60,00 dm<sup>3</sup>. Ha a szén-monoxid térfogatának  $a$  dm<sup>3</sup>-t választunk, a dimetil-éter térfogata  $(40,00 - a)$  dm<sup>3</sup>.

Mindezek ismeretében felírhatjuk a következő összefüggést:

$$\bar{M} = \frac{60,00 \text{ dm}^3 \text{ C}_2\text{H}_7\text{N}}{100,0 \text{ dm}^3 \text{ elegy}} \cdot 45,10 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{a \text{ dm}^3 \text{ CO}}{100,0 \text{ dm}^3 \text{ elegy}} \cdot 28,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{(40,00 - a) \text{ dm}^3 \text{ C}_2\text{H}_6\text{O}}{100,0 \text{ dm}^3 \text{ elegy}} \cdot 46,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 41,88 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\text{Ebből } a = V(\text{CO}) = 19,99 \text{ dm}^3 \text{ és}$$

$$(40,00 - a) = V(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 20,01 \text{ dm}^3.$$

A kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetétele:

$$\varphi\%(\text{C}_2\text{H}_7\text{N}) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_7\text{N})}{V(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{60,00 \text{ dm}^3}{100,0 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{60,00},$$

$$\varphi\%(\text{CO}) = \frac{V(\text{CO})}{V(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{19,99 \text{ dm}^3}{100,0 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{19,99},$$

$$\varphi\%(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})}{V(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{20,01 \text{ dm}^3}{100,0 \text{ dm}^3} \cdot 100 = \underline{20,01}.$$

C)

A 800,0 dm<sup>3</sup> térfogatú elegy anyagmennyisége:

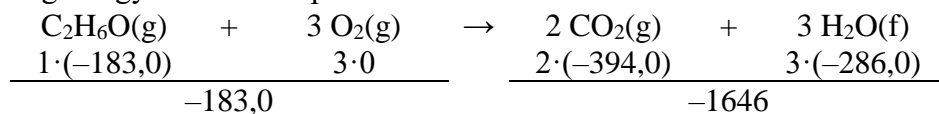
$$n(\text{gázelegy}) = \frac{V(\text{gázelegy})}{V_m^{\text{st}}} = \frac{800,0 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 32,65 \text{ mol}.$$

Mivel gázelegyek esetében a térfogat- és az anyagmennyiség-százalékos összetétel megegyezik, kiszámítható, hogy a savoldaton történő átvezetés utáni elegy

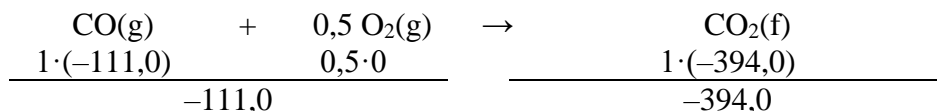
$$n(\text{CO}) = n(\text{gázelegy}) \cdot x(\text{CO}) = 32,65 \text{ mol} \cdot 0,1999 = 6,527 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = n(\text{gázelegy}) \cdot x(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 32,65 \text{ mol} \cdot 0,2001 = 6,534 \text{ mol}$$

A két égési egyenletből a képződéshők ismeretében kiszámítható a két reakcióhő:



$$\Delta_r H_1 = [-1646 - (-183,0)] \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -1463 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta_r H_2 = [-394,0 - (-111,0)] \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -283,0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Az anyagmennyiségek ismeretében a reakciók során fejlődő hő mennyisége:

$$6,534 \text{ mol} \cdot 1463 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 6,527 \text{ mol} \cdot 283,0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 11406,71 \text{ kJ}$$

$$\Delta_r H(\text{összes}) \approx \underline{\underline{1,141 \cdot 10^4 \text{ kJ}}}$$

**D)**

Az égési egyenletek alapján látható, hogy 1 mol éter égéséhez 3 mol oxigén szükséges, így a 6,534 mol éter esetében 19,60 mol oxigéngáz fogy. Ugyanígy megállapítható, hogy 1 mol szén-monoxid teljes égéséhez 0,5 mol oxigéngázt használunk fel, így a 6,527 mol szén-monoxid égésére 3,263 mol oxigéngáz fogy.

