**7. feladatlap: Az alkimisták nyomában**

**Módszertani útmutató**

**1. Téma:** A fémek redukálóképessége

**2. Felhasználás:** 8. évfolyam, 25-35 perces, tanulókísérletre épülő feladat, új ismeretet közlő órára

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

* Az oxidáció és redukció elektronátmenettel értelmezett fogalma.
* A cink és sósav reakciója.
* A disszociációra épülő sav-bázis elmélet (Arrhenius-Ostwald), ill. konkrétan a hidrogén-klorid-molekula disszociációjának ismerete vizes oldatban.
* A réz és az alumínium fizikai tulajdonságainak ismerete.

**4. Célok:**

* Motiváció: a kíváncsiság felkeltése a környezetünkben leggyakrabban előforduló fémek tulajdonságainak és a viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt.
* A réz és alumínium eddig megismert fizikai tulajdonságainak ismétlése, elmélyítése.
* A fémek tulajdonságai és felhasználási lehetőségeik közötti alapvető összefüggések megértése.
* A korrózió és a korrózióvédelem fogalmának bevezetése.
* Az aktív és a passzív korrózióvédelem fogalmainak előkészítése.
* A később bevezetendő elektródpotenciál fogalmának előkészítése a redukálósor fogalmán keresztül.
* A redoxireakciók elektronátmeneten alapuló magyarázatának alkalmazása, gyakorlása.
* A sav-bázis reakciók (Arrhenius-Ostwald-féle) disszociációs elmélettel való magyarázatának alkalmazása.
* A megfigyelőképesség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
* A logikus következtetéseken alapuló gondolkodás fejlesztése.
* A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a kísérlet tervezésének megértése, illetve a 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók rávezetése a kísérlet megtervezésére és kivitelezésére.
* **A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók meggyőzése arról, hogy érdemes a receptszerűen leírt kísérlet végrehajtása után elgondolkodni azon, hogy hogyan lehet az ilyen vizsgálatokat korrekt módon megtervezni.**
* **A 2. és a 3. típusú feladatlapokat megoldó tanulók értsék meg, hogy a kísérletek helyes megtervezési módjának ismerete segítheti őket az áltudományos csalások felismerésében.**

**5. Tananyag:**

* **Ismeret** szint:
	+ A fémek reakcióképessége különböző.
	+ A sósavban a hidrogén-klorid-molekulák hidrogénionokra és kloridionokra disszociálnak.
	+ Az alumínium a sósavval hidrogénfejlődés közben reagál.
	+ A réz nem reagál a sósavval.
* **Megértés** szint:
	+ A fémek reakcióképességük alapján sorba rendezhetők.
	+ A hidrogén is tagja a redukálósornak, mert ionja egyes fémekkel redoxireakcióba léphet, más fémekkel pedig nem.
	+ A nagyobb redukálóképességű fém elektront tud átadni a kisebb redukálóképességű reakciópartnerének.
* **Alkalmazás** szint:
	+ A kísérlet tapasztalatai alapján a vizsgált fémek és a hidrogén reakcióképességi sorba, azaz redukálósorba rendezése.
	+ A redukálósor alkalmazása annak előrejelzésére, hogy egy adott fém reakcióba lép-e egy másik fém ionjaival, illetve a savakban lévő hidrogénionokkal.
* **Magasabb rendű műveletek** szintje:
	+ Minden feladatlaptípus esetében a rendszerszemléletű gondolkodás fejlesztése a „Gondolkodjunk!” feladat megoldása során.
	+ 2. típusú feladatlap: a receptszerű leírás alapján elvégzett kísérlet értelmezése a kísérlettervezést segítő séma kitöltésével.
	+ 3. típusú feladatlap: kísérlet megtervezése egy, az azt segítő séma kitöltésével.

**6. Módszertani megfontolások:**

* A jelen feladatlap kereteit az online oktatáshoz készült feladatlapok szabták meg, mivel csekély a háztartások számára könnyen, kis kiszerelésben és állandó minőségben beszerezhető fémek, fémsóoldatok, illetve savak száma.
* A feladatlap kísérleteinek kipróbálása során az derült ki, hogy **az alumíniummal a *w*=20%-os háztartási sósav reagál a tanórán rendelkezésre álló időkereten belül.** **Ez erősen maró hatású és a reakció a védő oxidréteg elreagálása után igen heves. Ezért fel kell hívni a tanulók figyelmét a balesetvédelmi rendszabályok betartásán túl arra is, hogy fokozott óvatossággal járjanak el a kísérletek során. Az iskolai megvalósításkor ezért lehetőség szerint kémcsöveket kell használni a kísérletekhez. A kísérletekhez pedig otthon is, és az iskolában is védőkesztyűt és védőszemüveget kell viselni.**
* Az **otthon** végzett kísérlethez a *w*=20% töménységű háztartási sósav és a vele igen hevesen reagáló alumíniumfólia miatt mindenképpen **felnőtt felügyelete** szükséges. Ezért online oktatás esetében az új ismeretet közlő órán elméletben kell megbeszélni, hogy milyen általános esetben várható gázfejlődés és mikor nem. A 3. típusú feladatlapot megoldókkal meg kell beszélni a kísérlettervezés lépéseit. A tanulók házi feladatként végezhetik el a kísérleteket. A következő órán ellenőrizni kell a feladatlap helyes kitöltését. A tanulók prezentálhatják a kísérletről készült fényképeiket. A kísérletek előtt természetesen elegendő időt kell biztosítani a szülőknek a reagensek beszerzésére. Ezek egyébként – a hulladékkábelből is kinyerhető rézdrót kivételével – a kísérletek után a háztartásban fölhasználhatók.
* Az alufólia esetében a gázfejlődés megjelenése késleltetett, a fóliát fedő alumínium-oxid védőréteg miatt. Az oxidréteg leoldódása után viszont intenzív gázfejlődést tapasztalhatunk. Ezért ügyelni kell arra, hogy **a kémcsövekben csak kevés sósav legyen, nehogy kifusson a reakció közben.**
* **Az alumínium esetében a késve meginduló gázfejlődés magyarázatra szorul, ha a védő oxidréteg fogalma még nem ismert a tanulók számára.** Ezért ennek kialakulását és az alumínium felhasználási lehetőségeit tekintve meghatározó jelentőségét a diákokkal meg kell beszélni. Erre alkalmas a fémek korróziójával és a korrózióvédelemmel foglalkozó, a kísérletek után kitöltendő „Gondolkodjunk!” rész 2. bekezdése. **A kísérletek során szükséges várakozás alatt ennek kapcsán a tanulókkal közösen, a táblán rendezni lehet az alumínium védő oxidrétegének sósavban való oldódását leíró reakcióegyenletet:**

**Al2O3 + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2O**

Így ennek együtthatóit később már csak be kell másolni a „Gondolkodjunk!” rész megfelelő helyére.

