

1. Egy 40,0 térfogat% metánt és 60,0 térfogat% propánt tartalmazó gázelegyet tökéletesen elégetünk.  $\Delta_k H(\text{metán(g)}) = -74,9 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_k H(\text{propán(g)}) = -104,0 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394,0 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O(f)}) = -286,0 \text{ kJ/mol}$

a) Írja fel a két szénhidrogén tökéletes égésének reakcióegyenletét, és számítsa ki a reakcióhőket! (Az égés során a vízgőz lecsapódik.)

b) Hány kJ hőmennyiség szabadul fel a 25,0 °C-os, standard nyomású gázelegy 1,00 dm<sup>3</sup>-ének elégetése során?

c) Mekkora volt az 1,00 dm<sup>3</sup> kiindulási gázelegy tömege?

(2005. május)

**Megoldás:** (15 pont)

a)  $\Delta_r H = \Delta_k H(\text{keletkezett termékek}) - \Delta_k H(\text{kiindulási vegyületek})$  1 pont

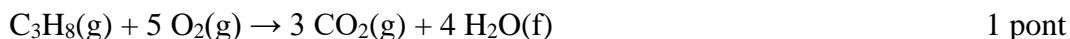
A metán égéshőjének kiszámítása:



$$\Delta_r H = 2 \cdot (-286,0) + (-394,0) - (-74,9) \quad 1 \text{ pont}$$

$$\Delta_r H = -891,1 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

A propán égéshőjének kiszámítása:



$$\Delta_r H = 4 \cdot (-286,0) + 3 \cdot (-394,0) - (-104,0) \quad 1 \text{ pont}$$

$$\Delta_r H = -2222,0 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

b) 1,00 dm<sup>3</sup> gázelegyben levő metán és propán anyagmennyiségének kiszámítása:

$$V(\text{CH}_4) = 0,400 \text{ dm}^3; V(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,600 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ pont}$$

$$n(\text{CH}_4) = 0,0163 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,0245 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

A hőmennyiség:  $Q = n(\text{CH}_4) \cdot \Delta_r H(\text{CH}_4) + n(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot \Delta_r H(\text{C}_3\text{H}_8)$  1 pont

$$Q = 0,0163 \cdot (-891,1) + 0,0245 \cdot (-2222,0) = -69,0 \text{ kJ} \quad 1 \text{ pont}$$

(vagy: 69,0 kJ hőmennyiség szabadult fel).

c) Az elegyben lévő anyagok tömege:

$$n(\text{CH}_4) = 0,0163 \text{ mol} \cdot 16 \text{ g/mol} = 0,2608 \text{ g} \quad 1 \text{ pont}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,0245 \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = 1,0780 \text{ g} \quad 1 \text{ pont}, \quad \mathbf{m = 1,34 \text{ g}} \quad 1 \text{ pont}$$

2. Az energiaágazatban sokan beszélnek olajválságról. Eközben folynak a kísérletek, mivel lehet a kőolaj-származékokat helyettesíteni. Az egyik lehetőségnek tűnik az alkohol-üzemeltetésű motor.

Hasonlítsuk össze a benzin- és alkohol-üzemeltetésű motorok energiatermelését!

Számításaihoz használja a következő adatokat:

$$\Delta_k H(\text{oktán}) = -372 \text{ kJ/mol} \quad \rho(\text{oktán}) = 0,720 \text{ g/cm}^3 \quad \Delta_k H(\text{etanol}) = -278 \text{ kJ/mol}$$

$$\rho(\text{etanol}) = 0,790 \text{ g/cm}^3 \quad \Delta_k H(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol} \quad (1,00 \text{ liter} = 1,00 \text{ dm}^3)$$

$$\Delta_k H(\text{vízgőz}) = -242 \text{ kJ/mol}$$

a) Írja fel az etanol tökéletes égésének reakcióegyenletét és számítsa ki a reakcióhőt!

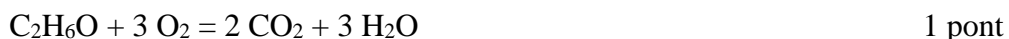
b) Tegyük fel, hogy a benzin tisztán oktánból áll. Írja fel az oktán tökéletes égésének egyenletét és számítsa ki a reakcióhőt!

c) Számítsa ki, hogy 1,00 liter benzin elégetésekor felszabaduló hő mekkora térfogatú etanol elégetésekor keletkezik? (2006. február)

**Megoldás:** (15 pont)

a) Hess-tételének ismerete vagy alkalmazása a számításban: 1 pont

Etanol helyes képlete: 1 pont



$$\Delta_r H = 2(-394) + 3(-242) - (-278) \quad 1 \text{ pont}$$

$$\Delta_r H = -1236 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

b) Oktán helyes képlete: 1 pont



$$\Delta_r H = 8(-394) + 9(-242) - (-372) \quad 1 \text{ pont}$$

$$\Delta_r H = -4958 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

$$\text{c) } m(\text{oktán}) = \rho \cdot V = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 0,72 \text{ g/cm}^3 = 720 \text{ g} \quad 1 \text{ pont}$$

$$n(\text{oktán}) = 720 \text{ g} / 114 \text{ g/mol} = 6,32 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

$$\Delta H = 6,32 \text{ mol} \cdot (-4958) \text{ kJ/mol} = -31335 \text{ kJ} \quad 1 \text{ pont}$$

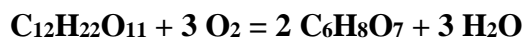
$$n(\text{etanol}) = 31335 / 1236 = 25,3 \text{ mol} \quad 1 \text{ pont}$$

$$m(\text{etanol}) = 25,3 \text{ mol} \cdot 46 \text{ g/mol} = 1165 \text{ g}$$

$$V(\text{etanol}) = 1165 \text{ g} / 0,79 \text{ g/cm}^3 = 1475 \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ pont}$$

**1,48 liter** etanolt kell elégetni.

3. A citromsav ( $C_6H_8O_7$ ) a lekvárok, zselék és gyümölcslevek összetevője, amelyet iparilag cukoroldat (szacharóz) fermentációjával (gombák általi erjesztéssel) a levegő oxigénjét felhasználva állítanak elő az alábbi reakcióegyenlet szerint:



Az oldott állapotú anyagokra vonatkozó képződéshők:  $\Delta_k H(H_2O(f)) = -286$  kJ/mol,  $\Delta_k H(\text{szacharóz}) = -2226$  kJ/mol,  $\Delta_k H(\text{citromsav}) = -1544$  kJ/mol  $A_r(H) = 1,00$ ;  $A_r(C) = 12,0$ ;  $A_r(O) = 16,0$

a) Számítsa ki a folyamat reakcióhőjét!

b) Ha 20,0 kg 65,0 tömeg%-os cukoroldat teljes cukor tartalmát ezzel az eljárással citromsavvá alakítják, akkor elvileg hány tömeg%-os lesz a kapott oldat citromsavra nézve?

c) Számítsa ki, mennyi hő szabadul fel a b) kérdésben szereplő folyamat során? (2006. október)

**Megoldás:** (14 pont)

a) A folyamat reakcióhője:  $\Delta_r H = 2 \cdot \Delta_k H(\text{citromsav}) + 3 \cdot \Delta_k H(H_2O(f)) - \Delta_k H(\text{szacharóz})$  2 pont

$\Delta_r H = -3088 - 858 + 2226 = -1720$  kJ/mol 1 pont

b)  $m(\text{szacharóz}) = 20,0 \text{ kg} \cdot 0,650 = 13,0 \text{ kg}$  1 pont

$M(\text{szacharóz}) = 342 \text{ g/mol}$ ,

$n(\text{szacharóz}) = 13,0 \cdot 10^3 \text{ g} / 342,0 \text{ g/mol} = 38,01 \text{ mol}$  1 pont

$n(\text{citromsav}) = 2 \cdot n(\text{szacharóz}) = 76,02 \text{ mol}$  1 pont

$M(\text{citromsav}) = 192 \text{ g/mol}$

$m(\text{szacharóz}) = 76,02 \text{ mol} \cdot 192,0 \text{ g/mol} = 14597 \text{ g} = 14,6 \text{ kg}$  1 pont

Az oldat tömegét a reakcióban résztvevő oxigén is növeli:

$n(O_2) = 3 \cdot n(\text{szacharóz}) = 114,03 \text{ mol}$  1 pont

$m(O_2) = 114,03 \text{ mol} \cdot 32,0 \text{ g/mol} = 3649 \text{ g}$  1 pont

$m(\text{oldat}) = 20,0 \text{ kg} + 3,65 \text{ kg} = 23,65 \text{ kg}$  1 pont

Az oldat tömeg%-a citromsavra:

$14,6/23,65 \cdot 100 = 61,7 \%$ . 1 pont

(rossz oldattömeggel való számolás esetén is jár az utolsó 1 pont)

c) A felszabaduló hő:  $Q = n(\text{szacharóz}) \cdot \Delta_r H$  2 pont

$n(\text{szacharóz}) = 38,01 \text{ mol}$

$Q = 38,01 \text{ mol} \cdot (-1720 \text{ kJ/mol}) = -6,54 \cdot 10^4 \text{ kJ}$ , tehát  **$6,54 \cdot 10^4$  kJ** hő szabadul fel.

