



**Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
Kémia I. kategória  
3. forduló  
1. feladat**

**Budapest, 2017. március 18.**

**Ismeretlen gyenge sav moláris tömegének meghatározása, valamint  
disszociációállandójának becslése kalorimetriai eljárással**

A feladat során egy egyértékű gyenge savat (HA) fog vizsgálni. Először egy ismert tömegű minta sav-bázis titrálásával a minta moláris tömegére következtethet. Aztán a sav oldásakor felszabaduló hő mérésével becslést adhat annak oldáshőjére és disszociációállandójára.

*A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 120 perc áll rendelkezésére. A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép használható. Az eszközöket újr felhasználás esetén szükség szerinti alaposan mosogassa el!*

*A kérdésekre adott válaszait alaposan, számolásokkal indokolja!*

*A rendelkezésre álló eszközök és anyagok listája a mellékletben található.*

*A kódszámát minden lapra írja rá!*

**A sav moláris tömegének meghatározása**

Az asztalán található kis lombik az egyértékű szerves sav rajta feltüntetett tömegű mintáját tartalmazza. Készítsen belőle  $100,00 \text{ cm}^3$  törzsoldatot! A NaOH-oldattal (pontos koncentrációja az üvegen) titráljon a törzsoldatból  $10,00 \text{ cm}^3$ -es részleteket fenolftalein indikátort használva!

A fogyások:

--

Az átlagfogyás:

*Pontosság: 12 pont*

A sav pontos koncentrációja a törzsoldatban:

Lombik betűjele:Koncentráció:

*1 pont*

A sav moláris tömege:

*1 pont*

### **A sav oldáshőjének, disszociációhőjének és disszociációállandójának megbecslése**

Vizes oldatban lejátszódó reakciókat jól hőszigetelt edényben végezve, a reakcióhő gyakorlatilag teljesen az oldat hőmérsékletének megváltoztatására fordítódik. Szerencsére egyszerű műanyag poharak kombinációjából is összeállítható ilyen, kellően jól szigetelő edény.

Ismert mennyiségű savat különböző oldatokban oldva, és az oldatok hőmérsékletének változását követve megbecsülhető az egyes kísérletekben felszabaduló hő. A mért adatokból következtetni lehet a sav oldódását és disszociációját kísérő hőváltozásokra is.

Egy műanyag poharat habpohárba, majd egy főzőpohárba állítva használunk. Mérjük ki egy ilyen edénybe  $50 \text{ cm}^3$ -t a különböző oldatokból. Az elegyítés előtt mérjük meg a kiindulási vizes oldatok hőmérsékletét. (A tiszta sav hőmérséklete ezzel azonosnak vehető.) Ezután a kis műanyag pipettával mérjük az edénybe  $1,0 \text{ cm}^3$ -t a tiszta savból. Az elegyet a bothőmérővel keverjük össze, miközben figyeljük a hőmérsékletét.

Jegyezzük le minden keverék esetén azt a hőmérsékletet, ahol a változás megállapodik (legalább 30 másodpercig nem változik tovább)! Érdemes nagyítót használni a hőmérő leolvasásához. A hőmérő higanyzsákja mindig teljesen merüljön bele az oldatba. Szükség szerint ismételjük meg a méréseket!

**Mérések:**

Végezzen szükséges számú mérést  $1,0 \text{ cm}^3$  savat  $50\text{-}50 \text{ cm}^3$  desztillált vízben,  $2 \text{ M NaOH}$  és  $2 \text{ M HCl}$  oldatban oldva!

Miben (víz, $2 \text{ M NaOH}$ , $2 \text{ M HCl}$ )	kezdeti $T$	végző $T$	$\Delta T$

A további számításokban használt eredmények:

	átlagos $\Delta T$
víz	
$2 \text{ M HCl}$	
$2 \text{ M NaOH}$	

*Mérés és pontosság: 12 pont*

Szükséges adatok (az sav oldása után kapott keverékekre is használhatóak a táblázat adatai):

	sűrűség ( $\text{g/cm}^3$ )	hőkapacitás ( $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )
víz	1,00	4,18
$2 \text{ M HCl}$	1,03	3,76
$2 \text{ M NaOH}$	1,08	3,95

A tiszta sav sűrűsége  $1,56 \text{ g/cm}^3$ .

A  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  folyamat reakcióhője  $-56 \text{ kJ/mol}$ .

A mérései alapján becsülje meg a  $\text{HA(f)} \rightarrow \text{HA(aq)}$  folyamat folyamathőjét a vizsgálat körülményei között (kJ/mol egységben)!

*2 pont*

A mérései és a megadott adatok alapján becsülje meg a  $\text{HA(aq)} \rightarrow \text{A}^{\ominus}(\text{aq}) + \text{H}^{\oplus}(\text{aq})$  folyamat folyamathőjét a vizsgálat körülményei között (kJ/mol egységben)!