* Mivel az óra célja az, hogy a tanulók önállóan (a 3. típusú feladatlap), illetve a receptszerűen leírt kísérletek tapasztalatainak tükrében (az 1. és a 2. típusú feladatlap) állapítsák meg a vizsgált fémek helyét a redukáló/reakcióképességi sorban, gondoskodni kell arról, hogy a feladatlap kitöltése alatt a tanulók csak a feladatlapban található segédleteket használhassák, és lehetőleg ne nézzék meg a tankönyvben látható redukálósort. Ezért célszerű a tankönyveket becsukva tartatni. Ha a tanteremben a fémek redukálósorát, ill. reakcióképességét mutató demonstrációs tábla található, érdemes azt levenni vagy letakarni. Amennyiben ez nem lehetséges, akkor a kísérleteket az ott látható redukálósor igazolására kell terveztetni.
* A feladatlap kapcsán érdemes a tanulókkal megbeszélni a következőket: **a fémeknek csak pozitív ionjai vannak. Ezek csak (negatív töltésű) elektronok leadásával jöhetnek létre. Eközben a fémek oxidálódnak, a reakciópartnereiket pedig redukálják. Emiatt hívható a fémek reakcióképességi sora redukálósornak. (Az „oxidálódás” kifejezés viszont onnan származik, hogy** **a redoxireakcióik során a fémek is gyakran az oxigénnek adják át az elektronjaikat.)**
* A fémek különböző redukálóképessége ezen a szinten konkrét elektronszerkezeti okokkal nem magyarázható. Az azonban elmondható, hogy ennek oka az egyes atomok, ill. ionok szerkezetének különbözősége.
* A kísérletekről készült fényképeken kb. 300%-os nagyítás esetén látszik jól az effektus.
* A rendszerszemléletű gondolkodást fejlesztő feladat hangsúlyozottan **elméleti** jellegű. A feladatlap „Gondolkodjunk!” részében említett passzív korrózióvédelemhez alkalmazott bevonat készülhetne ún. „mártó eljárással”, töltéscserével, amelynél a fémet (ez esetben a vasat) a kisebb redukálóképességű, azaz nagyobb standard elektródpotenciálú fémsó, azaz ón(II)-vegyület vizes oldatába mártják. A gyakorlatban ezt az eljárást leggyakrabban nikkel-, réz-, illetve ezüstbevonatok készítésére használják. Ezzel szemben az iparban mind a horganyzott, mind a fehérbádog galvanizálással vagy fémolvadékba történő mártással készül. A feladat megoldása után megemlíthető, hogy a horganyzott bádog készítéséhez az elektromos áram energiája szükséges.
* Ha a reakció végén az edényben marad fém (pl. az alufólia estében szürkés szilárd anyag), az könnyen magyarázható azzal, hogy a teljes reakcióhoz nem volt elegendő sósav. Ennek kapcsán utalni lehet arra az alapvető szabályra, miszerint a reakciópartnerek csak az adott kémiai reakció egyenletéből leolvasható (sztöchiometriai) arányban tudnak reagálni egymással.
* Az alkimisták arany előállítására irányuló hiábavaló kísérletei kapcsán ismét hangsúlyozandó, hogy a kémiai elemek anyagi minőségét az atommagjuk határozza meg. Ezért az csak magreakciókkal ún. iongyorsítókkal (pl. CERN) valósítható meg. Ennek kapcsán föltehető a kérdés, hogy vajon miért nem állítanak elő így aranyat most, amikor ezt a tudósok és mérnökök már megtehetnék. Remélhetőleg a diákok maguk is fölismerik, hogy az ehhez befektetendő hatalmas energia ára sokszorosan meghaladja a keletkező arany értékét, és úgy is csak igen kis mennyiség lenne előállítható.
* A fémek redukálósora jó kiindulópontja a későbbiekben tanítandó elektrokémia témakörnek. Annak kapcsán természetesen más érdekességek is elmondhatók. Például Galvani békacombos története (ami a Frankensteinről szóló könyvet is inspirálta) a galvánelemek fogalmának bevezetésekor, vagy az elektrolízishez tartozó különféle galvanizálási folyamatok (pl. a horganyzott bádog készítése kapcsán a Bádogember is megemlíthető az Óz, a nagy varázslóból).
* **Digitális oktatási módban vagy otthoni (esetleg szorgalmi) feladatként** adható feladatlap-változatok az alábbi linken érhetők el, de **ennek a fájlnak a végén is** megtalálhatók (a tanári változatokkal együtt):

<https://drive.google.com/drive/folders/1NXeLYDC3wgHrzAAoyhuq1mP6XpZ-O6P7?usp=sharing>

**7. Technikai segédlet**

* **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
	+ háztartási (*w*=20%) sósav
	+ 2 db kémcső vagy más edény (pl. főzőpohár, kristályosítótál vagy befőttesüveg)
	+ (kémcsőállvány, ha kémcsöveket használunk)
	+ rézdrótdarab, kb. 2 cm
	+ alufóliadarab (három rétegben összehajtva)
	+ 2 db óraüveg, vagy más edény (pl. PET-palack teteje) a fémek kiadásához
	+ csipesz (a fémtárgyak megfogásához)
	+ törlőrongy vagy papírtörlő (az esetleg elcsöppenő sósav felitatásához)
	+ védőkesztyű
	+ védőszemüveg
	+ (arcmaszk vagy nyitott ablak a sósav gőzei ellen)
* **Előkészítés**
* Mint minden más kísérletet, **a jelen feladatlap kísérleteit is ki kell próbálni** a tanórai megvalósítás előtt. Ügyelni kell arra is, hogy ha a kísérletek valamely eszközzel vagy anyaggal nem hajthatók végre kielégítően, akkor maradjon idő azok megfelelő eszközökkel vagy anyagokkal való helyettesítésére.
* **Jelenléti** oktatásban az osztály (tanulócsoport) minden tagja számára **ki kell nyomtatni** az előzetes beosztásnak megfelelő típusú feladatlapot (a piros betűs szöveg törlése után), és egy példányban a tanári változatot is. **Digitális** oktatási módban a megfelelő típusú feladatlapot tartalmazó **elektronikusan elérhető (és esetleg a csoport tagjai által közösen is kitölthető) dokumentum linkjét** kell elküldeni a tanulóknak, vagy más módon kell velük megosztani az online kitöltendő feladatlapot.
* Réztárgynak leginkább a réz villanyvezeték felel meg. A szigetelését el kell távolítani.
* A kísérlethez szükséges háztartási sósavnak mindig szobahőmérsékletűnek kell lennie.
* A szertár ideális fölszereltsége esetén a csoportok számára előkészített tálca a következő fényképen tekinthető meg (1. ábra).