A hasznos oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2, \text{hasznos}) = 19,60 \text{ mol} + 3,263 \text{ mol} = 22,87 \text{ mol}$$

A 30,00% levegőfelesleg tulajdonképpen oxigénfelesleget is jelöl, vagyis az bevezetett oxigén teljes mennyisége:

$$n(\text{O}_2, \text{összes}) = n(\text{O}_2, \text{hasznos}) \cdot 1,300 = 22,87 \text{ mol} \cdot 1,300 = 29,73 \text{ mol}$$

A bevezetett levegő 20,00% oxigént tartalmaz, így a levegő anyagmennyisége:

$$n(\text{levegő}) = \frac{n(\text{O}_2, \text{összes}) \cdot 100}{20,00} = 148,63 \text{ mol} \approx 148,6 \text{ mol}$$

A levegő térfogata a megadott körülmények között:

$$V(\text{levegő}) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{148,6 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 303 \text{ K}}{125000 \text{ Pa}} = \underline{\underline{2,995 \text{ m}^3}}$$

**E)**

A füstgázban az égéssel keletkező szén-dioxid-gáz, a felesleges oxigén, valamint a nitrogéngáz található.

Az égési egyenletek alapján látható, hogy 1 mol éter égése közben 2 mol szén-dioxid képződik, így a 6,534 mol éter esetében 13,07 mol CO<sub>2</sub> keletkezik. Ugyanígy megállapítható, hogy 1 mol szén-monoxid teljes égése során 1 mol szén-dioxidot állítunk elő, így a 6,527 mol szén-monoxid égésére 6,527 mol CO<sub>2</sub> keletkezik.

Az oxigénfelesleg anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2, \text{felesleg}) = n(\text{O}_2, \text{összes}) - n(\text{O}_2, \text{hasznos}) = 29,73 \text{ mol} - 22,87 \text{ mol} = 6,860 \text{ mol}$$

A levegővel bevezetett nitrogén mennyisége a levegő 80,00%-a:

$$n(\text{N}_2) = n(\text{levegő}) \cdot 0,8000 = 148,6 \text{ mol} \cdot 0,8000 = 118,9 \text{ mol}$$

A füstgáz összetétele:

$$(13,07 + 6,527) = 19,60 \text{ mol CO}_2,$$

$$6,860 \text{ mol O}_2 \text{ és}$$

$$118,9 \text{ mol N}_2.$$

A füstgáz anyagmennyisége:

$$n(\text{füstgáz}) = 19,60 \text{ mol} + 6,860 \text{ mol} + 118,9 \text{ mol} = 145,4 \text{ mol}$$

A füstgáz átlagos moláris tömege:

$$\bar{M} = \frac{19,60 \text{ mol CO}_2}{145,4 \text{ mol elegy}} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{6,860 \text{ mol O}_2}{145,4 \text{ mol elegy}} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{118,9 \text{ mol N}_2}{145,4 \text{ mol elegy}} \cdot 28,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\bar{M} = \underline{\underline{30,36 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

27. A)

Az etil-amin-oldat bemérési koncentrációja:  $c(\text{oldat}) = 0,0120 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	B	+	H <sub>2</sub> O	$\rightleftharpoons$	BH <sup>+</sup>	+	OH <sup>-</sup>
kiindulási	0,0120				–		–
átalakulási	$x$				$x$		$x$
egyensúlyi	$0,0120 - x$				$x$		$x$

$$K_b = \frac{[\text{BH}^+]_e \cdot [\text{OH}^-]_e}{[\text{B}]_e}, \text{ amelybe behelyettesítve:}$$

$$5,62 \cdot 10^{-4} = \frac{x \cdot x}{0,0120 - x}, \text{ amelyből}$$

$$x = [\text{OH}^-] = \underline{\underline{2,33 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}, \text{ a } [\text{H}_3\text{O}^+] = \underline{\underline{4,29 \cdot 10^{-12} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}, \text{ a pH} = \underline{\underline{11,4}}.$$

