

Kísérletek a 9-10. évfolyam részére

Mennyi C-vitamin van egy narancsban? (Feladatlap)



Anyagok és eszközök:

- darabonként 60 mg C-vitamint (azaz az egy ember számára átlagosan szükséges napi adagot) tartalmazó pezsgőtabletták, narancs (vagy narancs kifacsart leve), keményítőoldat, Lugol-oldat (KI-os jóddoldat), desztillált víz
- 3 db 100 cm³ főzőpohár, 3 db üvegbot, 2 db Pasteur pipetta (ez olyan műanyag cseppentő, amelyen beosztások is vannak), kémcsőállvány, kémcsövek, 25 cm³ mérőhenger (gyümölcsfacsaró, 100 cm³ mérőhenger)

1. Kísérlet: Öntsetek a kémcsőbe kb. 2 cm magasan keményítőoldatot, majd cseppentsetek hozzá Lugol-oldatot (KI-os jóddoldat)!

Tapasztalat: Becseppentéskor az oldatszínű lett.

Magyarázat: A keményítő a jóddal ilyen jellegzetes színt ad.

2. Kísérlet: Oldjatok föl egy darab, 60 mg C-vitamint tartalmazó pezsgőtablettát főzőpohárba öntött kb. 50 cm³ desztillált vízben. Pasteur pipettával tegyetek a főzőpohárba kb. 1 cm³ keményítőoldatot is! Üvegbottal való kevergetés közben csepegtessetek hozzá jóddoldatot addig, amíg maradandó színváltozást tapasztaltok!

Tapasztalat:

Magyarázat: A C-vitamin reagál a jóddal.

Miért tűnik el kezdetben becseppentés után a keményítő és a jód találkozását jelző

jellegzetes szín?.....

Miért marad meg ez a szín később?.....

3. Kísérlet: Hogyan lehetne meghatározni a tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával, hogy kb. hány mg C-vitamin van a mérőhengerben kapott 25 cm³ narancslében?

A kísérlet terve:.....

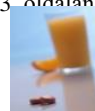
Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

Mennyi C-vitamin van egy narancs levében, ha kb. 50 cm³ narancslé facsarható ki belőle?

Mennyi C-vitamin van átlagosan egy narancs levében, ha átlagosan 64 cm³ narancslét tudunk belőlük kifacsarni? Hogyan viszonyul ez a napi C-vitamin szükségletünkhöz

Mennyi C-vitamin van egy narancsban? (Tanári példány)



Anyagok és eszközök:

- darabonként 60 mg C-vitamint (azaz az egy ember számára átlagosan szükséges napi adagot) tartalmazó pezsgőtabletták, narancs (vagy narancs kifacsart leve), keményítőoldat, Lugol-oldat (KI-os jóddal), desztillált víz
- 3 db 100 cm³ főzőpohár, 3 db üvegbot, 2 db Pasteur pipetta, kémcsőállvány, kémcsövek, 25 cm³ mérőhenger (gyümölcsfacsaró, teaszűrő, 100 cm³ mérőhenger)

Előkészítés: *Más C-vitamin tartalmú tabletták is alkalmazhatók, de a legkönnyebben a pezsgőtabletták oldhatók fel. Vannak nagyobb mennyiségű C-vitamint tartalmazó változatok is, de azok esetében természetesen több Lugol-oldatot kell csepegtetni a reakció lejátszódásához, ezért a kísérlet időigényesebb (és a tabletták ára miatt drágább is) lehet. A keményítőoldatot és a Lugol-oldatot az ismert praktikumokban¹ lévő hagyományos leírások szerint készítjük el. Pasteur pipetta helyett egyszerű szemcseppentő is használható. A leglátványosabb az, ha a friss narancslevet a diákok szeme láttára készítjük el (vagy éppen a tanulók saját maguk facsarják ki). Ehhez a legjobb egy gyümölcsfacsarógépet használni, de szükség esetén egy közönséges citromfacsaró is megfelel. Minden narancs esetében célszerű megmérni és följegyezni, hogy hány cm³ narancslét sikerült kinyerni belőle. Ebből kiszámíthatjuk az egy narancsból kifacsarható lé átlagos térfogatát, amellyel az utolsó számolási feladatban található adatot helyettesíthetjük. A narancslé állás közben veszít a C-vitamin tartalmából, amire föl kell hívni a diákok figyelmét is. Természetesen más C-vitamin-tartalmú folyadék is használható a kísérlethez, de ott a diákoknak kiadandó mennyiséget külön kísérletben kell meghatározni.*

A feladatsor elvégzéséhez szükséges idő: Kb. 30-40 perc

1. Kísérlet: Öntsetek a kémcsőbe kb. 2 cm magasan keményítőoldatot, majd cseppentsetek hozzá Lugol-oldatot (KI-os jóddal)!

Tapasztalat: Becseppentéskor az oldat sötétkék színű lett.

Magyarázat: A keményítő a jóddal ilyen jellegzetes színt ad.

