

## XV. A NITROGÉN, A FOSZFOR ÉS VEGYÜLETEIK

### XV. 1–2. FELELETVÁLASZTÁSOS TESZTEK

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		D	C	C	D	D	A	B	D	D
1	D	B	E	B	D	D	D	A	A	A
2	A	B	C	A	D	A (C)	A	C	A	B

### XV. 3. TÁBLÁZATKIEGÉSZÍTÉS

#### Az ammónia és a salétromsav összehasonlítása

	Ammónia	Salétromsav
Összegképlete	30. $\text{NH}_3$	31. $\text{HNO}_3$
Színe, szaga, halmazállapota (101 kPa, 25 °C)	32. színtelen, szúrós szagú gáz	33. színtelen, (jellegzetes szagú) folyadék
Oldhatósága vízben (101 kPa, 25 °C)	34. kitűnő	35. korlátlan
Reakciója vízzel (reakcióegyenlet)	36. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	37. $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$
Vizes oldatának kémhatása	38. lúgos	39. savas
Reakciójuk egymással (reakcióegyenlet)	40. $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$	
Mire használják az egymással alkotott vegyületet?	41. műtrágya (a pétisó hatóanyaga)	
Mi történik, ha tömény vizes oldatába rézforgácsot szórunk?		42. a réz oldódik, vörösbarna $\text{NO}_2$ gáz fejlődik
A salétromsav melyik tulajdonságán alapul az előző (53.) reakció?		43. erős oxidálószer
Mit tapasztalunk, ha tömény vizes oldatához kevés réz(II)-szulfát-oldatot öntünk?	44. sötétkék színű oldat	
Az ammónia melyik tulajdonságán alapul az előző (55.) reakció?	45. komplexképző	

## A nitrogén oxidjai

	Nitrogén-monoxid	Nitrogén-dioxid
Összegképlete	46. NO	47. NO <sub>2</sub>
Színe, halmazállapota (101 kPa, 25 °C)	48. színtelen gáz	49. vörösbarna gáz
Oldhatósága vízben (101 kPa, 25 °C)	50. rossz	51. jó
Reagál-e közönséges körülmények között oxigéngázzal? (Ha igen, akkor a reakcióegyenlet is.)	52. $2 \text{NO} + \text{O}_2 = 2 \text{NO}_2$	53. nem
Reagál-e közönséges körülmények között vízzel? (Ha igen, akkor a reakcióegyenlet is.)	54. nem	55. $2 \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$
Salétromsavból mivel, milyen körülmények között állítható elő?	56. kb 30%-os savból pl. rézzel vagy cinkkel	57. tömény (65%-os vagy töményebb) savból pl. rézzel vagy cinkkel
Van-e környezetszennyező hatása?	58. igen (mert oxidálódik NO <sub>2</sub> -dá)	59. igen

## XV. 4. EGYÉB FELADATOK

### Műtrágya és terrorizmus

60. Péthisó.

61. 100 g műtrágyában 60,0 g ammónium-nitrát van

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 60,0 \text{ g} / 80,0 \text{ g/mol} = 0,750 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}) = 2 \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 1,50 \text{ mol}, m(\text{N}) = 21,0 \text{ g}$$

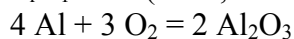
A műtrágya **21,0 tömeg% nitrogént** tartalmaz.

62. Fehér (színtelen), szilárd anyag, ionrácsos vegyület, így viszonylag magas az olvadás- és forráspontja, jól oldódik vízben.

63. A műtrágyából az ammónium-nitrát könnyen a talajvízbe oldódik. Ha túl sok ammónium-nitrát kerül a talajvízbe, akkor ez a víz nitrát-tartalmának növekedéséhez vezet, ami károsíthatja az állati és emberi szervezetet.