1. ábra: Az egy csoport számára előkészített tálca

A laboratóriumban végzett kísérlet képe a reakció közben (2. ábra) és az alumínium oldódása után (3. ábra).

 

2. ábra: A reakció közben készített fénykép 3. ábra: A reakció után készített fénykép

* A háztartási eszközökkel és anyagokkal megvalósítandó kísérletekhez előkészített tálca a következő fényképen tekinthető meg (4. ábra).



4. ábra: Az otthoni kísérlethez előkészített anyagok és eszközök

* **Balesetvédelem**
	+ A *w*=20% töménységű sósav erősen maró hatású.
	+ Az alumíniummal az ilyen töménységű sósav a védő oxidréteg oldódása után heves reakcióba lép.
	+ Az erősen exoterm reakció során keletkező hő miatt vízpára és benne (nagyrészben) oldott hidrogén-klorid-gáz is a levegőbe kerül. A sósav az edényből ki is fröccsenhet. Ezért hangsúlyozni kell, hogy a tanulók ne hajoljanak a reakcióedény fölé.
	+ A kísérletek során gumikesztyű és védőszemüveg viselése kötelező, esetleg orvosi maszk használata is ajánlható az előző megjegyzést figyelembe véve.
	+ A reakció során hidrogéngáz fejlődik, de ez az alkalmazott kis anyagmennyiségek és a hidrogéngáz levegőben való gyors diffúzója miatt nem veszélyes.
* **Hulladékkezelés**
	+ A kis mennyiségű sósavas oldatok hígítás után a csatornába önthetők.
	+ Otthoni kísérletezés esetén a maradék fém(ek) pl. fakanállal emelhető(k) ki a sósavból. Csapvízzel való leöblítés után ez(ek) a háztartási szemétbe helyezhető(k). Az oldat maradékát a WC-csészébe önthetjük, hagyjuk állni, majd 10-15 perc elteltével leöblítjük. Ezzel egyúttal a WC-csésze vízkőmentesítése is megtörténhet. Ennek kapcsán fölírható avízkő fő alkotórésze (a kalcium-karbonát) és a sósav között lejátszódó reakció egyenlete:

CaCO3 + 2 HCl = CaCl2 + CO2 + H2O

**Az alkimisták nyomában** (jelenléti oktatás, 1. típus: receptszerű, tanulói)

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[1]](#footnote-1)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert **kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani**. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak **elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká **oxidálódik:**

 **2e-  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: háztartási (*w*=20%) sósav, rézdarab, alufóliadarab, 2 db kémcső vagy edény, csipesz

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrótdarab | 2. kísérletsósav + alufóliadarab |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. A 2 kémcsőbe/edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első kémcsőbe/edénybe rézdrótdarabot teszünk a csipesszel.
3. A második kémcsőbe/edénybe az alufóliadarabot teszünk a csipesszel.
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Egészítsétek ki a KÖVETKEZTETÉS és a GONDOLKODJUNK! részek szövegét a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!

1. TAPASZTALATOK:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

3. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag

4. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

… Al2O3 + …. HCl = … AlCl3 + … H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + ZnCl2 = FeCl2 + Zn

**Az alkimisták nyomában** (jelenléti oktatás, 1. típus: receptszerű, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérletezésre azzal, hogy kiemelik a kísérletek fontosságát a természettudományokban, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[2]](#footnote-2)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert **kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani**. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká **oxidálódik:**

 **2e-  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: háztartási (*w*=20%) sósav, rézdrótdarab, alufóliadarab, 2 db kémcső.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrótdarab | 2. kísérletsósav + alufóliadarab |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. A 2 kémcsőbe/edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első kémcsőbe/edénybe rézdrótdarabot teszünk a csipesszel.
3. A második kémcsőbe/edénybe az alufóliadarabot teszünk a csipesszel.
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

1. TAPASZTALATOK:

1. kísérlet: A rézdrótdarabbal hosszabb idő eltelte után sem következik be változás.

2. kísérlet: Az alufóliadarab egyre hevesebben reagál, színtelen, szagtalan gáz fejlődése közben oldódik, színtelen oldat keletkezik.

2. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: A réz nem képes elektronokat átadni a (sósavban lévő) hidrogénionoknak.

2. kísérlet: Az alumínium képes elektronokat átadni a hidrogénionoknak, elemi hidrogén keletkezik:

2 Al + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2

3. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, **H**, Cu, Hg, Ag

4. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

Al2O3 + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

 2e-

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + 2 ZnCl2 ≠FeCl2 + Zn

**Az alkimisták nyomában** (jelenléti oktatás, 2. típus: recept+magyarázat, tanulói)

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[3]](#footnote-3)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert **kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani**. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká **oxidálódik:**

 **2e--  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: háztartási (*w*=20%) sósav, rézdrótdarab, alufóliadarab, 2 db kémcső.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrótdarab | 2. kísérletsósav + alufóliadarab) |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. A 2 kémcsőbe/edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első kémcsőbe/edénybe rézdrótdarabot teszünk a csipesszel.
3. A második kémcsőbe/edénybe az alufóliadarabot teszünk a csipesszel.
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

1. TAPASZTALATOK:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

3. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

4. MI VOLT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMIT NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

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

5. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ,AMINEK A VÁLTOZÁSA A FÜGGETLEN VÁLTOZÓTÓL FÜGGÖTT?

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

6. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

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

7. EZ VOLT A FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS):

Ha ……………………………………………………………………………………………………………………………………….. (a független változó

a tervezett módon változik), akkor ………………………………………………………………………………………. (a függő változó ilyen módon fog változni).

8. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK AZONOSAKNAK KELLETT LENNIE MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **+** jellel!

