

# Termokémia

## Bemelegítő tesztek (a szükséges fogalmak mozgósítására):

2.) Melyik sor tartalmaz kizárólag endoterm folyamatokat?

2013. május

- A) atomokból ionok képződése, kötésfelszakítás molekulákban
- B) szublimáció, fagyás
- C) párolgás, olvadás
- D) hidratáció, disszociáció
- E) oldódás, olvadás

4. Melyik az a sor, amely energiaváltozás szempontjából minden esetben azonos előjelű folyamatokat tartalmaz?

2011. okt.

- A) Oldódás, fagyás, hidratáció.
- B) Oldódás, hidratáció, kristálykiválás.
- C) Párolgás, fagyás, lecsapódás.
- D) Olvadás, szublimáció, hidratáció.
- E) Párolgás, olvadás, szublimáció.

1. Melyik állítás helytelen a fluorral kapcsolatban?

2012. okt.

- A) Zöldessárga, az azonos állapotú levegőnél nagyobb sűrűségű gáz.
- B) A hidrogénnel robbanásszerű hevességgel egyesül.
- C) A legnagyobb elektronegativitású elem.
- D) A legnagyobb ionizációs energiájú elem.
- E) A halogének közül a legerősebb oxidálószer.

3. Az elektronaffinitás megadja...

- A) a vizsgált atom vegyértékelektronjaihoz való ragaszkodásának mértékét relatív skálán.
- B) mekkora energiabefektetés szükséges 1 mol szabad atom legkönnyebben leszakítható elektronjának eltávolításához.
- C) mekkora energiabefektetés szükséges 1 mol ionrácsos anyag szabad ionokká alakításához.
- D) mekkora energiabefektetés szükséges 1 mol egyszeresen negatív töltésű szabad ion töltést okozó elektronjának leszakításához.
- E) mekkora energiabefektetés szükséges 1 mol anyagban az adott kovalens kötés felszakításához.

2. Melyik megállapítás hibás?

2014. május

- A) A magnézium első ionizációs energiája nagyobb, mint a kalciumé.
- B) A magnézium első ionizációs energiája nagyobb, mint a nátrium első ionizációs energiája.
- C) A magnéziumion sugara kisebb, mint a magnéziumatomé.
- D) A magnéziumion sugara nagyobb, mint a nátriumioné.
- E) A magnéziumion sugara kisebb, mint a kalciumioné.

9. Hess-tételéből következik, hogy...

2013. máj. idny.

- A) az exoterm reakciók a hőmérséklet emelésével lassulnak.
- B) a reakcióhőt nem befolyásolja az adott kémiai átalakulás aktiválási energiája.
- C) a reakcióhő mindig egy mol termékre vonatkozik.
- D) a katalizátor nem befolyásolja az egyensúlyban kialakuló koncentráció-viszonyokat.
- E) a katalizátor csökkenti az aktiválási energiát.

# Termokémia

## Számítási feladatok:

1. 2,54 g tömegű rézport szórtunk 1,08 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, 1,15 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű, 84,0 cm<sup>3</sup> térfogatú ezüst-nitrát-oldatba. Egy hőmérő segítségével az oldat hőmérsékletének változását is figyelemmel kísértük.<sup>1</sup>

a) Írja fel a végbemenő folyamat ionegyenletét!

b) Számítással határozza meg, hogy a reakció közben nőtt vagy csökkent az oldat hőmérséklete!

$\Delta_r H(\text{Cu}^{2+}(\text{aq})) = +65,0 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_r H(\text{Ag}^+(\text{aq})) = +106 \text{ kJ/mol}$ !

2. Határozzuk meg az acetilén hidrogénnel telítésének reakcióhőjét! (Fvt. 293. o. és 343. o.)

- kötési energiákkal és képződéshőkkel is
- grafikonon

3. A magnézium égésének reakcióhőjét - a szerkezetváltozásokat figyelembe véve - hogyan számíthatjuk ki? Grafikonon ábrázoljuk!