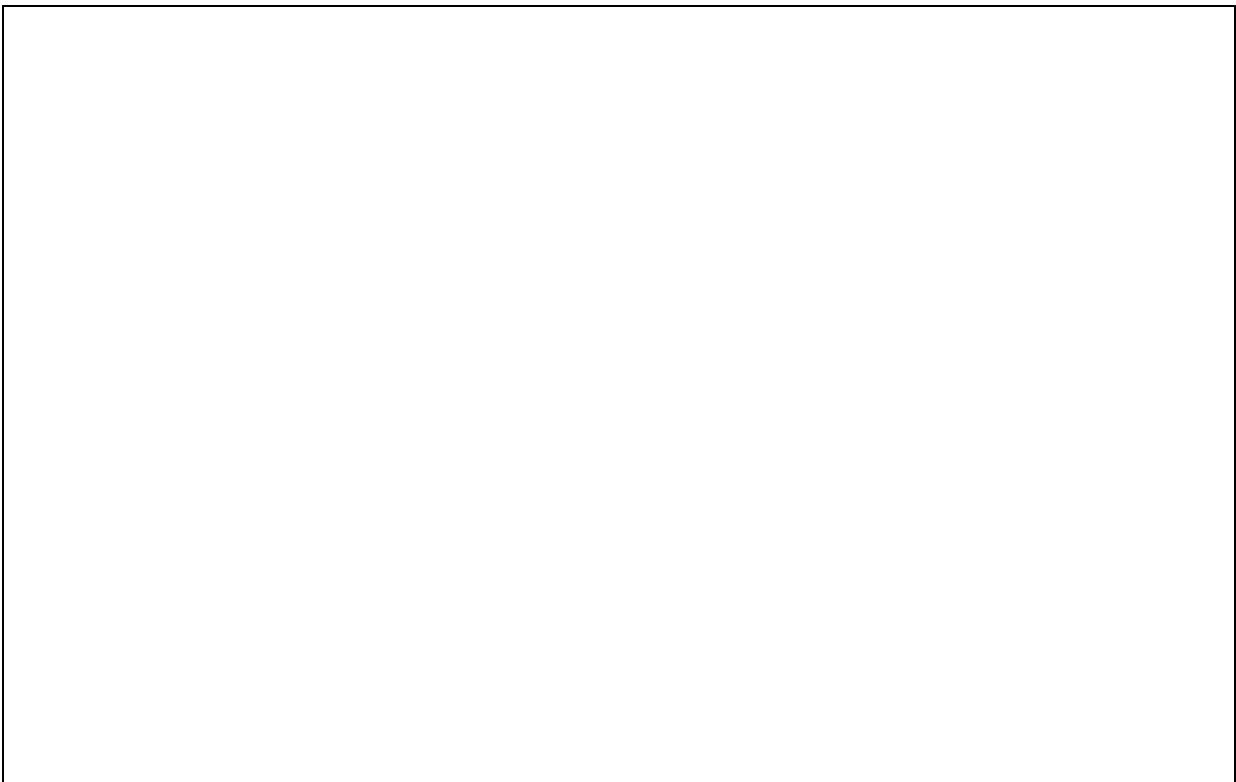
*2 pont*

A mérései és számításai alapján adjon becslést arra, hogy az  $50 \text{ cm}^3$  vízben oldott sav molekuláinak hányad része disszociált!



*2 pont*

Az eredményei alapján számítsa ki a sav savi disszociációs állandóját!



*2 pont*

A rendelkezésre álló eszközökkel és anyagokkal hogyan határozná meg közelítőleg a  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{f})$  folyamat reakcióhőjét?

*2 pont*



**Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny**  
**Kémia I. kategória**  
**3. forduló**  
**2. feladat**

**Budapest, 2017. március 18.**

**Ismeretlen oldatok azonosítása**

A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen **80 perc** áll rendelkezésére. A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép és íróeszköz használható. Az eszközöket újrafelhasználás esetén szükség szerinti alaposággal mosogassa el!

Minden versenyző asztalán található:

- 1 db kémcsőállvány
- 9 db számozott kémcső az ismeretlenekkel
- 10 db üres kémcső
- 3 db kis kristályosító csésze
- egy egyszerű áramkör: egy 9 V-os elem LED izzóval és acél drótokkal
- univerzálindikátor-oldat
- 1 db színskála univerzál indikátorhoz
- 3 db szűrőpapír
- papírvatta

A számozott kémcsövekben a következő anyagokat találja:

**desztillált víz**

**bórsav ( $\text{B(OH)}_3$ )** 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú vizes oldata

**mannit (hexán-1,2,3,4,5,6-hexol)** 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú vizes oldata

**$\text{KNO}_3$**  0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú vizes oldata

**KI** 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú vizes oldata

**$\text{H}_3\text{PO}_4$**  1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú vizes oldata

**$\text{KH}_2\text{PO}_4$**  0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú vizes oldata

**$\text{K}_2\text{HPO}_4$**  0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú vizes oldata

**$\text{Na}_3\text{PO}_4$**  0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú vizes oldata

Döntse el, melyik kémcsőben melyik anyag található!