B)

Az új pH = 10,4, amely esetén az  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,29 \cdot 10^{-11} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , így a  $[\text{OH}^-] = 2,33 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

Ennek megfelelően felírható:

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	B	+	H <sub>2</sub> O	$\rightleftharpoons$	BH <sup>+</sup>	+	OH <sup>-</sup>
kiindulási	$y$				–		–
átalakulási	$2,33 \cdot 10^{-4}$				$2,33 \cdot 10^{-4}$		$2,33 \cdot 10^{-4}$
egyensúlyi	$y - 2,33 \cdot 10^{-4}$				$2,33 \cdot 10^{-4}$		$2,33 \cdot 10^{-4}$

$$K_b = \frac{[\text{BH}^+]_e \cdot [\text{OH}^-]_e}{[\text{B}]_e}, \text{ amelybe behelyettesítve:}$$

$$5,62 \cdot 10^{-4} = \frac{2,33 \cdot 10^{-4} \cdot 2,33 \cdot 10^{-4}}{y - 2,33 \cdot 10^{-4}}, \text{ amelyből}$$

$$y = c(\text{etil-amin, új}) = 3,30 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

A hígítás mértéke:

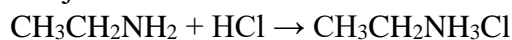
$$\frac{c(\text{etil-amin, kezdeti})}{c(\text{etil-amin, új})} = \frac{0,0120 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{3,30 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = \underline{\underline{36,4\text{-szeresére}} \text{ kell hígítani az oldatot.}}$$

C)

Az amin anyagmennyisége:

$$n(\text{etil-amin}) = c(\text{oldat}) \cdot V(\text{oldat}) = 0,0120 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,100 \text{ dm}^3 = 0,00120 \text{ mol}$$

A lejátszódó közömbösítés:



Az egyenlet szerint 1 mol amin 1 mol hidrogén-kloriddal közömbösíthető, így a 0,00120 mol amin reakciójához 0,00120 mol HCl szükséges. Ennek tömege:

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,00120 \text{ mol} \cdot 36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,0438 \text{ g}$$



Az oldat tömege:

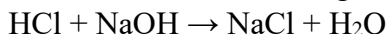
$$m(\text{sósav}) = \frac{m(\text{oldott anyag}) \cdot 100}{w\%} = \frac{0,0438 \text{ g} \cdot 100}{10,0} = 0,438 \text{ g.}$$

Az oldat térfogata:

$$V(\text{sósav}) = \frac{m(\text{sósav})}{\rho(\text{sósav})} = \frac{0,438 \text{ g}}{1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = \underline{\underline{0,417 \text{ cm}^3}}.$$

D)

A nátrium-hidroxiddal végbemenő folyamat:



Az egyenlet szerint 1 mol hidrogén-klorid 1 mol nátrium-hidroxiddal semlegesíthető, így 0,00120 mol HCl semlegesítéséhez 0,00120 mol NaOH szükséges.

A nátrium-hidroxid-oldat térfogata:

$$V(\text{oldat}) = \frac{n(\text{oldott anyag})}{c(\text{oldat})} = \frac{0,00120 \text{ mol}}{0,500 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 2,40 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = \underline{\underline{2,40 \text{ cm}^3}}.$$

28. A)

Az elégetett üzemanyag térfogata:

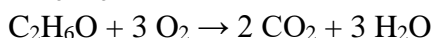
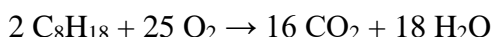
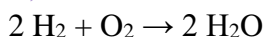
$$V(\text{üzemanyag}) = 2 \cdot 24,50 \frac{\text{km}}{\text{nap}} \cdot 5 \frac{\text{nap}}{\text{hét}} \cdot 20 \text{ hét} \cdot 0,1110 \frac{\text{liter}}{\text{km}} = 543,9 \text{ liter}$$

