

Dr. Kiss Tivadar
egyetemi adjunktus

SZTE Gyógyszerésztudományi Kar

Termokémia számolási feladatok

Kulcsfogalmak

- **termokémia**
- **termokémiai egyenlet**
- **képződéshő ($\Delta_k H$)**
- **reakcióhő ($\Delta_r H$)**
- **exoterm, endoterm**
- **Hess-tétel**

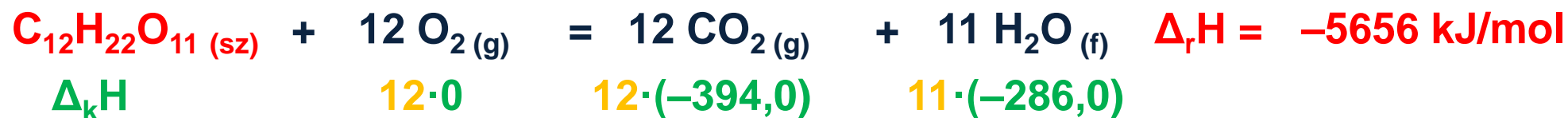
Emelt szintű érettségi vizsga, 2005. október, 6. feladat



Emelt szintű érettségi vizsga, 2005. október, 6. feladat

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:



5,000 g

Q = 82,69 kJ

342,0 g

Q = 5655,996 kJ = 5656 kJ

$$\Delta_r H = \Sigma \Delta_k H(\text{termék}) - \Sigma \Delta_k H(\text{kiindulási anyag})$$

$$\Delta_r H = [12 \cdot \Delta_k H(\text{CO}_2) + 12 \cdot \Delta_k H(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta_k H(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) + 12 \cdot \Delta_k H(\text{O}_2)]$$
$$-5656 \text{ kJ/mol} = [12 \cdot (-394,0) + 12 \cdot (-286,0)] - [\Delta_k H(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) + 12 \cdot 0]$$

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

Emelt szintű érettségi vizsga, 2010. május, 6. feladat

2

Emelt szintű érettségi vizsga, 2010. május, 6. feladat

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 égetésénél vízgőz keletkezik)!

A képződéshők: $\Delta_{\text{k}}H [\text{CO}_{2(\text{g})}] = -394 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta_{\text{k}}H [\text{CH}_{4(\text{g})}] = -74,9 \text{ kJ/mol}$

$\Delta_{\text{k}}H [\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}] = -242 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta_{\text{k}}H [\text{C}_2\text{H}_{2(\text{g})}] = -286,0 \text{ kJ/mol}$

b) Hány m³ 25 °C-os, standard nyomású metánra van szükségünk 25,0 mol acetilén előállításához, ha a metán égetésénél felszabaduló hőnek csupán 60%-át tudjuk a hőbontás során hasznosítani? (Tekintsük úgy, hogy a metán a hőbontás egy irányban, 100%-os átalakulással megy végbe!)

c) Hány m³ térfogatot töltene ki a kapott acetilén az előállítási hőmérsékleten? (A nyomást tekintsük 101 kPa-nak!)

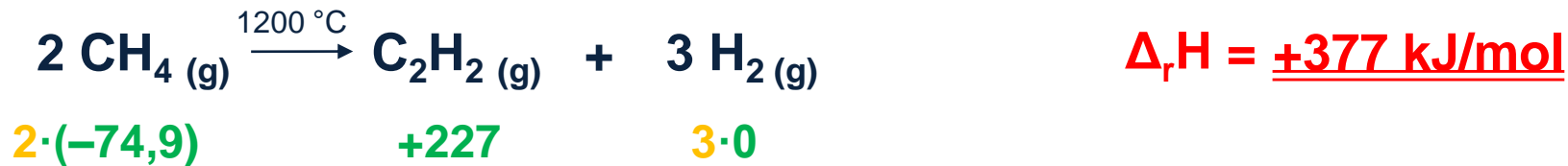
Emelt szintű érettségi vizsga, 2010. május, 6. feladat

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 égetésénél vízgőz keletkezik)!

A képződéshők: $\Delta_k H [\text{CO}_2(\text{g})] = -394 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta_k H [\text{CH}_4(\text{g})] = -74,9 \text{ kJ/mol}$