Megjegyzés: *Olyan diákoktól, akik már tanulták a jelenség anyagszerkezeti magyarázatát elvárható, hogy azt is leírják: A jódmolekulák a keményítő hélixébe kerülve más energiájú (és más színű) látható fényel gerjeszthetők, mint KI-os vizes oldatban, ahol a jodidionokkal I₃⁻ komplex ionokat képeznek.*

2. Kísérlet: Oldjatok föl egy darab, 60 mg C-vitamint tartalmazó pezsgőtablettát főzőpohárba öntött kb. 50 cm³ desztillált vízben. Pasteur pipettával tegyetek a főzőpohárba kb. 1 cm³ keményítőoldatot is! Üvegbottal való kevergetés közben csepegtessetek hozzá jóddal addig, amíg maradandó színváltozást tapasztaltok!

Tapasztalat: *A becseppentés helyén mindig megsötétedik az oldat, de ez a színárnyalat kevergetés közben kezdetben gyorsan, később egyre lassabban eltűnik. A csepegtetést tovább folytatva egyszer csak már nem tűnik el a sötét elszíneződés, hanem folyamatosan megmarad.*

Magyarázat: A C-vitamin reagál a jóddal.

Megjegyzés: *Olyan diákoktól, akik már tanulták a C-vitamin szerkezetét és azt, hogy könnyen oxidálódik, ezért jó redukálószer, elvárható, hogy a magyarázathoz ezt is leírják: A C-vitamin jodidionokká redukálja a jódot. (Ebben az esetben a frontális megbeszéléskor kitérhetünk arra, hogy a C-vitamin antioxidáns, amely védi a szervezet molekuláit a káros oxidációs hatásoktól, pl. a peroxid gyököktől.)*

Miért tűnik el kezdetben becseppentés után a keményítő és a jód találkozását jelző jellegzetes szín? Azért, mert a C-vitamin elreagál a jóddalban lévő jóddal.

¹ Rózsahegy-Wajand: Látványos kémiai kísérletek (Mozaik Kiadó, Szeged, 1999) és Rózsahegy-Wajand: 575 kísérlet a kémia tanításához (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994)

A jelen feladatlap az *Inquiry in Action* (Third Edition, Copyright 2007, American Chemical Society), 255-273. oldalán található feladatsor Szalay Luca által készített adaptációja (<http://www.inquiryinaction.org/download>, letöltve: 2014. 02. 09.)

Megjegyzés: Természetesen a narancslében más olyan anyagok is lehetnek, amelyek ilyen körülmények között a jódot jódiddá képesek redukálni, de ezzel a módszerrel azok nem különböztethetők meg a C-vitamintól.

Miért marad meg ez a szín később? Azért, mert már nincs több C-vitamin, ami reagálhatna a jóddal. A főlegbe került jód miatt folyamatosan megmarad a keményítő és a jód találkozását jelző sötét szín.

3. Kísérlet: Hogyan lehetne meghatározni a tálcatokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával, hogy kb. hány mg C-vitamin van az ott lévő 25 cm³ narancslében?

A kísérlet terve:

1. lépés: Először főzőpohárban feloldunk egy darab, 60 mg C-vitamint tartalmazó pezsgőtablettát kb. 50 cm³ desztillált vízben és beleteszünk kb. 1 cm³ keményítőoldatot. Kevergetés közben Lugol-oldatot csepegtetünk hozzá. Megszámoljuk a jóddal azon cseppjeinek számát, amelynek hozzáadása után a sötét szín már huzamosan megmarad.

2. lépés: Egy másik főzőpohárban a 25 cm³ narancsléhez is kb. 1 cm³ keményítőoldatot adunk. Kevergetés közben Lugol-oldatot csepegtetünk hozzá. Megszámoljuk a jóddal azon cseppjeinek számát, amelynek hozzáadása után a sötét szín már huzamosan megmarad.

Megjegyzés: A fenti terv kigondolása és leírása után, a frontális megbeszéléskor érdemes kitérni arra, hogy ezzel lényegében egy redoxi titrálást modellezünk. Ha a diákok még nem ismerik ezt a kifejezést, és a mennyiségi elemzés (vagyis kvantitatív analízis) célját, akkor azt természetesen külön el kell magyarázni.

Tapasztalat:

1. lépés: A 60 mg C-vitamint tartalmazó oldathoz kb. 25-27 (átlagosan 26) csepp jóddal kell adni amíg a sötét szín már huzamosabb ideig megmarad.

2. lépés: A 25 cm³ narancsléhez kb. 8-10 (átlagosan 9) csepp jóddal kell adni amíg a sötét szín már huzamosabb ideig megmarad.

Magyarázat: 25 cm³ narancslében tehát $60 \cdot 9 / 26 \approx 21$ mg C-vitamin van.

Mennyi C-vitamin van egy narancs levében, ha kb. 50 cm³ narancslé facsarható ki belőle?

