**7. feladatlap: Jamie Oliver tökéletes salátaöntete[[1]](#footnote-1)**

**Módszertani útmutató**

**1. Téma:** Sav-bázis reakciók, indikátorok, közömbösítés, oldatok összetétele, mennyiségi elemzés, kémia a háztartásban (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 8. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

* A sav és a bázis/lúg[[2]](#footnote-2) fogalma (az Arrhenius−Ostwald-féle disszociációs elmélet szerint).
* Sav-bázis indikátorok, fenolftaleinindikátor.
* Közömbösítés (sav + lúg = só + víz).
* Az oldatok összetételének/töménységének megadása százalékban.

**4. Célok:**

* A kémia hasznáról alkotott elképzelések megerősítése.
* Motiváció: a kíváncsiság fölkeltése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt egy érdekes kerettörténettel.
* A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
* A logikus következtetéseken alapuló gondolkodás fejlesztése.
* A mennyiségi elemzés (kvantitatív analízis, pl. „titrálás”) alapgondolatának megismerése.
* A 2. és a 3. csoport diákjai esetében az „egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” („*ceteris paribus*”, *lat*., jelentése: „a többi változatlanul hagyásával”) elv megismerése, illetve a 3. csoport tanulói esetében ezen elv alkalmazása a kísérlettervezés során egy természettudományos probléma megoldásakor.

**5. Tananyag:**

* **Ismeret** szint:
  + Az oldatok kémhatása lehet savas, semleges és lúgos/bázikus.
  + Az oldatok kémhatását az egyes sav-bázis indikátorok adott színekkel jelzik.
  + A fenolftaleinindikátor-oldat lúgos közegben lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor, semleges és savas közegben színtelen.
  + Az oldatok összetétele/töménysége százalékban (is) megadható.
* **Megértés** szint:
  + A savak és a bázisok reagálnak egymással.
  + A közömbösítési reakciók általános szóegyenlete: sav + lúg = só + víz.
  + Adott anyagi minőségű és mennyiségű sav adott anyagi minőségű lúgból a neki megfelelő mennyiségűvel reagál (és viszont). A mennyiségi arányokat a kémiai reakció egyenlete szabja meg.
  + Az oldat kémhatásának változásakor változik/változhat a sav-bázis indikátor színe.
  + Az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” („*ceteris paribus*”) elv megértése (2. és a 3. csoport diákjai esetében).
* **Alkalmazás** szint:
  + Az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” („*ceteris paribus*”) elv alkalmazása (csak a 3. csoport tanulói esetében).
* **Magasabb rendű műveletek:**
  + Annak belátása, hogy a kémia és a kémikusok munkája a hétköznapi életünk minőségét is javítja, mivel egyebek mellett lehetővé teszik a felhasznált anyagaink minőségbiztosítását is.
  + A 3. csoport tanulói esetében a megismert ténybeli tudás és a megértett összefüggések használata egy természettudományos problémamegoldás során.

