

1. Egy alkén nitrogéngázra vonatkoztatott relatív sűrűsége 1,50.

a) Határozza meg az alkén képletét és adja meg a nevét!

Tiszta oxigéngázban elégetve a kapott vízmentes füstgáz átlagos moláris tömege 39,5 g/mol.

b) Számítsa ki, hány %-os feleslegben volt az oxigén az égetés során? (Írja fel az égés egyenletét is!) (2006. február)

Megoldás: (10 pont)

a) A relatív sűrűség a moláris tömegek hányadosa

1 pont

$$M(\text{alkén}) = 1,50 \cdot 28,0 \text{ g/mol} = 42,0 \text{ g/mol}$$

1 pont

Alkén: C_nH_{2n}

$$14,0n = 42,0$$

1 pont

$n = 3,00$, vagyis a képlete: **C_3H_6** .

1 pont

Neve: propén.

1 pont

b) Az égés egyenlete: $C_3H_6 + 4,5 O_2 = 3 CO_2 + 3 H_2O$

1 pont

1,00 mol propén égetését követően a füstgázban van:

3,00 mol CO_2 és x mol O_2

1 pont

$$3,00 \cdot 44,0 + 32,0x = (3,00 + x) \cdot 39,5$$

1 pont

$$x = 1,80$$

1 pont

O_2 -felesleg:

$$\frac{1,80}{4,50} \cdot 100 = 40,0 \%$$

1 pont

2. A kőszén átlagosan 2,50 tömeg% ként tartalmaz. Az erőműben ezt a szenet 50,0 %-os levegőfelesleggel égetik el. (A kőszént tekintse kénnel szennyezett tiszta, elemi szénnek! Az égés során kén-trioxid keletkezését nem feltételezzük! A levegőt 21,0 térfogatszázalék O_2 és 79,0 térfogatszázalék N_2 elegyének tekintse!) Számítsa ki a távozó füst térfogatszázalékos összetételét! Írja fel a lezajló reakciók egyenleteit is! (2006. május)

Megoldás: (9 pont)

Induljunk ki például 100 g kőszénből, ebben van 2,50 g S, 97,5 g C	1 pont
Égés:	
$S + O_2 = SO_2$	1 pont
$C + O_2 = CO_2$	1 pont
$n(S) = 2,50 \text{ g} / 32,1 \text{ g/mol} = 0,07788 \text{ mol}$	
$n(C) = 97,5 \text{ g} / 12,0 \text{ g/mol} = 8,125 \text{ mol}$	1 pont
Az égéstermék tartalmaz:	
$n(SO_2) = 0,07788 \text{ mol}$	
$n(CO_2) = 8,125 \text{ mol}$	1 pont
szükséges O_2 : $n(O_2) = n(SO_2) + n(CO_2)$	
$n(O_2) = 0,07788 + 8,125 = 8,203 \text{ mol}$	1 pont
50,0%-os felesleg esetén:	
$n(O_2) = 8,203 \text{ mol} \cdot 1,5 = 12,305 \text{ mol}$ 21,0 %, így	
$n(N_2) = 46,29 \text{ mol}$ 79,0 %	1 pont
Összesen: 58,6 mol	
Égéstermék:	
$n(SO_2) = 0,0779 \text{ mol}$ 0,133 térfogat% (0,1 térfogat%)	
$n(CO_2) = 8,13 \text{ mol}$ 13,9 térfogat%	
$n(O_2) = 4,10 \text{ mol}$ 7,00 térfogat% (7,0 térfogat%)	
$n(N_2) = 46,3 \text{ mol}$ 79,0 térfogat%	2 pont

3. Ismeretlen összetételű hidrogén–oxigén gázelegyet felrobbantunk. A reakció után a keletkező terméket eltávolítjuk. A maradék gáz térfogata az eredeti hőmérsékleten és nyomáson a kiindulási gázelegy 40,0%-a lett. Határozza meg a kiindulási gázelegy lehetséges térfogatszázalékos összetételeit! (2007. május)

Megoldás: (5 pont)

Pl. 100 dm^3 gázelegyből $60,0\text{ dm}^3$ lépett reakcióba 1 pont

A reakcióegyenlet ($2\text{ H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{ H}_2\text{O}$) alapján:

$40,0\text{ dm}^3\text{ H}_2$ és $20,0\text{ dm}^3\text{ O}_2$ reagált. 2 pont

Ha a maradék oxigén:

$40,0\text{ térfogat}\%\text{ H}_2$ és $60,0\text{ térfogat}\%\text{ O}_2$ 1 pont

Ha a maradék hidrogén:

$80,0\text{ térfogat}\%\text{ H}_2$ és $20,0\text{ térfogat}\%\text{ O}_2$ 1 pont

4. Egy propán-bután gázelegy hidrogéngázra vonatkoztatott relatív sűrűsége 26,2. A gázelegyet alkotó szénhidrogéneket tökéletesen elégetjük. (A hidrogén relatív atomtömegét tekintse 1,00-nak!)
- Írja fel a propán és bután tökéletes égésének reakcióegyenletét!
- Számítsa ki a propán-bután gázelegy térfogat-százalékos összetételét!
- Számítsa ki, legalább hányszoros térfogatú, azonos állapotú levegővel kell a gázelegyet összekeverni ahhoz, hogy a propán és a bután is tökéletesen elégjenek!
- A levegő 21,0 térfogatszázalék oxigént tartalmaz. (2007. október)

Megoldás: (10 pont)

Az égések reakcióegyenletei:



A gázelegy átlagos moláris tömege:

$$M = 26,2 \cdot 2,00 \text{ g/mol} = 52,4 \text{ g/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

1,00 mol gázelegyben legyen x mol C_3H_8 és (1,00-x) mol C_4H_{10} . Az átlagos moláris

$$\text{tömegre: } 52,4 = 44,0 \cdot x + 58,0 \cdot (1,00 - x) \quad 2 \text{ pont}$$

$$\text{Innen: } x = 0,400 \quad 1 \text{ pont}$$

Tehát a gázelegy 40,0% propánt és 60,0% butánt tartalmaz. 1 pont

1 mol gázelegy tökéletes elégetéséhez szükséges minimális oxigén mennyisége:

$$5 \cdot 0,400 \text{ mol} + 6,5 \cdot 0,600 \text{ mol} = 5,90 \text{ mol} \quad 2 \text{ pont}$$

Ez az oxigén 5,90 mol / 0,210 = 28,1 mol levegőben van benne.

A gázelegyet **28,1-szeres** térfogatú levegővel keverni a tökéletes égéshez. 1 pont

5. Formaldehid és levegő elegyét elektromos szikra segítségével begyújtjuk. A reakció lejátszódása során a szerves vegyület tökéletesen elégett és egyik reagáló anyagból sem maradt. A keletkező, vízgőzt nem tartalmazó, a kiindulással azonos állapotú gázelegyet kálium-hidroxid-oldaton vezetjük át.
- Írja fel az égés során lejátszódó kémiai reakció egyenletét!
 - Számítással állapítsa meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét! (A levegőt 20,0 térfogatszázalék oxigénnek és 80,0 térfogatszázalék nitrogénnek tekintse!)
 - Írja fel a kálium-hidroxid-oldaton történő átvezetés során végbemenő kémiai reakció egyenletét!
 - Számítsa ki, hány százalékkal csökken az égéstermék tömege a kálium-hidroxid-oldaton történő átvezetés során! $A_r(C) = 12,0$; $A_r(O) = 16,0$; $A_r(N) = 14,0$; (2008. május)

Megoldás: (8 pont)

- $HCHO + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ 1 pont
- A gázok térfogat-százalékos és anyagmennyiség-százalékos összetétele megegyezik. (Vagy ennek alkalmazása) 1 pont
1 mol formaldehid mellett 1 mol oxigén és 4 mol nitrogén volt. 1 pont
A kiindulási elegy térfogatszázalékos összetétele:
16,7 % $HCHO$, 16,7 % O_2 , 66,6 % N_2 . 1 pont
- $2 KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$ 1 pont
- Amennyiben 1 mol formaldehidből indultunk ki, a termék 1 mol szén-dioxidot és 4 mol nitrogént tartalmaz. 1 pont
Az égéstermék tömege: $44\text{ g} + 4 \cdot 28\text{ g} = 156\text{ g}$ 1 pont
A tömegcsökkenés: $44,0\text{ g} / 156\text{ g} = 0,282$, azaz 28,2 százalékos. 1 pont

6. Egy metánból és szén-dioxidból álló gázelegy sűrűsége azonos a tiszta oxigéngáz sűrűségével. (Számítását ebben a feladatban három értékesjegy pontossággal végezze!)
- a) Számítsa ki a gázelegy sűrűségét 25°C-on és standard nyomáson!
- b) Határozza meg a metán – szén-dioxid gázelegy térfogat%-os összetételét!
- c) Ha a gázelegyhez a benne lévő szén-dioxiddal azonos anyagmennyiségű gázhalmazállapotú szerves vegyületet keverünk, az így kapott gázelegy sűrűsége – változatlan nyomáson és hőmérsékleten – 14,8 %-kal megnő. Határozza meg a gázhalmazállapotú szerves vegyület moláris tömegét! (2011. október)

