**9. feladatlap: Mennyire vasas az ivóvíz?[[1]](#footnote-1)**

**Módszertani útmutató**

**1. Téma:** A víz, a természetes vizek összetétele, az ivóvíz minősége, a vas és vegyületei (gyakorló óra)

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

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

* A kémiailag tiszta víz.
* A természetes vizek összetétele.
* Vízszennyezések.
* Víztisztítás.
* Színváltozással járó kémiai reakciók.
* Színtelen és színes oldatok.
* Az oldatok töménysége (koncentrációja).
* Az oldatok hígításával kapcsolatos számítások.
* Mértékegységek átváltása.
* A vas és kémiai tulajdonságai, reakciói.

**4. Célok:**

* A jelen feladatlap elsődleges célja az, hogy bemutassa, ha az oldatok valamely tulajdonsága arányos az adott összetevő koncentrációjával, akkor egy ismeretlen töménységű oldat koncentrációja meghatározható.
* További cél az, hogy fölhívja a tanulók figyelmét arra, hogy Magyarországon a palackos ivóvíz vásárlása és a csapvíz otthoni „tisztítása” fölösleges.
* A feladatlappal a megfigyelőkészség, a kísérletezéshez használt gyakorlati készségek és a logikus következtetésekre képes gondolkodás fejlesztése is megvalósítható.
* A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az oldatsorozat segítségével történő koncentráció-meghatározáshoz tervezett kísérlet lépéseinek utólagos megértése is cél. A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulókat pedig rá kell vezetni arra, hogy hogyan lehet egy ilyen kísérletet megtervezni.

**5. Tananyag:**

* **Ismeret** szint
  + A természetes vizek nem kémiailag tiszta vizek, hanem oldatok.
  + Az ivóvíz is oldat.
  + Az ivóvíz összetételét a hatóságok szigorú szabványok szerint folyamatosan ellenőrzik.
  + A szabványvizsgálatokat minden hatóság azonos előírások (receptek) alapján végzi.
  + A vas(III)ionok és a tiocianátionok (régies néven „rodanidionok”) reagálnak egymással, és mélyvörös színű vegyület keletkezik.
* **Megértés** szint:
  + A magyar ivóvízszabványok szigorúak, és ezek betartását az illetékes hatóságok folyamatosan ellenőrzik, ezért fölösleges palackozott ivóvizet vásárolni vagy a csapvizet otthon tisztítani. A palackozott ivóvíz fogyasztása (annak szállítása, ill. a hulladékként keletkező rengeteg üres PET palack miatt) rendkívül környezetterhelő hatású.
  + Ha az ivóvízben akár csak egyetlen szennyező anyag koncentrációja meghaladja az előírt határértéket, akkor a hatóságok megtiltják annak az ivóvízhálózatba való beengedését.
  + A kémia és a kémikusok munkája a hétköznapi életünk minőségét is javítja. Az ivóvíz összetételét és élettani hatását is rendszeresen vizsgálják. Így tudják kiszűrni az ivásra nem alkalmas vizet.
  + A színes oldatok koncentrációja és színintenzitása (a szín mélysége) között egyenes arányosság áll fenn. Minél nagyobb a koncentráció, annál erősebb a szín. [A konkrét példa esetében: minél nagyobb a víz vas(III)ion-koncentrációja, a feleslegben levő tiocianátionok hatására, annál több vas(III)-tiocianát képződik, így annál sötétebb vörös lesz az oldat.] Ennek az összefüggésnek a segítségével a színintenzitás alapján, adott ismeretlen koncentrációjú színes oldat koncentrációja meghatározható.
  + Adott anyagmennyiségű vas(III)ion a neki megfelelő anyagmennyiségű tiocianátionnal reagál. A mennyiségi arányokat a kémiai reakció egyenlete írja le
* **Alkalmazás** szint:
  + Az oldatok összetételének megadása (tömegkoncentráció dimenziójú mértékegységekben).
  + A mértékegységek átváltása (mg/cm3-ről mg/10 cm3-re és mg/dm3-re).
  + Az oldatok hígításával kapcsolatos számítások.
  + Az ivóvízszabványban szereplő határérték fogalmának alkalmazása a vizsgált víz minősítésekor.
  + Az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elv alkalmazása a 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a meghatározás elvének utólagos megértésére.
* **Magasabb rendű műveletek:**
  + A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elv alapján a kísérletsorozat megtervezése egy komplex természettudományos probléma megoldása érdekében.