1 pont

4. Az ember szervezetében az energiatermelésnek két lehetősége van: a biológiai oxidáció és a tejsavas erjedés. Mindkét folyamatban a szőlőcukor átalakítása zajlik enzimek által katalizált, számos lépésben. Ezt a szerves anyagot a sejtek a vérből veszik fel, ahol átlagos mennyisége  $1,00 \text{ g/dm}^3$ . Egy felnőtt ember teljes vérmennyisége átlagosan  $5,50$  liter. A szőlőcukrot a szervezet az étkezések közötti időszakokban a májban és az izmokban tárolja glikogén formájában. A biológiai oxidáció sokkal hatékonyabb energiatermelő folyamat. Erre akkor kerülhet sor, ha a szervezetben elegendő oxigén áll rendelkezésre. Ilyenkor a cukor széndioxiddá és vízzé ég el. Egy  $14$  év feletti, egészséges férfi átlagos nehézségű munkavégzés mellett napi  $12000 \text{ kJ}$ , egy nő napi  $10000 \text{ kJ}$  hasznosítható energiát igényel.

$$\Delta_k H(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}, \text{f}) = -286 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{szőlőcukor}) = -1271 \text{ kJ/mol}$$

a) Adja meg a glükóz képletét! Írja fel a biológiai oxidáció reakcióegyenletét! Számítsa ki a folyamat reakcióhőjét!

b) Adja meg a vércukorszint átlagos értékét mmol/l-ben!

c) Hány g szőlőcukrot kell elégetnie egy átlagos nehézségű munkát végző férfi szervezetének egy nap alatt, ha feltételezzük, hogy energiaszükségletét csak ebből fedezi? (Tegyük fel, hogy a felszabaduló energiát a szervezet  $100\%$ -ban hasznosítja.) (2007. május, II.)

**Megoldás:** (15 pont)

- a) A glükóz képlete. 1 pont  
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (sz) +  $6 \text{ O}_2$  (g) =  $6 \text{ CO}_2$  (g) +  $6 \text{ H}_2\text{O}$  (f)  
 (– helyes képletek megadása 1 pont  
 – reakcióegyenlet rendezése 1 pont) 2 pont  
 $\Delta_r H = [6 \cdot \Delta_k H(\text{CO}_2) + 6 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}, \text{f})] - \Delta_k H(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) =$   
 $[6 \cdot (-394 \text{ kJ/mol}) + 6 \cdot (-286 \text{ kJ/mol})] - (-1271 \text{ kJ/mol})$  3 pont  
 $\Delta_r H = -2809 \text{ kJ/mol}$  1 pont  
 b)  $1,00 \text{ dm}^3$ , azaz  $1,00$  liter vérben  $1,00 \text{ g}$  szőlőcukor van, 1 pont  
 $M(\text{szőlőcukor}) = 180 \text{ g/mol}$  1 pont  
 $n(\text{szőlőcukor}) = m/M = 1,00 \text{ g} / 180 \text{ g/mol} = 0,00556 \text{ mol} = 5,56 \text{ mmol}$  1 pont  
 a vércukorszint:  **$5,56 \text{ mmol/l}$**  1 pont  
 c)  $1$  napi munka  $12000 \text{ kJ}$  energiát igényel,  $1 \text{ mol}$  szőlőcukor  $2809 \text{ kJ}$  energiát termel  
 $n(\text{szőlőcukor}) = 12000 \text{ kJ} / 2809 \text{ kJ/mol} = 4,27 \text{ mol/nap}$  3 pont  
 $m(\text{szőlőcukor}) = n \cdot M = 4,27 \text{ mol/nap} \cdot 180 \text{ g/mol} = \mathbf{769 \text{ g/nap}}$  1 pont

5. Ha szervezetünknek gyors energiapótlásra van szüksége, gyakran eszünk banánt vagy szőlőcukrot. Anna 2 darab banánt, Aladár pedig egy csomag (100 grammos) szőlőcukrot evett meg. Anna szerint Aladár így több kalóriát fogyasztott, mint ő. Természetesen Aladár szerint ez fordítva igaz. Pusztán az energiabevitelt tekintve kinek van igaza? Az alábbiakban felsorolt adatok segítségével számítással igazolja válaszát! Egy banán (kb. 20 dkg) energiaértéke 206 kilokalória. 1,00 kilokalória 4,35 kJ energiának felel meg. A szőlőcukrot a szervezet szén-dioxiddá és vízzé égeti el. A képződéshők:  $\Delta_f H(\text{szőlőcukor}) = -1271 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_f H(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}(f)) = -286 \text{ kJ/mol}$  (2008. május)

**Megoldás:** (13 pont)

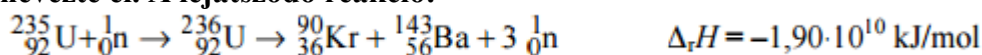
2 darab banán energiaértéke $2 \cdot 206 = 412$ kilokalória (1792 kJ)	2 pont
A szőlőcukor képlete: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	1 pont
A szőlőcukor égetésének termokémiai reakcióegyenlete: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{sz}) + 6 \text{O}_2(\text{g}) = 6 \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(f)$ (0 vagy 2 pont adható)	2 pont
(Ha nem ír halmazállapotokat akkor is jár pont.) $\Delta_r H = 6 \cdot (-394) + 6 \cdot (-286) - (-1271) = -2809 \text{ kJ/mol}$	2 pont
$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ g/mol}$	1 pont
100 gramm szőlőcukor elégetése $(100 \text{ g} : 180 \text{ g/mol}) \cdot 2809 \text{ kJ/mol} = 1561 \text{ kJ}$ (359 kilokalória) energiát pótol.	2 pont
A kilokalória és a kJ helyes átváltása	1 pont
Anna 412 kilokalóriát (1792 kJ), Aladár 359 kilokalóriát (1561 kJ) fogyasztott, tehát Aladárnak volt igaza.	1 pont

6. A  $\text{N}_2\text{O}$  (kéjgáz) színtelen, édeskés szagú gáz, altatószerként és habszifonok patronjának töltőgázaként is használják. Fagylaltok és tejszín habosítására alkalmazható azon tulajdonsága alapján, hogy nyomás alatt oldódik növényi zsírokban, valamint íztelen, kis mennyiségben pedig nem mérgező. Ammóniával robbanóelegyet képez, miközben elemi nitrogén és vízgőz keletkezik. Könnyen előállítható a pétisó hatóanyagának (ammónium-nitrát) óvatos ( $250\text{ }^\circ\text{C}$ -os) hevítésével, miközben a melléktermék víz.
- a) Egy habszifon patronjának töltőtömege 5,50 gramm. Számítsa ki, hány darab molekulát jelent ez!
- b) Írja fel a kéjgáz előállításának egyenletét! Számítsa ki, hogy mekkora tömegű ammónium-nitrát hevítésével állítható elő 10 darab patron megtöltéséhez szükséges kéjgáz!
- c) Írja fel és rendezze a kéjgáz ammóniával való robbanásának reakcióegyenletét, és számítsa ki a reakcióhőt!
- $\Delta_{\text{kH}} [\text{NH}_3(\text{g})] = -46,0\text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_{\text{kH}} [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -242\text{ kJ/mol}$ ,  
 $\Delta_{\text{kH}} [\text{H}_2\text{O}(\text{f})] = -286\text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_{\text{kH}} [\text{N}_2\text{O}(\text{g})] = +82,0\text{ kJ/mol}$ .  
 (2008. október)

**Megoldás:** (13 pont)

- a)  $M(\text{N}_2\text{O}) = 44\text{ g/mol}$   
 $M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80\text{ g/mol}$  1 pont  
 $n(\text{N}_2\text{O}) = (5,50\text{ g}) : (44\text{ g/mol}) = 0,125\text{ mol}$  1 pont  
 $N(\text{N}_2\text{O}) = 0,125\text{ mol} \cdot 6 \cdot 10^{23}\text{ db/mol} = 7,50 \cdot 10^{22}\text{ db}$   
 A patron  $7,50 \cdot 10^{22}$  db molekulát tartalmaz. 1 pont
- b)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{ H}_2\text{O}$  1 pont  
 10 darab patron töltéséhez 1,25 mol kéjgáz szükséges. 1 pont  
 1,25 mol kéjgázhoz 1,25 mol  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  szükséges 1 pont  
 $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 1,25\text{ mol} \cdot 80\text{ g/mol} = 100\text{ g}$   
 100 gramm ammónium-nitrátra van szükség. 1 pont
- c)  $3\text{ N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{ NH}_3(\text{g}) = 4\text{ N}_2(\text{g}) + 3\text{ H}_2\text{O}(\text{g})$  2 pont  
 Hess tételének ismerete vagy alkalmazása 1 pont  
 $\Delta_{\text{rH}} = 3 \cdot \Delta_{\text{kH}} [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] - 3 \cdot \Delta_{\text{kH}} [\text{N}_2\text{O}(\text{g})] - 2 \cdot \Delta_{\text{kH}} [\text{NH}_3(\text{g})]$  1 pont  
 Behelyettesítve az adatokat:  $\Delta_{\text{rH}} = -880\text{ kJ/mol}$  1 pont  
 A reakcióhő helyes mértékegységéért (kJ/mol). 1 pont