Annak a narancsnak a levében kb. $2 \cdot 21 = 42$ mg C-vitamin van.

Mennyi C-vitamin van átlagosan egy narancs levében, ha átlagosan 64 cm³ narancslét tudunk belőlük kifacsarni? Hogyan viszonyul ez a napi C-vitamin szükségletünkhöz?

Átlagosan egy narancs levében kb. $21 \cdot 64 / 25 \approx 54$ mg C-vitamin van. Tehát egy átlagos narancs levében majdnem annyi C-vitamin van, mint egy 60 mg C-vitamint tartalmazó pezsgőtablettában, aminek a dobozára azt írták, hogy ez az egész napra szükséges adag. (Egyes narancsokban még a napi adagnál több C-vitamin is lehet!)

Megjegyzések:

1. A kísérlet tanulságos projektmunkává is fejleszthető, ha a diákokkal azt is megvizsgáljuk, hogyan hat a mikrohullámú sütőben való felforralás vagy a lefagyasztás, ill. levegőn való állás a narancslé (vagy más) C-vitamin tartalmára.
2. A kísérlet eredményeinek frontális megbeszélésekor érdemes kitérni arra, hogy a narancsban vagy más gyümölcsben, ill. zöldségben sok egyéb, a szervezetünk számára fontos és hasznos anyag is található (pl. ásványi anyagok, nyomelemek, egyéb vitaminok). Ezért sokkal jobb igazi gyümölcsöket és zöldségeket fogyasztani a vitamintabletták helyett. Ráadásul a zöldségek és gyümölcsök finomabbak is, mint a tabletták...

Szabad-e Mentos cukorkát enni kólaivás után? (Feladatlap)



Sokkoló képsorok járták be a világot egy e-mailben, amelyek egy haláláról szóltak. Eszerint a fiú kólaivás után Mentos cukrot evett, a két anyag reakcióba lépett a gyomrában, ennek során egy veszélyes vegyület jött létre, amelyből nagy mennyiségű gáz szabadult fel, és az szétfeszítette a gyomrát. **Igaz lehet-e vajon ez a történet?** (A mellékelt fényképen a kólásüvegbe dobott Mentos hatása látható: a kóla szökőkútszerűen kilövell a frissen nyitott palackból.)

Anyagok és eszközök:

- Cola light (1 db 0,5 literes üveg/osztály, eredeti csomagolásban), kristálycukor, só, orvosi széntabletta, 1 db 0,5 literes ásványvíz (szén-dioxiddal dúsított)
- 6 db kémcső, kémcsőállvány, 3 db vegyszeres kanál

1. Kísérlet: Öntsetek kólát két kémcsőbe (kb. 5 cm magasságban). Az egyikbe tegyetek egy kis vegyszereskanál kristálycukrot, a másikba egy kis vegyszereskanál sót!

Tapasztalat:.....

Magyarázat: Mi a közös a szilárd, apró szemcsés kristálycukorban és a sóban, ami a tapasztalt jelenséget okozhatta?.....

Milyen gáz van oldva a kólában, ami a szilárd, szemcsés anyagok hatására távozott?

.....

Vajon miért távozott a gáz a szilárd, szemcsés anyagok hozzáadásának hatására?

.....

2. A tálcákon található eszközök és anyagok felhasználásával **tervezetek egy kísérletsorozatot**, amely során **modellezitek** a Mentos és a kóla találkozásakor lejátszódó folyamatot és **kiderítitek a jelenség valódi okát!** Végezzétek is el a kísérleteket és írjátok le a tapasztalataitokat!

A kísérletsorozat terve:

.....

.....

Tapasztalat:.....

.....

.....

Magyarázat: (Írjátok egyenletet is!).....

.....

.....

A jelen feladatlap az *Inquiry in Action* (Third Edition, Copyright 2007, American Chemical Society), 255-273. oldalán található feladatsor Szalay Luca által készített adaptációja (<http://www.inquiryinaction.org/download>, letöltve: 2014. 02. 09.)

3. Gondolkozzatok el azon, hogy a fentiek és egyéb ismereteitek alapján igaz lehet-e a bevezetésben leírt történet! Válaszotokat úgy fogalmazzátok meg, mintha egy hivatalos vitafórumon, a kísérleti eredményekre támaszkodva kellene meggyőznötök az ellentábort!

.....

.....

.....

Szabad-e Mentos cukorkát enni kólaivás után? (Tanári példány)

Sokkoló képsorok járták be a világot egy e-mailben, amelyek egy kisfiú haláláról szóltak. Eszerint a fiú kólaivás után Mentos cukrot evett, a két anyag reakcióba lépett a gyomrában, ennek során egy veszélyes vegyület jött létre, amelyből nagy mennyiségű gáz szabadult fel, és az szétfeszítette a gyomrát. **Igaz lehet-e vajon ez a történet?** (A mellékelt fényképen a kólásüvegbe dobott Mentos hatása látható: a kóla szökőkútszerűen kilövell a frissen nyitott palackból.)