**6. Módszertani megfontolások:**

* Ennek a feladatlapnak a megoldásakor példát láthatnak a tanulók az olyan mennyiségi meghatározások elvére, amelyeket például az ivóvíz tisztaságának ellenőrzésére is használnak. Az ilyen mérések során ismert töménységű (koncentrációjú) oldatokból álló sorozatot (ún. „kalibrálósor”-t) készítenek. Az ismert koncentrációjú oldatsorozat valamely, a koncentrációval arányos tulajdonságát megmérve fölveszik a „kalibrációs görbé”-t. Az adott tulajdonságot megmérve a kalibrációs görbéről leolvasható az ennek megfelelő koncentráció-tartományba eső, de ismeretlen töménységű oldat koncentrációja. Ezt az elvet nagyon gyakran alkalmazzák műszeres mérések esetében is. Természetesen 8. osztályban ennek a módszernek csak a jelentősen egyszerűsített változata alkalmazható. Jelen esetben a félkvantitatív meghatározás azon alapul, hogy a vas(III)ionok tiocianátionokkal alkotott vegyületének (ill. komplex ionjának) vörös színe annál intenzívebb, minél töményebb az oldat vas(III)ionokra nézve.
* A feladatlapokon leírt módszer az egyszerű színintenzitás-összehasonlításon alapul. Ez a „kolorimetria” őse, és a színes anyagok közelítő mennyiségi meghatározására alkalmas. **A mérés elve tehát nagyon egyszerű: az adott oldat színe annál sötétebb, minél nagyobb a koncentrációja (vagyis minél töményebb az oldat a színes vegyületre nézve).** **A különböző, adott töménységű oldatokból sorozatot készítve, az ismeretlen koncentrációjú oldat színét a sorozat tagjainak színével összehasonlítva, közelítőleg meghatározható az ismeretlen oldat koncentrációja.** Ezt az összefüggést kell megérteniük az 1. és a 2. típusú feladatlapot megoldó tanulóknak, és ezt az összefüggést kell fölhasználniuk a 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók csoportjainak a kísérlet megtervezésekor. A megtervezett kísérlet során a diákok tetszés szerinti hígításokat készíthetnek, de a meghatározás nyilvánvalóan annál pontosabb, minél egyenletesebben sikerül ezekkel lefedni az vizsgálandó koncentrációtartományt, ill. minél jobban megkülönböztethetők egymástól a színsötétségek. A kalibrációs oldatsorozat rendszerint páratlan számú oldatból áll. Ezért kapnak a tanulócsoportok összesen 5 kémcsövet, amelyek közül a 3. típusú feladatlapot megoldók esetében 3 kémcsövön nincs jelölés sem.
* A tanulókban tudatosítani kell, hogy a kísérletek során a vasmintákhoz adott kálium-tiocianát oldatmennyiség minden esetben – a vasionokkal maradék nélkül reagáló mennyiséghez képest – fölös mennyiségű tiocianátiont tartalmaz, tehát a keletkezett vas(III)-tiocianát mennyiségét minden esetben a mintákban levő vas(III)ion-koncentrációja határozza meg. A 2. típusú feladatlapokat megoldó tanulók figyelmét utólag, a 3. típusú feladatlapokat megoldókét pedig már a kísérlettervezési fázis előtt föl kell hívni arra, hogy a kísérletek megtervezésekor a fönti megfontolásokon kívül az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elvet is használjuk. Az egyes kémcsövek tartalma ugyanis kizárólag a vas(III)ion-koncentrációjában különbözik, tehát csak ez változik, vagyis ez az ún. „független változó”. A függő változó pedig a keletkező oldat színárnyalatának mélysége, ami kizárólag az oldat vas(III)ion-koncentrációjától függ. Matematika szakos kollégánk tanácsára azonban a „független változó” és a „függő változó” fogalma explicite nem szerepel a feladatlapon, csak körülírt formában. Érdemes az osztály matematika tanárával egyeztetni arról, hogy ismerik-e már a tanulók ezeket a fogalmakat, mert ha igen, akkor természetesen alkalmazhatók a kísérletek eredményének megbeszélésekor a 2. és a 3. típusú feladatlapokat megoldó osztályokban/csoportokban.
* Az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elven túl ebben a feladatlapban szerepel egy másik, a természettudományos vizsgálatok során általánosan alkalmazott elv is: egy ismeretlent egy szándékosan készített ismert anyaggal (rendszerrel), ill. annak egy ismert jellemzőjével hasonlítunk össze. Ugyanez az elv használható pl. a szilárd anyagok olvadáspontjának mérésekor, amikor egy szerves preparatív munka termékének tisztaságát úgy ellenőrzik, hogy mennyire van közel az olvadáspontja az irodalmi értékhez.
* Az ismeretlen vas(III)ion-koncentráció meghatározásának gondolatmenete: Adott vas(III)ion-koncentrációjú oldatokat fölöslegben lévő tiocianátionnal reagáltatva egy oldatsorozatot hozhatunk létre. Ebben adott vas(III)ion-koncentrációhoz adott mélységű (intenzitású) vörös szín tartozik. Az ismeretlen vas(III)ion-koncentrációjú oldatot is fölöslegben lévő tiocianátionokkal reagáltatjuk, az oldatsorozat tagjaival megegyező eljárás alapján. Ha a vörös szín megjelenése után az oldatsorozatban van kb. ugyanolyan színintenzitású oldat, akkor annak a vas(III)ion-koncentrációja kb. megegyezik az ismeretlen oldat vas(III)ion-koncentrációjával. Ha az ismeretlen oldat színintenzitása az oldatsorozat két tagjának színintenzitása közé esik, akkor az ismeretlen oldat koncentrációja is az oldatsorozat azon két tagjának koncentrációi között van.
* Az ivóvíz vastartalmának (helyesebben: vasion-tartalmának) szabványos meghatározása tényleg a fenti – a koncentrációra érzékeny és a vas(III)ionra jellemző – színreakción alapul. A tanulóknak nem kell tudni a módszer nevét, de a valóságban a szabad szemmel történő összehasonlítás helyett a sokkal érzékenyebb műszeres (spektrofotometriás) módszert használják. A szabvány szerinti meghatározás menetét az is bonyolultabbá teszi, hogy annak során az oldat Fe2+-ionjait is Fe3+-ionokká oxidálják. A különböző, ismert Fe3+-ion-koncentrációjú oldatok fölös mennyiségű tiocianátiont tartalmazó oldattal történő reagáltatásával készült sorozat tagjait fotometrálva koncentráció-abszorbancia kalibrációs görbét vesznek föl. Majd az ismeretlen Fe3+-koncentrációjú oldatok abszorbanciáját megmérve, a kalibrációs görbéről annak koncentrációja leolvasható. (Az abszorbancia a fényintenzitás csökkenésre jellemző mennyiség.) Mindez természetesen csak háttérinformációként szolgál a tanár kollégák számára, a diákoknak elég annyit tudni erről, ami a feladatlapon szerepel.
* A kísérletsorozat végén a tanulóknak össze kell vetniük az ismeretlen vízminta általuk meghatározott vasion-tartalmát az ivóvízszabványban megengedett határértékkel. Ennek alapján minősíteniük is kell a vízmintájukat, hogy alkalmas lenne-e emberi fogyasztásra. A jelen meghatározás természetesen csak modellezi a minősítés folyamatát. Érzékenysége és pontossága a szabványvizsgálaténál sokkal kisebb, ezért csak olyan mesterséges vízminták adhatók ismeretlenként, amelyek alkalmatlannak fognak bizonyulni az ivóvízként való felhasználásra.
* Az ivóvíz vastartalmának megengedett határértéke vas(III)ionra 200 μg/liter, vagyis mintegy 0,2 mg/dm3, azaz 0,2 μg/cm3. Házi feladatként (vagy ha van rá idő, akkor még a tanórán) a tanulók ki is számolhatják, hogy az általuk mért koncentráció hányszorosa ennek. Ezáltal a mértékegységek átszámítását is gyakorolják.
* Az ivóvíz minőségét meghatározó magyar szabvány tényleg nagyon szigorú, és a hatóságok gondosan őrködnek a betartásán. Ezt is tudatosítani kell az órán a diákokban. Ki kell használni az alkalmat a kémikusok és a kémiát alkalmazó hatósági laboratóriumok iránti bizalom növelésére, valamint (az ivóvíz, ill. házi víztisztító-berendezések vásárlása révén történő) fölösleges pénzkidobás és környezetszennyezés megelőzésre. Tudatosítani kell a tanulókban, hogy a laboratóriumban dolgozók képzettsége és tapasztalata, valamint a műszerek, a vegyszerek, a körülmények és a szabvány, azaz az egész folyamat minőségbiztosítása garantálja az eredmény megbízhatóságát.
* Ha a tanulók számára a „vas(III)ion” típusú jelölés ismeretlen, és a tanár megítélése szerint ez zavarná őket a feladatok megoldásában, akkor érdemes ezeket „Fe3+-ion”-ra cserélni a feladatlap kinyomtatása előtt.

