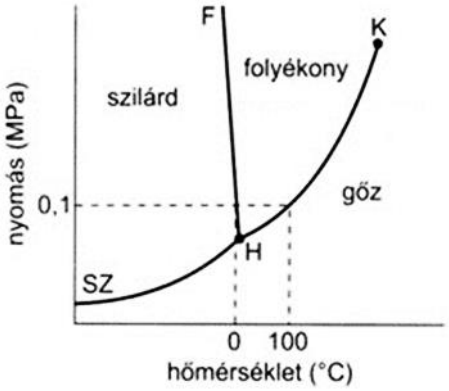
4. Termokémia

Elméleti összefoglaló

Halmazállapotok

- Szilárd: kristályos, amorf
- Fluidum: folyadék, gáz
- (Plazma)



Halmazállapot változások

- Fagyás – Olvadás
- Szublimáció – Deszublimáció
- Párolgás - Kondenzáció

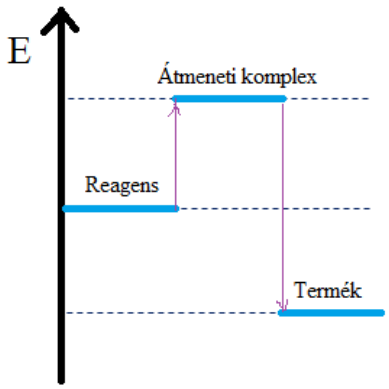
Termokémiai egyenlet

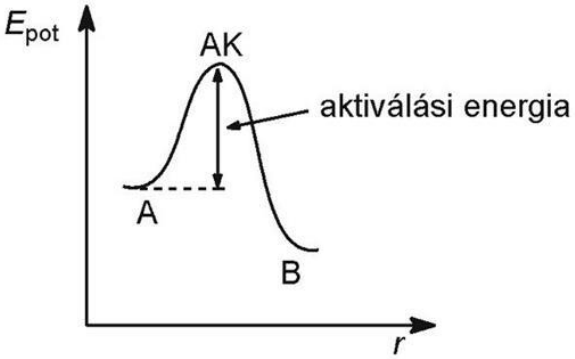
Mivel a vegyületek által tárolt kémiai energia mennyisége eltérő a különböző halmazállapotokban, ezért a termokémiai egyenletben nem elég feltüntetni a megfelelő reaktánsokat és termékeket, hanem rögzíteni kell azok halmazállapotát is.

$$H_2(g) + \frac{1}{2}\,O_2(g) = H_2O(g)\,\Delta_r H = -286\,\frac{kJ}{mol}$$

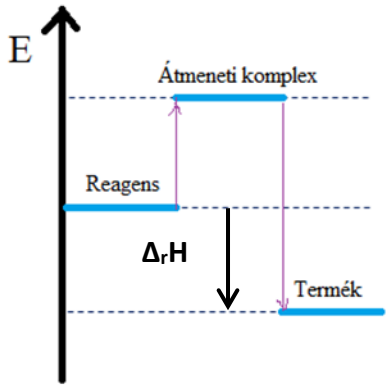
$$H_2(g) + \frac{1}{2}\,O_2(g) = H_2O(f)\;\Delta_r H = -242\,\frac{kJ}{mol}$$

Reakciót kísérő energiaváltozások





A reakcióhő



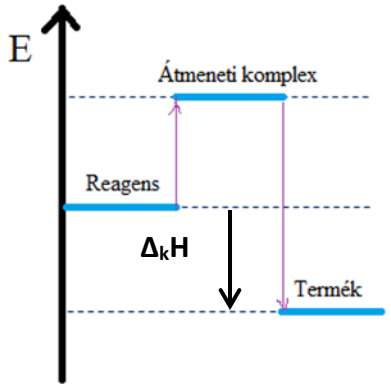
Az adott reakciót kísérő energiaváltozást jellemzi

Endoterm reakció esetén pozitív, exoterm reakció esetén pedig negatív

Jele: $\Delta_r H$

Mértékegysége: kJ/mol

A képződéshő



A képződéshő egy speciális reakcióhő

Egy mol adott állapotú vegyület standardállapotban stabil elemeiből való előállításához szükséges energiamennyiség

Jele: $\Delta_k H$

Mértékegysége: kJ/mol

Az standardállapotban stabil elemek képződéshője definíció szerint 0

Hess tétel

- A reakcióhő csak a kiindulási és a végállapottól függ.
- $\Delta_r H = \sum \Delta_k H_{termékek} - \sum \Delta_k H_reagensek$
- A reakcióhő NEM függ a reakcióúttól

Hess tételének a következménye körfolyamatokra

- Körfolyamatokra a reakcióhők összege nulla
- $\sum \Delta_r H = 0$
- Így kiszámíthatóak olyan reakciókat kísérő energiaváltozások melyeket a valóságban nehezen, vagy egyáltalán nem áll módunkban megvalósítani

Középszintű érettségi

4/k-1 (2005. május, 5. feladat B)
Egy 40,0 térfogat% metánt és 60,0 térfogat% propánt tartalmazó gázelegyet tökéletesen elégetünk.

$\Delta k H$(metán(g)) = − 74,9 kJ/mol; $\Delta k H$(propán(g)) = − 104,0 kJ/mol;

$\Delta k H(CO_2(g))$ = − 394,0 kJ/mol; $\Delta k H(H_2O(f))$ = − 286,0 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^3-ének elégetése során?
c) Mekkora volt az 1,00 dm^3 kiindulási gázelegy tömege?

4/k-2 (2006. február, 5. feladat)
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:
ΔkH(oktán) = –372 kJ/mol ρ(oktán) = 0,720 g/cm^3
ΔkH(etanol) = –278 kJ/mol ρ(etanol) = 0,790 g/cm^3
$\Delta kH(CO_2)$ = –394 kJ/mol (1,00 liter = 1,00 dm^3)
ΔkH(vízgőz) = –242 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 égésekor keletkezik?

4/k-3 (2006. október, 8. feladat)
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:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + 3\ O_2 = 2\ C_6H_8O_7 + 3\ H_2O$$

Az oldott állapotú anyagokra vonatkozó képződéshők: $\Delta kH(H2O(f))$ = –286 kJ/mol, ΔkH(szacharóz) = –2226 kJ/mol, ΔkH(citromsav) = –1544 kJ/mol

Ar(H) = 1,00; Ar(C) = 12,0; Ar(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?

4/k-4 (2007. május, 5. feladat B)
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 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 szén-dioxiddá és vízzé ég el.

Egy 14 év feletti, egészséges férfi átlagos nehézségű munkavégzés mellett napi 12000 kJ, egy nő napi 10000 kJ hasznosítható energiát igényel.

$\Delta kH(CO_2)$= -394 kJ/mol $\Delta kH(H_2O, f)$= -286 kJ/mol ΔkH(szőlőcukor)= -1271 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.)

4/k-5 (2008. október, 8. feladat)
A N_2O (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 ºC-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!

ΔkH [NH_3(g)] = – 46,0 kJ/mol, ΔkH [H_2O(g)] = – 242 kJ/mol,
ΔkH [H_2O(f)] = – 286 kJ/mol, ΔkH [N_2O(g)] = + 82,0 kJ/mol.

4/k-6 (2009. május, 7. feladat)
1936-ban figyelte meg Otto Hahn és Fritz Strassmann, hogy a ^{235}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:

$_{92}^{235}U + {}_{0}^{1}n \rightarrow {}_{92}^{236}U \rightarrow {}_{36}^{90}Kr + {}_{56}^{143}Ba + 3\ {}_{0}^{1}n \qquad \Delta rH = -1{,}90 \cdot 1010$ kJ/mol

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}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.

Ar(H) = 1,000, Ar(C) = 12,00, Ar(^{235}U) = 235

$\Delta kH(CO_2(g)) = -394$ kJ/mol, $\Delta kH(H_2O(f)) = -286$ kJ/mol, ΔkH(oktán(g)) = –209 kJ/mol
ρ(oktán) = 0,703 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}U-izotóp maghasadásakor mennyi energia szabadul fel?
c) Mennyi energia szabadul fel 1,00 liter (1,00 l = 1,00 dm^3) 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}U maghasadásakor?

4/k-7 (2009. október, 8. feladat)
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 g/cm^3, a 100%-os etanol sűrűsége: 0,789 g/cm^3.

$2\ CH_3OH\ (f) + 3\ O_2\ (g) = 2\ CO_2\ (g) + 4\ H_2O\ (g)$
$C_2H_5OH\ (f) + 3\ O_2\ (g) = 2\ CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (g)$

Anyag	Képződéshő (kJ/mol)
$CH_3OH(f)$	– 238,8
$C_2H_5OH(f)$	– 277,8
CO_2 (g)	– 394,0
H_2O (g)	– 242,0

a) Számítsa ki, mekkora térfogatú standard nyomású és 25,0 °C-os szén-dioxid termelődik 100,0-100,0 cm^3 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 cm3 metanol, illetve etanol tökéletes égése során!
d) Számításai alapján, azonos (egységnyi) térfogatú kibocsátott szén-dioxidra vonatkoztatva melyik üzemanyag ad több energiát?

4/k-8 (2010. május, 8. feladat)
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:

$$CO_2(g) + H_2O(f) \xrightarrow{h\cdot\nu} C_6H_{12}O_6(sz) + O_2(g)$$

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

Ismertek az alábbi adatok:

	$CO_2(g)$	$H_2O(f)$	$C_2H_5OH(f)$	$C_6H_{12}O_6(sz)$
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?

4/k-9 (2010. október, 8. feladat)
Egy telített szénhidrogén 83,3 tömeg% szenet és 16,7 tömeg% hidrogént tartalmaz.
A szénhidrogén 14,4 g-ját tökéletesen elégetjük. Ar(H) = 1,00, Ar(C) = 12,0

Vegyület neve	ΔkH (kJ/mol)	Vegyület neve	ΔkH (kJ/mol)
Metán (g)	– 74,4	Ciklopentán (g)	– 76,3
Etán (g)	– 83,3	Hexán (f)	–167
Etén (g)	52,5	Heptán (f)	–188
Propán (g)	–105	Oktán (f)	–209
Propén (g)	20,0	Nonán (f)	–228
Propin (g)	185	Benzol (f)	82,6
Bután (g)	–126	Toloul (f)	111
Butin (f)	141	Szén-dioxid (g)	–394
Pentán (g)	–147	Víz (f)	–286

a) Mi a szénhidrogén molekulaképlete?
b) Írja fel a tökéletes égés egyenletét!
c) Számítsa ki a szénhidrogén égésének reakcióhőjét a táblázat adatait felhasználva!
d) Mennyi hő szabadul fel a 14,4 g szénhidrogén elégetése során?

4/k-10 (2012. május, 6. feladat B)
Egy edényben 12,0 mol szén-monoxid-gázt és 4,00 mol oxigéngázt elegyítettünk, és egy szikra hatására a két gáz reagált egymással.

Ar(C) = 12,0, Ar(O) = 16,0, ΔkH(CO(g)) = –113,4 kJ/mol, ΔkH(CO_2(g)) = –394,4 kJ/mol

a) Számítsa ki a kiindulási gázelegy tömeg%-os összetételét!
b) Számítsa ki a kapott gázelegy anyagmennyiség%-os összetételét!
c) Számítsa ki, hogy mekkora energiaváltozás kísérte a fenti folyamatot!

4/k-11 (2012. október, 8. feladat)
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^3, és más energiát adó tápanyagot nem tartalmaz.

ΔkH(szacharóz) = –2218 kJ/mol, ΔkH(CO_2(g)) = –394 kJ/mol, ΔkH(H_2O(f)) = –286 kJ/mol
Ar(H) = 1,00, Ar(C) = 12,0, Ar(O) = 16,0

a) Mennyi kalóriát „fogyasztunk” el, ha a fenti üdítőből fél litert (0,500 l) (1 liter = 1 dm^3) 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?

4/k-12 (2014. május, 7. feladat)
Az akroleint, a zsírok, olajok hőbontásakor keletkező szerves, mérgező folyadékot az ipar nagy mennyiségben használja a plexigyártás alapanyagaként. Használják még az öntöző csatornákban gyomirtó szerként is, de ez az anyag szennyezheti a pálinkát is, ha azt földdel szennyezett cefréből főzik.

a) Számítással határozza meg az akrolein tapasztalati képletét, ha tömegszázalékos összetétele a következő: C: 64,29 % H: 7,14 % O: 28,57 %
b) Határozza meg az akrolein molekulaképletét, ha tudjuk, hogy molekulája egyetlen oxigénatomot tartalmaz! Rajzolja fel a lehetséges konstitúciós képletet is, ha tudjuk, hogy formilcsoportot tartalmaz!
c) A megadott adatok segítségével számítsa ki, hogy 10,0 cm^3 akrolein tökéletes elégetésekor mennyi hő szabadul fel!

ρ(akrolein) = 0,840 g/cm^3 ΔkH(akrolein) = –74,0 kJ/mol
$\Delta kH(CO_2(g))$ = –394 kJ/mol $\Delta kH(H_2O(f))$ = –286 kJ/mol

4/k-13 (2015. október, 8. feladat)
Az alumíniumot – legtöbbször termitreakciók során – gyakran más fémek (pl. V, Cr, W, Mn) ipari előállítására is alkalmazzák. A redukálandó fém-oxidot alumíniumporral összekeverik, s a reakciót valamilyen gyújtókeverék segítségével indítják meg. Erősen exoterm folyamatról van szó, melyben a fém mellett alumínium-oxid is keletkezik. A mangán előállításánál mangán(IV)-oxid (MnO_2) és alumíniumpor reakciójából indulnak ki.

a) Írja fel a reakció rendezett egyenletét!