Anyagok és eszközök:

- Cola light (1 db 0,5 literes üveg/osztály, eredeti csomagolásban), kristálycukor, só, orvosi széntabletta, 1 db 0,5 literes ásványvíz (szén-dioxiddal dúsított)
- 6 db kémcső, kémcsőállvány, 3 db vegyszeres kanál

1. Kísérlet: Öntsetek kólát két kémcsőbe (kb. 5 cm magasságban). Az egyikbe tegyetek egy kis vegyszereskanál kristálycukrot, a másikba egy kis vegyszereskanál sót!

Tapasztalat: *Mindkét esetben felhabzás tapasztalható, gázbuborékok távozása közben.*

Magyarázat: Mi a közös a szilárd, apró szemcsés kristálycukorban és a sóban, ami a tapasztalt jelenséget okozhatta? *A nagy fajlagos felületük.*

Milyen gáz van oldva a kólában, ami a szilárd, szemcsés anyagok hatására távozott?

Szén-dioxid gáz.

Vajon miért távozott a gáz a szilárd, szemcsés anyagok hozzáadásának hatására?

A nagy felületű szilárd anyag elősegítette a buborékképződést. A távozó szén-dioxid miatt a szén-dioxid fizikai és kémiai oldódásának egyensúlya is eltolódott a kipezsgő gáz „pótlása” miatt.

2. A tálcákon található eszközök és anyagok felhasználásával **tervezetek egy kísérletsorozatot**, amely során **modellezitek** a Mentos és a kóla találkozásakor lejátszódó folyamatot és **kiderítitek a jelenség valódi okát!** Végezzétek is el a kísérleteket és írjátok le a tapasztalataitokat!

A kísérletsorozat terve:

a) Szénsavas ásványvízbe nagy felületű szilárd anyagokat (kristálycukrot és sót) szórunk.

b) Szénsavas ásványvízbe és kólába nagy felületű orvosi széntablettát dobunk.

Tapasztalat:

a) *A szénsavas ásványvízbe szórt kristálycukor és só hatására gázfejlődés tapasztalható.*

b) *A szénsavas ásványvízbe és a kólába tett széntabletta felületén is megfigyelhető gázfejlődés.*

Magyarázat: (Írjátok egyenletet is!)

A szilárd anyagok nagy felülete a szén-dioxid megkötődése (adszorpciója) miatt elősegíti a szén-dioxid gázbuborékok képződését. A távozó szén-dioxid gáz a folyadékban fizikailag oldott szén-dioxidból pótlódik. A szénsavképződés kémiai egyensúlya a bomlás irányába tolódik el, hogy így növelje a folyadékban fizikailag oldott szén-dioxid koncentrációját.

3. Gondolkozzatok el azon, hogy a fentiek és egyéb ismereteitek alapján igaz lehet-e a bevezetésben leírt történet! Válaszotokat úgy fogalmazzátok meg, mintha egy hivatalos vitafórumon, a kísérleti eredményekre támaszkodva kellene meggyőznötök az ellentábort!

A fényképen látható, hogy valóban nagymértékű felhabzás, gázfejlődés történik, ha kólába Mentos-t dobunk. A Mentos pórusai ugyanis hatalmas fajlagos felületet biztosítanak a cukorkának. Ezen a nagy felületen megkötődik (adszorbeálódik) a CO₂ (mint az orvosi széntabletta pórusainak belső felületén is). A gáz aztán nagy buborékok formájában a felszínre tör, miközben magával viszi a kólát, ezért az kifröcsköl. Valójában ez egy fizikai jelenség (adszorpció) és a fizikailag oldott szén-dioxid oldatból való távozása. Kémiai reakcióról csak annyiban beszélhetünk, amennyiben a fizikailag oldott szén-dioxid gáz mennyiségének csökkenése miatt a szénsav oldódási egyensúlya is eltolódik a bomlás irányába. A folyamat annál intenzívebb, minél nagyobb az ital szénsavtartalma és a szilárd anyag fajlagos felületének nagysága.

A jelenség azonban csak frissen nyitott üdítő és ép felületű Mentos cukorka esetén jön létre. Mivel a kóla elfogyasztásakor erősen lecsökken a benne oldott szén-dioxid gáz mennyisége, valamint a Mentos is jórészt feloldódik a szánkban, s így elveszíti nagy fajlagos felületét, az e-mail-ben említett hatalmas mennyiségű gáz a gyomorban nem keletkezhet. (Egyébként, ha keletkezne is, a nyelőcsövön keresztül egyszerűen felbűfögnék. A szén-dioxid pedig ilyen mennyiségben ártalmatlan gáz.)

Következtetés: az interneten terjedő figyelmeztetés nyilvánvalóan rémhír, sőt szándékos megtévesztés volt.