A sósav térfogata

A pohár térfogata

A sósav töménysége

A sósav hőmérséklete

A fémdarabkák tömege

9. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

… Al2O3 + …. HCl = … AlCl3 + … H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + ZnCl2 = FeCl2 + Zn

**Az alkimisták nyomában** (jelenléti oktatás, 2. típus: recept+magyarázat, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[4]](#footnote-4)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert **kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani**. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká

**oxidálódik:**

 **2e-  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: háztartási (*w*=20%) sósav, rézdrótdarab, alufóliadarab, 2 db kémcső.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrótdarab | 2. kísérletsósav + alufóliadrab) |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. A 2 kémcsőbe/edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első kémcsőbe/edénybe rézdrótdarabot teszünk a csipesszel.
3. A második kémcsőbe/edénybe az alufóliadarabot teszünk a csipesszel.
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

1. TAPASZTALATOK:

1. kísérlet: A rézdrótdarabbal hosszabb idő eltelte után sem következik be változás.

2. kísérlet: Az alufóliadarab egyre hevesebben reagál, színtelen, szagtalan gáz fejlődése közben oldódik, színtelen oldat keletkezik.

2. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: A réz nem képes elektronokat átadni a (sósavban lévő) hidrogénionoknak.

2. kísérlet: Az alumínium képes elektronokat átadni a hidrogénionoknak, elemi hidrogén keletkezik:

2 Al + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2

3. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, **H**, Cu, Hg, Ag

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

4. MI VOLT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMIT NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

A fémek anyagi minősége.

5. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ,AMINEK A VÁLTOZÁSA A FÜGGETLEN VÁLTOZÓTÓL FÜGGÖTT?

A gázfejlődés bekövetkezése.

6. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

Annak megfigyelésével, hogy sósavba helyezés után képződnek-e gázbuborékok az egyes fémek esetében.

7. EZ VOLT A FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS):

Ha a fématom képes elektront átadni a hidrogénionnak (nagyobb a redukálóképessége) (a független változó

a tervezett módon változik), akkor bekövetkezik a gázfejlődés (hidrogénfejlődés) (a függő változó ilyen módon fog változni).

8. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK AZONOSAKNAK KELLETT LENNIE MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **+** jellel!

A sósav térfogata

A pohár térfogata

**+** A sósav töménysége

**+** A sósav hőmérséklete

A fémdarabkák tömege

9. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

Al2O3 + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

 2e-

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + 2 ZnCl2 ≠FeCl2 + Zn

**Az alkimisták nyomában** (jelenléti oktatás, 3. típus: kísérlettervező, tanulói)

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[5]](#footnote-5)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert **kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani**. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká **oxidálódik:**

 **2e--  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: háztartási (*w*=20%) sósav, rézdrótdarab, alufóliadarab, 2 db kémcső / főzőpohár / kristályosító csésze.

1. MI A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMIT NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

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

2. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ,AMINEK A VÁLTOZÁSA A FÜGGETLEN VÁLTOZÓTÓL FÜGG?.............................................

3. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

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

4. FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS):

Ha ……………………………………………………………………………………………………………………………………….. (a független változó

a tervezett módon változik), akkor ………………………………………………………………………………………. (a függő változó ilyen módon fog változni).

5. HOGYAN VÁLTOZHAT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ? Tervezzétek meg, mit kell tenni az egyes edényekbe!

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérlet | 2. kísérlet |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

6. AZ ALÁBBIAK **KÖZÜL** MELYEK LESZNEK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK AZONOSAKNAK LENNIE MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **+** jellel!

A sósav térfogata

A pohár térfogata

A sósav töménysége

A sósav hőmérséklete

A fémdarabkák tömege

7. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

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

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

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

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

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Egészítsétek ki a KÖVETKEZTETÉS és a GONDOLKODJUNK! részek szövegét a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!

8. TAPASZTALATOK:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

9. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

10. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag

11. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

… Al2O3 + …. HCl = … AlCl3 + … H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + ZnCl2 = FeCl2 + Zn

**„Az alkimisták nyomában”** (jelenléti oktatás, 3. típus: kísérlettervező, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[6]](#footnote-6)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert **kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani**. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká **oxidálódik:**

 **2e-  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: háztartási (*w*=20 %) sósav, rézdrótdarab, alufóliadarab, 2 db kémcső / főzőpohár / kristályosító csésze.

1. MI A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMIT NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

A fémek anyagi minősége.

2. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ,AMINEK A VÁLTOZÁSA A FÜGGETLEN VÁLTOZÓTÓL FÜGG?

A gázfejlődés bekövetkezése.

3. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

Annak megfigyelésével, hogy sósavba helyezés után képződnek-e gázbuborékok az egyes fémek esetében.

4. FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha a fématom képes elektront átadni a hidrogénionnak (nagyobb a redukálóképessége). (a független változó a tervezett módon változik), akkor bekövetkezik a gázfejlődés (hidrogénfejlődés) (a függő változó ilyen módon fog változni).

5. HOGYAN VÁLTOZHAT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ? Tervezzétek meg, mit kell tenni az egyes edényekbe!

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrótdarab | 2. kísérletsósav + alufóliadarab |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

6. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK LESZNEK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK AZONOSAKNAK LENNIE MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **+** jellel!

A sósav térfogata

A pohár térfogata

**+** A sósav töménysége

**+** A sósav hőmérséklete

A fémdarabkák tömege

7. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. A 2 kémcsőbe/edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első kémcsőbe/edénybe rézdrótdarabot teszünk a csipesszel.
3. A második kémcsőbe/edénybe az alufóliadarabot teszünk a csipesszel.
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Egészítsétek ki a KÖVETKEZTETÉS és a GONDOLKODJUNK! részek szövegét a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!

8. TAPASZTALATOK:

1. kísérlet: A rézdrótdarabbal hosszabb idő eltelte után sem következik be változás.

2. kísérlet: Az alufóliadarab egyre hevesebben reagál, színtelen, szagtalan gáz fejlődése közben oldódik, színtelen oldat keletkezik.

9. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: A réz nem képes elektronokat átadni a (sósavban lévő) hidrogénionoknak.