A vas is előállítható termitreakcióval. E folyamatot a vas ipari előállítására nem használják, de laboratóriumban leggyakrabban így szokták a termitreakciókat bemutatni.
A folyamat az alábbi reakcióegyenlet szerint játszódik le:

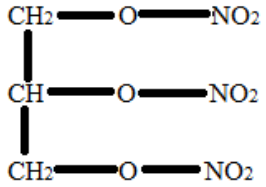
$$2\ Al + Fe_2O_3 = 2\ Fe + Al_2O_3$$

b) Számítsa ki a folyamat reakcióhőjét a megadott adatok alapján!
($\Delta kH(Al_2O_3(sz))$ = –1671 kJ/mol; $\Delta kH(Fe_2O_3(sz))$ = –823 kJ/mol)

30,0 g vas(III)-oxidhoz 8,10 g alumíniumport kevertek és megindították a reakciót.

c) Számítsa ki, mekkora tömegű vas(III)-oxid maradt átalakulatlanul!
d) Számítsa ki, mekkora hő szabadult fel a reakció során!

4/k-14 (2016. május, 8. feladat)
A nitroglicerin egy nagyon hatékony robbanószer.
Képlete:



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 voltával 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 nitroglicerin robbanása során végbemenő reakció rendezett egyenletét!
b) Hasonlítsa össze a nitroglicerin 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 nitroglicerin robbanásakor, illetve 1,00 g éter tökéletes égésekor!

(A nitroglicerin 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 nitroglicerin robbanására, illetve a dietil-éter tökéletes égésére!

Állapítsa meg (az éterrel összehasonlítva), hogy a reakcióhő értéke, vagy a molekulák számának növekedése felelős inkább a nitroglicerin robbanó hatásáért!

4/k-15 (2017. május, 5. feladat)

Egy 45,0 térfogatszázalék propánt és 55,0 térfogatszázalék butánt tartalmazó gázelegyet tökéletesen elégetünk. A folyamat végén a képződő vízgőz lecsapódik.

ΔkH(propán(g)) = –104 kJ / mol; ΔkH(bután(g)) = –144 kJ / mol
$\Delta kH(CO_2(g))$ = –394 kJ / mol; $\Delta kH(H_2O(f))$ = –286 kJ / mol

a) Írja fel az égési reakciók rendezett egyenletét!
b) Számítsa ki a felírt reakcióegyenletekhez tartozó reakcióhőket!
c) Számítsa ki 2,00 m^3, 25 °C hőmérsékletű, standard nyomású gázelegy elégetése során felszabaduló hőmennyiséget!

4/k-16 (2019. május, 5. feladat B)

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 összetételtől függően gyújtható meg. Az alkohol égésekor keletkező hőnek biztosítania kell a víz elpárologtatásához szükséges hőmennyiséget. Ha ez a feltétel megvalósul, az elegyet meg lehet gyújtani.

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

ρ(etanol) = 0,789 g/cm^3	ρ(víz) = 1,00 g/cm^3
$\Delta kH(CH_3CH_2OH(f))$ = – 278 kJ/mol	$\Delta kH(H_2O(g))$ = – 242 kJ/mol
$\Delta kH(CO_2(g))$ = – 394 kJ/mol	*A víz párolgáshője + 44 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 elpárologtatására. 100 cm^3 alkoholhoz maximum mekkora térfogatú vizet keverhetünk, hogy az elegy begyújtható legyen? Adja meg az így kapott elegy tömegszázalékos összetételét is!

Emelt szintű érettségi

4/e-1 (2002 V/2)

A szintézisgázt az alábbi reakcióval állítják elő:

$C(sz) + H_2O(g) \longleftrightarrow CO(g) + H_2(g)$

Számítsa ki a folyamat reakcióhőjét az alábbi adatok felhasználásával:

$C(sz) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$ ΔrH_1 = -394 kJ / mol
$2\ CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\ CO_2(g)$ ΔrH_2 = -566 kJ / mol
$2\ H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\ H_2O(g)$ ΔrH_3 = -484 kJ / mol

Állapítsa meg, hogy a szintézisgáz képződésének egyensúlyi állapotát hogyan befolyásolja a hőmérséklet emelése, illetve a nyomás növelése! Válaszait indokolja meg!

4/e-2 (2003 V/1)
Számítsa ki, hogy melyik esetben szabadul fel több energia, ha 1 kg szenet, vagy ha 1 kg propángázt égetünk el? Írja fel a lejátszódó reakciók egyenleteit is!

$\Delta kH(CO_2)$ = -394 kJ/mol; $\Delta kH(H_2O(g))$ = -242 kJ/mol;

$\Delta kH(C_3H_8)$ = -105 kJ/mol; $Ar(C)$ = 12,0; $Ar(H)$ = 1,0

4/e-3 (2004. május, 7. feladat)
Egy fehér, szilárd anyagról megállapították, hogy valamilyen szervetlen nátriumsó. Sósavban oldva szén-dioxid-gáz fejlődését tapasztalták. Mérések szerint a vegyület 2,650 grammjának sósavas oldása során 700 J hő szabadult fel.

1. Az alábbiak közül melyik vizsgálattal lehetett azonosítani a vegyület nátriumtartalmát?
(Egyszerű választás)

A) A vegyület vízben való jó oldhatósága alapján.
B) A vegyület vizes oldatának lúgos kémhatása alapján.
C) A vegyület színe alapján.
D) Jellemző szín lángfestése alapján.
E) Azzal, hogy a vegyület vizes oldata ezüst-nitrát-oldattal jellemző színű csapadékot képez.

2. Válassza ki az alábbiak közül a szén-dioxid-gázra vonatkozó összes jellemző kísérleti tapasztalat betűjelét!

a) Színtelen.
b) Színes.
c) Szagtalan.
d) Szúrós szagú.
e) A fejlődő gázzal töltött szappanbuborék felfelé száll.
f) A fejlődő gázzal töltött szappanbuborék lefelé száll.
g) A fejlődő gáz a brómos vizet elszínteleníti.
h) A fejlődő gáz a Lugol-oldatban sötétkék színreakciót okoz.
i) A fejlődő gáz a meszes vízből csapadékot választ ki.

3. A vizsgált vegyület azonosításához írja fel a lehetséges kémiai reakciók ionegyenletét, számítsa ki a reakcióhőt, majd a feladat adatai alapján határozza meg, melyik vegyületről van szó!

Képződéshők: $\Delta kH[H_2O(f)]$ = –286 kJ/mol, $\Delta kH[H^+(aq)]$ = 0,00 kJ/mol,
$\Delta kH[NaHCO_3(sz)]$ = –948 kJ/mol, $\Delta kH[Na^+(aq)]$ = –240 kJ/mol,
$\Delta kH[Na_2CO_3(sz)]$ = –1132 kJ/mol, $\Delta kH[CO_2(g)]$ = –394 kJ/mol,
$\Delta kH[Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O(sz)]$ = –4082 kJ/mol)

4/e-4 (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:

$C(sz) + O_2(g) = CO_2(g)$ $\Delta r H_1 = -394{,}0$ kJ/mol

$2\ H_2(g) + O_2(g) = 2\ H_2O(f)$ $\Delta r H_2 = -572{,}0$ kJ/mol.

Írja fel a tökéletes égés reakcióegyenletét, határozza meg a reakcióhőt, majd számítsa ki a répacukor képződéshőjét!

4/e-5 (2007. május, 8. feladat)
Ismeretlen összetételű, oxigéntartalmú, egyértékű szerves vegyületet vizsgálunk. 1,84 g tömegű mintája 0,920 g nátriummal reagál, miközben 490 cm^3 25 °C-os, standard nyomású gáz fejleszthető. Ugyanekkora tömegű mintáját elégetve 2,16 g víz keletkezik.

a) Számítással határozza meg az ismeretlen vegyület molekulaképletét!
b) Írja fel a lejátszódó kémiai folyamatok reakcióegyenletét!
c) Mennyi hő szabadul fel a feladatban szereplő égetési kísérletben? (Használja a függvénytáblázat adatait! A keletkező vizet folyékony halmazállapotúnak tekintsük!)

4/e-6 (2009. május, 6. feladat)
A kén-trioxid forráspontja 45,0 °C, 450 °C feletti hőmérsékleten egyensúlyi reakcióban kéndioxidra és oxigénre kezd bomlani, 1000 °C környékén pedig a bomlás gyakorlatilag teljessé válik. A kén-trioxid legfontosabb ipari előállítási módja a kén-dioxid oxigénnel való oxidációja, amely csak magasabb hőmérsékleten megy végbe mérhető sebességgel.

$\Delta k H(SO_2(g)) = -297$ kJ/mol; $\Delta k H(SO_3(g)) = -396$ kJ/mol

a) Írja fel a kén-trioxid előállítási folyamatának reakcióegyenletét!
b) Számítsa ki a folyamat reakcióhőjét a megadott képződéshők alapján!
c) Az ipari eljárás során a hőmérsékletet 400-500 °C-ra állítják be. Ezen adat és a reakcióhő összevetése alapján értelmezze, miért elengedhetetlenül szükséges, hogy a szintézis során vanádium(V)-oxid katalizátort alkalmazzunk?
d) Hogyan befolyásolja a folyamat egyensúlyát, ha a reakciótérben a nyomást megnöveljük?
e) A kén-trioxid ipari előállításának a kénsavgyártás miatt van a legnagyobb jelentősége. Írja fel a kén-trioxid vízben, illetve tömény kénsavban való elnyeletésének reakcióegyenleteit!

4/e-7 (2009. október, 9. feladat)
Egy standard nyomású, 25,0 °C-os gázelegy etánt és egy szintén két szénatomos amint tartalmaz.

A gázelegy a brómos vizet nem színteleníti el, sósavba vezetve viszont térfogatának 60,00%-a elnyelődik. A gázelegy 10,00 dm^3-ét oxigéngázban tökéletesen elégetve 671,3 kJ hő szabadul fel. (A forró füstgáz szén-dioxidot, vízgőzt, nitrogént és oxigént tartalmaz.)

Képződéshő adatok: $\Delta k H(C_2H_6(g)) = -84{,}6$ kJ/mol
$\Delta k H(CO_2(g)) = -394{,}0$ kJ/mol
$\Delta k H(H_2O(f)) = -286{,}0$ kJ/mol
$\Delta k H((CH_3)_2NH(g)) = -46{,}7$ kJ/mol
$\Delta k H(CH_3CH_2NH_2(g)) = -87{,}4$ kJ/mol

a) Határozza meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
b) Számítsa ki az etán, majd a kísérlet adataiból az ismeretlen amin égetésének reakcióhőjét!

c) A rendelkezésére álló adatok segítségével, az ismeretlen képződéshőjének kiszámításával azonosítsa az ismeretlen gázt és adja meg a nevét!

4/e-8 (2010. május, 8. feladat)
Az iparban az acetilént a metán 1200 ºC-on történő hőbontásával gyártják. A folyamathoz szükséges hőt a metán tökéletes égetésével biztosítják.

a) Írja fel a metán hőbontásának, illetve égetésének termokémiai reakcióegyenletét, majd számítsa ki a reakcióhőket (a metán égésénél vízgőz keletkezik)!

A képződéshők: $\Delta k H$ [CO_2(g)] = –394 kJ/mol $\Delta k H$ [H_2O (g)] = –242 kJ/mol
$\Delta k H$ [CH_4(g)] = –74,9 kJ/mol $\Delta k H$ [C_2H_2 (g)] = +227 kJ/mol

b) Hány m^3 25 ºC-os, standard nyomású metánra van szükségünk 25,0 mol acetilén előállításához, ha a metán égetésénél felszabaduló hőnek csupán 60,0%-át tudjuk a hőbontás során hasznosítani? (Tekintsük úgy, hogy a metán hőbontása egyirányban, 100%-os átalakulással megy végbe!)
c) Hány m^3 térfogatot töltene ki a kapott acetilén az előállítás hőmérsékletén? (A nyomást tekintsük 101 kPa-nak!)

4/e-9 (2010. október, 8. feladat)
Kálium-kloridból (KCl) és nátrium-kloridból (NaCl) álló porkeverék 3,00:1,00 anyagmenynyiség-arányú összetételét vizsgáljuk.

Az alábbi adatokat ismerjük:

ΔoldáshőH(KCl) = +18,3 kJ/mol; ΔoldáshőH (NaCl) = +4,20 kJ/mol;
$\Delta k H$(Cl^-(aq)) = −168 kJ/mol; $\Delta k H$(Ag^+(aq)) = +106 kJ/mol;
$\Delta k H$(AgCl) = −127 kJ/mol;

a) Számítsa ki a porkeverék oldáshőjét!
b) 10,0 g porkeveréket vízben oldunk, majd az oldatból $AgNO_3$ vizes oldatával az összes kloridiont csapadék formájában leválasztjuk. Írja fel a csapadékképződés ionegyenletét! 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!