Melyik pohárban van több ecet? (Feladatlap)



Anyagok és eszközök:

- 10%-os étkecetet, 0,1 mol/dm³ NaOH-oldat, vöröskáposztalé, desztillált víz
- 3 db 100 cm³ főzőpohár, 3 üvegbot, 3 Pasteur pipetta (ez olyan műanyag cseppentő, amelyen beosztások is vannak), kémcsövek, kémcsőállvány

1. a) Kísérlet: Öntsetek az egyik kémcsőbe kb. 1 cm magasságban vöröskáposztalevet, majd csöpögtessetek hozzá Pasteur pipettával 0,1 mol/dm³ NaOH-oldatot!

Tapasztalat: Csepegtetés után az oldatszínű lett.

1. b) Kísérlet: Pasteur pipettával cseppentsetek az üres főzőpohárba 1 csepp 10%-os étkecetet, majd tegyetek hozzá kb. 1 cm³ vöröskáposztalevet!

Tapasztalat: Csepegtetés után az oldatszínű lett.

Magyarázat: A vöröskáposztalészínnel jelzi az nátrium-hidroxid-

oldatkémhatását, ésszínnel jelzi az étkecetet (ecetsav)

..... kémhatását. A vöröskáposztalé természetes sav-bázis indikátor.

2. Kísérlet: Kevergetés közben csöpögtessetek az étkecetet és vöröskáposztalevet tartalmazó oldathoz 0,1 mol/dm³ NaOH-oldatot mindaddig, amíg olyan színűnek látjátok az oldatot, mint ami az 1. a) kísérletben keletkezett!

Tapasztalat:.....

Magyarázat:

3. Kísérlet: A tálcátokon van két főzőpohár: az egyik „**A**” jelű, a másik „**B**” jelű. Az egyikben **1 csepp** 10%-os étkecetet van feloldva desztillált vízben. A másik főzőpohárban **2 csepp** 10%-os étkecetet van feloldva desztillált vízben. Hogyan lehetne meghatározni a tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával, hogy melyik jelű főzőpohárban van 1 csepp étkecetet és melyikben van 2 csepp étkecetet?

A kísérlet terve:.....

.....

.....

.....

Tapasztalat:.....

.....

.....

Magyarázat:.....

.....

.....

Melyik pohárban van több ecet? (Tanári példány)



Anyagok és eszközök (csoportonként):

- 10%-os étkecetet, 0,1 mol/dm³ NaOH-oldat, vöröskáposztalé, desztillált víz
- 3 db 100 cm³ főzőpohár, 3 üvegbot, 3 Pasteur pipetta, kémcsövek, kémcsőállvány

Előkészítés: Alkoholos filccel „A”, ill. „B” jeleket írunk két főzőpohárra vagy műanyag kávéspohárra. Az egyikbe 1, a másikba pedig 2 csepp 10%-os étkecetet csöppentünk és minden esetben feljegyezzük magunknak, melyik csoport melyik jelű poharába tettük a 2 csepp ecetet. Az ecetcseppeket kb. 25-30 cm³ (de szemre kb. azonos térfogatú) desztillált vízben oldjuk. Ha műanyag poharakat használunk, akkor célszerű műanyag keverőpálcát használni üvegbot helyett a keveréshez, hogy ne boruljanak föl a poharak.

A feladatsor elvégzéséhez szükséges idő: Kb. 20-25 perc.

1. a) Kísérlet: Öntsetek az egyik kémcsőbe kb. 1 cm magasságban vöröskáposztalevet, majd csöpögtessetek hozzá Pasteur pipettával 0,1 mol/dm³ NaOH-oldatot!

Tapasztalat: Csepegtetés után az oldat *zöld* színű lett.

1. b) Kísérlet: Pasteur pipettával csepegtessetek az üres főzőpohárba 1 csepp 10%-os étkecetet, majd tegyetek hozzá kb. 1 cm³ vöröskáposztalevet!

Tapasztalat: Csepegtetés után az oldat *piros* színű lett.

Magyarázat: A vöröskáposztalé *zöld* színnel jelzi az nátrium-hidroxid-oldat *lúgos* kémhatását, és *piros* színnel jelzi az étkecetet (ecetsav) *savas* kémhatását. A vöröskáposztalé természetes sav-bázis indikátor.

2. Kísérlet: Kevergetés közben csöpögtessetek az étkecetet és vöröskáposztalevet tartalmazó oldathoz 0,1 mol/dm³ NaOH-oldatot mindaddig, amíg olyan színűnek látjátok az oldatot, mint ami az 1. a) kísérletben keletkezett!

Tapasztalat: Az oldat *színe pirosból lilára, kékre, majd zöldre változik.*

Magyarázat: A *lúg*oldat *közömbösíti* a főzőpohárban lévő ecetet, majd a *fölöslegétől lúgos lesz* az oldat *kémhatása.*

Kísérlet: A tálcatokon van két főzőpohár: az egyik „A” jelű, a másik „B” jelű. Az egyikben **1 csepp** 10%-os étkecetet van feloldva desztillált vízben. A másik főzőpohárban **2 csepp** 10%-os étkecetet van feloldva desztillált vízben. Hogyan lehetne meghatározni a tálcatokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával, hogy melyik jelű főzőpohárban van 1 csepp étkecetet és melyikben van 2 csepp étkecetet?