Ennek tömege:

$$m(\text{üzemanyag}) = \rho(\text{üzemanyag}) \cdot V(\text{üzemanyag}) = 872,5 \frac{\text{g}}{\text{liter}} \cdot 543,9 \text{ liter} = 474552,75 \text{ g}$$

$$m(\text{üzemanyag}) \approx \underline{\underline{4,746 \cdot 10^5 \text{ g}}}.$$

B)



C)

A három komponens tömege az elégetett üzemanyagban:

$$m(\text{H}_2) = 4,746 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot 0,1000 = 4,746 \cdot 10^4 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 4,746 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot 0,2000 = 9,491 \cdot 10^4 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 4,746 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot 0,7000 = 3,322 \cdot 10^5 \text{ g}$$

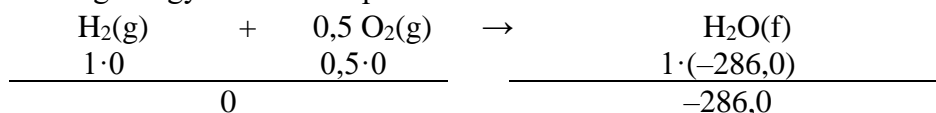
A három összetevő anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{4,746 \cdot 10^4 \text{ g}}{2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 23492,71 \text{ mol} \approx 2,349 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

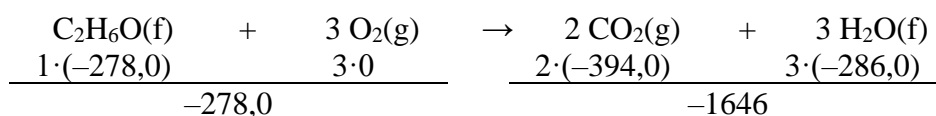
$$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})}{M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})} = \frac{9,491 \cdot 10^4 \text{ g}}{46,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2059,69 \text{ mol} \approx 2,060 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = \frac{m(\text{C}_8\text{H}_{18})}{M(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{3,322 \cdot 10^5 \text{ g}}{114,26 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2907,29 \text{ mol} \approx 2,907 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

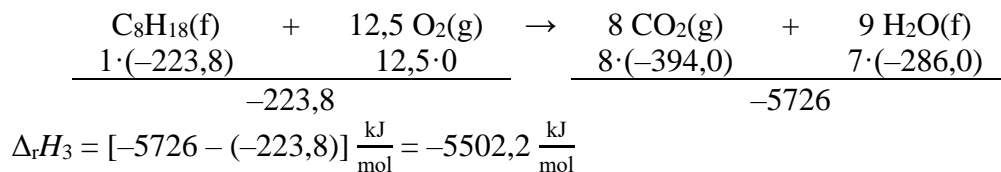
A három égési egyenletből a képződéshők ismeretében kiszámítható a három reakcióhő:



$$\Delta_r H_1 = (-286,0 - 0) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -286,0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta_r H_2 = [-1646 - (-278,0)] \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -1368 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



Az anyagmennyiségek ismeretében a reakciók során fejlődő hő mennyisége:

$$2,349 \cdot 10^4 \text{ mol} \cdot 286,0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 2,060 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot 1368 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 2,907 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot 5502,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} =$$

$$\Delta_r H(\text{összes}) = 25531115,4 \text{ kJ} \approx \underline{\underline{2,553 \cdot 10^7 \text{ kJ}}}.$$

**D)**

Az égési egyenletek alapján látható, hogy 2 mol *izooktán* égése közben 16 mol szén-dioxid képződik, így a  $2,907 \cdot 10^3$  mol *izooktán* égésével  $2,326 \cdot 10^4$  mol  $\text{CO}_2$  keletkezik. Ugyanígy megállapítható, hogy 1 mol etanol égése közben 2 mol szén-dioxid fejlődik, a  $2,060 \cdot 10^3$  mol etil-alkohol égésével  $4,120 \cdot 10^3$  mol  $\text{CO}_2$  képződik.