**6. Módszertani megfontolások:**

* A feladatlap legfontosabb üzenete az, hogy a kémiai reakcióknak vannak mennyiségi vonatkozásai is, és ezeken alapul a keverékek/elegyek/oldatok összetételének kísérleti meghatározása. A „kvantitatív analízis” és a „titrálás” kifejezések (mint a megértést esetleg nehezítő idegen szavak) használatát szándékosan kerültük (bár érdeklődő és jó előképzettségű osztályokban ezek is megemlíthetők).
* Sem a reagáló anyagok tömegére, sem azok anyagmennyiségére vonatkozó számítás nem szerepel a feladatlapban, mivel lehet, hogy egyes osztályok még nem ismerik az anyagmennyiség fogalmát. Csak azt kell megértenie a tanulóknak, hogy adott anyagi minőségű és mennyiségű sav adott anyagi minőségű és mennyiségű lúggal reagál. Ha a tanulók már ismerik az anyagmennyiség fogalmát, akkor a magyarázat kiegészíthető azzal, hogy 1 mol ecetsavval mindig 1 mol nátrium-hidroxid reagál (és fordítva).
* A jelen feladatlapban nem szerepel az ecetsav képlete, és ebből következően az ecetsav + nátrium-hidroxid = nátrium-acetát + víz szóegyenletnek megfelelő, szabályos kémiai képletekkel felírt reakcióegyenlet sem. Ha a kémiatanár úgy ítéli meg, hogy ezek megismerése az adott osztályban nem okoz problémát (sőt esetleg motiváló hatású), természetesen megtaníthatja.
* Az anyagmennyiség fogalmának és az ecetsav képletének ismeretében az ecetsav moláris tömege is kiszámítható. Ilyenkor akár a vízben oldott 1 csepp borecet közömbösítéséhez szükséges nátrium-hidroxid-oldat cseppjeinek számára vonatkozó számítások is végeztethetők. Ezt azonban kizárólag a tehetséggondozás részeként javasoljuk alkalmazni.
* A fehérborecet címkéjén olvasható összetétel-megadási mód (6 g ecetsav/100 ml) az évtizedekkel ezelőtt használt, „vegyes százalék”, de %-ban csak azonos dimenziójú mennyiségek hányadosát lehet megadni. A tanulókkal meg kell beszélni, hogy mivel a híg vizes oldatok sűrűsége közelítőleg 1 g/cm3, ezek esetében a 100 ml (azaz 100 cm3) térfogatú oldat tömege 100 grammnak tekinthető. Így ez jó közelítéssel 6 tömegszázalékos oldat (*w* = 6%).
* A ”semlegesítés” fogalma ezen a szinten még nem vezethető be, mivel ahhoz a savi, ill. báziserősség ismerete szükséges. Ezért itt következetesen a „közömbösítés” szót kell használni. A sav + lúg = só + víz séma alapján végbemenő közömbösítés eredménye ugyanis lehet olyan sóoldat, aminek a kémhatása nem semleges (mivel a keletkező só hidrolizál, mint pl. a nátrium-acetát, amely a gyenge savként viselkedő ecetsav sójaként lúgosan hidrolizál).
* A fenolftaleinindikátor használata szándékos. A nátrium-acetát lúgos hidrolízise miatt az ecetsav-meghatározás szabványos eljárása során is ezt alkalmazzák, mivel a fenolftalein átcsapási tartománya a gyengén lúgos pH-tartományban van, de ezt a tanulóknak ezen a szinten természetesen nem kell elmagyarázni.

**7. Technikai segédlet**

* **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  + fehérborecet (ecetsavtartalom: 6 g ecetsav/100 ml, kb. *w* = 6%)
  + 0,1 mol/dm3 NaOH-oldat
  + fenolftaleinindikátor-oldat
  + desztillált víz vagy ioncserélt víz (ill. ezek hiányában csapvíz)
  + 2 db kémcső
  + 2 db szemcseppentő vagy Pasteur-pipetta
  + 1 db kémcsőállvány
  + 3 db kis főzőpohár (50-100 cm3) vagy műanyag pohár (lehetőleg átlátszó)
  + 2 db üvegbot (rövid és vékony) vagy műanyag kiskanál, esetleg kávékeverő
  + (védőkesztyű)
  + (védőszemüveg)

Megjegyzés: Az „ismeretlent” tartalmazó poharak megjelöléséhez alkoholos filctoll szükséges.

* **Előkészítés**
* Ha nincs lehetőség arra, hogy az osztály az óra elején együtt nézze meg a bevezetőben hivatkozott videót (<https://www.youtube.com/watch?v=gOakIi6aKEA>, utolsó letöltés: 2017. 07. 10.) akkor ezt az előző órán házi feladatnak kell kijelölni. A megbeszélés során érdekességként megjegyezhető, hogy egy gyakorlott mesterszakács megadja ugyan az összetevők receptben szereplő arányát, de lehet, hogy mérnie azokat nem feltétlenül kell, mert a tapasztalata alapján „szemre” is meg tudja állapítani a szükséges mennyiségeket. Itt föl lehet hívni a figyelmet arra, hogy a természettudományos mérések során viszont nem járhatunk így el.
* A néhány cseppnyi fehérborecet és a fenolftaleinindikátor-oldat feliratozott cseppentőkbe fölszívva is kiadható. (A vörösborecet használata nem ajánlott, mert a színe zavarhatja a halvány rózsaszín szín megjelenésének észlelését. Másrészt a kerettörténetben is fehérborecet szerepel.)
* A NaOH-oldat feliratozott kémcsőben vagy feliratozott (ill. adott színű) üdítőspalack-kupakban is kiadható.
* A kémcsövek helyett is használhatók fehér üdítőspalack-kupakok.
* Az „A” és „B” jelű poharak lehetnek főzőpoharak helyett műanyag poharak (lehetőleg átlátszó műanyagból, hogy a bennük lévő oldat színe ne csak fölülről, hanem oldalról is látható legyen), de akkor az üvegbotok helyett könnyű műanyag kanalat vagy kávékeverőt kell használni (hogy a poharak ne boruljanak föl).
* Az „A” és a „B” jelű (főző)poharakba minden csoport számára azonos térfogatú, kb. 25-50 cm3 térfogatú (desztillált vagy ioncserélt) vizet kell tölteni. (Problémafelvető kérdésből kiindulva megbeszélhető a tanulókkal, hogy miért nem kell ismerni a víz pontos térfogatát.) Az egyik pohárba 1 csepp, a másikba 2 csepp fehérborecetet kell csöppenteni, majd az oldatokat megkeverni és a poharakat a megfelelő jellel („A”, ill. „B”) ellátni. Minden csoport esetében föl kell jegyezni, hogy az „A” vagy a „B” jelű pohárban van-e 2 csepp borecet.
* Ha a csoportok nem egyforma cseppentőket kapnak, vagy nem egyforma erővel nyomják meg azokat a cseppentéskor, esetleg a nátrium-hidroxid-oldataiknak csak névleg azonos a koncentrációja, akkor a csoportok mérési eredményei természetesen nagyon különbözők is lehetnek. Az ilyen esetek fölhasználhatók a mérési hibák típusainak és azok okainak ismétlésére.
* Ideális fölszereltség esetén az előkészítéshez csoportonként szükséges anyagok és eszközök az alábbi fényképen láthatók:



