



A program részben az Emberi Erőforrások Minisztériuma megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-M-B-0020 azonosítójú pályázati támogatásból valósul meg.

Tanuló neve és kategóriája

Iskolája

Osztálya (mostani!)

## LII. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

2020. szeptember 10.

### Országos döntő (írásbeli rész) – I.a, I.b és I.c kategória

- Munkaidő:** ✓ Kérjük, hogy erre a címoldalra ne írj feladatmegoldást, csak fentre (a pontozott vonalakra)  
**180 perc** a nevedet, kategóriádat, iskoládat, és hogy melyik osztályba jársz jelenleg!
- Összesen:** ✓ Ezeket az adatokat a többi oldalon már ne add meg, kizárólag itt a címoldalon!
- 180 pont** ✓ A feladatok megoldásához segédeszközként a címoldalon (lentebb) található periódusos rendszer, valamint toll és számológép használható.
- ✓ A számolási feladatokat külön lapokon oldd meg (egy lapra több feladat megoldása is kerülhet), az elméleti feladatokat pedig a feladatlapon!

1 H 1,008																	2 He 4,003
3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
11 Na 22,99	12 Mg 24,30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,96	43 Tc -	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po 209,0	85 At 210,0	86 Rn 222,0
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227	104 Rf 267	105 Db 268	106 Sg 269	107 Bh 270	108 Hs 269	109 Mt 278	110 Ds 281	111 Rg 282	112 Cn 285	113 Nh 286	114 Fl 289	115 Mc 289	116 Lv 293	117 Ts 294	118 Og 294
			58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm 145	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97	
			90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 266	

Feladatkészítők: Dóbéné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Markovics Ákos, Márkus Teréz, Musza Katalin, Nagy Mária, Pálinkó István, Tóth Albertné, Tóth Imre, Várnagy Katalin

Szerkesztő: Ósz Katalin ([oszk@gamma.ttk.pte.hu](mailto:oszk@gamma.ttk.pte.hu))

Lektorok: Bárány Zsolt Béla, Körtvélyessy Gyula, Várnagy Katalin

## Feladatsor

### Elmélet

#### E1. feladat

**24 pont**

A táblázat oszlopaiban szereplő gázok reakcióba lépnek vízzel, illetve reakcióba lépnek a vízszintes sorokban szereplő további anyagokkal (megfelelő körülmények között). Töltsd ki a táblázat üres, számozott celláit a két anyag között végbemenő reakció egyenletének beírásával! Ahol többféle reakció-egyenletet is fel tudnál írni a reaktánsok között, ott előbb nézd meg a feladat második részét, és az abban szereplő állítások alapján dönts el, hogy melyik reakcióegyenletet kell felírni!

	SO <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
H <sub>2</sub> O	1: $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$	2: $\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HOCl}$	3: $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
H <sub>2</sub> S	4: $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$	5: $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{S}$	6: $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} = (\text{NH}_4)_2\text{S}$
O <sub>2</sub>	7: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$		8: $4\text{NH}_3 + 7\text{O}_2 = 4\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

A következő állításokra az előző táblázatban lévő egyenletekhez rendelt sorszámmal (1-8) válaszolj, melyet a mondat elején lévő cellába írsz! Minden szám csak egyszer szerepelhet!

1	Az egyik reakciópartnert redukáló hatása miatt fertőtlenítésre, csíráatlanításra használják. A végtermék vizes oldata savas kémhatású.
3	Az egyik reakciópartner szúrós szagú gáz. A reakciótermék kémhatását sav-bázis indikátorral állapíthatjuk meg: a fenolftaleines vizet rózsaszínűvé változtatja.
4	A két reakciópartner mindegyike jellegzetes szagú, mérgező gáz. Vizes közegben a reakciójuk eredményeképpen keletkező szuszpenzió sárga színű.
5	Az egyik reakciópartner és a keletkező termékek egyike is színes. A két anyag nem azonos színű és nem azonos halmazállapotú. A végtermékek anyagmennyisége nagyobb a kezdetinél.
2	Ezen reakció kémiai hatása által lett Dr. Semmelweis Ignác az „Anyák megmentője”
7	A katalizátorral gyorsított reakció a kénsavgyártás folyamatának fontos része.
6	A keletkezett termék só típusú vegyület, vízben jól oldódik, vizes oldata lúgos kémhatású. Régen a minőségi analízis fontos kémszere volt.
8	A reakcióterben a reakció előrehaladtával a színtelen szúrós szagú gázt felváltja a keletkező (másként) szúrós szagú vörösbarna színű gáz.

