



# XVII. DÜRER VERSENY

**K**  
KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 1. feladat

Egy vegyszereket szállító hajó léket kapott és súlyosan megsérült egy nyugat-afrikai kikötőben. A rakományról szóló dokumentáció meglehetősen hiányos volt, annyi derült ki az iratok áttekintését követően, hogy a hajó kénsavat, kalcium-oxidot és kősót biztosan szállított. A tartályok sérülése miatt a szállított anyagok egymással keveredhettek és kijuthattak a hajó rakteréből a környezetbe is, reakciókba lépve egymással és a környezetben megtalálható anyagokkal.

- Adjátok meg öt olyan anyag nevét, keletkezésének reakcióegyenletét és ha vízben oldható, vizes oldatának kémhatását, mely a katasztrófa helyszínén keletkezhetett!
- Hány  $m/m\%$  volt a szállított kénsav töménysége, ha a kénsav  $10\text{ cm}^3$ -es, tízszeres hígítású mintáit  $1,00\text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-hidroxid oldattal megtitrálva a fogyások átlaga  $12,52\text{ cm}^3$  volt, a kénsav sűrűségét pedig  $1,83\text{ g/cm}^3$ -nek mérték?

**Titrlás:** az ismeretlen koncentrációjú oldat (kénsav) adott térfogatához ismert koncentrációjú mérőoldatot (NaOH-oldat) csepegtetünk egy bürettából, amíg ki nem alakul a sav-bázis egyensúly (egyensúly). Ezt az állapotot az indikátor színváltozása jelzi. A felhasznált mérőoldat térfogata a fogyás.



# XVII. DÜRER VERSENY

# K KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 1. feladat megoldása

a) Példák:

anyag	keletkezés reakcióegyenlete	vizes oldat kémhatása
kalcium-hidroxid	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$	lúgos
kalcium-karbonát	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	nem oldódik
hidrogén-klorid	$2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HCl}$	savas
nátrium-szulfát	$2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HCl}$	semleges
kalcium-szulfát	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	semleges
kalcium-klorid	$\text{CaO} + 2 \text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	semleges

**Minden helyes reakcióegyenlet és kémhatás 1-1 pont.**

**Megjegyzés:**

A  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+$  folyamat a kénsav disszociációját és oldódását írja le, az ionok anyagként önmagukban nem értelmezhetők.

Az ionvegyületek vizes oldatának kémhatását az alapján tudjuk megállapítani, hogy az ion vízzel milyen arányban reagál. Az erős savak (pl.  $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{HCl}$ ) savmaradék ionja gyenge bázis, vízzel kevésbé reagál, így nem változik a kémhatás. A gyenge savak (pl.  $\text{H}_2\text{CO}_3, \text{H}_3\text{PO}_4$ ) sói erős bázisok, így az oldatuk kémhatása lúgos. A gyenge bázisok kationja pedig erős sav (pl.  $\text{NH}_4^+$ ), sójának vizes oldata savas kémhatású.

b) A titrálás során lezajló közömbösítés egyenlete:  $2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Az equilibrium az a pont, amikor  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ , vagyis amikor  $2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{NaOH})$ . A kénsav koncentrációja az  $n = c \cdot V$  összefüggés alapján:

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{2 \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 0,626 \text{ mol/dm}^3$$

Az eredeti kénsav koncentráció a hígítás miatt ennek tízszerese,  $6,26 \text{ mol/dm}^3$  volt.

A moláris tömeggel ( $98 \text{ g/mol}$ ) beszorozva megkapjuk, hogy  $1 \text{ dm}^3$  oldatban  $613,5 \text{ g}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  volt, tehát  $1 \text{ cm}^3$  oldatban  $0,6135 \text{ g}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  volt.

$1 \text{ cm}^3$  oldat tömege  $1,83 \text{ g}$ , tehát az oldat  $0,6135 \text{ g}/1,83 \text{ g} = 33,52 \text{ m/m}\%$ -os volt.