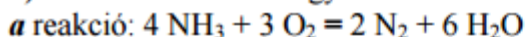
Megoldások: (9 pont)

- a) $M(\text{gázelegy}) = 32,0 \text{ g/mol}$ *1 pont*
 $\rho = M : V_M = 32,0 \text{ g/mol} : 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 1,31 \text{ g/dm}^3$ *1 pont*
- b) Vegyünk pl. 1 mol gázelegyet, ebben x mol a CO_2 , $(1 - x)$ mol a CH_4 *1 pont*
A gázelegy tömegére az egyenlet: $32 = 44x + 16(1 - x)$ *1 pont*
 $x = 0,571$
A gázelegy **57,1 térfogat%-a CO_2 , 42,9 %-a pedig CH_4 .** *1 pont*
- c) 1 mol gázelegyhez 0,571 mol ismeretlent keverve a moláris tömeg $1,148 \cdot 32 = 36,74 \text{ g/mol}$ lesz. *1 pont*
Az ismeretlen moláris tömege legyen M , az új gázelegy tömegére az egyenlet:
 $1,571 \cdot 36,74 = 32 + 0,571 \cdot M$ *2 pont*
 $M = 45,0 \text{ g/mol}$ *1 pont*

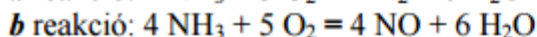
7. Az ammónia levegőn nem gyújtható meg, azonban 16–25 térfogat % ammóniát tartalmazó ammónia-levegő gázelegy már igen. Normális égése során nitrogén keletkezik (a reakció), de platina vagy Pt/Rh-katalizátor jelenlétében 750–900 °C-on a reakció továbbmegy, és nitrogénmonoxid keletkezik (b reakció).
- a) Írja fel az a és b reakció rendezett egyenletét!
- b) Az említett kémiai folyamatok közül melyiknek, és mely anyag előállítása során van fontos ipari jelentősége? Írja fel az ipari előállítás további lépéseit is egyenlettel!
- A b reakció ipari kivitelezése során 850 °C-on, $5,00 \cdot 10^5$ Pa nyomáson az ammóniát 1,00:9,00 mólarányban levegővel keverik össze, majd nagyon gyorsan ródiumtartalmú platinasziták sorozatán vezetik keresztül. (A számítások során az átalakulás hatásfokát 100%-nak, a levegő összetételét pedig 20,0 V/V% O₂ és 80,0 V/V% N₂-nek vegyük!)
- c) Számítsuk ki a b reakcióban a kiindulási, és a keletkező gázelegy térfogatszázalékos összetételét! Tekintsünk el a keletkező gázelegyben esetlegesen lejátszódó egyéb reakcióktól! (2012. október)

Megoldás: (13 pont)

a) A rendezett reakcióegyenletek:



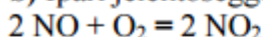
1 pont



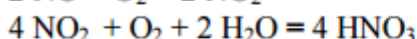
1 pont

b) Ipari jelentőséggel a **b reakció bír, a salétromsav előállítása során.**

1 pont



1 pont



2 pont

(Helyes képletek felírása 1 pont, helyes együtthatók feltüntetése 1 pont)

c) A kiindulási gázelegy 100 móljában

10,0 mol NH₃ van, ami **10,0 V/V %**

90,0 mol levegőben pedig

$0,800 \cdot 90,0 \text{ mol} = 72,0 \text{ mol N}_2$, ami **72,0 V/V %** és

$0,200 \cdot 90,0 \text{ mol} = 18,0 \text{ mol O}_2$, ami **18,0 V/V %**

2 pont

10,0 mol NH₃ égéséhez 12,5 mol O₂ szükséges, tehát az égéstermékben

$18,0 \text{ mol} - 12,5 \text{ mol} = 5,50 \text{ mol O}_2$ marad.

1 pont

10,0 mol NH₃ égése során 10,0 mol NO és 15,0 mol vízgőz keletkezik.

1 pont

Az égéstermék a felsoroltakon kívül 72,0 mol nitrogént is tartalmaz.

1 pont

Az égéstermék összanyagmennyisége:

$n_{\text{össz}} = (5,50 + 10,0 + 15,0 + 72,0) \text{ mol} = 102,5 \text{ mol}$

1 pont

Az égéstermék térfogatszázalékos összetétele:

$V/V \% (\text{N}_2) = 70,2\%; \quad V/V \% (\text{O}_2) = 5,37\%; \quad V/V \% (\text{NO}) = 9,76\%;$

$V/V \% (\text{H}_2\text{O}) = 14,6\%;$

1 pont

8. Egy hidrogén–klór gázelegy sűrűsége 25,0 °C-on és 101,3 kPa nyomáson 0,551 g/dm³. A gázelegyet felrobbantottuk, a reakciót követően a kapott reakcióterméket vízbe vezetve 2,00 dm³ 1,00-es pH-jú oldatot készíthettünk.
- a) Határozza meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- b) Határozza meg a kiindulási elegy térfogatát!
- c) Mekkora térfogatú pH = 11,0-es ammóniaoldattal közömbösíthető a 2,00 dm³ pH = 1,00 - es oldat? ($K_b(\text{NH}_3) = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$) (2013. május)

Megoldás: (12 pont)

- a) A sűrűségből kiszámítható az átlagos moláris tömeg:

$$M = 0,551 \text{ g/dm}^3 \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 13,5 \text{ g/mol}$$

1 mol elegy tartalmaz x mol hidrogént és (1 – x) mol klórt:

$$2 \text{ g/mol} \cdot x + 71 \text{ g/mol} \cdot (1 - x) = 13,5 \text{ g/mol}$$

$$x = 0,833$$

A gázelegy **83,3 térfogat% hidrogént és 16,7 % klórt** tartalmaz.

- b) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2 \text{ HCl}$ (vagy használata)

$$n(\text{HCl}) = 2 \text{ dm}^3 \cdot 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol/dm}^3 = 2,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

0,200 mol HCl 0,100 mol klórból keletkezett, ami az elegy

16,7%-a (azaz egyhatoda), így $n(\text{elegy}) = 0,100 \text{ mol} \cdot 6 = 0,600 \text{ mol}$

$$V = 0,6 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = \mathbf{14,7 \text{ dm}^3}$$

- c) $c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

A bázisállandóba behelyettesítve:

$$1,79 \cdot 10^{-5} = (10^{-3})^2 : (c_b - 10^{-3})$$

$$c_b = 0,0569 \text{ mol/dm}^3$$

Közömbösítés lényege: $n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl})$, vagy ennek alkalmazása

$$V = 0,2 \text{ mol} : 0,0569 \text{ mol/dm}^3 = \mathbf{3,51 \text{ dm}^3}$$

(A 200 dm³ -es válasz elvi hibás, erre a részre nem adható pont!)

9. A kén-dioxid és kénhidrogén (dihidrogén-szulfid) a füstgázokkal kikerülve a légkörbe, jelentős környezetszennyezési problémát jelent. A két gáz forró vízgőz jelenlétében reagál egymással (a víz katalizálja a reakciót), és kén válik ki. $A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,0$; $A_r(\text{S}) = 32,1$
- a) Írja fel a vízgőz jelenlétében lejátszódó reakció egyenletét!
- b) Egy kén-dioxidot és kénhidrogént tartalmazó gázelegy sűrűsége $25,0\text{ }^\circ\text{C}$ -on, 10^5 Pa nyomáson $2,250\text{ g/dm}^3$. Mi a gázelegy térfogatszázalékos összetétele?
- c) A fenti gázelegy $49,00\text{ m}^3$ -ében, $25,0\text{ }^\circ\text{C}$ -on, 10^5 Pa nyomáson, vízgőz jelenlétében játszódik le a reakció. Hány kg kén keletkezik a reakció során?
- (2014. május II.)

Megoldás: (10 pont)



- b) 1,00 mol gázelegy térfogata: $V = 24,5\text{ dm}^3$
 1,00 mol gázelegy tömege: $m = 24,5\text{ dm}^3 \cdot 2,250\text{ g/dm}^3 = 55,1\text{ g}$
 ($M(\text{átlag}) = V_M \cdot \rho(\text{gáz})$ összefüggés is használható) **1 pont**

Tekintsünk 1,00 mol gázelegyet, amelyben x mol SO_2 és $1-x$ mol H_2S van.