**E2. feladat****11 pont**

Tekintsd át a következő, kémiai jellel felsorolt 14 anyagot!

Al, Br<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CaO, Cu, HCl, He, Hg, H<sub>2</sub>O, I<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Kr, MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Standard nyomás- és hőmérsékleti viszonyok között elemezd a részecskék közötti kémiai kötést, halmazszerkezetüket, illetve tulajdonságaikat. Ezek alapján az alábbi táblázat bal oldali celláiba írd be egy-egy lehetséges kérdést vagy csoportosítási szempontot, amelyekre a helyes válasz a jobb oldali oszlopban szerepel. Egy cellába csak egy kérdést vagy szempontot írd!

<b>Mi lehet a kérdés? Mik a csoportosítás szempontjai?</b>	<b>Válasz</b>
A halmazukban a kovalens és az ionos kötés is egyaránt előfordul. VAGY Melyek tartalmaznak összetett aniont? VAGY Melyikben van alkálifém?	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Melyek a nemesgázok?	He, Kr
Válaszd ki a felsorolt anyagok közül azokat, amelyek legalább kétatomos molekulákat tartalmaznak!	Br <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , HCl, H <sub>2</sub> O, I <sub>2</sub>
A felsorolt anyagok között melyek molekulárcsosak? VAGY A felsorolt anyagok között melyek molekulák?	Br <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , HCl, He, H <sub>2</sub> O, I <sub>2</sub> , Kr
A felsorolt anyagok közül mely esetben jön létre a molekulák között diszperziós kölcsönhatás? VAGY A felsorolt anyagok között melyek molekulái apolárisak? VAGY A felsorolt anyagok között melyek oldódnak jól benzinben?	Br <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , He, I <sub>2</sub> , Kr
A felsorolt anyagok között melyek a nemfémes elemek?	Br <sub>2</sub> , He, I <sub>2</sub> , Kr
A felsorolt anyagok között melyek a fémek? VAGY A felsorolt anyagok közül melyek jó áramvezetők?	Al, Cu, Hg
Melyek a cseppfolyós halmazállapotú elemek?	Br <sub>2</sub> , Hg
A felsorolt anyagok közül melyek kristályosodnak ionrácsban? VAGY Mely vegyületek szilárd halmazállapotúak? VAGY Mely vegyületek fehér színűek?	CaO, K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , MgCl <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Mely vegyületek vizes oldata lúgos kémhatású?	CaO, K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Melyek a gázok? <i>Ezt – és valamennyi korábbi kérdést is – elegendő szempontként megfogalmazni.</i>	CH <sub>4</sub> , HCl, He, Kr

**E3. feladat****17 pont**

Tanulmányozd az alábbi táblázatot! X, Y és Z betűk a periódusos rendszer első három sorából egy-egy vegyjelet helyettesítenek. Mindegyik vegyjel másik sorból való.

	Oxidációs számok		Kristályrács típusa	Rácsösszetartó erő	Vízzel reagál?	Vízben oldódik?
<b>XY</b>	X: +1	Y: -1	ionrács	ionkötés	igen	—
<b>XZ</b>	X: +1	Z: -1	ionrács	ionkötés	nem	igen
<b>YZ</b>	Y: +1	Z: -1	molekularács	dipólus-dipólus kölcsönhatás	igen	igen
<b>Y<sub>2</sub></b>	Y: 0		molekularács	diszperziós kölcsönhatás	nem	nem

a) Mi írható az X, Y és Z betűk helyére? Segítségül annyit megadunk, hogy a három közül az egyik elem a lítium. Az azonos betűk mindig azonos vegyjelet jelentenek a táblázatban (és az Y természetesen nem ittrium, az ugyanis a periódusos rendszer ötödik sorában van 😊!)

X: **Li**                  Y: **H**                  Z: **Cl**

b) Értelemszerűen töltsd ki a fenti táblázat üresen hagyott mezőit!

**E4. feladat****9 pont**

A KOBALKIVI (Kozmikus Baleseteket Kivizsgáló Intézet) szakemberei a klingon űrflotta egy csatacirkálójának pusztulását vizsgálják, amely a *Rura Penthe* bolygón megkísérelt leszállás közben annyira felmelegedett, hogy minden megolvadt benne. A feljegyzések szerint a bolygó felszínén a hőmérséklet  $-57\text{ °C}$ , s a sziklás vidéket nagy mennyiségű fehér színű, jégre hasonlító anyag borítja, amely hamarosan nyomtalanul eltűnik, ha egy földi űrhajó belsejébe viszik. A bolygó légköre is ugyanebből az anyagból áll.