$\Delta_k H [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -242 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta_k H [\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})] = +227 \text{ kJ/mol}$



$$\Delta_r H = [+227 + 3 \cdot 0] - [2 \cdot (-74,9)] = +376,8 \text{ kJ/mol}$$

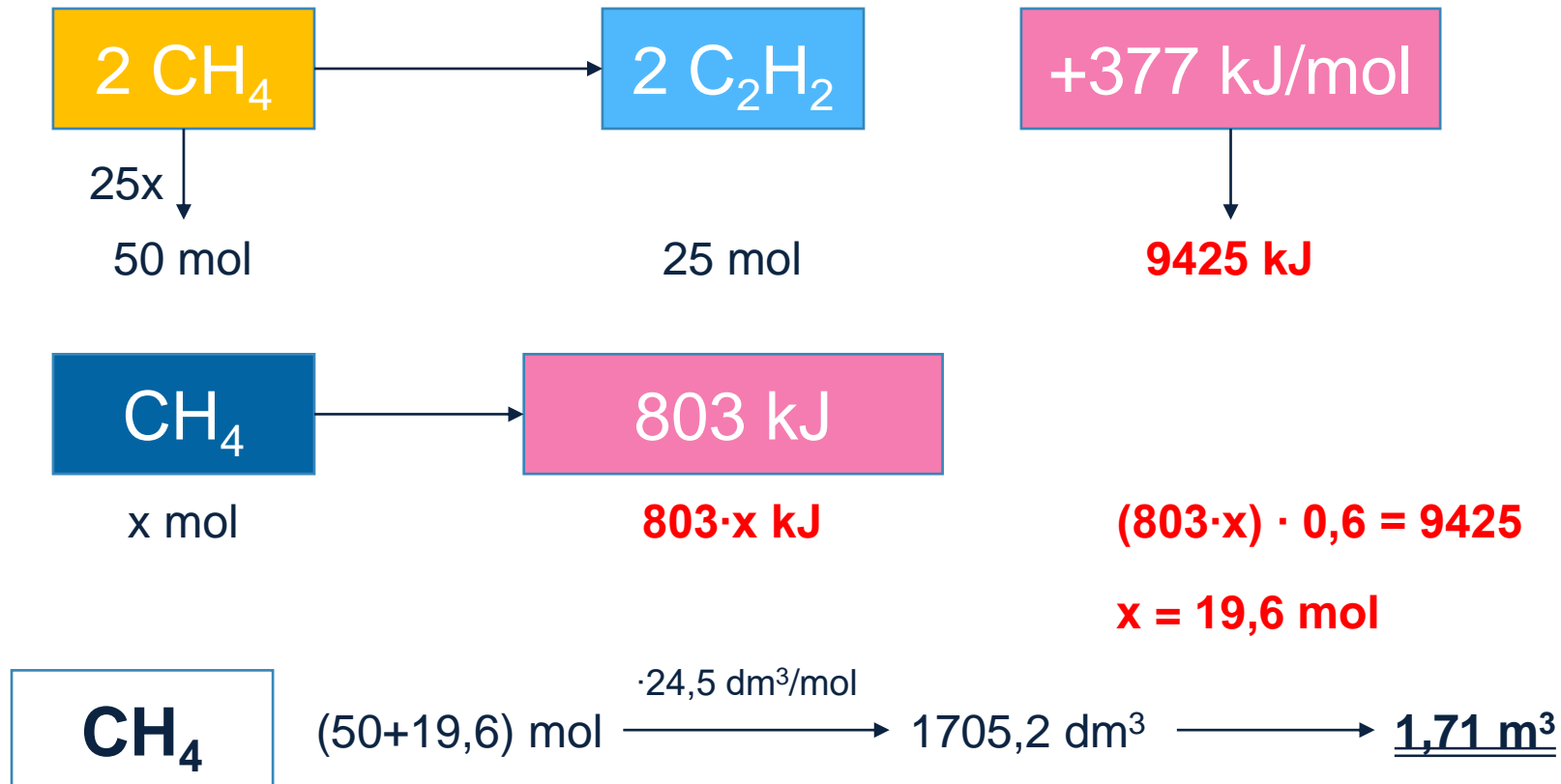


$$\Delta_r H = [-394 + 2 \cdot (-242)] - [-74,9 + 2 \cdot 0] = -803,1 \text{ kJ/mol}$$

Emelt szintű érettségi vizsga, 2010. május, 6. feladat

Az iparban az acetilént a metán 1200 °C-on történő hőbontásával gyártják. A folyamathoz szükséges hőt a metán tökéletes égetésével biztosítják.

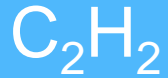
b) Hány m³ 25 °C-os, standard nyomású metánra van szükségünk 25,0 mol acetilén előállításához, ha a metán égetésénél felszabaduló hőnek csupán 60%-át tudjuk a hőbontás során hasznosítani? (Tekintsük úgy, hogy a metán a hőbontás egy irányban, 100%-os átalakulással megy végbe!)



