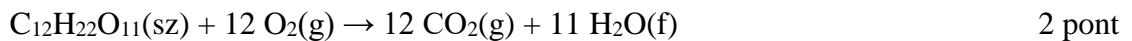


1. A répacukor egy viszonylag összetett vegyület, elemeiből közvetlenül nem lehet előállítani. Képződéshője mégis meghatározható! Ha 5,000 g répacukrot tökéletesen elégetünk, 82,69 kJ hő szabadul fel, miközben folyékony víz keletkezik. Ismerjük még az alábbi reakcióhőket:



Írja fel a tökéletes égés reakcióegyenletét, határozza meg a reakcióhőt, majd számítsa ki a répacukor képződéshőjét! (2005. október)

Megoldás: (8 pont)



$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = m/M = 5,000 \text{ g} / 342,0 \text{ g/mol} = 0,01462 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

$$\Delta_r H = Q/n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = -82,69 \text{ kJ} / 0,01462 \text{ mol} = -5656 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

$$\Delta_r H = [12 \cdot \Delta_k H(\text{CO}_2) + 11 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta_k H(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) + 12 \cdot \Delta_k H(\text{O}_2)]$$

$$\Delta_k H(\text{CO}_2) = \Delta_r H_1, \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}) = \Delta_r H_2/2 \quad 2 \text{ pont}$$

$$-5656 \text{ kJ/mol} = [12 \cdot (-394,0 \text{ kJ/mol}) + 11 \cdot (-286,0 \text{ kJ/mol})] - [X + 12 \cdot (0,000 \text{ kJ/mol})]$$

1 pont

$$X = \Delta_k H(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = -2218 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

Tehát a szacharóz képződéshője **-2218 kJ/mol**.

2. Egy standard nyomású, 25,0 °C-os gázelegy etánt és egy szintén két szénatomos amint tartalmaz. A gázelegy a brómos vizet nem szinteleníti el, sósavba vezetve viszont térfogatának 60,00%-a elnyelődik. A gázelegy 10,00 dm³-ét oxigéngázban tökéletesen elégetve 671,3 kJ hő szabadul fel. (A forró füstgáz szén-dioxidot, vizgőzt, nitrogént és oxigént tartalmaz.) Képződéshő adatok: $\Delta_k H(C_2H_6(g)) = -84,6$ kJ/mol $\Delta_k H(CO_2(g)) = -394,0$ kJ/mol $\Delta_k H(H_2O(f)) = -286,0$ kJ/mol $\Delta_k H((CH_3)_2NH(g)) = -46,7$ kJ/mol $\Delta_k H(CH_3CH_2NH_2(g)) = -87,4$ kJ/mol
- a) Határozza meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- b) Számítsa ki az etán, majd a kísérlet adataiból az ismeretlen amin égetésének reakcióhőjét!
- c) A rendelkezésére álló adatok segítségével, az ismeretlen képződéshőjének kiszámításával azonosítsa az ismeretlen gázt és adja meg a nevét! (2009. október)

Megoldások: (13 pont)

- a) Az etán nem reagál a sósavval, így az **ismeretlen** amin a gázelegy **60,0 V/V%-a**, az **etán** pedig **40,0 V/V%-a**. *2 pont*
- b) $C_2H_6 + 3,5 O_2 = 2 CO_2 + 3 H_2O$ *1 pont*
 $\Delta_r H_1 = 2 \cdot (-394) + 3 \cdot (-286) - (-84,6) = -1561,4$ kJ/mol. *1 pont*
 A gázelegyben $n(\text{etán}) = 4 \text{ dm}^3 : 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 0,163$ mol. *1 pont*
 Az etánra jutó hőváltozás:
 $Q = 0,163 \text{ mol} \cdot (-1561,4 \text{ kJ/mol}) = -254,5$ kJ. *1 pont*
 Az aminra jutó hőváltozás: $(-671,3 - (-254,4)) = -416,9$ kJ. *1 pont*
 A gázelegyben: $n(\text{amin}) = 6,00 \text{ dm}^3 : 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 0,245$ mol. *1 pont*
 $\Delta_r H_2 = (-416,9 \text{ kJ}) : 0,245 \text{ mol} = -1701,6$ kJ/mol. *1 pont*
Az etán égéshője – 1561 kJ/mol, az aminé – 1702 kJ/mol.
- c) Az amin égésének egyenlete (vagy használata): *1 pont*
 $C_2H_7N + 3,75 O_2 = 2 CO_2 + 3,5 H_2O + 0,5 N_2$ *1 pont*
 $\Delta_r H = 2 \cdot (-394) + 3,5 \cdot (-286) - \Delta_k H(\text{amin})$ *1 pont*
 $\Delta_k H(\text{amin}) = -1789 + 1701,6 = -87,4$ kJ/mol. *1 pont*
 A képződéshő alapján az ismeretlen az **etil-amin**. *1 pont*

3. Az iparban az acetilént a metán 1200 °C-on történő hőbontásával gyártják. A folyamathoz szükséges hőt a metán tökéletes égetésével biztosítják.
- a) Írja fel a metán hőbontásának, illetve égetésének termokémiai reakcióegyenletét, majd számítsa ki a reakcióhőket (a metán égésénél vízgőz keletkezik)! A képződéshők: $\Delta_k H [\text{CO}_2(\text{g})] = -394 \text{ kJ/mol}$ $\Delta_k H [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -242 \text{ kJ/mol}$ $\Delta_k H [\text{CH}_4(\text{g})] = -74,9 \text{ kJ/mol}$ $\Delta_k H [\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})] = +227 \text{ kJ/mol}$
- b) Hány m^3 25 °C-os, standard nyomású metánra van szükségünk 25,0 mol acetilén előállításához, ha a metán égetésénél felszabaduló hőnek csupán 60,0%-át tudjuk a hőbontás során hasznosítani? (Tekintsük úgy, hogy a metán hőbontása egyirányban, 100%-os átalakulással megy végbe!)
- c) Hány m^3 térfogatot töltene ki a kapott acetilén az előállítás hőmérsékletén? (A nyomást tekintsük 101 kPa-nak!) (2010. május)

Megoldás: (12 pont)