A szakértők arra gyanakodtak, hogy az űrhajó külső borítása – mely könnyűfém-ötvözetből készült – reakcióba léphetett a légkörrel. Ezt igazolta a *Rura Penthe* öslakóinak beszámolója, akik szerint a cirkáló leszállás közben túragyogta a Napot, a leszállás helyén pedig ismeretlen anyagot találtak, amely fekete és fehér szemcsék keverékéből állt. A porszerű fehér szemcsék idővel nagyobb, láthatóan más szerkezetű fehér kristályokká álltak össze.

a)	Mi lehetett a bolygó felszínén lévő, jégre hasonlító fehér anyag? Add meg az anyag kémiai jelét és hétköznapi nevét! <b>CO<sub>2</sub>, szárazjég</b>
b)	Milyen fém léphetett reakcióba a légkörrel? <b>Mg</b>
c)	Mik a termékben a fehér és a fekete szemcsék, illetve mi lehet az idővel keletkező fehér kristályok anyaga? Írd fel a lejátszódott reakciók rendezett egyenletét! <ul style="list-style-type: none"> <li>Fehér szemcsék: <b>MgO</b></li> <li>Fekete szemcsék: <b>C</b></li> <li>Fehér kristályos anyag: <b>MgCO<sub>3</sub></b></li> <li>Reakcióegyenletek: <b>2Mg + CO<sub>2</sub> = 2MgO + C</b> <b>MgO + CO<sub>2</sub> = MgCO<sub>3</sub></b></li> </ul>

**E5. feladat**

**16 pont**

a) Töltsd ki a táblázat üres celláit a megadott szempontoknak megfelelően, konkrét számadatokat nélkül, úgy ahogy azt az első sorban mutatjuk (ott pl. a *nitrogénatom* az egyik jó megoldás). Ha több jó megoldást is tudnál írni, akkor is cellánként csak egyet adj meg!

Szempont	Növekvő tendencia (növekvő számadat) →		
Az atomban található vegyértékelektronok száma	szénatom	<i>nitrogénatom</i>	oxigénatom
A részecskék átmérőjének nagysága	atomtörzs mérete klóratom esetén	klóratom mérete	kloridion mérete
Három alkálifém első ionizációs energiája	kálium VAGY rubídium VAGY cézium	nátrium	lítium
Fématomok száma az egyes fémrács típusokban egy elemi cellában	tércentrált	lapcentrált	hexagonális
Kötésszögek nagysága három molekulaalkat esetén	V-alakú molekula	síkháromszög VAGY tetraéder	lineáris alakzat
Valamely oldatban az oldott anyag részecskéjének mérete	valódi oldat	kolloid(-rendszer, -oldat, -állapot)	heterogén rendszer
Az oldott anyag mennyisége az oldatban	telítetlen oldat VAGY híg oldat VAGY oldószer	telített oldat	túltelített oldat
Az atomok elektronegativitása	lítium	oxigén	fluor
Három fém felfedezésének az „időpontja”	réz	alumínium	plutónium

b) Válaszold meg a következő kérdéseket! Döntésedet indokold is meg röviden!

<p>A félvezetés (félvezető viselkedése) miért nem tekinthető kismértékű vagy rossz vezetésnek?  <b>Az ellenállás hőmérsékletfüggése eltérő a vezetőknél és a félvezetőknél (a vezetőknél a hőmérséklet növelésével nő az ellenállás, a félvezetőknél csökken).</b>  <b>VAGY Nem azonos a vezetési mechanizmus (vezetőknél elektronvezetés, félvezetőknél <math>p</math>, <math>n</math>-vezetés).</b></p>
<p>Lehetséges-e, hogy azonos nyomáson két különböző hőmérsékletű desztillált víz mintának azonos a sűrűsége?</p> <p><b>Igen, +4 °C közelében. Ezen a hőmérsékleten a sűrűség-hőmérséklet függvénynek maximuma van, így <math>0\text{ °C} &lt; T_1 &lt; 4\text{ °C}</math> és <math>4\text{ °C} &lt; T_2 &lt; 100\text{ °C}</math> hőmérsékleti tartományban előfordul, hogy <math>\rho_1 = \rho_2</math>.</b></p>

Valamely elem egy bizonyos izotópjának relatív atomtömege nagyobb, kisebb, vagy ugyanannyi, mint az elemhez tartozó relatív atomtömeg értéke?