* **Balesetvédelem**
  + Csak arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, ill. ne öntsék magukra vagy egymásra.
* **Hulladékkezelés**
  + A keletkező hulladékok veszélytelenek, ezért konyhai mosogatóba is kiönthetők.

**Jamie Oliver tökéletes salátaöntete** (1. típus: receptszerű változat)

Jamie Oliver, a híres angol mesterszakács sokféle salátaöntetet készít. Nagyon dicséri a szardellás változatot, amelyről magyar fordításban is megtekinthető az interneten egy videó[[3]](#footnote-3). Ehhez a recepthez Jamie két evőkanál borecetet használ. Az ételecetek jellegzetes ízüket változatos alapanyagaiknak köszönhetik. (Van pl. málnaecet is!) Az erjesztéssel készült ételecetek vizes oldatban 3-15% ecetsavat tartalmaznak. Ha épp nincs olyan ecet otthon, amilyenre szükség lenne, akkor helyettesíthetjük más töménységűvel, ám abból nyilván más mennyiség kell. De vajon hogyan mérik meg, hogy mennyi ecetsavat tartalmaz egy ételecet? Erről szól ez a feladatlap.

1. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés nátrium-hidroxid-oldatot. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleinindikátor-oldatot és rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** A színtelen oldat a fenolftalein hozzáadása után …………………………………………….............. színű lesz.

**Magyarázat:** A fenolftalein ezzel a színnel jelzi a nátrium-hidroxid-oldat ……………………………………... kémhatását.

2. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés vizet. Csöppentsetek bele 1 csepp fehérborecetet. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleint és rázzátok össze.

**Tapasztalat:** A fenolftalein hozzáadása után az oldat színe: ……………………………………………........................................

**Magyarázat:** Az ételecetben (fehérborecetben, salátaecetben) lévő ecetsav ……………………………………. kémhatású.

3. **Kísérlet:** Csöpögtessetek nátrium-hidroxid-oldatot a 2. Kísérlet után megmaradt fenolftaleines ecetoldathoz a maradandó színváltozásig.

**Tapasztalat:** Az oldat színe ……………………………………………....-ról/-ről ………………………………………..színűre változott.

**Magyarázat:** A nátrium-hidroxid (lúg) reagált az ecetsavval (sav), miközben nátrium-acetát (só) és víz keletkezett: **lúg + sav = só + víz**. Ezt a reakciót **közömbösítés**nek nevezzük. Miután az összes ecetsav elreagált, a fölöslegbe

került nátrium-hidroxid ……………………………… kémhatását a fenolftalein …………………………………………… színnel jelzi.

4. **Kísérlet**: Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk. Határozzátok meg, **melyik pohárban van 2 csepp ecet**! Adjatok mindkét pohár tartalmához 1-1 csepp fenolftaleint. Csöpögtessetek az „A” jelű pohárba a nátrium-hidroxid-oldatból úgy, hogy számoljátok, hány cseppet adtok hozzá addig, amíg maradandó színt tapasztaltok. Minden csepp nátrium-hidroxid-oldat hozzáadása után keverjétek meg az oldatot. Utána tegyetek ugyanígy a „B” jelű pohárban található oldattal is.