64.  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{sz}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 0,5 \text{O}_2(\text{g})$

$$\Delta_r H_1 = 2 \cdot (-242,0 \text{ kJ/mol}) - (-87,1 \text{ kJ/mol}) = \mathbf{-396,9 \text{ kJ/mol.}}$$



$$\Delta_r H_2 = 2 \cdot \Delta_k H(\text{Al}_2\text{O}_3) = \mathbf{-3315,4 \text{ kJ/mol.}}$$

65.  $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 2000 \text{ kg} \cdot 0,790 = 1580 \text{ kg}$ ,  $n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 1580 \text{ kg} / 80,0 \text{ kg/mol} = 19,75 \text{ kmol}$

$$Q_1 = 19,75 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot (-396,9 \text{ kJ/mol}) = -7,84 \cdot 10^6 \text{ kJ},$$

$$m(\text{Al}) = 170 \text{ kg}, n(\text{Al}) = 170 \text{ kg} / 27 \text{ kg/kmol} = 6,296 \text{ kmol} = 6296 \text{ mol},$$

$$Q_2 = 6296 \text{ mol} \cdot \frac{\Delta_r H_2}{4} = 6296 \text{ mol} \cdot (-828,85 \text{ kJ/mol}) = -5,22 \cdot 10^6 \text{ kJ},$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = -1,3 \cdot 10^7 \text{ kJ}, \text{ azaz } \mathbf{1,3 \cdot 10^7 \text{ kJ hő szabadul fel.}}$$

66. Ezen a hőmérsékleten a víz vízgőzzé alakul, tehát a keletkező gáz mennyiségénél ezt is figyelembe kell venni:

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 19,75 \text{ kmol},$$

az egyenlet alapján  $n(\text{N}_2) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 19,75 \text{ kmol}$ ,  
 $n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 39,5 \text{ kmol}$ ,  
 $n(\text{O}_2) = 0,5 \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 9,875 \text{ kmol}$ ,  
 $n(\text{gáz}) = 69,125 \text{ kmol}$   
(vagy: az egyenlet alapján 1 mol ammónium-nitrátból 3,5 mol gáz képződik, így a gáz  
anyagmennyisége:  $3,5 \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 69,125 \text{ dm}^3$ .)  
 $V = 69,125 \text{ kmol} \cdot 82,2 \text{ m}^3/\text{kmol} = \mathbf{5,68 \cdot 10^3 \text{ m}^3}$

### Kísérletek salétromsavval

67.	Az I. és a II. kísérletben	2x1	2 pont
68.	A IV. kísérlethez.		1 pont
69.	II.: $\text{NO}_2$		1 pont
	III.: $\text{NO}$		1 pont
	IV.: $\text{CO}_2$		1 pont
70.	I. a fehérjék nitrálása (reakció az aromás vegyületekkel)		1 pont
	II. és III. oxidálószer		1 pont
	IV. erős sav		1 pont
			<b>9 pont</b>

### XV. 5. SZÁMÍTÁSOK

71.	– Például 100 g telített oldatban 30 g ammónia és 70 g, azaz kb. $70 \text{ cm}^3$ víz van.	1 pont
	– Az ammónia anyagmennyisége, abból a térfogata:	
	$n(\text{NH}_3) = \frac{30 \text{ g}}{17 \text{ g/mol}} = 1,76 \text{ mol}$ ,	
	$V(\text{NH}_3) = 1,76 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3 = 43,1 \text{ dm}^3$ .	2 pont
	– A víz által feloldható gáz térfogata:	
	$\frac{43100 \text{ cm}^3}{70 \text{ cm}^3} = 615,7$ , vagyis kb. <b>620-szorosa</b> .	<u>1 pont</u>
	(Megjegyzés: az ammóniaoldat térfogata felesleges adat!)	<b>4 pont</b>
72.	a) $5,00 \text{ dm}^3$ oldatban van: $n(\text{HNO}_3) = 5,00 \text{ dm}^3 \cdot 2,00 \text{ mol/dm}^3 = 10,0 \text{ mol}$ ,	1 pont
	– ennek tömege: $m(\text{HNO}_3) = 10,0 \text{ mol} \cdot 63,0 \text{ g/mol} = 630 \text{ g}$ .	1 pont
	– Ennyi kell legyen a 70,0 tömeg%-os oldatban is, amelynek tömege:	
	$m(70\%-os) = 630 \text{ g} : 0,700 = 900 \text{ g}$ .	1 pont
	– Térfogata: $V = 900 \text{ g} : 1,42 \text{ g/cm}^3 = \mathbf{634 \text{ cm}^3}$ .	1 pont
	b) $5 \text{ cm}^3$ oldatban van: $n(\text{HNO}_3) = 0,005 \text{ dm}^3 \cdot 2,00 \text{ mol/dm}^3 = 0,01 \text{ mol}$ ,	1 pont
	– A reakcióegyenlet ( $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ) alapján ugyanennyi a szükséges NaOH anyagmennyisége is.	1 pont
	– A szükséges lúgoldat térfogata: $V(\text{NaOH}) = 0,01 \text{ mol} : 0,5 \text{ mol/dm}^3 = 0,02 \text{ dm}^3$ , vagyis körülbelül <b>20 cm<sup>3</sup></b> lúgoldat szükséges.	1 pont
	c) A közömbösítéshez a reakcióegyenlet ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ HNO}_3 = 2 \text{ NaNO}_3 + \text{CO}_2 + 11 \text{ H}_2\text{O}$ ) alapján 0,005 mol kristálysóda szükséges.	1 pont
	– $M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}) = 286 \text{ g/mol}$ .	1 pont
	– A szükséges kristálysóda tömege: $0,005 \text{ mol} \cdot 286 \text{ g/mol} = 1,43 \text{ g}$ , vagyis kb <b>1,5 g (1–2 g)</b> szükséges a közömbösítéshez.	<u>1 pont</u>
		<b>10 pont</b>