- a) $2 \text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$ *1 pont*
 $\Delta_r H = \Delta_k H [\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})] - 2\Delta_k H [\text{CH}_4(\text{g})] = +377 \text{ kJ/mol}$ *1 pont*
 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ *1 pont*
 $\Delta_r H = \Delta_k H [\text{CO}_2(\text{g})] + 2\Delta_k H [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] - \Delta_k H [\text{CH}_4(\text{g})] = -803 \text{ kJ/mol}$ *1 pont*
Hess tételének helyes alkalmazásáért: *1 pont*
(A halmazállapotok feltüntetése nélkül is jár az egyenletekre a pont.)
- b) 25,0 mol acetilénhez 50,0 mol CH_4 szükséges. *1 pont*
Ehhez $25,0 \text{ mol} \cdot 377 \text{ kJ/mol} = 9425 \text{ kJ}$ hő szükséges. *1 pont*
Az égetésből szükséges hő: $9425 \text{ kJ} : 0,600 = 15\,708 \text{ kJ}$ *1 pont*
Ehhez szükséges metán: $n(\text{CH}_4) = 15\,708 \text{ kJ} : 803 \text{ kJ/mol} = 19,6 \text{ mol}$ *1 pont*
Összesen: $50,0 \text{ mol} + 19,6 \text{ mol} = 69,6 \text{ mol}$ metán.
 $V(\text{CH}_4) = 69,6 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ mol/dm}^3 = 1705 \text{ dm}^3 = 1,71 \text{ m}^3$. *1 pont*
- c) $V = (nRT) : p$ (vagy a gáztörvény helyes alkalmazása) *1 pont*
 $V = (25,0 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \cdot 1473 \text{ K}) : 101 \text{ kPa} = 3031 \text{ dm}^3$
Az acetilén **3,03 m^3** térfogatot tölt ki az előállítás hőmérsékletén. *1 pont*
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér.)

4. A háztartásokban használt fűtőgáz metánt, etánt és szén-dioxidot tartalmaz. Egy kisebb lakás fűtésére átlagosan $1,96 \text{ m}^3$ fűtőgáz fogy el naponta ($25,0 \text{ }^\circ\text{C}$, standard nyomás). Ezalatt $6,606 \cdot 10^4 \text{ kJ}$ energia szabadul fel, és összesen $2,156 \text{ m}^3$ $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$ -os, standard nyomású széndioxid jut ki a légtérbe.

$\Delta_k H(\text{CH}_4(\text{g})) = -74,9 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})) = -83,4 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -242 \text{ kJ/mol}$

a) Írja fel a fenti gáz égésekor lejátszódó folyamatok reakcióegyenletét!

b) Számítsa ki a metán és az etán égéshőjét a megadott adatok alapján!

c) Számítsa ki a feladatban szereplő fűtőgáz térfogat%-os összetételét!

(2011. május)

Megoldás: (11 pont)



b) $\Delta_r H = \Delta_k H(\text{keletkezett termékek}) - \Delta_k H(\text{kiindulási anyagok})$
(vagy ennek alkalmazása) *1 pont*

$\Delta_r H(\text{CH}_4) = -394 \text{ kJ/mol} + 2 \cdot (-242) \text{ kJ/mol} - (-74,9 \text{ kJ/mol})$

$\Delta_r H(\text{CH}_4) = -803,1 \text{ kJ/mol}$ (-803 kJ/mol) *1 pont*

$\Delta_r H(\text{C}_2\text{H}_6) = 2 \cdot (-394) \text{ kJ/mol} + 3 \cdot (-242) \text{ kJ/mol} - (-83,4 \text{ kJ/mol})$

$\Delta_r H(\text{C}_2\text{H}_6) = -1430,6 \text{ kJ/mol}$ (-1430 kJ/mol) *1 pont*

c) $n(\text{földgáz}) = 1960 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 80,0 \text{ mol}$

$n(\text{CO}_2) = 2156 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 88,0 \text{ mol}$ *1 pont*

a földgázban $x \text{ mol CH}_4$, $y \text{ mol C}_2\text{H}_6$ és $(80-x-y) \text{ mol CO}_2$ van.

az égés során eltávozik összesen:

$n(\text{CO}_2) = 88,0 \text{ mol} = x + 2y + 80 - x - y$ *2 pont*

az égés során felszabaduló energia: $x \cdot 803,1 + y \cdot 1430,6 = 66\,060$ *1 pont*

az egyenletrendszer megoldása: $y = 8,00 \text{ mol}$

$x = 68,0 \text{ mol}$ *1 pont*

A gázelegy összetétele: $68,0 \text{ mol CH}_4$, $8,00 \text{ mol C}_2\text{H}_6$ és $4,00 \text{ mol CO}_2$.

A 80 mol gázelegy térfogatszázalékos összetétele: **85,0 térfogat% CH_4**

10,0 térfogat% C_2H_6

5,0 térfogat% CO_2 *1 pont*

5. Egy oldószerként használt szerves vegyület 1,76 gramm tömegű mintáját tökéletesen elégetve 2,45 dm³ 25,0 °C hőmérsékletű, standard nyomású széndioxid, és 2,16 gramm víz keletkezett (más égéstermék nem volt). Az égetés során 66,4 kJ hő szabadult fel. A szerves vegyület moláris tömege 88,0 g/mol. Molekulája tartalmaz tercier szénatomot, réz(II)-oxiddal oxidálható, a kapott termék nem adja az ezüsttükör próbát.
- Számítással határozza meg a szerves vegyület molekulaképletét!
 - Határozza meg 1 mol szerves anyag elégetésének reakcióhőjét!
 - Határozza meg a szerves anyag képződéshőjét! $\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{f})) = -286 \text{ kJ/mol}$
 - Adja meg az információknak megfelelő molekula tudományos nevét!
- (2013. május)

Megoldás: (11 pont)

- 1 mol vegyület elégetésekor keletkezik:

$n(\text{CO}_2) = (88,0 : 1,76) \cdot (2,45 \text{ dm}^3 : 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}) = 5,00 \text{ mol}$	<i>1 pont</i>
$n(\text{H}_2\text{O}) = (88,0 : 1,76) \cdot (2,16 \text{ g} : 18,0 \text{ g/mol}) = 6,00 \text{ mol}$	<i>1 pont</i>
1 mol vegyület tehát tartalmaz 5 mol szenet, 12 mol hidrogént, ez 72,0 gramm, vagyis marad még 16,0 gramm oxigén, ami 1 mol oxigén.	<i>1 pont</i>
A molekula képlete: C₅H₁₂O	<i>1 pont</i>
- 1,76 g elégetésekor 66,4 kJ hő szabadul fel,
88,0 g elégetésekor 3320 kJ hő szabadul fel.