**Minden helyes és megfelelően indokolt válasz 10 pontot ér.**



# XVII. DÜRER VERSENY

# K

KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 2. feladat

A messinai csempészek hajóján két gáztartály volt, mindkettőben gázt szállítottak a szoros egyik oldaláról a másikra. Szerettek volna rájönni, mi lehet a tartályokban, mielőtt leadják azt ügyfeleiknek, így gyorsan elvégeztek pár kísérletet. A  $20 \text{ m}^3$ -es tartályban lévő gáz nyomása 15 Bar volt, a másik,  $30 \text{ m}^3$ -es tartályt 10 Bar-ig töltötték. Mintát vettek mind a két tartályból, a gázok egyaránt színtelenek és kellemetlen, szúrós szagúak voltak. Mindkét gáz jól oldódott vízben, így  $200\text{-}200 \text{ cm}^3$  standard állapotú ( $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , 1 Bar) gázból  $100\text{-}100 \text{ cm}^3$  vizes oldatot készítettek. Az első gáz vizes oldatát a fenolftalein rózsaszínre színezte, a második gáz oldata színtelen maradt. A két gázt egy zárt tartályba vezetve fehér füst képződését tapasztalták. A termék nátrium-hidroxid oldatban feloldódott. Az oldódást kísérő reakcióban gáz fejlődött, amely épp az egyik szállított gáz volt.

- Mely gázokat szállították a csempészek?
- Melyik tartályban volt “több” (azaz nagyobb anyagmennyiségű) gáz?
- Mennyi volt a második gáz vizes oldatának pH-ja?
- Írjátok fel a két szállított gáz reakciójának egyenletét!
- Írjátok fel a termék nátrium-hidroxiddal történő reakciójának egyenletét!
- Redoxireakció volt a két fenti reakció? Válaszotokat indokoljátok!
- A két gáz reakciójának termékéből három azonos tömegű, 0, 40, illetve  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -os telített vizes oldatot készítettek, majd azokat összeöntötték, és az elegyet lehűtötték  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra. Hány százaléka kristályosodott ki az oldott anyagnak?

A termék vízoldhatósága a következő:

$0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $29,4 \text{ g}/100 \text{ g}$  víz

$25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $38,3 \text{ g}/100 \text{ g}$  víz

$40 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $45,4 \text{ g}/100 \text{ g}$  víz

$100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $74,1 \text{ g}/100 \text{ g}$  víz



# XVII. DÜRER VERSENY

# K

KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 2. feladat megoldása

- a) A két gáz az ammónia és a hidrogén-klorid. **(2 pont)**
- b) Ugyanannyi gáz volt mindkét tartályban. Az egyetemes gáztörvény alapján, ha azonos hőmérsékleten  $p_1V_1 = p_2V_2$ , akkor  $n_1 = n_2$ . **(2 pont)**
- c) A feloldott  $200 \text{ cm}^3 \text{ HCl}$  ( $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $1 \text{ Bar}$ ) anyagmennyisége az egyetemes gáztörvény alapján  $8,07 \text{ mmol}$ .  $100 \text{ cm}^3$  oldat esetén a koncentráció  $0,0807 \text{ mol/dm}^3$  lesz.  $100\%$ -os disszociációval számolva  $[\text{H}^+] = 0,0807 \text{ mol/dm}^3$ , tehát  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 1,09$ . **(3 pont)**
- d)  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$  **(2 pont)**
- e)  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  **(2 pont)**
- f) Nem, mivel nem történik oxidációs szám változás (nem jár elektronátmenettel). **(2 pont)**
- g) Számoljuk ki a telített oldatok tömegszázalékos összetételét! **(2 pont)**

$0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $29,4 \text{ g}/100 \text{ g víz} \rightarrow 22,72 \text{ m/m}\%$

$25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $38,3 \text{ g}/100 \text{ g víz} \rightarrow 27,69 \text{ m/m}\%$

