



Pécsi Tudományegyetem
Természettudományi Kar



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti Tehetség
Program

A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-25-B-0035 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

58. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2026. április 11.

Országos döntő – I.A, I.B és I.C kategória

LABORATÓRIUMI GYAKORLAT

Laborkód:

Bemért szilárd minta tömege:

A sósavoldat pontos koncentrációja: $0,1015 \text{ mol/dm}^3$

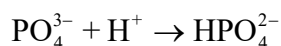
- Munkaidő: **120 perc.**
- Maximálisan elérhető pontszám: **50 pont.**

Elért pontszám (ezt hagyd üresen, a javítók majd kitöltik!):

Trisó vizsgálata sav-bázis titrálással

A trisó (trinátrium-foszfát, Na_3PO_4) vízben jól oldódó, erősen lúgos kémhatású fehér por, amelyet főként háztartási zsíroldásra, vízlágyításra, ruhák áztatására és lefolyótisztításra használnak. Hatékonyan távolítja el a makacs olajos szennyeződések, növeli a mosószerek hatékonyságát; lúgos kémhatása önmagában is fertőtlenítő hatású.

A mai feladatban a háztartási boltokban kapható egyik trisómárka összetételét kell meghatároznod sav-bázis titrálás segítségével. A meghatározás alapja, hogy a foszfácion enyhén lúgos átcsapási tartományú indikátort használva erős savval egyértékű bázisként titrálható a következő egyenlet szerint (amely már rendezve van):



Erős savként sósavat használsz majd, amelynek pontos koncentrációját a címdalton találsz meg, indikátorként pedig timolftalein oldatát, amelynek átcsapási tartománya 9,3–10,5. A timolftalein 10,5-ös pH fölött élénkkék színű, 9,3-as pH alatt színtelen.

Munka előtti gondolkozás

A trisó oldata erősen lúgos kémhatású. Írd fel annak a megfordítható reakciónak a rendezett egyenletét, amely a lúgos kémhatást okozza:



Vajon befolyásolja-e ez a reakció a titrálásnál a fogyás értékét? Válaszodat röviden indokold!

Nem befolyásolja (1 p).

A reakcióban egyértékűként titrálható bázisból egy másik, ugyancsak egyértékűként titrálható bázis keletkezik. (2 p)

Útmutató a meghatározáshoz

- I. Az asztalon találsz egy $100,00 \text{ cm}^3$ térfogatú mérőlombikban a szilárd trisó pontosan bemért mennyiségét. A bemért tömeget az első lapon találsz meg.
- II. A mérőlombikot töltsd meg nagyjából kétharmadára desztillált vízzel, és teljes egészében oldd fel a szilárd anyagot! Ehhez türelem kell, akár négy-öt perces rázogatásra is szükség lehet. A trisó oldáshője kimondottan kicsi, a benne lévő egyéb komponensektől függően gyengén exoterm vagy gyengén endoterm is lehet, ezért nem kell attól tartani, hogy a lombik felmelegszik. Miután a szilárd anyag teljes mennyisége feloldódott, töltsd fel jelig a mérőlombikot, majd a tartalmát alaposan rázd össze!

- III. Az így elkészített törzsoldatból pipettával mérjél ki titráló- vagy kis Erlenmeyer-lombikokba 10,00–10,00 cm³-es mintákat! A hasas pipettád kétjelű. Adj a mintákhoz 3-4 csepp timolftalein indikátort!
- IV. Töltsd fel a bürettát a kiadott sósavoldattal!
- V. Titráld meg a mintákat a sósavoldattal! Az oldathoz keverés mellett addig kell adagolnod a sósavoldatot, amíg az indikátor élénkkék színből színtelenné válik.
- VI. Végezz három párhuzamos mérést!

Feladatok és számítások

A mérési adatokat és az átlagfogyást **két tizedes jegy** pontossággal jegyezd fel az alábbi táblázatba! Minden további eredményt **négy értékes jegy** pontossággal adj meg!

A sósavoldat pontos koncentrációja:		0,1015 mol/dm ³
1 p ha helyes a tizedes jegyek száma minden közvetlen titrálási adatnál	1. fogyás:	..... cm ³
	2. fogyás:	..... cm ³
	3. fogyás:	..... cm ³
1 p ha helyes a tizedes jegyek száma az átlagnál	átlagos fogyás:	..... cm ³

1) Számítsd ki, hogy:

- a) mennyi a 10,00 cm³ mintában lévő Na₃PO₄ anyagmennyisége,
- b) mennyi a 100,00 cm³ mintában lévő Na₃PO₄ tömege,
- c) mennyi a kapott trisóminta tömegszázalékos Na₃PO₄-tartalma.