4/e-10 (2011. május, 8. feladat)
A háztartásokban használt fűtőgáz metánt, etánt és szén-dioxidot tartalmaz. Egy kisebb lakás fűtésére átlagosan 1,96 m^3 fűtőgáz fogy el naponta (25,0 °C, standard nyomás). Ezalatt $6{,}606 \cdot 10^4$ kJ energia szabadul fel, és összesen 2,156 m^3 25,0 °C-os, standard nyomású széndioxid jut ki a légtérbe.

$\Delta k H$(CH_4(g)) = –74,9 kJ/mol, $\Delta k H$(C_2H_6(g)) = –83,4 kJ/mol, $\Delta k H$(CO_2(g)) = –394 kJ/mol,
$\Delta k H$(H_2O(g)) = –242 kJ/mol

a) Írja fel a fenti gáz égésekor lejátszódó folyamatok reakcióegyenletét!
b) Számítsa ki a metán és az etán égéshőjét a megadott adatok alapján!
c) Számítsa ki a feladatban szereplő fűtőgáz térfogat%-os összetételét!

4/e-11 (2013. május, 8. feladat)
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!

($\Delta k H(CO_2(g))$ = –394 kJ/mol, $\Delta k H(H_2O(f))$ = –286 kJ/mol)

4/e-12 (2013. október, 7. feladat)
489 mg nitrálóelegyet (tömény kénsav és tömény salétromsav nem vízmentes elegyét) vízzel pontosan 100 cm^3-re hígítunk. Az így kapott savoldat semlegesítéséhez 8,74 cm^3 3,74 tömegszázalékos 1,04 g/cm^3 sűrűségű nátrium-hidroxid oldat szükséges. A semlegesítés után (azonos hőmérsékletű) bárium-nitrát oldatot öntünk az oldathoz. A szulfát-csapadék keletkezése közben 66,5 J hőfejlődés tapasztalható.
a) Írja fel a csapadék képződésének ionegyenletét, és határozza meg a folyamat reakcióhőjét! $\Delta k H(BaSO_4(sz))$= –1466 kJ/mol, $\Delta k H(Ba^{2+}(aq))$= –538 kJ/mol, $\Delta k H(SO_4^{2-}(aq))$= –909 kJ/mol
b) Határozza meg, hány tömegszázalék kénsavat illetve salétromsavat tartalmaz a nitrálóelegy!

4/e-13 (2014. október, 6 feladat)
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 kén.

$\Delta k H(H_2S(g))$ = –20,6 kJ/mol, $\Delta k H(SO_2(g))$ = –296,8 kJ/mol, $\Delta k H(H_2O(f))$ = –285,8 kJ/mol
Ar(H) = 1,00; Ar(O) = 16,0; Ar(S) = 32,1;

a) Írjon egy példát a kén-dioxid környezetkárosító hatására!
b) Rendezze a kén-hidrogén és kén-dioxid között lejátszódó reakció egyenletét!

$$H_2S(g) + SO_2(g) = S(sz) + H_2O(f)$$

c) A megadott adatok alapján számítsa ki a fenti reakció reakcióhőjét 1 mol kéndioxidra vonatkoztatva!
d) Ha az ország kén-dioxid kibocsátását 1,00%-kal csökkentették volna ennek a reakciónak alkalmazásával, mekkora energiaváltozás kísérte volna a reakciót?
e) Hány tonna kén keletkezett volna a reakció során?
f) A fentiek alapján írjon két tényezőt, ami előnyössé teszi a fenti reakció alkalmazását!
g) Ha a kén-dioxid-tartalmú gázt fölös mennyiségű nátrium-hidroxid-oldaton vezetjük keresztül, szintén csökken a kén-dioxid-tartalom. Válaszát reakcióegyenlet felírásával indokolja!

4/e-15 (2015. október, 8. feladat)
A buta-1,3-dién hidrogénnel történő telítésének reakcióhőjét akarjuk meghatározni. Az alábbi adatok állnak rendelkezésünkre:

− 2,50 g buta-1,3-dién tökéletes elégetésekor 114 kJ hő szabadul fel, miközben vízgőz keletkezik.

− 2,50 g bután az előzővel azonos körülmények közötti elégetése során szintén 114 kJ hő szabadul fel.

− A vízgőz képződéshője: −242 kJ/mol.

Írja fel a buta-1,3-dién hidrogénnel történő telítésének reakcióegyenletét! A megadott adatok alapján számítsa ki a reakcióhőt!

4/e-16 (2016. május, 8. feladat)
A diizopropil-éter az éternél kevésbé illékony, tűzveszélyes folyadék, sűrűsége 0,725 g/cm^3.

A képződéshőjének meghatározására 0,500 cm^3 diizopropil-étert – megfelelő berendezésben – tökéletesen elégettek, így 14,24 kJ hő felszabadulását mértek. (A mérés során a víz lecsapódik.)

a) Írja fel a diizopropil-éter tökéletes égésének termokémiai reakcióegyenletét, majd határozza meg az egyenlethez tartozó reakcióhőt!
b) Határozza meg a diizopropil-éter képződéshőjét! Számításához használja a négyjegyű függvénytáblázatban található adatokat!

4/e-17 (2016. október, 9. feladat)

Folyamat	Egyenlet	A folyamatot kísérő energiaváltozás (kJ/mol)
A NaBr rácsenergiája	$NaBr(sz) = Na^+(g) + Br^-(g)$	+729
A NaBr képződéshője	$Na(sz) + 0,5\ Br_2(f) = NaBr(sz)$	–361
A Br2 párolgáshője és kötési energiája együttesen	$Br_2(f) = 2\ Br(g)$	+190
A Na rácsenergiája	$Na(sz) = Na(g)$	+100
A Na első ionizációs energiája	$Na(g) = Na^+(g) + e^-$	+502
A Br elektronaffinitása	**a)**	**b)**

Ismertek a következő folyamatokat kísérő energiaváltozások.

a) Írja fel a hiányzó folyamatot leíró reakcióegyenletet! (A Br elektronaffinitása.)
b) Számítsa ki a fenti adatok felhasználásával az a) pontban felírt folyamat energiaváltozását!

4/e-18 (2018. május, 6. feladat)
Egy nyílt láncú, telített szénhidrogénből és a tökéletes égéséhez szükséges mennyiségű oxigénből álló gázelegy 200 cm^3 térfogatú, 150 °C hőmérsékletű elegyét meggyújtjuk. A robbanást követően az égéstermékek össztérfogata a kiindulási hőmérsékleten és nyomáson mérve 240 cm^3.

a) Írja fel a szénhidrogén égésének általános reakcióegyenletét!
b) Határozza meg a szénhidrogén képletét!
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!)

$\Delta k\boldsymbol{H}$($H_2O(f)$) **= - 286 kJ/mol** $\Delta k\boldsymbol{H}$($CO_2(g)$) **= - 394 kJ/mol**

4/e-19 (2018. október, 7. feladat)
Egy égetett meszes zacskó tartalmának tömege, nedves helyen és szabad levegőn állás közben, megnőtt. A zacskóban lévő porszerű anyag egyenletes összekeverését (homogenizálását) követően kis mintákat veszünk belőle és vizsgálatokat végzünk velük: Az egyik mintát 10,0 %-os sósavba téve a por gázfejlődés nélkül feloldódik.

A másik, 1,15 g tömegű mintát kaloriméterben (hőmennyiség meghatározására szolgáló készülék) sósavval reagáltatjuk, és mérjük mennyi hő szabadul fel: 3,47 kJ hő felszabadulását mérjük.

a) Mire utal a gázfejlődés *nélküli* feloldódás a sósavban?
b) A tapasztalatokat is figyelembe véve mitől nőtt meg az égetett mész tömege állás közben?

c) Írja fel a porminta sósavban való feloldódásakor végbemenő reakciók ionegyenletét és számítsa ki a reakcióhőket! Ehhez a következő képződéshő-adatok közül választhatja ki a szükségeseket:

HCl(g): –92,5 kJ/mol	H^+(aq): 0,00 kJ/mol
CaO(sz): –636 kJ/mol	OH^-(aq): –230 kJ/mol
$Ca(OH)_2$(sz): –987 kJ/mol	Cl^-(aq):–168 kJ/mol
$CaCl_2$(sz): –796 kJ/mol	H_2O(f): –286 kJ/mol
Ca^{2+}(aq): –543 kJ/mol	

d) Számítással határozza meg, hogy az égetett mész hány százaléka alakult át állás közben!

OKTV feladatok

4/o-1 (2007/2/2/6)

Oláh György Nobel-díjas kémikus javaslata szerint a metanol nagyon jól használható energiahordozó lenne. Könnyebben szállítható és felhasználható, mint akár a hidrogén vagy a földgáz. Metánból, számtalan szerves anyagból, sőt akár szén-dioxidból is előállítható lenne.
A metanolt jelenleg leginkább szintézisgázból katalitikusan állítják elő:

$$CO(g) + 2\ H_2(g) = CH_3OH(g)\ Q = -91\ kJ/mol$$

A szintézisgázt metánból kiindulva nagy mennyiségben állítják elő a következő, magas hőmérsékleten lejátszódó reakciók segítségével:

$$CH_4(g) + H_2O(g) = CO(g) + 3\ H_2(g)\ Q = +\ 206\ kJ/mol$$
$$CH_4(g) + CO_2(g) = 2\ CO(g) + 2\ H_2(g)\ Q = +\ 247\ kJ/mol$$

A metán, illetve a hidrogén moláris égéshője (ha a víz nem csapódik le!) –803 kJ/mol, illetve –242 kJ/mol. A szén-dioxid képződéshője –394 kJ/mol.

a) Mennyi a metanol moláris égéshője (ha vízgőz keletkezik!)?

A metanol előállítására nagyon előnyös lenne a metán alacsonyabb hőmérsékleten lejátszódó részleges oxidációja, de egyelőre még nem találtak ipari méretekben is használható módszert és katalizátort.

$$CH_4(g) + 0{,}5\ O_2(g) = CH_3OH(g)$$

b) Mi ennek a reakciónak a reakcióhője?

c) 1 m^3 járműhajtásra használt metanol, hidrogén vagy metán elégetésekor szabadul-e fel több hő?

A metanol sűrűsége 0,79 g/cm^3. A járművekben a komprimált földgázt/metánt 20 MPa, a hidrogént 70 MPa nyomású tartályokban tárolják. A becsléshez a szobahőmérsékletű (25 °C), nagy nyomású gáz is ideálisnak tekinthető.

A megoldás során csak a feladatban feltüntetett hőtani adatokat használja!

4/o-2 (2009/2/2/3)

Tanulságos dolog a telítetlen és aromás szénhidrogének hidrogénezésének energiaviszonyait vizsgálni. Ezt megtehetjük közvetlenül, mérés útján is, de gyakran egyszerűbb valamilyen közvetett számítási módszert keresni. Ebben a feladatban a ciklohexén és a benzol hidrogénezési hőjét számítjuk ki. (A folyamatok végterméke mindkét esetben ugyanaz.)

a.) ***Határozza meg az említett reakcióhőket úgy, hogy csak az alábbi termokémiai adatokat használhatja fel!*** (Minden érték 25 °C-ra és standard nyomásra érvényes.)

- a benzol égéshője –3274 kJ/mol;
- a ciklohexén égéshője –3758 kJ/mol;
- a ciklohexán égéshője –3924 kJ/mol;
- a folyékony víz képződéshője –286 kJ/mol.

b.) Hasonlítsa össze a benzol hidrogénezési hőjét a ciklohexén hidrogénezési hőjének háromszorosával! Milyen következtetést vonhatunk le az eredményből?

4/o-3 (2010/2/2/5)

Miért $MgCl_2$ keletkezik a magnézium és a klór reakciójában, miért nem MgCl vagy $MgCl_3$?

A szokásos válasz az, hogy a magnéziumatom két elektron leadásával éri el a nemesgázszerkezetet. Ebben a feladatban energetikai oldalról vizsgáljuk meg a lehetséges folyamatokat, és így próbálunk meg pontosabb választ adni a kérdésre.

A kémiai reakciók egyik hajtóereje az energia felszabadulása. A vizsgált esetben elmondhatjuk, hogy az exoterm reakciók – a megfelelő aktiválási energia biztosítása esetén – önként teljesen végbemennek, a számottevő energiabefektetést igénylő endoterm folyamatok viszont egyáltalán nem játszódnak le.

A megadott adatok segítségével határozza meg a következő reakciók reakcióhőjét!
A kapott eredményeket elemezve, a fentiek figyelembevételével adjon választt a feltett kérdésre!

$$Mg(sz) + 1/2\ Cl_2(g) \rightarrow MgCl(sz)$$
$$Mg(sz) + Cl_2(g) \rightarrow MgCl_2(sz)$$
$$Mg(sz) + 3/2\ Cl_2(g) \rightarrow MgCl_3(sz)$$
$$2\ MgCl(sz) \rightarrow MgCl_2(sz) + Mg(sz)$$

	jelölés	ΔH (kJ/mol)
a magnézium szublimációs hője	$\Delta^{g}_{sz}H$	+146
a magnézium első ionizációs energiája	Ei,1	+736
a magnézium második ionizációs energiája	Ei,2	+1448
a magnézium harmadik ionizációs energiája	Ei,3	+7740
a Cl–Cl kötési energia	Edissz	+242
a klór elektronaffinitása	Eea	–364
a magnézium(I)-klorid rácsenergiája	ErI	+753
a magnézium(II)-klorid rácsenergiája	ErII	+2500
a magnézium(III)-klorid rácsenergiája	ErIII	+5500

4/o-4 (2011/2/2/4)

Az alábbi táblázatban a szén különböző módosulatainak számított atomizációs hőjét és képződéshőjét tüntettük fel. (Az atomizációs hő szemléletes jelentése: az adott anyag vagy részecske 1 móljának szabad, gázhalmazállapotú atomjaira bontásához szükséges energia.)