$\Delta_r H = -3320 \text{ kJ/mol} = -3,32 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol}$	<i>1 pont</i>
---	---------------
- Hess tételének ismerete

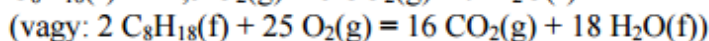
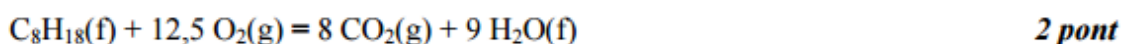
$-3320 \text{ kJ/mol} = 5 \cdot (-394 \text{ kJ/mol}) + 6 \cdot (-286 \text{ kJ/mol}) - \Delta_k H(\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O})$	<i>1 pont</i>
$\Delta_k H(\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}) = -366 \text{ kJ/mol}$	<i>1 pont</i>
- Az információknak megfelelő molekula: **3-metilbután-2-ol**

(Szekunder alkohol felismerése 1 pont. Ha a molekulában van tercier szénatom, és szekunder alkohol, az elnevezés viszont helytelen, 1 pont adható.)	<i>2 pont</i>
---	---------------

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6. A 2,2,3,3-tetrametilbután képződéshőjének megállapítására 1,00 g szénhidrogént tökéletesen elégetünk. A mérések szerint 48,25 kJ hő szabadul fel. A folyamat során cseppfolyós víz képződik. Írja fel a vegyület égésének reakcióegyenletét, számítsa ki a reakcióhőt, majd a vegyület képződéshőjét! ($\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394$ kJ/mol, $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{f})) = -286$ kJ/mol) (2013. május II.)

Megoldás (8 pont)

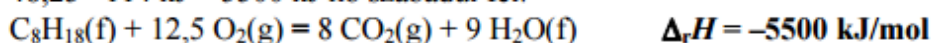


(1 pont a szén-dioxid és a víz helyes sztöchiometriai számáért, 1 pont az oxigénért)

A szénhidrogén moláris tömege: 114 g/mol.

1,00 g oktánizomer $\frac{1}{114}$ mol, ezért 1 mol esetén:

48,25 · 114 kJ = 5500 kJ hő szabadul fel. 2 pont



(vagy: $2 \text{C}_8\text{H}_{18}(\text{f}) + 25 \text{O}_2(\text{g}) = 16 \text{CO}_2(\text{g}) + 18 \text{H}_2\text{O}(\text{f}) \Delta_r H = -11\,000 \text{ kJ/mol}$) 1 pont

A képződéshő (x) kiszámítása:

$$\Delta_r H = \sum \Delta_k H(\text{termék}) - \sum \Delta_k H(\text{reagens}) \quad (\text{vagy ennek alkalmazása}) \quad 1 \text{ pont}$$

$$-5500 = 8(-394) + 9(-286) - x \quad 1 \text{ pont}$$

Ebből $x = -226$, tehát

$$\Delta_k H(2,2,3,3\text{-tetrametilbután}) = -226 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

7. 489 mg nitrálóelegyet (tömény kénsav és tömény salétromsav nem vízmentes elegyét) vízzel pontosan 100 cm³ -re hígítunk. Az így kapott savoldat semlegesítéséhez 8,74 cm³ 3,74 tömegszázalékos 1,04 g/cm³ sűrűségű nátrium-hidroxid oldat szükséges. A semlegesítés után (azonos hőmérsékletű) bárium-nitrát oldatot öntünk az oldathoz. A szulfát-csapadék keletkezése közben 66,5 J hőfejlődés tapasztalható.

a) Írja fel a csapadék képződésének ionegyenletét, és határozza meg a folyamat reakcióhőjét!

$\Delta_k H(\text{BaSO}_4(\text{sz})) = -1466 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{Ba}^{2+}(\text{aq})) = -538 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})) = -909 \text{ kJ/mol}$

b) Határozza meg, hány tömegszázalék kénsavat illetve salétromsavat tartalmaz a nitrálóelegy! (2013. október)

Megoldás: (12 pont)

- | | |
|--|---------------|
| a) $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) = \text{BaSO}_4(\text{sz})$ | <i>1 pont</i> |
| $\Delta_r H = (-1466 \text{ kJ/mol}) - (-538 \text{ kJ/mol}) - (-909 \text{ kJ/mol}) = -19,0 \text{ kJ/mol}$
(Hess tételének ismerete 1 pont) | <i>2 pont</i> |
| b) $n(\text{BaSO}_4) = 66,5 \text{ J} : 19 \text{ J/mol} = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ | <i>2 pont</i> |
| $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3,5 \text{ mmol}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 343 \text{ mg}$ | <i>1 pont</i> |
| $m(\text{NaOH}) = (8,74 \text{ cm}^3 \cdot 1,04 \text{ g/cm}^3) \cdot 0,0374 = 0,340 \text{ g}$ | |
| $n(\text{NaOH}) = 340 \text{ mg} : 40 \text{ mg/mmol} = 8,50 \text{ mmol}$ | <i>2 pont</i> |
| $n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) + n(\text{HNO}_3)$ összefüggés, vagy egyenletek: | <i>2 pont</i> |
| $n(\text{HNO}_3) = 8,5 \text{ mmol} - 7 \text{ mmol} = 1,5 \text{ mmol}$ | |
| $m(\text{HNO}_3) = 1,5 \text{ mmol} \cdot 63 \text{ mg/mmol} = 94,5 \text{ mg}$ | <i>1 pont</i> |
| A nitrálóelegy 70,1 m/m%-a H₂SO₄, 19,3 m/m%-a HNO₃. | <i>1 pont</i> |