20 p a pontosságra, külön kiértékelésből az utolsó lapon megadottak szerint

A számítások során a következő moláris tömegeket használd:

$$A_r(\text{H}) = 1,01; A_r(\text{O}) = 16,00; A_r(\text{Na}) = 22,99; A_r(\text{P}) = 30,97$$

10,00 cm³ mintában lévő Na₃PO₄ anyagmennyisége:	.....	5 p
100,00 cm³ törzsoldatban lévő Na₃PO₄ tömege:	.....	5 p
a trisóminta tömegszázalékos Na₃PO₄-tartalma:	.....	2 p

Számítások (a számítások a feladatlap hátulján folytathatók):

$$M(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 163,94 \text{ g/mol vagy } 163,9 \text{ g/mol}$$

$$n = V_{\text{átlag}} \times 1,015 \times 10^{-4} \text{ mol/cm}^3$$

$$m = V_{\text{átlag}} \times 0,16640 \text{ g/cm}^3$$

$$\% = V_{\text{átlag}} \times 16,640 \text{ g/cm}^3 / m_{\text{bemérés}}$$

1 pont levonás

ha van legalább egy olyan hely, ahol nem 4 értékes jeggyel van megadva a kiszámítandó végeredmény a négy keretes eredmény között (az utolsó a következő oldalon). Akkor is csak 1 pont levonás, ha több ilyen hely is van. Közbenső számítási eredményeket nem kell figyelni ebből a szempontból.

Munka utáni gondolkozás

2) Számítsd ki, hogy az eljárásban mennyi lett volna a fogyás értéke, ha a kapott trisóminta teljesen tiszta Na_3PO_4 lenne!

a 10,00 cm^3 egyedi mintára várható fogyás:	5 p	cm^3
--	-----	---------------

3) Semmilyen jel nem utal arra, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható trisó különböző anyagok keveréke lenne. Ha tényleg nem keverék a minta, akkor mi lehet az oka a várt és a tapasztalt érték eltérésének? Javaslatodat számítással támaszd alá!

Kristályvíztartalom, ennek kiszámítása.

6 p

Számítások (a számítások a feladatlap hátulján folytathatók):

A tiszta nátrium-foszfátra várt fogyás:

$$V_{\text{várt}} = m_{\text{bemérés}} \times 6,0096 \text{ cm}^3/\text{g}$$

Kristályvíztartalom-számítás:

$$1 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4 \text{ mellett: } 54,674 \text{ cm}^3/\text{g} \times m_{\text{bemérés}} / V_{\text{átlag}} - 9,0977$$

Pontosság-pontozás: a függetlenül (előkészítésből) ismert adatokból várt fogyástól való százalékos eltérés abszolút értéke alapján:

$0 \% \leq | \text{eltérés} | \leq 0,50 \%$	20 pont
$0,50 \% < | \text{eltérés} | \leq 1,00 \%$	19 pont
$1,00 \% < | \text{eltérés} | \leq 1,50 \%$	18 pont
$1,50 \% < | \text{eltérés} | \leq 2,00 \%$	17 pont
$2,00 \% < | \text{eltérés} | \leq 2,50 \%$	16 pont
$2,50 \% < | \text{eltérés} | \leq 3,00 \%$	15 pont
$3,00 \% < | \text{eltérés} | \leq 3,50 \%$	14 pont
$3,50 \% < | \text{eltérés} | \leq 4,00 \%$	13 pont
$4,00 \% < | \text{eltérés} | \leq 4,50 \%$	12 pont
$4,50 \% < | \text{eltérés} | < 5,00 \%$	11 pont
$5,00 \% < | \text{eltérés} | \leq 5,50 \%$	10 pont
$5,50 \% < | \text{eltérés} | \leq 6,00 \%$	9 pont
$6,00 \% < | \text{eltérés} | \leq 6,50 \%$	8 pont
$6,50 \% < | \text{eltérés} | \leq 7,00 \%$	7 pont
$7,00 \% < | \text{eltérés} | \leq 7,50 \%$	6 pont
$7,50 \% < | \text{eltérés} | \leq 8,00 \%$	5 pont
$8,00 \% < | \text{eltérés} | \leq 8,50 \%$	4 pont
$8,50 \% < | \text{eltérés} | \leq 9,00 \%$	3 pont
$9,00 \% < | \text{eltérés} | \leq 9,50 \%$	2 pont
$9,50 \% < | \text{eltérés} | \leq 10,00 \%$	1 pont
$10,00 \% < | \text{eltérés} |$	0 pont