4. <sup>2</sup>Az ammónium-nitrát rácsenergiája -367 kJ/mol (!), az ammóniumionok hidratációs energiája -133 kJ/mol, míg a nitrátionoké -207 kJ/mol. Ezen adatok felhasználásával számold ki az ammónium-nitrát oldáshőjét!

- Hogyan változik az oldat hőmérséklete az ammónium-nitrát vízben való oldódása során?
- A fenti adatok alapján hogyan változik az ammónium-nitrát oldhatósága a hőmérséklet növelésével?

5. 8 db, egyenként 2,0 cm élhosszúságú jégkocka megolvasztásához hány dm<sup>3</sup> standardállapotú 90%-os tisztaságú metángázt (a maradék nem éghető) kell elégetni, ha a hatásfok 40%? A jég olvadáshője 330 kJ/kg, a metán égéshője -890 kJ/mol.

6. A PB-gáz átlagos moláris tömege 51 g/mol. Mennyi hő fejlődik 1 palacknyi (23 kg) gáz elégetésekor?

$$\Delta_r H(\text{C}_3\text{H}_8/\text{g}) = -104 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r H(\text{C}_4\text{H}_{10}/\text{g}) = -126 \text{ kJ/mol}$$

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

$$\Delta_r H(\text{H}_2\text{O}/\text{g}) = -242 \text{ kJ/mol}$$

7. Ismerjük<sup>3</sup> a következő 20,0 °C-ra vonatkozó oldáshőket:

A (kristályvízmentes) réz(II)-szulfát oldáshője – 66,2 kJ/mol.

A rézgálic (CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O) oldáshője + 12,1 kJ/mol.

Írja fel a réz(II)-szulfát kristályvíz-felvételének termokémiai egyenletét, majd a rendelkezésre álló adatok felhasználásával számítsa ki a folyamathőt 20,0 °C-on!

<sup>1</sup> <http://ofi.hu/kemia-min/tafeladatsorok> emelt 3. fsor 7.feladat eleje

<sup>2</sup> 2011. május idny. 2. elemző

<sup>3</sup> 2012. május 6. feladat egy része

## Termokémia

8. <sup>4</sup>489 mg nitrálóelegyet (tömény kénsav és tömény salétromsav nem vízmentes elegyét) vízzel pontosan 100 cm<sup>3</sup>-re hígítunk. Az így kapott savoldat semlegesítéséhez 8,74 cm<sup>3</sup> 3,74 tömegszázalékos 1,04 g/cm<sup>3</sup> 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 ioneqnyenletét, és határozza meg a folyamat reakcióhőjét!  
 $\Delta_r H(\text{BaSO}_4(\text{sz})) = -1466 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_r H(\text{Ba}^{2+}(\text{aq})) = -538 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_r H(\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})) = -909 \text{ kJ/mol}$
- b) Határozza meg, hány tömegszázalék kénsavat illetve salétromsavat tartalmaz a nitrálóelegy!

### Érettségi feladatsorból ajánlott:

- ❖ <sup>5</sup>Egy oldószerként használt szerves vegyület 1,76 gramm tömegű mintáját tökéletesen elégetve 2,45 dm<sup>3</sup> 25,0 °C hőmérsékletű, standard nyomású szén-dioxid, 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 ezüstitükör próbát.

- a) Számítással határozza meg a szerves vegyület molekulaképletét!  
b) Határozza meg 1 mol szerves anyag elégetésének reakcióhőjét!  
c) Határozza meg a szerves anyag képződéshőjét!  
 $\Delta_r H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_r H(\text{H}_2\text{O}(\text{f})) = -286 \text{ kJ/mol}$   
d) Adja meg az információknak megfelelő molekula tudományos nevét!