**Tapasztalat**: Az „A” jelű pohár tartalmához …………csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

Az „B” jelű pohár tartalmához …………csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

**Magyarázat**: A/Az …………… jelű pohárban volt **több ecetsav,** mert ahhoz kellett **több/kevesebb** **nátrium-**

**hidroxid-oldatot** adni a színváltozásig. Tehát a/az…………. jelű pohárban volt 2 csepp 6%-os ecet. Kétszer

akkora mennyiségű ecetsavhoz ………………………………… akkora mennyiségű nátrium-hidroxid kell. Ha nátrium-hidroxid-oldat töménysége (koncentrációja) ismert, akkor abból az ecetsavoldat összetétele is kiszámítható.

Ha egy pohárban **3 csepp 6%-os** ecet lenne, és azzal is elvégeznénk a 4. kísérletet, mi lenne a tapasztalat?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Jamie Oliver tökéletes salátaöntete** (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Jamie Oliver, a híres angol mesterszakács sokféle salátaöntetet készít. Nagyon dicséri a szardellás változatot, amelyről magyar fordításban is megtekinthető az interneten egy videó[[4]](#footnote-4). Ehhez a recepthez Jamie két evőkanál borecetet használ. Az ételecetek jellegzetes ízüket változatos alapanyagaiknak köszönhetik. (Van pl. málnaecet is!) Az erjesztéssel készült ételecetek vizes oldatban 3-15% ecetsavat tartalmaznak. Ha épp nincs olyan ecet otthon, amilyenre szükség lenne, akkor helyettesíthetjük más töménységűvel, ám abból nyilván más mennyiség kell. De vajon hogyan mérik meg, hogy mennyi ecetsavat tartalmaz egy ételecet? Erről szól ez a feladatlap.

1. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés nátrium-hidroxid-oldatot. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleinindikátor-oldatot és rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** A színtelen oldat a fenolftalein hozzáadása után …………………………………………….............. színű lesz.

**Magyarázat:** A fenolftalein ezzel a színnel jelzi a nátrium-hidroxid-oldat ……………………………………... kémhatását.

2. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés vizet. Csöppentsetek bele 1 csepp fehérborecetet. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleint és rázzátok össze.

**Tapasztalat:** A fenolftalein hozzáadása után az oldat színe: ……………………………………………........................................

**Magyarázat:** Az ételecetben (fehérborecetben, salátaecetben) lévő ecetsav ……………………………………. kémhatású.

3. **Kísérlet:** Csöpögtessetek nátrium-hidroxid-oldatot a 2. Kísérlet után megmaradt fenolftaleines ecetoldathoz a maradandó színváltozásig.

**Tapasztalat:** Az oldat színe ……………………………………………....-ról/-ről ………………………………………..színűre változott.

**Magyarázat:** A nátrium-hidroxid (lúg) reagált az ecetsavval (sav), miközben nátrium-acetát (só) és víz keletkezett: **lúg + sav = só + víz**. Ezt a reakciót **közömbösítés**nek nevezzük. Miután az összes ecetsav elreagált, a fölöslegbe

került nátrium-hidroxid ……………………………… kémhatását a fenolftalein …………………………………………… színnel jelzi.

4. **Kísérlet**: Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk. Határozzátok meg, **melyik pohárban van 2 csepp ecet**! Adjatok mindkét pohár tartalmához 1-1 csepp fenolftaleint. Csöpögtessetek az „A” jelű pohárba a nátrium-hidroxid-oldatból úgy, hogy számoljátok, hány cseppet adtok hozzá addig, amíg maradandó színt tapasztaltok. Minden csepp nátrium-hidroxid-oldat hozzáadása után keverjétek meg az oldatot. Utána tegyetek ugyanígy a „B” jelű pohárban található oldattal is.

**Tapasztalat**: Az „A” jelű pohár tartalmához …………csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

Az „B” jelű pohár tartalmához …………csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

**Magyarázat**: A/Az …………… jelű pohárban volt **több ecetsav,** mert ahhoz kellett **több/kevesebb** **nátrium-**

**hidroxid-oldatot** adni a színváltozásig. Tehát a/az…………. jelű pohárban volt 2 csepp 6%-os ecet. Kétszer

akkora mennyiségű ecetsavhoz ………………………………… akkora mennyiségű nátrium-hidroxid kell. Ha nátrium-hidroxid-oldat töménysége (koncentrációja) ismert, akkor abból az ecetsavoldat összetétele is kiszámítható.