7. 1936-ban figyelte meg Otto Hahn és Fritz Strassmann, hogy a  $^{235}\text{U}$ -t lassú neutronokkal bombázva az urán atommag két, a periódusos rendszernek kb. a közepére eső magra és több neutronra esett szét. A jelenséget maghasadásnak nevezte el. A lejátszódó reakció:



A maghasadás során jelentős mennyiségű energia szabadul fel. A maghasadás során több neutron termelődik, mint amennyi a folyamat megindításánál elhasználódik. A termelődő többletet felhasználhatják újabb magok hasadásának kiváltásához. Megfelelő tömegű  $^{235}\text{U}$  esetén a láncreakció önfenntartóvá válik. Az atomreaktorokban a hasadóanyagból felszabaduló hőt alakítják át elektromos árammá. Vigyáznak arra, hogy a reaktorban csak a szükséges mennyiségű energia szabaduljon fel, ezért a láncreakciót szabályozzák.

$$A_r(\text{H}) = 1,000, A_r(\text{C}) = 12,00, A_r(^{235}\text{U}) = 235$$

$$\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394 \text{ kJ/mol}, \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{f})) = -286 \text{ kJ/mol}, \Delta_k H(\text{oktán}(\text{g})) = -209 \text{ kJ/mol}$$

$$\rho(\text{oktán}) = 0,703 \text{ g/cm}^3$$

- a) Mit nevezünk izotópnak? A fenti szövegből írjon példát izotópokra és adja meg azok proton- és neutronszámát!  
 b) 1,00 g  $^{235}\text{U}$ -izotóp maghasadásakor mennyi energia szabadul fel?  
 c) Mennyi energia szabadul fel 1,00 liter (1,00 l = 1,00 dm<sup>3</sup>) benzin elégése során (25 °C-on, standard nyomáson), ha feltételezzük, hogy csak oktánból áll?  
 d) Hány liter (csak oktánból álló) benzin égése során szabadul fel annyi energia, mint 1,00 g  $^{235}\text{U}$  maghasadásakor?

(2009. május)

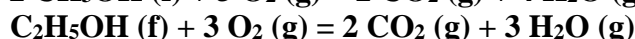
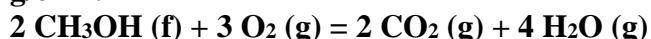
Megoldás: (12 pont)

- a) Az izotópok azonos rendszámú (protonszámú), de különböző tömegszámú (neutronszámú) atomok. *1 pont*  
 ${}_{92}^{235}\text{U}$  és  ${}_{92}^{236}\text{U}$  *1 pont*  
 ${}_{92}^{235}\text{U}$  : 92 proton, 143 neutron,  ${}_{92}^{236}\text{U}$  : 92 proton, 144 neutron *1 pont*  
 b)  $n(^{235}\text{U}) = 1,00 \text{ g} / 235 \text{ g/mol} = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  *1 pont*  
 $Q = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot (-1,90 \cdot 10^{10} \text{ kJ/mol}) = -8,09 \cdot 10^7 \text{ kJ}$   
 Tehát **8,09·10<sup>7</sup> kJ** hő szabadul fel. *1 pont*  
 c)  $V(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 1,00 \text{ dm}^3$ ,  $m(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 0,703 \text{ g/cm}^3 = 703 \text{ g}$  *1 pont*  
 $M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114,0 \text{ g/mol}$ ,  $n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 703 \text{ g} / 114,0 \text{ g/mol} = 6,17 \text{ mol}$  *1 pont*  
 Az égés egyenlete:  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) + 12,5 \text{ O}_2(\text{g}) = 8 \text{ CO}_2(\text{g}) + 9 \text{ H}_2\text{O}(\text{f})$  *1 pont*  
 $\Delta_r H = 8 \cdot \Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) + 9 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{f})) - \Delta_k H(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g}))$  *1 pont*  
 $\Delta_r H = -3152 - 2574 - (-209) = -5517 \text{ kJ/mol}$   
 A felszabaduló hőmennyiség:  $Q = 6,17 \text{ mol} \cdot 5517 \text{ kJ/mol} = 3,40 \cdot 10^4 \text{ kJ}$  *1 pont*  
 (Ha 1,00 l gázzal számolt:  
 1/24,5 mol → **225 kJ** adódik, ami teljes pontszámot ér.)  
 d)  $V(\text{C}_8\text{H}_{18}) = (8,09 \cdot 10^7 \text{ kJ} / 3,40 \cdot 10^4 \text{ kJ}) \cdot 1,00 \text{ dm}^3 = 2379 \text{ dm}^3 = 2,38 \cdot 10^3 \text{ l}$  *2 pont*

8. Az etanol és a metanol kitűnő oldószerek, sokféle szerves vegyület kiindulási anyagai, valamint üzemanyagként és üzemanyag adalékként is felhasználják őket. Tételezzük fel, hogy 100%-os metanollal, illetve etanollal működő járműveket tervezünk, és azt kell igazolnunk, hogy elméletileg az etanol vagy a metanol használata gazdaságosabb! A fellépő energiaveszteségtől is eltekintünk számításaink során!

Vizsgáljuk továbbá, hogy melyik anyag felhasználása terheli jobban a környezetet a széndioxid kibocsátással! Munkánkhoz az alábbi adatokat használjuk fel:

A 100%-os metanol sűrűsége:  $0,791 \text{ g/cm}^3$ , a 100%-os etanol sűrűsége:  $0,789 \text{ g/cm}^3$ .



Anyag	Képződéshő (kJ/mol)
CH <sub>3</sub> OH (f)	- 238,8
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (f)	- 277,8
CO <sub>2</sub> (g)	- 394,0
H <sub>2</sub> O (g)	- 242,0

a) Számítsa ki, mekkora térfogatú standard nyomású és 25,0 °C-os szén-dioxid termelődik 100,0-100,0 cm<sup>3</sup> metanol, illetve etanol elégetése során!

b) Számítsa ki a tökéletes égési folyamatokhoz tartozó reakcióhőket!

c) Számítsa ki, mekkora energia szabadul fel 100,0-100,0 cm<sup>3</sup> metanol, illetve etanol tökéletes égése során!

d) Számításai alapján, azonos (egységnyi) térfogatú kibocsátott szén-dioxidra vonatkoztatva melyik üzemanyag ad több energiát? (2009. október)

**Megoldás:** (15 pont)

a)  $m(\text{metanol}) = \rho \cdot V = 0,7910 \text{ g/cm}^3 \cdot 100,0 \text{ cm}^3 = 79,10 \text{ g}$  1 pont

$n(\text{metanol}) = m/M = 79,10 \text{ g} / 32,00 \text{ g/mol} = 2,472 \text{ mol}$  1 pont

$n(\text{metanolból származó CO}_2) = n(\text{metanol})$

$V(\text{metanolból származó CO}_2) = n \cdot V_m = 2,472 \text{ mol} \cdot 24,50 \text{ dm}^3/\text{mol} = \mathbf{60,56 \text{ dm}^3}$

1

pont

$m(\text{etanol}) = \rho \cdot V = 0,7890 \text{ g/cm}^3 \cdot 100,0 \text{ cm}^3 = 78,90 \text{ g}$

$n(\text{etanol}) = m/M = 78,90 \text{ g} / 46,00 \text{ g/mol} = 1,715 \text{ mol}$  1 pont

$n(\text{etanolból származó CO}_2) = 2 \cdot n(\text{etanol})$

$V(\text{etanolból származó CO}_2) = n \cdot V_m = 3,430 \text{ mol} \cdot 24,50 \text{ dm}^3/\text{mol} = \mathbf{84,04 \text{ dm}^3}$  1 pont

b)  $\Delta_r H(\text{metanol}) = 2 \cdot \Delta_k H(\text{CO}_2) + 4 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}) - 2 \cdot \Delta_k H(\text{CH}_3\text{OH}) =$   
 $= 2 \cdot (-394,0 \text{ kJ/mol}) + 4 \cdot (-242,0 \text{ kJ/mol}) - 2 \cdot (-238,8 \text{ kJ/mol}) = \mathbf{-1278 \text{ kJ/mol}}$

$\Delta_r H(\text{etanol}) = 2 \cdot \Delta_k H(\text{CO}_2) + 3 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_k H(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) =$   
 $= 2 \cdot (-394,0 \text{ kJ/mol}) + 3 \cdot (-242,0 \text{ kJ/mol}) - (-277,8 \text{ kJ/mol}) = \mathbf{-1236 \text{ kJ/mol}}$