- ❖ <sup>6</sup>Kálium-kloridból (KCl) és nátrium-kloridból (NaCl) álló porkeverék 3,00:1,00 anyagmennyiség-arányú összetételét vizsgáljuk. Az alábbi adatokat ismerjük:

$\Delta_{\text{oldás}} H(\text{KCl}) = +18,3 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_{\text{oldás}} H(\text{NaCl}) = +4,20 \text{ kJ/mol}$ ;  
 $\Delta_r H(\text{Cl}^-(\text{aq})) = -168 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_r H(\text{Ag}^+(\text{aq})) = +106 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_r H(\text{AgCl}) = -127 \text{ kJ/mol}$ ;

- a) Számítsa ki a porkeverék oldáshőjét!  
b) 10,0 g porkeveréket vízben oldunk, majd az oldatból AgNO<sub>3</sub> vizes oldatával az összes kloridiont csapadék formájában leválasztjuk. Írja fel a csapadékképződés ioneqnyenletét!

Számítsa ki a csapadékképződés reakcióhőjét! Számítsa ki a 10,0 g porkeverék oldódását és a csapadékképződést kísérő összes hőmennyiséget, ha feltételezzük, hogy a két oldat keveredése nem jár hőmennyiség-változással!

---

<sup>4</sup> 2013. okt.

<sup>5</sup> 2013. május 8. f.

<sup>6</sup> 2010. okt. idny. 8.f.

## Termokémia

- ❖ <sup>7</sup>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!

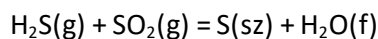
$$(\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -394 \text{ kJ/mol}, \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{f})) = -286 \text{ kJ/mol})$$

- ❖ <sup>8</sup>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.

$$\Delta_k H(\text{H}_2\text{S}(\text{g})) = -20,6 \text{ kJ/mol}, \Delta_k H(\text{SO}_2(\text{g})) = -296,8 \text{ kJ/mol}, \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{f})) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$
$$\text{Ar}(\text{H}) = 1,00; \text{Ar}(\text{O}) = 16,0; \text{Ar}(\text{S}) = 32,1;$$

a) Írjon egy példát a kén-dioxid környezetkárosító hatására!

b) Rendezze a kén-hidrogén és kén-dioxid között lejátszódó reakció egyenletét!



c) A megadott adatok alapján számítsa ki a fenti reakció reakcióhőjét 1 mol kén-dioxidra vonatkoztatva!

d) Ha az ország kén-dioxid kibocsátását 1,00%-kal csökkentették volna ennek a reakciónak alkalmazásával, mekkora energiaváltozás kísérte volna a reakciót?

- ❖ <sup>9</sup>Egy propán-bután gázelegy hidrogéngázra vonatkoztatott relatív sűrűsége 26,2. A gázelegyet alkotó szénhidrogéneket tökéletesen elégetjük.

(A hidrogén relatív atomtömegét tekintse 1,00-nak!)

Írja fel a propán és bután tökéletes égésének reakcióegyenletét!

Számítsa ki a propán-bután gázelegy térfogat-százalékos összetételét!

Számítsa ki, legalább hány-szoros térfogatú, azonos állapotú levegővel kell a gázelegyet összekeverni ahhoz, hogy a propán és a bután is tökéletesen elégjenek!

A levegő 21,0 térfogatszázalék oxigént tartalmaz.

---

<sup>7</sup> 2013. máj. idny. 8. f.

<sup>8</sup> 2014. okt. 6. Elemző és számítási feladat

<sup>9</sup> 2007. okt. 7.

# Termokémia

Bemelegítő tesztek megoldása: **C,E, D, D, D, B**

1. 2,54 g tömegű rézport szórtunk  $1,08 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú,  $1,15 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű,  $84,0 \text{ cm}^3$  térfogatú ezüst-nitrát-oldatba. Egy hőmérő segítségével az oldat hőmérsékletének változását is figyelemmel kísértük.<sup>10</sup>

a) Írja fel a végbemenő folyamat ionegyenletét!  **$\text{Cu} + 2 \text{Ag}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Ag}$**

b) Számítással határozza meg, hogy a reakció közben nőtt vagy csökkent az oldat hőmérséklete!