Emelt szintű érettségi vizsga, 2010. május, 6. feladat

Az iparban az acetilént a metán 1200 °C-on történő hőbontásával gyártják. A folyamathoz szükséges hőt a metán tökéletes égetésével biztosítják.

c) Hány m³ térfogatot töltene ki a kapott acetilén az előállítási hőmérsékleten?
(A nyomást tekintsük 101 kPa-nak!)



$$pV = nRT$$

25 mol

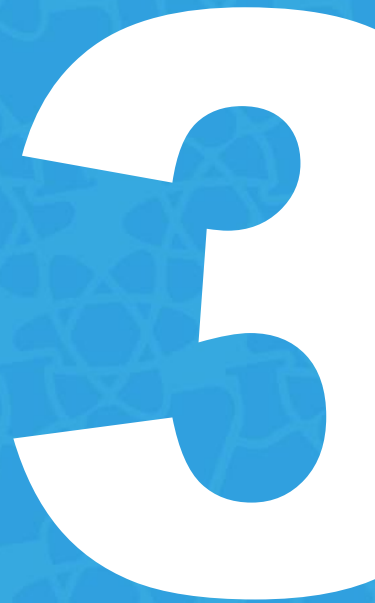
$$p = 101 \text{ kPa}$$

$$T = 1200 \text{ °C} = 1473 \text{ K}$$

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

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{25 \cdot 8,314 \cdot 1473}{101} = 3031,3 \text{ dm}^3 = \mathbf{3,03 \text{ m}^3}$$

Emelt szintű érettségi vizsga, 2018. május, 6. feladat



Emelt szintű érettségi vizsga, 2018. május, 6. feladat

Egy nyílt láncú, telített szénhidrogénből és a tökéletes égéséhez szükséges mennyiségű oxigénből álló gázelegy 200 cm³ térfogatú, 150 °C hőmérsékletű elegyét meggyújtjuk.

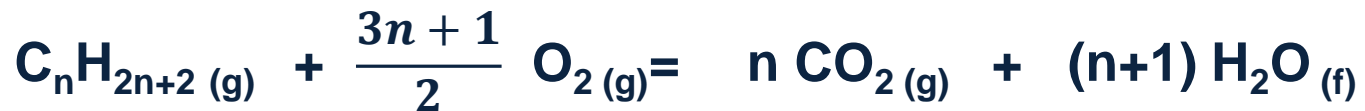
A robbanást követően az égéstermékek össztérfogata a kiindulási hőmérsékleten és nyomáson mérve 240 cm³.

- Írja fel a szénhidrogének égésének általános reakcióegyenletét!
- Határozza meg a szénhidrogén képletét!
- Határozza meg a szénhidrogén képződéshőjét, ha tudjuk, hogy 25 °C-on, standard légköri nyomáson 1,00 grammját elégetve 49,4 kJ hő szabadul fel!

(Ha nem sikerült a szénhidrogént azonosítani, számításait a porpánnal végezze el!)

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

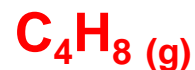
$$\Delta_k H [\text{CO}_{2(g)}] = -394 \text{ kJ/mol}$$



$\frac{\text{termék elegy}}{\text{kiindulási elegy}}$

$$2n + 1 = 1,2 \cdot \left(1 + \frac{3n+1}{2}\right)$$

$$n = 4$$



$$\frac{n + (n+1)}{1 + \frac{3n+1}{2}} = \frac{240 \text{ cm}^3}{200 \text{ cm}^3}$$

Emelt szintű érettségi vizsga, 2018. május, 6. feladat

Egy nyílt láncú, telített szénhidrogénből és a tökéletes égéséhez szükséges mennyiségű oxigénből álló gázelegy 200 cm³ térfogatú, 150 °C hőmérsékletű elegyét meggyújtjuk.

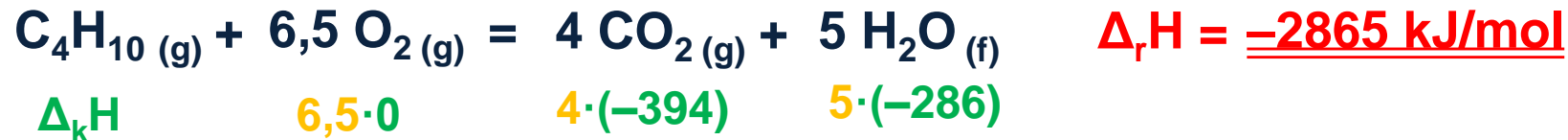
A robbanást követően az égéstermékek össztérfogata a kiindulási hőmérsékleten és nyomáson mérve 240 cm³.

c) Határozza meg a szénhidrogén képződéshőjét, ha tudjuk, hogy 25 °C-on, standard légköri nyomáson 1,00 grammját elégetve 49,4 kJ hő szabadul fel!