1 pont a Hess tétel ismeretére, 1-1 pont az adatok behelyettesítése és

1-1 pont a helyes reakcióhő értékekre, mértékegységgel együtt. 5 pont

c)  $Q(\text{metanolból}) = \Delta_r H(\text{metanol})/2 \cdot n(\text{metanol}) = (-1278 \text{ kJ/mol}/2) \cdot 2,472 \text{ mol} =$

$Q(\text{metanolból}) = \mathbf{-1580 \text{ kJ}}$  2 pont

$Q(\text{etanolból}) = \Delta_r H(\text{etanol}) \cdot n(\text{etanol}) = -1236 \text{ kJ/mol} \cdot 1,715 \text{ mol} = \mathbf{-2120 \text{ kJ}}$  1 pont

d) Egységnyi CO<sub>2</sub> térfogatra vonatkoztatott hőtermelés:

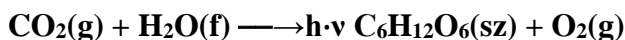
metanol:  $-1580 \text{ kJ}/60,56 \text{ dm}^3 = \mathbf{26,1 \text{ kJ/dm}^3}$  1 pont

etanol:  $-2120 \text{ kJ}/84,04 \text{ dm}^3 = \mathbf{25,2 \text{ kJ/dm}^3}$  1 pont



Tehát a metanol ad több energiát egységnyi CO<sub>2</sub> térfogatra vonatkoztatva.

9. A fotoszintézis során szén-dioxidból és vízből szerves anyagok képződnek fényenergia hatására, miközben oxigén keletkezik. A folyamat leegyszerűsített bruttó (rendezendő) egyenlete az alábbi módon adható meg:



Ar(H) = 1,000, Ar(C) = 12,00, Ar(O) = 16,00

Ismertek az alábbi adatok:

	CO <sub>2</sub> (g)	H <sub>2</sub> O(f)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(f)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (sz)
Képződéshő (kJ/mol)	-394,0	-286,0	-278,0	-1275

- a) Határozza meg a fotoszintézis reakcióhőjét!  
 b) Elvileg mekkora energia szükséges 1,000 kg szőlőcukor fotoszintézis során való keletkezéséhez?  
 c) A bor képződésekor, a többek között fotoszintézissel keletkező szőlőcukor alkoholos erjedéssel alkohollá alakul. Írja fel az alkoholos erjedés rendezett reakcióegyenletét!  
 d) Számítsa ki az erjedés reakcióhőjét! A fotoszintézisnél beépült energia hány százaléka szabadul fel az alkoholos erjedés során? (2010. május II.)

**Megoldás:** (14 pont)

- a)  $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$  1 pont  
 $\Delta_r H = \Delta_k H(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) - 6 \Delta_k H(\text{CO}_2) - 6 \Delta_k H(\text{H}_2\text{O})$  1 pont  
 $\Delta_r H = -1275 - 6 \cdot (-394) - 6 \cdot (-286) = \mathbf{2805 \text{ kJ/mol}}$   
 1 pont a helyes számadatért  
 1 pont a helyes mértékegységért 2 pont
- b)  $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ g/mol}$  1 pont  
 $n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1000 \text{ g} / 180 \text{ g/mol} = 5,555 \text{ mol}$  1 pont  
 1,000 kg cukor szintézise esetén a szükséges energia:  
 $Q_r = 5,555 \text{ mol} \cdot 2805 \text{ kJ/mol} = \mathbf{15 582 \text{ kJ}}$   
 1 pont a helyes számadatért  
 1 pont a helyes mértékegységért 2 pont
- c)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{ CO}_2$  2 pont  
 Ha a kiindulási anyagok és termékek helyesek, de a rendezés nem: 1 pont.
- d) Az alkoholos erjedés reakcióhője:  
 $\Delta_r H = 2 \Delta_k H(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + 2 \Delta_k H(\text{CO}_2) - \Delta_k H(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$  1 pont  
 $\Delta_r H = 2 \cdot (-278) + 2 \cdot (-394) - (-1275) = \mathbf{-69,0 \text{ kJ/mol}}$  1 pont  
 Ez a fotoszintézishez szükséges energiának  $100 \cdot 69/2805 = \mathbf{2,46\%-a}$  2 pont

10. • Az élelmiszerek energiatartalmát „kalóriával” jellemezzük, ami valójában az a hőenergia, ami a szervezetben történő égésük során felszabadul. A felszabaduló hő mértékegysége korábban a kilokalória (kcal) volt, azonban az SI mértékegység-rendszer bevezetése óta a hivatalos nemzetközi egysége a joule (J), illetve a kilojoule (kJ); 1 kcal 4,18 kJ-nak felel meg. Az élelmiszerekben az energiát adó tápanyagok a szénhidrátok, zsírok és fehérjék.

• Egy 25 éves kb. 60 kg testtömegű fiatalnak, ha átlagos napi mozgást végez, kb. 2200 kcal energiára van szüksége.

• Valamely üdítőital répacukor-tartalma 11,2 g / 100 cm<sup>3</sup>, és más energiát adó tápanyagot nem tartalmaz.

$\Delta_k H(\text{szacharóz}) = -2218 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{f})) = -286 \text{ kJ/mol}$   
 $\text{Ar}(\text{H}) = 1,00$ ,  $\text{Ar}(\text{C}) = 12,0$ ,  $\text{Ar}(\text{O}) = 16,0$

a) Mennyi kalóriát „fogyasztunk” el, ha a fenti üdítóből fél litert (0,500 l) (1 liter = 1 dm<sup>3</sup>) megiszunk? (Feltételezzük, hogy a cukor répacukor (szacharóz) formájában van az üdítőitalban.) Írja fel a szacharóz égésének reakcióegyenletét és számítsa ki a reakcióhőket is!

b) Fél liter üdítőital az átlagosan szükséges napi energiamennyiségnek hány %-át teszi ki? (2012. október)

**Megoldás:** (9 pont)

a) A répacukor molekulaképlete: C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> égésének reakcióegyenlete:



(a kiindulási és keletkezett anyagok képletének helyes felírása: 1 pont)

Az égésre vonatkozó reakcióhő kiszámítható:

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

$\Delta_r H = 12 \cdot (-394) \text{ kJ/mol} + 11 \cdot (-286) \text{ kJ/mol} - (-2218) \text{ kJ/mol} = -5656 \text{ kJ/mol}$  1 pont

0,500 dm<sup>3</sup> üdítőben:  $m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 5 \cdot 11,2 \text{ g} = 56,0 \text{ g}$  1 pont

$M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 342 \text{ g/mol}$ ,  $n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 56 / 342 \text{ mol} = 0,164 \text{ mol}$  1 pont

Az égése során felszabaduló hő:

$Q = 0,164 \text{ mol} \cdot (-5656 \text{ kJ/mol}) = -927,6 \text{ kJ}$

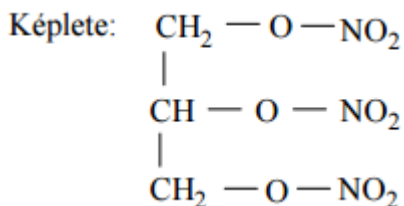
$Q = 927,6 : 4,18 = 222 \text{ kcal}$  1 pont

b) A napi energiaszükséglet 2200 kcal = 2200 · 4,18 kJ = 9196 kJ 1 pont

A fél liter üdítő a napi energiaszükséglet:

$100 \cdot 927,6 / 9196 = 10,1 \text{ \%}$ -át teszi ki. 1 pont

11. A nitroglicerín egy nagyon hatékony robbanószer.



Robbanása ütés, vagy egy erősebb hanghatás következtében is végbemegy. A robbanáshoz nincs szükség oxigénre, mert bomlási folyamat megy végbe: szén-dioxid-gáz, vízgőz, nitrogén- és oxigéngáz képződik. A robbanás nemcsak a reakció exoterm voltaival magyarázható, hanem azzal is, hogy nagyon nagy anyagmennyiségű gázmolekula képződik a folyamatban, ami a nyomás növekedésével erősen hozzájárul az explozív hatáshoz.

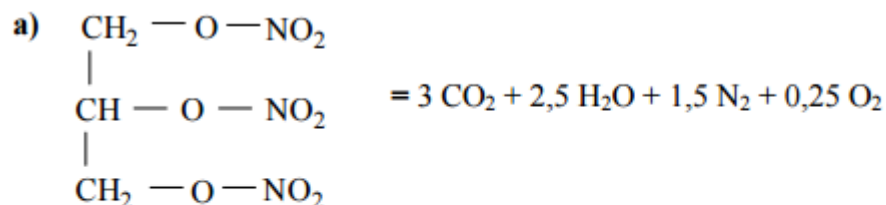
a) Írja fel a nitroglicerín robbanása során végbemenő reakció rendezett egyenletét!

b) Hasonlítsa össze a nitroglicerín robbanásának, és egy tűzveszélyes anyag, a dietil-éter tökéletes égésének energiaviszonyait! Írja fel a dietil-éter égésének termokémiai reakcióegyenletét! Számítsa ki mindkét reakció esetében a reakcióhőt, és határozza meg, mennyi hő szabadul fel 1,00 g nitroglicerín robbanásakor, illetve 1,00 g éter tökéletes égésekor!