1,00 mol gázelegyre felírható:

$$55,1 = 64,1x + 34,1(1-x) \quad \text{1 pont}$$

$$x = 0,700 \quad \text{1 pont}$$

A gázelegy 70,0 mol% SO_2 -t és 30,0 mol% H_2S -t tartalmaz, azaz

70,0 térfogat% SO_2 -t és 30,0 térfogat% H_2S -t tartalmaz. **1 pont**

- c) $n(\text{gázelegy}) = 2,00\text{ kmol} = 2000\text{ mol}$ **1 pont**
 $n(\text{SO}_2) = 1,40\text{ kmol} = 1400\text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{S}) = 0,600\text{ kmol} = 600\text{ mol}$ **1 pont**
 A reakcióegyenlet alapján a H_2S a meghatározó reagens (a H_2S teljes mennyisége reagál)
 $n(\text{S}) = 3 \cdot 600 / 2 = 900\text{ mol}$ (0,900 kmol) **1 pont**
 $m(\text{S}) = 900\text{ mol} \cdot 32,1\text{ g/mol} = 28890\text{ g} = \mathbf{28,9\text{ kg}}$ **1 pont**

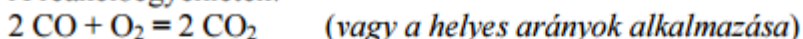
10. Egy ismeretlen összetételű, 18,0 °C-os és 95,0 kPa nyomású szintézisgáz kis mintáját azonos térfogatú, hőmérsékletű és nyomású oxigéngázzal keverték és tökéletesen elégették. A víz lecsapódását követően a száraz gáz térfogata a kiindulási körülmények között mérve az eredeti – oxigénmentes – gázelegy térfogatának 75,0%-a lett.

a) Határozza meg a kiindulási szintézisgázban a szén-monoxid és a hidrogén anyagmennyiség-arányát!

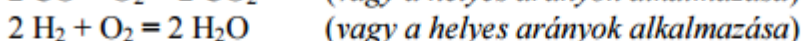
b) Számítsa ki a kiindulási szintézisgáz sűrűségét 18,0 °C-on és 95,0 kPa nyomáson! (Ha nem sikerült az a) kérdést megválaszolni, akkor tételezzen fel 1,00 : 2,00 CO – H₂ anyagmennyiség-arányt!) (2014. május)

Megoldás: (13 pont)

a) A reakcióegyenletek:



1 pont



1 pont

Például 10,0 cm³ gázelegyből kiindulva:

10,0 cm³ O₂-gázzal elegyítettük,

1 pont

7,5 cm³ lett a gáz térfogata az égés után:

ez CO₂-t és O₂-maradékot tartalmaz.

1 pont

A két egyenlet alapján 10,0 cm³ bármely arányú gázelegy elégetéséhez

5,00 cm³ O₂-re van szükség, így a maradék gázban:

$$7,50 \text{ cm}^3 - 5,00 \text{ cm}^3 = 2,50 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2 \text{ van.}$$

2 pont

Ebből meghatározható, hogy az első egyenlet alapján 2,50 cm³ CO

volt a gázelegyben, így 7,50 cm³ H₂

1 pont

A térfogatarány megegyezik az anyagmennyiség-aránnyal (Avogadro-törvény),

$$\text{így: } n(\text{CO}) : n(\text{H}_2) = 1,00 : 3,00$$

1 pont

b) A gázelegy átlagos moláris tömege:

$$\overline{M} = \frac{28,0 \text{ g/mol} + 3 \cdot 2,02 \text{ g/mol}}{4} = 8,51 \text{ g/mol}$$

2 pont

$pV = nRT$ (az összefüggés ismerete vagy alkalmazása)

1 pont

$$pV = \frac{m}{M} RT \quad \rightarrow \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{p\overline{M}}{RT}$$

$$\rho = \frac{95,0 \text{ kPa} \cdot 8,51 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{8,314 \frac{\text{kPa dm}^3}{\text{K mol}} \cdot 291 \text{ K}} = 0,334 \text{ g/dm}^3$$

2 pont

(Ha 1,00 : 2,00 aránnyal számol, akkor $M = 10,7 \text{ g/mol}$, $\rho = 0,419 \text{ g/dm}^3$)

11. Egy nyílt láncú alként és szén-dioxidot tartalmazó gázelegy oxigéngázra vonatkozó relatív sűrűsége 1,525. A gázelegy tökéletes elégetéséhez a gázelegy térfogatához képest 2,40-szeres térfogatú, azonos állapotú oxigénre van szükség. $A_r(\text{H}) = 1,00$; $A_r(\text{C}) = 12,0$; $A_r(\text{O}) = 16,0$;
- a) Hány térfogatszázalék szén-dioxidot tartalmazott a kiindulási gázelegy?
- b) Mi a gázelegyben levő alkén molekulaképlete?
- c) Adja meg a lehetséges konstitúciós izomer(ek) konstitúciós képletét és szabályos nevét! (2014. október)

Megoldás: (15 pont)

- a) A gázelegy átlagos moláris tömege a relatív sűrűségből és az oxigén moláris tömegéből kiszámítható: **1 pont**
 $M(\text{gázelegy}) = 1,525 \cdot 32,0 \text{ g/mol} = 48,8 \text{ g/mol}$ **1 pont**
 Az alkén általános képlete: C_nH_{2n} , moláris tömege: $M = (12n + 2n) \text{ g/mol}$ **1 pont**
 Ha 1 mol gázelegyben x mol alkén és $(1-x)$ mol CO_2 van, akkor felírható:
 $x \cdot 14n + (1-x) \cdot 44,0 = 48,8$ (1. egyenlet) **2 pont**
-
- Az alkén égésének általános egyenlete:
 $\text{C}_n\text{H}_{2n} + 3n/2 \text{ O}_2 = n \text{ CO}_2 + n \text{ H}_2\text{O}$ **1 pont**
 $x \text{ mol} \quad x \cdot 3n/2 \text{ mol}$ **1 pont**
 1 mol gázelegy (amiben x mol alkén van) elégetéséhez 2,40 mol O_2 -re van szükség
 $x \cdot 3n/2 = 2,40$ (2. egyenlet) **1 pont**
 $x \cdot n = 1,60$
 $14 \cdot 1,60 + (1-x) \cdot 44,0 = 48,8$ (1. egyenlet)
 $x = 0,400$ **2 pont**
 A gázelegy 40,0 térfogat% alként és 60,0 térfogat% CO_2 -t tartalmaz. **1 pont**
- b) $n = 4$, az alkén a C_4H_8 **1 pont**
- c) Izomerek: but-1-én $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ **1 pont**
 but-2-én: $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ **1 pont**
 2-metilpropén: $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ **1 pont**

12. Egy 10,0 dm³ -es, állandó térfogatú tartályt megfelelő hőmérsékleten 387 gramm hexángázzal töltünk meg, majd a lezárt tartályt 700 °C-ra melegítjük. Ekkor a hexán benzolra és hidrogénre disszociál.

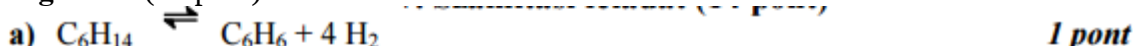
a) Írja fel a hexán termikus disszociációjának rendezett egyenletét!

b) Számítsa ki 700 °C-on a folyamat egyensúlyi állandóját, ha tudjuk, hogy a hexán 80,0%-a disszociált!

c) Határozza meg az egyensúlyi elegy nyomását!

d) Egy másik kísérletben ugyanabba a tartályba ismét 387 g hexánt töltöttünk, de ezúttal valamekkora tömegű benzolt is kevertünk hozzá, majd így melegítettük fel 700 °C-ra a rendszert. Ekkor a hexán 60,0%-a alakult át. Hány gramm benzolt kevertünk a hexánhoz? (2015. május II.)

Megoldás: (14 pont)



b) $n(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 387 \text{ g} : 86,0 \text{ g/mol} = 4,50 \text{ mol}$

$c(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 4,50 \text{ mol} : 10,0 \text{ dm}^3 = 0,450 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*

A 80,0%-os átalakulás miatt az egyensúlyi koncentrációk:

$[\text{C}_6\text{H}_{14}] = 0,2 \cdot 0,450 = 0,0900 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*

$[\text{C}_6\text{H}_6] = 0,8 \cdot 0,450 = 0,360 \text{ mol/dm}^3$

$[\text{H}_2] = 4 \cdot (0,8 \cdot 0,450) = 1,44 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*

Az egyensúlyi állandó helyes kifejezése

$K = (0,36 \cdot 1,44^4) : 0,09 = 17,2 \text{ (mol/dm}^3)^4$ *1 pont*

c) A gáztörvény ismerete.

$\sum c = 0,09 + 0,36 + 1,44 = 1,89 \text{ mol/dm}^3$

$p = \sum c R T = 1,89 \text{ mol/dm}^3 \cdot (8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}) \cdot 973 \text{ K} = 15289 \text{ kPa} = 15,3 \text{ MPa}$ *2 pont*

d) Kiindulási $x \text{ mol/dm}^3$ benzol koncentráció esetén az egyensúlyi koncentrációk:

$[\text{C}_6\text{H}_6] = 0,6 \cdot 0,450 + x = (0,270 + x) \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*

$[\text{C}_6\text{H}_{14}] = 0,4 \cdot 0,450 = 0,180 \text{ mol/dm}^3$

$[\text{H}_2] = 4 \cdot (0,6 \cdot 0,450) = 1,08 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*

Az egyensúlyi állandóba behelyettesítve: $17,2 = [1,08^4 \cdot (0,27 + x)] : 0,18$ *1 pont*

$x = 2,01 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*

$m(\text{C}_6\text{H}_6) = 10,0 \text{ dm}^3 \cdot 2,01 \text{ mol/dm}^3 \cdot 78,0 \text{ g/mol} = 1,57 \cdot 10^3 \text{ g}$ *1 pont*

13. Egy zárt, állandó térfogatú tartályban lévő szén-monoxid–oxigén gázelegy sűrűsége 18,0 °C-on, 95,0 kPa nyomáson 1,225 g/dm³.

a) Határozza meg a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

b) A gázelegyet egy szikra segítségével felrobbantjuk. Határozza meg a keletkező gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

c) Mekkora lesz a képződött gázelegy nyomása a kiindulási hőmérsékleten az eredeti tartályban? (2016. május)

Megoldás: (11 pont)

a) $pV = nRT \rightarrow pV = \frac{m}{M} RT \rightarrow M = \frac{mRT}{pV}$ *1 pont*

$$M = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1,225 \text{ g/dm}^3 \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 291 \text{ K}}{95,0 \text{ kPa}} = 31,2 \text{ g/mol}$$
 1 pont

Pl. 1,00 mol gázelegyet véve,

abban x mol CO és így $(1,00 - x)$ mol O₂ van.