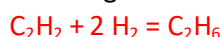
$\Delta_r H(\text{Cu}^{2+}(\text{aq})) = +65,0 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta_r H(\text{Ag}^+(\text{aq})) = +106 \text{ kJ/mol}$ !

**$\Delta_r H = (65 - 2 \cdot 106) \text{ kJ/mol} < 0 \text{ kJ/mol} \rightarrow$  exoterm, nőtt a hőmérséklet**

2. Határozzuk meg az acetilén hidrogénnel telítésének reakcióhőjét! (Fvt. 293. o. és 343. o.)

➤ kötési energiákkal és képződéshőkkel is

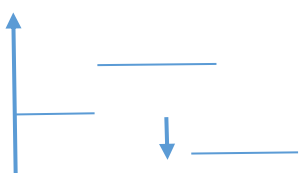
➤ grafikonon



a kötések felbontása energiaigényes, az új kötések kialakulása energia felszabadulásával járó folyamat  $\rightarrow \Delta_r H = (812 + 2 \cdot 435 - 4 \cdot 412 - 348) \text{ kJ/mol} = -314 \text{ kJ/mol}$

Hess-tétel alapján  $\rightarrow \Delta_r H = (-84,6 - 226,9) \text{ kJ/mol} = -311,5 \text{ kJ/mol}$

energia



Meggondolandó:

Melyik szint mit jelent?

Mindkét számításra érvényes? igen, de más értékekkel

Mit mutat a lefele mutató nyíl? reakcióhő

3. A magnézium égésének reakcióhőjét - a szerkezetváltozásokat figyelembe véve - hogyan számíthatjuk ki? Grafikonon ábrázoljuk!

**$2 \text{Mg}_{\text{sz}} + \text{O}_{2,\text{g}} = 2 \text{MgO}_{\text{sz}}$  szublimációs energia, ionizációs energia, kötési energia, elektronaffinitási energia, ionizációs energia figyelembevételével vázolható**

4. <sup>11</sup>Az ammónium-nitrát rácsenergiája  $-367 \text{ kJ/mol}$  (!), az ammóniumionok hidratációs energiája  $-133 \text{ kJ/mol}$ , míg a nitrátionoké  $-207 \text{ kJ/mol}$ . Ezen adatok felhasználásával számold ki az ammónium-nitrát oldáshőjét!

a. Hogyan változik az oldat hőmérséklete az ammónium-nitrát vízben való oldódása során?

b. A fenti adatok alapján hogyan változik az ammónium-nitrát oldhatósága a hőmérséklet növelésével? Válaszát indokolja meg!

e) Az oldáshő a rácsenergiából és a hidratációs energiákból számolható:

$$\Delta_{\text{old}} H = (367 - 133 - 207) \text{ kJ/mol} = +27 \text{ kJ/mol}$$

*1 pont*

f) Hőmérsékletcsökkenés tapasztalható.

*1 pont*

**(Ha az e) pontban az oldáshő előjelét helytelenül állapította meg, akkor az annak megfelelő válasz elfogadható!)**

g) Az oldhatóság nagyobb lesz magasabb hőmérsékleten.