Áramköri elemeket pontlevonás nélkül egyszer kérhet, minden mást csak 1 pont levonása mellett tudunk adni.

Az oldatok elektromos vezetését az oldatban jelen lévő, elektromos erőterben elmozduló ionok hozzák létre. Az ionok koncentrációjának növekedésével megnövekedik az oldat vezetése. A legjobban vezető ionok az oxónium- és a hidroxidion.

*Rajzolja fel a mannit szerkezeti képletét!*

*1 pont*

A bórsav gyenge sav, és meglepő módon oldatában a víz ionjain kívül csak a  $B(OH)_4^-$  -ion mutatható ki.

*Írja fel a bórsav és a víz közötti reakció rendezett ionegyenletét!*

*1 pont*

*Milyen a térszerkezete a komplexionnak?*

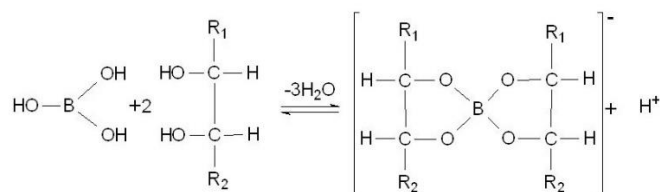
*1 pont*

A bórsav  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatában megmérték  $B(OH)_4^-$  -ionok koncentrációját. A mérések szerint a bemért bórsav 0,0085%-ának megfelelő mennyiségű  $B(OH)_4^-$  ion található az oldatban.

*Számítsa ki a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú bórsavoldat pH-ját!*

*2 pont*

Mannit hozzáadásával egyértékű komplex sav képződik, amely kb. ecetsav erősségű.





Számítsa ki a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú ecetsavoldat pH-ját!  $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$

--

2 pont

Írja fel az elektródreakciókat a KI-oldat és a foszforsavoldat elektrolízise esetén, acéldrótokat alkalmazva!

	katód	anód
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>		
KI		

4 pont

Állapítsa meg a berendezés szétszedése nélkül, hogy melyik vezeték (piros vagy fekete) a pozitív pólus! Milyen kísérlet és milyen tapasztalatok alapján döntött?

--

3 pont

Az alábbi táblázatban tüntesse fel, hogy melyik kémcső melyik oldatot tartalmazza!

<b>desztillált víz</b>	
<b>bórsav</b>	
<b>mannit</b>	
<b>KNO<sub>3</sub></b>	
<b>KI</b>	
<b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	
<b>KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b>	
<b>K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub></b>	
<b>Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	

18 pont

*Milyen tapasztalat(ok) alapján jutott el a megoldáshoz? Csak azokat a tapasztalatokat adja meg, amelyek alapján egyértelműen azonosítani tudta az ismeretlen anyagot!*

A kémcsőben lévő anyag	Milyen tapasztalat(ok) alapján azonosítható egyértelműen az ismeretlen?
<b>desztillált víz</b>	
<b>bórsav</b>	
<b>mannit</b>	
<b>KNO<sub>3</sub></b>	
<b>KI</b>	
<b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	
<b>KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b>	
<b>K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub></b>	
<b>Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	

*18 pont*

# MELLÉKLET

## Eszközök és anyagok listája

### Minden versenyzőnek:

Az összes oldat és a víz a labor hőmérsékletén kell legyen (nem hígítható/desztillálható frissen).

100 cm<sup>3</sup> kb. 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH-oldat (karbonátmentes!)  
1 db 100 cm<sup>3</sup>-es mérőlombik benne kb 1,2 g ismeretlen sav, pontos tömeggel, tölcsér  
10 cm<sup>3</sup> ismeretlen sav, 15 ml-s csavaros üvegben  
10 cm<sup>3</sup>-es pipetta  
1 db pipettalabda  
1 db büretta állványon, 12 cm<sup>3</sup>  
25 cm<sup>3</sup>-es mérőhenger  
200-200 cm<sup>3</sup> 2M NaOH és HCl oldat  
tized fokos hőmérő, pohárba állítva vagy állványba fogatva  
3 db főzőpohár (1 kuka, 1 a műanyag poharak beleállítására, 1 pedig öntögetéshez)  
műanyagpoharak és egy habpohár  
1 db fehér csempe  
1 flaska desztillált víz  
2 db 1 cm<sup>3</sup>-es Pasteur pipetta (cseppentő és kimérés), az 1 ml jel kiemelve.  
1 db magas pohár, talpsúllyal a hőmérő tárolására  
3 db titrálólombik  
1 db védőszemüveg  
nagyító  
papírvatta  
1 db feladatlap, melléklettel (5 oldal)

### Asztalonként:

gumikesztyű  
fenolftalein indikátor oldata, műanyag Pasteur-pipettával