	Δat$H$ / kJ·mol^{-1}	ΔkH / kJ·mol^{-1}
C(grafit)	716,7	**ΔkH(gr)**
C(gyémánt)	714,8	**ΔkH(gy)**
C(g)	0	**ΔkH(C)**
C_2(g)	**Δat$H$(C_2)**	831,9

a) A megadott adatok segítségével számítsa ki a táblázatban jelölt mennyiségeket!
b) Számítsa ki, hogy mekkora a szén-szén kötések kötési energiája a gyémántban és a gázhalmazállapotú C_2 molekulában!

A grafitban a szén-szén kötések kötési energiája 473,3 kJ/mol.

c) Vesse össze ezt az értéket a grafit atomizációs hőjével! Milyen újabb adatra következtethetünk az összevetésből?

4/o-5 (2013/2/2/4)

a) A táblázatban szereplő (25 °C-ra vonatkozó) termokémiai adatok segítségével határozzameg a HF(aq) → H^+(aq) + F^-(aq) folyamat reakcióhőjét!

A folyamat megnevezése	Reakcióegyenlet	Jelölés	Folyamathő (kJ/mol)
a HF(g) hidratációs hője	HF(g) → HF(aq)	ΔH_1	–48
a HF(g) kötésfelszakítási energiája	HF(g) → H(g) + F(g)	ΔH_2	570
a fluoratom elektronaffinitása	F(g) + e– → F^-(g)	ΔH_3	–328
a hidrogénatom ionizációs energiája	H(g) → H^+(g) + e–	ΔH_4	1312
a hidrogénion hidratációs hője	H^+(g) → H^+(aq)	ΔH_5	–1110
a fluoridion hidratációs hője	F^-(g) → F^-(aq)	ΔH_6	–504

Megoldások

Középszintű érettségi

4/k-1 (2005. május, 5. feladat B) **15 pont**

a) $\Delta r H$ = $\Delta k H$(keletkezett termékek) − $\Delta k H$(kiindulási vegyületek) ***1 pont***

A metán égéshőjének kiszámítása:

$CH_4(g) + 2\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(f)$ ***1 pont***

$\Delta r H = 2\cdot(-286{,}0) + (-394{,}0) - (-74{,}9)$ ***1 pont***

$\Delta r H = -891{,}1$ kJ/mol ***1 pont***

A propán égéshőjének kiszámítása:

$C_3H_8(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 3\ CO_2(g) + 4\ H_2O(f)$ ***1 pont***

$\Delta r H = 4\cdot(-286{,}0) + 3\cdot(-394{,}0) - (-104{,}0)$ ***1 pont***

$\Delta r H = -2222{,}0$ kJ/mol ***1 pont***

b) 1,00 dm^3 gázelegyben levő metán és propán anyagmennyiségének kiszámítása:

$V(CH_4)$ = 0,400 dm3; $V(C_3H_8)$ = 0,600 dm3 ***1 pont***

$n(CH_4)$ = 0,0163 mol ***1 pont***

$n(C_3H_8)$ = 0,0245 mol ***1 pont***

A hőmennyiség:

$Q = n(CH_4)\cdot \Delta r H(CH_4) + n(C_3H_8)\cdot\Delta r H(C_3H_8)$ ***1 pont***

$\boldsymbol{Q}$ = 0,0163·(−891,1) + 0,0245·(−2222,0) = **−69,0 kJ** ***1 pont*** (vagy: 69,0 kJ hőmennyiség szabadult fel).

c) Az elegyben lévő anyagok tömege:

$n(CH_4)$ = 0,0163 mol·16 g/mol = 0,2608 g ***1 pont***

$n(C_3H_8)$ = 0,0245 mol·44 g/mol = 1,0780 g ***1 pont***

m = **1,34 g** ***1 pont***

(Ha az a) kérdésben rossz eredményre jutott, de ezzel az eredménnyel helyesen számol tovább, a b) kérdésre jár a pont.)

4/k-2 (2006. február, 5. feladat) **15 pont**

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

Etanol helyes képlete: ***1 pont***

$C_2H_6O + 3\ O_2 = 2\ CO_2 + 3\ H_2O$ ***1 pont***

$\Delta r H$ = 2(–394) + 3(–242) – (–278) ***1 pont***

$\Delta r H$ = – 1236 kJ/mol ***1 pont***

b) Oktán helyes képlete: ***1 pont***

$C_8H_{18} + 12{,}5\ O_2 = 8\ CO_2 + 9\ H_2O$ ***1 pont***

$\Delta r H$ = 8(–394) + 9(–242) – (–372) ***1 pont***

$\Delta r H$ = -4958 kJ/mol ***1 pont***

c) m(oktán) = ρ * V = 1000 cm3 * 0,72 g/cm3 = 720 g ***1 pont***

n(oktán) =720g / 114g /mol = 6,32 mol ***1 pont***

ΔH = 6,32 mol * (–4958) kJ/mol = – 31335 kJ ***1 pont***

n(etanol) =31335 / 1236 = 25,3 mol ***1 pont***

m(etanol) = 25,3 mol * 46 g/mol = 1165 g

V(etanol) = 1165 g / 0,79 g/cm^3 = 1475 cm3 ***1 pont***

1,48 liter etanolt kell elégetni. ***1 pont***

4/k-3 (2006. október, 8. feladat) **14 pont**

a) A folyamat reakcióhője:

$\Delta r H = 2 \cdot \Delta k H$(citromsav) + $3 \cdot \Delta k H(H_2O(f))$ – $\Delta k H$(szacharóz) ***2 pont***

$\Delta r H$ = –3088 – 858 + 2226 = –1720 kJ/mol ***1 pont***

b) m(szacharóz) = 20,0 kg · 0,650 = 13,0 kg ***1 pont***
M(szacharóz) = 342 g/mol,
n(szacharóz) = 13,0·103 g / 342,0 g/mol = 38,01 mol ***1 pont***
n(citromsav) = 2 · n(szacharóz) = 76,02 mol ***1 pont***
M(citromsav) = 192 g/mol
m(szacharóz) = 76,02 mol · 192,0 g/mol = 14597 g = 14,6 kg ***1 pont***
Az oldat tömegét a reakcióban résztvevő oxigén is növeli:
$n(O_2)$ = 3· n(szacharóz) = 114,03 mol ***1 pont***
$m(O_2)$ = 114,03 mol · 32,0 g/mol = 3649 g ***1 pont***
m(oldat) = 20,0 kg + 3,65 kg = 23,65 kg ***1 pont***
Az oldat **tömeg%-a citromsavra**: 14,6 / 23,65·100 = **61,7 %.** ***1 pont***
(rossz oldattömeggel való számolás esetén is jár az utolsó 1 pont)
c) A felszabaduló hő: Q = n(szacharóz) · ΔrH ***2 pont***
n(szacharóz) = 38,01 mol
Q = 38,01 mol · (–1720 kJ/mol) = **–6,54·104 kJ**, tehát **6,54·104 kJ** hő szabadul fel. ***1 pont***
(Ha a b) kérdésben rossz eredményre jutott, de ezzel az eredménnyel helyesen számol tovább, a c) kérdésre jár a pont.)

4/k-4 (2007. május, 5. feladat B) **15 pont**
a) A glükóz képlete. ***1 pont***
$C_6H_{12}O_6$ (sz) + 6 O_2 (g) = 6 CO_2 (g) + 6 H_2O (f)
– helyes képletek megadása 1 pont
– reakcióegyenlet rendezése 1 pont) ***2 pont***
ΔrH = [6 · Δk$H(CO_2)$ + 6 · Δk$H(H_2O$, f)] – Δk$H(C_6H_{12}O_6)$ = [6 · (–394 kJ/mol) + 6 · (–286 kJ/mol)] – (–1271 kJ/mol) ***3 pont***
ΔrH = –2809 kJ/mol ***1 pont***
b) 1,00 dm^3, azaz 1,00 liter vérben 1,00 g szőlőcukor van, ***1 pont***
M(szőlőcukor) = 180 g/mol ***1 pont***
n(szőlőcukor) = m/M = 1,00 g / 180 g/mol= 0,00556 mol= 5,56 mmol ***1 pont***
a vércukorszint: 5,56 mmol/l ***1 pont***
c) 1 napi munka 12000 kJ energiát igényel, 1 mol szőlőcukor 2809 kJ energiát termel
n(szőlőcukor)= 12000 kJ/ 2809 kJ/mol = 4,27 mol/nap ***3 pont***
m(szőlőcukor) = n · M= 4,27 mol/nap ·180 g/mol= **769 g/nap** ***1 pont***

4/k-5 (2008. október, 8. feladat) **13 pont**
a) $M(N_2O)$ = 44 g/mol
$M(NH_4NO_3)$ = 80 g/mol ***1 pont***
$n(N_2O)$ = (5,50 g) : (44 g/mol) = 0,125 mol ***1 pont***
$N(N_2O)$ = 0,125 mol · 6·1023 db/mol = 7,50 · 1022 db
A patron 7,50 · 1022 db molekulát tartalmaz. ***1 pont***
b) $NH_4NO_3 = N_2O + 2\ H_2O$ ***1 pont***
10 darab patron töltéséhez 1,25 mol kéjgáz szükséges. ***1 pont***
1,25 mol kéjgázhoz 1,25 mol NH_4NO_3 szükséges ***1 pont***
$m(NH_4NO_3)$ = 1,25 mol · 80 g/mol = 100 g
100 gramm ammónium-nitrátra van szükség. ***1 pont***
c) 3 N_2O(g) + 2 NH_3(g) = 4 N_2(g) + 3 H_2O(g) ***2 pont***
Hess tételének ismerete vagy alkalmazása ***1 pont***
ΔrH = 3·ΔkH [H_2O(g)] – 3·ΔkH [N_2O(g)] – 2·ΔkH [NH_3(g)] ***1 pont***
Behelyettesítve az adatokat: **ΔrH = – 880 kJ/mol** ***1 pont***
A reakcióhő helyes mértékegységéért (kJ/mol). ***1 pont***

4/k-6 (2009. május, 7. feladat) **12 pont**

a) Az izotópok azonos rendszámú (protonszámú), de különböző tömegszámú (neutronszámú) atomok. ***1 pont***

$_{92}^{235}U$: 92 proton, 143 neutron, és $_{92}^{236}U$: 92 proton, 144 neutron ***2 pont***

b) $n(^{235}U)$ = 1,00 g / 235 g/mol = 4,26 · 10^{-3} mol ***1 pont***

$\boldsymbol{Q}$ = 4,26 · 10^{-3} mol · (–1,90·10^{10} kJ/mol) = – 8,09·10^{7} kJ

Tehát **8,09·10^{7} kJ** hő szabadul fel. ***1 pont***

c) $V(C_8H_{18})$ = 1,00 dm^3, $m(C_8H_{18})$ = 1000 cm^3 · 0,703 g/cm^3 = 703 g ***1 pont***

$M(C_8H_{18})$ = 114,0 g/mol, $n(C_8H_{18})$ = 703 g / 114,0 g/mol = 6,17 mol ***1 pont***

Az égés egyenlete: $C_8H_{18}(g) + 12{,}5\ O_2(g) = 8\ CO_2(g) + 9\ H_2O(f)$ ***1 pont***

$\Delta rH = 8 \cdot \Delta kH(CO_2(g)) + 9 \cdot \Delta kH(H_2O(f)) - \Delta kH(C_8H_{18}(g))$ ***1 pont***

ΔrH = –3152 – 2574 – (–209) = –5517 kJ/mol

A felszabaduló hőmennyiség: $\boldsymbol{Q}$ = 6,17 mol · 5517 kJ/mol = **3,40·10^{4} kJ** ***1 pont***

(Ha 1,00 l gázzal számolt: 1/24,5 mol → **225 kJ** adódik, ami teljes pontszámot ér.)

d) $\boldsymbol{V(C_8H_{18})}$ = (8,09·10^{7} kJ/3,40·10^{4} kJ)·1,00 dm^3 = 2379 dm^3 = **2,38·10^{3} liter** ***2 pont***

(A c) pontban kapott 225 kJ-lal számolva **360 ezer liter** benzin adódik.)

(Bármely más helyes levezetés elfogadható!)