Mindhárom eset előfordulhat:

- Ha egy elemnek csak egyféle izotópj van (1-féle izotópját ismerjük), akkor az izotóp relatív atomtömege megegyezik elemhez tartozó relatív atomtömeg értékével.
- Ha egy elemnek többféle izotópj van (2, vagy annál több izotópját ismerjük), akkor az izotópok egy részének kisebb, más izotópjainak relatív atomtömege nagyobb lesz az elemhez tartozó relatív atomtömeg értékétől.

### E6. feladat

10 pont

Az alábbi táblázatban kitöltés után tízféle kovalens kötésű anyag képletének kell majd szerepelnie; ezek közül kilencnek a neve a következő:

- ammónia
- hidrogén-klorid
- ózon
- dihidrogén-szulfid
- kén-trioxid
- szén-monoxid
- foszfor (fehér)
- klórgáz
- szén-dioxid

Ezeket az anyagokat azonosítsd a táblázat soraiban szereplő ismérvek alapján, majd írd a képletüket (ne a nevüket) a megfelelő sor elejére! A táblázat kimaradt sorához keress egy olyan anyagot, amelyikre ráillik a jellemzés! Írd be ennek is a képletét!

Képlet	Kötés polaritása	Molekula alakja	Molekula polaritása	A halmazban fellépő legerősebb kölcsönhatás
$\text{Cl}_2$	apoláris	lineáris	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
$\text{P}_4$	apoláris	tetraéder	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
$\text{O}_3$	apoláris	V-alak	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
$\text{CO}$	gyengén poláris	lineáris	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
$\text{CO}_2$	poláris	lineáris	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
$\text{CCl}_4$ vagy $\text{CH}_4$	poláris	tetraéderes	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
$\text{SO}_3$	poláris	síkháromszög	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
$\text{HCl}$	poláris	lineáris	poláris	dipólus-dipólus kölcsönhatás
$\text{H}_2\text{S}$	poláris	V-alak	poláris	dipólus-dipólus kölcsönhatás
$\text{NH}_3$	poláris	háromszög alapú piramis	poláris	hidrogénkötés

## Számolás

### Sz1. feladat

22 pont

Két háztulajdonos vitatkozik, hogy melyikük fűtési rendszere korszerűbb és gazdaságosabb. Aladár elektromos fűtőfóliát telepített, mely az elektromos áram hőhatását szinte teljes mértékben kihasználva, a padlót melegíti. Béla kondenzációs gázkazánt terveztetett a házába, melynek lényege, hogy az égéstermékek a hagyományos gázkazánoknál alacsonyabb hőmérsékleten távoznak a kéményen át. A kondenzációs kazánokban – ahogy a nevük is utal erre – a füstgázok vízgőztartalma már jórészt a készülék belsejében lecsapódik, így a fűtési rendszernek átadja a benne rejlő rejtett hőenergiát is.<sup>1</sup>

Béla havi földgázfogyasztása – mely csak fűtésre fordítódik – mintegy 200 m<sup>3</sup> egy átlagos téli hónapban. A szolgáltató tájékoztatása alapján a gáz összetétele 97% metán, 1% etán, a többi gáz mennyisége elhanyagolható.

- Írd fel a földgáz égésének kémiai egyenleteit, és számítsd ki a folyamatok reakcióhőjét hagyományos és kondenzációs gázkazán esetére is! (Tételezzük fel, hogy a hagyományos kazánban csak vízgőz, a kondenzációsban csak cseppfolyós víz keletkezik!)
- Mennyi a földgáz égéshője a két esetben MJ/m<sup>3</sup> egységben kifejezve, standard állapotban?
- Mennyi lenne Béla havi fogyasztása, ha nem kondenzációs kazánja lenne? Mennyit spórol egy hónapban, ha egy m<sup>3</sup> gáz ára 100 Ft körül van?
- Hány kWh villamos energia tudná Béla házának energiaigényét fedezni és ez mennyibe kerülne, ha tudjuk, hogy 1 kWh más mértékegységben 3,6 MJ-nak felel meg? 1 kWh villamos energia ára közelítőleg 35 Ft. Energiatartalmukat nézve melyik az olcsóbb?
- Hány tonna szén-dioxid távozik évente Béla kéményén, ha évente 1500 m<sup>3</sup> földgázt fogyaszt?

A következő képződéshő adatok ismertek:  $\Delta_k H(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(f)}) = -286 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -242 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{CH}_4) = -75 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_k H(\text{C}_2\text{H}_6) = -84 \text{ kJ/mol}$ .