*1 pont*

**(Ha az e) pontban az oldáshő előjelét helytelenül állapította meg, akkor az annak megfelelő válasz elfogadható!)**

Endoterm oldáshőjű sók oldódási egyensúlya a hőmérséklet növelésének hatására az oldódás irányába tolható el. (Le Chatelier-elv)

*1 pont*

**(Más megfogalmazású, értelemszerűen helyes válasz is elfogadható!)**

<sup>10</sup> <http://ofi.hu/kemia-min/tafeladatsorok> emelt 3. fsor 7.feladat eleje

<sup>11</sup> 2011. május idny. 2. elemző egy része

## Termokémia

5. 8 db, egyenként 2,0 cm élhosszúságú jégkocka megolvasztásához hány dm<sup>3</sup> standardállapotú 90%-os tisztaságú metángázt (a maradék nem éghető) kell elégetni, ha a hatásfok 40%? A jég olvadáshője 330 kJ/kg, a metán égéshője -890 kJ/mol.

$$m_{\text{jég}} = 0,89 \text{ g/cm}^3 \cdot 8 \cdot 2^3 \text{ cm}^3 = 57 \text{ g}$$

$$Q_{\text{szükséges}} = 18,8 \text{ kJ} \quad \text{a metán égése fedezi ezt, azaz } n(\text{CH}_4) = 0,021 \text{ mol égése}$$

$$\text{a tisztaság és hatásfok miatt több kell: } \Sigma n = 0,021 / (0,9 \cdot 0,4) \text{ mol} = 0,059 \text{ mol, } V = \underline{1,44 \text{ dm}^3}$$

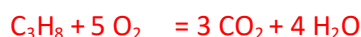
6. A PB-gáz átlagos moláris tömege 51 g/mol. Mennyi hő fejlődik 1 palacknyi (23 kg) gáz elégetésekor?

$$\Delta_r H(\text{C}_3\text{H}_8/\text{g}) = -104 \text{ kJ/mol}$$

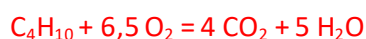
$$\Delta_r H(\text{C}_4\text{H}_{10}/\text{g}) = -126 \text{ kJ/mol}$$

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

$$\Delta_r H(\text{H}_2\text{O}/\text{g}) = -242 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta_r H_p = -2046 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta_r H_p = -2660 \text{ kJ/mol}$$

$$\bar{M} = 51,0 = x_p \cdot 44 + (1-x_p) \cdot 58$$

$$x_p = 0,5 = 50\% = x_b \rightarrow 1 : 1 \text{ arány}$$

$$n_{\text{elegy}} = 23/51 \text{ kmol} = 0,45 \text{ mol}$$

$$n_p = n_b = 0,225 \text{ mol}$$

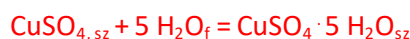
$$Q = 0,225 \cdot (2046 + 2660) \text{ kJ} = \underline{1,06 \text{ MJ hő fejlődik.}}$$

7. Ismerjük<sup>12</sup> a következő 20,0 °C-ra vonatkozó oldáshőket:

A (kristályvízmentes) réz(II)-szulfát oldáshője – 66,2 kJ/mol.

A rézgálic (CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O) oldáshője + 12,1 kJ/mol.

Írja fel a réz(II)-szulfát kristályvíz-felvételének termokémiai egyenletét, majd a rendelkezésre álló adatok felhasználásával számítsa ki a folyamathőt 20,0 °C-on!



Gondolatban 2 lépésre bontjuk: a réz(II)-szulfátból oldatot készítünk – ez exoterm; majd abból kikristályosítjuk a rézgálicot – ez is exoterm.

$$\Delta_r H = (-66,2 - 12,1) \text{ kJ/mol} = \underline{-78,3 \text{ kJ/mol}}$$

8. <sup>13</sup>489 mg nitrálóelegyet (tömény kénsav és tömény salétromsav nem vízmentes elegyét) vízzel pontosan 100 cm<sup>3</sup>-re hígítunk. Az így kapott savoldat semlegesítéséhez 8,74 cm<sup>3</sup> 3,74 tömegszázalékos 1,04 g/cm<sup>3</sup> 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!

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

b) Határozza meg, hány tömegszázalék kénsavat illetve salétromsavat tartalmaz a nitrálóelegy!

<sup>12</sup> 2012. május 6. feladat egy része

<sup>13</sup> 2013. okt.

## Termokémia

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