A 4. kísérlet elvégzésekor **mindkét pohár esetében** **pontosan ugyanazt az eljárást** kellett követnünk:

* ugyanannyi fenolftaleint csöppentettünk mind a két oldatba, ugyanazzal a cseppentővel;
* ugyanolyan töménységű nátrium-hidroxidot csöpögtettünk hozzájuk, ugyanazzal a cseppentővel;
* ugyanúgy megkevertük az oldatokat minden lúgcsepp után;
* ugyanolyan szín eléréséig csöpögtettük a nátrium-hidroxid-oldatot.

A kísérlet megtervezéséhez az „**egyszerre csak egy tényezőt** **változtatunk**” **elvet** használtuk. Az „A” és a „B” jelű poharak esetében egyedül az ecetsavtartalom különbözött, minden más tényező azonos volt. Így csak az ecetsav mennyiségének különbözősége okozhatta azt, hogy a 2 csepp ecet esetében több csepp nátrium-hidroxid-oldat kellett az adott szín eléréséhez. Az **ecetsavtartalom** volt tehát az **egyetlen változó** **tényező**. Csak ettől **függött,** hogy **milyen térfogatú nátrium-hidroxid-oldatra** volt szükség, mert a **többi tényező állandó** volt.

Ha egy pohárban **3 csepp 6%-os** ecet lenne, és azzal is elvégeznénk a 4. kísérletet, mi lenne a tapasztalat?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

**Jamie Oliver tökéletes salátaöntete** (3. típus: kísérlettervező változat)

Jamie Oliver, a híres angol mesterszakács sokféle salátaöntetet készít. Nagyon dicséri a szardellás változatot, amelyről magyar fordításban is megtekinthető az interneten egy videó[[5]](#footnote-5). Ehhez a recepthez Jamie két evőkanál borecetet használ. Az ételecetek jellegzetes ízüket változatos alapanyagaiknak köszönhetik. (Van pl. málnaecet is!) Az erjesztéssel készült ételecetek vizes oldatban 3-15% ecetsavat tartalmaznak. Ha épp nincs olyan ecet otthon, amilyenre szükség lenne, akkor helyettesíthetjük más töménységűvel, ám abból nyilván más mennyiség kell. De vajon hogyan mérik meg, hogy mennyi ecetsavat tartalmaz egy ételecet? Erről szól ez a feladatlap.

1. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés nátrium-hidroxid-oldatot. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleinindikátor-oldatot és rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** A színtelen oldat a fenolftalein hozzáadása után …………………………………………….............. színű lesz.

**Magyarázat:** A fenolftalein ezzel a színnel jelzi a nátrium-hidroxid-oldat ……………………………………... kémhatását.

2. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés vizet. Csöppentsetek bele 1 csepp fehérborecetet. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleint és rázzátok össze.

**Tapasztalat:** A fenolftalein hozzáadása után az oldat színe: ……………………………………………........................................

**Magyarázat:** Az ételecetben (fehérborecetben, salátaecetben) lévő ecetsav ……………………………………. kémhatású.

3. **Kísérlet:** Csöpögtessetek nátrium-hidroxid-oldatot a 2. Kísérlet után megmaradt fenolftaleines ecetoldathoz a maradandó színváltozásig.

**Tapasztalat:** Az oldat színe ……………………………………………....-ról/-ről ………………………………………..színűre változott.

**Magyarázat:** A nátrium-hidroxid (lúg) reagált az ecetsavval (sav), miközben nátrium-acetát (só) és víz keletkezett: **lúg + sav = só + víz**. Ezt a reakciót **közömbösítés**nek nevezzük. Miután az összes ecetsav elreagált, a fölöslegbe

került nátrium-hidroxid ……………………………… kémhatását a fenolftalein …………………………………………… színnel jelzi.

4. **Kísérlet**: Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk.

Tervezzetek egy kísérletet, amellyel meghatározzátok, **melyik pohárban van 2 csepp ecet**!

Az „A” és a „B” jelű poharak esetében is mindent pontosan ugyanúgy kell tennetek. **Ugyanazokat az eszközöket és anyagokat (oldatokat)** kell használnotok, és **ugyanolyan műveleteket** kell végeznetek. Tehát a kísérlet megtervezéséhez az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elvet használjátok. Ha egyedül az **ecetsav mennyisége** különbözik, akkor ez **az egyetlen tényező, ami változik,** ezért ez **okozza a két pohár esetében a különböző tapasztalatokat**.Minden **más tényezőnek állandónak** kell lennie. Az 1.-3. kísérlet alapján **mi lehetne az az eltérő tapasztalat, ami kizárólag az ecetsav mennyiségétől függ**?