Ezek tömege: 28,0 x gramm CO és 32,0(1 - x) gramm O₂ *1 pont*

1,00 mol gázelegy tömege 31,2 g így:

$$28,0x + 32,0(1,00 - x) = 31,2$$
 1 pont

$$\text{Ebből: } x = 0,200$$
 1 pont

Az anyagmennyiség-arányok a térfogatarányokkal egyeznek, így:

20,0 térfogatszázalék CO és 80,0 térfogatszázalék O₂

van az elegyben. *1 pont*

b) A $2 \text{ CO} + \text{O}_2 = 2 \text{ CO}_2$ egyenlet alapján

(az egyenletért önmagában nem jár pont):

20,0 térfogat CO 10,0 térfogat O₂-nel reagál és 20,0 térfogat CO₂ keletkezik. *1 pont*

Az oxigénből marad: 80,0 - 10,0 = 70,0 térfogatnyi. *1 pont*

A térfogatszázalékos összetétel:

$$\frac{20,0}{20,0 + 70,0} 100\% = 22,2 \text{ térfogatszázalék CO}_2 \text{ és}$$

77,8 térfogatszázalék O₂. *1 pont*

c) A molekulák száma a 9/10-ére csökkent,

így a nyomás is a 9/10-ére csökkent. *1 pont*

$$p = 95,0 \text{ kPa} \cdot 0,9 = 85,5 \text{ kPa}$$
 1 pont

14. Egy acetilént (etint) és propilént (propént) tartalmazó gázelegyet 6-szoros térfogatú, azonos állapotú oxigénben tökéletesen elégetünk. A vízmentes égéstermékot tömény nátriumhidroxid-oldaton átvezetve, a gázelegy térfogata a felére csökken (azonos hőmérsékleten és nyomáson mérve). A fenti reakcióban használt mennyiségű gázelegy komponenseinek telítéséhez 133,0 dm³ 25,0 °C-os, standard nyomású hidrogéngázra van szükség.

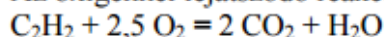
a) Írja fel a lejátszódó reakciók rendezett egyenletét!

b) Számítsa ki az etin-propén gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

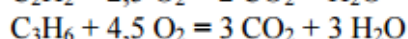
c) Mekkora volt az etin-propén gázelegy tömege? (2016. május II.)

Megoldás: (14 pont)

a) Az oxigénnel lejátszódó reakciók egyenlete:

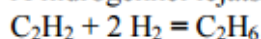


1 pont

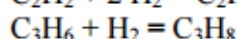


1 pont

A hidrogénnel lejátszódó reakciók egyenlete:



1 pont



1 pont

b) Ha egy mol gázelegyből indulunk ki: x mol C_2H_2 és $(1-x)$ mol C_3H_6 , akkor 6 mol O_2 -gázt kevertünk az elegyhez.

1 pont

a reakcióban résztvevő oxigén: $2,5 x + 4,5 (1-x) = 4,5 - 2x$

a feleslegben maradó oxigén: $6 - (4,5 - 2x) = 1,5 + 2x$

1 pont

a keletkező szén-dioxid: $2x + 3(1-x) = 3 - x$

1 pont

Mivel a NaOH-oldaton való átvezetés során a CO_2 nyelődik el,

és ez fele a visszamaradt oxigén-szén-dioxid gázelegynek,

a feleslegben maradó oxigén mennyisége megegyezik

a szén-dioxid mennyiségével.

$$1,5 + 2x = 3 - x$$

$$x = 0,5 \text{ (mol)}$$

1 pont

Így a gázelegy

50,0 V/V % acetilént (etint) és 50,0 V/V % propilént (propént) tartalmazott.

1 pont

c) $n(\text{H}_2) = 133,0 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 5,43 \text{ mol}$

1 pont

A reakcióegyenletek alapján látható, hogy 1 mol fenti gázelegyhez 1,5-szer akkora mennyiségű hidrogéngázra van szükség, így

$$n(\text{gázelegy}) = n(\text{H}_2)/1,5 = 3,62 \text{ mol}$$

1 pont

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = 1,81 \text{ mol}, n(\text{C}_3\text{H}_6) = 1,81 \text{ mol}$$

1 pont

$$M(\text{C}_2\text{H}_2) = 26,0 \text{ g/mol}, m(\text{C}_2\text{H}_2) = 47,0 \text{ g}$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_6) = 42,1 \text{ g/mol}, m(\text{C}_3\text{H}_6) = 76,0 \text{ g}$$

1 pont

$$m(\text{gázelegy}) = 123 \text{ g}$$

1 pont

(ha a b) részben helytelenül kiszámolt arányokkal jó a számolás menete, jár az 5 pont)

15. Egy propán-bután gázelegy tökéletes elégetéséhez elvileg 30,0-szoros térfogatú, azonos állapotú levegőre van szükség. (A levegő 21,0 térfogatszázalék oxigént tartalmaz.)

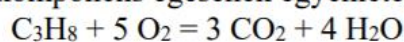
Írja fel a két gáz tökéletes égésének egyenletét!

Számítsa ki a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

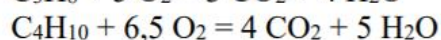
(2016. október)

Megoldás: (8 pont)

A két komponens égésének egyenlete:



1 pont



1 pont

A térfogatok aránya megegyezik az anyagmennyiségek arányával:

1 mol gázelegy tökéletes elégetéséhez 30 mol levegő szükséges.

1 pont

$$n(\text{gázelegy}) = 1 \text{ mol}, n(\text{O}_2) = 0,210 \cdot 30 \text{ mol} = 6,30 \text{ mol}$$

1 pont

legyen x mol propán, $1-x$ mol bután.

$$\text{Ez alapján: } 5x + 6,5(1-x) = 6,30$$

2 pont

$$x = 0,133$$

1 pont

13,3 mol% , azaz **13,3 térfogatszázaléka a propán,**

és 86,7 mol% , azaz **86,7 térfogatszázaléka a bután.**

1 pont

16. Két telített, egyértékű alkohol keverékét, melyek egymás konstitúciós izomerjei, tömény kénsavval elegyítve forró kvarchomokra csepegtettük. A keletkező gázelegyből kinyertük a legnagyobb mennyiségben képződő komponenst. Megmértük az 50,0 °C-os, 120 kPa nyomású gáz sűrűségét, amely 3,128 g/dm³ - nek adódott. A gázt alkotó elágazásmentes molekulában fellép a geometriai izoméria.

a) Számítással határozza meg a gáz moláris tömegét!

b) Rajzolja fel a gázban lévő molekula konstitúciós képletét, majd adja meg a tudományos nevét is!

c) Adja meg annak a két lehetséges egyértékű alkoholnak a tudományos nevét, amelyekből a gázelegy fő terméke keletkezhetett! Írja fel a lejátszódó reakció(k) sztöchiometriai egyenletét is! Mi volt a folyamatban a kénsav szerepe?

(2017. május)

Megoldás:(9 pont)

a) A gáztörvény ismerete.

1 pont

$$M = (\rho \cdot R \cdot T) : p = (3,128 \text{ g/dm}^3 \cdot (8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}) \cdot 323 \text{ K}) : 120 \text{ kPa} =$$

$$M = 70,0 \text{ g/mol}$$

2 pont

b) A keletkező gáz egy 5 szénatomos alkén.

1 pont



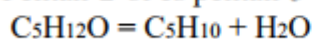
1 pont

Pent-2-én

1 pont

c) Pentán-2-ol és pentán-3-ol.

1 pont



1 pont

A kénsav katalizátorként (vízelvonó szerként) szerepelt.

1 pont

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

17. Az ömlesztő hegesztéshez koncentrált hőhatást kell biztosítani. Ehhez valamilyen éghető gázt oxigénnel keverve, hegesztőpisztollyal égetnek el egy erre alkalmas berendezésben. Az éghető gáz lehet hidrogén, propán-bután, vagy egyéb szénhidrogéngáz, de általában acetilént alkalmaznak. Hegesztéskor a hegesztőpisztolyban lezajló égést oxigén hozzákeveréssel biztosítják. A hegesztés előtt a 40,00 liter térfogatú oxigénpalackban $1,500 \cdot 10^7$ Pa nyomást mértek 27,00 °C hőmérsékleten. A használat után a nyomás $1,031 \cdot 10^7$ Pa-ra csökkent, a hőmérő 18,00 °C-ot mutatott.