73. – A reakcióegyenlet:  $P_2O_5 + 3 H_2O = 2 H_3PO_4$  1 pont
- Ha pl. 1,00 mol  $P_2O_5$ -ből indulunk ki: akkor a feladat szerint 142 g  $P_2O_5$  142 g vizet köt meg 1 pont
- 1,00 mol  $P_2O_5$ -ből 2,00 mol foszforsav, azaz  $2 \cdot 98 \text{ g} = 196 \text{ g}$  foszforsav keletkezik. 1 pont
- Az oldat tömege  $2 \cdot 142 \text{ g} = 284 \text{ g}$ . 1 pont
- A tömegszázalékos foszforsav-tartalom:  $\frac{196}{284} \cdot 100\% = 69,0 \text{ w}\%$  1 pont
- 5 pont**

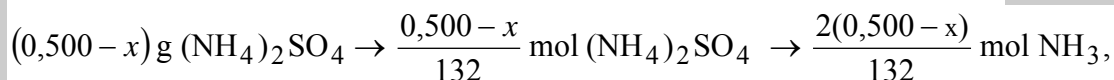
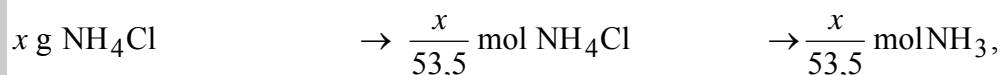
74. – A reakció:  $P_2O_5 + 3 H_2O = 2 H_3PO_4$  1 pont
- 100 g  $P_2O_5$  ( $M = 142 \text{ g/mol}$ ): 0,704 mol  
1,408 mol  $H_3PO_4$  keletkezik, ami ( $M = 98 \text{ g/mol}$ ): 138 g. 1 pont
- Ha  $m$  tömegű 60,0%-os oldatból indulunk ki, akkor abban  $0,600m$  a foszforsav. 1 pont
- Az oxid hozzáadása után:  $m + 100 \text{ g}$  az oldat tömege, 1 pont
- benne  $0,600m + 138 \text{ g}$  a foszforsav tömege. 1 pont
- A keletkező oldat 85,0%-os:  $\frac{0,600m + 138}{m + 100} = 0,850$  1 pont
- Ebből:  $m = 212$ , tehát **212 g** 60 tömeg%-os foszforsav-oldatunk volt. 1 pont
- Az előállított oldat 312 g, melynek térfogata:  $V = \frac{312 \text{ g}}{1,689 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 184,7 \text{ cm}^3$ . 1 pont
- Az eredeti oldat térfogata:  $\frac{184,7 \text{ cm}^3}{1,24} = 149,0 \text{ cm}^3$ , 1 pont
- ezért az oldat sűrűsége:  $\rho = \frac{212 \text{ g}}{149 \text{ cm}^3} = 1,42 \text{ g/cm}^3$ . 1 pont
- 10 pont**