(Ha nem sikerült a szénhidrogént azonosítania, számításait a propánnal végezze el!)

$$\Delta_{\text{k}}H [\text{H}_2\text{O}_{(\text{f})}] = -286 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{k}}H [\text{CO}_{2(\text{g})}] = -394 \text{ kJ/mol}$$



$$\begin{array}{l} 1,00 \text{ g} \\ \downarrow :58 \text{ g/mol} \\ \frac{1,00}{58,0} \text{ mol} \end{array}$$

49,4 kJ

$$-2865 = [4 \cdot (-394) + 5 \cdot (-286)] - [\Delta_{\text{k}}H + 6,5 \cdot 0]$$

$$\Delta_{\text{k}}H = \underline{\underline{-141 \text{ kJ/mol}}}$$

Emelt szintű érettségi vizsga, 2018. május, 6. feladat

Egy nyílt láncú, telített szénhidrogénből és a tökéletes égéséhez szükséges mennyiségű oxigénből álló gázelegy 200 cm³ térfogatú, 150 °C hőmérsékletű elegyét meggyújtjuk.

A robbanást követően az égéstermékek össztérfogata a kiindulási hőmérsékleten és nyomáson mérve 240 cm³.

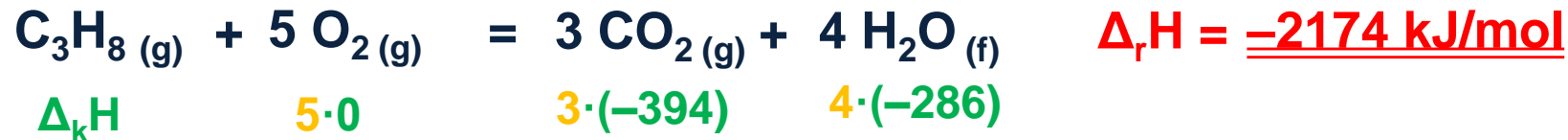
c) Határozza meg a szénhidrogén képződéshőjét, ha tudjuk, hogy 25 °C-on, standard légköri nyomáson 1,00 grammját elégetve 49,4 kJ hő szabadul fel!

(Ha nem sikerült a szénhidrogént azonosítani, számításait a propánnal végezze el!)

$$\Delta_{\text{k}}H [\text{H}_2\text{O}_{(\text{f})}] = -286 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{k}}H [\text{CO}_{2(\text{g})}] = -394 \text{ kJ/mol}$$

AMENNYIBEN PROPÁNNAL SZÁMOLUNK



$$\begin{array}{l} 1,00 \text{ g} \\ \downarrow :44 \text{ g/mol} \\ \frac{1,00}{44,0} \text{ mol} \end{array}$$

49,4 kJ

$$-2174 = [3 \cdot (-394) + 4 \cdot (-286)] - [\Delta_{\text{k}}H + 5 \cdot 0]$$

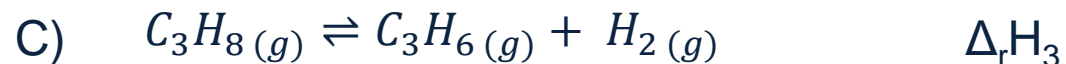
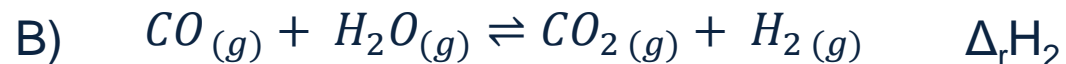
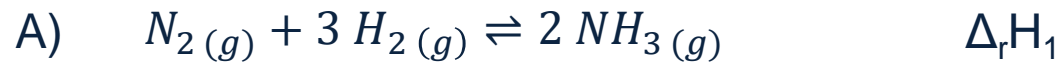
$$\Delta_{\text{k}}H = \underline{\underline{-152 \text{ kJ/mol}}}$$

4

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. május, 4. feladat

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. május, 4. feladat

Tekintsük a következő megfordítható folyamatokat!



Ismerjük a következő képződéshő-adatokat:

$$\Delta_k H [NH_3(g)] = -46,1 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H [H_2O(g)] = -242 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H [CO(g)] = -111 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H [C_3H_8(g)] = -105 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H [CO_2(g)] = -394 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H [C_3H_6(g)] = +20,4 \text{ kJ/mol}$$

a) Számítsa ki a fenti három reakcióhőt ($\Delta_r H_1$, $\Delta_r H_2$, $\Delta_r H_3$) a megadott adatok alapján!

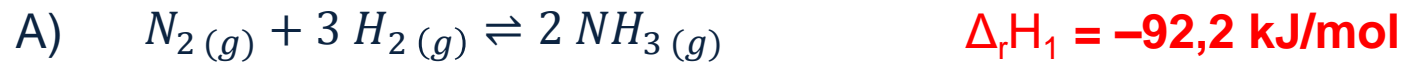
$$\text{A) } \Delta_r H_1 = (2 \cdot \Delta_k H [NH_3(g)]) - (\Delta_k H [N_2(g)] + 3 \cdot \Delta_k H [H_2(g)]) = \underline{\underline{-92,2 \text{ kJ/mol}}}$$

$$\text{B) } \Delta_r H_2 = (\Delta_k H [CO_2(g)] + \Delta_k H [H_2(g)]) - (\Delta_k H [CO] + \Delta_k H [H_2O(g)]) = \underline{\underline{-41,0 \text{ kJ/mol}}}$$

$$\text{C) } \Delta_r H_3 = (\Delta_k H [C_3H_6(g)] + \Delta_k H [H_2(g)]) - (\Delta_k H [C_3H_8(g)]) = \underline{\underline{+125 \text{ kJ/mol}}}$$

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. május, 4. feladat

Tekintsük a következő megfordítható folyamatokat!