- $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (1. egyenlet)  
 $\text{C}_2\text{H}_6 + 3,5 \text{ O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$  (2. egyenlet)  
 $\Delta_r H = [(-394)+2(-242)]-[-75] = -803 \text{ kJ/mol}$  (1. vízgőzzel – hagyományos)  
 $\Delta_r H = [(-394)+2(-286)]-[-75] = -891 \text{ kJ/mol}$  (1. foly. vízzel – kondenzációs)  
 $\Delta_r H = [2(-394)+3(-242)]-[-84] = -1430 \text{ kJ/mol}$  (2. vízgőzzel – hagyományos)  
 $\Delta_r H = [2(-394)+3(-286)]-[-84] = -1562 \text{ kJ/mol}$  (2. foly. vízzel – kondenzációs)
- 1 m<sup>3</sup> földgáz standard állapotban  $1000/24,5 = 40,8 \text{ mol}$   
Ebből metán:  $40,8 \text{ mol} \cdot 0,97 = 39,6 \text{ mol} \rightarrow 39,6 \text{ mol} \cdot 0,803 \text{ MJ/mol} = 31,8 \text{ MJ}$   
(hagyományos) vagy 35,3 MJ (kondenzációs)

<sup>1</sup> KIEGÉSZÍTÉSEK az Sz1 feladathoz, melyek ismerete nem szükséges a feladat megoldásához:

Valójában sem a normál kazánban, sem a kondenzációsban nem használódik fel a teljes képződött hő, hiszen az égéshőben mind a kiindulási anyagok, mind az égéstermékek normál állapotúak, tehát a forró füstgázok által elvitt látens hőt a számításkor elhanyagoljuk. Ez a kondenzációs kazán előnyéhez képest nyilván nem sok, de elvi hiba.

Ha kiszámolnánk, hogy egy gázzal működő hőerőmű mennyi szén-dioxidot ereszt ki ahhoz, hogy a feladatban kiszámolt adott hőt kiadó villamos fűtőrendszer energiamennyiséget megtermelje, sokkal több tonna szén-dioxid jönne ki, tekintettel arra, hogy a gázturbinás hőerőművek a bevitt szénhidrogén égéshőjének csak 20-40%-át hasznosítják, a feladatban meg szinte az egészet. Ezért is olyan drága a villamosenergia, de egyáltalán nem környezetbarátabb, ha hőerőművekben állítjuk elő.



- Etán:  $40,8 \text{ mol} \cdot 0,01 = 0,408 \text{ mol} \rightarrow 0,58 \text{ MJ}$  (hagyományos) vagy  $0,64 \text{ MJ}$  (kond.)  
 Így az égéshő:  $32,4 \text{ MJ/m}^3$  vagy  $35,9 \text{ MJ/m}^3$ .
- c) Béla fogyasztása havonta  $200 \cdot 35,9 / 32,4 = 221,6 \text{ m}^3$  lenne.  
 Havonta  $21,6 \text{ m}^3$ -t, azaz  $21,6 \cdot 100 = 2160 \text{ Ft}$ -ot takarít meg.
- d)  $200 \cdot 35,9 / 3,6 = 1994 \text{ kWh}$ , ami  $1994 \cdot 35 = 69805 \text{ Ft}$ , a gáz lényegesen olcsóbb.
- e)  $1500 \text{ m}^3$  az  $1500 \cdot 40,8 \text{ mol} = 61200 \text{ mol}$  földgáz.  
 Ebből metán  $59364 \text{ mol}$ , amiből szén-dioxid keletkezik  $59364 \text{ mol}$ .  
 Etán  $612 \text{ mol}$ , amiből szén-dioxid keletkezik  $1224 \text{ mol}$ .  
 Összesen  $60588 \text{ mol CO}_2$ , ami  $2665872 \text{ g} = 2,67 \text{ t}$ .

## Sz2.

16 pont

Foszforsav-oldat  $200,00 \text{ grammját}$  két egyenlő részre (I. és II. oldat) osztjuk.

- I. Az I. oldatot  $10,00 \text{ tömeg\%-os NaOH-oldattal}$  közömbösítjük. A keletkező oldat sóra nézve  $12,235 \text{ tömeg\%-os}$ . Az oldat bepárlásával  $271,54 \text{ g}$  kristályos trisót kapunk.
- II. A II. oldatot *olyan* töménységű és *annyi* tömegű NaOH-oldattal közömbösítjük, hogy a keletkező anyag maradék nélkül, teljes egészében kristályos só legyen.