- a) Számítsa ki, mekkora tömegű oxigént tartalmazott a palack a hegesztés előtt!
b) Írja fel az acetilén tökéletes égésének termokémiai egyenletét, és számítsa ki a folyamat reakcióhőjét!

A számításhoz az alábbi képződéshő értékeket használja!

Vegyület neve	Acetilén	Szén-dioxid	Vízgőz
Képződéshője (kJ/mol)	+227,0	-394,0	-242,0

c) Számítsa ki, mennyivel csökkent az acetilént tartalmazó palack tömege a használat során, ha az oxigént 15,00%-os feleslegben alkalmazták! (A számítások során feltételezzük, hogy az acetilén égéséhez szükséges oxigén teljes mennyisége a palackból származik.)

d) Számítsa ki, mekkora hő szabadult fel az acetilén elégetése során!

(2017. október)

Megoldás: (12 pont)

a) Az oxigéngáz anyagmennyisége a hegesztés előtt:

$$n_1(O_2) = \frac{p_1 \cdot V}{R \cdot T_1} = \frac{1,500 \cdot 10^7 \text{ Pa} \cdot 0,0400 \text{ m}^3}{8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot 300,1 \text{ K}} = 240,5 \text{ mol} \quad 2 \text{ pont}$$

(A $pV = nRT$ összefüggés ismerete 1 pont.)

A gáz tömege: $m_1(O_2) = nM = 7695 \text{ g}$ 1 pont

b) Az égés termokémiai egyenlete:



Hess tételének ismerete: 1 pont

A folyamat reakcióhője:

$$\Delta_r H = -394 \text{ kJ/mol} \cdot 2 + (-242 \text{ kJ/mol}) - 227 \text{ kJ/mol} = -1257 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

c) Az oxigéngáz anyagmennyisége a hegesztés után:

$$n_2(O_2) = \frac{p_2 \cdot V}{R \cdot T_2} = \frac{1,031 \cdot 10^7 \text{ Pa} \cdot 0,0400 \text{ m}^3}{8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot 291,1 \text{ K}} = 170,4 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

A hegesztéshez felhasznált oxigén anyagmennyisége: $\Delta n(O_2)_e = 70,10 \text{ mol}$ 1 pont

A hegesztéshez szükséges oxigén anyagmennyisége: $\Delta n(O_2)_{\text{reag}} = 60,96 \text{ mol}$ 1 pont

Az elégett acetilén anyagmennyisége: $n(C_2H_2)_{\text{reag}} = \frac{2}{5} \cdot \Delta n(O_2) = 24,38 \text{ mol}$ 1 pont

Az elégett acetilén tömege: $m(C_2H_2)_{\text{reag}} = 24,38 \text{ mol} \cdot 26,04 \text{ g/mol} = 634,9 \text{ g}$ 1 pont

d) Felszabadult hő: $Q_e = 24,38 \text{ mol} \cdot 1257 \text{ kJ/mol} = 30645,7 \text{ kJ} \approx 3,065 \cdot 10^4 \text{ kJ}$ 1 pont

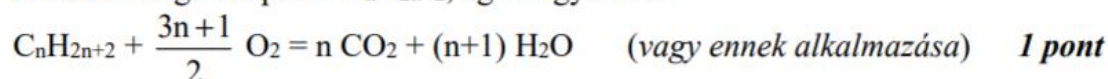
18. Egy 1,00 dm³ -es tartályt megtöltünk 100 kPa nyomású ismeretlen, nyílt láncú, telített szénhidrogéngázzal, majd annyi oxigént töltünk bele, hogy – változatlan hőmérsékleten – 800 kPa-ra nőjön a nyomás. Szikrával beindítjuk a reakciót és a szénhidrogént tökéletesen elégetjük. A mérések szerint eközben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

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

b) Határozza meg a szénhidrogén képződéshőjét, ha tudjuk, hogy a tartály kiindulási és végső hőmérséklete 25,0 °C! Az adott körülményekre vonatkozó következő képződéshő adatokat ismerjük: $\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}/\text{l}) = -286 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H(\text{CO}_2/\text{g}) = -394 \text{ kJ/mol}$. (Ha nem sikerült az a) részben meghatározni a képletet, akkor itt használja a C₄H₁₀-et!) (2019. május)

Megoldás: (12 pont)

a) A szénhidrogén képlete: C_nH_{2n+2}, égési egyenlete:



Azonos hőmérsékleten és térfogatban: $n \sim p$, ezért a nyomások alapján feltételezhetjük, hogy például 1 mol szénhidrogénhez 7 mol oxigént kevertünk,

1 pont*

végül pedig 0,5 mol O₂ maradt, így 1 mol szénhidrogénhez 6,5 mol oxigén használódott fel.

1 pont*

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

1 pont*

ebből $n = 4$

1 pont*

A képlet C₄H₁₀.

1 pont

A 2-metilpropán konstitúciójának felírása.

1 pont

{Alternatív megoldás a *-gal jelölt pontokra, ha a b)-ben megadott 25 °C adatot is felhasználjuk:

$$\begin{aligned} n = pV/RT &\rightarrow \begin{aligned} n(100 \text{ kPa}) &= 0,04036 \text{ mol} \\ n(800 \text{ kPa}) &= 0,3229 \text{ mol} \\ n(50 \text{ kPa}) &= 0,02018 \text{ mol} \end{aligned} \end{aligned} \quad (1)$$

A felhasznált szénhidrogén tehát 0,04036 mol.

Az alkalmazott oxigén: 0,3229 mol – 0,04036 mol = 0,28254 mol

A felhasznált oxigén: 0,28254 mol – 0,02018 mol = 0,26236 mol (1)

$$\frac{3n+1}{2} = 0,26236/0,04036 (= 6,50) \quad (1)$$

ebből $n = 4 \quad (1)\}$

- b) A szénhidrogén anyagmennyisége:
 $pV = nRT \rightarrow n = pV/RT = 0,04036 \text{ mol}$ *1 pont*
 Az égés egyenlete:
 $C_4H_{10}(g) + 6,5 O_2(g) = 4 CO_2(g) + 5 H_2O(f)$
 (vagy ennek alkalmazása a számításban) *1 pont*
 Az égéshő a fenti egyenletre:
 $\Delta_r H = -115,9 \text{ kJ} / 0,04036 \text{ mol} = -2872 \text{ kJ/mol}$ *1 pont*
 Hess tételének ismerete (illetve helyes alkalmazása):
 $\Delta_r H = 4\Delta_k H(CO_2(g)) + 5\Delta_k H(H_2O(f)) - \Delta_k H(C_4H_{10}(g))$ *1 pont*
 $\Delta_k H(C_4H_{10}(g)) = 4\Delta_k H(CO_2(g)) + 5\Delta_k H(H_2O(f)) - \Delta_r H$
 $\Delta_k H(C_4H_{10}(g)) = 4(-394 \text{ kJ/mol}) + 5(-286) - (-2872) = -134 \text{ kJ/mol}$ *1 pont*
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

19. A kén-hidrogén égése kétféleképpen mehet végbe attól függően, mennyi oxigén áll rendelkezésre. Az egyik reakcióban a víz mellett egy szúrós szagú gáz, a másikban pedig egy szilárd anyag keletkezik.

a) Írja fel mindkét reakció egyenletét!

b) Minimálisan mekkora térfogatú 110 kPa nyomású, 10,0 °C hőmérsékletű oxigén szükséges 0,600 g kén-hidrogén elégetéséhez?

H₂S gázt vezettünk nagy feleslegben egy fém-nitrát 1,200 mol/dm³ koncentrációjú oldatának 100,0 cm³ -es részletébe. 28,716 g tömegű fekete csapadékot sikerült így leválasztanunk. A fémion oxidációs száma +2, és a folyamat során nem változik.

c) Melyik fém nitrátjával végeztük el a kísérletet? Válaszát számítással igazolja!

d) Mennyi ideig tartana, ha a kiindulási 100,0 cm³ térfogatú fém-nitrát-oldatból a fémkationokat elektrolízissel választanánk ki 2,500 A erősségű elektromos egyenárammal?

(2019. május id.)