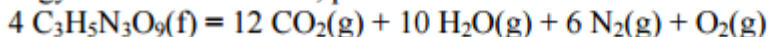
(A nitroglicerín képződéshője  $-370$  kJ/mol, a dietil-éteré  $-272$  kJ/mol, a vízgőzé  $-242$  kJ/mol, a szén-dioxidé  $-394$  kJ/mol)

c) Számítsa ki a termékek és a kiindulási anyagok anyagmennyiségének hányadosát a nitroglicerín robbanására, illetve a dietil-éter tökéletes égésére! Állapítsa meg (az éterrel összehasonlítva), hogy a reakcióhő értéke, vagy a molekulák számának növekedése felelős inkább a nitroglicerín robbanó hatásáért! (2016. május)

Megoldás: (16 pont)



vagy ennek többszöröse, például:



A helyes sztöchiometriai számok egyenként 1 pont:

5 pont

b)  $\Delta_r H = \sum \Delta_k H(\text{termékek}) - \sum \Delta_k H(\text{reagensek})$  /vagy ennek alkalmazása/ 1 pont

$$\Delta_r H = 12(-394 \text{ kJ/mol}) + 10(-242 \text{ kJ/mol}) - 4(-370 \text{ kJ/mol}) = -5668 \text{ kJ/mol}$$

(illetve az a)-ban felírt egyenlet szerint 1 mol nitroglicerín esetén  $-1417$  kJ/mol, vagy hibás együtthatók esetén annak megfelelően adódó eredmény)

1 pont

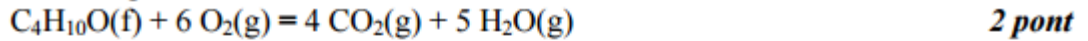
$$M(\text{nitroglicerín}) = 227 \text{ g/mol}$$

1 pont

$$1,00 \text{ g nitroglicerínre: } Q(\text{nitroglicerín}) = \frac{-5668 \text{ kJ}}{4 \cdot 227 \text{ g}} = -6,24 \text{ kJ/g}$$

1 pont

Az éter égése:



(1 pont a szén-dioxid és a víz sztöchiometriai számáért, 1 pont az oxigénéért.)

$$\Delta_r H = 4(-394 \text{ kJ/mol}) + 5(-242 \text{ kJ/mol}) - (-272 \text{ kJ/mol}) = \mathbf{-2514 \text{ kJ/mol}} \quad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

$$M(\text{éter}) = 74 \text{ g/mol},$$

$$1,00 \text{ g éter égésekor: } Q(\text{éter}) = \frac{-2514 \text{ kJ}}{74 \text{ g}} = \mathbf{-34,0 \text{ kJ/g}} \quad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

c) A nitroglicerín esetében:

pl. 4 mol vegyületből 29 mol gáz keletkezett,  
ez  $29/4 = 7,25$ -szoros molekulaszám-növekedés.

**1 pont**

Az éter esetében:

1 mol vegyületből és 6 mol oxigénből 9 mol gáz keletkezett,  
ez  $9/7 = 1,29$ -szoros molekulaszám-növekedés.

**1 pont**

A molekulaszám változása a döntőbb (az éter esetében még fajlagosan  
több hő is szabadul fel).

**1 pont**

12. A kisebb méretű háztartási PB-palack 11,5 kg propán-bután elegyet tartalmaz, amelyben a butántartalom 60,0 tömegszázalék. 2013 augusztusában ennek ára 5175 Ft volt.
- a) Írja fel a propán, illetve a bután égésének reakcióegyenletét (vízgőz keletkezik) és számítsa ki mindkét esetben a reakcióhőt!
- b) Számítsa ki, mekkora hő szabadul fel egy PB-palack tartalmának teljes elégetése során!
- c) Számítsa ki, mennyibe kerül annak a lakásnak a havi fűtődíja, amelynek egy havi energiaigénye 1000 MJ (és ezt teljes egészében PB-gázzal fedezik)! (2015. májusII.)

**Megoldás:** ( 15 pont)

- a)  $C_3H_8(g) + 5 O_2(g) = 3 CO_2(g) + 4 H_2O(g)$  **2 pont**  
*(1 pont a helyes képletéért és a  $CO_2$  és  $H_2O$  sztöchiometriai számáért, 1 pont az  $O_2$  helyes sztöchiometriai számáért.)*
- $C_4H_{10}(g) + 6,5 O_2(g) = 4 CO_2(g) + 5 H_2O(g)$  **2 pont**  
*(1 pont a helyes képletéért és a  $CO_2$  és  $H_2O$  sztöchiometriai számáért, 1 pont az  $O_2$  helyes sztöchiometriai számáért.)*
- $\Delta_r H = \sum \Delta_f H(\text{termékek}) - \sum \Delta_f H(\text{reagensek})$  (vagy ennek használata) **1 pont**  
 A helyes képződéshő-adatok kikeresése a függvénytáblázatból. **1 pont**  
 A propán égéshője:  
 $\Delta_r H = 3(-394 \text{ kJ/mol}) + 4(-242 \text{ kJ/mol}) - (-105 \text{ kJ/mol}) = -2045 \text{ kJ/mol}$  **1 pont**  
 A bután égéshője:  
 $\Delta_r H = 4(-394 \text{ kJ/mol}) + 5(-242 \text{ kJ/mol}) - (-126 \text{ kJ/mol}) = -2660 \text{ kJ/mol}$  **1 pont**  
*(Az adatok a használt függvénytábla adatainak megfelelően módosulhatnak.)*
- b)  $11,5 \text{ kg} \cdot 0,400 = 4,6 \text{ kg}$  propán és így  $6,9 \text{ kg}$  bután van az elegyben. **1 pont**  
 $n(\text{propán}) = 4600 \text{ g} : 44 \text{ g/mol} = 104,5 \text{ mol}$  **1 pont**  
 $n(\text{bután}) = 6900 \text{ g} : 58 \text{ g/mol} = 119,0 \text{ mol}$  **1 pont**  
 $Q = 104,5 \text{ mol} \cdot 2045 \text{ kJ/mol} + 119,0 \text{ mol} \cdot 2660 \text{ kJ/mol} = 530\,243 \text{ kJ}$  **1 pont**  
*(Kb. 530 000 kJ vagy 530 MJ is elfogadható válaszként.)*
- c)  $530\,243 \text{ kJ} = 530,243 \text{ MJ}$  **1 pont**  
 $1000/530,243 = 1,886$  palack szükséges egy hónapi fűtéshez. **1 pont**  
 $1,886 \cdot 5175 \text{ Ft} = 9760 \text{ Ft}$ -ba kerül a havi fűtés. **1 pont**  
**(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)**

13. Egy 45,0 térfogatszázalék propánt és 55,0 térfogatszázalék butánt tartalmazó gázelegyet tökéletesen elégetünk. A folyamat végén a képződő vízgőz lecsapódik.  
 $\Delta_k H(\text{propán(g)}) = -104 \text{ kJ / mol}$ ;  $\Delta_k H(\text{bután(g)}) = -144 \text{ kJ / mol}$   $\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394 \text{ kJ / mol}$ ;  $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O(f)}) = -286 \text{ kJ / mol}$

a) Írja fel az égési reakciók rendezett egyenletét!

b) Számítsa ki a felírt reakcióegyenletekhez tartozó reakcióhőket!

c) Számítsa ki 2,00 m<sup>3</sup>, 25 °C hőmérsékletű, standard nyomású gázelegy elégetése során felszabaduló hőmennyiséget!