**7. Technikai segédlet:**

* **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  + kálium-tiocianát-oldat (kálium-rodanid-oldat), 7,76 g KSCN/100 cm3, 0,800 mol/dm3 (vagy ennek megfelelő anyagmennyiség-koncentrációjú ammónium-tiocianát-oldat, azaz ammónium-rodanid-oldat, 6,08 g NH4SCN/100 cm3)[[2]](#footnote-2)
  + 1,0 mg Fe3+/cm3 [0,72 g Fe(NO3)3•9H2O/100 cm3 vagy 0,50 g FeCl3•6H2O/100 cm3] töménységű oldat
  + 0,050 mg Fe3+/cm3 töménységű vas(III)ionoldat, ami 1,0 mg Fe3+/cm3 töménységű oldatból húszszoros hígítással készül
  + a tanulók számára ismeretlen töménységű vas(III)-klorid-oldat (az „X” jelű kémcsőben)
  + desztillált víz vagy ioncserélt víz
  + főzőpohár, 25-100 cm3-es, 3 db
  + cseppentő vagy Pasteur-pipetta, 3 db
  + kémcsőállvány
  + kémcső, 6 db
  + mérőhenger, 10 cm3-es, 2 db (vagy osztott pipetta, 10 cm3-es, 2 db)
  + alkoholos filctoll
  + (védőkesztyű)
  + (védőszemüveg)

Megjegyzés: A cseppentők és a mérőhengerek 3 db 10 cm3-es műanyag fecskendővel helyettesíthetők.

* **Előkészítés**
  + Az érdeklődés fölkeltésére a diákok az előző órán házi feladatként kaphatják, hogy nézzék meg a vas(III)ionok és a kálium-tiocianát reakciójáról készült videót („Bleeding iron”, azaz „Vérző vas” címmel), amely a következő linken található: <https://www.youtube.com/watch?v=IzHV6Lmz3DE> (2017. 07. 22.). Ezen megfigyelhetik a keletkező oldat színét. A vas savas közegben hidrogén-peroxiddal végzett oxidációjának teljes (az oxidációs számok változása alapján történő) értelmezése azonban természetesen csak idősebb tanulók esetében lehetséges.
  + A vas(III)ionoldat (1,0 mg Fe3+/cm3) készülhet vas(III)-nitrátból [0,72 g Fe(NO3)3•9H2O/100 cm3] vagy vas(III)-kloridból is [0,50 g FeCl3•6H2O/100 cm3]. A kristályos vas(III)-klorid ugyan higroszkópos, de a fenti bemérésekkel készült oldatok használata a tapasztalatok szerint közel azonos eredményre vezet. A lényeg az, hogy a KSCN-oldat hozzáadása után az 1-9 jelű kémcsövekben lévő oldatoknak egymástól szabad szemmel is jól megkülönböztethető színintenzitásúaknak, és a tanári változatban lévő fényképen láthatókhoz nagyon hasonlónak kell lennie. Ha ez nem így történik a kipróbálás során [pl. a szilárd vas(III)-klorid magas víztartalma miatt], akkor további vas(III)-kloridot kell föloldani a vas(III)-klorid-oldatban annak érdekében, hogy kb. a tanári útmutatóban szereplő fényképen látható színű oldatok keletkezzenek a kísérletek elvégzésekor. Vagy éppen további hígításra lehet szükség, ha a KSCN-oldat hozzáadása után az oldatok túl sötét színűek. A vas(III)-klorid-oldat hidrolízisét sósavval lehet visszaszorítani (óvatosan, a zavarosodás megszűnéséig).
  + A 7,76 g KSCN/100 cm3 töménységű oldat 0,80 mol/dm3 koncentrációjú. Ez a kísérletek során a kémcsövekben lévő oldatokban tízszeresre hígul (0,080 mol/dm3). Az 1,0 mg Fe3+/cm3oldat töménysége 1,0 g Fe3+/dm3, vagyis 0,018 mol/dm3 koncentrációnak felel meg. A húszszorosra hígított, 1,0 mg Fe3+/cm3oldat töménysége 0,050 g Fe3+/dm3, vagyis 0,00090 mol/dm3, azaz 9,0x10-4 mol/dm3. Ez az oldatsorozat legtöményebb oldatában (ami a „9” jelű, amelyben 9 cm3 0,050 mg Fe3+/cm3 oldatot hígítanak a tanulók 10 cm3-re a KSCN-oldat hozzáadásakor) 0,00080 mol/dm3, azaz 8,0x10-4mol/dm3-re hígul. A KSCN tehát még ebben (a Fe3+-ionra legtöményebb) oldatban is nagy fölöslegben van. Ez azért fontos, mert a komplexképződési egyensúlyt a tiocianát-fölösleggel gyakorlatilag teljesen el kell eltolni a termékképződés irányába.
  + Ha egyszerű szemcseppentőket teszünk a tálcákra, akkor azokon alkoholos filccel meg kell jelölni, meddig kell bennük fölszívni a folyadékot, hogy 1 cm3 térfogatú legyen. A műanyag Pasteur-pipetta egy olyan műanyag cseppentő, amelyen 0,5 cm3-ként beosztások is vannak. Ezen is érdemes lehet azonban az 1 cm3 jelet alkoholos filccel megjelölni.
  + A tálcát úgy kell kiadni, hogy a három cseppentőt eleve bele kell helyezni a Fe3+-oldatba, a KSCN-oldatba, illetve a desztillált vízbe. Ezek segítségével tudják könnyen kimérni a tanulók az 1 cm3-nyi térfogatokat, illetve szükség esetén a mérőhengerekben beállítani a vas(III)ionoldat, illetve a desztillált víz folyadékszintjét. Érdemes osztályszinten bemutatni ennek módját már az 1. Kísérlet előtt, a 9 cm3 vas(III)ionoldat kimérésén. Az oldat főzőpohárból való öntése után a folyadékszint a 9 cm3-t mutató jel alatt legyen. Utána a cseppentőből cseppenként kell adagolni az oldatot a mérőhengerbe addig, amíg folyadékszintet (a meniszkuszt) a 9 cm3-es jel éppen alulról érinti. Máskülönben a tanulók számára nagy nehézséget jelenthet a térfogatok pontos kimérése. Alternatív megoldás lehet az, ha az oldatok és a desztillált víz térfogatát műanyag fecskendőkkel mérik ki a diákok. Ekkor csoportonként 3 db 10 cm3-es műanyag fecskendőre van szükség (viszont nem kell sem cseppentő, sem mérőhenger). A fecskendőket eleve a Fe3+-oldatba, a KSCN-oldatba, illetve a desztillált vízbe kell tenni a csoportok számára kiadott tálcán, és a feladatlapot is ennek megfelelően kell átfogalmazni a kinyomtatás előtt.
  + Ismeretlenként (az „X” jelű kémcsőben) a csoportok kaphatnak azonos vagy különböző Fe3+-ion-tartalmú oldatokat is. Ezeknek a töménysége a „9” jelű és az „1” jelű oldaté közé essen. Lehet az oldatsorozat tagjaival megegyező koncentrációjú vas(III)ionoldatokat is kiadni (pl. 3 cm3 0,050 mg Fe3+/cm3 oldat + 6 cm3 desztillált víz), vagy pedig olyanokat, amelyek töménysége éppen az oldatsorozat tagjainak koncentrációja közé esik (pl. 2 cm3 0,050 mg Fe3+/cm3 oldat + 7 cm3 desztillált víz). Természetesen ez utóbbi esetben (mint az előbbiekben is) csak becsülhető a vas(III)ionok koncentrációja.
  + A tanulóknak tisztában kell lenniük ennek a módszernek a korlátaival.A végtérfogat mindegyik ismeretlen esetében 9 cm3 legyen, hogy ahhoz 1 cm3 KSCN-oldatot adva, az ismeretlen is éppen 10 cm3-re híguljon. A tanárnál az órán legyen kéznél az a jegyzet, hogy melyik csoport milyen töménységű vas(III)ionoldatot kapott. Így amikor egy csoport bediktálja a kapott eredményét, a tanár rögtön meg tudja mondani, hogy az helyes-e (vagy milyen közel esik a valódi értékhez).
  + Állás közben a híg Fe3+-oldat hidrolizál, és a lecsökkent Fe3+-koncentráció miatt a KSCN hozzáadása után színek nem lesznek szép vörösek, csak halványabbak, sőt sárgásak. Meg lehet próbálni a savas hidrolízist sav hozzáadásával visszaszorítani. (Célszerűen a Fe3+-só anionjának megfelelő savval.) Azonban a legbiztosabb az, ha a hígított Fe3+-oldatot frissen készítjük.
  + Ideális fölszereltség esetén az előkészítéshez az 1. és a 2. típusú feladatlapokat megoldó csoportok számára szükséges anyagok és eszközök az alábbi fényképen láthatók:



* Ideális fölszereltség esetén a 3. típusú feladatlapokat megoldó csoportok számára szükséges anyagok és eszközök az alábbi fényképen láthatók:



* **Balesetvédelem**
  + A használt anyagok veszélytelenek, csak arra kell figyelni, hogy azokat a tanulók ne kóstolják meg, ill. ne öntsék magukra vagy egymásra.
* **Hulladékkezelés**
  + A keletkező hulladékok veszélytelenek, ezért a mosogatóba is kiönthetők.

**Mennyire vasas az ivóvíz?** (1. típus: receptszerű változat)

Hazánkban **az ivóvíz minőségét szigorú szabványok szerint ellenőrzik**. (Ezért teljesen fölösleges pénzkidobás házi víztisztító-berendezéseket vásárolni vagy palackozott ivóvizet fogyasztani.) Ha a vízminta valamely **összetevőjének koncentrációja (töménysége)** **meghaladja a szabványban előírt határértéket, akkor a hatóságok a vizet emberi fogyasztásra alkalmatlanná nyilvánítják**. A vasionok ugyan nem veszélyesek az egészségre, de a víz ízét befolyásoló hatásuk miatt az ivóvízben nem lehet belőlük több, mint 200 µg/liter (azaz 0,200 mg/dm3). Ez a feladatlap arról szól, hogy hogyan lehet meghatározni a vizek vas(III)iontartalmát.

**A cseppentőt mindig tegyétek vissza aBba az oldatba, amelyiknek a kimérésére használtátOK!**

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

**1.** **Kísérlet:** A tálcátokon lévővas(III)ionoldat („Fe3+-oldat”) töménysége 0,050 mg Fe3+/cm3. Ez azt jelenti, hogy

1 cm3 oldatban 0,050 mg Fe3+-ion van. Mérjetek ki a mérőhengerrel 9 cm3 vas(III)ionoldatot a „**9**” jelű kémcsőbe. (A cseppentővel lehet könnyen beállítani a folyadékszintet a mérőhengerben.) Adjatok hozzá 1 cm3 kálium-tiocianát-oldatot („KSCN-oldat”) a másik cseppentővel, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ……………………………………………................................. színű lett.

**Magyarázat:** A vas(III)ionok (Fe3+) a tiocianátionokkal (SCN-) ilyen színű vegyületet képeznek.

**2.** **Kísérlet:** Mérjetek ki a cseppentővel 1 cm3 vas(III)ionoldatot az „**1**” jelű kémcsőbe. Adjatok hozzá 8 cm3 desztillált vizet. Adjatok hozzá 1 cm3 KSCN-oldatot is, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ……………………………………………........................................................... színű lett.

**Magyarázat:** Az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **hígabb/töményebb**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat. Ezért az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **világosabb/sötétebb** **színárnyalatú**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat.

**3.** **Kísérlet:** A „3”, az „5” és a „7” jelű kémcsövekben is készítsétek el a következő összetételű oldatokat. (Az összes térfogata mindegyik oldatnak 10 cm3 lesz.)