A kísérlet terve:

a) változat: Addig csöpögtetünk mindkét főzőpohár tartalmához 0,1 mol/dm³ NaOH-oldatot, amíg olyan színük lesz, mint az az 1. a) kísérletben keletkezett oldatnak (amelyet viszonyítási alapként, azaz referenciaanyagként használunk) és mindkét esetben számoljuk az ehhez szükséges lúgoldat cseppjeinek számát. Amelyik ecetsavoldathoz több lúgoldatot kell adni, abban van több ecet.

b) változat: Addig csöpögtetünk mindkét főzőpohár tartalmához 0,1 mol/dm³ NaOH-oldatot, amíg az egyiknek olyan színe lesz, mint az 1. a) kísérletben keletkezett oldatnak (amelyet viszonyítási alapként, azaz referenciaanyagként használunk). Amelyik oldatnak kevesebb lúgoldat hatására változik *zöldre a színe*, abban van kevesebb ecet.

c) változat: Mindkét főzőpohár tartalmához azonos térfogatú vöröskáposztalevet adunk, és amelyik esetében *savasabb kémhatást jelez az indikátor*, abban van több ecet.

Tapasztalat:

a) változat: Az egy csepp 10%-os étkecetet tartalmazó oldat kb. 18-20 csepp lúgoldattól lesz zöld, míg a 2 csepp ecetet tartalmazóhoz kb. 35-40 csepp lúgoldatot kell adni azonos zöld színárnyalat eléréséhez.

b) változat: Az egy csepp 10%-os étkecetet tartalmazó oldat kb. 18-20 csepp lúgoldattól már zöld lesz. (Ebben az esetben célszerű megkérdezni a diákoktól, hogy a másik ecetsavoldathoz szerintük mennyi lúgoldat kellene még, hogy az is ugyanilyen zöld színű legyen. Utána pedig meg kell kérni őket, hogy ellenőrizzék is azt, hogy kétszer annyi ecethez tényleg kb. kétszer annyi csepp lúgoldat kell.)

c) változat: Mindkét oldat piros színű lesz, de szemmel nem látható a színárnyalatuk között a különbség.

Magyarázat:

a) és b) változat: Kétszer annyi sav semlegesítéséhez kétszer annyi azonos koncentrációjú lúgoldat kell (és mindkét esetben a lúgoldat következő cseppjének hatására lesz az oldat kémhatása lúgos). Ez a sav-bázis titrálás alapelve (ami a mennyiségi meghatározás, azaz kvantitatív analízis egyik fajtája). Ha a diákok már tanulták az ecetsav képletét és NaOH-dal való reakcióját, akkor az egyenlet felírását is kérni lehet tőlük. A feladatsor megoldásának frontális megbeszélésekor érdemes föltenni néhány gondolkodtató kérdést, pl.:

1. Van-e jelentősége annak, hogy mennyi desztillált vízben van oldva az 1, ill. két csepp ecet?
2. Van-e jelentősége annak, hogy mennyi vöröskáposztalevet adunk a két különböző oldatunkhoz? Ne felejtjük el, hogy a sav-bázis indikátorok színe a sav hatására való protonálódásuk, illetve lúg hatására való deprotonálódásuk által okozott szerkezetváltozás miatt változik! A vöröskáposztalében többféle antocián is van, amelyek képesek ilyen sav-bázis reakciókra. Ezért mindkét oldathoz azonos térfogatú vöröskáposztalevet kell adni. (Ez az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elv alkalmazása.)

Kémia történeti érdekességként megjegyezhetjük, hogy egyes növényi színyanyagok savak, ill. lúgok hatására való színváltozását **Robert Boyle** írta le, még a XVII. században. **Jeremias Benjamin Richter** pedig már 1792-ben megfogalmazta a **titrálások** alapjául szolgáló „egyenértékek törvényét” (annak ellenére, hogy **John Dalton** csak 1803-ban bizonyította az atomok létét!), és bevezette a **sztochiometria** fogalmát.

c) változat: Az ecetsav gyenge sav és a 10%-os étkecetet 1, ill. 2 cseppjében kevés van belőle. Ilyen pH-nál és ilyen hígításban nem okoz szemmel látható különbséget a vöröskáposztalé indikátoroldatunk színében az, ha 1 csepp helyett két csepp 10%-os étkecetet van a pohárban. Az ilyen megoldási tervet alkalmazó tanulókat újabb terv kidolgozására kell biztatni (ld. fenti megoldások).