4/k-7 (2009. október, 8. feladat) **15 pont**

a) m(metanol)= ρ · V = 0,7910 g/cm^3 · 100,0 cm^3 = 79,10 g ***1 pont***

n(metanol)= m/M = 79,10 g / 32,00 g/mol = 2,472 mol ***1 pont***

n(metanolból származó CO_2)= n(metanol)

V(metanolból származó CO_2)= $n \cdot V_m$= 2,472 mol · 24,50 dm^3/mol = **60,56 dm^3** ***1 pont***

m(etanol)= ρ · V = 0,7890 g/cm^3 · 100,0 cm^3 =78,90 g

n(etanol)= m/M = 78,90 g / 46,00 g/mol = 1,715 mol ***1 pont***

n(etanolból származó CO_2)= 2 · n(etanol)

V(etanolból származó CO_2)= $n \cdot V$m= 3,430 mol · 24,50 dm^3/mol = **84,04 dm^3** ***1 pont***

b) $\Delta rH(\text{metanol}) = 2 \cdot \Delta kH(CO_2) + 4 \cdot \Delta kH(H_2O) - 2 \cdot \Delta kH(CH_3OH)$ =

= 2·(–394,0 kJ/mol) + 4·(–242,0 kJ/mol) – 2·(–238,8 kJ/mol) = **–1278 kJ/mol**

$\Delta rH(\text{etanol}) = 2 \cdot \Delta kH(CO_2) + 3 \cdot \Delta kH(H_2O) - \Delta kH(C_2H_5OH)$ =

= 2·(–394,0 kJ/mol) + 3·(–242,0 kJ/mol) – (–277,8 kJ/mol)= **–1236 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(metanolból) = ΔrH(metanol) / 2· n(metanol) = (–1278 kJ/mol/2) · 2,472 mol =

Q(metanolból) = **–1580 kJ** ***2 pont***

Q(etanolból)= ΔrH(etanol) · n(etanol) = –1236 kJ/mol · 1,715 mol = **–2120 kJ** ***1 pont***

d) Egységnyi CO_2 térfogatra vonatkoztatott hőtermelés:

metanol: – 1580 kJ/60,56 dm^3 = 26,1 kJ/dm^3 ***1 pont***

etanol: – 2120 kJ/84,04 dm^3 = 25,2 kJ/dm^3 ***1 pont***

Tehát a **metanol** ad több energiát egységnyi CO_2 térfogatra vonatkoztatva.

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/k-8 (2010. május, 8. feladat) **14 pont**

a) $6\ CO_2 + 6\ H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$ ***1 pont***

$\Delta rH = \Delta kH(C_6H_{12}O_6) - 6\ \Delta kH(CO_2) - 6\ \Delta kH(H_2O)$ ***1 pont***

ΔrH = –1275 – 6·(–394) – 6·(–286) = 2805 kJ/mol

1 pont a helyes számadatért

1 pont a helyes mértékegységért ***2 pont***

b) $M(C_6H_{12}O_6)$ = 180 g/mol ***1 pont***

$n(C_6H_{12}O_6)$ = 1000 g / 180 g/mol = 5,555 mol ***1 pont***

1,000 kg cukor szintézise esetén a szükséges energia:

$\boldsymbol{Q}$**r** = 5,555 mol · 2805 kJ/mol = **15 582 kJ**

1 pont a helyes számadatért
1 pont a helyes mértékegységért ***2 pont***

c) $C_6H_{12}O_6 = 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$ ***2 pont***

Ha a kiindulási anyagok és termékek helyesek, de a rendezés nem: 1 pont.

d) Az alkoholos erjedés reakcióhője:

$\Delta r H = 2\ \Delta k H(C_2H_5OH) + 2\ \Delta k H(CO_2) - \Delta k H(C_6H_{12}O_6)$ ***1 pont***

$\Delta r H = 2\cdot(-278) + 2\cdot(-394) - (-1275) = -69{,}0$ kJ/mol ***1 pont***

Ez a fotoszintézishez szükséges energiának 100 · 69/2805 = **2,46%-a** ***2 pont***

4/k-9 (2010. október, 8. feladat) **11 pont**

a) 100 g vegyületből kiindulva:

83,3 g szenet és 16,7 g hidrogén tartalmaz a vegyület ***1 pont***

n(C) = 83,3 g / 12,0 g/mol = 6,94 mol, n(H) = 16,7 mol ***1 pont***

n(C) : n(H) = 6,94 : 16,7 = 1 : 2,4 = 5 : 12 ***1 pont***

A vegyület képlete: $\mathbf{C_5H_{12}}$ ***1 pont***

b) Az égés egyenlete: $C_5H_{12} + 8\ O_2 = 5\ CO_2 + 6\ H_2O$ ***2 pont***

(a helyes kiindulási anyagok és termékek felírásáért 1 pont jár)

c) A táblázatból a pentán felel meg ennek a képletnek: Δ kH(C5H12) = –147 kJ/mol *a helyes képződéshő kiválasztása* ***1 pont***

$\Delta r H = 5 \cdot \Delta k H(CO_2(g)) + 6\cdot \Delta k H(H_2O(f) - \Delta k H(C_5H_{12})$ (vagy alkalmazása) ***1 pont***

$\Delta \mathbf{r}\boldsymbol{H} = 5 \cdot (-394) + 6 \cdot (-286) - (-147)$ kJ/mol = **–3539 kJ/mol** ***1 pont***

d) $M(C_5H_{12})$ = 72,0 g/mol, $n(C_5H_{12})$ = 14,4 g / 72,0 g/mol = 0,200 mol ***1 pont***

0,20 mol szénhidrogén elégésekor: Qr = 0,200 · (–3539) = –707,8 kJ

Az égetés során **708 kJ** hő szabadult fel. ***1 pont***

4/k-10 (2012. május, 6. feladat B) **11 pont**

a) m(CO) = 12,0 mol · 28,00 g/mol = 336,0 g

$m(O_2)$ = 4,00 mol · 32,00 g/mol **=** 128,0g ***1 pont***

m(elegy) = 336,0 + 128,0 = 464,0 g ***1 pont***

tömeg%-os összetétel: 336,0/464,0·100 = **72,4% CO,** 128,0/464,0·100 **= 27,6% O_2** ***1 pont***

b) A lejátszódó reakció: $2\ CO + O_2 = 2\ CO_2$ (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***

az oxigén mennyisége a meghatározó ezzel reagál: n(CO) = 8,00 mol

keletkezik: $n(CO_2)$ = 8,00 mol ***1 pont***

marad: n(CO) = 4,00 mol ***1 pont***

n(elegy) = 8,00 + 4,00 = 12,0 mol ***1 pont***

anyagmennyiség%-os összetétel: 8,00/12,0·100 = **66,7% CO_2**, 4,00/12,0·100 = **33,3% CO** ***1 pont***

c) 1 mol CO-ra vonatkoztatva a reakcióhő: $\Delta r H = \Delta k H(CO_2(g)) - \Delta k H(CO\ (g))$ = ***1 pont***

= –394,4 kJ/mol – (–113,4 kJ/mol) = –281 kJ/mol ***1 pont***

n(CO) = 8,00 mol,

$\boldsymbol{Q}$**r** = – 281 kJ/mol · 8,00 mol = **–2248 kJ** ***1 pont***

(Csak a megfelelő előjel használata / helyes fogalmazás esetén jár a pont.)

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/k-11 (2012. október, 8. feladat) **9 pont**

a) A répacukor molekulaképlete: $C_{12}H_{22}O_{11}$

égésének reakcióegyenlete: $C_{12}H_{22}O_{11} + 12\ O_2 = 12\ CO_2 + 11\ H_2O$ ***2 pont***

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

Az égésre vonatkozó reakcióhő kiszámítható: $\Delta r H = \Delta k H$(keletkezett termékek) – $\Delta k H$(kiindulási anyagok) (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***

ΔrH = 12·(–394) kJ/mol + 11·(–286) kJ/mol – (–2218) kJ/mol = – 5656 kJ/mol ***1 pont***

0,500 dm^3 üdítőben: $m(C_{12}H_{22}O_{11})$ = 5 · 11,2 g = 56,0 g ***1 pont***

$M(C_{12}H_{22}O_{11})$ = 342 g/mol, $n(C_{12}H_{22}O_{11})$ = 56 / 342 mol = 0,164 mol ***1 pont***

Az égése során felszabaduló hő: Q = 0,164 mol · (–5656 kJ/mol) = –927,6 kJ

Q = 927,6 : 4,18 = **222 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 · 927,6 / 9196 = **10,1 %**-át teszi ki. ***1 pont***

3/k-12 (2014. május, 7. feladat) **12 pont**

a) n(C) : n(H) : n(O) = (64,29:12) : (7,14 : 1) : (28,57:16) = ***1 pont***

5,36 : 7,14 : 1,79 = 3 : 4 : 1 ***1 pont***

A tapasztalati képlet: **C_3H_4O** ***1 pont***

b) az egyetlen O-atom miatt a tapasztalati képlet megegyezik a molekulaképlettel (vagy a moláris tömeggel számol**) C_3H_4O** ***1 pont***

a konstitúció: **CH_2=CH–CHO** ***1 pont***

c) $m(C_3H_4O)$ = 10 cm^3 · 0,840 g/cm^3 = 8,4 g

$n(C_3H_4O)$ = 8,4 g : 56 g/mol = 0,15 mol ***2 pont***

az égetés egyenlete: $C_3H_4O(f) + 3{,}5\ O_2(g) = 3\ CO_2(g) + 2\ H_2O(f)$ ***1 pont***

Hess tételének ismerete: ***1 pont***

ΔrH = 3 · (–394) + 2 · (–286) - (–74) = –1680 kJ/mol ***2 pont***

ΔH = 0,15 mol · (–1680) kJ/mol = –252 kJ

az égetéskor **252 kJ hő szabadult fel.** ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/k-13 (2015. október, 8. feladat) **11 pont**

a) A mangán(IV)-oxid és alumíniumpor reakciója: $3\ MnO_2 + 4\ Al = 3\ Mn + 2\ Al_2O_3$

(Helyes képletek felírása 1 pont, helyes együtthatók feltüntetése 1 pont.) ***2 pont***

b) Hess tételének ismerete: ***1 pont***

A folyamat reakcióhője: ΔrH = −1671 kJ/mol - (-823 kJ/mol) = **-848 kJ/mol** ***2 pont***

c) A reakcióba lépő alumínium anyagmennyisége: *n(Al)* = 8,10 g / 27,0 g/mol = 0,300 mol ***1 pont***

A reagáló vas(III)-oxid anyagmennyisége: $n(Al_2O_3) = 0{,}5n(Al)$ = 0,150 mol ***1 pont***

Tömege: $m(Al_2O_3)$ = 0,150 mol ·160 g/mol = 24,0 g ***1 pont***

A reakció után visszamaradt vas(III)-oxid tömege: $m\ (Al_2O_3)$ = (30,0 − 24,0) g = **6,00 g** ***1 pont***

d) Q = 2,00 mol /0,30 mol ·848 kJ = **127 kJ** ***2 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/k-14 (2016. május, 8. feladat) **16 pont**

a) $C_3H_5N_3O_9 = 3\ CO_2 + 2{,}5\ H_2O + 1{,}5\ N_2 + 0{,}25\ O_2$ vagy ennek többszöröse, például:

$4\ C_3H_5N_3O_9(f) = 12\ CO_2(g) + 10\ H_2O(g) + 6\ N_2(g) + O_2(g)$

A helyes sztöchiometriai számok egyenként 1 pont: ***5 pont***

b) $\Delta rH = \sum \Delta kH$(termékek) – $\sum \Delta kH$(reagensek) /vagy ennek alkalmazása/ ***1 pont***

ΔrH = 12(–394 kJ/mol) + 10(–242 kJ/mol) – 4(–370 kJ/mol) = **–5668 kJ/mol**

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

M(nitroglicerin) = 227 g/mol ***1 pont***

1,00 g nitroglicerinre: Q(nitroglicerin) = -5668 kJ / 4*227 g = **–6,24 kJ/g** ***1 pont***

Az éter égése: $C_4H_{10}O(f) + 6\ O_2(g) = 4\ CO_2(g) + 5\ H_2O(g)$ ***2 pont***

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

ΔrH = 4(–394 kJ/mol) + 5(–242 kJ/mol) – (–272 kJ/mol) = **–2514 kJ/mol** ***1 pont***

M(éter) = 74 g/mol,

1,00 g éter égésekor: *Q*(éter) = -2514 kJ / 74 g = **–34,0 kJ/g** ***1 pont***

c) A nitroglicerin 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).