„3” jelű kémcső: 3 cm3 vas(III)ionoldat + 6 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat;

„5” jelű kémcső: 5 cm3 vas(III)ionoldat + 4 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat;

„7” jelű kémcső: 7 cm3 vas(III)ionoldat + 2 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat.

**Tapasztalat:** Minél töményebb az oldat a vas(III)ionokra nézve, annál **világosabb/sötétebb** a színárnyalata.

**Magyarázat: Minél töményebbek az oldatok a vas(III)ionokra nézve, annál** **kevesebb/több** **színes vegyület keletkezik belőlük.**

**4. Kísérlet**: Az „X” jelű kémcsőben 9 cm3 térfogatú, **ismeretlen töménységű** vas(III)ionoldat van. Adjatok hozzá 1 cm3 KSCN-oldatot, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát. Határozzuk meg, hogy milyen töménységű ez vas(III)ionra nézve! Hasonlítsátok össze az így keletkezett oldat színét a többi kémcsőben lévő oldatok színéivel.

**Tapasztalat**: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) …….. jelű kémcsőben lévő oldat színéhez hasonlít a legjobban.

VAGY: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) ……. jelű és a(z) ……. jelű kémcsövekben lévő oldatok színe közé esik.

**Magyarázat**: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban kb. …….. cm3 volt az 0,050 mg/cm3 töménységű vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: kb. …….. mg/10 cm3, vagyis kb. ……. mg/dm3. Ez **hígabb/töményebb**, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm3 határérték. Az ilyen töménységben vas(III)iont tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra **alkalmas/alkalmatlan**.

A **valóságban** a vízminták vastartalmát ilyen elv alapján, de **pontosabb eszközökkel** és **érzékeny** **műszerekkel** határozzák meg. Így kisebb koncentrációban is képesek összehasonlítani a keletkezett színes oldatok színeinek erősségét.

**Mennyire vasas az ivóvíz?** (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Hazánkban **az ivóvíz minőségét szigorú szabványok szerint ellenőrzik**. (Ezért teljesen fölösleges pénzkidobás házi víztisztító-berendezéseket vásárolni vagy palackozott ivóvizet fogyasztani.) Ha a vízminta valamely **összetevőjének koncentrációja (töménysége)** **meghaladja a szabványban előírt határértéket, akkor a hatóságok a vizet emberi fogyasztásra alkalmatlanná nyilvánítják**. A vasionok ugyan nem veszélyesek az egészségre, de a víz ízét befolyásoló hatásuk miatt az ivóvízben nem lehet belőlük több, mint 200 µg/liter (azaz 0,200 mg/dm3). Ez a feladatlap arról szól, hogy hogyan lehet meghatározni a vizek vas(III)iontartalmát.

**A cseppentőt mindig tegyétek vissza aBba az oldatba, amelyiknek a kimérésére használtátOK!**

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

**1.** **Kísérlet:** A tálcátokon lévővas(III)ionoldat („Fe3+-oldat”) töménysége 0,050 mg Fe3+/cm3. Ez azt jelenti, hogy

1 cm3 oldatban 0,050 mg Fe3+-ion van. Mérjetek ki a mérőhengerrel 9 cm3 vas(III)ionoldatot a „**9**” jelű kémcsőbe. (A cseppentővel lehet könnyen beállítani a folyadékszintet a mérőhengerben.) Adjatok hozzá 1 cm3 kálium-tiocianát-oldatot („KSCN-oldat”) a másik cseppentővel, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ……………………………………………................................. színű lett.

**Magyarázat:** A vas(III)ionok (Fe3+) a tiocianátionokkal (SCN-) ilyen színű vegyületet képeznek.

**2.** **Kísérlet:** Mérjetek ki a cseppentővel 1 cm3 vas(III)ionoldatot az „**1**” jelű kémcsőbe. Adjatok hozzá 8 cm3 desztillált vizet. Adjatok hozzá 1 cm3 KSCN-oldatot is, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ……………………………………………........................................................... színű lett.

**Magyarázat:** Az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **hígabb/töményebb**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat. Ezért az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **világosabb/sötétebb** **színárnyalatú**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat.

**3.** **Kísérlet:** A „3”, az „5” és a „7” jelű kémcsövekben is készítsétek el a következő összetételű oldatokat. (Az összes térfogata mindegyik oldatnak 10 cm3 lesz.)

„3” jelű kémcső: 3 cm3 vas(III)ionoldat + 6 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat;

„5” jelű kémcső: 5 cm3 vas(III)ionoldat + 4 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat;

„7” jelű kémcső: 7 cm3 vas(III)ionoldat + 2 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat.

**Tapasztalat:** Minél töményebb az oldat a vas(III)ionokra nézve, annál **világosabb/sötétebb** a színárnyalata.

**Magyarázat: Minél töményebbek az oldatok a vas(III)ionokra nézve, annál** **kevesebb/több** **színes vegyület keletkezik belőlük.**

**4. Kísérlet**: Az „X” jelű kémcsőben 9 cm3 térfogatú, **ismeretlen töménységű** vas(III)ionoldat van. Adjatok hozzá 1 cm3 KSCN-oldatot, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát. Határozzuk meg, hogy milyen töménységű ez vas(III)ionra nézve! Hasonlítsátok össze az így keletkezett oldat színét a többi kémcsőben lévő oldatok színéivel.

**Tapasztalat**: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) …….. jelű kémcsőben lévő oldat színéhez hasonlít a legjobban.

VAGY: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) ……. jelű és a(z) ……. jelű kémcsövekben lévő oldatok színe közé esik.

**Magyarázat**: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban kb. …….. cm3 volt az 0,050 mg/cm3 töménységű vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: kb. …….. mg/10 cm3, vagyis kb. ……. mg/dm3. Ez **hígabb/töményebb**, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm3 határérték. Az ilyen töménységben vas(III)iont tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra **alkalmas/alkalmatlan**.

A kísérlet megtervezéséhez az **„egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elvet** használtuk:

* ugyanannyi és ugyanolyan töménységű KSCN-oldatot csöppentettünk minden oldatba;
* az oldatok végső térfogata mindig 10 cm3 lett (szükség esetén mindig desztillált vízzel kiegészítve).