A fejlődött szén-dioxid anyagmennyisége:

$$n(\text{CO}_2) = 2,326 \cdot 10^4 \text{ mol} + 4,120 \cdot 10^3 \text{ mol} = 2,738 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

Ennek térfogata standard körülmények között:

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m^{\text{st}} = 2,738 \cdot 10^4 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 670810 \text{ dm}^3 \approx \underline{\underline{6,708 \cdot 10^5 \text{ dm}^3}}.$$

**E)**

Legyen ennek a második üzemanyagnak a tömege  $a$  gramm! Ebben  $0,3a$  gramm etanol és  $0,7a$  gramm *izooktán* található, amelyek anyagmennyisége:

$$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})}{M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})} = \frac{0,3a \text{ g}}{46,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{0,3a}{46,08} \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = \frac{m(\text{C}_8\text{H}_{18})}{M(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{0,7a \text{ g}}{114,26 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{0,7a}{114,26} \text{ mol}$$

Az égés közben fejlődött hőmennyiségre felírható a következő összefüggés:

$$2,553 \cdot 10^7 \text{ kJ} = \frac{0,3a}{46,08} \text{ mol} \cdot 1368 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + \frac{0,7a}{114,26} \text{ mol} \cdot 5502,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\text{Ebből } a = m(\text{új üzemanyag}) = 599087,51 \text{ g} \approx 5,991 \cdot 10^5 \text{ g}.$$

Ennek a második üzemanyagnak a térfogata:

$$V(\text{új üzemanyag}) = \frac{m(\text{új üzemanyag})}{\rho(\text{új üzemanyag})} = \frac{5,991 \cdot 10^5 \text{ g}}{0,8880 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 674648,10 \text{ cm}^3 \approx \underline{\underline{674,6 \text{ liter}}}.$$

**F)**

A második üzemanyag komponenseinek anyagmennyisége:

$$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})}{M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})} = \frac{0,3a \text{ g}}{46,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{0,3 \cdot 5,991 \cdot 10^5}{46,08} \text{ mol} = 3900,31 \text{ mol} \approx 3,900 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = \frac{m(\text{C}_8\text{H}_{18})}{M(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{0,7a \text{ g}}{114,26 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{0,7 \cdot 5,991 \cdot 10^5}{114,26} \text{ mol} = 3670,24 \text{ mol} \approx 3,670 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

Az égési egyenletek alapján látható, hogy 2 mol *izooktán* égése közben 16 mol szén-dioxid képződik, így a  $3,670 \cdot 10^3$  mol *izooktán* égésével  $2,936 \cdot 10^4$  mol  $\text{CO}_2$  keletkezik. Ugyanígy megállapítható, hogy 1 mol etanol égése közben 2 mol szén-dioxid fejlődik, a  $3,900 \cdot 10^3$  mol etil-alkohol égésével  $7,800 \cdot 10^3$  mol  $\text{CO}_2$  képződik.

A fejlődött szén-dioxid anyagmennyisége:

$$n(\text{CO}_2) = 2,936 \cdot 10^4 \text{ mol} + 7,800 \cdot 10^3 \text{ mol} = 3,716 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

Ennek térfogata standard körülmények között:

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m^{\text{st}} = 3,716 \cdot 10^4 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 910420 \text{ dm}^3 \approx \underline{\underline{9,104 \cdot 10^5 \text{ dm}^3}}.$$

G)

Ugyanannyi hő előállításához a második üzemanyag esetében lényegesen több, üvegházhatást fokozó szén-dioxid kibocsátásával jár, vagyis környezetvédelmi szempontból **a hidrogéntartalmú üzemanyag alkalmazása sokkal kedvezőbb.**