(2017. május)

**Megoldás:** (15 pont)

- a)  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) = 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O(f)}$   $\Delta_r H_1$  **2 pont**  
 $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + 6,5 \text{O}_2(\text{g}) = 4 \text{CO}_2(\text{g}) + 5 \text{H}_2\text{O(f)}$   $\Delta_r H_2$  **2 pont**  
*(1 pont a helyes képletért, 1 pont a rendezett egyenletért.)*
- b)  $\Delta_r H_1 = 3\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) + 4\Delta_k H(\text{H}_2\text{O(f)}) - \Delta_k H(\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})) =$   
 $= 3 \cdot (-394) + 4 \cdot (-286) - (-104) = -2222 \text{ kJ / mol}$  **2 pont**  
 $\Delta_r H_2 = 4\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) + 5\Delta_k H(\text{H}_2\text{O(f)}) - \Delta_k H(\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})) =$   
 $= 4 \cdot (-394) + 5 \cdot (-286) - (-144) = -2862 \text{ kJ / mol}$  **2 pont**  
*(1 pont a Hess-tétel alkalmazásáért, 1 pont a reakció kiszámításáért.)*
- c)  $V_m = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$  **1 pont**  
A gázelegy anyagmennyisége:  
 $n = V / V_m = 2000 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3 / \text{mol} = 81,6 \text{ mol}$  **1 pont**  
A gázelegy térfogatszázalékos összetétele megegyezik az anyagmennyiség százalékos összetételével (vagy ennek alkalmazása) **1 pont**  
 $n(\text{C}_3\text{H}_8) = 81,6 \text{ mol} \cdot 0,45 = 36,7 \text{ mol}$  **1 pont**  
 $n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 81,6 \text{ mol} - 36,7 \text{ mol} = 44,9 \text{ mol}$  **1 pont**  
A felszabaduló hőmennyiség:  
 $Q = 36,7 \text{ mol} \cdot 2222 \text{ kJ/mol} + 44,9 \text{ mol} \cdot 2862 \text{ kJ/mol} = 210051 \text{ kJ} = 2,10 \cdot 10^5 \text{ kJ}$  **2 pont**

14. A flambírozás során az ételt alkoholtartalmú folyadékkal leöntik, majd meggyújtják. Ez az eljárás igen látványossá tudja tenni bizonyos ételek felszolgálását. Az etil-alkohol és víz elegye az összetételétől függően gyújtható meg. Az alkohol égésekor keletkező hőnek biztosítania kell a víz elpárolgatásához szükséges hőmennyiséget. Ha ez a feltétel megvalósul, az elegyet meg lehet gyújtani.

A számításokhoz (a moláris tömegeken kívül) a következő adatok állnak rendelkezésre:

$$\rho(\text{etanol}) = 0,789 \text{ g/cm}^3 \quad \rho(\text{víz}) = 1,00 \text{ g/cm}^3 \quad \Delta_k H(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(l)) = -278 \text{ kJ/mol} \quad \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(g)) = -242 \text{ kJ/mol} \quad \Delta_k H(\text{CO}_2(g)) = -394 \text{ kJ/mol} \quad \text{A víz párolgáshője} + 44 \text{ kJ/mol}$$

a) Adja meg a cseppfolyós víz képződéshőjét!

b) Írja fel az etil-alkohol tökéletes égésének reakcióegyenletét, és határozza meg az egyenlethez tartozó reakcióhőt, ha tudjuk, hogy az égetés során vízgőz keletkezik!

c) Tételezzük fel, hogy az alkohol égetéséből származó hőnek csupán 15,0 %-a fordítódik az elegyben lévő víz elpárolgatására. 100 cm<sup>3</sup> alkoholhoz maximum mekkora térfogatú vizet keverhetünk, hogy az elegy begyújtható legyen? Adja meg az így kapott elegy tömegszázalékos összetételét is! (2019. május)

Megoldás: (12 pont)

- a)  $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(l)) = -242 - 44 = -286 \text{ kJ/mol}$  *1 pont*
- b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(l) + 3 \text{ O}_2(g) = 2 \text{ CO}_2(g) + 3 \text{ H}_2\text{O}(g)$  *1 pont*  
 $\Delta_r H = 2 \cdot (-394) + 3 \cdot (-242) - (-278) = -1236 \text{ kJ/mol}$  *2 pont*  
*(Hess-tételének helyes alkalmazásáért 1 pont adható.)*
- c) Az alkohol égésekor felszabaduló hő kiszámítása *3 pont*
- $m(\text{etanol}) = 0,789 \text{ g/cm}^3 \cdot 100 \text{ cm}^3 = 78,9 \text{ g}$
  - $n(\text{etanol}) = 78,9 \text{ g} : 46 \text{ g/mol} = 1,715 \text{ mol}$
  - $Q = 1,715 \text{ mol} \cdot 1236 \text{ kJ/mol} = 2120 \text{ kJ}$
- A víz elpárolgatására fordított hő ennek 15,0 %-a: 318 kJ *1 pont*
- Ez  $318 : 44 = 7,23 \text{ mol}$ , *1 pont*
- vagyis 130 g víz elpárolgatásához elegendő.
- Maximum 130 cm<sup>3</sup> víz** keverhető az alkoholhoz, *1 pont*
- hogy be tudjuk gyújtani. *1 pont*
- Az elegy **minimum**  $[78,9 : (78,9 + 130)] \cdot 100 = 37,8$  tömegszázalékos. *2 pont*

15. Az úgynevezett szintézisgázt (CO és H<sub>2</sub> elegye) metán és vízgőz reakciójával is előállítják az alábbi egyenletnek megfelelően: CH<sub>4</sub>(g) + H<sub>2</sub>O(g) = CO(g) + 3 H<sub>2</sub>(g) Ehhez az energiaigényes folyamathoz szükséges energiát ugyancsak metánból kiindulva, annak elégetésével biztosítják.

$\Delta_k H(\text{CH}_4(\text{g})) = -74,4 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -242 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -286 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{CO}(\text{g})) = -111 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394 \text{ kJ/mol}$ ;

a) Számítsa ki a felírt reakcióegyenlethez tartozó reakcióhőt!

b) Ha a fenti reakcióval 20,0 m<sup>3</sup> 25 °C-os, standard légköri nyomású szintézisgázt kell előállítani, hány m<sup>3</sup> 25 °C-os, standard légköri nyomású metánból kell kiindulni?

c) Számítsa ki a 20,0 m<sup>3</sup> szintézisgáz előállításának energiaigényét!

d) Hány m<sup>3</sup> 25 °C-os, standard légköri nyomású metán elégetése biztosítja ezt az energiamentységet, ha az égés során a vízgőz lecsapódik?

(2019. május id.)

Megoldás: (14 pont)

a) Egy redoxireakcióban a *kisebb / negatívabb* standardpotenciálú fém elemi formája képes a *nagyobb / pozitívabb* standardpotenciálú fém ionját *redukálni / elemi formában kiválasztani*.

3 pont

b) A függvénytáblázatból 5 fém standardpotenciál értékét kell kikeresni:

Ag <sup>+</sup> /Ag: 0,80 V	Pb <sup>2+</sup> /Pb: -0,13 V
Zn <sup>2+</sup> /Zn: -0,76 V	Cu <sup>2+</sup> /Cu: 0,34 V
Fe <sup>2+</sup> /Fe: -0,44 V	

(helyesen kikeresett 5 érték 2 pont, 2-4 érték 1 pont)

2 pont

c) A rézlemezre csak az AgNO<sub>3</sub>-oldatból válik ki fém,

1 pont

mivel csak az Ag<sup>+</sup>/Ag standarpotenciálja nagyobb, mint a Cu<sup>2+</sup>/Cu-é.

1 pont

d) A vaslemezre az AgNO<sub>3</sub>-oldatból is

1 pont

és az Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-oldatból is válik ki fém,

1 pont

mivel mindkettő fém standardpotenciálja nagyobb, mint a Fe<sup>2+</sup>/Fe-é.

1 pont



16. Borszeszégőben 50,0 cm<sup>3</sup> térfogatú, 0,832 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű, 84,4 tömegszázalékos etanololdatot (ún. spiritus concentratus) égetünk el.

a) Számítsa ki az elégetett oldatban lévő etanol anyagmennyiségét és az oldat anyagmennyiség-koncentrációját!

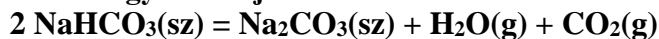
b) Írja fel az égési reakció rendezett egyenletét!

c) Számítsa ki a folyamat reakcióhőjét! A számításhoz az alábbi képződéshő-értékeket használja:

Vegyület neve	Etanol(f)	Szén-dioxid(g)	Víz(g)
Képződéshő (kJ/mol)	-278	-394	-242

d) Számítsa ki az oldatban lévő etanol égését kísérő energiaváltozást (vízgőz keletkezésével számolva)!

A borszeszégőben felszabaduló hőt szódabikarbóna elbontására használjuk. Mivel azonban az égésben felszabaduló hőnek fedeznie kell az oldatban lévő víz párolgását, valamint egyéb veszteségek is fellépnek, az égésben keletkező hő 30 %-a hasznosítható csak eredeti célunkra. A szódabikarbóna hőbontását az alábbi reakcióegyenlet írja le:



e) Számítsa ki, mekkora tömegű szódabikarbónát tudunk így elbontani! A számításhoz az alábbi képződéshő-értékeket használja:

Vegyület neve	Nátrium-hidrogén-karbonát(sz)	Nátrium-karbonát(sz)	Szén-dioxid(g)	Víz(g)
Képződéshő (kJ/mol)	-948	-1132	-394	-242

(2019. október)

**Megoldás:** (14 pont)

a) Az oldat tömege:  $m_o = 0,832 \text{ g/cm}^3 \cdot 50,0 \text{ cm}^3 = 41,6 \text{ g}$  **1 pont**

Az oldatban lévő etanol tömege:  $m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,844 \cdot 41,6 \text{ g} = 35,1 \text{ g}$  **1 pont**

Az etanol moláris tömege:  $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46,1 \text{ g/mol}$  **1 pont**

Az etanol anyagmennyisége:  $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{35,1 \text{ g}}{46,1 \text{ g/mol}} = 0,762 \text{ mol}$  **1 pont**