8. A Központi Statisztikai Hivatal szerint a 2010. évben Magyarország teljes kén-dioxid kibocsátása 83 130 tonna volt. A füstgázok kén-dioxid tartalma csökkentésének egyik lehetséges módja, ha kén-hidrogén (dihidrogén-szulfid) tartalmú gáz felhasználásával „lecsapatjuk” a ként. $\Delta_k H(\text{H}_2\text{S}(\text{g})) = -20,6 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{SO}_2(\text{g})) = -296,8 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{f})) = -285,8 \text{ kJ/mol}$ $A_r(\text{H}) = 1,00$; $A_r(\text{O}) = 16,0$; $A_r(\text{S}) = 32,1$;
- Írjon egy példát a kén-dioxid környezetkárosító hatására!
 - Rendezze a kén-hidrogén és kén-dioxid között lejátszódó reakció egyenletét!
 $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) = \text{S}(\text{sz}) + \text{H}_2\text{O}(\text{f})$
 - A megadott adatok alapján számítsa ki a fenti reakció reakcióhőjét 1 mol kéndioxidra vonatkoztatva!
 - Ha az ország kén-dioxid kibocsátását 1,00%-kal csökkentették volna ennek a reakciónak alkalmazásával, mekkora energiaváltozás kísérte volna a reakciót?
 - Hány tonna kén keletkezett volna a reakció során?
 - A fentiek alapján írjon két tényezőt, ami előnyössé teszi a fenti reakció alkalmazását!
 - Ha a kén-dioxid-tartalmú gázt fölös mennyiségű nátrium-hidroxid-oldaton vezetjük keresztül, szintén csökken a kén-dioxid-tartalom. Válaszát reakcióegyenlet felírásával indokolja! (2014. október)

Megoldás: (12 pont)

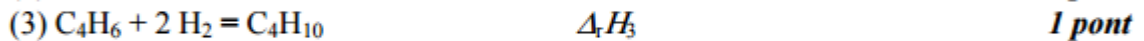
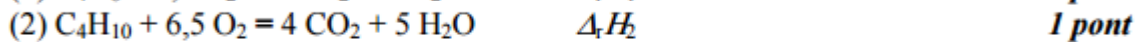
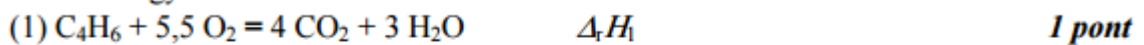
- Kén-dioxid oldódása az esővízben savas esők kialakulásához vezet. Kén-dioxid üvegházhatású gáz / hozzájárul a globális felmelegedéshez szmog kialakulásához vezethet.
(egy helyes környezeti hatás megadása) 1 pont
(a „károsítja az ózonréteget”, „légúti stb. megbetegedéseket okoz” válasz nem fogadható el)
- $2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) = 3\text{S}(\text{sz}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{f})$ 1 pont
- $\Delta_r H = \Delta_k H(\text{keletkezett termékek}) - \Delta_k H(\text{kiindulási anyagok})$
(vagy ennek alkalmazása) 1 pont
 $\Delta_r H = 2 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}) - (2 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{S}) + \Delta_k H(\text{SO}_2)) =$
 $= (-285,8) \cdot 2 + 20,6 \cdot 2 + 296,8 = -234 \text{ kJ/mol}$ 1 pont
- A kibocsátott kén-dioxid 1,00 %-a:
 $m(\text{SO}_2) = 831,3 \text{ tonna} = 8,313 \cdot 10^5 \text{ kg} = 8,313 \cdot 10^8 \text{ g}$ 1 pont
 $M(\text{SO}_2) = 64,1 \text{ g/mol}$, $n(\text{SO}_2) = 8,313 \cdot 10^8 \text{ g} / 64,1 \text{ g/mol} = 1,30 \cdot 10^7 \text{ mol}$
 $(n(\text{SO}_2) = 8,313 \cdot 10^5 \text{ kg} / 64,1 \text{ g/mol} = 1,30 \cdot 10^4 \text{ kmol})$ 1 pont
 $Q = 1,30 \cdot 10^7 \text{ mol} \cdot (-234 \text{ kJ/mol}) = -3,04 \cdot 10^9 \text{ kJ}$
($3,04 \cdot 10^9 \text{ kJ}$ energia szabadul fel válasz is elfogadható) 1 pont
- $n(\text{S}) = 3 \cdot n(\text{SO}_2) = 3,90 \cdot 10^7 \text{ mol}$ 1 pont
 $m(\text{S}) = 3,90 \cdot 10^7 \text{ mol} \cdot 32,1 \text{ g/mol} = 1,25 \cdot 10^9 \text{ g} = 1,25 \cdot 10^3 \text{ tonna}$ 1 pont
 $(m(\text{S}) = 3,90 \cdot 10^4 \text{ kmol} \cdot 32,1 \text{ g/mol} = 1,25 \cdot 10^6 \text{ kg} = 1,25 \cdot 10^3 \text{ tonna})$

- f) A reakció során energia szabadul fel, ami tovább hasznosítható.
A reakcióban előállított kén felhasználható.
A reakcióval csökkenthető a füstgázok kén-dioxid-tartalma.
A reakcióval csökkenthető a füstgázok kén-hidrogén-tartalma.
A reakcióval csökkenthető a savas esők / üvegházhatás kialakulásának mértéke
(bármely két helyes tényező megadása esetén) **2 pont**
- g) $\text{SO}_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ **1 pont**

9. A buta-1,3-dién hidrogénnel történő telítésének reakcióhőjét akarjuk meghatározni. Az alábbi adatok állnak rendelkezésünkre:
- 2,50 g buta-1,3-dién tökéletes elégetésekor 114 kJ hő szabadul fel, miközben vízgőz keletkezik.
 - 2,50 g bután az előzővel azonos körülmények közötti elégetése során szintén 114 kJ hő szabadul fel.
 - A vízgőz képződéshője: -242 kJ/mol .
- Írja fel a buta-1,3-dién hidrogénnel történő telítésének reakcióegyenletét! A megadott adatok alapján számítsa ki a reakcióhőt! (2015. október)

Megoldás: (10 pont)

A reakcióegyenletek:



A butadién moláris tömege 54,0 g/mol, a butáné 58,0 g/mol. *(csak együtt:)* *1 pont*