A továbbiakban a megfordítható reakciók egyenlete előtt lévő megfelelő nagybetűvel (vagy nagybetűkkel) válaszoljon! „Mindhárom” és „egyik sem” válasz is lehetséges.

b) Mely reakciók egyensúlyi állandója nő **a hőmérséklet** emelésével?

c) Mely reakciók egyensúlya tolható el az átalakulás (jobb oldal) irányába **a nyomás** növelésével (a reakciótér térfogatának csökkentésével), állandó hőmérsékleten?

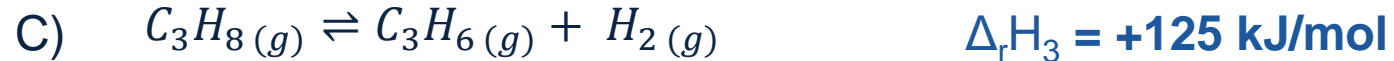
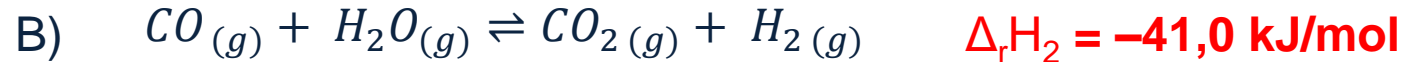
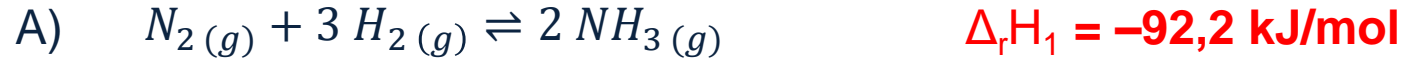
d) Mely reakciók egyensúlya tolható el az átalakulás (jobb oldal) irányába **a nyomás** csökkentésével (a reakciótér térfogatának növelésével), állandó hőmérsékleten?

e) Mely reakciók egyensúlya tolható el az átalakulás (jobb oldal) irányába a rendszerbe való további **hidrogénadagolással**?

f) Mely reakciók egyensúlya tolható el az átalakulás (jobb oldal) irányába megfelelő **katalizátor** alkalmazásával?

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. május, 4. feladat

Tekintsük a következő megfordítható folyamatokat!



A továbbiakban a megfordítható reakciók egyenlete előtt lévő megfelelő nagybetűvel (vagy nagybetűkkel) válaszoljon! „Mindhárom” és „egyik sem” válasz is lehetséges.

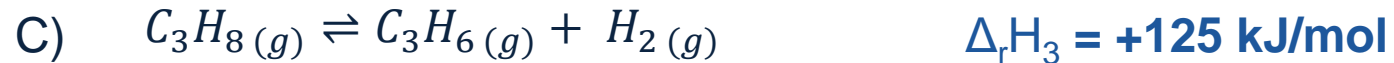
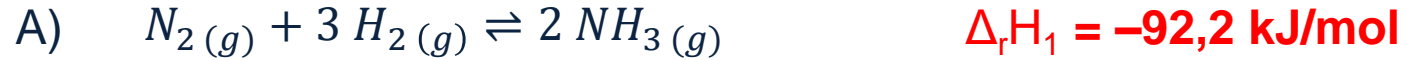
b) Mely reakciók egyensúlyi állandója nő a **hőmérséklet emelésével**?

hőközlés ↔ **hőelnyelés**

VÁLASZ: **C)**

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. május, 4. feladat

Tekintsük a következő megfordítható folyamatokat!



A továbbiakban a megfordítható reakciók egyenlete előtt lévő megfelelő nagybetűvel (vagy nagybetűkkel) válaszoljon! „Mindhárom” és „egyik sem” válasz is lehetséges.

c) Mely reakciók egyensúlya túlható el az átalakulás (jobb oldal) irányába a nyomás növelésével (a reakciótér térfogatának csökkentésével), állandó hőmérsékleten?

VÁLASZ: **A)**

d) Mely reakciók egyensúlya tolható el az átalakulás (jobb oldal) irányába a nyomás csökkentésével (a reakciótér térfogatának növelésével), állandó hőmérsékleten?