**A kísérlet terve:** ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Tapasztalat**: …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Magyarázat**: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Ha egy pohárban **3 csepp 6%-os** ecet lenne, és azzal is elvégeznénk a 4. Kísérletet, mi lenne a tapasztalat?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Jamie Oliver tökéletes salátaöntete** (tanári változat)

Jamie Oliver, a híres angol mesterszakács sokféle salátaöntetet készít. Nagyon dicséri a szardellás változatot, amelyről magyar fordításban is megtekinthető az interneten egy videó[[6]](#footnote-6). Ehhez a recepthez Jamie két evőkanál borecetet használ. Az ételecetek jellegzetes ízüket változatos alapanyagaiknak köszönhetik. (Van pl. málnaecet is!) Az erjesztéssel készült ételecetek vizes oldatban 3-15% ecetsavat tartalmaznak. Ha épp nincs olyan ecet otthon, amilyenre szükség lenne, akkor helyettesíthetjük más töménységűvel, ám abból nyilván más mennyiség kell. De vajon hogyan mérik meg, hogy mennyi ecetsavat tartalmaz egy ételecet? Erről szól ez a feladatlap.

1. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés nátrium-hidroxid-oldatot. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleinindikátor-oldatot és rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** A színtelen oldat a fenolftalein hozzáadása után **lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor** színű lesz.

**Magyarázat:** A fenolftalein ezzel a színnel jelzi a nátrium-hidroxid-oldat **lúgos** kémhatását.

*Megjegyzések:*

* *A szín megadása a fentiekben feltüntetett kifejezések bármelyikével elfogadható, de a „piros” szín nem megfelelő.*
* *A NaOH-oldat és a fenolftalein mennyiségének nincs jelentősége, mert a színváltozás mindenképp megtörténik.*

2. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés vizet. Csöppentsetek bele 1 csepp fehérborecetet. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleint és rázzátok össze.

**Tapasztalat:** A fenolftalein hozzáadása után az oldat színe: **színtelen**.

**Magyarázat:** Az ételecetben (fehérborecetben, salátaecetben) lévő ecetsav **savas** kémhatású.

*Megjegyzések:*

* *A víz és a fenolftalein mennyiségének nincs jelentősége, mert az oldat ecet hatására mindenképp színtelen marad.*
* *Az ecet mennyiségét azonban nem célszerű növelni, mert akkor azzal arányosan nő a 3. Kísérletben a színváltozáshoz szükséges nátrium-hidroxid-oldat cseppjeinek a száma is, és az megnöveli a kísérlethez szükséges időt.*

3. **Kísérlet:** Csöpögtessetek nátrium-hidroxid-oldatot a 2. Kísérlet után megmaradt fenolftaleines ecetoldathoz a maradandó színváltozásig.

**Tapasztalat:** Az oldat színe **színtelen**-ról/-ről **lila/ciklámen/rózsaszín** színűre változott.

**Magyarázat:** A nátrium-hidroxid (lúg) reagált az ecetsavval (sav), miközben nátrium-acetát (só) és víz keletkezett: **lúg + sav = só + víz**. Ezt a reakciót **közömbösítés**nek nevezzük. Miután az összes ecetsav elreagált, a fölöslegbe

került nátrium-hidroxid **lúgos** kémhatását a fenolftalein **lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor** színnel jelzi.

*Megjegyzések:*

* *Ismert, hogy a gyenge savak erős bázissal történő titrálásakor a végpont helyes megállapítása úgy történik, hogy azt a mérőoldat térfogatot kell leolvasni, amely esetében a fenolftalein halvány rózsaszín színe megjelenik, majd kb. 1 percen belül eltűnik (a levegőből beoldódó szén-dioxid miatt). A titrálás fenti módon történő modellezése során is eltűnhet a rózsaszín szín, ami a tanulók számára a szén-dioxid beoldódásával magyarázható. A jelen esetben azonban célszerű mindkét oldatot „túltitrálni” a megmaradó lila színig, mert a magyarázatban a fölöslegbe került nátrium-hidroxid által okozott színről van szó.*

4. **Kísérlet**: [Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!] Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk. Határozzátok meg, **melyik pohárban van 2 csepp ecet**! Adjatok mindkét pohár tartalmához 1-1 csepp fenolftaleint. Csöpögtessetek az „A” jelű pohárba a nátrium-hidroxid-oldatból úgy, hogy számoljátok, hány cseppet adtok hozzá addig, amíg maradandó színt tapasztaltok. Minden csepp nátrium-hidroxid-oldat hozzáadása után keverjétek meg az oldatot. Utána tegyetek ugyanígy a „B” jelű pohárban található oldattal is.