Megoldás: (13 pont)

a) $2 H_2S + O_2 = 2 S + 2 H_2O$ *1 pont*

$2 H_2S + 3 O_2 = 2 SO_2 + 2 H_2O$ *1 pont*

b)

0,6 g H₂S anyagmennyisége $\frac{0,600 \text{ g}}{34,1 \text{ g/mol}} = 0,0176 \text{ mol}$ *1 pont*

Az egyenletek alapján a minimálisan szükséges mennyiségű oxigén:

$n(O_2) = 0,5 \cdot 0,0176 \text{ mol} = 0,00880 \text{ mol}$ *1 pont*

Ennek térfogata:

$V = \frac{nRT}{p} = 0,188 \text{ dm}^3$ *1 pont*

c) A fém-nitrát általános képlete: X(NO₃)₂

A fém-szulfid általános képlete: XS

(vagy az általános képletekből következő molarány helyes alkalmazása:) *1 pont*

A fém-nitrát anyagmennyisége: $n = 1,200 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,1000 \text{ dm}^3 = 0,1200 \text{ mol}$

A fém-szulfid anyagmennyisége: $n(\text{XS}) = 0,1200 \text{ mol}$

1 pont

A fém-szulfid moláris tömege: $M(\text{XS}) = \frac{28,716 \text{ g}}{0,1200 \text{ mol}} = 239,3 \text{ g/mol}$

1 pont

$$239,3 \text{ g/mol} = M_{\text{x}} + 32,06 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{x}} = 207,2 \text{ g/mol}$$

Tehát a vizsgált fém az **ólom**.

1 pont

d)

A fémionok leválasztását leíró folyamat: $\text{X}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{X}$

(vagy a molarány helyes alkalmazása)

1 pont

A redukcióhoz szükséges elektronok anyagmennyisége:

$$n(\text{e}^-) = 0,1200 \text{ mol} \cdot 2 = 0,2400 \text{ mol}$$

1 pont

Az elektronok által szállított elektromos töltés:

$$Q = F \cdot n(\text{e}^-) = 96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}} \cdot 0,2400 \text{ mol} = 23160 \text{ C}$$

1 pont

A leválasztáshoz szükséges időtartam: $t = \frac{Q}{I} = \frac{23160 \text{ C}}{2,500 \text{ A}} = \mathbf{9264 \text{ s}}$

1 pont

20. Etán-propén gázelegyenben a szén és hidrogén tömegének aránya:

$$\frac{m(C)}{m(H)} = \frac{5,163}{1,000}$$

Az elegy 37,28 g tömegű mintáját 20 °C-os, fölös mennyiségű brómos vízben vezetik át. (A reakciótermék forráspontja 167 °C). A brómos vízben el nem nyelődött gázt elégetik, majd a forró égéstermékét hideg, tömény nátrium-hidroxid-oldatba vezetik.

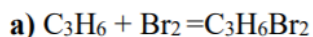
a) Írja fel a számításokhoz felhasznált reakciók egyenletét!

b) Mekkora tömegű gáz nyelődött el a brómos vízben?

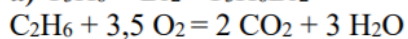
c) Számítsa ki a nátrium-hidroxid-oldat tömegnövekedését is!

(2019. október)

Megoldás: (8 pont)



1 pont



1 pont

b) Tegyük fel, hogy az elegy x mol etánt és y mol propént tartalmaz. Az elegy össztömegére illetve a megadott tömegarányra az alább egyenletek írhatók fel:

$$37,28 = 30,07x + 42,08y$$

1 pont

és

$$5,163 = \frac{(2x + 3y) \cdot 12,01}{(6x + 6y) \cdot 1,008}$$

1 pont

Az egyenletrendszer megoldása: $x = 4,000 \cdot 10^{-1}$ és $y = 6,000 \cdot 10^{-1}$

1 pont

A brómos vízben a propén nyelődik el, melynek tömege:

$$m(C_3H_6) = 6,000 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot 42,08 \text{ g/mol} = \mathbf{25,25 \text{ g}}$$

1 pont

c) A tömény nátrium-hidroxid-oldatban az etán égéséből származó szén-dioxid és víz nyelődik el,

1 pont

melyek együttes tömege:

$$m(CO_2 \text{ és } H_2O) = 4,000 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot (2 \cdot 44,01 \text{ g/mol} + 3 \cdot 18,02 \text{ g/mol}) = \mathbf{56,83 \text{ g}}$$

1 pont

21. Egy folyékony, telített, nyílt láncú, királis szénhidrogénből bizonyos mennyiséget 120 cm^3 oxigéngázba fecskendeztünk, és a szénhidrogént tökéletesen elégettük. A reakció befejeződését és a lehűlést követően a keletkező gázelegyből eltávolítottuk a cseppfolyós terméket. A visszamaradó, száraz gázelegy térfogata a kiindulásival azonos nyomáson és hőmérsékleten $80,0 \text{ cm}^3$, azonos állapotú ammóniára vonatkoztatott relatív sűrűsége pedig 2,50.

a) Határozza meg az égés utáni száraz gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

b) Határozza meg a szénhidrogén összegképletét és azt, hogy hány százalékos felesleggel alkalmaztuk az oxigént az égetésnél!

c) Írja fel a szénhidrogén lehetséges konstitúcióit!

(2020. május)

Megoldás: (12 pont)

a) A gázelegy átlagos moláris tömege: $M = 2,50 \cdot 17,0 \text{ g/mol} = 42,5 \text{ g/mol}$. **1 pont**

Ha a gázelegyben az O_2 anyagmennyiség-törtje x , akkor a CO_2 $(1-x)$, így a következő összefüggés írható fel:

$$32x + 44(1-x) = 42,5$$

2 pont

$$\text{Ebből } x = 0,125$$

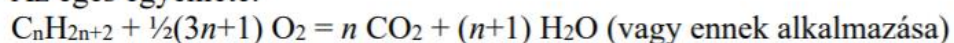
1 pont

A térfogattört és az anyagmennyiség-tört gázok esetén azonos, ezért az összetétel:

$$12,5 \text{ V/V\% O}_2, 87,5 \text{ V/V\% CO}_2$$

1 pont

b) Az égés egyenlete:



1 pont

A $80,0 \text{ cm}^3$ gázelegyben: $0,125 \cdot 80,0 \text{ cm}^3 = 10,0 \text{ cm}^3$ volt az oxigénmaradék és így $70,0 \text{ cm}^3$ a szén-dioxid.

1 pont

A 120 cm^3 oxigénből 110 cm^3 -t használtunk el, és így $10,0 \text{ cm}^3$ volt a felesleg, tehát az alkalmazott oxigénfelesleg: $10,0 / 110 = 0,0909$, azaz **9,09%-os**.

1 pont

A fogyott oxigén és a keletkezett szén-dioxid térfogataránya megegyezik az egyenletben szereplő anyagmennyiség-aránnyal:

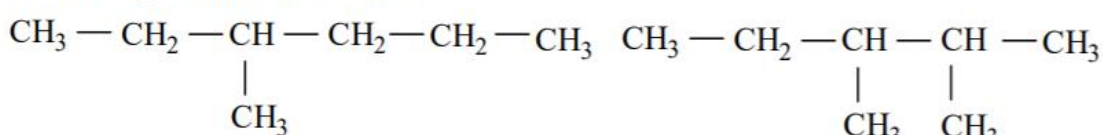
$$\frac{1}{2}(3n+1) : n = 110 : 70,0$$

1 pont

Ebből $n = 7$, így a vegyület képlete **C_7H_{16}** .

1 pont

c) A lehetséges királis konstitúciók:



2 x 1 pont

2 pont

22. Kénhidrogén–metán gázelegyet vizsgálunk. 25,0 °C-on, standard légköri nyomáson a gázelegy sűrűsége 0,880 g/dm³.
- a) Határozza meg a gázelegy átlagos moláris tömegét!
- b) Határozza meg a gázelegy térfogatszázalékos kénhidrogén-tartalmát! A gázelegyet kénsavval megsavanyított kálium-permanganát-oldaton vezetjük át. 490 cm³ 25,0 C-os, standard légköri nyomású gázelegy 20,0 cm³ oldatot színtelenít el.
- c) Oxidációs számok jelölésével rendezze a lejátszódó reakció ionegyenletét!
 $\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{S} + \text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- d) Határozza meg a kálium-permanganát-oldat anyagmennyiség-koncentrációját!
- (2020. május II.)

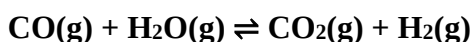
Megoldás: (8 pont)

- a) $M = \rho \cdot V_M = 0,88 \text{ g/dm}^3 \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 21,6 \text{ g/mol}$ *1 pont*
- b) 1 mol gázelegyben legyen x mol a H₂S
 $34,1x + 16(1-x) = 21,6$
 $x = 0,309$
 A gázelegy **30,9 %** (térfogat, anyagmennyiség) H₂S-t tartalmaz. *2 pont*
- c) $2 \text{ MnO}_4^- + 5 \text{ H}_2\text{S} + 6 \text{ H}^+ = 2 \text{ Mn}^{2+} + 5 \text{ S} + 8 \text{ H}_2\text{O}$ *1 pont*
 A változó oxidációs számok helyes megállapítása: *1 pont*
- d) $n(\text{gáz}) = 3,27 \text{ mmol}$
 $n(\text{H}_2\text{S}) = 0,309 \cdot 3,27 = 1,01 \text{ mmol}$ *1 pont*
 $n(\text{MnO}_4^-) = 0,404 \text{ mmol}$ *1 pont*
 $c = 0,404 \text{ mmol} : 20,0 \text{ cm}^3 = 0,0202 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*

23. Az iparban széles körben használják a CO–H₂ gázelegyet mint szintézisgázt. A gázelegyen a két komponens aránya attól függ, hogy milyen kiindulási anyagokból állították elő.