Az oldat anyagmennyiség-koncentrációja:  $c = \frac{0,762 \text{ mol}}{0,0500 \text{ dm}^3} = 15,2 \text{ mol/dm}^3$  **1 pont**

b) Az égés egyenlete:



c) Hess tételének ismerete:

A vizsgált folyamat reakcióhője: **1 pont**

$$\Delta_r H_1 = -394 \text{ kJ/mol} \cdot 2 + (-242 \text{ kJ/mol}) \cdot 3 - (-278 \text{ kJ/mol}) = -1236 \text{ kJ/mol} \quad \text{1 pont}$$

d) Az etanol égése során felszabaduló hő:

$$Q = 1236 \text{ kJ/mol} \cdot 0,762 \text{ mol} = 942 \text{ kJ} \quad \text{1 pont}$$

e) A hasznosuló hő:  $Q_{\text{hasznos}} = 942 \text{ kJ} \cdot 0,3 = 283 \text{ kJ}$  **1 pont**

A szódabikarbóna termikus bomlásának reakcióhője:

$$\Delta_r H_1 = -394 \text{ kJ/mol} + (-242 \text{ kJ/mol}) + (-1132 \text{ kJ/mol}) - 2 \cdot (-948 \text{ kJ/mol}) = 128 \text{ kJ/mol} \quad \text{1 pont}$$

Az elbontott szódabikarbóna anyagmennyisége:

$$n(\text{NaHCO}_3) = 283 \text{ kJ} / (64 \text{ kJ/mol}) = 4,42 \text{ mol} \quad \text{1 pont}$$

Az elbontott szódabikarbóna tömege:

$$m(\text{NaHCO}_3) = 4,42 \text{ mol} \cdot 84,0 \text{ g/mol} = 371 \text{ g} \quad \text{1 pont}$$

17. A vegyipar egyik fontos alapanyaga az acetilén, amelyből hegesztőgázként való felhasználása mellett (közvetlenül vagy közvetve) számos anyagot állítanak elő. Az acetilén ipari előállítását a metángáz hőbontásával történik (a folyamat során hidrogéngáz is keletkezik).

a) Írja fel az acetilén ipari előállításának reakcióegyenletét, és számítsa ki az egyenlethez tartozó reakcióhőt! Képződéshő adatok:  $\Delta_f H(\text{CH}_4(\text{g})) = -75,0$  kJ/mol;  $\Delta_f H(\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})) = +227$  kJ/mol

b) Elvileg mekkora tömegű kőszén égetése fedezné 100 kg acetilén előállításának energiaigényét, ha az égetéskor felszabaduló hő 80,0 %-át tudjuk hasznosítani a hőbontás során? A kőszén égéshője: 32,0 MJ/kg

c) Az acetilénből (megfelelő átalakításokkal) előállítható a légkondicionálókban használatos klímagáz. A klímagáz molekulái az acetilénnel azonos szénatomszámúak, és 4 darab azonos halogénatomot tartalmaznak.

Tömegszázalékos összetétele pedig: 23,53 % szén, 1,96 % hidrogén, a többi halogén. Számítással határozza meg, melyik halogént tartalmazza a klímagáz, és adja meg a klímagáz molekulaképletét is!

(2020. október)

**Megoldás:** (12 pont)

- a)  $2 \text{CH}_4(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$  *1 pont*  
 $\Delta_r H = (+227) - 2 \cdot (-75) = +377 \text{ kJ/mol}$  *2 pont*  
*(Hess-tételének helyes alkalmazásáért 1 pont adható.)*
- b)  $n(\text{C}_2\text{H}_2) = 100 \text{ kg} : 26 \text{ kg/kmol} = 3,85 \text{ kmol}$  *1 pont*  
 Az acetilén előállításához szükséges hő 377 MJ/kmol  
 $\Delta H = 3,85 \text{ kmol} \cdot 377 \text{ MJ/kmol} = 1451 \text{ MJ}$  *1 pont*  
 A szükséges hő a 80 %-os hasznosulás miatt: 1814 MJ *1 pont*  
 Az elégetendő kőszén tömege ( $1814 \text{ MJ} : 32 \text{ MJ/kg} =$ ) **56,7 kg** *1 pont*
- c) A klímagáz moláris tömege  $M = 24 : 0,2353 / 102 \text{ g/mol}$  *1 pont*  
 Molekulája ( $102 \cdot 0,0196 = 2$ ) 2 db hidrogénatomot tartalmaz *1 pont*  
 A halogén moláris tömegének meghatározása *1 pont*  
 $m(\text{halogén}) = 102 - 24 - 2 = 76 \text{ g}$   
 $M(\text{halogén}) = 19 \text{ g/mol}$   
 A klímagáz **fluor** tartalmaz *1 pont*  
 Molekulaképlete  **$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$**  *1 pont*
- (Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)*

18. Az építkezéseknél használt égetett meszet a mészkő levegőtől elzárt hevítésével állítják elő.

a) Írja fel a mészégetés reakcióegyenletét!

b) Számítsa ki az egyenlethez tartozó reakcióhőt!  $\Delta_k H(\text{CaCO}_3(\text{sz})) = -1208$  kJ/mol,  $\Delta_k H(\text{CaO}(\text{sz})) = -635$  kJ/mol,  $\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394$  kJ/mol

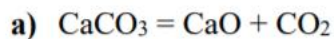
c) 50,0 kg kalcium-oxid előállításához hány kg mészkőre van szükség, ha a mészkő 90 %-ban tartalmaz kalcium-karbonátot? (A mészkőben található 10 %-nyi egyéb anyagból nem keletkezik kalcium-oxid.)

d) Elvileg mekkora hőmennyiség szükséges az 50,0 kg kalcium-oxid mészégetéssel történő előállításához?

e) Mekkora térfogatú 25 °C-os, 101,3 kPa nyomású szén-dioxid-gáz kerül a levegőbe 50,0 kg kalcium-oxid mészégetéssel történő előállítása során?

(2021. május id.)

Megoldás: (9 pont)



1 pont

b)  $\Delta_r H = \Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) + \Delta_k H(\text{CaO}(\text{sz})) - \Delta_k H(\text{CaCO}_3(\text{sz}))$  (vagy ennek alkalmazása)

1 pont

$$\Delta_r H = -394 + (-635) - (-1208) = +179 \text{ kJ/mol}$$

1 pont

c)  $n(\text{CaO}) = 50,0 \text{ kg} / 56,0 \text{ g/mol} = 0,893 \text{ kmol} = 893 \text{ mol}$

1 pont

$$n(\text{CaCO}_3) = 0,893 \text{ kmol} \cdot 100 \text{ kg/kmol} = 89,3 \text{ kg}$$

1 pont

a 90,0 %-os hatóanyagtartalmat figyelembe véve:

$$m(\text{mészkő}) = 89,3 \text{ kg} / 0,90 = 99,2 \text{ kg}$$

1 pont

d) A szükséges hőmennyiség:  $Q = 893 \text{ mol} \cdot 179 \text{ kJ/mol} = 1,60 \cdot 10^5 \text{ kJ}$

1 pont

e)  $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaO}) = 893 \text{ mol}$

1 pont

$$V(\text{CO}_2) = 893 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 21,9 \text{ m}^3$$

1 pont

19. A KGST-blokkban a múlt század hatvanas-hetvenes éveiben nagyon népszerű volt az ún. olajkályhák használata, melyekben gázolajat égettek. Alkalmazásukkal a széntüzelésű kályhákat próbálták kiváltani a háztartások egy részében. Az alábbi számítások során tekintse a kokszt tiszta szénnek, a gázolajat pedig tiszta hexadekánnak ( $C_{16}H_{34}$ ), illetve feltételezzen tökéletes égést mindkét esetben! A hexadekán sűrűsége  $0,770 \text{ g/cm}^3$ .

a) Írja fel a szén és a hexadekán tökéletes égésének reakcióegyenletét!

b) Számítsa ki az égési folyamatok reakcióhőjét az alábbi adatok felhasználásával!