Az egyetlen **változó** **tényező** az **oldatok vas(III)ion koncentrációja** volt. Ettől **függött** a **szín mélysége** (intenzitása), mert az **arányos** az oldat vas(III)ion koncentrációjával. Az **ismeretlen töménységű** oldat színének a mélységét **ismert** koncentrációjú oldatok színének mélységével **hasonlítottuk össze**. Ebből tudtunk **következtetni** az oldat vas(III)ion koncentrációjára. Ez a módszer **általánosan** is használható, ha **egy oldat valamilyen tulajdonsága arányos a töménységével**. Ilyenkor **ismert töménységű (koncentrációjú) oldatokból sorozatot** készítünk („kalibráló sor”). Az ismeretlen töménységű oldat tulajdonságát az oldatsorozatéhoz hasonlítva, következtethetünk az ismeretlen koncentrációjára. A **valóságban** a vízminták vastartalmát ilyen elv alapján, de **pontosabb eszközökkel** és **érzékeny** **műszerekkel** határozzák meg. Így kisebb koncentrációban is képesek összehasonlítani a keletkezett színes oldatok színeinek erősségét.

**Mennyire vasas az ivóvíz?** (3. típus: kísérlettervező változat)

Hazánkban **az ivóvíz minőségét szigorú szabványok szerint ellenőrzik**. (Ezért teljesen fölösleges pénzkidobás házi víztisztító-berendezéseket vásárolni vagy palackozott ivóvizet fogyasztani.) Ha a vízminta valamely **összetevőjének koncentrációja (töménysége)** **meghaladja a szabványban előírt határértéket, akkor a hatóságok a vizet emberi fogyasztásra alkalmatlanná nyilvánítják**. A vasionok ugyan nem veszélyesek az egészségre, de a víz ízét befolyásoló hatásuk miatt az ivóvízben nem lehet belőlük több, mint 200 µg/liter (azaz 0,200 mg/dm3). Ez a feladatlap arról szól, hogy hogyan lehet meghatározni a vizek vas(III)iontartalmát.

**A cseppentőt mindig tegyétek vissza aBba az oldatba, amelyiknek a kimérésére használtátOK!**

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

**1.** **Kísérlet:** A tálcátokon lévővas(III)ionoldat („Fe3+-oldat”) töménysége 0,050 mg Fe3+/cm3. Ez azt jelenti, hogy

1 cm3 oldatban 0,050 mg Fe3+-ion van. Mérjetek ki a mérőhengerrel 9 cm3 vas(III)ionoldatot a „**9**” jelű kémcsőbe. (A cseppentővel lehet könnyen beállítani a folyadékszintet a mérőhengerben.) Adjatok hozzá 1 cm3 kálium-tiocianát-oldatot („KSCN-oldat”) a másik cseppentővel, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ……………………………………………................................. színű lett.

**Magyarázat:** A vas(III)ionok (Fe3+) a tiocianátionokkal (SCN-) ilyen színű vegyületet képeznek.

**2.** **Kísérlet:** Mérjetek ki a cseppentővel 1 cm3 vas(III)ionoldatot az „**1**” jelű kémcsőbe. Adjatok hozzá 8 cm3 desztillált vizet. Adjatok hozzá 1 cm3 KSCN-oldatot is, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ……………………………………………........................................................... színű lett.

**Magyarázat:** Az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **hígabb/töményebb**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat. Ezért az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **világosabb/sötétebb** **színárnyalatú**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat.

**3.** **Kísérlet:** Az „X” jelű kémcsőben ismeretlen töménységű vas(III)ionoldat van. Határozzátok meg, hogy **körülbelül hány cm3-t mértek be a 0,050 mg/cm3 töménységű vas(III)ionoldatból ebbe a kémcsőbe**, mielőtt desztillált vízzel 9 cm3-re hígították volna! Úgy tervezzétek meg a kísérletet, hogy **3 üres kémcsövetek** van.

A kísérlet megtervezéséhez az **„egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet** használjátok. Tehát a kémcsövek esetében **mindent ugyanúgy** kell tennetek. Ugyanazokat az **eszközök**et és **anyagok**at (oldatokat) kell használnotok, és ugyanolyan **műveletek**et kell végeznetek. Ha csak a kémcsövek vas-(III)-ion-tartalma különbözik (ez az **egyetlen változó tényező**), akkor **csak az okozhatja az eltérő tapasztalatokat**.

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

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

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

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

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

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

**Magyarázat**: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban **kb. …….. cm3** volt az 0,050 mg/cm3 vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: …….. mg/10 cm3, vagyis ……. mg/dm3. Ez **hígabb/töményebb**, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm3 határérték. Az ilyen töménységben vas(III)iont tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra **alkalmas/alkalmatlan**.

A kísérletek során alkalmazott **módszer általánosan is használható**, ha **egy oldat valamilyen tulajdonsága arányos a töménységével**. Ilyenkor **ismert töménységű** (koncentrációjú) **oldatokból sorozatot** készítünk („kalibráló sor”). Az **ismeretlen töménységű** oldat tulajdonságát az **oldatsorozatéhoz hasonlítva**, **visszakövetkeztethetünk** az **ismeretlen koncentrációjára**.

A **valóságban** a vízminták vastartalmát ilyen elv alapján, de **pontosabb eszközökkel** és **érzékeny** **műszerekkel** határozzák meg. Így kisebb koncentrációban is képesek összehasonlítani a keletkezett színes oldatok színeinek erősségét.

**Mennyire vasas az ivóvíz?** (tanári változat)

Hazánkban **az ivóvíz minőségét szigorú szabványok szerint ellenőrzik**. (Ezért teljesen fölösleges pénzkidobás házi víztisztító-berendezéseket vásárolni vagy palackozott ivóvizet fogyasztani.) Ha a vízminta valamely **összetevőjének koncentrációja (töménysége)** **meghaladja a szabványban előírt határértéket, akkor a hatóságok a vizet emberi fogyasztásra alkalmatlanná nyilvánítják**. A vasionok ugyan nem veszélyesek az egészségre, de a víz ízét befolyásoló hatásuk miatt az ivóvízben nem lehet belőlük több, mint 200 µg/liter (azaz 0,200 mg/dm3). Ez a feladatlap arról szól, hogy hogyan lehet meghatározni a vizek vas(III)iontartalmát.