$40 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $45,4 \text{ g}/100 \text{ g víz} \rightarrow 31,22 \text{ m/m}\%$

$100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $74,1 \text{ g}/100 \text{ g víz} \rightarrow 42,56 \text{ m/m}\%$

Ha  $100\text{-}100\text{-}100 \text{ g}$  adott hőmérsékletű oldat elegyével számolunk, akkor összesen  $96,50 \text{ g}$  oldott anyag lesz  $300 \text{ g}$  oldatban.  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a telített oldat  $27,69 \text{ m/m}\%$ -os, tehát

$$\frac{96,5 - x}{300 - x} = 0,2769,$$

ahol  $x$  a kikristályosodó termék tömege.

$$96,5 - x = 83,07 - 0,2769x$$

$$13,43 = 0,7231x$$

$$x = 18,57$$

Tehát  $18,57 \text{ g}$  termék kristályosodik ki, ami a teljes oldott anyag  $19,25 \%$ -a. **(5 pont)**

### Másik lehetséges megoldás:

A  $300 \text{ g}$  oldatban  $96,50 \text{ g}$  oldott anyag és  $203,5 \text{ g}$  víz van.

Ha  $100 \text{ g}$  víz  $38,3 \text{ g}$  anyagot old fel,  $203,5 \text{ g}$  víz  $\frac{203,5}{100} \cdot 38,3 = 77,94 \text{ g}$  anyagot old fel.

A különbség  $96,50 - 77,94 = 18,56 \text{ g}$ , a teljes oldott anyag  $19,23 \%$ -a.

(Minden helyes és számítással alátámasztott válasz összesen  $7$  pontot ér.)



MEGOLDÁSOK

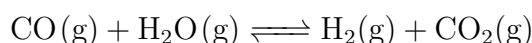
# XVII. DÜRER VERSENY

**K**  
KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 3. feladat

A Részeg TengerÉSZ az Atlanti-óceán közepén jött rá, hogy égető szüksége lenne egy kevés hidrogénre. Mivel a hajója rendkívül jól felszerelt volt, úgy döntött, hogy előállítja magának, az alábbi egyensúlyra vezető reakció felhasználásával.



Először 1:1 anyagmennyiség-arányban összekeverte a kiindulási anyagokat. Az egyensúly beállta után azt tapasztalta, hogy a hidrogén anyagmennyisége 1,20-szorosa a vízgőz anyagmennyiségének.

a) Határozzátok meg a folyamat egyensúlyi állandóját!

Mivel még mindig nem volt elegendő hidrogénje, a keletkezett hidrogént elkülönítette, a rendszerben maradt anyagokkal pedig ismét végrehajtotta a reakciót.

b) Hány százalékkal kevesebb hidrogén keletkezett ebben az esetben?

Miután feltöltötte a vészhelyzeti hidrogén-készletét, a maradék hidrogént egy másik kísérletből maradt sárgászöld színű gázzal keverte össze. A keverékkel fényt közölve heves, robbanásszerű reakciót tapasztalt. A reakció lezajlása után visszamaradt gázkeveréket megvizsgálva arra jutott, hogy az 10 m/m% hidrogént tartalmaz, míg a sárgászöld gáz maradéktalanul elreagált.

c) Írjátok fel a lejátszódó reakció egyenletét!

d) Adjátok meg a kiindulási gázkeverék tömegszázalékos összetételét!



# XVII. DÜRER VERSENY

# K

KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 3. feladat megoldása

a) Vegyünk 1-1 mol kiindulási anyagmennyiséget!

	CO	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
kiindulás	1 mol	1 mol	0 mol	0 mol
átalakul	-x mol	-x mol	+x mol	+x mol
egyensúly	1-x mol	1-x mol	x mol	x mol

A táblázat helyes felírása vagy az anyagmennyiségek kiszámítása 2 pontot ér.