75. – A reakciók egyenletei:  
 $NH_4Cl + NaOH = NH_3 + NaCl + H_2O$   
 $(NH_4)_2SO_4 + 2 NaOH = 2 NH_3 + Na_2SO_4 + 2 H_2O$   
 (vagy:  $NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$ , de akkor meg kell jegyezni, hogy  
 $NH_4Cl \rightarrow NH_3$ , illetve  $(NH_4)_2SO_4 \rightarrow 2 NH_3$ )  
 $2 NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$   
 $2 NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2 H_2O$  2 pont
- A kénsavfeleslegre elhasznált NaOH:  $n(NaOH) = 0,02505 \text{ dm}^3 \cdot 0,0998 \text{ mol/dm}^3 = 2,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ . 1 pont
- Ez megfelel:  $n_m(H_2SO_4) = \frac{1}{2} n(NaOH) = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ . 1 pont
- Az eredetileg alkalmazott kénsav:  $n_{\delta}(H_2SO_4) = 0,0500 \text{ dm}^3 \cdot 0,108 \text{ mol/dm}^3 = 5,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ . 1 pont
- Ebből az ammóniára elhasználódott:  $n(H_2SO_4) = n_{\delta}(H_2SO_4) - n_m(H_2SO_4) = 5,40 \cdot 10^{-3} - 1,25 \cdot 10^{-3} = 4,15 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ . 1 pont
- Ennyi kénsav által megkötött ammónia mennyisége:

$$n(\text{NH}_3) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 8,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

1 pont

- A vizsgált 0,500 g keverékből:



- Ebből:

$$\frac{x}{53,5} + \frac{2(0,500 - x)}{132} = 8,30 \cdot 10^{-3}.$$

3 pont

- Az egyenlet megoldása:  $x = 0,205$ ,

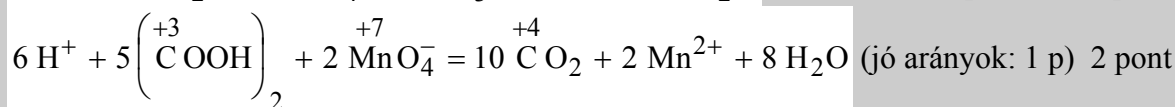
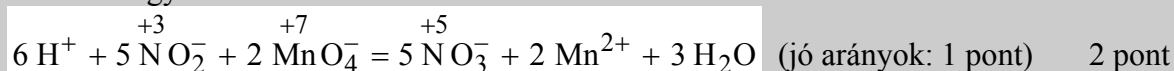
1 pont

ebből az összetétel: **41,0 w% NH<sub>4</sub>Cl**, és **59,0 w% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**.

1 pont

**12 pont**

76. - A reakcióegyenletek:



- $n(\text{KMnO}_4) = 0,01500 \cdot 0,0300 \text{ mol} = 4,5000 \cdot 10^{-4} \text{ mol},$

$$n(\text{oxálsav}) = 0,01845 \cdot 0,0250 \text{ mol} = 4,6125 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

1 pont

- $4,6125 \cdot 10^{-4} \text{ mol oxálsav} \xrightarrow{\cdot \frac{2}{5}} 1,845 \cdot 10^{-4} \text{ mol KMnO}_4\text{-tal reagál (ez a fölösleg) 1 pont}$

- A nitrittel reagált:  $4,5000 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 1,845 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2,655 \cdot 10^{-4} \text{ mol KMnO}_4,$  1 pont

- ami  $\left(\cdot \frac{5}{2}\right) = 6,637 \cdot 10^{-4} \text{ mol nitritet oxidált. 1 pont}$

- A törzsoldatban, így az eredeti oldatban is ennek 100-szorosa volt: 0,06637 mol, 1 pont

- ennek tömege:  $m = 0,06637 \text{ mol} \cdot 69 \text{ g/mol} = 4,58 \text{ g. 1 pont}$

- Az oldhatóság kiszámítása:

$$\frac{4,58 \text{ g}}{10,00 \text{ g} - 4,58 \text{ g}} = \frac{x}{100} \rightarrow \quad \mathbf{84,5 \text{ g NaNO}_2 / 100 \text{ g víz.}$$

2 pont

**12 pont**