Hogyan működik a sütőpor? (Feladatlap)



Lugol-oldat

Anyagok és eszközök:

- sütőpor, szódadikarbóna, borkősav, keményítő, étellecet, vöröskáposztalé, (KI-os jóddoldat), csapvíz
- fehér csempék vagy kiürült filmtabletta-tartók, 4 vegyszereskanál, 4 Pasteur pipetta (ez olyan műanyag cseppentő, amelyen beosztások is vannak) vagy cseppentő

1. Kísérlet: Bizonyítsátok be a tálcákon található anyagok felhasználásával, hogy **a sütőporban szódadikarbóna, borkősav és keményítő van!** Sorban vizsgáljátok meg, hogyan viselkedik ez a négyféle szilárd anyag, amikor a négyféle folyadékot rájuk csöppentitek, és töltsétek ki az alábbi táblázatot!

Tapasztalatok:

szilárd / folyadék	víz	ecet	jóddoldat	vöröskáposztalé
szódadikarbóna				
borkősav				
keményítő				
sütőpor				

Magyarázat:

.....
.....

2. Kísérlet: A sütőpor úgy működik, hogy amikor a tésztában lévő nedvességgel kapcsolatba kerül, akkor **szén-dioxid gáz keletkezik** belőle, ami felfújja a tésztát. Hogyan tudnátok megvizsgálni, hogy a sütőpor három összetevője közül **melyik kettőnek a reakciójából** fejlődik ez a szén-dioxid gáz?

A kísérlet terve:.....

.....
.....
.....
.....
.....

Tapasztalat:.....

.....
.....

Magyarázat:.....

.....
.....

Vajon **mi lehet a szerepe a sütőpor harmadik összetevőjének**, amely nem vesz részt a fenti kémiai reakcióban?.....

Hogyan működik a sütőpor? (Tanári példány)



Lugol-oldat

Anyagok és eszközök:

- sütőpor, szódabikarbóna, borkősav, keményítő, étellecet, vöröskáposztalé, (KI-os jóddoldat), csapvíz (pl. különböző színű italospalack kupakokban)
- fehér csempék vagy kiürült filmtabletta-tartók, 4 vegyszereskanál vagy vastag szívószáלבól ferdén metszett „spatula”, 4 Pasteur pipetta vagy cseppentő

Előkészítés: A négyféle szilárd anyagot és a négyféle folyadékot, valamint az adagolásukhoz szükséges eszközöket minden csoportnak meg kell kapnia (pl. a fent jelzett módokon). Célszerű, ha a csoportok alkoholos filcet is kapnak, amellyel jelölhetik a csempéken vagy a filmtabletta-tartókon azt, hogy hová milyen anyagokat tettek. Lehet könnyíteni a munkájukat azzal, hogy a csempéken előre megjelöljük az anyagok helyét (az alábbi táblázat két csempére fér rá, természetesen megfelelő rövidítéseket alkalmazva). További segítséget jelent, ha a harmadik csempét háromfelé osztjuk, ami eleve irányítja a gondolkodásukat a kísérlet megtervezése során. A táblázatokat papíron is elkészíthetjük, amelyeket aztán laminálunk. Ezek vízcsap alatt gyorsan elmoshatók, majd újra hasznosíthatók.

A feladatsor elvégzéséhez szükséges idő: Kb. 30-40 perc

1. Kísérlet: Bizonyítsátok be a tálcákon található anyagok felhasználásával, hogy **a sütőporban szódabikarbóna, borkősav és keményítő van!** Sorban vizsgáljátok meg, hogyan viselkedik ez a négyféle szilárd anyag, amikor a négyféle folyadékot rájuk csöppentitek, és töltsétek ki az alábbi táblázatot!

Tapasztalatok:

szilárd / folyadék	víz	ecet	jóddoldat	vöröskáposztalé
szódabikarbóna	oldódik	pezseg	oldódik	zöld színű, oldódik
borkősav	oldódik	oldódik	oldódik	piros színű, oldódik
keményítő	részben oldódik	részben oldódik	sötét színű, részben oldódik	részben oldódik
sütőpor	pezseg	hevesen pezseg	sötét színű	zöld és pezseg, végül lila színű

Magyarázat: A sütőpor keményítőtartalmát az igazolja, hogy jóddal sötét elszíneződést mutat. A sütőpor szódabikarbóna-tartalmára az ecetsav hozzáadásakor tapasztalt igen heves pezsgés utal. Ez annak az intenzív szén-dioxid gázfejlődésnek köszönhető, amely a karbonátok és hidrokarbonátok savval való reakciójából következik be. A sütőporhoz vöröskáposztalé adva előbb zöld szín látható, amely lúgos kémhatásra utal, majd a gázfejlődés lejtés után a maradék oldatban a vöröskáposztalé lila színű, ami a (közel) semleges kémhatást mutatja. Ebből arra következtethetünk, hogy a szódabikarbóna elhasználódott a gázfejlődéssel járó reakció során. Mivel a szódabikarbónából való szén-dioxid gáz fejlesztéshez sav kell, a sütőporban van valamilyen savként viselkedő anyag (pl. borkősav) is. A sütőpor víz hozzáadásakor tapasztalt pezsgése annak köszönhető, hogy a benne lévő szódabikarbóna és sav szén-dioxid gáz fejlődése közben reagál egymással.