**A cseppentőt mindig tegyétek vissza aBba az oldatba, amelyiknek a kimérésére használtátOK!**

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

**1.** **Kísérlet:** A tálcátokon lévővas(III)ionoldat („Fe3+-oldat”) töménysége 0,050 mg Fe3+/cm3. Ez azt jelenti, hogy

1 cm3 oldatban 0,050 mg Fe3+-ion van. Mérjetek ki a mérőhengerrel 9 cm3 vas(III)ionoldatot a „**9**” jelű kémcsőbe. (A cseppentővel lehet könnyen beállítani a folyadékszintet a mérőhengerben.) Adjatok hozzá 1 cm3 kálium-tiocianát-oldatot („KSCN-oldat”) a másik cseppentővel, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ***(a******kálium-tiocianát hozzáadásakor)******vörös***színű lett.

**Magyarázat:** A vas(III)ionok (Fe3+) a tiocianátionokkal (SCN-) ilyen színű vegyületet képeznek.

**2.** **Kísérlet:** Mérjetek ki a cseppentővel 1 cm3 vas(III)ionoldatot az „**1**” jelű kémcsőbe. Adjatok hozzá 8 cm3 desztillált vizet. Adjatok hozzá 1 cm3 KSCN-oldatot is, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ***halvány vörös*** színű lett.

**Magyarázat:** Az „1” jelű kémcsőben lévő oldat ***hígabb*/töményebb**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat. Ezért az „1” jelű kémcsőben lévő oldat ***világosabb*/sötétebb** **színű**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat.

[Csak az 1. és a 2. csoportok részére]

**3.** **Kísérlet:** A „3”, az „5” és a „7” jelű kémcsövekben is készítsétek el a következő összetételű oldatokat. (Az összes térfogata mindegyik oldatnak 10 cm3 lesz.)

„3” jelű kémcső: 3 cm3 vas(III)ionoldat + 6 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat;

„5” jelű kémcső: 5 cm3 vas(III)ionoldat + 4 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat;

„7” jelű kémcső: 7 cm3 vas(III)ionoldat + 2 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat.

**Tapasztalat:** Minél töményebb az oldat a vas(III)ionokra nézve, annál **világosabb/*sötétebb*** a színe.

**Magyarázat: Minél töményebbek az oldatok a vas(III)ionokra nézve, annál** **kevesebb/több** **színes vegyület keletkezik belőlük a reakció során.**

**4. Kísérlet**: Az „X” jelű kémcsőben 9 cm3 térfogatú, **ismeretlen töménységű** vas(III)ionoldat van. Adjatok hozzá 1 cm3 KSCN-oldatot, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát. Határozzuk meg, hogy milyen töménységű ez vas(III)ionra nézve! Hasonlítsátok össze az így keletkezett oldat színét a többi kémcsőben lévő oldatok színéivel.

**Tapasztalat**: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat ***(pl.)*** a(z) ***„5”*** jelű kémcsőben lévő oldat színéhez hasonlít a legjobban.

VAGY: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat ***(pl.)*** a(z) **„*1*”** jelű és a(z) ***„3”*** jelű kémcsövekben lévő oldatok színe közé esik.

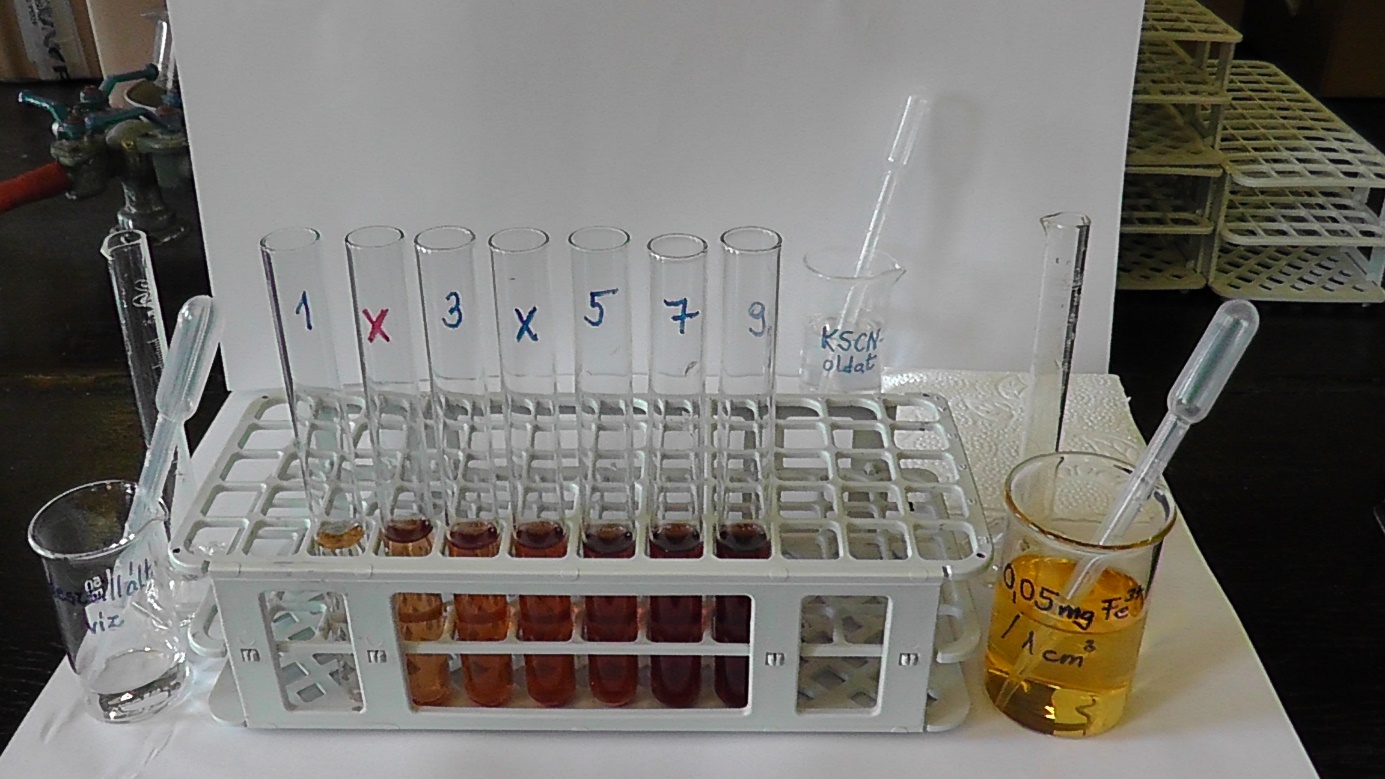
**Magyarázat**: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban kb. ***(pl.) 5*** cm3 volt az 0,050 mg/cm3 töménységű vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: ***(pl.)*** kb. ***0,25*** mg/10 cm3, vagyis kb. ***25*** mg/dm3. Ez **hígabb/*töményebb***, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm3 határérték. Az ilyen töménységben vas(III)iont tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra **alkalmas/*alkalmatlan***.