4/k-15 (2017. május, 5. feladat)

a) $C_3H_8(g) + 5\ O_2(g) = 3\ CO_2(g) + 4\ H_2O(f)$ ΔrH_1 ***2 pont***

$C_4H_{10}(g) + 6{,}5\ O_2(g) = 4\ CO_2(g) + 5\ H_2O(f)$ ΔrH_2 ***2 pont***

(1 pont a helyes képletért, 1 pont a rendezett egyenletért.)

b) $\Delta rH_1 = 3\Delta kH(CO_2(g)) + 4\Delta kH(H_2O(f)) - \Delta kH(C_3H_8(g)) = 3 \cdot (-394) + 4 \cdot (-286) – (-104) =$ = **-2222 kJ / mol** ***2 pont***

$\Delta rH_2 = 4\Delta kH(CO_2(g)) + 5\Delta kH(H_2O(f)) - \Delta kH(C_4H_{10}(g)) = 4 \cdot (-394) + 5 \cdot (-286) – (-144)$ = **-2862 kJ / mol** ***2 pont***

(1 pont a Hess-tétel alkalmazásáért, 1 pont a reakció kiszámításáért.)

c) Vm = 24,5 dm^3/mol ***1 pont***

A gázelegy anyagmennyisége: $n = V / V$m = 2000 dm^3 / 24,5 dm^3 / mol = **81,6 mol** ***1 pont***

A gázelegy térfogatszázalékos összetétele megegyezik az anyagmennyiség százalékos összetételével (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***

$n(C_3H_8)$ = 81,6 mol·0,45 = **36,7 mol** ***1 pont***

$n(C_4H_{10})$ = 81,6 mol - 36,7 mol = **44,9 mol** ***1 pont***

A felszabaduló hőmennyiség:

Q = 36,7 mol·2222 kJ/mol + 44,9 mol·2862 kJ/mol = 210051 kJ = **$2{,}10 \cdot 10^5$ kJ** ***2 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/k-16 (2019. május, 5. feladat B) **12 pont**

a) **$\Delta kH(H_2O(f))$** = - 242 – 44 = **- 286 kJ/mol** ***1 pont***

b) $CH_3CH_2OH(f) + 3\ O_2(g) = 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(g)$ ***1 pont***

ΔrH = 2 · (-394) + 3· (-242) – (-278) = **- 1236 kJ/mol** ***2 pont*** *(Hess-tételének helyes alkalmazásáért 1 pont adható.)*

c) Az alkohol égésekor felszabaduló hő kiszámítása ***3 pont***

- *m*(etanol) = 0,789 g/cm^3 · 100 cm^3 = 78,9 g
- *n*(etanol) = 78,9 g : 46 g/mol = 1,715 mol
- *Q* = 1,715 mol · 1236 kJ/mol = 2120 kJ

A víz elpárologtatására fordított hő ennek 15,0 %-a: 318 kJ ***1 pont***

Ez 318 : 44 = 7,23 mol, vagyis 130 g víz elpárologtatásához elegendő. ***1 pont***

Maximum 130 cm^3 víz keverhető az alkoholhoz, hogy be tudjuk gyújtani. ***1 pont***

Az elegy ***minimum*** [78,9 : (78,9 + 130)] · 100 = **37,8 tömegszázalékos**. ***2 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

Emelt szintű érettségi

4/e-1 (2002 V/2) **10 pont**

$\Delta rH = \Delta kH$(termékek) - ΔkH(kiindulási anyagok)

Azaz $\Delta rH = \Delta kH(CO) + \Delta kH(H_2) - [\Delta kH(C) + \Delta kH(H_2O)]$ ***1 pont***

Mivel az elemek képződéshője nulla, $\Delta rH = \Delta kH(CO) - \Delta kH(H_2O)$ ***1 pont***

$\Delta kH(CO) = \Delta H_1 - \Delta H_2/2$ ***1 pont***
$\Delta kH(H_2O) = \Delta H_3/2$ ***1 pont***
Behelyettesítve: $\Delta rH = -394 - (-566/2) - (-484/2)$ ***1 pont***
Tehát a reakcióhő (ΔrH) = 131 kJ/mol ***1 pont***
Mivel a folyamat endoterm, a hőmérséklet emelése az egyensúlyt a termékképződés irányába tolja el. ***2 pont***
Mivel a reakció során a gázmolekulák számának növelésével a nyomás nő, a nyomás növelése az egyensúlyt a kiindulási anyagok keletkezésének irányba tolja el. ***2 pont***

4/e-2 (2003 V/1) **5 pont**

$C(sz) + O_2(g) = CO_2(g)$ $\Delta rH_1 = -394$ kJ/mol ***1 pont***

1 kg szén elégetésekor felszabaduló energia: (1000 g / 12 g/mol) ·394 kJ/mol = 32833 kJ ***1 pont***
$C_3H_8(g) + 5\ O_2(g) = 3\ CO_2(g) + 4\ H_2O(g)$ ***1 pont***

A propán égéshője: ΔrH_2= 3 (-394 kJ/mol) + 4 (-242 kJ/mol) – (-105 kJ/mol) = -2045 kJ/mol

1 pont
1 kg propán égésekor felszabaduló energia: (1000 g / 44 g/mol) 2045 kJ/mol = 46477 kJ
Tehát a propán égésekor szabadul fel több energia. ***1 pont***

4/e-3 (2004. május, 7. feladat)
1. D ***1 pont***
2. *a, c, f, i* ***csak együtt értékelhető: 1 pont***
3. A reakcióegyenletek és a reakcióhők:

$Na_2CO_3(sz) + 2\ H^+(aq) = 2\ Na^+(aq) + H_2O(f) + CO_2(g)$ ***1 pont***

$\Delta rH_1 = 2\ \Delta kH[Na_+(aq)] + \Delta kH[H_2O(f)] + \Delta kH[CO_2(g)] – \Delta kH[Na_2CO_3(sz)]$

$\Delta rH_1 = –28$ kJ/mol ***1 pont***

$Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O(sz) + 2\ H^+(aq) = 2\ Na^+(aq) + 11\ H_2O(f) + CO_2(g)$ ***1 pont***

$\Delta rH_2 = 2\ \Delta kH[Na^+(aq)] + 11\ \Delta kH[H_2O(f)] + \Delta kH[CO^2(g)] – kH[Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O(sz)]$

$\Delta rH_2 = 62$ kJ/mol ***1 pont***

$NaHCO_3(sz) + H^+(aq) = Na^+(aq) + H_2O(f) + CO_2(g)$ ***1 pont***

$\Delta rH_3 = \Delta kH[Na^+(aq)] + \Delta kH[H_2O(f)] + \Delta kH[CO_2(g)] – \Delta kH[NaHCO_3(sz)]$

$\Delta rH_3 = 28$ kJ/mol ***1 pont***

A vegyület azonosítása (például): Csak a vízmentes nátrium-karbonát lehet, hiszen az az egyetlen exoterm. ***1 pont***

Ennek ellenőrzése: 2,650 g Na_2CO_3 (M = 106 g/mol): 2,650 g / 106 g/mol = 0,025 mol, a mért adatokból a reakcióhő: $\Delta rHx = -$ 0,700 kJ / 0,025 mol = –28 kJ/mol. ***1 pont***

4/e-4 (2005. október, 6. feladat) **8 pont**

$C_{12}H_{22}O_{11}(sz) + 12\ O_2(g) \rightarrow 12\ CO_2(g) + 11\ H_2O(f)$ ***2 pont***

(1 pont a szén-dioxid és a víz sztöchiometriai számáért, 1 pont az oxigén sztöchiometriai számáért.)
$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = m/M$ = 5,000 g / 342,0 g/mol = 0,01462 mol ***1 pont***

$\Delta rH = Q/n(C_{12}H_{22}O_{11})$= –82,69 kJ / 0,01462 mol = –5656 kJ/mol ***1 pont***

$\Delta rH = [12 \cdot \Delta kH(CO_2) + 11 \cdot \Delta kH(H_2O)] – [\Delta kH(C_{12}H_{22}O_{11}) + 12 \cdot \Delta kH(O_2)]$

$\Delta k H(CO_2) = \Delta r H1$, $\Delta k H(H_2O) = \Delta r H_2/2$ ***2 pont***

– 5656 kJ/mol = [12·(–394,0 kJ/mol) + 11·(–286,0 kJ/mol)]–[X + 12·(0,000 kJ/mol)] ***1 pont***

X = $\Delta k H(C_{12}H_{22}O_{11})$ = –2218 kJ/mol ***1 pont***

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

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)
(A reakcióhő előjelének hibája esetén maximum 6 pont adható. Ebben az esetben a szacharóz képződéshőjére –13530 kJ/mol adódik.)

4/e-5 (2007. május, 8. feladat) **11 pont**

a) Nátriummal gázfejlődés közben a hidroxilcsoportot, illetve karboxilcsoportot tartalmazó vegyületek reagálnak. ***1 pont***

A reagáló nátrium, illetve a keletkező hidrogéngáz anyagmennyisége:

$n(Na) = m/M$ = 0,0400 mol; $n(H_2) = V/Vm$ = 0,0200 mol. ***1 pont***

Az ismeretlen oxigéntartalmú szerves vegyület anyagmennyisége a reagáló nátrium anyagmennyiségével azonos, tehát moláris tömege:

$M(C_xH_yO_z)$ = 1,84 g / 0,0400 mol = 46,0 g/mol. ***2 pont***

A nátriummal reagáló oxigéntartalmú szerves vegyületek közül a hangyasavnak és az etanolnak is 46,0 g/mol a moláris tömege. A pontos azonosításhoz az égésben keletkező víz anyagmennyiségét használjuk:

$n(H_2O) = m/M$ = 0,12 mol, tehát az anyagmennyiség-arány 1 : 3.

Az ismeretlen vegyület tehát az etanol: **C_2H_5OH (C_2H_6O).** ***2 pont***

b) A végbemenő folyamatok reakcióegyenlete:

$2\ C_2H_5OH + 2\ Na = 2\ C_2H_5ONa + H_2$ ***1 pont***

$C_2H_5OH + 3\ O_2 = 2\ CO_2 + 3\ H_2O$ ***1 pont***

c) Az égési folyamat reakcióhője:

$\Delta r H = \Delta k H$(keletkezett termékek) − $\Delta k H$(kiindulási vegyületek) ***1 pont***

$\Delta r H = 3(-286{,}0) + 2(-394{,}0) - (-277{,}8) = -1368{,}2$ kJ/mol. ***1 pont***

(Bármely függvénytáblázat képződéshő adata használható. A függvénytáblázatból kiolvasott égéshő adat is elfogadható!)

$\Delta H = -1368{,}2$ kJ/mol · 0,0400 mol = **−54,7 kJ.** ***1 pont***

(Amennyiben az (a) feladatrészben végeredményként hangyasavat adott meg, akkor a (b) és a (c) feladatrészben a hangyasavra vonatkozó reakcióegyenleteket és égéshőt kell értékelni!)

4/e-6 (2009. május, 6. feladat) **7 pont**

a) $2\ SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2\ SO_3$ (csak egyensúlyjellel jár a pont) ***1 pont***

b) A folyamat reakcióhője: $\Delta r H = \Sigma \Delta k H$(termékek) – $\Sigma \Delta k H$(kiindulási anyagok) =
= 2 · (–396 kJ/mol) – 2 · (–297 kJ/mol) = **–198 kJ/mol** ***1 pont***

c) A reakcióhő alapján megállapítható, hogy a reakció exoterm, ezért egyensúlya a kén-trioxid keletkezésének irányába a hőmérséklet csökkentésével tolható el (a hőmérséklet emelése a bomlás irányába tolja az egyensúlyt). ***1 pont***

Alacsony hőmérsékleten viszont a reakció nem megy végbe mérhető sebességgel, ezért szükséges, hogy a reakció sebességének megnövelésére katalizátort alkalmazzunk (természetesen a lehetséges legmagasabb hőmérsékleten). ***1 pont***

d) A nyomás növelése a termékképződés irányába tolja az egyensúlyt. ***1 pont***

e) Reakció vízzel: $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ ***1 pont***

Reakció tömény kénsavval: $SO_3 + H_2SO_4 = H_2S_2O_7$

4/e-7 (2009. október, 9. feladat) **13 pont**

a) Az etán nem reagál a sósavval, így az **ismeretlen** amin a gázelegy **60,0 *V/V*%**-a, az **etán** pedig **40,0 *V/V*%**-a. ***2 pont***

b) $C_2H_6 + 3{,}5\ O_2 = 2\ CO_2 + 3\ H_2O$ ***1 pont***

$\Delta r H_1 = 2 \cdot (-394) + 3 \cdot (-286) - (-84{,}6) = -1561{,}4$ kJ/mol. ***1 pont***

A gázelegyben n(etán) = 4 dm^3 : 24,5 dm^3/mol = 0,163 mol. ***1 pont***

Az etánra jutó hőváltozás: Q = 0,163 mol · (– 1561,4 kJ/mol) = – 254,5 kJ. ***1 pont***

Az aminra jutó hőváltozás: (– 671,3 – (– 254,4)) = – 416,9 kJ. ***1 pont***

A gázelegyben: n(amin) = 6,00 dm^3 : 24,5 dm^3/mol = 0,245 mol. ***1 pont***

$\Delta r H_2$ = (– 416,9 kJ) : 0,245 mol = –1701,6 kJ/mol. ***1 pont***

Az etán égéshője – 1561 kJ/mol, az aminé – 1702 kJ/mol.

c) Az amin égésének egyenlete (vagy használata):

$C_2H_7N + 3{,}75\ O_2 = 2\ CO_2 + 3{,}5\ H_2O + 0{,}5\ N_2$. ***1 pont***

$\Delta r H = 2 \cdot (-394) + 3{,}5\ (-286) - \Delta k H$(amin). ***1 pont***

$\Delta k H$(amin) = – 1789 + 1701,6 = – 87,4 kJ/mol. ***1 pont***

A képződéshő alapján az ismeretlen az **etil-amin**. ***1 pont***

4/e-8 (2010. május, 8. feladat) **12 pont**

a) $2\ CH_4(g) \rightarrow C_2H_2(g) + 3\ H_2(g)$ ***1 pont***

$\Delta r H = \Delta k H\ [C_2H_2(g)] - 2\Delta k H\ [CH_4(g)]$ = **+377 kJ/mol** ***1 pont***

$CH_4(g) + 2\ O_2(g) = CO_2(g) + 2\ H_2O(g)$ ***1 pont***

$\Delta r H = \Delta k H\ [CO_2(g)] + 2\Delta k H\ [H_2O\ (g)] - \Delta k H\ [CH_4(g)]$ = **–803 kJ/mol** ***1 pont***

Hess tételének helyes alkalmazásáért: ***1 pont***

(A halmazállapotok feltüntetése nélkül is jár az egyenletekre a pont.)

b) 25,0 mol acetilénhez 50,0 mol CH_4 szükséges. ***1 pont***

Ehhez 25,0 mol · 377 kJ/mol = 9425 kJ hő szükséges. ***1 pont***

Az égetésből szükséges hő: 9425 kJ : 0,600 = 15 708 kJ ***1 pont***

Ehhez szükséges metán: $n(CH_4)$ = 15 708 kJ : 803 kJ/mol = 19,6 mol ***1 pont***

Összesen: 50,0 mol + 19,6 mol = 69,6 mol metán.