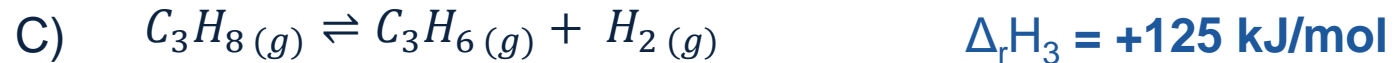
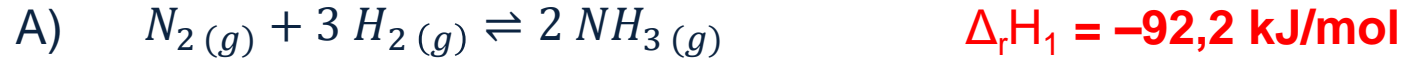
VÁLASZ: **C)**

- | | |
|------------------|---------------|
| A) 1 mol + 3 mol | 2 mol |
| B) 1 mol + 1 mol | 1 mol + 1 mol |
| C) 1 mol | 1 mol + 1 mol |

$$pV = nRT$$

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. május, 4. feladat

Tekintsük a következő megfordítható folyamatokat!



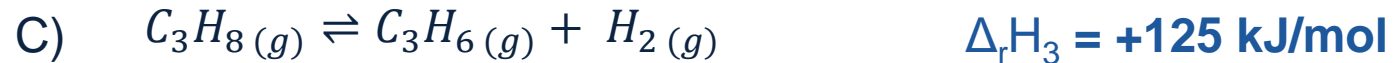
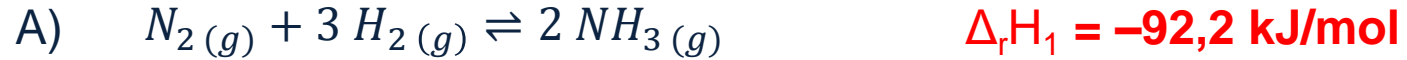
A továbbiakban a megfordítható reakciók egyenlete előtt lévő megfelelő nagybetűvel (vagy nagybetűkkel) válaszoljon! „Mindhárom” és „egyik sem” válasz is lehetséges.

e) Mely reakciók egyensúlya tolható el az átalakulás (jobb oldal) irányába a rendszerbe való további hidrogénadagolással?

VÁLASZ: **A)**

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. május, 4. feladat

Tekintsük a következő megfordítható folyamatokat!



A továbbiakban a megfordítható reakciók egyenlete előtt lévő megfelelő nagybetűvel (vagy nagybetűkkel) válaszoljon! „Mindhárom” és „egyik sem” válasz is lehetséges.

f) Mely reakciók egyensúlya tolható el az átalakulás (jobb oldal) irányába megfelelő katalizátor alkalmazásával?

VÁLASZ: **EGYIK SEM**

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. október, 6. feladat

5

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. október, 6. feladat

Az aceton és a dietil-éter egyaránt előállítható a megfelelő alkoholból kiindulva.

a) Töltse ki értelemszerűen az előállítással kapcsolatos táblázat sorszámozott celláit!

A táblázat 5. és 6. sorszámú celláinak kitöltéséhez az alábbi lehetőségek közül válasszon ki egy-egy anyagot:

Ammóniás ezüst-nitrát-oldat

Réz(II)-oxid

Nátrium-hidroxid-oldat

Tömény kénsavoldat

Vaspor

Telített konyhasóoldat

	Aceton előállítása	Dietil-éter előállítása
<i>A kiindulási alkohol neve</i>		
<i>A kiindulási alkohol rendűsége</i>		
<i>Az előállításához használt további anyagok</i>		

b) Az aceton előállításakor véletlenül az a) részfeladat 1. kérdésben szereplő vegyülettel konstitúciós izomer alkoholt használtuk. Írja fel ennek a reakciónak az egyenletét!

(A reakcióegyenletben tüntesse fel a szerves anyagok konstitúcióját!)

c) Írja fel annak a reakciónak az egyenletét, amely abban az esetben játszódna le, ha a dietil-éter előállításánál nem figyelnék a megfelelő hőmérséklet megtartására (a rendszert 160-170 °C-ig hagynánk melegedni)?

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. október, 6. feladat

80,00 cm³ térfogatú dietil-étert ismeretlen térfogatú acetonhoz adtunk, majd a folyadékelegyet tökéletesen elégetve 5034 kJ hő felszabadulását mértük.

A számítási feladatok megoldásához az alábbi adatokat használja:

Vegyület neve	Aceton (f)	Dietil-éter (f)	Szén-dioxid (g)	Víz (f)
Képződéshő (kJ/mol)	-248,0	-282,0	-394,0	-286,0
Sűrűség (g/cm ³)	0,7930	0,7134		

d) Írja fel az égési folyamatok egyenletét, és számítsa ki az egyenletekhez tartozó reakcióhőket!

e) Számítsa ki, mekkora térfogatú acetonhoz öntöttük az étert!

Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. október, 6. feladat

Az aceton és a dietil-éter egyaránt előállítható a megfelelő alkoholból kiindulva.

a) Töltse ki értelemszerűen az előállítással kapcsolatos táblázat sorszámozott celláit!

A táblázat **5.** és **6.** sorszámú celláinak kitöltéséhez az alábbi lehetőségek közül válasszon ki egy-egy anyagot:

Ammóniás ezüst-nitrát-oldat

Réz(II)-oxid

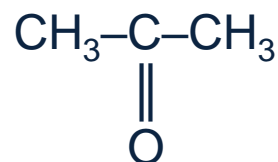
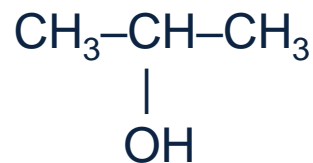
Nátrium-hidroxid-oldat

Tömény kénsavoldat

Vaspor

Telített konyhasóoldat

	Aceton előállítása	Dietil-éter előállítása
<i>A kiindulási alkohol neve</i>	propán-2-ol	etanol
<i>A kiindulási alkohol rendűsége</i>	szekunder	primer
<i>Az előállításához használt további anyagok</i>	réz(II)-oxid	tömény kénsav



Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. október, 6. feladat

Az aceton és a dietil-éter egyaránt előállítható a megfelelő alkoholból kiindulva.

a) Töltse ki értelemszerűen az előállítással kapcsolatos táblázat sorszámozott celláit!

A táblázat 5. és 6. sorszámú celláinak kitöltéséhez az alábbi lehetőségek közül válasszon ki egy-egy anyagot:

Ammóniás ezüst-nitrát-oldat

Réz(II)-oxid

Nátrium-hidroxid-oldat

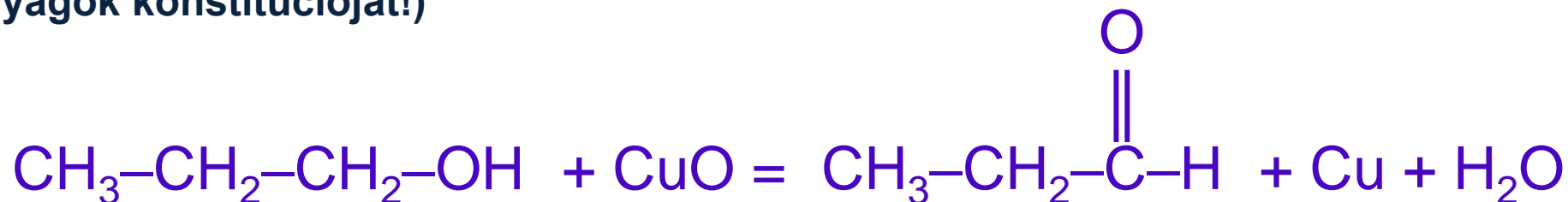
Tömény kénsavoldat

Vaspor

Telített konyhasóoldat

	Aceton előállítása	Dietil-éter előállítása
<i>A kiindulási alkohol neve</i>	propán-2-ol	<u>etanol</u>
<i>A kiindulási alkohol rendűsége</i>	szekunder	primer
<i>Az előállításához használt további anyagok</i>	réz(II)-oxid	tömény kénsav

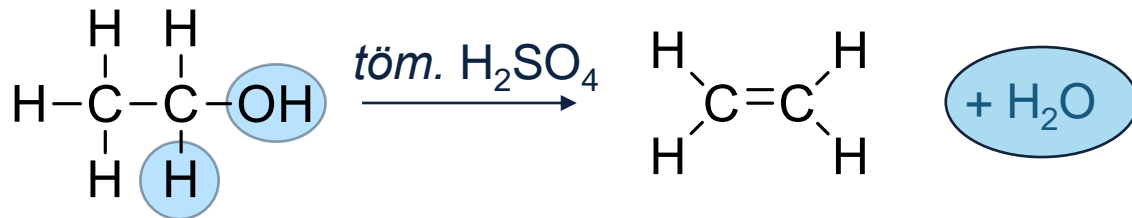
b) Az aceton előállításakor véletlenül az a) részfeladat 1. kérdésben szereplő vegyülettel konstitúciós izomer alkoholt használtuk. Írja fel ennek a reakciónak az egyenletét (A reakcióegyenletben tüntesse fel a szerves anyagok konstitúcióját!)



Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. október, 6. feladat

Az aceton és a dietil-éter egyaránt előállítható a megfelelő alkoholból kiindulva.

c) Írja fel annak a reakciónak az egyenletét, amely abban az esetben játszódna le, ha a dietil-éter előállításánál nem figyelnék a megfelelő hőmérséklet megtartására (a rendszert 160-170 °C-ig hagynánk melegedni)?