2. kísérlet: Az alumínium képes elektronokat átadni a hidrogénionoknak, elemi hidrogén keletkezik:

2 Al + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2

10. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, **H**, Cu, Hg, Ag

11. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

Al2O3 + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

 2e-

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + 2 ZnCl2 ≠FeCl2 + Zn

**Az alkimisták nyomában**

(7. feladatlap, 1. típus: otthoni, receptszerű, tanulói)

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[7]](#footnote-7)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert **kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani**. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká

**oxidálódik:**

 **2e-  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

**FONTOS FIGYELMEZTETÉS!**

**Balesetvédelem és hulladékkezelés**

*A* *használt anyagok és a lejátszódó reakciók nem veszélytelenek, de a balesetvédelmi rendszabályok betartása mellett biztonsággal kivitelezhetők. A kísérleteket védőfelszerelésben (gumikesztyű, védőszemüveg, zárt térben orvosi maszk)* ***felnőtt felügyelete*** *mellett végezd! A sósavból kis mennyiségeket használj! Ha van rá lehetőséged, akkor a szabadban, vagy legalább nyitott ablak közelében dolgozz!*

*A fémek a sósavval hidrogéngáz fejlődése közben reagálhatnak, ahogy azt a bevezetőben a cink és sósav közti reakció reakcióegyenletéből is látod. A használt anyagok kis mennyisége miatt a fejlődő hidrogéngáz mennyisége is csekély, és az gyorsan elillan. Így ez nem jelent veszélyt.*

*A reakció végeztével a maradék sósavat a legegyszerűbben úgy ártalmatlaníthatod, hogy előbb egy fakanállal kiveszed belőle az el nem reagált fémdarabot, amelyet leöblítés után a szemétbe dobhatsz. A sósavat pedig a WC-kagylóba öntöd, és 10-15 perc elteltével leöblíted. A sósav reakcióba lép az esetlegesen jelenlévő vízkővel, de a reakció termékei ártalmatlanok. A vízkő fő alkotórésze (a kalcium-karbonát)* *és a sósav között lejátszódó reakció egyenlete:*

*CaCO3 + 2 HCl = CaCl2 + CO2 + H2O*

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* háztartási (*w*=20%) sósav
* rézdrótdarab
* alufóliadarab
* 2 db kisebb edény: pl. tálka/ nagy műanyag kupak / kis befőttesüveg
* háztartási papírtörlő
* gumikesztyű
* védőszemüveg
* orvosi maszk (zárt térben való kísérletezéshez)
* (csipesz)

  

A kísérlethez szükséges anyagok és eszközök Az előkészített kísérlet

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrótdarab | 2. kísérletsósav + alufóliadarab |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. 2 edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első edénybe rézdrótdarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
3. A második edénybe az alufóliadarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

1. TAPASZTALATOK És FÉNYKÉPEK:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

3. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag

4. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

… Al2O3 + …. HCl = … AlCl3 + … H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + ZnCl2 = FeCl2 + Zn

**Az alkimisták nyomában**

(7. feladatlap, 1. típus: otthoni, receptszerű, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérletezésre azzal, hogy kiemelik a kísérletek fontosságát a természettudományokban, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[8]](#footnote-8)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert **kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani**. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká

**oxidálódik:**

 **2e-  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

**FONTOS FIGYELMEZTETÉS!**

**Balesetvédelem és hulladékkezelés**

*A használt anyagok és a lejátszódó reakciók nem veszélytelenek, de a balesetvédelmi rendszabályok betartása mellett biztonsággal kivitelezhetők. A kísérleteket védőfelszerelésben (gumikesztyű, védőszemüveg, zárt térben orvosi maszk)* ***felnőtt felügyelete*** *mellett végezd! A sósavból kis mennyiségeket használj! Ha van rá lehetőséged, akkor a szabadban, vagy legalább nyitott ablak közelében dolgozz!*

*A fémek a sósavval hidrogéngáz fejlődése közben reagálhatnak, ahogy azt a bevezetőben a cink és sósav közti reakció reakcióegyenletéből is látod. A használt anyagok kis mennyisége miatt a fejlődő hidrogéngáz mennyisége is csekély, és az is gyorsan elillan. Így ez nem jelent veszélyt.*

*A reakció végeztével a maradék sósavat a legegyszerűbben úgy ártalmatlaníthatod, hogy előbb egy fakanállal kiveszed belőle az el nem reagált fémdarabot, amelyet leöblítés után a szemétbe dobhatsz. A sósavat pedig a WC-kagylóba öntöd, és 10-15 perc elteltével leöblíted. A sósav reakcióba lép az esetlegesen jelenlévő vízkővel, de a reakció termékei ártalmatlanok. A vízkő fő alkotórésze (a kalcium-karbonát)* *és a sósav között lejátszódó reakció egyenlete:*

*CaCO3 + 2 HCl = CaCl2 + CO2 + H2O*

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* háztartási (*w*=20%) sósav
* rézdrótdarab
* alufóliadarab
* 2 db kisebb edény: pl. tálka/ nagy műanyag kupak / kis befőttesüveg
* háztartási papírtörlő
* gumikesztyű
* védőszemüveg
* orvosi maszk (zárt térben való kísérletezéshez)
* (csipesz)

 

A kísérlethez szükséges anyagok és eszközök Az előkészített kísérlet

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrótdarab | 2. kísérletsósav + alufóliadarab |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. 2 edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első edénybe rézdrótdarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
3. A második edénybe az alufóliadarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

1. TAPASZTALATOK És FÉNYKÉPEK

1. kísérlet: A rézdrótdarabbal hosszabb idő eltelte után sem következik be változás.

2. kísérlet: Az alufóliadarab egyre hevesebben reagál, színtelen, szagtalan gáz fejlődése közben oldódik, színtelen oldat keletkezik.

 

A két edény képe reakció közben és a reakció végén, az alumínium feloldódása után

2. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: A réz nem képes elektronokat átadni a (sósavban lévő) hidrogénionoknak.

2. kísérlet: Az alumínium képes elektronokat átadni a hidrogénionoknak, elemi hidrogén keletkezik:

2 Al + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2

3. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, **H**, Cu, Hg, Ag

4. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

Al2O3 + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

 2e-

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + 2 ZnCl2 ≠FeCl2 + Zn

**Az alkimisták nyomában**

(7. feladatlap, 2. típus: otthoni, recept+magyarázat, tanulói)

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[9]](#footnote-9)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert **kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani**. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká **oxidálódik:**

 **2e-  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

**FONTOS FIGYELMEZTETÉS!**

**Balesetvédelem és hulladékkezelés**

*A használt anyagok és a lejátszódó reakciók nem veszélytelenek, de a balesetvédelmi rendszabályok betartása mellett biztonsággal kivitelezhetők. A kísérleteket védőfelszerelésben (gumikesztyű, védőszemüveg, zárt térben orvosi maszk)* ***felnőtt felügyelete*** *mellett végezd! A sósavból kis mennyiségeket használj! Ha van rá lehetőséged, akkor a szabadban, vagy legalább nyitott ablak közelében dolgozz!*

*A fémek a sósavval hidrogéngáz fejlődése közben reagálhatnak, ahogy azt a bevezetőben a cink és sósav közti reakció reakcióegyenletéből is látod. A használt anyagok kis mennyisége miatt a fejlődő hidrogéngáz mennyisége is csekély, és az is gyorsan elillan. Így ez nem jelent veszélyt.*