$V(CH_4)$ = 69,6 mol · 24,5 mol/dm^3 = 1705 dm^3 = **1,71 m^3**. ***1 pont***

c) $V = (nRT)$: p (**vagy** a gáztörvény helyes alkalmazása) ***1 pont***

V = (25,0 mol · 8,314 J/mol·K · 1473 K) : 101 kPa = 3031 dm^3

Az **acetilén 3,03 m^3** térfogatot tölt ki az előállítás hőmérsékletén. ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér.)

4/e-9 (2010. október, 8. feladat) **8 pont**

a) A porkeverék oldáshője: 0,75 · 18,3 kJ/mol + 0,25 · 4,20 kJ/mol = **14,8 kJ/mol** ***2 pont***

b) A reakcióegyenlet: Ag^+ (aq) + Cl^-(aq) = AgCl(sz) ***1 pont***

A reakcióhő: $\Delta r H$ = –127 kJ/mol – (–168 kJ/mol + 106 kJ/mol) = **–65,0 kJ/mol** ***1 pont***

A porkeverék oldódását, majd a kloridionok leválasztását kísérő összes (moláris) hőmennyiség: 14,8 kJ/mol − 65,0 kJ/mol = − 50,2 kJ/mol ***1 pont***

A porkeverék átlagos moláris tömege:

M = 0,750 · 74,6 g/mol + 0,250 · 58,5 g/mol = 70,6 g/mol ***1 pont***

10,0 g porkeverék anyagmennyisége: n =10,0 g / 70,6 g/mol = 0,1416 mol ***1 pont***

Az összes hőmennyiség: 0,1416 mol · (−50,2 kJ/mol) = **−7,11 kJ** ***1 pont***

4/e-10 (2011. május, 8. feladat) **11 pont**

a) $CH_4 + 2\ O_2 = CO_2 + 2\ H_2O$ ***1 pont***

$C_2H_6 + 3{,}5\ O_2 = 2\ CO_2 + 3\ H_2O$ ***1 pont***

b) $\Delta rH = \Delta kH$(keletkezett termékek) – ΔkH(kiindulási anyagok) (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***

$\Delta rH(CH_4)$ = –394 kJ/mol + 2·(–242) kJ/mol – (–74,9 kJ/mol)

$\Delta rH(CH_4)$ = –803,1 kJ/mol (–803 kJ/mol) ***1 pont***

$\Delta rH(C_2H_6)$ = 2·(–394) kJ/mol + 3·(–242) kJ/mol – (–83,4 kJ/mol)

$\Delta rH(C_2H_6)$ = –1430,6 kJ/mol (–1430 kJ/mol) ***1 pont***

c) n(földgáz) = 1960 dm^3 / 24,5 dm^3/mol = 80,0 mol

$n(CO_2)$ = 2156 dm^3 / 24,5 dm^3/mol = 88,0 mol ***1 pont***

a földgázban x mol CH_4, y mol C_2H_6 és (80–x–y) mol CO_2 van.

az égés során eltávozik összesen: $n(CO_2)$ = 88,0 mol = $x + 2y + 80 – x – y$ ***2 pont***

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

az egyenletrendszer megoldása: y = 8,00 mol x = 68,0 mol ***1 pont***

A gázelegy összetétele: 68,0 mol CH_4, 8,00 mol C_2H_6 és 4,00 mol CO_2.

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

10,0 térfogat% C_2H_6

5,0 térfogat% CO_2 ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér.)

4/e-11 (2013. május, 8. feladat) **8 pont**

$C_8H_{18}(f) + 12{,}5\ O_2(g) = 8\ CO_2(g) + 9\ H_2O(f)$ ***2 pont***

(vagy: $2\ C_8H_{18}(f) + 25\ O_2(g) = 16\ CO_2(g) + 18\ H_2O(f)$)

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

A szénhidrogén moláris tömege: 114 g/mol.

1,00 g oktánizomer 1/114 mol, ezért 1 mol esetén: 48,25 · 114 kJ = 5500 kJ hő szabadul fel. ***2 pont***

$C_8H_{18}(f) + 12{,}5\ O_2(g) = 8\ CO_2(g) + 9\ H_2O(f)$ **ΔrH = –5500 kJ/mol**

(vagy: $2\ C_8H_{18}(f) + 25\ O_2(g) = 16\ CO_2(g) + 18\ H_2O(f)$ ΔrH = –11 000 kJ/mol) ***1 pont***

A képződéshő (x) kiszámítása: $\Delta rH = \Sigma\Delta kH$(termék) – $\Sigma\Delta kH$(reagens) (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***

–5500 = 8(–394) + 9(–286) – x ***1 pont***

Ebből x = –226, tehát

ΔkH(2,2,3,3-tetrametilbután) = **–226 kJ/mol** ***1 pont***

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér! Ha hibásan állapította meg az összegképletet, akkor az első 2 pont nem jár, de a saját adataival helyesen számolva a többi pont megadható!)

4/e-12 (2013. október, 7. feladat) **12 pont**

a) $Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) = BaSO_4(sz)$ ***1 pont***

ΔrH = (–1466 kJ/mol) – (–538 kJ/mol) – (–909 kJ/mol) = **–19,0 kJ/mol** ***2 pont***

(Hess tételének ismerete 1 pont)

b) $n(BaSO_4)$ = 66,5 J : 19 J/mol = 3,5 · 10^{-3} mol ***2 pont***

$n(H_2SO_4)$ = 3,5 mmol $m(H_2SO_4)$ = 343 mg ***1 pont***

m(NaOH) = (8,74 cm^3 · 1,04 g/cm^3) · 0,0374 = 0,340 g

n(NaOH) = 340 mg : 40 mg/mmol = 8,50 mmol ***2 pont***

$n(NaOH) = 2 \cdot n(H_2SO_4) + n(HNO_3)$ összefüggés, vagy egyenletek: ***2 pont***

$n(HNO_3)$ = 8,5 mmol – 7 mmol = 1,5 mmol

$m(HNO_3)$ = 1,5 mmol · 63 mg/mmol = 94,5 mg ***1 pont***

A nitrálóelegy 70,1 m/m%-a H_2SO_4, 19,3 m/m%-a HNO_3. ***1 pont***

4/e-13 (2014. október, 6 feladat) **12 pont**

a) Kén-dioxid oldódása az esővízben savas esők kialakulásához vezet. Kén-dioxid üvegházhatású gáz / hozzájárul a globális felmelegedéshez szmog kialakulásához vezethet. *(egy helyes környezeti hatás megadása)* ***1 pont***
(a „károsítja az ózonréteget", „légúti stb. megbetegedéséket okoz" válasz nem fogadható el)
b) $2\ H_2S(g) + SO_2(g) = 3S(sz) + 2\ H_2O(f)$ ***1 pont***
c) $\Delta rH = \Delta kH$(keletkezett termékek) – ΔkH(kiindulási anyagok) *(vagy ennek alkalmazása)* ***1 pont***
$\Delta rH = 2 \cdot \Delta kH(H_2O) - (2 \cdot \Delta kH(H_2S) + \Delta kH(SO_2) = = (-285{,}8) \cdot 2 + 20{,}6 \cdot 2 + 296{,}8 =$
$=$ **–234 kJ/mol** ***1 pont***
d) A kibocsátott kén-dioxid 1,00 %-a:
$m(SO_2) = 831{,}3$ tonna $= 8{,}313 \cdot 105$ kg $= 8{,}313 \cdot 10^8$ g ***1 pont***
$M(SO_2) = 64{,}1$ g/mol, $n(SO_2) = 8{,}313 \cdot 108$ g / 64,1 g/mol $= 1{,}30 \cdot 10^7$ mol
($n(SO_2) = 8{,}313 \cdot 10^5$ kg / 64,1 g/mol $= 1{,}30 \cdot 10^4$ kmol) ***1 pont***
$\boldsymbol{Q} = 1{,}30 \cdot 10^7$ mol $\cdot$ (–234 kJ/mol) = $\mathbf{-3{,}04 \cdot 10^9}$ **kJ**
($3{,}04 \cdot 10^9$ kJ energia szabadul fel válasz is elfogadható) ***1 pont***
e) $n(S) = 3 \cdot n(SO_2) = 3{,}90 \cdot 107$ mol ***1 pont***
$\boldsymbol{m}$**(S)** $= 3{,}90 \cdot 10^7$ mol $\cdot$ 32,1 g/mol $= 1{,}25 \cdot 10^9$ g = $\mathbf{1{,}25 \cdot 10^3}$ **tonna** ***1 pont***
(**m(S)** $= 3{,}90 \cdot 10^4$ kmol $\cdot$ 32,1 g/mol $= 1{,}25 \cdot 10^6$ kg = $\mathbf{1{,}25 \cdot 10^3}$ **tonna)**
(csak a tonna mértékegységgel való megadásért jár a pont)
f) A reakció során energia szabadul fel, ami tovább hasznosítható.
A reakcióban előállított kén felhasználható.
A reakcióval csökkenthető a füstgázok kén-dioxid-tartalma.
A reakcióval csökkenthető a füstgázok kén-hidrogén-tartalma.
A reakcióval csökkenthető a savas esők / üvegházhatás kialakulásának mértéke
(bármely két helyes tényező megadása esetén) ***2 pont***
g) $SO_2 + 2\ NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$ ***1 pont***
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/e-15 (2015. október, 8. feladat) **10 pont**
A reakcióegyenletek:
(1) $C_4H_6 + 5{,}5\ O_2 = 4\ CO_2 + 3\ H_2O$ ΔrH_1 ***1 pont***
(2) $C_4H_{10} + 6{,}5\ O_2 = 4\ CO_2 + 5\ H_2O$ ΔrH_2 ***1 pont***
(3) $C_4H_6 + 2\ H_2 = C_4H_{10}$ ΔrH_3 ***1 pont***
A butadién moláris tömege 54,0 g/mol, a butáné 58,0 g/mol. *(csak együtt:)* ***1 pont***
A butadién anyagmennyisége: 2,50 g/54,0 g/mol = 0,0463 mol
A butadién égéshője: −114 kJ/0,0463 mol = −2462 kJ/mol = ΔrH_1 ***1 pont***
A bután anyagmennyisége: 2,50 g/58 g/mol = 0,0431 mol
A bután égéshője: −114 kJ/0,0431 mol = −2645 kJ/mol = ΔrH_2 ***1 pont***
Az (1) egyenletből: $\Delta kH(C_4H_6) = 4 \cdot \Delta kH(CO_2) + 3 \cdot \Delta kH(H_2O) - \Delta rH_1$ ***1 pont***
Az (2) egyenletből: $\Delta kH(C_4H_{10}) = 4 \cdot \Delta kH(CO_2) + 5 \cdot \Delta kH(H_2O) - \Delta rH_2$ ***1 pont***
A két egyenlet különbségéből éppen a telítési hő adódik:
$\Delta rH_3 = 2 \cdot \Delta kH(H_2O) - \Delta rH_2 + \Delta rH_1 =$ **−301 kJ/mol** ***2 pont***
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/e-16 (2016. május, 8. feladat) **8 pont**
a) A diizopropil-éter képlete: $C_6H_{14}O$, M = 102 g/mol. ***1 pont***
(*Hibás képlet esetén ez a pont nem jár. A további pontok – helyes számolás esetén – megadhatók.*)
Az égés egyenlete: $C_6H_{14}O(f) + 9\ O_2(g) = 6\ CO_2(g) + 7\ H_2O(f)$ ***1 pont***

0,500 cm^3 vegyület tömege: 0,500 cm^3 · 0,725 g/cm^3 = 0,3625 g ***1 pont***

A reakcióhő:

ΔrH = 102 g/mol / 0,3625 g (−14,24kJ) = **–4007 kJ/mol** (–4,01 · 10^3 kJ/mol) ***1 pont***

b) A szén-dioxid és a víz képződéshőjének kikeresése a függvénytáblázatból:

$\Delta kH(CO_2/g/)$ = –394 kJ/mol; $\Delta kH(H_2O/f/)$ = –286 kJ/mol (*illetve az adott függvénytáblázatból kiolvasott adat*) ***1 pont***

$\Delta rH = \Sigma\Delta kH$(termékek) – $\Sigma\Delta kH$(reagensek) /vagy ennek alkalmazása/ ***1 pont***

–4007 = 6(–394) + 7(–286) – $\Delta kH(C_6H_{14}O)$ ***1 pont***

Ebből: $\Delta kH(C_6H_{14}O)$ = –359, vagyis **–359 kJ/mol**. ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/e-17 (2016. október, 9. feladat) **6 pont**

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

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

Közvetlenül : $NaBr(sz) = Na^+(g) + Br^-(g)$ +729 kJ/mol

Részlépésekben: $NaBr(sz) = Na(sz) + 0,5\ Br_2(f)$ +361 kJ/mol

$Na(sz) = Na(g)$ +100 kJ/mol

$0,5\ Br_2(f) = Br(g)$ +190/2 kJ/mol

$Na(g) = Na^+(g) + e^-$ +502 kJ/mol

$Br(g) + e^- = Br^-(g)$ *x* ***2 pont***

A két úton történő energiaváltozásra felírható egy egyenlet:

+729 = +361+100+95+502+*x* ***1 pont***

–329 = *x* ***1 pont***

A $Br(g) + e^- = Br^-(g)$ folyamatra vonatkozóan az elektronaffinitás: **–329 kJ/mol**

A $Br^-(g) = Br(g) + e^-$ folyamatra vonatkozóan az elektronaffinitás: **+329 kJ/mol** ***1 pont***

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

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

A Br2 kötési energiájának megfelelő arányú figyelembevétele: 1 pont.