Emelt szintű érettségi vizsga, 2020. október, 6. feladat

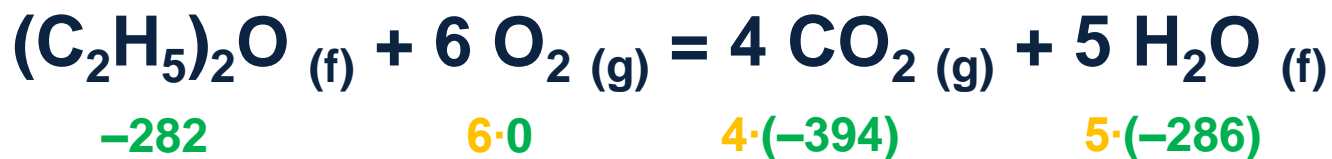
80,00 cm³ térfogatú dietil-étert ismeretlen térfogatú acetonhoz adtunk, majd a folyadékelegyet tökéletesen elégetve 5034 kJ hő felszabadulását mértük.

A számítási feladatok megoldásához az alábbi adatokat használja:

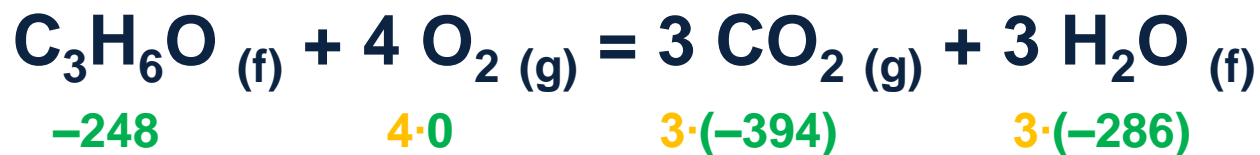
Vegyület neve	Aceton (f)	Dietil-éter (f)	Szén-dioxid (g)	Víz (f)
Képződéshő (kJ/mol)	-248,0	-282,0	-394,0	-286,0
Sűrűség (g/cm ³)	0,7930	0,7134		

d) Írja fel az égési folyamatok egyenletét, és számítsa ki az egyenletekhez tartozó reakcióhőket!

e) Számítsa ki, mekkora térfogatú acetonhoz öntöttük az étert!



$$\Delta_r H = -2724 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta_r H = -1792 \text{ kJ/mol}$$

2020. október, 6. Számítási és elemző feladat

80,00 cm³ térfogatú dietil-étert ismeretlen térfogatú acetonhoz adtunk, majd a folyadékelegyet tökéletesen elégetve 5034 kJ hő felszabadulását mértük.

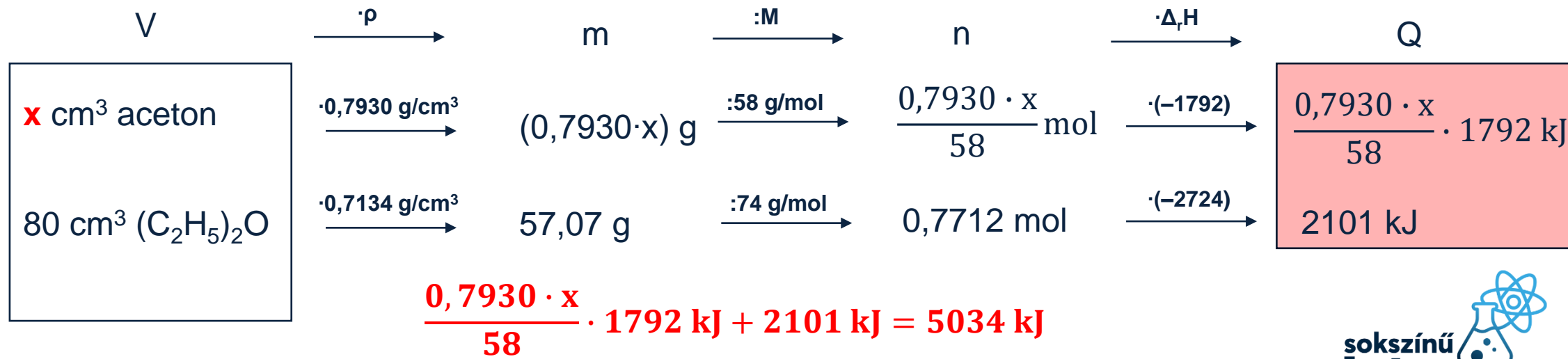
A számítási feladatok megoldásához az alábbi adatokat használja:

e) Számítsa ki, mekkora térfogatú acetonhoz öntöttük az étert!

$$\rho(\text{aceton}) = 0,7930 \text{ g/cm}^3$$



$$\rho(\text{dietil-éter}) = 0,7134 \text{ g/cm}^3$$



$$x = 119,7 \text{ cm}^3$$

Köszönöm a figyelmet!