A butadién anyagmennyisége: $2,50 \text{ g} / 54,0 \text{ g/mol} = 0,0463 \text{ mol}$

A butadién égéshője: $-114 \text{ kJ} / 0,0463 \text{ mol} = -2462 \text{ kJ/mol} = \Delta_r H_1$ *1 pont*

A bután anyagmennyisége: $2,50 \text{ g} / 58 \text{ g/mol} = 0,0431 \text{ mol}$

A bután égéshője: $-114 \text{ kJ} / 0,0431 \text{ mol} = -2645 \text{ kJ/mol} = \Delta_r H_2$ *1 pont*

Az (1) egyenletből:

$$\Delta_k H(\text{C}_4\text{H}_6) = 4 \cdot \Delta_k H(\text{CO}_2) + 3 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_r H_1$$
 1 pont

Az (2) egyenletből:

$$\Delta_k H(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 4 \cdot \Delta_k H(\text{CO}_2) + 5 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_r H_2$$
 1 pont

A két egyenlet különbségéből éppen a telítési hő adódik:

$$\Delta_r H_3 = 2 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_r H_2 + \Delta_r H_1 = -301 \text{ kJ/mol}$$
 2 pont

10. Egy kisebb lakás fűtésére havonta átlagosan 2500 MJ energia szükséges.

$\Delta_k H [\text{H}_2\text{O}(f)] = -286,0 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H [\text{CO}_2(\text{g})] = -394,0 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H([\text{bután}(\text{g})] = -126,0 \text{ kJ/mol}$; $A_r(\text{H}) = 1,000$, $A_r(\text{C}) = 12,00$

a) Hány kg szén, illetve bután elégetésével szabadul fel ekkora hőmennyiség?

b) Hány m^3 25,00 °C-os, standard légköri nyomású szén-dioxid jut az egyik, illetve a másik esetben a levegőbe?

c) Melyik esetben jut több szén-dioxid a levegőbe és ez hányszorosa a másik esetben keletkező szén-dioxidnak? (2016. május II.)

Megoldás: (9 pont)

a) Szén égetése során a reakció egyenlete: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$, $\Delta_r H = -394 \text{ kJ/mol}$
a szükséges energiamennyiség: $2500 \text{ MJ} = 2,50 \cdot 10^6 \text{ kJ}$ *1 pont*

a szükséges szén anyagmennyisége:

$n(\text{C}) = Q / \Delta_r H = 2,50 \cdot 10^6 \text{ kJ} / 394 \text{ kJ/mol} = 6345,2 \text{ mol}$ *1 pont*

$m(\text{C}) = 6345,2 \text{ mol} \cdot 12,00 \text{ g/mol} = 76142 \text{ g} = 76,14 \text{ kg}$ *1 pont*

Csak a kg-ban megadott végeredmény esetén jár a pont.

A bután égetése során a reakció egyenlete:

$\text{C}_4\text{H}_{10} + 6,5 \text{ O}_2 = 4 \text{ CO}_2 + 5 \text{ H}_2\text{O}$ *1 pont*

$\Delta_r H = 4 \cdot \Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) + 5 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(f)) - \Delta_k H(\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}))$

$\Delta_r H = 4 \cdot (-394 \text{ kJ/mol}) + 5 \cdot (-286 \text{ kJ/mol}) - 126 \text{ kJ/mol} = -2880 \text{ kJ/mol}$ *1 pont*

a szükséges bután anyagmennyisége:

$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = Q / \Delta_r H = 2,50 \cdot 10^6 \text{ kJ} / 2880 \text{ kJ/mol} = 868,0 \text{ mol}$

$m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 868,05 \text{ mol} \cdot 58,00 \text{ g/mol} = 50346,9 \text{ g} = 50,35 \text{ kg}$ *1 pont*

Csak a kg-ban megadott végeredmény esetén jár a pont.

b) A szén égésekor keletkező szén-dioxid:

$n(\text{CO}_2) = 6345,2 \text{ mol}$, $V(\text{CO}_2) = 6345,2 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$

$V(\text{CO}_2) = 155391 \text{ dm}^3 = 155,4 \text{ m}^3$ *1 pont*

Csak a m³-ben megadott végeredmény esetén jár a pont.

A bután égésekor keletkező szén-dioxid: $n(\text{CO}_2) = 4 \cdot n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 3472 \text{ mol}$

$V(\text{CO}_2) = 3472 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 85064 \text{ dm}^3 = 85,06 \text{ m}^3$ *1 pont*

Csak a m³-ben megadott végeredmény esetén jár a pont.

c) A szén égetésével keletkezik több szén-dioxid.

$155,4 / 85,06 = 1,827$ -szeres mennyiség.

1 pont

11. A diizopropil-éter az éternél kevésbé illékony, tűzveszélyes folyadék, sűrűsége $0,725 \text{ g/cm}^3$. A képződéshőjének meghatározására $0,500 \text{ cm}^3$ diizopropil-étert – megfelelő berendezésben – tökéletesen elégettek, így $14,24 \text{ kJ}$ hő felszabadulását mértek. (A mérés során a víz lecsapódik.)

a) Írja fel a diizopropil-éter tökéletes égésének termokémiai reakcióegyenletét, majd határozza meg az egyenlethez tartozó reakcióhőt!

b) Határozza meg a diizopropil-éter képződéshőjét! Számításához használja a négyjegyű függvénytáblázatban található adatokat! (2016. május)

Megoldás: (8 pont)

- a) A diizopropil-éter képlete: $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$, $M = 102 \text{ g/mol}$. *1 pont*
 (Hibás képlet esetén ez a pont nem jár.
 A további pontok – helyes számolás esetén – megadhatók.)
 Az égés egyenlete:
 $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}(f) + 9 \text{ O}_2(g) = 6 \text{ CO}_2(g) + 7 \text{ H}_2\text{O}(f)$ *1 pont*
 $0,500 \text{ cm}^3$ vegyület tömege: $0,500 \text{ cm}^3 \cdot 0,725 \text{ g/cm}^3 = 0,3625 \text{ g}$ *1 pont*
 A reakcióhő:

$$\Delta_r H = \frac{102 \text{ g/mol}}{0,3625 \text{ g}} (-14,24 \text{ kJ}) = -4007 \text{ kJ/mol} (-4,01 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol})$$
 1 pont
- b) A szén-dioxid és a víz képződéshőjének kikeresése a függvénytáblázatból:
 $\Delta_f H(\text{CO}_2/g) = -394 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}/f) = -286 \text{ kJ/mol}$
 (illetve az adott függvénytáblázatból kiolvasott adat) *1 pont*
 $\Delta_r H = \Sigma \Delta_f H(\text{termékek}) - \Sigma \Delta_f H(\text{reagensek})$ /vagy ennek alkalmazása/ *1 pont*
 $-4007 = 6(-394) + 7(-286) - \Delta_f H(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O})$ *1 pont*
 Ebből: $\Delta_f H(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}) = -359$, vagyis -359 kJ/mol . *1 pont*

12.