- a) Egy ipari körülmények között előállított CO–H₂ gázelegy 3,00 m³ -ének tömege 40,0 °C-on és 200 kPa nyomáson 1,96 kg. Határozza meg a kétkomponensű gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

Olykor szükség van arra, hogy a szintézisekhez megváltoztassák a szén-monoxid és hidrogén arányát. Ezt a módosítást általában az alábbi reakció segítségével végzik el. A szén-monoxid és a vízgőz megfordítható reakcióban reagál egymással, miközben szén-dioxid- és hidrogéngáz keletkezik:



A folyamat egyensúlyi állandója 830 °C-on 1,00. (A keletkező gázelegy víz- és szén-dioxid-tartalmát szükség esetén könnyen el lehet távolítani.) Tegyük fel, hogy egy ipari szintézishez 1,00 : 2,00 arányú CO – H₂ elegyre van szükségünk. A rendelkezésünkre álló gázelegyen a CO és H₂ anyagmennyiség-aránya 1,00 : 3,00.

- b) Szén-dioxidot vagy vízgőzt kell keverni az eredeti CO – H₂ gázelegyhez, hogy az anyagmennyiség-arány 1,00 : 3,00-ról 1,00 : 2,00-re változzon?

- c) Végezzen modellszámítást! Számítsa ki, hogy 1,00 mol szén-monoxidból és 3,00 mol hidrogéngázból álló gázelegyhez hány mól vízgőzt vagy szén-dioxid-gázt kell keverni, hogy 830 °C-on végül a CO és a H₂ anyagmennyiség-aránya 1,00 : 2,00-re változzon!

(2021. október)

Megoldás: (12 pont)

- a) Kiszámítható például a gázelegy átlagos moláris tömege:

$$pV = nRT \rightarrow pV = \frac{m}{M}RT \rightarrow M = \frac{mRT}{pV}$$

1 pont

$$M = \frac{1960 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ kPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 313 \text{ K}}{200 \text{ kPa} \cdot 3000 \text{ dm}^3} = 8,50 \text{ g/mol}$$

1 pont

1,00 mol gázelegyen x mol CO van, akkor (1–x) mol H₂, ezek tömege 28x és 2(1–x) gramm.

1 pont

A moláris tömeg alapján:

$$28x + 2(1-x) = 8,5$$

1 pont

$$x = 0,250$$

25,0 V/V % CO és 75,0 V/V % H₂.

1 pont

- b) A hidrogén arányának csökkentéséhez szén-dioxidot kell az elegyhez keverni.

1 pont

- c)

CO(g)	+	H ₂ O(g)	$\rightleftharpoons$	CO ₂ (g)	+	H ₂ (g)
kiindulás: 1,00 mol		–		x		3,00 mol
átalakulás: y		y		–y		–y
egyensúly: 1+y		y		x–y		3–y

2 pont

Az elérni kívánt arány 1,00 : 2,00, vagyis:

$$\frac{3-y}{1+y} = 2$$

1 pont

(A reakcióban nincs sztöchiometriaiszám-változás, ezért mindegy, hogy anyagmennyiségeket vagy koncentrációkat helyettesítünk be.)

Ebből: $y = \frac{1}{3}$

1 pont

Az adatokat az egyensúlyi állandóba helyettesítve:

$$\frac{\left(x - \frac{1}{3}\right) 2,667}{1,333 \cdot 0,333} = 1,00$$

1 pont

Ebből $x = 0,500$, tehát **0,500 mol** szén-dioxidot kell adni.

1 pont

24. Egy szén-monoxid–oxigén gázelegyet felrobbantunk, majd az eredeti hőmérsékletre hűtünk. A visszahűtött gáz sűrűsége 29,0 °C-on és 98,0 kPa nyomáson 1,24 g/dm³.
- a) Határozza meg a keletkezett gázelegy átlagos moláris tömegét, és állapítsa meg, melyik két gázt tartalmazza ez az égéstermék! Határozza meg az égéstermék térfogatszázalékos összetételét!
- b) Határozza meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- (2022. május)

Megoldás: (9 pont)

- a) $pV = (m/M) RT \rightarrow M = mRT/pV = \rho RT/p$ (vagy ennek alkalmazása) *1 pont*
 $M = 31,8$ g/mol *1 pont*
 CO és CO₂ van a gázelegyben *1 pont*
 Ha 1,00 mol elegyben x mol CO és $(1-x)$ mol CO₂ van, akkor:
 $28,0x + 44,0(1-x) = 31,8$ *1 pont*
 Ebből: $x = 0,762$
 azaz 76,2 n/n% CO és 23,8 n/n% CO₂, és így Avogadro törvénye alapján
76,2 V/V% CO és 23,8 V/V% CO₂ *1 pont*
 b) $2 \text{ CO} + \text{O}_2 = 2 \text{ CO}_2$ (vagy ennek alkalmazása a számításban) *1 pont*
 23,8 mol CO₂, 23,8 mol CO-ból és 11,9 mol O₂-ből keletkezett *1 pont*
 Kezdetben volt: 11,9 mol O₂ és 76,2 + 23,8 = 100 mol CO *1 pont*
 $11,9/111,9 = 0,106$
10,6 V/V% O₂ és 89,4 V/V% CO. *1 pont*
 (Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

25. Különösen nagy mélységű merülésekhez a búvárok hidrogén–oxigén gázelegyet (hydrox) is szoktak használni. Jellemző összetétele: 3,00 V/V% O₂ – 97,0 V/V% H₂. E keverék egyik nagy előnyének azt tartják, hogy jóval kisebb sűrűsége miatt a légzés könnyebbé válik, ami a nagy nyomáson fontos szempont.

- a) Számítsa ki a fenti összetételű hydrox gázelegy azonos állapotú levegőre vonatkoztatott sűrűségét! (A levegő átlagos moláris tömegét tekintse 29,0 g/mol-nak!)

Kevésnek tűnhet a gázelegy oxigéntartalma. Valójában azonban azt is figyelembe kell venni, hogy nagy mélységben jóval nagyobb a nyomás, így adott gáztérfogatban több oxigén lesz.

- b) Számítsa ki, hogy 0,500 liter belélegzett hydrox gázelegy mekkora nyomáson tartalmaz ugyanakkora tömegű oxigént, mint 0,500 liter 101,3 kPa nyomású levegő! (A hőmérsékletet vegyük azonosnak.)

Hidrogén–oxigén elegyről lévén szó, riasztó lehet a robbanásveszély. Valójában azonban egy hidrogén–oxigén gázelegy csak akkor robbanásveszélyes, ha a hidrogéntartalma 0,3 m/m% és 54,3 m/m% közé esik.

- c) Robbanásveszélyes-e a hydrox elegy? Válaszát számítással igazolja!

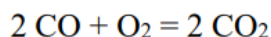
(2022. május id.)

Megoldás: (8 pont)

- a) A gázelegy átlagos moláris tömege:
 $0,03 \cdot 32 \text{ g/mol} + 0,97 \cdot 2,02 \text{ g/mol} = 2,92 \text{ g/mol}$ *1 pont*
 A levegőre vonatkoztatott sűrűsége:
 $M(\text{hydrox})/M(\text{levegő}) = 2,92/29,0 = \mathbf{0,101}$ *1 pont*
- b) A levegő oxigéntartalma 21,0 V/V%, a hydroxé 3,00 V/V%. *1 pont*
 Tehát 7,00-szer akkora anyagmennyiségű hydrox tartalmaz ugyanannyi oxigént, mint a levegő, ehhez pedig azonos térfogat és hőmérséklet esetén 7,00-szer akkora nyomás, azaz **709 kPa** szükséges. *1 pont*
- c) A hydrox 1,00 mólja 2,92 g, ebben 0,970 mol H₂ van, ami 1,96 g *1 pont*
 Ez $1,96 \text{ g} / 2,92 \text{ g} = 67,1 \text{ m/m\%}$ hidrogéntartalom, *1 pont*
 ami kívül esik a robbanási tartományon, tehát **nincs robbanásveszély.** *1 pont*
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

26. Szén-monoxid- és oxigéngáz elegyét felrobbantva, majd az eredeti hőmérsékletre és nyomásra visszahűtve a gázelegy térfogata 10,0%-kal kisebb lett az eredetihez képest. A maradék gázban a parázsló gyújtópálca meggyullad. Határozza meg a kiindulási és a keletkezett gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
(2023. május)

Megoldás: (7 pont)



1 pont

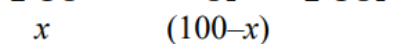
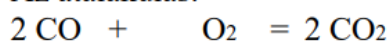
A parázsló gyújtópálca lángra lobbanása oxigénfeleslegre utal.

1 pont

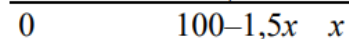
Ha 100 térfogategység gázelegyből indulunk ki, akkor:

x térfogategység CO és $(100-x)$ térfogategység O_2 -t feltételezhetünk.