**Tapasztalat**: Az „A” jelű pohár tartalmához **16** csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

Az „B” jelű pohár tartalmához **8** csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

**Magyarázat**: A/Az **„A”**jelű pohárban volt több ecetsav, mert ahhoz kellett **több/kevesebb** nátrium-

hidroxid-oldatot adni a színváltozásig. Tehát a/**az „A”** jelű pohárban volt 2 csepp 6%-os ételecet. Kétszer akkora mennyiségű ecetsavhoz **kétszer** akkora mennyiségű nátrium-hidroxid kell. Ha nátrium-hidroxid-oldat töménysége (koncentrációja) ismert, akkor abból az ecetsavoldat összetétele is kiszámítható.

*Megjegyzések:*

* *A cseppek pontos száma nyilván függhet a felhasznált anyagoktól és eszközöktől. Ezért a kísérleteket természetesen ki kell próbálni a tanulókísérleti óra előtt.*
* *Ha nem minden csoport kapja ugyanazt az eredményt, akkor ki lehet használni az alkalmat a mérési hiba fogalmának és típusainak ismétlésére (ld. 1. feladatlap: A mi világunk – a részecskék világa, készült a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja keretében, 2016-2020, MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiatanítás Kutatócsoport[[7]](#footnote-7)).*
* *A helyes és a helytelen válaszok jelölésének módja a tanárra van bízva. A helytelen válasz áthúzása azért javasolt, mert akkor a helyes, folytatólagosan olvasható szöveg marad a feladatlapon. A korábbi tapasztalatok alapján azonban sok tanuló megszokásból ragaszkodik a helyes válasz aláhúzásához. Ez is elfogadható, ha a helytelen válasz jelenléte utána nem zavarja a szöveg értelmezését. Akár a két módszer kombinációja is alkalmazható, vagy be is lehet kereteztetni a helyes választ.*
* *Az alábbi fényképen láthatók az elvégzett kísérletek eredményeként keletkezett oldatok:*



Ha egy pohárban **3 csepp 6%-os** ecet lenne, és azzal is elvégeznénk a 4. kísérletet, mi lenne a tapasztalat?

**24 csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellene adni a színváltozásig.**

[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A 4. kísérlet elvégzésekor **mindkét pohár esetében** **pontosan ugyanazt az eljárást** kellett követnünk:

* ugyanannyi fenolftaleint csöppentettünk mind a két oldatba, ugyanazzal a cseppentővel;
* ugyanolyan töménységű nátrium-hidroxidot csöpögtettünk hozzájuk, ugyanazzal a cseppentővel;
* ugyanúgy megkevertük az oldatokat minden lúgcsepp után;
* ugyanolyan szín eléréséig csöpögtettük a nátrium-hidroxid-oldatot.

A kísérlet megtervezéséhez az „**egyszerre csak egy tényezőt** **változtatunk**” **elvet** használtuk. Az „A” és a „B” jelű poharak esetében egyedül az ecetsavtartalom különbözött, minden más tényező azonos volt. Így csak az ecetsav mennyiségének különbözősége okozhatta azt, hogy a 2 csepp ecet esetében több csepp nátrium-hidroxid-oldat kellett az adott szín eléréséhez. Az **ecetsavtartalom** volt tehát az **egyetlen változó** **tényező**. Csak ettől **függött,** hogy **milyen térfogatú nátrium-hidroxid-oldatra** volt szükség, mert a **többi tényező állandó** volt.

4. **Kísérlet**: [Csak a 3. típusú csoportoknak!] Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk.

Tervezzetek egy kísérletet, amellyel meghatározzátok, **melyik pohárban van 2 csepp ecet**!

Az „A” és a „B” jelű poharak esetében is mindent pontosan ugyanúgy kell tennetek. **Ugyanazokat az eszközöket és anyagokat (oldatokat)** kell használnotok, és **ugyanolyan műveleteket** kell végeznetek. Tehát a kísérlet megtervezéséhez az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elvet használjátok. Ha egyedül az **ecetsav mennyisége** különbözik, akkor ez **az egyetlen tényező, ami változik,** ezért ez **okozza a két pohár esetében a különböző tapasztalatokat**.Minden **más tényezőnek állandónak** kell lennie. Az 1.-3. kísérlet alapján **mi lehetne az az eltérő tapasztalat, ami kizárólag az ecetsav mennyiségétől függ**?