Ezen adatok ismeretében határozd meg

- a) a kristályos trinátrium-foszfát (trisó) képletét,  
 b) a foszforsav-oldat tömeg%-os összetételét,  
 c) az ismeretlen NaOH-oldat tömegét és tömeg%-os összetételét!
- a) Az I. oldattal való reakció alapján  $100,00 \text{ g}$  foszforsav-oldathoz kell  $X \text{ g}$  NaOH-oldat, amiben van  $0,1X \text{ g}$  NaOH,  
 ennek az anyagmennyisége  $m/M = 0,1X/39,998 = 0,002500X \text{ mol}$ .  
 Ehhez kell  $1/3$ -rész foszforsav, azaz  $0,0008333X \text{ mol}$ , és ennyi lesz a  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  anyagmennyisége is.  
 A  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  tömege  $0,0008333X \text{ mol} \cdot (163,94 \text{ g/mol}) = 0,13662X \text{ g}$ .  
 Ez a teljes oldattömegnek  $(100 + X)$  a  $12,235\%$ -a, azaz  $(100+X) \cdot 12,235 = 0,13662X \cdot 100$ , ebből  $X = 857,4$ , azaz  $857,4 \text{ g}$  NaOH-oldat kell az I. oldat közömbösítéséhez.  
 A kivált  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  anyagmennyisége  $0,0008333X = 0,7145 \text{ mol}$ ,  
 tömege  $271,54 \text{ g}$ , így moláris tömege  $271,54 \text{ g} / (0,7145 \text{ mol}) = 380 \text{ g/mol}$ ,  
 azaz  $x = (380 - 163,94) / 18,016 = 12$ , a trisó képlete  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .
- b) Szintén az I. oldattal való reakció alapján a  $100,00 \text{ g}$  foszforsav-oldatban volt  $0,0008333X = 0,7145 \text{ mol}$  foszforsav, ennek a tömege  $0,7145 \text{ mol} \cdot (97,994 \text{ g/mol}) = 70,02 \text{ g}$ ,  
 Azaz a tömeg%-os összetétel:  $70,0 \text{ tömeg\%}$  foszforsav.
- c) A II. oldattal való reakcióhoz ugyanannyi NaOH mennyiség kell, mint az I. oldathoz (azaz  $2,1435 \text{ mol}$ ,  $85,74 \text{ g}$ ), és a végén csak  $271,54 \text{ g}$  kristályos trisót kapunk, azaz a NaOH-oldat tömege  $171,54 \text{ g}$ ,  
 $171,54 \text{ g}$  NaOH-oldatban tehát  $85,74 \text{ g}$  NaOH van, vagyis a NaOH-oldat tömeg%-os összetétele:  $85,74 \cdot 100 / 171,54 = 50,0 \text{ tömeg\%}$ .



**Sz3.****10 pont**

X gramm X tömeg%-os kénsavoldatban X gramm kén-trioxidot oldva a kénsav tömegszázalékának számértéke X-szel növekszik. Mennyi az X értéke?

100 g oldatban van X g kénsav, tehát X g oldatban van  $X^2/100$  g kénsav.

Ha ebben feloldok X g kén-trioxidot, akkor az oldat tömege 2X g lesz,

a benne lévő kénsav tömeg%-a 2X, azaz a kénsav tömege  $4X^2/100$  g.

A reakció egyenlete:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

80,06 g  $\text{SO}_3$ -ból ez alapján lesz 98,076 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , azaz X g  $\text{SO}_3$ -ból lesz  $98,076/80,06 \cdot X = 1,225X$  g  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

A kénsav mennyisége a kétféle számolás alapján ugyanannyi kell, hogy legyen, azaz  $X^2/100 + 1,225X = 4X^2/100$ .

Ezt megoldva (nem kell tudni hozzá a másodrendű egyenlet megoldóképletét, mert nincs nulladrendű része, vagyis lehet az egészet X-szel osztani):  $X = 40,843$ .

**Sz4.****15 pont**

A Bejrútban 2020. augusztus 4-én történt nagy robbanást ammónium-nitrát okozta, amelyet az óvatossági szabályokat figyelmen kívül hagyva tároltak. Az ammónium-nitrát magas hőmérsékleten úgy bomlik, hogy belőle csak nitrogén, oxigén és víz keletkezik.

a) Mi a bomlási reakció egyenlete?