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

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/e-18 (2018. május, 6. feladat) **8 pont**

a) $2\ C_nH_{2n+2} + (3n + 1)\ O_2 = 2n\ CO_2 + (2n + 2)\ H_2O$ ***2 pont***

(Az alkánok helyes összegképlete 1 pont)

b) Avogadro tételének (térfogatarány megegyezik a mólaránnyal) használata ***1 pont***

1,2 (2 + 3n + 1) = 2n + 2n + 2 ***1 pont***

n = 4

A szénhidrogén képlete $\mathbf{C_4H_{10}}$ ***1 pont***

c) ΔrH = 58,1· (–49,4) = –2870 kJ/mol ***1 pont***

$C_4H_{10}(g) + 6,5\ O_2(g) = 4\ CO_2(g) + 5\ H_2O(f)$ alapján:

$\Delta rH = 4\ \Delta kH(CO_2(g)) + 5\ \Delta kH(H_2O(f)) - \Delta kH(C_4H_{10}(g))$ ***1 pont***

$\mathbf{\Delta kH(C_4H_{10}(g))}$ **= –136 kJ/mol** ***1 pont***

(Propánnal elvégezve a számításokat –147 kJ/mol adódik)

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

4/e-19 (2018. október, 7. feladat) **12 pont**

a) A por nem tartalmaz karbonátot (vagy: nem kötött meg szén-dioxidot) ***1 pont***

b) Állás közben vizet kötött meg. ***1 pont***

c) $CaO(sz) + 2\ H^+(aq) = Ca^{2+}(aq) + H_2O(f)$ ***1 pont***

$Ca(OH)_2(sz) + 2\ H^+(aq) = Ca^{2+}(aq) + 2\ H_2O(f)$ ***1 pont***

Hess-tétel vagy annak alkalmazása ($\Delta rH = \sum \Delta kH$(termék)$-\sum \Delta kH$(reagens)) ***1 pont***

$\Delta rH_1 = -543 + (-286) - (-636) =$ **–193 kJ/mol** ***1 pont***

$\Delta rH_2 = -543 + 2(-286) - (-987) =$ **–128 kJ/mol** ***1 pont***

(Hibásan rendezett egyenlet esetén az egyenlet alapján helyesen számított érték elfogadható.)

d) Ha az 1,15 g porminta x mol CaO-t és y mol $Ca(OH)_2$-t tartalmaz, akkor a moláris tömegek (M(CaO) = 56,1 g/mol; $M(Ca(OH)_2)$ = 74,1 g/mol) ismeretében a tömegre felírható egyenlet:

$56{,}1x + 74{,}1y = 1{,}15$ ***1 pont***

A felszabadult 3,47 kJ hőre pedig felírható egy másik egyenlet:

$-193x + (-128y) = -3{,}47$ (vagy: $193x + 128y = 3{,}47$) ***1 pont***

Az egyenletrendszer megoldása: $x = 0{,}0154$; $y = 3{,}83 \cdot 10^{-3}$ ***2 pont***

(Hibás reakciókkal helyesen számolva erre a kérdésre maximális pontszám adható, kivéve, ha irreális /például negatív/ eredmény adódik.)

A $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$ alapján $3{,}83 \cdot 10^{-3}$ mol $Ca(OH)_2$ ugyanennyi mól CaO átalakulásával keletkezett, így a CaO átalakulási százaléka:

$$\frac{3{,}83 \cdot 10^{-3}}{0{,}0154 + 3{,}83 \cdot 10^{-3}} \cdot 100\% = \mathbf{19{,}9\%}$$

1 pont

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

OTV feladatok

4/o-1 (2007/2/2/6) **14 pont**

a) Az égéshő a Hess-törvényen alapulva nagyon sokféleképpen határozható meg.

Pl. az alábbi négy folyamatból a következő ciklus építhető fel:

$$\begin{tikzcd}
CH_4(g) + H_2O(g) + 2\,O_2(g) \arrow[r, "+206\ \text{kJ/mol}"] \arrow[d, "-803\ \text{kJ/mol}"] & CO(g) + 3\,H_2(g) + 2\,O_2(g) \arrow[d, "-91\ \text{kJ/mol}"] \\
CO_2(g) + 3\,H_2O(g) & CH_3OH(g) + H_2(g) + 2\,O_2(g) \arrow[l, "Q\text{ég}(CH_3OH)\ -242\ \text{kJ/mol}"']
\end{tikzcd}$$

Ez alapján felírható:

$-803\ \text{kJ/mol} = (+206 - 91 - 242)\ \text{kJ/mol} + Q\text{ég}(CH_3OH)$

$Q\text{ég}(CH_3OH) = -676\ \text{kJ /mol}$

b) A kérdéses reakcióhő a metanol égéshőjével együtt a metán moláris égéshőjét adja:

$Q + (-676\ \text{kJ/mol}) = -803\ \text{kJ/mol}$

$Q = -127$ kJ/mol.

c) 1 m^3 hidrogén anyagmennyisége:

$1\ m^3 \cdot 7{\cdot}107\ \text{Pa} / (8{,}314\ \text{J mol}^{-1}\ \text{K}^{-1} \cdot 298\ \text{K}) = 2{,}8 \cdot 104$ mol.

Elégetése során felszabaduló hőmennyiség: $2{,}8 \cdot 104$ mol $\cdot$ 242 kJ/mol = 6,8 GJ .

1 m^3 metán anyagmennyisége:

$1\ m^3 \cdot 2{\cdot}107\ \text{Pa} / (8{,}314\ \text{J mol}^{-1}\ \text{K}^{-1} \cdot 298\ \text{K}) = 8{,}1 \cdot 10^3$ mol.

Elégetése során felszabaduló hőmennyiség: $8{,}1 \cdot 10^3$ mol $\cdot$ 803 kJ/mol = 6,5 GJ hő.

1 m^3 metanol anyagmennyisége: 106 $cm^3 \cdot 0{,}79\ gcm^{-3}$ / 32 g/mol = $2{,}5{\cdot}104$ mol.

Elégetése során felszabaduló hőmennyiség: $2{,}5{\cdot}104$ mol $\cdot$ 676 kJ/mol = 16,7 GJ hő.

A legtöbb hő a metanol égése során szabadul fel.

4/o-2 (2009/2/2/3) **10 pont**

a.) A ciklohexén hidrogénezése:

$C_6H_{10} + H_2 \rightarrow C_6H_{12}$ $\Delta r H_1 = \Delta k H(C_6H_{12}) - \Delta k H(C_6H_{10})$ (1)

A benzol hidrogénezése:

$C_6H_6 + 3\ H_2 \rightarrow C_6H_{12}$ $\Delta r H_2 = \Delta k H(C_6H_{12}) - \Delta k H(C_6H_6)$ (1)

Az égések:

$C_6H_{12} + 9\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$ $\Delta r H_3 = -3924$ kJ/mol

$C_6H_{10} + 8{,}5\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 5\ H_2O$ $\Delta r H_4 = -3758$ kJ/mol

$C_6H_6 + 7{,}5\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 3\ H_2O$ $\Delta r H_5 = -3274$ kJ/mol (3)

$\Delta r H_4 - \Delta r H_3 = \Delta k H(C_6H_{12}) - \Delta k H(C_6H_{10}) - \Delta k H(H_2O)$, amiből

$\Delta r H_1 = -3758 + 3924 - 286 =$ **–120 kJ/mol.** (2)

$\Delta r H_5 - \Delta r H_3 = \Delta k H(C_6H_{12}) - \Delta k H(C_6H_6) - 3\Delta k H(H_2O)$, amiből

$\Delta r H_2 = -3274 + 3924 - 3 \cdot 286 =$ **–208 kJ/mol.** (2)

b.) A benzol hidrogénezési hője abszolút értékben kisebb, mint a ciklohexán hidrogénezési hőjének háromszorosa, vagyis a benzolban lévő három π-kötés alacsonyabb energiaszintet képvisel, mint három darab, gyűrűben izolált kettős kötés. (Tehát az aromás rendszer stabilitása olvasható ki az adatokból.) (1)

4/o-3 (2010/2/2/5) **10 pont**

Az egyes magnézium-kloridok képződéshője az alábbi összefüggés alapján számítható:

$\Delta k H = \Delta^g_{sz} H + \Sigma\ Ei + n \cdot E\text{dissz} + 2n \cdot E\text{ea} - E\text{r}$,

ahol n a Cl_2 együtthatója az egyenletben, az ionizációs energiák összegzését pedig értelemszerűen kell elvégezni.

$\Delta k H$ (MgCl, sz) = –114 kJ/mol;

$\Delta k H$ (MgCl2, sz) = –656 kJ/mol;

$\Delta k H$ (MgCl3, sz) = +3841 kJ/mol

Megállapíthatjuk, hogy energetikailag az MgCl és az $MgCl_2$ képződése kedvezményezett, míg az $MgCl_3$ keletkezése rendkívül nagy energiabefektetést igényelne, ezért ez a reakció nem megy végbe.

A MgCl diszproporciójának a megadott egyenlethez tartozó reakcióhője:

$\Delta r H = \Delta k H$ ($MgCl_2$, sz) – $2\Delta k H$ (MgCl, sz) = –428 kJ/mol.

Az MgCl bomlása MgCl2-re és Mg-re exoterm folyamat, amely az adott körülmények között teljesen végbemegy, ezért nem MgCl a reakció végterméke.

(Megjegyzés: A valóságban a kémiai reakciók „hajtóereje” nem az energiafelszabadulás, hanem – állandó nyomáson – a szabadentalpia-csökkenés. A vizsgált esetben azonban lényegileg jó következtetéseket vonhatunk le pusztán a reakcióhőkből is.)

4/o-4 (2011/2/2/4) **9 pont**

a) $\Delta k H$(gr) = 0 kJ/mol (definíció szerint) (1)

$\Delta k H$(gy) = 716,7 kJ/mol – 714,8 kJ/mol = 1,9 kJ/mol (1)

$\Delta k H$(C) = 716,7 kJ/mol (1)

$\Delta at H(C_2) = 2 \cdot 716{,}7$ kJ/mol – 831,9 kJ/mol = 601,5 kJ/mol (1)

b) 1 mol gyémánt atomjaira bontásához 714,8 kJ energiára van szükség. A gyémántban minden szénatom 4 kovalens kötést hoz létre, ám az atomizáláshoz atomonként 2 kovalens kötés felszakítása elegendő. Ezek szerint a C–C kötési energia értéke a gyémántban $\frac{714{,}8\ \text{kJ}}{2\ \text{mol}} = 357{,}4\ \text{kJ/mol}$. (2)

A C_2 molekula atomizációs hője megegyezik a szén-szén kötési energiával, ami tehát 601,5 kJ/mol. (1)

c) A grafitban minden szénatom 3 másik szénatomhoz kapcsolódik. Az atomizáláshoz elegendő azonban atomonként 1,5 kovalens kötés felszakítása.

473,3 kJ/mol · 1,5 = 709,95 kJ/mol.(1)

A különbség azzal magyarázható, hogy a grafit rétegei között kialakuló másodlagos kötés energiája 716,7 – 709,95 = 6,75 kJ/mol atomonként. (1)

4/o-5 (2013/2/2/4) **9 pont**

a) Tekintsük az alábbi körfolyamatot!

$$\begin{tikzcd}
\mathrm{HF(g)} \arrow[r, "\Delta H_1"] \arrow[d, "\Delta H_2"'] & \mathrm{HF(aq)} \arrow[r, "\Delta H_7"] & \mathrm{H^+(aq) + F^-(aq)} \arrow[d, "\Delta H_5 + \Delta H_6"] \\
\mathrm{H(g) + F(g)} \arrow[rr, "\Delta H_3 + \Delta H_4"] & & \mathrm{H^+(g) + F^-(g)}
\end{tikzcd}$$

A kérdéses ΔH_7 mennyiség az alábbi összefüggéssel számítható:

$\Delta H_7 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 - \Delta H_1 = -12$ kJ/mol. (5)

b) A HF(g) NaOH-oldatban történő elnyeletésekor a következő részfolyamatokkal kell számolnunk:

$\mathrm{HF(g) \rightarrow HF(aq)}$	$\Delta H_1 = -48$ kJ/mol	
$\mathrm{HF(aq) \rightarrow H^+(aq) + F^-(aq)}$	$\Delta H_7 = -12$ kJ/mol	
$\mathrm{H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(f)}$	ΔH_8	(2)

$\Delta H_8 = -286$ kJ/mol – (–230 kJ/mol) = –56 kJ/mol (1)

0,010 mol HF(g) elnyeletésekor 0,010 mol · [–48 + (–12) + (–56)] kJ/mol = –1,16 kJ a folyamat energiaváltozása. (1)