Folyamat	Egyenlet	A folyamatot kísérő energiaváltozás (kJ/mol)
A NaBr rácsenergiája	$\text{NaBr}(\text{sz}) = \text{Na}^+(\text{g}) + \text{Br}^-(\text{g})$	+729
A NaBr képződéshője	$\text{Na}(\text{sz}) + 0,5 \text{Br}_2(\text{f}) = \text{NaBr}(\text{sz})$	-361
A Br ₂ párolgáshője és kötési energiája együttesen	$\text{Br}_2(\text{f}) = 2 \text{Br}(\text{g})$	+190
A Na rácsenergiája	$\text{Na}(\text{sz}) = \text{Na}(\text{g})$	+100
A Na első ionizációs energiája	$\text{Na}(\text{g}) = \text{Na}^+(\text{g}) + \text{e}^-$	+502
A Br elektronnaffinitása	a)	b)

Ismertek a következő folyamatokat kísérő energiaváltozások.

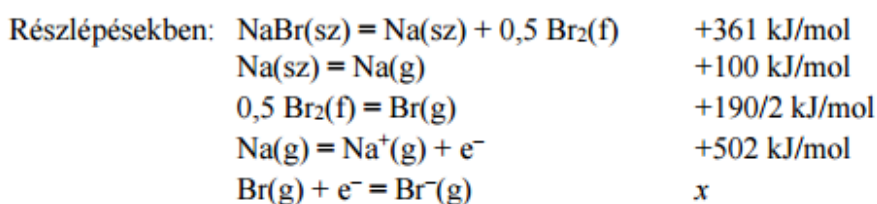
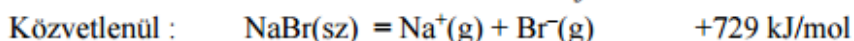
a) Írja fel a hiányzó folyamatot leíró reakcióegyenletet! (A Br elektronnaffinitása.)

b) Számítsa ki a fenti adatok felhasználásával az a) pontban felírt folyamat energiaváltozását! (2016. október)

Megoldás: (6 pont)

a) $\text{Br}(\text{g}) + \text{e}^- = \text{Br}^-(\text{g})$ vagy $\text{Br}^-(\text{g}) = \text{Br}(\text{g}) + \text{e}^-$ (Mindkét megadás helyes.) **1 pont**

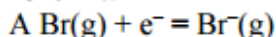
b) Hess-tételét felhasználva kétféle módon írhatjuk fel a NaBr ionokra bomlását:



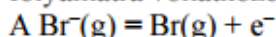
A két úton történő energiaváltozásra felírható egy egyenlet:

$$+729 = +361 + 100 + 95 + 502 + x$$

$$-329 = x$$



folyamatra vonatkozóan az elektronnaffinitás: **-329 kJ/mol**



folyamatra vonatkozóan az elektronnaffinitás: **+329 kJ/mol**

1 pont

(Csak a felírt folyamatra, helyes előjellel megadott értékért jár a pont)

(Ellentétes irányú folyamatra, ellentétes előjelű energiaváltozás figyelembevétele: 1 pont.)

A Br₂ kötési energiájának megfelelő arányú figyelembevétele: 1 pont.

A Hess-tétel alkalmazása: 2 pont. Helyes végeredmény megadása: 1 pont.)

13. 100 cm^3 $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ezüst-nitrát- és $50,0 \text{ cm}^3$ $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-bromid-oldatot öntöttünk össze. A mért hőmérséklet-változásból meghatároztuk, hogy $1,70 \text{ kJ}$ hő szabadult fel.

a) Írja fel a lezajlott reakció ionegyenletét és a mérési adatokból számítsa ki a reakcióhőt!

Táblázatokban a következő adatokat találtuk meg: (Ebben a feladatban más adatokat nem használhat!)

<i>Képződéshők:</i>	
$\Delta_k H(\text{AgNO}_3(\text{sz})) = -123 \text{ kJ/mol}$	$\Delta_k H(\text{Ag}^+(\text{aq})) = +106 \text{ kJ/mol}$
$\Delta_k H(\text{NaBr}(\text{sz})) = -361 \text{ kJ/mol}$	$\Delta_k H(\text{Na}^+(\text{aq})) = -240 \text{ kJ/mol}$
	$\Delta_k H(\text{NO}_3^-(\text{aq})) = -207 \text{ kJ/mol}$
	$\Delta_k H(\text{Br}^-(\text{aq})) = -122 \text{ kJ/mol}$
<i>Hidratációs energiák:</i>	
$E_{\text{hidr}}(\text{Ag}^+) = -473 \text{ kJ/mol}$	$E_{\text{hidr}}(\text{Br}^-) = -336 \text{ kJ/mol}$
$E_{\text{hidr}}(\text{Na}^+) = -406 \text{ kJ/mol}$	$E_{\text{hidr}}(\text{NO}_3^-) = -314 \text{ kJ/mol}$

b) Határozza meg a szilárd ezüst-bromid képződéshőjét!

c) Számítsa ki az ezüst-bromid rácsenergiáját (a rács felbontásának moláris energiaváltozását)!

(2017. május II.)