b) Becsüld meg, mekkora lett a hőmérséklet a robbanás előtt 35 °C hőmérsékletű raktárépületben, ha benne 2700 tonna ammónium-nitrát hirtelen felrobbant? A hőmérsékletváltozás kiszámolásához használd fel a következő adatokat: az ammónium-nitrát képződéshője  $-365,6$  kJ/mol, a vízgőz  $-241,8$  kJ/mol; a vízgőz mólhője  $25,3$  J/°C/mol, az oxigéné  $21,1$  J/°C/mol, a nitrogéné  $20,8$  J/°C/mol (a **mólhő** azt adja meg, hogy 1 mol anyag 1 °C-kal való felmelegítéséhez hány Joule energiára van szükség). A raktárban eredetileg is benn lévő levegő mennyisége olyan kicsi a képződött gázok mennyiségéhez képest, hogy nem kell figyelembe venni a számolásnál.

c) Milyen volt a robbanás után a keletkezett gázkeverék mol%-os összetétele?

a)  $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2 + \text{O}_2$

b) A folyamat reakcióhője:  $(-241,8 \text{ kJ/mol} \cdot 4) - (-365,6 \text{ kJ/mol} \cdot 2) = -236 \text{ kJ/mol}$

2700 tonna ammónium-nitrát =  $2700000 \text{ kg}/80,052 \text{ kg/kmol} = 33730 \text{ kmol}$ .

Ebből a robbanás során lesz  $67460 \text{ kmol H}_2\text{O}$ ,  $33730 \text{ kmol N}_2$  és  $16865 \text{ kmol O}_2$ .

$33730 \text{ kmol ammónium-nitrát bomlásánál } 33730000 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 236 \text{ kJ/mol} = 3,98 \cdot 10^9 \text{ kJ hő keletkezik.}$

A keletkező gázelegy melegítéséhez szükséges hő:  $67460 \text{ kmol} \cdot 25,3 \text{ kJ/°C/kmol} + 33730 \text{ kmol} \cdot 20,8 \text{ kJ/°C/kmol} + 16865 \cdot 21,1 \text{ kJ/°C/kmol} = 2,76 \cdot 10^6 \text{ kJ/°C hő szükséges.}$

Így a hőmérsékletváltozás  $3,98 \cdot 10^9 \text{ kJ}/(2,76 \cdot 10^6 \text{ kJ/°C}) = 1442 \text{ °C}$ ,

azaz a vég hőmérséklet  $35 \text{ °C} + 1442 \text{ °C} = 1477 \text{ °C} \approx 1500 \text{ °C}$  lesz.

c) A vízgőz mol%-értéke a reakcióegyenlet alapján  $4 \cdot 100/7 = 57,14 \text{ mol\%}$ ,

a nitrogéné  $2 \cdot 100/7 = 28,57 \text{ mol\%}$

az oxigéné  $1 \cdot 100/7 = 14,29 \text{ mol\%}$ .

**Sz5.****20 pont**

A „tisztának” nevezett anyagoknak kisebb-nagyobb mértékben sikerül a 100%-os tisztaságot megközelíteni. A gázoknál is, de legrégebb óta a fémeknél vezették be a „tisztasági fok” jelzőszámot az anyag tisztaságának mutatójaként. Tekintsd át a táblázatot! Az első oszlop tisztasági fokát pl. *hat pont nullának* mondjuk.

<b>Tömeg%-os tisztaság</b>	99,9999	99,999	99,993	99,99	99,92
<b>Tisztasági fok:</b>	6.0	5.0	4.3	4.0	3.2

Látható, hogy a tisztasági fok egész részei a 9-es számjegyek számát fejezik ki, a tizedespont utáni érték pedig a kilencesek utáni számjegy.

Ennél a feladatnál nagyon fontos, hogy a címlapon található periódusos rendszerben szereplő *pontos* atomtömegekkel számolj!

- Határozd meg, hogy hány %-a oxidálódott annak az alumíniumnak, amelynek tisztasági foka 2.7! (Tételezzük fel, hogy a „szennyeződés” alumínium-oxid.)
- Mennyi a tisztasági foka annak az alumíniumnak, melyből 3,0152 grammot sósavval reagáltatva 0,3366 gramm gázfejlődést mértünk? (A „szennyeződést” itt is alumínium-oxidnak feltételezzük a számolás során.)<sup>2</sup>
- Hány cm<sup>3</sup> 3,2500 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav fogyott az előző reakcióban?
- Vajon miért volt fontos a *pontos* atomtömegekkel való számolás?

- a) **Az oxidáció egyenlete:  $2\text{Al} + 1,5\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3$**

A 2.7 tisztasági fokú alumínium 99,7 tömeg% Al-ot és 0,3 tömeg% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ot tartalmaz, azaz 100 g keverékben 99,7 g Al és 0,3 g Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> van.