A **valóságban** a vízminták vastartalmát ilyen elv alapján, de **pontosabb eszközökkel** és **érzékeny** **műszerekkel** határozzák meg. Így kisebb koncentrációban is képesek összehasonlítani a keletkezett színes oldatok színeinek erősségét.

*Megjegyzések:*

* *Az alábbi fényképen láthatók az elvégzett kísérletek eredményeként keletkezett oldatok. A piros „X” jelű ismeretlen összetétele 2 cm3 0,050 mg Fe3+/cm3 oldat + 7 cm3 desztillált víz, a kék „X” jelű ismeretlené pedig 4 cm3 0,050 mg Fe3+/cm3 oldat + 5 cm3 desztillált víz volt.*

****

[Csak a 2.típusú csoportnak]

A kísérlet megtervezéséhez az **„egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elvet** használtuk:

* ugyanannyi és ugyanolyan töménységű KSCN-oldatot csöppentettünk minden oldatba;
* az oldatok végső térfogata mindig 10 cm3 lett (szükség esetén mindig desztillált vízzel kiegészítve).

Az egyetlen **változó** **tényező** az **oldatok vas(III)ion-koncentrációja** volt. Ettől **függött** a **szín mélysége** (intenzitása), mert az **arányos** az oldat vas(III)ion-koncentrációjával. Az **ismeretlen töménységű** oldat színének a mélységét **ismert** koncentrációjú oldatok színének mélységével **hasonlítottuk össze**. Ebből tudtunk **következtetni** az oldat vas(III)ion-koncentrációjára. Ez a módszer **általánosan** is használható, ha **egy oldat valamilyen tulajdonsága arányos a töménységével**. Ilyenkor **ismert töménységű (koncentrációjú) oldatokból sorozatot** készítünk („kalibráló sor”). Az ismeretlen töménységű oldat tulajdonságát az oldatsorozatéhoz hasonlítva, következtethetünk az ismeretlen koncentrációjára.

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

**3.** **Kísérlet:** Az „X” jelű kémcsőben ismeretlen töménységű vas(III)ionoldat van. Határozzátok meg, hogy **körülbelül hány cm3-t mértek be a 0,050 mg/cm3 töménységű vas(III)ionoldatból ebbe a kémcsőbe**, mielőtt desztillált vízzel 9 cm3-re hígították volna! Úgy tervezzétek meg a kísérletet, hogy **3 üres kémcsövetek** van.

A kísérlet megtervezéséhez az **„egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet** használjátok. Tehát a kémcsövek esetében **mindent ugyanúgy** kell tennetek. Ugyanazokat az **eszközök**et és **anyagok**at (oldatokat) kell használnotok, és ugyanolyan **műveletek**et kell végeznetek. Ha csak a kémcsövek vas(III)iontartalma különbözik (ez az **egyetlen változó tényező**), akkor **csak az okozhatja az eltérő tapasztalatokat**.

**A kísérlet terve: *Először készíteni kell a 3 üres kémcsőben, az „1” és a „9” jelű kémcsövekkel azonos eljárást követve, különböző vas(III)ion-tartalmú oldatokat. Például:***

***„3” jelű kémcső: 3 cm3 vas(III)ionoldat + 6 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat;***

***„5” jelű kémcső: 5 cm3 vas(III)ionoldat + 4 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat;***

***„7” jelű kémcső: 7 cm3 vas(III)ionoldat + 2 cm3 desztillált víz + 1 cm3 KSCN-oldat.***

***Utána a 9 cm3 ismeretlen töménységű vas(III)ionoldathoz 1 cm3 KSCN-oldatot adunk A keletkezett oldat színét összehasonlítjuk a kísérletben nyert oldatsorozat színeivel. Megkeressük, melyikkel egyezik meg, vagy melyikhez hasonlít a legjobban.***

**Tapasztalatok:**

***Minél töményebb az oldat a vas(III)ionokra nézve, annál sötétebb a színe.***

***Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat (pl.) a(z) „5” jelű kémcsőben lévő oldat színéhez hasonlít a legjobban.***

VAGY:

***Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) „1” jelű és a(z) „3” jelű kémcsövekben lévő oldatok színe közé esik.***

**Magyarázat**: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban ***(pl.)*** kb. ***5* cm3** volt az 0,050 mg/cm3 töménységű vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: ***(pl.)*** kb. ***0,25*** mg/10 cm3, vagyis kb. ***25***mg/dm3. Ez **hígabb/töményebb**, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm3 határérték. Az ilyen töménységben vas(III)iont tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra **alkalmas/*alkalmatlan***.

A kísérletek során alkalmazott **módszer általánosan is használható**, ha **egy oldat valamilyen tulajdonsága arányos a töménységével**. Ilyenkor **ismert töménységű** (koncentrációjú) **oldatokból sorozatot** készítünk („kalibráló sor”). Az **ismeretlen töménységű** oldat tulajdonságát az **oldatsorozatéhoz hasonlítva**, **visszakövetkeztethetünk** az **ismeretlen koncentrációjára**.

1. A jelen feladatlap témájának korábbi földolgozása itt található: Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 3.7. „Mennyire vasas az ivóvíz?”, 206-213., ISBN 978-963-284-733-7, <http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf>

   (2017. 07. 22.). Az ivóvíz minőségére és annak ellenőrzésére vonatkozó kormányrendelet a következő linken érhető el: <https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a0100201.kor> (2017. 07. 22.). Az érdeklődés felkeltésére szolgáló videó a vas(III)ionok és a kálium-tiocianát reakciójáról („Bleeding iron”, azaz „Vérző vas” címmel) pedig itt található: <https://www.youtube.com/watch?v=IzHV6Lmz3DE> (2017. 07. 22.). [↑](#footnote-ref-1)
2. Ammónium-rodanid esetén nyilván más felirat kerül a kikészített főzőpohárra, és a feladatlapok szövegét is módosítani kell. [↑](#footnote-ref-2)