Megoldás:(8 pont)

- a) $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq}) = \text{AgBr}(\text{sz})$ *1 pont*
 100 cm^3 $0,200 \text{ mol/dm}^3$ -es AgNO_3 -oldatban $0,0200 \text{ mol}$ Ag^+ van,
 $50,0 \text{ cm}^3$ $0,500 \text{ mol/dm}^3$ -es NaBr -oldatban $0,0250 \text{ mol}$ Br^- van,
 ezek alapján $0,0200 \text{ mol}$ Ag^+ és $0,0200 \text{ mol}$ Br^- reagált, vagyis a reakcióhő:
 $\Delta_r H = -1700 \text{ J} : 0,0200 \text{ mol} = -85000 \text{ J/mol} = -85,0 \text{ kJ/mol}$. *1 pont*
- b) Ha az ezüst-bromid képződéshője $\Delta_k H(\text{AgBr}/\text{sz})$, akkor a reakcióra felírható:
 $\Delta_r H = \Sigma \Delta_k H(\text{termék}) - \Sigma \Delta_k H(\text{reagens})$
(vagy ennek alkalmazása a számításban:) *1 pont*
 $-85,0 \text{ kJ/mol} = \Delta_k H(\text{AgBr}/\text{sz}) - (106 \text{ kJ/mol} + (-122 \text{ kJ/mol}))$ *1 pont*
 Ebből: $\Delta_k H(\text{AgBr}/\text{sz}) = -101 \text{ kJ/mol}$. *1 pont*
- c) A csapadékképződés reakcióhője kiszámítható a hidratáció megszűnéséhez szükséges és a kristályrács kialakulásakor felszabaduló energia összegzésével:
 $\Delta_r H = -E_{\text{hidr}}(\text{Ag}^+) - E_{\text{hidr}}(\text{Br}^-) - E_{\text{rács}}(\text{AgBr})$
(vagy ennek alkalmazása a számításban:) *1 pont*
 $-85,0 \text{ kJ/mol} = +473 \text{ kJ/mol} + 336 \text{ kJ/mol} - E_{\text{rács}}(\text{AgBr})$ *1 pont*
 Ebből: $E_{\text{rács}}(\text{AgBr}) = 894 \text{ kJ/mol}$ *1 pont*

14. Ismeretlen összetételű és tömegű etanol–aceton elegy két azonos térfogatú mintáját vizsgáljuk. Az első mintába 3,334 g tömegű nátriumdarabot dobtunk, s a reakcióban 1,225 dm³ térfogatú, 25,00 °C-os, 101,3 kPa nyomású gáz keletkezett.

a) Melyik összetevő anyagmennyiségére tudunk ebből a mérésből következtetni? Írja fel a lejátszódó folyamat reakcióegyenletét!

b) Számítsa ki, mekkora tömegű nátrium maradt feleslegben! A másik mintát kaloriméterben elégetve 226,4 kJ hő felszabadulását mértük.

c) Írja fel az égési folyamatok reakcióegyenletét és számítsa ki a folyamatok reakcióhőjét! A számításhoz az alábbi képződéshő-értékeket használja:

Vegyület neve	Aceton (f)	Etanol (f)	Szén-dioxid (g)	Víz (f)
Képződéshő (kJ/mol)	-248,0	-278,0	-394,0	-286,0

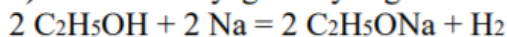
d) Számítsa ki az elegy anyagmennyiség-százalékos összetételét!

(2018. május II.)

Megoldás: (14 pont)

a) Az etanol anyagmennyiségére következtethetünk.

1 pont



1 pont

b) A felszabaduló hidrogén anyagmennyisége: $n(\text{H}_2) = \frac{1,225}{24,50} \text{ mol} = 5,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

A reagáló nátrium anyagmennyisége: $n(\text{Na}) = 2n(\text{H}_2) = 1,000 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$

1 pont

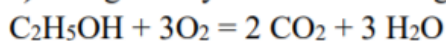
A reagáló nátrium tömege: $m(\text{Na}) = 1,000 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot 22,99 \text{ g/mol} = 2,299 \text{ g}$

1 pont

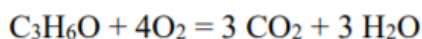
A feleslegben maradó nátrium tömege: $m(\text{Na})_{\text{fel}} = (3,334 - 2,299) \text{ g} = 1,035 \text{ g}$

1 pont

c) Az égési folyamatok reakcióegyenlete:



1 pont



1 pont

Hess tételének ismerete:

1 pont

Az egyes folyamatok reakcióhője:

$$\Delta_r H_1 = -394 \text{ kJ/mol} \cdot 2 + (-286 \text{ kJ/mol}) \cdot 3 - (-278 \text{ kJ/mol}) = -1368 \text{ kJ/mol}$$

1 pont

$$\Delta_r H_2 = -394 \text{ kJ/mol} \cdot 3 + (-286 \text{ kJ/mol}) \cdot 3 - (-248 \text{ kJ/mol}) = -1792 \text{ kJ/mol}$$

1 pont

d) Az etanol anyagmennyisége: $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 2n(\text{H}_2) = 1,000 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$

Az etanol égésében felszabaduló hő: $Q_1 = 1,000 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot (-1368 \text{ kJ/mol}) = -136,8 \text{ kJ}$

1 pont

Az aceton égésében felszabaduló hő: $Q_2 = -226,4 \text{ kJ} - (-136,8 \text{ kJ}) = -89,60 \text{ kJ}$

1 pont

Az aceton anyagmennyisége: $n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = \frac{-89,60 \text{ kJ}}{-1792 \text{ kJ/mol}} = 5,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

1 pont

Anyagmennyiség-százalékos összetétel:

$$\frac{n}{n} \%(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 66,67 \% \text{ és } \frac{n}{n} \%(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 33,33 \%$$

1 pont

15. A normális láncú oktán standard képződéshője $-125,2$ kJ/mol. Egy izomerének molekulája csak első- és negyedrendű szénatomot tartalmaz. Ha ennek az izomernek és a normális láncú oktánnak azonos tömegű mintáját összekeverjük, majd az elegyből $1,000$ g-ot elégetünk, akkor $48,40$ kJ hő felszabadulását mérjük (miközben szén-dioxid-gáz és cseppfolyós víz keletkezik).

a) Írja fel a vizsgált elágazó szénláncú oktánizomer konstitúcióját, és adja meg szabályos nevét!

b) Írja fel az oktán tökéletes égésének reakcióegyenletét és számítsa ki a reakcióhőt a normális láncú oktán esetén!