Megjegyzés: Régebben valóban borkősav volt a sütőporban, de manapság már nátrium-difoszfát van feltüntetve a felhasznált sütőpor zacskóján. Középszkolás (és főleg emelt szintű érettségire készülő) diákokkal érdemes azt is megbeszélni, hogy ez az anyag miért savas kémhatású és miért jó az, ha a gázfejlődés után a sütőporból (közel) semleges oldat marad vissza. A fenti, részletes magyarázat természetesen csak az ahhoz szükséges előzetes ismeretekkel rendelkező tanulóktól várható el. Az ő esetükben a következő feladat szövege így fogalmazható meg: „Bizonyítsátok be a tálcákon lévő eszközök és anyagok segítségével, hogy a sütőporban valóban a fenti kísérlet magyarázatában említett két összetevő reagál!”

Megjegyzés: A fenti kísérlet tapasztalatainak és értelmezésüknek frontális megbeszélésekor érdemes kitérni arra, hogy ezzel lényegében a minőségi elemzés, idegen szóval a kvalitatív analízis elvét modelleztük. Ha a diákok még nem ismerik ezt a kifejezést és a kvalitatív analízis célját, akkor azt természetesen külön el kell nekik magyarázni.

A jelen feladatlap az *Inquiry in Action* (Third Edition, Copyright 2007, American Chemical Society), 255-273. oldalán található feladatsor Szalay Luca által készített adaptációja (<http://www.inquiryinaction.org/download>, letöltve: 2014. 02. 09.)

2. Kísérlet: A sütőpor úgy működik, hogy amikor a tésztában lévő nedvességgel kapcsolatba kerül, akkor **szén-dioxid gáz keletkezik** belőle, ami felfújja a tésztát. Hogyan tudnátok megvizsgálni, hogy a sütőpor három összetevője közül **melyik kettőnek a reakciójából** fejlődik ez a szén-dioxid gáz?

A kísérlet terve: A sütőpor három összetevőjét párosával összekeverjük egymással, és az így létrehozott három kis kupacra sorban vizet cseppentünk.

Tapasztalat: A szóda-bikarbóna és borkősav keverékére vizet cseppentve pezsgést látunk, ami a szóda-bikarbóna+keményítő, ill. a borkősav+keményítő porkeverékek esetében nem tapasztalható.

Magyarázat: A szóda-bikarbóna és a borkősav reakciójából szén-dioxid gáz fejlődik.

Megjegyzés: Ha a diákok ismerik a borkősav képletét, akkor a teljes reakcióegyenlet felírása is elvárható tőlük. Egyébként pedig természetesen csak a nátrium-hidrogénkarbonát oxóniumionnal (egyszerűsített esetben hidrogénionnal) való reakcióegyenlete írható fel. Ha a tanulók még ezeket a képleteket sem tanulták, akkor írhatnak egyszerűen szóegyenletet is (szóda-bikarbóna + sav = só + szén-dioxid + víz).

Vajon **mi lehet a szerepe a sütőpor harmadik összetevőjének**, amely nem vesz részt a fenti kémiai reakcióban?

A keményítő vízmegkötő hatású, és éppen azért van a sütőporban, hogy ne játszódjon le idejekorán a reakció a szóda-bikarbóna és a sav között.

Megjegyzés:

1. Érdekes téveszme terjedt régebben a háziasszonyok körében, miszerint a sütőport vagy szóda-bikarbónát előbb „jól ki kell pezsgetni” egy kis ecettel, s aztán kell a tésztához adni. Meg lehet kérni a diákokat arra, hogy kémiatudásuk alapján magyarázzák meg, miért helytelen ez az elképzelés (vagy úgyis fel lehet tenni a kérdést, hogy szerintük helyes-e ez az elképzelés). Lehetséges, hogy ez a téveszme úgy keletkezett, hogy amikor szóda-bikarbónát használnak sütőpor helyett, akkor a tésztába tett pici ecet vagy más, savas kémhatású anyag (pl. citromlé) segítheti (az egyébként a szóda-bikarbóna hő hatására bekövetkező bomlása során keletkező) szén-dioxid gáz felszabadulását.
2. Manapság már nem borkősav, hanem dinátrium-difoszfát ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$) van a sütőporban. Ez egy savanyú só, ami a disszociábilis hidrogénjei miatt tud szén-dioxidot felszabadítani a szóda-bikarbónából.
3. A laminálható feladatlap a következő oldalon nyomtatható formában szerepel.

	+ VÍZ	+ ECET	+ JÓDOLDAT	+ VÖRÖSKÁPOSZTALÉ
SZÓDABIKARBÓNA				
BORKŐSAV				
KEMÉNYÍTŐ				
SÜTŐPOR				