Tudjuk, hogy  $\frac{x}{1-x} = 1,20$ , tehát  $x = \frac{6}{11} \approx 0,545$  mol. (1 pont)

Az egyensúlyi állandó értéke  $K = \frac{x^2}{(1-x)^2} = 1,44$ . (3 pont)

b) A reakció a H<sub>2</sub> elvezetése után a következőképpen alakul:

	CO	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
kiindulás	0,455 mol	0,455 mol	0 mol	0,545 mol
átalakul	-y mol	-y mol	+y mol	+y mol
egyensúly	0,455-y mol	0,455-y mol	y mol	0,545+y mol

A táblázat helyes felírása 3 pontot ér.

Az egyensúlyi állandó segítségével meghatározhatjuk  $y$  értékét:

$$K = \frac{y(0,545+y)}{(0,455-y)^2} = 1,44 \quad (1 \text{ pont})$$

$$y^2 + 0,545y = 1,44y^2 - 1,31y + 0,298$$

$$0,44y^2 - 1,855y + 0,298 = 0$$

A másodfokú egyenlet két gyöke  $y_1 = 0,1673$  és  $y_2 = 4,049$ , utóbbi nem lehet megoldás, tehát 0,1673 mol H<sub>2</sub> keletkezett. (1 pont)

$y/x = 0,3067$ , azaz a második reakció során 69,33 %-kal kevesebb H<sub>2</sub> keletkezett. (1 pont)

c)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2 \text{HCl}$  (2 pont)

d) A reakció utáni gázkeverék összetétele 10 m/m% H<sub>2</sub> és 90 m/m% HCl. (1 pont)

A HCl gáz tömegének  $1,008/(1,008+35,45) = 2,76$  %-a hidrogén (97,24 %-a klór). (1 pont)

Az összes hidrogén tartalom  $10 + 0,0276 \cdot 90 = 12,49$  m/m%. (2 pont)

A klórtartalom  $100 - 12,49 = 87,51$  m/m%, amely a tömegmegmaradás miatt megegyezik a kiindulási m/m%-os összetétellel. (2 pont)



# XVII. DÜRER VERSENY

# K KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 4. feladat

A Részeg TengerÉSZ rumot akart inni, de a hajón található két hordóban csak két különböző tömegszázalékos összetételű vizes etanol (etil-alkohol) oldatot talált. Nagyon csalódott volt, de aztán kitalálta, hogy meghatározza a két oldat sűrűségét, majd összeönti az oldatok egy részét. Mivel a Részeg TengerÉSZt érdekli a kémia, a hajóján desztillált vizet, piknométert és analitikai mérleget is tartott.

A piknométer a folyadékok és szilárd anyagok sűrűségének mérésére alkalmas eszköz. A piknométer egy kis sajáttömegű, lombikra emlékeztető szűk nyakú edény, meghatározott térfogattal. A piknométeres sűrűségmérést úgy végezzük, hogy azonos térfogatú és hőmérsékletű ismeretlen sűrűségű folyadék és ismert sűrűségű víz tömegét meghatározzuk, majd ezekből az adatokból számítjuk ki az ismeretlen folyadék sűrűségét.

A Részeg TengerÉSZ először megmérte a piknométer tömegét kupakkal és kapillárisal együtt, ez 68,15 grammnak adódott. Ezután feltöltötte 10,0  $m/m\%$ -os vizes etanol oldattal, majd megmérte az eszköz és a folyadék együttes tömeget, ami 114,29 gramm volt. A piknométer megfelelő tisztítása után feltöltötte 90,0  $m/m\%$ -os vizes etanol oldattal, majd ismét megmérte az együttes tömeget, ez 106,586 gramm volt. Ezután desztillált vízzel többször átöblítette. A tisztítás után feltöltötte a piknométert desztillált vízzel (sűrűsége 25 °C-on 0,99707  $g/cm^3$ ), az együttes tömeg ez esetben 115 g volt.