Az átalakulás:



1 pont



1 pont

Ha 100 térfogategység gázelegyből indulunk ki, akkor végül 90 térfogategység gáz marad vissza:

$$100-1,5x + x = 90,0$$

1 pont

Ebből $x = 20,0$, amiből **20,0 V/V% CO** és **80,0 V/V% O_2** adódik.

1 pont

A fenti táblázat szerint a végső gázelegyben: 20,0 térfogategység CO_2 és 70,0 térfogategység oxigéngáz van:

$$\frac{20,0}{90,0} \cdot 100\% = \mathbf{22,2 \text{ V/V\% CO}_2} \text{ és } \mathbf{77,8 \text{ V/V\% O}_2}.$$

1 pont

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

27. Egy zárt tartályban ammóniát szintézissel állítunk elő elemeiből. Az egyensúly beálltakor a komponensek koncentrációja egyenlő.
- a) Határozza meg az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömegét!
- b) Milyen anyagmennyiség-arányban mértük be a kísérlet elején a hidrogént és a nitrogént?
- c) Elvileg mekkora térfogatú pH = 11,0-es oldat készíthető el 1,00 mol előállított ammóniából? (Az ammónia bázisállandója: $K_b = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$)
(2024. május)

Megoldás: (10 pont)

- a) Pl. vegyünk mindhárom egyensúlyi komponensből 1 mol-t *1 pont*
 $M = (2,02 + 28,0 + 17,0) : 3 = \mathbf{15,7 \text{ g/mol}}$ *1 pont*
- b) $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$ egyenlet, vagy ennek helyes használata *1 pont*
 Pl. 1 mol NH_3 0,5 mol N_2 -ből, és 1,5 mol H_2 -ből keletkezett. *1 pont*
 $n(\text{N}_2) : n(\text{H}_2) = (1 + 0,5) : (1 + 1,5) =$ *1 pont*
 $= 1,5 : 2,5 = \mathbf{3,00 : 5,00}$ *1 pont*
- c) A bázisállandó ismerete, helyes használata *1 pont*
 $[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 $c_b = ([\text{OH}^-]^2 : K_b) + [\text{OH}^-]$
 $c_b = (10^{-6} : 1,85 \cdot 10^{-5}) + 10^{-3} = 0,0551 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 $V_{\text{oldat}} = 1,00 \text{ mol} : 0,0551 \text{ mol/dm}^3 = \mathbf{18,1 \text{ dm}^3}$ *1 pont*

28. Az ammónia oxigénnel való reakciója katalizátor nélkül víz és elemi nitrogén keletkezéséhez vezet, sőt, a megfelelő összetételű ammónia-levegő gázelegyek robbanékonyak is.
- a) Írja fel az égési folyamat reakcióegyenletét! Egy 37,50 dm³ térfogatú, zárt tartály 166,3 kPa nyomású, 27,00 °C hőmérsékletű ammónia-levegő gázelegyet tartalmaz, melynek 20,0 térfogatszázaléka ammónia. (A levegő 21,0 térfogatszázalék oxigént és 79,0 térfogatszázalék nitrogént tartalmaz.)
- b) Számítsa ki a kiindulási gázelegy és a benne lévő ammónia anyagmennyiségét! Elektromos szikrával megindítjuk a reakciót, az ammónia teljes mennyisége átalakul.
- c) Számítsa ki, mennyi energia szabadult fel a reakcióban! Vízgőz keletkezésével számoljon! Képződéshők: $\Delta_k H(\text{NH}_3, \text{g}) = -46,0 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -242 \text{ kJ/mol}$
- d) Számítsa ki, hány tömegszázalék nitrogént tartalmaz a gázelegy az égés után! (2024. május id.)

Megoldás: (11 pont)



(Helyes képletek megadása: 1 pont)

b) Ideális gázok állapotegyenletének ismerete ($pV = nRT$) 1 pont

A kiindulási gázelegy anyagmennyisége:

$$n_1 = \frac{pV}{RT} = \frac{166300 \cdot 3,750 \cdot 10^{-2}}{8,314 \cdot 300,1} \text{ mol} = 2,50 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

Az ammónia anyagmennyisége:

$$n(\text{NH}_3) = 0,200 \cdot 2,50 \text{ mol} = 0,500 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

c) Hess tételének ismerete. 1 pont

Az égési folyamat reakcióhője:

$$\Delta_r H = 6 \cdot (-242 \text{ kJ/mol}) - 4 \cdot (-46,0 \text{ kJ/mol}) = -1268 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Az égésben felszabaduló hő: } Q = 1268 \text{ kJ} \cdot \frac{0,500}{4} = 159 \text{ kJ} \quad 1 \text{ pont}$$

d) A kiindulási gázelegyben a levegő anyagmennyisége:

$$n(\text{lev}) = 0,800 \cdot 2,50 \text{ mol} = 2,00 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

Mivel a reakciót zárt tartályban hajtottuk végre, a keletkező gázelegy tömege a kiindulási gázelegyével egyenlő:

$$m = 0,790 \cdot 2,00 \text{ mol} \cdot 28,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,210 \cdot 2,00 \text{ mol} \cdot 32,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,500 \text{ mol} \cdot 17,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 66,2 \text{ g} \quad 1 \text{ pont}$$

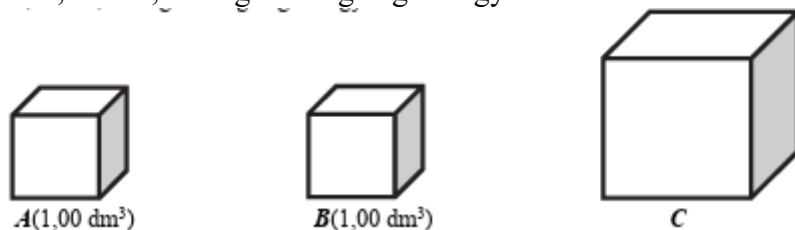
A keletkező gázelegy nitrogéntartalma egyrészt a kiindulási levegőből, másrészt az ammónia égéséből származik, ennek anyagmennyisége:

$$n(\text{N}_2) = 0,790 \cdot 2,00 \text{ mol} + 0,5 \cdot 0,500 \text{ mol} = 1,83 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

$$\frac{m}{m} \% (\text{N}_2) = \frac{1,83 \cdot 28,0 \text{ g}}{66,2 \text{ g}} \cdot 100 \% = 77,4 \% \quad 1 \text{ pont}$$

29.

Három tartály (A, B, C) közül kettő azonos, $1,00 \text{ dm}^3$ térfogatú, a harmadik egy nagyobb méretű tartály. A három tartály – ismeretlen sorrendben – a következő gázokat tartalmazza: hélium, metán, hidrogén–oxigén gázelegy.



A három tartályban a hőmérséklet és a nyomás megegyezik, valamint a gázok tömege is azonos.

- Melyik gázt tartalmazza a C tartály és mekkora a térfogata? Szöveges magyarázattal vagy matematikai levezetéssel támassza alá választát!
- Határozza meg a hidrogén–oxigén gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- Mekkora az egy-egy tartályban lévő gáz tömege, ha tudjuk, hogy a hőmérséklet $35,0 \text{ }^\circ\text{C}$ és a nyomás 200 kPa ?

(2025. május id.)

Megoldás: (12 pont)

- a) C tartályban a héliumgáz van.

1 pont

Indoklás:

Azonos hőmérséklet és nyomás esetén a gázok térfogataránya az anyagmennyiségük arányával egyezik (Avogadro törvénye).

A legnagyobb térfogatú tartály több molekulát tartalmaz, így annak a legkisebb a moláris tömege.

A másik két tartályban viszont azonos a gázok moláris tömege.

1 pont

Ez csak úgy valósulhat meg, hogy a nagy tartályban hélium van, a kisebbekben pedig metán, ill. hidrogén-oxigén elegy (16 g/mol átlagos moláris tömeggel).

1 pont

$$V(\text{CH}_4) : V(\text{He}) = \frac{m}{M(\text{metán})} : \frac{m}{M(\text{hélium})} = \frac{1}{16} : \frac{1}{4} = 1 : 4$$

1 pont

Vagyis a C tartály térfogata $4,00 \text{ dm}^3$.

1 pont

- b) A gázelegy térfogata megegyezik a metánéval, tehát a moláris tömegük is azonos. ($M = 16,0 \text{ g/mol}$)

1 pont

Ha $1,00 \text{ mol}$ gázelegyet veszünk, abban $x \text{ mol H}_2$ és $(1-x) \text{ mol O}_2$ van, akkor:

$$2,00x + 32,0(1-x) = 16,0$$

1 pont

$$\text{Ebből: } x = 0,533$$

1 pont

Vagyis **53,3 V/V% H_2** és **46,7 V/V% O_2** .

1 pont

- c) $pV = nRT \rightarrow n = pV/RT$

1 pont

Például a metán adatait behelyettesítve:

$$n = \frac{200 \text{ kPa} \cdot 1,00 \text{ dm}^3}{8,314 \text{ kPa dm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 308 \text{ K}} = 0,0781 \text{ mol}$$

1 pont

$$m = 0,0781 \text{ mol} \cdot 16,0 \text{ g/mol} = 1,25 \text{ g.}$$

1 pont

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)