Vegyület neve	Víz (g)	Szén-dioxid (g)	Hexadekán (f)
Képződéshő (kJ/mol)	-242	-394	-456

c) Számítsa ki, mekkora térfogatú gázolaj helyettesített fűtőérték szempontjából 15,0 kg kokszt!  
(2022. május)

Megoldás: (11 pont)

a)  $C + O_2 = CO_2$  1 pont

$C_{16}H_{34} + 24,5 O_2 = 16 CO_2 + 17 H_2O$  2 pont

(Kiindulási anyagok és reakciótermékek képletének megadása: 1 pont)

b) Hess tételének ismerete: 1 pont

A szén égésének reakcióhője:

$\Delta_r H_1 = -394 \text{ kJ/mol}$  1 pont

A hexadekán égésének reakcióhője:

$\Delta_r H_2 = (-394 \text{ kJ/mol}) \cdot 16 + (-242 \text{ kJ/mol}) \cdot 17 - (-456 \text{ kJ/mol}) =$

$-9962 \text{ kJ/mol}$  1 pont

c) Az elégetett szén anyagmennyisége:

$n(C) = \frac{15000 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 1250 \text{ mol}$  1 pont

A szén égésében felszabaduló hő:

$Q_1 = 394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 1250 \text{ mol} = 4,925 \cdot 10^5 \text{ kJ}$  1 pont

Ugyanakkora hőfelszabaduláshoz szükséges hexadekán anyagmennyisége:

$n(C_{16}H_{34}) = \frac{4,925 \cdot 10^5 \text{ kJ}}{9962 \text{ kJ/mol}} = 49,44 \text{ mol}$  1 pont

A hexadekán tömege:

$m(C_{16}H_{34}) = 494,4 \text{ mol} \cdot 226,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1,12 \cdot 10^4 \text{ g}$  1 pont

A hexadekán térfogata:

$V(C_{16}H_{34}) = \frac{1,12 \cdot 10^4 \text{ g}}{0,77 \text{ g/cm}^3} = 1,45 \cdot 10^4 \text{ cm}^3 = 14,5 \text{ dm}^3$  1 pont

20. Laboratóriumban előállíthatunk hidrogént alumínium és sósav reakciójával is. Ha azonban nagyobb mennyiségű hidrogéngázt fejlesztünk, akkor a gázfejlesztő készülék nagyon felmelegszik.
- a) Számítsa ki, hogy 75,0 dm<sup>3</sup> 25 °C-os, standard légköri nyomású gáz előállításához hány gramm alumíniumra van szükség!
- b) Számítsa ki, hogy mennyi hő fejlődik ezalatt, ha tudjuk, hogy 1 mol alumínium sósavban való oldásakor 525 kJ energia szabadul fel!
- c) Mekkora tömegű szén tökéletes elégetésével keletkezne ugyanekkora mennyiségű energia? Használja a Négyjegyű függvénytáblázatok adatát! (2022. május id.)

**Megoldás: (9 pont)**

- a)  $\text{Al} + 3 \text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 1,5 \text{H}_2$  *1 pont*
- $V(\text{H}_2) = 75,0 \text{ dm}^3$ ,  $V_M = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$ ,  $n = V/V_M$  (vagy ennek alkalmazása) *1 pont*
- $n(\text{H}_2) = 75,0 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 3,06 \text{ mol}$  *1 pont*
- $n(\text{Al}) = n(\text{H}_2) / 1,5 = 3,06 \text{ mol} / 1,5 = 2,04 \text{ mol}$  *1 pont*
- $m(\text{Al}) = 2,04 \text{ mol} \cdot 27,0 \text{ g/mol} = 55,1 \text{ g}$  *1 pont*
- b) 2,04 mol Al reakciója esetén:
- $Q = 2,04 \text{ mol} \cdot (-525 \text{ kJ/mol}) = -1071 \text{ kJ}$  *1 pont*
- c) A  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$  egyenlethez tartozó reakcióhő:
- $\Delta_r H = \Delta_f H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394 \text{ kJ/mol}$  *1 pont*
- Ha  $Q = -1071 \text{ kJ}$ , akkor  $n(\text{C}) = 1071/394 = 2,72 \text{ mol}$  *1 pont*
- $m(\text{C}) = 2,72 \text{ mol} \cdot 12,0 \text{ g/mol} = 32,6 \text{ g}$  *1 pont*

21. Rendkívül magas hőmérséklet előállítására használatos kémiai folyamat a termitreakció. Egy reakcióképes, kis standardpotenciálú elemi fémot valamilyen fém-oxiddal kevernek össze, majd a keveréket begyűjtják. Ekkor nagy hőfejlődéssel járó redoxireakció megy végbe. A leginkább közismert termitreakcióban alumínium és vas(III)-oxid lép reakcióba egymással.

a) Írja fel a reakció egyenletét!

b) Számítsa ki, hogy 1,00 kg alumíniumporhoz mekkora tömegű vas(III)-oxidot kell keverni, ha pontosan sztöchiometrikus (az egyenletben szereplő aránynak megfelelő összetételű) keveréket szeretnénk készíteni!

c) Számítsa ki, hogy mekkora hőmennyiség fejlődik, ha a fent elkészített keverékben teljes mértékben lejátszódik a reakció!

$$\Delta_{\text{k}}H(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{sz}) = -1676 \text{ kJ/mol}; \Delta_{\text{k}}H(\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{sz}) = -824 \text{ kJ/mol}$$

d) Állapítsa meg, hogy melyik módon képződik több hő:

1. Ha 1,00 kg alumíniumport oxigéngázban elégetünk.

2. Ha 1,00 kg alumíniumport a fenti módon, vas(III)-oxiddal reagáltatunk.

e) Számítsa ki a két esetben felszabaduló hőmennyiségek arányát!

(2022. május új NAT)

**Megoldás: (12 pont)**

- |    |   |               |
|----|---|---------------|
| a) | $2 \text{ Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{ Fe}$                                       | <i>1 pont</i> |
| b) | $n(\text{Al}) = 1000 \text{ g} : 27 \text{ g/mol} = 37 \text{ mol}$   | <i>1 pont</i> |
|    | $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5 \cdot 37 \text{ mol} = 18,5 \text{ mol}$  | <i>1 pont</i> |
|    | $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 18,5 \text{ mol} \cdot 159,8 \text{ g/mol} = \mathbf{2956 \text{ g} = 2,96 \text{ kg}}$ | <i>1 pont</i> |
| c) | A Hess-tétel alkalmazása.   | <i>1 pont</i> |
|    | $\Delta_{\text{r}}H = -1676 \text{ kJ/mol} - (-824 \text{ kJ/mol}) = -852 \text{ kJ/mol}$                           | <i>1 pont</i> |
|    | $Q = -852 \text{ kJ/mol} \cdot 18,5 \text{ mol} = \mathbf{-15,8 \text{ MJ}}$  | <i>1 pont</i> |
| d) | $4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2 = 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$ (vagy alkalmazása)  | <i>1 pont</i> |
|    | $\Delta_{\text{r}}H = -1676 \text{ kJ/mol} \cdot 2 = -3352 \text{ kJ/mol}$  | <i>1 pont</i> |
|    | 2 mol alumíniumra számítva 1676 kJ hő szabadul fel, ami több, mint a termitreakcióban felszabaduló 852 kJ.          | <i>1 pont</i> |
|    | Tehát az alumínium égése során szabadul fel nagyobb hőmennyiség.  | <i>1 pont</i> |
| e) | Az arány: $Q_{\text{égés}} : Q_{\text{termit}} = 1676:852 = \mathbf{1,97:1}$  | <i>1 pont</i> |

22. A háztartásokban fűtésre használt földgáz közel teljes mennyisége metán.
- a) Tételezzük fel, hogy a gáz 98,0 V/V% metánt, és 2,0 V/V% nem éghető komponenseket tartalmaz. Az alábbi adatok felhasználásával számítsa ki, hogy 1,00 m<sup>3</sup> 25 °C-os, standard légköri nyomású földgáz elégetésekor hány kJ hő keletkezik!  $\Delta_k H(\text{CH}_4) = -74,4 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}, \text{f}) = -286 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_k H(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$
- b) Ha egy lakás fűtésére egy téli hónapban 8000 MJ (1 MJ = 106 J) hőenergia szükséges, akkor hány m<sup>3</sup> földgázt kell felhasználniuk a fűtéshez?  
(2023. május új NAT)

**Megoldás: (10 pont)**

- a)  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{f})$  *1 pont*
- a Hess-tétel ismerete és alkalmazása* *1 pont*
- $\Delta_r H = 2 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}, \text{f}) + \Delta_k H(\text{CO}_2) - \Delta_k H(\text{CH}_4) =$
- $2 \cdot (-286) + (-394) - (-74,4) = -891,6 \text{ kJ/mol}$  *1 pont*
- $V(\text{gáz}) = 1,00 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$ ;  $V(\text{CH}_4) = 980 \text{ dm}^3$  *1 pont*
- $n(\text{CH}_4) = V/V_M$  *(az összefüggés alkalmazása)* *1 pont*
- $n(\text{CH}_4) = 980 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 40,0 \text{ mol}$  *1 pont*
- 1,00 m<sup>3</sup> gáz elégetésekor keletkezett hő:  $40,0 \cdot 891,6 \text{ kJ} = \mathbf{35\ 664 \text{ kJ}}$
- $(Q = 40,0 \text{ mol} \cdot (-891,6 \text{ kJ/mol}) = \mathbf{-35\ 664 \text{ kJ}})$  *1 pont*
- b) A szükséges hőenergia:  $8000 \text{ MJ} = 8,00 \cdot 10^6 \text{ kJ}$  *1 pont*
- Ehhez szükséges gáz térfogata:  $8,00 \cdot 10^6 \text{ kJ} / 35\ 664 \text{ kJ/m}^3$  *1 pont*
- $V(\text{földgáz}) = \mathbf{224 \text{ m}^3}$  *1 pont*