- a) Mennyi volt a két vizes etanol oldat sűrűsége?

Miután meghatározta a sűrűségeket, összeöntött 50,0  $cm^3$  10,0  $m/m\%$ -os vizes etanol oldatot és 50,0  $cm^3$  90,0  $m/m\%$ -os vizes etanol oldatot.

- b) Határozzátok meg a keletkező oldat  $m/m\%$ -os összetételét!
- c) Mekkora a keletkezett oldat térfogata, ha a sűrűsége 0,9226  $g/cm^3$ ?
- d) Egy oldat Raoult-koncentrációja megadja az 1 kg oldószerben oldott anyag anyagmennyiségét. Mekkora a keletkező oldat Raoult-koncentrációja?

$$M(C) = 12,01 \text{ g/mol}$$

$$M(H) = 1,008 \text{ g/mol}$$

$$M(O) = 16,00 \text{ g/mol}$$



MEGOLDÁSOK

# XVII. DÜRER VERSENY

**K**  
KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 4. feladat megoldása

a) desztillált víz tömege:  $115,0 - 68,15 = 46,85\text{g}$  (1 pont)

10,0 m/m%-os etanol oldat tömege:  $114,29\text{ g} - 68,15\text{ g} = 46,140\text{ g}$  (1 pont)

90,0 m/m%-os etanol oldat tömege:  $106,586\text{ g} - 68,15\text{ g} = 38,436\text{ g}$  (1 pont)

Mivel az oldatok térfogata megegyezik, a sűrűség a tömeggel egyenesen arányos:

10,0 m/m%-os etanol oldat sűrűsége:

$(46,140\text{ g}/46,85\text{ g}) \cdot 0,99707\text{ g/cm}^3 = 0,9819\text{ g/cm}^3$  (2 pont)

90,0 m/m%-os etanol oldat sűrűsége:

$(38,436\text{ g}/46,85\text{ g}) \cdot 0,99707\text{ g/cm}^3 = 0,8180\text{ g/cm}^3$  (2 pont)

(Ezt az eredményt úgy is megkaphatjuk, ha kiszámítjuk az oldatok térfogatát, majd elosztjuk a tömegüket a térfogattal.)

b)  $50,0\text{ cm}^3$  10,0 m/m%-os oldat tömege:  $50\text{ cm}^3 \cdot 0,9819\text{ g/cm}^3 = 49,095\text{ g}$  (1 pont)

$50,0\text{ cm}^3$  90,0 m/m%-os oldat tömege:  $50\text{ cm}^3 \cdot 0,8180\text{ g/cm}^3 = 40,9\text{ g}$  (1 pont)

a keletkező oldat tömege tehát:  $49,095 + 40,9 = 89,995\text{ g}$  (1 pont)

a keletkező oldatban lévő etanol tömege:  $49,095\text{ g} \cdot 0,1 + 40,9\text{ g} \cdot 0,9 = 41,7195\text{ g}$  (2 pont)

a keletkező oldat m/m%-os összetétele:  $41,7195\text{ g}/89,995\text{ g} = 46,4\text{ m/m}\%$  (2 pont)

c) a keletkező oldat térfogata:  $89,995\text{ g}/0,9226\text{ g/cm}^3 = 97,54\text{ cm}^3$  (2 pont)

d) Számoljunk 100,0 g oldattal, melyben a tömegszázalékos összetétel alapján 46,4 g oldott anyag és 53,6 g (= 0,0536 kg) oldószer van! (1 pont)

100,0 g oldatban az oldott anyag anyagmennyisége  $46,4\text{ g}/46,07\text{ g/mol} = 1,007\text{ mol}$  (1 pont)

az oldat Raoult-koncentrációja:  $1,007\text{ mol}/0,0536\text{ kg} = 18,8\text{ mol}/1\text{ kg oldószer}$  (2 pont)





# XVII. DÜRER VERSENY

**K**  
KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 5. feladat

Válaszoljátok meg az alábbi kérdéseket korábbi ismereteitek és a mellékelt cikk alapján!