*A reakció végeztével a maradék sósavat a legegyszerűbben úgy ártalmatlaníthatod, hogy előbb egy fakanállal kiveszed belőle az el nem reagált fémdarabot, amelyet leöblítés után a szemétbe dobhatsz. A sósavat pedig a WC-kagylóba öntöd, és 10-15 perc elteltével leöblíted. A sósav reakcióba lép az esetlegesen jelenlévő vízkővel, de a reakció termékei ártalmatlanok. A vízkő fő alkotórésze (a kalcium-karbonát)* *és a sósav között lejátszódó reakció egyenlete:*

*CaCO3 + 2 HCl = CaCl2 + CO2 + H2O*

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* háztartási (*w*=20%) sósav
* rézdrótdarab
* alufóliadarab
* 2 db kisebb edény: pl. tálka/ nagy műanyag kupak / kis befőttesüveg
* háztartási papírtörlő
* gumikesztyű
* védőszemüveg
* orvosi maszk (zárt térben való kísérletezéshez)
* (csipesz)

 

A kísérlethez szükséges anyagok és eszközök Az előkészített kísérlet

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrót | 2. kísérletsósav + alufólia darab |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. 2 edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első edénybe rézdrótdarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
3. A második edénybe az alufóliadarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

1. TAPASZTALATOK És FÉNYKÉPEK:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

3. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

4. MI VOLT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMIT NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

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

5. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ,AMINEK A VÁLTOZÁSA A FÜGGETLEN VÁLTOZÓTÓL FÜGGÖTT?

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

6. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

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

7. EZ VOLT A FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS):

Ha ……………………………………………………………………………………………………………………………………….. (a független változó

a tervezett módon változik), akkor ………………………………………………………………………………………. (a függő változó ilyen módon fog változni).

8. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK AZONOSAKNAK KELLETT LENNIE MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **+** jellel!

A sósav térfogata

A pohár térfogata

A sósav töménysége

A sósav hőmérséklete

A fémdarabkák tömege

9. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

… Al2O3 + …. HCl = … AlCl3 + … H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + ZnCl2 = FeCl2 + Zn

**Az alkimisták nyomában**

(7. feladatlap, 2. típus: otthoni, recept+magyarázat, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[10]](#footnote-10)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká

**oxidálódik:**

 **2e--  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

**FONTOS FIGYELMEZTETÉS!**

**Balesetvédelem és hulladékkezelés**

*A használt anyagok és a lejátszódó reakciók nem veszélytelenek, de a balesetvédelmi rendszabályok betartása mellett biztonsággal kivitelezhetők. A kísérleteket védőfelszerelésben (gumikesztyű, védőszemüveg, zárt térben orvosi maszk)* ***felnőtt felügyelete*** *mellett végezd! A sósavból kis mennyiségeket használj! Ha van rá lehetőséged, akkor a szabadban, vagy legalább nyitott ablak közelében dolgozz!*

*A fémek a sósavval hidrogéngáz fejlődése közben reagálhatnak, ahogy azt a bevezetőben a cink és sósav közti reakció reakcióegyenletéből is látod. A használt anyagok kis mennyisége miatt a fejlődő hidrogéngáz mennyisége is csekély, és az is gyorsan elillan. Így ez nem jelent veszélyt.*

*A reakció végeztével a maradék sósavat a legegyszerűbben úgy ártalmatlaníthatod, hogy előbb egy fakanállal kiveszed belőle az el nem reagált fémdarabot, amelyet leöblítés után a szemétbe dobhatsz. A sósavat pedig a WC-kagylóba öntöd, és 10-15 perc elteltével leöblíted. A sósav reakcióba lép az esetlegesen jelenlévő vízkővel, de a reakció termékei ártalmatlanok. A vízkő fő alkotórésze (a kalcium-karbonát)* *és a sósav között lejátszódó reakció egyenlete:*

*CaCO3 + 2 HCl = CaCl2 + CO2 + H2O*

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* háztartási (*w*=20%) sósav
* rézdrótdarab
* alufóliadarab
* 2 db kisebb edény: pl. tálka/ nagy műanyag kupak / kis befőttesüveg
* háztartási papírtörlő
* gumikesztyű
* védőszemüveg
* orvosi maszk (zárt térben való kísérletezéshez)
* (csipesz)

 

A kísérlethez szükséges anyagok és eszközök Az előkészített kísérlet

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrótdarab | 2. kísérletsósav + alufóliadarab |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. 2 edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első edénybe rézdrótdarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
3. A második edénybe az alufóliadarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

1. TAPASZTALATOK És FÉNYKÉPEK

1. kísérlet: A rézdrótdarabbal hosszabb idő eltelte után sem következik be változás.

2. kísérlet: Az alufóliadarab egyre hevesebben reagál, színtelen, szagtalan gáz fejlődése közben oldódik, színtelen oldat keletkezik.

 

A két edény képe reakció közben és a reakció végén, az alumínium feloldódása után

2. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: A réz nem képes elektronokat átadni a (sósavban lévő) hidrogénionoknak.

2. kísérlet: Az alumínium képes elektronokat átadni a hidrogénionoknak, elemi hidrogén keletkezik:

2 Al + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2

3. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, **H**, Cu, Hg, Ag

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

4. MI VOLT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMIT NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

A fémek anyagi minősége.

5. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ,AMINEK A VÁLTOZÁSA A FÜGGETLEN VÁLTOZÓTÓL FÜGGÖTT?

A gázfejlődés bekövetkezése.

6. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

Annak megfigyelésével, hogy sósavba helyezés után képződnek-e gázbuborékok az egyes fémek esetében.

7. EZ VOLT A FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS):

Ha a fématom képes elektron átadni a hidrogénionnak (nagyobb a redukálóképessége). (a független változó

a tervezett módon változik), akkor bekövetkezik a gázfejlődés (hidrogénfejlődés) (a függő változó ilyen módon fog változni).

8. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK AZONOSAKNAK KELLETT LENNIE MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **+** jellel!