0,3 g Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> anyagmennyisége  $0,3 \text{ g} / (101,96 \text{ g/mol}) = 2,94233 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ,

ami  $2 \cdot 2,942 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5,885 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  Al-ból képződött.

Ennek az Al-nak a tömege  $5,885 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot (26,98 \text{ g/mol}) = 0,1588 \text{ g}$ .

Ez a teljes Al-mennyiségnek (ami  $99,7 + 0,1588 = 99,8588 \text{ g}$ ) a  $(0,1588 / 99,8588) \cdot 100\% = 0,16\%$ -a.

- b) **A gázfejlődés reakcióegyenlete:  $\text{Al} + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 1,5\text{H}_2$**

A H<sub>2</sub> anyagmennyisége  $0,3366 \text{ g} / (2,016 \text{ g/mol}) = 0,16696 \text{ mol}$ , az alumíniumé a reakcióegyenletből következően  $0,16696 / 1,5 = 0,11131 \text{ mol}$

Az alumínium tömege tehát:  $0,11131 \text{ mol} \cdot (26,98 \text{ g/mol}) = 3,0031 \text{ g}$ .

A minta tisztasága tehát  $(3,0031 / 3,0152) \cdot 100\% = 99,6\%$ , ami azt jelenti, hogy a tisztasági foka 2.6.

- c) **Sósav nem csak az előző reakcióban fogy, hanem ebben is:  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ . (Itt gáz nem képződik, így ezzel az előbb nem kellett számolni.)**

A 3,0152 g mintából az Al tömege 3,0031 g (ez 0,11131 mol), az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-é 0,0121 g (0,0001187 mol).

<sup>2</sup> **KIEGÉSZÍTÉS az Sz5 feladathoz, mely nem szükséges a feladat megoldásához:**

Az, hogy a „szennyeződés” tiszta alumínium-oxid lenne, valójában nem igaz: az oxid aránya – még eloxált alumínium esetén is – nagyon kicsi, csak néhány molekulányi réteg. A szennyeződés valójában inkább vas, szilícium és más szennyező elemekből áll.

A reakcióban elhasznált sósav:  $3 \cdot 0,11131 + 6 \cdot 0,0001187 = 0,33464 \text{ mol}$

Ez alapján a sósav térfogata  $0,33464 \text{ mol} / (3,2500 \text{ mol/dm}^3) = 0,1030 \text{ dm}^3$  vagy  $103,0 \text{ cm}^3$ .

- d) Azért, hogy a tömeg%-os tisztaságot olyan pontosan/annyi értékes jegyre ki tudjuk számolni, hogy már lássuk az első, 9-estől különböző számjegyet.

**Sz6.**

**10 pont**

A citromsav egy háromértékű sav, molekulaképlete:  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ . Nátrium-hidroxid-oldattal fenolftalein indikátort használva megtitrálható (miközben trinátrium-citrát képződik). A citromsav oldatát a háztartásban is használják vízkötelenítésre. A vízkőoldásra használt oldatból  $10,0\text{-}10,0 \text{ cm}^3$  térfogatú mintákat titráltunk meg, fenolftalein indikátor alkalmazásával  $0,105 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal. Az átlagfogyás  $8,92 \text{ cm}^3$  volt. Számítsd ki, hogy

- a) mennyi volt a készített vízkőoldó anyagmennyiség-koncentrációja citromsavra nézve,  
b) hány gramm citromsavból készítettek fél liter, vízkőoldásra használt oldatot!

a)  $n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 8,92 \text{ cm}^3 \cdot 0,105 \text{ mol/dm}^3 = 0,9366 \text{ mmol} (9,366 \cdot 10^{-4} \text{ mol})$

$$n(\text{citromsav}) = n(\text{NaOH})/3 = 0,3122 \text{ mmol} (3,122 \cdot 10^{-4} \text{ mol})$$

$$c(\text{citromsav}) = n/V$$

$$c(\text{citromsav}) = 0,3122 \text{ mmol} / 10 \text{ cm}^3 = 0,03122 \text{ mol/dm}^3$$

- b)  $0,50 \text{ liter} = 0,50 \text{ dm}^3$  oldatban van

$$n(\text{citromsav}) = c \cdot V = 0,01561 \text{ mol}$$

$$M(\text{citromsav}) = 192,124 \text{ g/mol} = 192,1 \text{ g/mol}$$

$$m = n \cdot M = 192,1 \cdot 0,01561 \text{ g} = 2,999 \text{ g} = 3,00 \text{ g}$$