- Milyen általános negatív hatásai vannak a légkör szennyezettségének a műtárgyak károsodása mellett? Írjatok legalább 2 példát!
- Írjatok 2 példát élőlényekre veszélyes, de műtárgyakat általában nem károsító anyagra!
- Írjatok 2-2 példát kültéri és beltéri szennyező anyagokra! Hogyan kerülhetnek ezen anyagok a légtérbe?
- Hogyan csökkenthető a kültéri szennyezők beltéri műtárgyakra gyakorolt hatása?
- Miért tudnak egyes szennyező anyagok károsodást okozni a műtárgyakban igen alacsony légszennyezési fokon is?
- Mit jelent az, hogy egyes szennyezők együtt szinergikus hatásúak?
- Mit nevezünk korrózióknak?
- Írjatok legalább 2 példát a szövegből olyan folyamatra, mely háttérben redoxireakció áll!
- A kéntartalmú szennyező vegyületekben a kén redukált és oxidált állapotú is lehet. Írjatok mindkettőre 1-1 példát!
- Mit nevezünk (Brönsted-féle) savnak?
- Milyen színű, illetve szagú a nitrogén-dioxid?
- Milyen sav(ak) keletkezhet(nek) nitrogén-dioxidból?
- A műtárgyakat hosszú távon már 0,1 ppb (*parts per billion*, azaz egy milliárdod rész) feletti kén-hidrogén szint is károsíthatja. Hány g kén-hidrogént jelent ez köbméterenként standard állapotban (1 Bar, 25 °C)?



# XVII. DÜRER VERSENY

# K

KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

## 5. feladat megoldása

- a) Egészségkárosító hatásúak és felelősek a klímaváltozásért is. **(1 pont)**
- b) szén-monoxid, könnyebb nemesgázok, nehézfémek **(1 pont)**
- c) kültéri szennyezők: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, stb.; jellemzően égésterméként kerülnek a légterbe **(1 pont)**
- beltéri szennyezők: kénvegyületek, illékony szerves vegyületek, szerves savak, radioaktív izotópok, stb.; műtárgyakból, berendezési tárgyakból, épületekből származnak **(1 pont)**
- d) Megfelelő szellőztető berendezéssel. **(1 pont)**
- e) Azért, mert hosszabb a ráhatási időszak. **(1 pont)**
- f) A szennyezők keveredéséből származó veszély nemcsak az egyes légszennyező anyagok összeadható mennyiségének hatása, hanem több más tényezőtől (szennyezők egymás közötti reakciója, relatív nedvesség, fény) is függ. **(1 pont)**
- g) A környezet hatására az anyagok felületéről kiinduló és az anyag belseje felé terjedő kémiai változás, amely a fém teljes pusztulását okozhatja. **(2 pont)**
- h) pigmentek/festékek oxidációja, pirit bomlása, réz “penészedése” és patinásodása, ólom karbonátosodása, stb. **(2 pont)**
- i) redukált: H<sub>2</sub>S, CuS, stb. **(1 pont)**
- oxidált: SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, stb. **(1 pont)**
- j) A sav az a kémiai részecske (molekula vagy ion), amely protonleadásra képes. **(1 pont)**
- k) A nitrogén-dioxid egy vörösbarna, jellegzetes (szúrós, fojtó) szagú gáz. **(1 pont)**
- l) Salétromsav és salétromossav. **(2 pont)**
- m) 1 m<sup>3</sup> térfogatú gáz anyagmennyisége standard állapotban az egyetemes gáztörvény alapján 40,34 mol. Ennek a 0,1 ppb (egy tized milliárdod) része lesz H<sub>2</sub>S, vagyis  $4,034 \cdot 10^{-9}$  mol, melynek tömege  $1,372 \cdot 10^{-7}$  g, azaz 0,1372 μg. **(3 pont)**