**A kísérlet terve: Mindkét pohár tartalmához 1-1 csepp fenolftaleint adunk. Az „A” jelű pohárba a maradandó színig csöpögtetünk nátrium-hidroxid-oldatot, és megszámoljuk a hozzáadott cseppek számát. Minden csepp lúg hozzáadása után megkeverjük az oldatot. A „B” jelű pohárban található oldattal ugyanezt tesszük.**

**Tapasztalat: Az „A” jelű pohár tartalmához 16 csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig. A „B” jelű pohár tartalmához 8 csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.**

**Magyarázat: Az „A” jelű pohárban volt 2 csepp ecet, mert ahhoz kellett több nátrium-hidroxid-oldatot adni a színváltozásig.**

*Megjegyzések:*

* *Izgalmasabb a kísérlet, ha nem minden csoportnak ugyanabban a jelű poharában van a 2 csepp ecet. A tanár jegyezze föl magának, hogy melyik csoportnak melyik jelű poharában van több ecet, és az alapján meg tudja mondani az egyes csoportoknak, hogy helyes-e a kísérletekből levont következtetésük.*
* *A tehetséggondozás részeként problémamegoldó feladatként fölvethető, hogy nagyjából reális-e az az eredmény, hogy 1 csepp fehérborecettel kb. 8 csepp 0,1 mol/dm3 koncentrációjú NaOH-oldat reagál. Ha 100 cm3 fehérborecetben 6 g tiszta ecetsav lenne, akkor 1000 cm3 fehérborecetben éppen 60 g, azaz 1 mol volna az ecetsav mennyisége. Tehát a koncentrációja tízszerese lenne a 0,1 mol/dm3 koncentrációjú NaOH-oldatnak. Mivel 1 mol ecetsavval 1 mol NaOH reagál, tízszeres térfogat lúgoldatra lenne szükség (1 csepp borecethez tehát 10 csepp ilyen lúgoldatra). A 8 csepp ennél kevesebb, amit valószínűleg az okoz, hogy 1 csepp folyadék bemérésekor nagy a mérési hiba. Ha van rá idő, akkor érdekes és tanulságos megbeszélni a hibák lehetséges okait (nem pontosan a megadott összetételű a NaOH-oldat, nem pontosan ugyanakkora cseppeket sikerült csöppenteni, esetleg eltévesztettük a számolást stb.). Az ecetsav párolgásának hatása az ilyen híg oldatokban, ezekkel az eszközökkel és anyagokkal mérve valószínűleg nem okoz észlelhető hibát.*

1. A jelen feladatlap az *Inquiry in Action* (Third Edition, Copyright 2007, American Chemical Society), 285-297. oldalán található feladatsor adaptációja (<http://www.inquiryinaction.org/download>, utolsó letöltés: 2017. 07. 10.). Egy másik földolgozása pedig itt található: Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 3.5. „Melyik pohárban van több ecet?”, 195-199., ISBN 978-963-284-733-7, <http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf>

   (2017. 07. 10.). A feladatlap jelen változatában szerepel néhány ötlet Bak Mónika fentiek alapján készült óratervéből (a szerző engedélyével). A kerettörténet az alábbi linken elérhető videón alapul: <https://www.youtube.com/watch?v=gOakIi6aKEA> (2017. 07. 10.) [↑](#footnote-ref-1)
2. A lúg vízoldható erős bázis, de a báziserősség fogalma csak a kémiai egyensúly ismeretében érthető meg. Ezért ezen a szinten a lúg bázikus kémhatású, maró tulajdonságú anyag. [↑](#footnote-ref-2)
3. <https://www.youtube.com/watch?v=gOakIi6aKEA> (utolsó letöltés: 2017. 07. 10.) [↑](#footnote-ref-3)
4. <https://www.youtube.com/watch?v=gOakIi6aKEA> (utolsó letöltés: 2017. 07. 10.) [↑](#footnote-ref-4)
5. <https://www.youtube.com/watch?v=gOakIi6aKEA> (utolsó letöltés: 2017. 07. 10.) [↑](#footnote-ref-5)
6. <https://www.youtube.com/watch?v=gOakIi6aKEA> (utolsó letöltés: 2017. 07. 10.) [↑](#footnote-ref-6)
7. <http://ttomc.elte.hu/kiadvany/az-mta-elte-kutatasalapu-kemiatanitas-kutatocsoport-publikacioi> (2017.09.02.) [↑](#footnote-ref-7)