A sósav térfogata

A pohár térfogata

**+** A sósav töménysége

**+** A sósav hőmérséklete

A fémdarabkák tömege

9. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

Al2O3 + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

 2e-

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + 2 ZnCl2 ≠FeCl2 + Zn

**Az alkimisták nyomában**

(7. feladatlap, 3. típus: otthoni, kísérlettervező, tanulói)

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[11]](#footnote-11)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká **oxidálódik:**

 **2e-  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

**FONTOS FIGYELMEZTETÉS!**

**Balesetvédelem és hulladékkezelés**

*A használt anyagok és a lejátszódó reakciók nem veszélytelenek, de a balesetvédelmi rendszabályok betartása mellett biztonsággal kivitelezhetők. A kísérleteket védőfelszerelésben (gumikesztyű, védőszemüveg, zárt térben orvosi maszk)* ***felnőtt felügyelete*** *mellett végezd! A sósavból kis mennyiségeket használj! Ha van rá lehetőséged, akkor a szabadban, vagy legalább nyitott ablak közelében dolgozz!*

*A fémek a sósavval hidrogéngáz fejlődése közben reagálhatnak, ahogy azt a bevezetőben a cink és sósav közti reakció reakcióegyenletéből is látod. A használt anyagok kis mennyisége miatt a fejlődő hidrogéngáz mennyisége is csekély, és az is gyorsan elillan. Így ez nem jelent veszélyt.*

*A reakció végeztével a maradék sósavat a legegyszerűbben úgy ártalmatlaníthatod, hogy előbb egy fakanállal kiveszed belőle az el nem reagált fémdarabot, amelyet leöblítés után a szemétbe dobhatsz. A sósavat pedig a WC-kagylóba öntöd, és 10-15 perc elteltével leöblíted. A sósav reakcióba lép az esetlegesen jelenlévő vízkővel, de a reakció termékei ártalmatlanok. A vízkő fő alkotórésze (a kalcium-karbonát)* *és a sósav között lejátszódó reakció egyenlete:*

*CaCO3 + 2 HCl = CaCl2 + CO2 + H2O*

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* háztartási (*w*=20%) sósav
* rézdrótdarab
* alufóliadarab
* 2 db kisebb edény: pl. tálka/ nagy műanyag kupak / kis befőttesüveg
* háztartási papírtörlő
* gumikesztyű
* védőszemüveg
* orvosi maszk (zárt térben való kísérletezéshez)
* (csipesz)

 

A kísérlethez szükséges anyagok és eszközök Az előkészített kísérlet

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

1. MI A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMIT NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

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

2. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ,AMINEK A VÁLTOZÁSA A FÜGGETLEN VÁLTOZÓTÓL FÜGG?.............................................

3. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

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

4. FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS):

Ha ……………………………………………………………………………………………………………………………………….. (a független változó

a tervezett módon változik), akkor ………………………………………………………………………………………. (a függő változó ilyen módon fog változni).

5. HOGYAN VÁLTOZHAT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ? Tervezzétek meg, mit kell tenni az egyes edényekbe!

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérlet | 3. kísérlet |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

6. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK LESZNEK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK AZONOSAKNAK LENNIE MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **+** jellel!

A sósav térfogata

A pohár térfogata

A sósav töménysége

A sósav hőmérséklete

A fémdarabkák tömege

7. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

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

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

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

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

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

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Egészítsétek ki a KÖVETKEZTETÉS és a GONDOLKODJUNK! részek szövegét a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!

8. TAPASZTALATOK És FÉNYKÉPEK

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

9. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

2. kísérlet: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………

10. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag

11. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

… Al2O3 + …. HCl = … AlCl3 + … H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + ZnCl2 = FeCl2 + Zn

**„Az alkimisták nyomában”**

(7. feladatlap, 3. típus: otthoni, kísérlettervező, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

„…*nagyon sokat mondó momentummal találkozunk a Besztercebánya környéki ásványvizek leírásában. Amint az köztudott, itt, az úrvölgyi bányákban fakadt fel (és még Szomolnok környékén) a Ziementwasser: az a gálictartalmú víz, amely a világ csodájára képes volt egy anyagot: a vasat egy másik anyaggá: rézzé változtatni. Minden alkimista ennek a jelenségnek az ismeretében keresett olyan anyagot, amely valami mást arannyá tud változtatni.”[[12]](#footnote-12)*Ma már tudjuk, hogy a vas nem alakul át rézzé, mert kémiai reakciókkal nem lehet egyik kémiai elemet sem a másikká átalakítani. Tehát arany sem készíthető így. A vasatom a vízben oldott réz(II)-ionoknak

**elektronokat ad át**,elemi rézzé **redukálja** azokat, míg maga vas(II)-ionokká **oxidálódik:**

 **2e-  2e-**

 Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu A folyamat lényege: Fe + Cu2+ = Fe2+ + Cu

Hasonló folyamat megy végbe, amikor sósav és cink reakciójával hidrogéngázt fejlesztünk. Ekkor a cinkatomok elektronokat adnak át a sósavban lévő hidrogénionoknak, hidrogénatomokká redukálva őket:

 **2e**- **2e-**

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2 A folyamat lényege: Zn + 2 H+ = Zn2+ + H2

Fordítva viszont ezek a reakciók nem játszódnak le. Ugyanis a fémek és a hidrogén a **redukálóképességük (**azazelektronátadó-képességük) alapján **reakcióképességi sorba** rendezhetők. A következő kísérletek segítségével azt fogjuk eldönteni, hogy hol van a réz és az alumínium helye a **balról jobbra csökkenő redukálóképességű** sorban, a bejelölt üres helyeken:

K, Ca, Na, Mg, \_\_, Zn, Fe, Sn, **H**, \_\_, Hg, Ag, Au

**FONTOS FIGYELMEZTETÉS!**

**Balesetvédelem és hulladékkezelés**

*A használt anyagok és a lejátszódó reakciók nem veszélytelenek, de a balesetvédelmi rendszabályok betartása mellett biztonsággal kivitelezhetők. A kísérleteket védőfelszerelésben (gumikesztyű, védőszemüveg, zárt térben orvosi maszk)* ***felnőtt felügyelete*** *mellett végezd! A sósavból kis mennyiségeket használj! Ha van rá lehetőséged, akkor a szabadban, vagy legalább nyitott ablak közelében dolgozz!*

*A fémek a sósavval hidrogéngáz fejlődése közben reagálhatnak, ahogy azt a bevezetőben a cink és sósav közti reakció reakcióegyenletéből is látod. A használt anyagok kis mennyisége miatt a fejlődő hidrogéngáz mennyisége is csekély, és az is gyorsan elillan. Így ez nem jelent veszélyt.*

*A reakció végeztével a maradék sósavat a legegyszerűbben úgy ártalmatlaníthatod, hogy előbb egy fakanállal kiveszed belőle az el nem reagált fémdarabot, amelyet leöblítés után a szemétbe dobhatsz. A sósavat pedig a WC-kagylóba öntöd, és 10-15 perc elteltével leöblíted. A sósav reakcióba lép az esetlegesen jelenlévő vízkővel, de a reakció termékei ártalmatlanok. A vízkő fő alkotórésze (a kalcium-karbonát)* *és a sósav között lejátszódó reakció egyenlete:*

*CaCO3 + 2 HCl = CaCl2 + CO2 + H2O*

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* háztartási (*w*=20%) sósav
* rézdrótdarab
* alufóliadarab
* 2 db kisebb edény: pl. tálka/ nagy műanyag kupak / kis befőttesüveg
* háztartási papírtörlő
* gumikesztyű
* védőszemüveg
* orvosi maszk (zárt térben való kísérletezéshez)
* (csipesz)

 

A kísérlethez szükséges anyagok és eszközök Az előkészített kísérlet

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

1. MI A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ, AMIT NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

A fémek anyagi minősége.

2. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ,AMINEK A VÁLTOZÁSA A FÜGGETLEN VÁLTOZÓTÓL FÜGG?

A gázfejlődés bekövetkezése.

3. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

Annak megfigyelésével, hogy sósavba helyezés után képződnek-e gázbuborékok az egyes fémek esetében.

4. FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS): Ha a fématom képes elektron átadni a hidrogénionnak (nagyobb a redukálóképessége). (a független változó a tervezett módon változik), akkor bekövetkezik a gázfejlődés (hidrogénfejlődés) (a függő változó ilyen módon fog változni).

5. HOGYAN VÁLTOZHAT A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ? Tervezzétek meg, mit kell tenni az egyes edényekbe!

|  |  |
| --- | --- |
| 1. kísérletsósav + rézdrótdarab | 2. kísérletsósav + alufóliadarab |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

6. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK LESZNEK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK AZONOSAKNAK LENNIE MINDEN KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **+** jellel!

A sósav térfogata

A pohár térfogata

**+** A sósav töménysége

**+** A sósav hőmérséklete

A fémdarabkák tömege

7. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

1. 2 edénybe kb. 3-3 cm3 sósavat öntünk
2. Az első edénybe rézdrótdarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
3. A második edénybe az alufóliadarabot teszünk (kézzel vagy csipesszel).
4. Folyamatosan figyeljük az edényekben történő jelenségeket.
5. 4-5 perc elteltével rögzítjük a tapasztalatokat.

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Egészítsétek ki a KÖVETKEZTETÉS és a GONDOLKODJUNK! részek szövegét a megfelelő szavak beírásával, illetve a helyes szavak aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő ~~áthúzásával~~!

8. TAPASZTALATOK És FÉNYKÉPEK

1. kísérlet: A rézdrótdarabbal hosszabb idő eltelte után sem következik be változás.

2. kísérlet: Az alufóliadarab egyre hevesebben reagál, színtelen, szagtalan gáz fejlődése közben oldódik, színtelen oldat keletkezik.

 

A két edény képe reakció közben és a reakció végén, az alumínium feloldódása után

9. MAGYARÁZAT:

1. kísérlet: A réz nem képes elektronokat átadni a (sósavban lévő) hidrogénionoknak.

2. kísérlet: Az alumínium képes elektronokat átadni a hidrogénionoknak, elemi hidrogén keletkezik:

2 Al + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2

10. KÖVETKEZTETÉS: Az alumíniumatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. Az **alumínium** redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. A rézatom **képes/nem képes** a hidrogénionokat (elektronátadással) hidrogénatommá redukálni. A réz redukálóképessége **kisebb/nagyobb**, mint a hidrogéné. Ezek alapján egészítsétek ki a redukálósort a vizsgált fémek vegyjelével!

K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, **H**, Cu, Hg, Ag

11. GONDOLKODJUNK!

A bevezetőben olvashattuk, hogy a réz(II)-szulfát (azaz „rézgálic”) tartalmú vízben a vastárgyakon rézbevonat képződik. Ez azért lehetséges, mert a vas redukálóképessége **nagyobb**/**kisebb**, mint a rézé. Ezért a vasatom elektront ad át a réz(II)-ionoknak.

Viszonylag nagy redukálóképessége ellenére az alumínium jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Ennek az az oka, hogy a felületén tömör, védő oxidréteg van. Ez az egyik oka annak, hogy az alumínium sokféle használati tárgy készítésére alkalmas. Az alumínium-oxidból álló védőréteg savban oldódik, de a folyamat időigényes. Rendezzétek a reakció egyenletét:

Al2O3 + 6 HCl = 2 AlCl3 + 3 H2O

Az alumínium-oxid és az alumínium savakban való oldódása miatt keletkeznek lyukak az alufólián, ha savat tartalmazó ételt (pl. a maradék lasagne-t) alufóliával fedjük be.

A vas felületén képződő rozsda sajnos nem tudja megvédeni a vastárgyakat a környezeti hatásoktól, mert nem képez tömör védőréteget. Ezért a vasat például fémbevonatokkal védhetjük meg a rozsdásodástól. Ehhez a fehérbádog esetében a vaslemezt ónbevonat (Sn) védi. A horganyzott bádog esetében pedig a vaslemezt cinkbevonat (Zn) takarja. ***Elméletben*** készülhetnek-e ezek a bevonatok úgy, hogy a vaslemezt ón(II)-ionokat, illetve cink(II)-ionokat tartalmazó oldatba merítik?

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az óné, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az ón(II)-ionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

A vas redukálóképessége **kisebb/nagyobb,** mint az cinké, ezért a vasatom **képes/nem képes** elektronokat átadni az cinkionoknak, amelyek ezért **képezhetnek/nem képezhetnek** elemifém-bevonatot a vastárgy felszínén.

Az alábbi egyenletekben húzd át az egyenlőségjelet, ha nem játszódik le a reakció. Jelöld az elektronátadást a lejátszódó reakció egyenletében!

 2e-

Fe + SnCl2 = FeCl2 + Sn Fe + 2 ZnCl2 ≠FeCl2 + Zn

1. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-1)
2. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-2)
3. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-3)
4. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-4)
5. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-5)
6. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-6)
7. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-7)
8. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-8)
9. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-9)
10. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-10)
11. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-11)
12. Tóth Péter: Bél Mátyás és a bányavárosok <https://www.academia.edu/6112799/B%C3%A9l_M%C3%A1ty%C3%A1s_%C3%A9s_a_b%C3%A1nyav%C3%A1rosok_In_Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tet_Heckenast_Guszt%C3%A1v_eml%C3%A9k%C3%A9re_Miskolc_2001_126_134_p> utolsó megtekintés 2022. 08. 14. [↑](#footnote-ref-12)