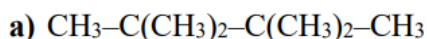
$$\Delta_k H(\text{CO}_2/\text{g}) = -393,5 \text{ kJ/mol}, \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}/\text{f}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

c) Határozza meg a vizsgált minta égéshőjét kJ/mol mértékegységben!

d) Határozza meg az elágazó szénláncú izomer égéshőjét és a vegyület standard képződéshőjét!

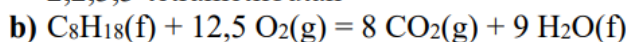
(2022. május)

Megoldás: (10 pont)



2,2,3,3-tetrametilbután

1 pont



(Az állapotok jelölése nélkül is megadható a pont.)

A Hess-tétel ismerete (vagy annak alkalmazása)

$$\Delta_r H = 8(-393,5) + 9(-285,8) - (-125,2) = -5595 \text{ kJ/mol}$$

(A $2 \text{ C}_8\text{H}_{18}(\text{f}) + 25 \text{ O}_2(\text{g}) = 16 \text{ CO}_2(\text{g}) + 18 \text{ H}_2\text{O}(\text{f})$ egyenlet alapján kiszámított $-11\,190$ kJ/mol reakcióhő is helyes.)

1 pont

1 pont

1 pont

1 pont

c) $M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114,2$ g/mol, ezért $1,000$ g keverék anyagmennyisége:

$$1,000 \text{ g} : 114,2 \text{ g/mol} = 8,757 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Az égéshő ($1,000$ mol elegyre vonatkoztatva):

$$-48,40 \text{ kJ} : 8,757 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = -5527 \text{ kJ/mol}$$

1 pont

1 pont

d) Azonos moláris tömeg miatt az azonos tömegszázalék azonos anyagmennyiség-százalékot is jelent, így az elágazó oktánizomer égéshője:

$$0,5\Delta_r H_x + 0,5 \cdot (-5595) = -5527$$

$$\text{Ebből: } \Delta_r H_x = -5459 \text{ kJ/mol}$$

Az elágazó láncú oktánizomer égésére felírható:

$$8(-393,5) + 9(-285,8) - \Delta_k H_x = -5459 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Ebből: } \Delta_k H_x = -261,2 \text{ kJ/mol}$$

(Ha 114 g/mol moláris tömeggel számol, akkor -5518 kJ/mol, -5440 kJ/mol és $-280,2$ kJ/mol az eredmény.)

1 pont

1 pont

1 pont

16. Az alumínium-oxid képződéshőjének meghatározása céljából 1,00 g alumíniumport mértek be egy kaloriméterbe (folyamatok hőváltásának mérésére szolgáló készülékbe), amelyben 2,00 dm³ 101,3 kPa nyomású és 25,0 °C-os oxigéngáz volt. A fémet felhevítve megindult és teljesen végbement a reakció. Eközben 30,9 kJ energia felszabadulását mérték.

- a) Hányszorosa a kaloriméterben található oxigén mennyisége az égéshez szükséges mennyiségnek?
- b) Számítsa ki az alumínium-oxid képződéshőjét a mérés alapján! Egy következő kísérletben alumíniumport és ezüst-oxidot keverték össze, és meghatározták a porkeverék begyűjtésakor lejátszódó termitreakció hőváltását.
- c) Írja fel az alumínium és az ezüst-oxid között lejátszó reakció egyenletét!
- d) Mekkora a hőváltás 1,00 g alumíniumpor és 5,00 g ezüst-oxid keverékének termitreakciója során? $\Delta_k H(\text{Ag}_2\text{O}/\text{sz}) = -31,1 \text{ kJ/mol}$
- e) A d) feladatban elvégzett kísérlet végén kivesszük a kaloriméterből a kapott szilárd anyagot, és kénsavoldatot öntünk rá. Színtelen, szagtalan gáz képződését tapasztaljuk. Írja fel a gázfejlődéssel járó reakció egyenletét!
- (2022. május id.)

Megoldás: (13 pont)

- a) $n(\text{Al}) = 1,00 \text{ g} : (27,0 \text{ g/mol}) = 3,70 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ *1 pont*
 $n(\text{O}_2) = 2,00 \text{ dm}^3 : (24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}) = 8,16 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ *1 pont*
 $4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2 = 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$ (vagy ennek alkalmazása) *1 pont*
 $3,70 \cdot 10^{-2} \text{ mol Al-hoz } 2,78 \cdot 10^{-2} \text{ mol O}_2 \text{ szükséges.}$ *1 pont*
A rendelkezésre álló oxigén tehát a szükségesnek
 $8,16 \cdot 10^{-2} / 2,78 \cdot 10^{-2} = \mathbf{2,94\text{-szerese.}}$ *1 pont*
- b) A folyamatban $0,5 \cdot 3,70 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 1,85 \cdot 10^{-2} \text{ mol Al}_2\text{O}_3$ keletkezik. *1 pont*
 $\Delta_k H(\text{Al}_2\text{O}_3) = -30,9 \text{ kJ} / 1,85 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = \mathbf{-1,67 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol}}$ *1 pont*
- c) $2 \text{ Al} + 3 \text{ Ag}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 6 \text{ Ag}$ *1 pont*
- d) 5,00 g Ag₂O tömege $5,00 \text{ g} : (231,8 \text{ g/mol}) = 2,16 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ *1 pont*
Ezzel $2,16 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot (2/3) = 1,44 \cdot 10^{-2} \text{ mol Al}$ lép reakcióba.
A fenti egyenlethez tartozó reakcióhő
 $\Delta_r H = -1,67 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol} - 3 \cdot (-31,1 \text{ kJ/mol}) = -1577 \text{ kJ/mol}$ *2 pont*
1 pont a Hess-tétel helyes alkalmazásáért.
A folyamat hőváltása:
 $Q = 1,44 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0,5 \cdot (-1577 \text{ kJ/mol}) = \mathbf{-11,4 \text{ kJ}}$ *1 pont*
- e) $2 \text{ Al} + 3 \text{ H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{ H}_2$ *1 pont*